

**Record Number:** 24050  
**Author, Monographic:** Morin, G.//Sochanski, W.//Paquet, P.  
**Author Role:**  
**Title, Monographic:** Modélisation hydrologique et prévision en temps réel des apports des bassins versants en amont de la centrale Shipshaw à l'aide du modèle CEQUEAU  
**Translated Title:**  
**Reprint Status:**  
**Edition:**  
**Author, Subsidiary:**  
**Author Role:**  
**Place of Publication:** Québec  
**Publisher Name:** INRS-Eau, Terre & Environnement  
**Date of Publication:** 2002  
**Original Publication Date:** Février 2002  
**Volume Identification:**  
**Extent of Work:** xxxii, 871  
**Packaging Method:** pages incluant 14 annexes  
**Series Editor:**  
**Series Editor Role:**  
**Series Title:** INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche  
**Series Volume ID:** 611  
**Location/URL:**  
**ISBN:** 2-89146-476-1  
**Notes:** Rapport annuel 2001-2002  
**Abstract:** Rapport rédigé pour le Groupe ressources hydriques de la Société d'Électrolyse et de Chimie Alcan Ltée  
**Call Number:** R000611  
**Keywords:** rapport/ ok/ dl

**MODÉLISATION HYDROLOGIQUE ET PRÉVISION  
EN TEMPS RÉEL DES APPORTS DES BASSINS  
VERSANTS EN AMONT DE LA CENTRALE  
SHIPSHAW À L'AIDE DU MODÈLE CEQUEAU.**

*Février 2002*



# **MODÉLISATION HYDROLOGIQUE ET PRÉVISION EN TEMPS RÉEL DES APPORTS DES BASSINS VERSANTS EN AMONT DE LA CENTRALE SHIPSHAW À L'AIDE DU MODÈLE CEQUEAU**

par

Guy MORIN  
Wanda SOCHANSKI  
Pierre PAQUET

Rapport rédigé pour le Groupe ressources hydriques  
de la Société d'Électrolyse et de Chimie Alcan Ltée

Institut national de la recherche scientifique, INRS-Eau  
2800, rue Einstein, Case postale 7500, SAINTE-FOY (Québec), G1V 4C7

Février 2002

### ***Référence à citer***

Morin, G., Sochanska, W. et Paquet, P. (2002). Modélisation hydrologique et prévision en temps réel des apports des bassins versants en amont de la centrale Shipshaw à l'aide du modèle CEQUEAU. INRS-Eau, rapport de recherche no 611, 491 pp.

© INRS-Eau, 2002

I S B N

2-89146-476-1

# TABLE DES MATIÈRES

|  |            |
|--|------------|
| LISTE DES TABLEAUX .....   | IX         |
| LISTE DES FIGURES .....  | XIX        |
| LISTE DES ANNEXES .....  | XXXII      |
| <br>   |            |
| <b>INTRODUCTION .....</b>  | <b>1</b>   |
| <br>   |            |
| <b>1 MODÉLISATION DU RÉGIME HYDROLOGIQUE .....</b>                                   | <b>5</b>   |
| 1.1 MODÈLE HYDROLOGIQUE CEQUEAU .....  | 5          |
| 1.1.1 Schématisation du bassin versant .....   | 5          |
| 1.1.2 Données météorologiques .....  | 6          |
| 1.1.3 Le modèle .....  | 7          |
| 1.1.3.1 Fonction de production .....   | 7          |
| 1.1.3.2 Fonction de transfert .....  | 9          |
| 1.1.4 Calage du modèle .....   | 11         |
| <br>   |            |
| <b>2 APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN AMONT (BAM) ...</b>                     | <b>17</b>  |
| 2.1 Banque de données physiographiques et de drainage .....                          | 17         |
| 2.2 Données hydro-météorologiques .....  | 18         |
| 2.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique .....                           | 18         |
| 2.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant BAM .....              | 19         |
| <br>   |            |
| <b>3 APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN DU LAC MANOUANE<br/>(LM) .....</b>      | <b>37</b>  |
| 3.1 Banque de données physiographiques et de drainage .....                          | 37         |
| 3.2 Données hydro-météorologiques .....  | 38         |
| 3.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique .....                           | 38         |
| 3.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant Chute du Diable ..     | 38         |
| <br>   |            |
| <b>4 APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN CHUTE-DES-<br/>PASSES (CDP) .....</b>   | <b>55</b>  |
| 4.1 Banque de données physiographiques et de drainage .....                          | 55         |
| 4.2 Données hydro-météorologiques .....  | 56         |
| 4.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique .....                           | 56         |
| 4.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant CDP .....              | 57         |
| <br>   |            |
| <b>5 APPLICATION DU MODÈLE AU BASSIN DE CHUTE DU DIABLE (CD) .</b>                   | <b>73</b>  |
| 5.1 Banque de données physiographiques et de drainage .....                          | 73         |
| 5.2 Données hydro-météorologiques .....  | 74         |
| 5.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique .....                           | 74         |
| 5.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant Chute du Diable ..     | 75         |
| <br>   |            |
| <b>6 APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN DE CHUTE À LA<br/>SAVANE (CS) .....</b> | <b>103</b> |
| 6.1 Banque de données physiographiques et de drainage .....                          | 103        |
| 6.2 Données hydro-météorologiques .....  | 104        |
| 6.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique .....                           | 104        |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 6.4  | Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant Chute à la Savane   | 104 |
| 7    | APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN DU LAC ST-JEAN (LSJ)                  | 121 |
| 7.1  | Banque de données physiographiques et de drainage                             | 121 |
| 7.2  | Données hydro-météorologiques   | 122 |
| 7.3  | Ajustement des paramètres du modèle hydrologique                              | 122 |
| 7.4  | Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant LSJ                 | 123 |
| 8    | APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN PETITE PÉRIBONKA (PPER)               | 139 |
| 8.1  | Banque de données physiographiques et de drainage                             | 139 |
| 8.2  | Données hydro-météorologiques   | 139 |
| 8.3  | Ajustement des paramètres du modèle hydrologique                              | 140 |
| 8.4  | Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant Petite Péribonka.   | 140 |
| 9    | APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU À LA RIVIÈRE MISTASSIBI (MISBI)                 | 157 |
| 9.1  | Banque de données physiographiques et de drainage                             | 157 |
| 9.2  | Données hydro-météorologiques   | 158 |
| 9.3  | Ajustement des paramètres du modèle hydrologique                              | 158 |
| 9.4  | Résultats des simulations hydrologiques du bassin Mistassibi                  | 159 |
| 10   | APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU À LA RIVIÈRE MISTASSINI (MISNI)                 | 175 |
| 10.1 | Banque de données physiographiques et de drainage                             | 175 |
| 10.2 | Données hydro-météorologiques   | 176 |
| 10.3 | Ajustement des paramètres du modèle hydrologique                              | 176 |
| 10.4 | Résultats des simulations hydrologiques du bassin Mistassini                  | 177 |
| 11   | APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU À LA RIVIÈRE ASHUAPMUSHUAN (ASHAV)              | 193 |
| 11.1 | Banque de données physiographiques et de drainage                             | 193 |
| 11.2 | Données hydro-météorologiques   | 194 |
| 11.3 | Ajustement des paramètres du modèle hydrologique                              | 194 |
| 11.4 | Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant Ashuapmushuan       | 194 |
| 12   | APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU À LA RIVIÈRE MÉTABETCHOUANE (METAB)             | 219 |
| 12.1 | Banque de données physiographiques et de drainage                             | 219 |
| 12.2 | Données hydro-météorologiques   | 220 |
| 12.3 | Ajustement des paramètres du modèle hydrologique                              | 220 |
| 12.4 | Résultats des simulations hydrologiques du bassin Métabetchouane              | 221 |
| 13   | APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN VERSANT DES AUTRES TRIBUTAIRES (TRIB) | 237 |
| 13.1 | Banque de données physiographiques et de drainage                             | 237 |
| 13.2 | Données hydro-météorologiques   | 238 |
| 13.3 | Ajustement des paramètres du modèle hydrologique                              | 238 |
| 13.4 | Résultats des simulations hydrologiques du bassin Autre Tributaires           | 238 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 14      | IMPACT DES RELEVÉS NIVOMÉTRIQUES SUR LES SIMULATIONS           | 253 |
| 14.1    | Bassin versant amont (BAM)                                     | 254 |
| 14.2    | Bassin versant Lac Manouane (LM)                               | 255 |
| 14.3    | Bassin versant Chute-des-Passes (CDP)                          | 256 |
| 14.4    | Bassin versant Chute du Diable (CD)                            | 257 |
| 14.4.1  | Sous bassin versant : rivière Manouane et Serpent              | 258 |
| 14.5    | Bassin versant Chute à la Savane (CS)                          | 259 |
| 14.6    | Bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ)                            | 260 |
| 14.7    | Bassin versant de la rivière petite Péribonka (PPER)           | 261 |
| 14.8    | Bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI)                | 262 |
| 14.9    | Bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI)                | 263 |
| 14.10   | Bassin versant de la rivière Ashuapmushuam (ASHAV)             | 264 |
| 14.10.1 | Sous bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM)  | 265 |
| 14.11   | Bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB)            | 265 |
| 14.12   | Bassin versant des autres tributaires du lac Saint-Jean (TRIB) | 266 |
| 14.13   | Conclusion   | 267 |
| 15      | PRÉVISION DES DÉBITS À COURT TERME                             | 335 |
| 15.1    | Application au bassin versant amont (BAM)                      | 341 |
| 15.1.1  | Prévision sans mise à jour                                     | 341 |
| 15.1.2  | Prévision avec mise à jour statistique                         | 342 |
| 15.1.3  | Prévision avec mise à jour déterministe                        | 342 |
| 15.1.4  | Comparaison des méthodes de prévision                          | 343 |
| 15.2    | Application au bassin versant Lac Manouane (LM)                | 344 |
| 15.2.1  | Prévision sans mise à jour                                     | 344 |
| 15.2.2  | Prévision avec mise à jour statistique                         | 345 |
| 15.2.3  | Prévision avec mise à jour déterministe                        | 345 |
| 15.2.4  | Comparaison des méthodes de prévision                          | 346 |
| 15.3    | Application au bassin versant Chute-des-Passes (CDP)           | 347 |
| 15.3.1  | Prévision sans mise à jour                                     | 347 |
| 15.3.2  | Prévision avec mise à jour statistique                         | 347 |
| 15.3.3  | Prévision avec mise à jour déterministe                        | 348 |
| 15.3.4  | Comparaison des méthodes de prévision                          | 348 |
| 15.4    | Application au bassin versant Chute du Diable (CD)             | 349 |
| 15.4.1  | Prévision sans mise à jour                                     | 349 |
| 15.4.2  | Prévision avec mise à jour statistique                         | 350 |
| 15.4.3  | Prévision avec mise à jour déterministe                        | 350 |
| 15.4.4  | Comparaison des méthodes de prévision                          | 351 |
| 15.5    | Application au bassin versant Chute à la Savane (CS)           | 351 |
| 15.5.1  | Prévision sans mise à jour                                     | 351 |
| 15.5.2  | Prévision avec mise à jour statistique                         | 352 |
| 15.5.3  | Prévision avec mise à jour déterministe                        | 353 |
| 15.5.4  | Comparaison des méthodes de prévision                          | 353 |
| 15.6    | Application au bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ)             | 354 |
| 15.6.1  | Prévision sans mise à jour                                     | 354 |
| 15.6.2  | Prévision avec mise à jour statistique                         | 355 |
| 15.6.3  | Prévision avec mise à jour déterministe                        | 355 |
| 15.6.4  | Comparaison des méthodes de prévision                          | 356 |
| 15.7    | Application au bassin versant Petite Péribonka (PPER)          | 356 |
| 15.7.1  | Prévision sans mise à jour                                     | 356 |

|         |   |            |
|---------|---|------------|
| 15.7.2  | Prévision avec mise à jour statistique .....                              | 357        |
| 15.7.3  | Prévision avec mise à jour déterministe .....                             | 358        |
| 15.7.4  | Comparaison des méthodes de prévision .....                               | 358        |
| 15.8    | Application au bassin versant Mistassibi (MISBI) .....                    | 355        |
| 15.8.1  | Prévision sans mise à jour .....  | 359        |
| 15.8.2  | Prévision avec mise à jour statistique .....                              | 359        |
| 15.8.3  | Prévision avec mise à jour déterministe .....                             | 360        |
| 15.8.4  | Comparaison des méthodes de prévision .....                               | 361        |
| 15.9    | Application au bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) .....      | 362        |
| 15.9.1  | Prévision sans mise à jour .....  | 362        |
| 15.9.2  | Prévision avec mise à jour statistique .....                              | 362        |
| 15.9.3  | Prévision avec mise à jour déterministe .....                             | 363        |
| 15.9.4  | Comparaison des méthodes de prévision .....                               | 364        |
| 15.10   | Application au bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) .. | 364        |
| 15.10.1 | Prévision sans mise à jour .....  | 364        |
| 15.10.2 | Prévision avec mise à jour statistique .....                              | 365        |
| 15.10.3 | Prévision avec mise à jour déterministe .....                             | 365        |
| 15.10.4 | Comparaison des méthodes de prévision .....                               | 366        |
| 15.11   | Application au bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) .....  | 366        |
| 15.11.1 | Prévision sans mise à jour .....  | 366        |
| 15.11.2 | Prévision avec mise à jour statistique .....                              | 367        |
| 15.11.3 | Prévision avec mise à jour déterministe .....                             | 368        |
| 15.11.4 | Comparaison des méthodes de prévision .....                               | 368        |
| 15.12   | Conclusion .....  | 369        |
| 16      | <b>PRÉVISION DES DÉBITS À MOYEN TERME .....</b>                           | <b>475</b> |
| 16.1    | Prévision des débits à moyen terme sur le bassin versant LSJ .....        | 477        |
| 16.1.1  | Influence de la neige au sol .....  | 477        |
| 16.1.2  | Influence des réserves d'eau dans les réservoirs .....                    | 478        |
| 16.2    | Prévision des débits à moyen terme sur le bassin versant MISBI. ....      | 479        |
| 16.2.1  | Influence de la neige au sol .....  | 480        |
| 16.2.2  | Influence des réserves d'eau dans les réservoirs .....                    | 481        |
| 16.3    | Conclusion. ....  | 481        |

## LISTE DES TABLEAUX

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Tableau 1.1 | Paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU . . . . .  | 13  |
| Tableau 2.1 | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin versant amont (BAM). . . . .  | 22  |
| Tableau 2.2 | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisée pour le Bassin Versant Amont (BAM). . . . .                          | 23  |
| Tableau 2.3 | Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le Bassin Versant Amont (BAM). . . . .              | 24  |
| Tableau 2.4 | Bassin versant Amont (BAM), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification. . . . .                          | 25  |
| Tableau 3.1 | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin versant du Lac Manouane (LM). . . . .                               | 41  |
| Tableau 3.2 | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant Lac Manouane (LM). . . . .                   | 42  |
| Tableau 3.3 | Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant Lac Manouane (LM) . . . . .       | 43  |
| Tableau 3.4 | Bassin versant du Lac Manouane (LM), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification. . . . .                 | 44  |
| Tableau 4.1 | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP). . . . .                             | 59  |
| Tableau 4.2 | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP). . . . .              | 60  |
| Tableau 4.3 | Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP). . . . .   | 61  |
| Tableau 4.4 | Bassin versant du Chute-des-Passes (CDP), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification. . . . .            | 62  |
| Tableau 5.1 | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour les bassin versant Chute du Diable (CD). . . . .                              | 77  |
| Tableau 5.2 | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant de Chute du Diable (CD). . . . .             | 78  |
| Tableau 5.3 | Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant Chute du Diable (CD). . . . .     | 79  |
| Tableau 5.4 | Chute du Diable (CD), critère numérique annuels pour la période de calibration et de vérification. . . . .                               | 80  |
| Tableau 6.1 | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .                             | 106 |
| Tableau 6.2 | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .              | 107 |
| Tableau 6.3 | Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant Chute à la Savane (CS)... . . . . | 108 |
| Tableau 6.4 | Bassin versant du Chute à la Savane (CS), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification. . . . .            | 109 |
| Tableau 7.1 | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ). . . . .                               | 125 |
| Tableau 7.2 | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant Lac-Saint-Jean (LSJ). . . . .                | 126 |
| Tableau 7.3 | Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant Lac-Saint-Jean (LSJ). . . . .     | 127 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Tableau 7.4  | Bassin versant Lac-Saint-Jean (LSJ), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification. . . . .                              | 128 |
| Tableau 8.1  | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER). . . . .                           | 142 |
| Tableau 8.2  | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER). . . . .            | 143 |
| Tableau 8.3  | Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER). . . . . | 144 |
| Tableau 8.4  | Rivière Petite Péribonka (PPER), critère numérique annuels pour la période de calibration et de vérification. . . . .                                 | 145 |
| Tableau 9.1  | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour les bassins versant de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .                              | 161 |
| Tableau 9.2  | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour les bassins versant de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .               | 162 |
| Tableau 9.3  | Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .                           | 163 |
| Tableau 9.4  | Rivière Mistassibi (MISBI), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification. . . . .                                       | 164 |
| Tableau 10.1 | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI). . . . .                                | 179 |
| Tableau 10.2 | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI). . . . .                 | 180 |
| Tableau 10.3 | Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour la rivière Mistassini (MISNI). . . . .                           | 181 |
| Tableau 10.4 | Rivière Mistassini (MISNI), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification. . . . .                                       | 182 |
| Tableau 11.1 | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) . . . . .                               | 197 |
| Tableau 11.2 | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV). . . . .         | 198 |
| Tableau 11.3 | Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan (ASHAV) . . . . .  | 199 |
| Tableau 11.4 | Rivière Ashuapmushuan, critère numérique annuels pour la période de calibration et de vérification. . . . .   | 200 |
| Tableau 12.1 | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin de la rivière Métabetchouane (METAB). . . . .                                    | 223 |
| Tableau 12.2 | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB). . . . .             | 224 |
| Tableau 12.3 | Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) . . . . . | 225 |
| Tableau 12.4 | Rivière Métabetchouane (METAB), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification. . . . .                                   | 226 |
| Tableau 13.1 | Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin autres tributaires du lac Saint-Jean (TRIB) . . . . .                            | 240 |
| Tableau 13.2 | Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant autres tributaires du Lac-Saint-Jean (TRIB). . . . .      | 241 |

|                |   |     |
|----------------|---|-----|
| Tableau 13.3   | Valeurs des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU utilisés pour le bassin versant autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB). . . . .                              | 242 |
| Tableau 13.4   | Autres Tributaires (TRIB), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification. . . . .  | 243 |
| Tableau 14.1.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant amont (BAM). . . . .  | 269 |
| Tableau 14.1.2 | Comparaison des résultats des simulations du Bassin Versant Amont (BAM), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars. . . . .             | 270 |
| Tableau 14.2.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant Lac Manouane (LM). . . . .  | 271 |
| Tableau 14.2.2 | Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Lac Manouane (LM), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars. . . . .       | 272 |
| Tableau 14.3.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant Chute-des-Passes (CDP). . . . .   | 273 |
| Tableau 14.3.2 | Comparaison des résultats des simulations du bassin Chute-des-Passes (CDP), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars. . . . .          | 274 |
| Tableau 14.4.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant Chute du Diable (CD). . . . .   | 275 |
| Tableau 14.4.2 | Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Chute du Diable (CD), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars.. . . .     | 276 |
| Tableau 14.5.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .   | 277 |
| Tableau 14.5.2 | Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Chute à la Savane (CS), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars. . . . .  | 278 |
| Tableau 14.6.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ). . . . .   | 279 |
| Tableau 14.6.2 | Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars. . . . .    | 280 |
| Tableau 14.7.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER). . . . .  | 281 |
| Tableau 14.7.2 | Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Petite Péribonka (PPER), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars. . . . . | 282 |
| Tableau 14.8.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .   | 283 |
| Tableau 14.8.2 | Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Mistassibi (MISBI), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars. . . . .      | 284 |
| Tableau 14.9.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI). . . . .   | 285 |
| Tableau 14.9.2 | Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Mistassini (MISNI), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars. . . . .      | 286 |

|                 |  |     |
|-----------------|--|-----|
| Tableau 14.10.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV). . . . .  | 287 |
| Tableau 14.10.2 | Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Ashuapmushuan (ASHAV), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars. . . . .  | 288 |
| Tableau 14.11.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB). . . . .  | 289 |
| Tableau 14.11.2 | Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Métabetchouane (METAB), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars. . . . .   | 290 |
| Tableau 14.12.1 | Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur les autres bassins versant du Lac Saint-Jean (TRIB). . . . .   | 291 |
| Tableau 14.12.2 | Comparaison des résultats des simulations du bassin versant autres tributaires (TRIB), pour la période avril à juin, avec et sans correction des stocks de neige au sol le 31 mars. . . . .  | 292 |
| Tableau 14.13.1 | Comparaison des résultats des simulations, pour tous les bassins versants pour les mois d'avril à juin, pour les périodes de calibration et de vérification avec et sans correction des stocks de neige le 31 mars de chaque année. . . . .                        | 293 |
| Tableau 15.1.1  | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .   | 372 |
| Tableau 15.1.2  | Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant amont (BAM). . . . .   | 373 |
| Tableau 15.1.3  | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .              | 374 |
| Tableau 15.1.4  | Autocorrélation des résidus pour le bassin versant amont (BAM). . .  | 375 |
| Tableau 15.1.5  | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .   | 376 |
| Tableau 15.1.6  | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . . | 377 |
| Tableau 15.1.7  | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .  | 378 |
| Tableau 15.1.8  | Statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .        | 379 |
| Tableau 15.2.1  | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .   | 380 |

|                |   |     |
|----------------|---|-----|
| Tableau 15.2.2 | Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant Lac Manouane (LM). . . . .  | 381 |
| Tableau 15.2.3 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .                   | 382 |
| Tableau 15.2.4 | Autocorrélation des résidus pour le bassin versant Lac Manouane (LM). . . . .   | 383 |
| Tableau 15.2.5 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .  | 384 |
| Tableau 15.2.6 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .      | 385 |
| Tableau 15.2.7 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .   | 386 |
| Tableau 15.2.8 | Statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .             | 387 |
| Tableau 15.3.1 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .   | 388 |
| Tableau 15.3.2 | Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant Chute-des-passes (CDP). . . . .   | 389 |
| Tableau 15.3.3 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .              | 390 |
| Tableau 15.3.4 | Autocorrélation des résidus pour le bassin versant Chute-des-passes (CDP). . . . .  | 391 |
| Tableau 15.3.5 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .   | 392 |
| Tableau 15.3.6 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . . | 393 |
| Tableau 15.3.7 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .  | 394 |
| Tableau 15.3.8 | Statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .        | 395 |

|                |   |     |
|----------------|---|-----|
| Tableau 15.4.1 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .   | 396 |
| Tableau 15.4.2 | Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant Chute du Diable (CD). . . . .   | 397 |
| Tableau 15.4.3 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .                | 398 |
| Tableau 15.4.4 | Autocorrélation des résidus pour le bassin versant Chute du Diable (CD)   | 399 |
| Tableau 15.4.5 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .   | 400 |
| Tableau 15.4.6 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .   | 401 |
| Tableau 15.4.7 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .  | 402 |
| Tableau 15.4.8 | Statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .          | 403 |
| Tableau 15.5.1 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute à la Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .   | 404 |
| Tableau 15.5.2 | Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .   | 405 |
| Tableau 15.5.3 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute à la Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .              | 406 |
| Tableau 15.5.4 | Autocorrélation des résidus pour le bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .  | 407 |
| Tableau 15.5.5 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute à la Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .   | 408 |
| Tableau 15.5.6 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute à la Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . . | 409 |
| Tableau 15.5.7 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute à la Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant. . . . .  | 410 |
| Tableau 15.5.8 | Statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute à la Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et   |     |

|                |   |     |
|----------------|---|-----|
|                | les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....   | 411 |
| Tableau 15.6.1 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....  | 412 |
| Tableau 15.6.2 | Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ). ....  | 413 |
| Tableau 15.6.3 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....                               | 414 |
| Tableau 15.6.4 | Autocorrélation des résidus pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).  | 415 |
| Tableau 15.6.5 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....  | 416 |
| Tableau 15.6.6 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....                  | 417 |
| Tableau 15.6.7 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....   | 418 |
| Tableau 15.6.8 | Statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....                         | 419 |
| Tableau 15.7.1 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant. . .  | 420 |
| Tableau 15.7.2 | Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER). ....   | 421 |
| Tableau 15.7.3 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....              | 422 |
| Tableau 15.7.4 | Autocorrélation des résidus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER). ....  | 423 |
| Tableau 15.7.5 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....   | 424 |
| Tableau 15.7.6 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. .... | 425 |
| Tableau 15.7.7 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour  |     |

|                |  |     |
|----------------|--|-----|
|                | déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....  | 426 |
| Tableau 15.7.8 | Statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....   | 427 |
| Tableau 15.8.1 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....   | 428 |
| Tableau 15.8.2 | Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI). ....   | 429 |
| Tableau 15.8.3 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....              | 430 |
| Tableau 15.8.4 | Autocorrélation des résidus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI). ....  | 431 |
| Tableau 15.8.5 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....   | 432 |
| Tableau 15.8.6 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. .... | 433 |
| Tableau 15.8.7 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....  | 434 |
| Tableau 15.8.8 | Statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....        | 435 |
| Tableau 15.9.1 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....   | 436 |
| Tableau 15.9.2 | Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI). ....   | 437 |
| Tableau 15.9.3 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....              | 438 |
| Tableau 15.9.4 | Autocorrélation des résidus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI). ....  | 439 |
| Tableau 15.9.5 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour  |     |

|                 |   |     |
|-----------------|---|-----|
|                 | statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....  | 440 |
| Tableau 15.9.6  | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....        | 441 |
| Tableau 15.9.7  | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....   | 442 |
| Tableau 15.9.8  | Statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....               | 443 |
| Tableau 15.10.1 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....  | 444 |
| Tableau 15.10.2 | Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan aval (ASHAV). ...   | 445 |
| Tableau 15.10.3 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....             | 446 |
| Tableau 15.10.4 | Autocorrélation des résidus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan aval (ASHAV). ....   | 447 |
| Tableau 15.10.5 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....  | 448 |
| Tableau 15.10.6 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ... | 449 |
| Tableau 15.10.7 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....   | 450 |
| Tableau 15.10.8 | Statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ...        | 451 |
| Tableau 15.11.1 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant. ...   | 452 |
| Tableau 15.11.2 | Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB). ....  | 453 |

|                 |  |     |
|-----------------|--|-----|
| Tableau 15.11.3 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....              | 454 |
| Tableau 15.11.4 | Autocorrélation des résidus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB). ....  | 455 |
| Tableau 15.11.5 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....   | 456 |
| Tableau 15.11.6 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. .... | 457 |
| Tableau 15.11.7 | Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant. ....  | 458 |
| Tableau 15.11.8 | Statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995. ...         | 459 |
| Tableau 15.12.1 | Coefficients d'autocorrélation d'ordre 1 à 6 des résidus entre les débits observés et les débits simulés par le modèle CEQUEAU pour la période de calibration (1985-1989) de tous les bassins versants étudiés. ....   | 460 |
| Tableau 15.12.2 | Paramètres de mise à jour déterministe estimés, par optimisation pour tous les bassins versants, pour la période de calibration (1985-1989). ...   | 461 |
| Tableau 15.12.3 | Coefficients de Nash des débits prévus avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec la mise à jour déterministe pour la période de vérification (1990-1995) pour des jours 1, 3 et 6. .   | 462 |

## LISTE DES FIGURES

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figure 1.1  | Schéma de production du modèle CEQUEAU .....  | 8  |
| Figure 1.2  | Schématisation de la fonction de transfert .....  | 10 |
| Figure 2.1  | Schématisation du bassin versant BAM .....  | 26 |
| Figure 2.2  | Emplacement du bassin versant amont (BAM) et ses principaux tributaire par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU .....                             | 27 |
| Figure 2.3  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant amont (BAM) .....             | 28 |
| Figure 2.4  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant amont (BAM). .....           | 29 |
| Figure 2.5  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant amont (BAM). .....        | 30 |
| Figure 2.6  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant amont (BAM). .....       | 31 |
| Figure 2.7  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant amont (BAM). ....                  | 32 |
| Figure 2.8  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant amont (BAM). ...                  | 33 |
| Figure 2.9  | Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant amont (BAM) pour la période de calibration (1985-1989). .....                            | 34 |
| Figure 2.10 | Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant amont (BAM) pour la période de vérification (1990-1995). .....                           | 35 |
| Figure 3.1  | Schématisation du bassin versant Lac Manouane (LM) .....  | 45 |
| Figure 3.2  | Emplacement du Lac Manouane (LM) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU .....                                     | 46 |
| Figure 3.3  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM). .....      | 47 |
| Figure 3.4  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM). .....     | 48 |
| Figure 3.5  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM). .....  | 49 |
| Figure 3.6  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM). ..... | 50 |
| Figure 3.7  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM). .....          | 51 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Figure 3.8  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM).....            | 52 |
| Figure 3.9  | Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), pour la période de calibration (1985-1989).....                        | 53 |
| Figure 3.10 | Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), pour la période de vérification (1990-1995).....                       | 54 |
| Figure 4.1  | Schématisation du bassin versant CDP .....   | 63 |
| Figure 4.2  | Emplacement du bassin versant amont (CDP) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU .....                             | 64 |
| Figure 4.3  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant amont (CDP).....               | 65 |
| Figure 4.4  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant amont (CDP).....              | 66 |
| Figure 4.5  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant CDP.....                   | 67 |
| Figure 4.6  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant CDP.....                  | 68 |
| Figure 4.7  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant CDP.....                            | 69 |
| Figure 4.8  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant CDP.....                           | 70 |
| Figure 4.9  | Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant amont CDP pour la période de calibration (1985-1989).....                                 | 71 |
| Figure 4.10 | Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant CDP pour la période de vérification (1990-1995).....                                      | 72 |
| Figure 5.1  | Schématisation du bassin versant de la centrale Chute du Diable .....  | 81 |
| Figure 5.2  | Emplacement du bassin versant de la centrale Chute du Diable (CD) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU .....     | 82 |
| Figure 5.3  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD).....      | 83 |
| Figure 5.4  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD).....     | 84 |
| Figure 5.5  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD).....  | 85 |
| Figure 5.6  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD)..... | 86 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Figure 5.7  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de vérification (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD). . . . .         | 87  |
| Figure 5.8  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD). . . . .         | 88  |
| Figure 5.9  | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD). . . . .                      | 89  |
| Figure 5.10 | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD). . . . .                     | 90  |
| Figure 5.11 | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062209 de la rivière Manouane(MANOU). . . . .       | 91  |
| Figure 5.12 | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062209 de la rivière Manouane(MANOU). . . . .      | 92  |
| Figure 5.13 | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU). . . . .  | 93  |
| Figure 5.14 | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU). . . . . | 94  |
| Figure 5.15 | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU). . . . .           | 95  |
| Figure 5.16 | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU). . . . .          | 96  |
| Figure 5.17 | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU). . . . .                      | 97  |
| Figure 5.18 | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU). . . . .                     | 98  |
| Figure 5.19 | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1991-1995) à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP). . . . .       | 99  |
| Figure 5.20 | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1991-1995) à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP). . . . .   | 100 |
| Figure 5.21 | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1991-1995) à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP). . . . .            | 101 |
| Figure 5.22 | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de vérification (1991-1995) à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP). . . . .                       | 102 |
| Figure 6.1  | Schématisation du bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .   | 110 |
| Figure 6.2  | Emplacement du bassin versant Chute à la Savane (CS) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU . . . . .                  | 111 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Figure 6.3  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .      | 112 |
| Figure 6.4  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .     | 113 |
| Figure 6.5  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .  | 114 |
| Figure 6.6  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . . | 115 |
| Figure 6.7  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .          | 116 |
| Figure 6.8  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .         | 117 |
| Figure 6.9  | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .                      | 118 |
| Figure 6.10 | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS). . . . .                     | 119 |
| Figure 7.1  | Schématisation du bassin versant LSJ . . . . .   | 129 |
| Figure 7.2  | Emplacement du bassin versant amont (LSJ) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU . . . . .                               | 130 |
| Figure 7.3  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant amont (LSJ). . . . .                 | 131 |
| Figure 7.4  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant amont (LSJ). . . . .                | 132 |
| Figure 7.5  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant LSJ. . . . .                     | 133 |
| Figure 7.6  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant LSJ. . . . .                    | 134 |
| Figure 7.7  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant LSJ. . . . .                              | 135 |
| Figure 7.8  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant LSJ. . . . .                             | 136 |
| Figure 7.9  | Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant amont LSJ pour la période de calibration (1985-1989). . . . .                                   | 137 |
| Figure 7.10 | Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant LSJ pour la période de vérification (1990-1995) . . . . .                                       | 138 |
| Figure 8.1  | Schématisation du bassin versant Petite Péribonka (PPER). . . . .  | 146 |
| Figure 8.2  | Emplacement du bassin versant Petite Péribonka (PPER) par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU . . . . .   | 147 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Figure 8.3  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Petite Péribonka (PPER). . . . .      | 148 |
| Figure 8.4  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Petite Péribonka (PPER). . . . .     | 149 |
| Figure 8.5  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Petite Péribonka (PPER). . . . .  | 150 |
| Figure 8.6  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Petite Péribonka (PPER). . . . . | 151 |
| Figure 8.7  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Petite Péribonka (PPER). . . . .          | 152 |
| Figure 8.8  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Petite Péribonka (PPER). . . . .         | 153 |
| Figure 8.9  | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Petite Péribonka (PPER). . . . .                      | 154 |
| Figure 8.10 | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Petite Péribonka (PPER). . . . .                     | 155 |
| Figure 9.1  | Schématisation de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .  | 165 |
| Figure 9.2  | Emplacement du bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU . . . . .   | 166 |
| Figure 9.3  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .       | 167 |
| Figure 9.4  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .      | 168 |
| Figure 9.5  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .   | 169 |
| Figure 9.6  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .  | 170 |
| Figure 9.7  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .           | 171 |
| Figure 9.8  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .          | 172 |
| Figure 9.9  | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .                       | 173 |
| Figure 9.10 | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI). . . . .                      | 174 |
| Figure 10.1 | Schématisation de la rivière Mistassini (MISNI). . . . .  | 183 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Figure 10.2  | Emplacement du bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU .....  | 184 |
| Figure 10.3  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI). .....              | 185 |
| Figure 10.4  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI). .....             | 186 |
| Figure 10.5  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI). .....          | 187 |
| Figure 10.6  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI). .....         | 188 |
| Figure 10.7  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI). .....                  | 189 |
| Figure 10.8  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI). .....                 | 190 |
| Figure 10.9  | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI). .....                              | 191 |
| Figure 10.10 | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI). .....                             | 192 |
| Figure 11.1  | Schématisation du bassin versant Ashuapmushuan (ASHAV).. .....   | 201 |
| Figure 11.2  | Emplacement de la rivière Asuapmushuan (ASHAV) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU .....                                    | 202 |
| Figure 11.3  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV). .....      | 203 |
| Figure 11.4  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV). .....     | 204 |
| Figure 11.5  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV). .....  | 205 |
| Figure 11.6  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV). ..... | 206 |
| Figure 11.7  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV). .....          | 207 |
| Figure 11.8  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV). .....         | 208 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figure 11.9  | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV). . . . .                       | 209 |
| Figure 11.10 | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV). . . . .                      | 210 |
| Figure 11.11 | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAV). . . . .      | 211 |
| Figure 11.12 | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM). . . . .     | 212 |
| Figure 11.13 | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM). . . . .  | 213 |
| Figure 11.14 | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM). . . . . | 214 |
| Figure 11.15 | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM). . . . .          | 215 |
| Figure 11.16 | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM). . . . .         | 216 |
| Figure 11.17 | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM). . . . .                      | 217 |
| Figure 11.18 | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM). . . . .                     | 218 |
| Figure 12.1  | Schématisation du bassin versant Métabetchouane (METAB). . . . .  | 227 |
| Figure 12.2  | Emplacement de la rivière Métabetchouane (METAB) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU . . . . .                                 | 228 |
| Figure 12.3  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB). . . . .           | 229 |
| Figure 12.4  | Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB). . . . .          | 230 |
| Figure 12.5  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB). . . . .       | 231 |
| Figure 12.6  | Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB). . . . .      | 232 |
| Figure 12.7  | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB). . . . .               | 233 |

|               |   |     |
|---------------|---|-----|
| Figure 12.8   | Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés, pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB). . . . .  | 234 |
| Figure 12.9   | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB). . . . .   | 235 |
| Figure 12.10  | Débits journaliers classés, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB). . . . .  | 236 |
| Figure 13.1   | Schématisation des autres tributaires du Lac St. Jean (TRIB). . . . .   | 244 |
| Figure 13.2   | Emplacement des autres tributaires (TRIB) par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU . . . . .  | 245 |
| Figure 13.3   | Débits journaliers, moyennes interannuelles pour la période 1985-1989 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB). . . . .  | 246 |
| Figure 13.4   | Débits journaliers, moyennes interannuelles pour la période 1990-1995 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB). . . . .  | 247 |
| Figure 13.5   | Débits moyens mensuels, moyennes interannuelles pour la période de 1985-1989 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB). . . . .   | 248 |
| Figure 13.6   | Débits moyens mensuels calculés, moyennes interannuelles pour la période 1990-1995 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB). . . . .   | 249 |
| Figure 13.7   | Débits journaliers classés calculés pour la période 1985-1989 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB). . . . .  | 250 |
| Figure 13.8   | Débits journaliers classés calculés pour la période 1990-1995 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB). . . . .  | 251 |
| Figure 14.1.1 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .        | 294 |
| Figure 14.1.2 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .       | 295 |
| Figure 14.1.3 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .              | 296 |
| Figure 14.2.1 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .  | 297 |
| Figure 14.2.2 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . . | 298 |
| Figure 14.2.3 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .        | 299 |
| Figure 14.3.1 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans  |     |

|               |   |     |
|---------------|---|-----|
|               | correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....   | 300 |
| Figure 14.3.2 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. .... | 301 |
| Figure 14.3.3 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....        | 302 |
| Figure 14.4.1 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....    | 303 |
| Figure 14.4.2 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....   | 304 |
| Figure 14.4.3 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....          | 305 |
| Figure 14.4.4 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....    | 306 |
| Figure 14.4.5 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....   | 307 |
| Figure 14.4.6 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....          | 308 |
| Figure 14.4.7 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période 1992-1995 à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....                     | 309 |
| Figure 15.5.1 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....  | 310 |
| Figure 15.5.2 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. .... | 311 |
| Figure 14.5.3 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète (1985-1995) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....      | 312 |

|                |  |     |
|----------------|--|-----|
| Figure 14.6.1  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....         | 313 |
| Figure 14.6.2  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....        | 314 |
| Figure 14.6.3  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....               | 315 |
| Figure 14.7.1  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....  | 316 |
| Figure 14.7.2  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. .... | 317 |
| Figure 14.7.3  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....        | 318 |
| Figure 14.8.1  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....       | 319 |
| Figure 14.8.2  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....      | 320 |
| Figure 14.8.3  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....             | 321 |
| Figure 14.9.1  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....       | 322 |
| Figure 14.9.2  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....      | 323 |
| Figure 14.9.3  | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. ....             | 324 |
| Figure 14.10.1 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV),   |     |

|                |   |     |
|----------------|---|-----|
|                | a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .  | 325 |
| Figure 14.10.2 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .  | 326 |
| Figure 14.10.3 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .         | 327 |
| Figure 14.10.4 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .  | 328 |
| Figure 14.10.5 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . . | 329 |
| Figure 14.10.6 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .        | 330 |
| Figure 14.11.1 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .       | 331 |
| Figure 14.11.2 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .      | 332 |
| Figure 14.11.3 | Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars. . . . .             | 333 |
| Figure 15.1.1  | Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin BAM pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .         | 463 |
| Figure 15.2.1  | Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin LM pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .          | 464 |
| Figure 15.3.1  | Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin CDP pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .         | 465 |
| Figure 15.4.1  | Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin CD pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. . . . .          | 466 |

|                |   |     |
|----------------|---|-----|
| Figure 15.5.1  | Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin CS pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....         | 467 |
| Figure 15.6.1  | Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin LSJ pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....        | 468 |
| Figure 15.7.1  | Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin PPER pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....       | 469 |
| Figure 15.8.1  | Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin MISBI pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....      | 470 |
| Figure 15.9.1  | Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin MISNI pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....      | 471 |
| Figure 15.10.1 | Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin ASHAV pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....      | 472 |
| Figure 15.11.1 | Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin METAB pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. ....      | 473 |
| Figure 16.1    | Exemple de graphique de prévision à moyen terme produit par le modèle hydrologique CEQUEAU. ....  | 484 |
| Figure 16.2    | Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 19 mars 1987 (neige minimal au sol 135 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecarts absolus. C) Ecarts en pourcentage ....                         | 485 |
| Figure 16.3    | Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 7 avril 1971 (neige moyenne au sol 233 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecarts absolus. C) Ecarts en pourcentage. ....                        | 486 |
| Figure 16.4    | Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 28 avril 1974 (neige maximal au sol 381 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecarts absolus. C) Ecarts en pourcentage. ....                       | 487 |
| Figure 16.5    | Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 6 septembre 1953 (Débits d'automne faible 178 m <sup>3</sup> /s). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecarts absolus. C) Ecarts en pourcentage. ....  | 488 |
| Figure 16.6    | Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 15 septembre 1968 (débits d'automne moyens 647 m <sup>3</sup> /s). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecarts absolus. C) Ecarts en pourcentage. .... | 489 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figure 16.7  | Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 22 octobre 1967 (débits d'automne forts 2912 m <sup>3</sup> /s). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage. . . . .                 | 490 |
| Figure 16.8  | Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 19 mars 1987 (neige au sol faible 160 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage. . . . .                                     | 491 |
| Figure 16.9  | Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 16 avril 1971 (neige au sol moyenne 280 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage. . . . .                                   | 492 |
| Figure 16.10 | Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 25 avril 1974 (neige au sol abondante 449 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage. . . . .                                 | 493 |
| Figure 16.11 | Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 1 <sup>er</sup> septembre 1953 (débits d'automne faible 50 m <sup>3</sup> /s). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage. . . . . | 494 |
| Figure 16.12 | Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 1 <sup>er</sup> août 1993 (débits d'automne moyen 200 m <sup>3</sup> /s). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage. . . . .      | 495 |
| Figure 16.13 | Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 19 septembre 1990 (débits d'automne forts 729 m <sup>3</sup> /s). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage. . . . .              | 496 |
| Figure 16.14 | Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 6 septembre 1989. A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage. . . . .  | 497 |
| Figure 16.15 | Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 1 <sup>er</sup> septembre 1967. A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage. . . . .  | 498 |

# ANNEXES

|          |   |
|----------|---|
| Annexe A | Débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour les années 1985 à 1995 .....  |
| Annexe B | Débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane pour les années 1985 à 1995 .....   |
| Annexe C | Débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute des Passes pour les années 1985 à 1995 .....   |
| Annexe D | Débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) et aux stations 062209 et 062214 des rivières Manouane et Serpent pour les années 1985 à 1995 .....   |
| Annexe E | Débits journaliers observés et calculés pour le bassin versant Chute à la Savane (CS) pour les années 1985 à 1995 .....   |
| Annexe F | Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant Lac St-Jean (LSJ) pour les années 1985 à 1995 .....   |
| Annexe G | Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant Petite Péribonka (PPER) pour les années 1985 à 1995 .....   |
| Annexe H | Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant Mistassibi (MISBI) pour les années 1985 à 1995 .....  |
| Annexe I | Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant Mistassini (MISNI) pour les années 1985 à 1995 .....  |
| Annexe J | Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant Ashuapmushuan (ASHAV) et à la station 061901 pour les années 1985 à 1995 .....  |
| Annexe K | Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant Métabetchouane (METAB) pour les années 1985 à 1995 .....  |
| Annexe L | Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant des autres tributaires (TRIB) pour les années 1985 à 1995 .....   |
| Annexe M | Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés pour les mois d'avril à juin, sans correction des stocks de neige et avec correction des stocks de neige le 31 mars de chaque année pour tous les bassins versant pour les années pour les années 1985 à 1995 .....                                |
| Annexe N | Hydrogrammes des débits journaliers observés et prévus à l'aide du modèle CEQUEAU, sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe, pour tous les bassins versants avec les données météorologiques observées et prévues pour la période d'avril 1993 à décembre 1995. .... |

# INTRODUCTION

---

La gestion optimale des aménagements hydro-électriques de la région du Saguenay-Lac Saint-Jean, opérés par la société d'électrolyse et de chimie ALCAN, nécessite la connaissance des apports futurs avec le plus de précision possible. Ainsi l'ALCAN peut gérer de façon sécuritaire les ressources hydriques dont elle dispose tout en minimisant les déversements non productifs. La gestion optimale et sécuritaire porte essentiellement sur:

- le remplissage optimal des réservoirs tout en minimisant les déversements non productifs;
- les débits minimaux garantis durant les étiages ;
- le laminage des événements extrêmes en deçà des limites d'opération ;
- les niveaux d'eau, des réservoirs amont et du lac Saint-Jean, maintenus dans les limites déterminées selon la période de l'année.

Les objectifs du système à gérer étant quelquefois contradictoires, les apports prévus à court et moyen termes sont utilisés pour obtenir la meilleure gestion possible compte tenu des contraintes.

Le Groupe ressources hydriques de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée a confié à l'INRS-Eau l'étude de la modélisation et de la prévision à court et à moyens termes des apports naturels de tous ses bassins versants en amont de la centrale Shipshaw.

L'objectif de l'étude est d'utiliser un modèle à discrétisation spatiale pour simuler les apports hydrauliques naturels journaliers des bassins versants régularisés et non régularisés. Le modèle une fois calibré pourra être utilisé pour la prévision à court terme (1 à 7 jours) et à moyen terme (1 à 3 mois).

Pour atteindre cet objectif les données hydrométriques et météorologiques disponibles de 1985 à 1989 seront utilisées comme données de calibration, et les données de 1990 à 1995 seront utilisées pour la vérification. Différentes procédures de mise à jour (*updating*) des prévisions d'apports seront développées et vérifiées dans le but de trouver la procédure qui minimise les erreurs de prévision selon la période de l'année.

Pour cette étude nous utilisons le modèle de simulation de Quantité-Qualité-CEQUEAU modifié pour permettre la prévision en temps réel avec mise à jour statistique déterministe ou manuelle.

Le modèle CEQUEAU est un modèle de type déterministe à distribution spatiale. Il a été développé à l'INRS-Eau et la partie hydrologique (Morin *et al.*, 1981,1996) a été appliquée sur de nombreux bassins versants au Québec, en Europe et en Afrique. Le modèle CEQUEAU a également été utilisé dans deux projets d'intercomparaison des modèles hydrologiques parrainés par l'Organisation météorologique mondiale (OMM). Le premier projet (OMM1986) a porté sur la modélisation des débits avec fonte de neige. Onze modèles provenant de huit pays différents ont été appliqués sur six bassins versants. Le second projet (OMM1992) a porté sur la comparaison des modèles pour la prévision en temps réel des débits. Quatorze modèles provenant de dix pays ont été appliqués sur quatre bassins versants.

Le modèle CEQUEAU permet de prendre en compte les données physiographiques en subdivisant le bassin versant en éléments sur lesquels on estime les principales données physiographiques. Le découpage du bassin versant en éléments permet de simuler les débits en n'importe quel point, et de tenir compte de la variation spatiale des caractéristiques physiques du bassin versant.

L'utilisation pour cette étude, d'un modèle déterministe distribué, est justifiée par la dimension des bassins versants. L'approche déterministe, qui demande une connaissance des processus physiques, utilise pour chaque élément les données physiographiques et les données météorologiques, estimées par extrapolation des données mesurées aux stations météorologiques disponibles dans la région. Les données de la période de calibration sont utilisées pour ajuster les paramètres du modèle. Les données de la période de vérification sont utilisées pour déterminer la précision des simulations avec les paramètres ajustés.

L'étude comporte les étapes suivantes :

- formation d'une banque physiographique et de drainage pour tous les bassins versants ;
- formation des banques de données hydro-météorologiques pour la période 1985 à 1995, en utilisant toutes les données météorologiques et hydrométriques disponibles ;
- calibration des paramètres du modèle pour chaque bassin versant en utilisant les données de 1985 à 1989 ;
- vérification de la précision des simulations pour chaque bassin versant en utilisant les données de 1990 à 1995 ;
- étude de l'impact de la prise en compte des relevés nivométriques sur la précision des simulations ;
- prévision des débits à court terme, estimation des paramètres et analyse des résultats pour la:
  - prévision des débits sans mise à jour ;
  - prévision des débits avec mise à jour statistique ;
  - prévision des débits avec mise à jour déterministe ;

- prévision des débits à moyen terme avec mise à jour déterministe, automatique ou manuelle.
- vérification de la précision des prévisions hydrologiques avec les données météorologiques prévues moyennes sur le bassin versant.
- Introduire la possibilité d'utiliser les prévisions météorologiques aux points de grille pour la prévision des débits.

Les bassins versants qui seront modélisés sont:

- **BAM** Le bassin versant amont (BAM) comprend les bassins versants de Lac Manouane et de Chute-des-Passes et a une superficie de 16 000 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les apports naturels reconstitués.
- **LM** Le bassin versant Lac Manouane (LM) est le bassin versant à l'exutoire du Lac Manouane et a une superficie de 5 000 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les apports naturels reconstitués.
- **CDP** Le bassin versant de Chute-des-Passes (CDP) comprend le bassin versant de la rivière Péribonca à Chute-des-Passes en excluant le bassin versant du Lac Manouane. La superficie du bassin versant CDP est de 11 000 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les apports naturels reconstitués.
- **CD** Le bassin versant de Chute du Diable (CD) comprend le bassin versant de la rivière Péribonca à Chute du Diable en excluant le bassin versant de Chute-des-Passes et du Lac Manouane. La superficie du bassin versant est de 9 700 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les apports naturels reconstitués et les débits naturels mesurés à la stations 062209 de la rivière Manouane (3 600 km<sup>2</sup>) et à la station 062214 de la rivière Serpent (2 200 km<sup>2</sup>).
- **CS** Le bassin versant de Chute à la Savane (CS) couvre une superficie de 1300 km<sup>2</sup> et est compris entre les centrales Chute du Diable et Chute à la Savane. La rivière Alex est le cours d'eau principal. Les données hydrométriques utilisées sont les apports naturels reconstitués.
- **LSJ** Le bassin versant du Lac St-Jean (LSJ) est le bassin versant à la centrale Iles-Maligne en excluant le bassin versant aménagé de la rivière Péribonca en amont de Chute à la Savane. Le bassin versant couvre une superficie de 46 000 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les apports naturels reconstitués.
- **PPER** Le bassin versant de petite Péribonca (PPER) couvre une superficie de 1 090 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les débits naturels mesurés à la station 061801.

- **MISBI** Le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) couvre une superficie de 9 320 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les débits naturels mesurés à la station 062101.
- **MISNI** Le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) couvre une superficie de 9 858 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les débits naturels mesurés à la station 062102.
- **ASHAV** Le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan (ASHAV) couvre une superficie de 15 353 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les débits naturels mesurés à la station 061901 et les débits d'un sous bassin versant mesurés à la station 061905 qui draine un bassin versant de 11 137 km<sup>2</sup>.
- **METAB** Le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) couvre une superficie de 2 280 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les débits naturels mesurés à la station 061502.
- **TRIB** Le bassin versant des autres tributaires (TRIB) comprend le bassin versant immédiat du Lac St-Jean à l'exutoire Iles Malignes et couvre une superficie de 5 650 km<sup>2</sup>. Les principaux tributaires sont Ticouapé, Ouiatchouaniche, Ouiatchouane, La Belle Rivière et autres ruisseaux du Lac St-Jean. Aucune donnée hydrométrique n'étaient disponibles. Les simulations seront faites en utilisant les paramètres du modèle ajustés sur les rivières voisines.

Dans tout le rapport, y compris les tableaux, les figures et les annexes, lorsque l'on parlera de débits mesurés ou de débits observés, ces débits seront, selon le bassin versant, des débits naturels mesurés à des stations hydrométriques ou des apports naturels reconstitués.

# 1

## MODÉLISATION DU RÉGIME HYDROLOGIQUE

---

Pour la modélisation du régime hydrologique nous utilisons le modèle de simulation de Quantité-Qualité-CEQUEAU. Pour la prévision des débits, le modèle a été modifié pour permettre la prévision en temps réel avec mise à jour statistique déterministe ou manuelle. Les données utilisées pour la prévision des débits sont les prévisions météorologiques aux stations météorologiques ou aux points de grille.

L'application du modèle CEQUEAU (Morin et al., 1996) nécessite la schématisation du bassin versant en éléments appelés carreaux entiers et carreaux partiels, la préparation des banques de données météorologiques et hydrométriques et l'ajustement des paramètres pour reproduire le mieux possible les débits observés.

### 1.1 MODÈLE HYDROLOGIQUE CEQUEAU

Le modèle hydrologique CEQUEAU est un modèle qui prend en compte les caractéristiques physiques du bassin versant par le découpage de celui-ci en éléments de même dimension. Cette discrétisation spatiale du bassin versant permet de suivre l'évolution spatio-temporelle des phénomènes, de prévoir l'effet de toute modification physique du bassin versant et de prendre en compte les réservoirs réels ou fictifs. Enfin, le découpage du bassin versant facilite l'utilisation de la télédétection pour définir certaines caractéristiques physiographiques et estimer certaines variables telles que précipitations, couvert neigeux, etc.

#### 1.1.1 Schématisation du bassin versant

Le découpage dans l'espace d'un bassin versant peut être très varié dans sa forme et sa densité. Pour le modèle CEQUEAU, nous avons retenu des surfaces carrées de dimensions

semblables. En pratique, cela se traduit par la superposition d'une grille délimitant des éléments de surface que nous appellerons "carreaux entiers". La dimension de chaque "carreau entier" dépend de la superficie du bassin versant étudié, de sa topographie et du nombre de stations météorologiques disponibles. On considère que pour un bassin versant relativement homogène, un découpage donnant de 25 à 75 carreaux entiers nous permet d'obtenir des résultats satisfaisants.

Pour chaque "carreau entier", on évaluera les caractéristiques physiographiques (altitude du coin sud-ouest, % forêt, % lac, % marais) qui sont nécessaires pour effectuer le bilan hydrologique.

Un deuxième découpage est ensuite nécessaire pour reproduire le cheminement de l'eau dans les rivières. Ceci est fait en subdivisant chaque "carreau entier" en "carreaux partiels" à l'aide des lignes de partage des eaux des sous-bassins. La seule caractéristique physique liée au "carreau partiel" est sa superficie exprimée en pourcentage du "carreau entier" et le sens de l'écoulement.

Ce second découpage permet de :

- suivre dans l'espace et le temps la formation et l'évolution des écoulements;
- introduire toute modification artificielle de l'écoulement dans les cours d'eau;
- fournir les débits à n'importe quel point du réseau de drainage.

### **1.1.2 Données météorologiques**

En plus des données physiographiques des carreaux entiers, le modèle requiert, sur chacun de ces carreaux à un pas de temps horaire à journalier, les données suivantes:

- la précipitation liquide ;
- la précipitation solide ;
- la température maximale de l'air ;
- la température minimale de l'air.

Ces données n'étant disponibles qu'à un nombre limité de stations, le modèle permet différentes options d'interpolation pour estimer les données météorologiques sur chaque carreau entier. Les options disponibles sont: pondération à l'aide des trois stations météorologiques les plus près et le polygone de Thiessen.

Les données nivométriques ne seront pas utilisées pour l'ajustement du modèle. Par contre, elles seront utilisées pour déterminer l'influence de ces données sur la précision des simulations.

### 1.1.3 Le modèle CEQUEAU

Le modèle CEQUEAU comporte deux parties principales visant à décrire le mieux possible le cheminement de l'eau vers l'exutoire du bassin versant.

La première partie, qu'on appelle "fonction de production", concerne l'écoulement vertical de l'eau et a pour but d'effectuer sur chaque carreau entier le bilan de l'eau dans le sol, les lacs et marais.

La seconde partie, qu'on appelle "fonction de transfert", concerne l'écoulement dans le réseau de drainage et a pour but d'effectuer sur chaque carreau partiel le transfert de l'eau en rivière et de tenir compte, s'il y a lieu, des ouvrages de régularisation.

#### 1.1.3.1 Fonction de production

La fonction de production a pour but de représenter de manière simple, mais réaliste, les différentes voies que suivra l'eau atmosphérique entre le moment où elle atteint le sol et celui où elle rejoint la rivière. L'origine de l'alimentation en eau atmosphérique du bassin versant est la pluie ou la neige.

Quelle que soit l'origine de l'eau atmosphérique entrant dans un carreau avant sa mise en disponibilité pour l'écoulement vers l'exutoire, elle sera soumise à divers processus qui auront une influence directe sur la formation de l'onde d'écoulement.

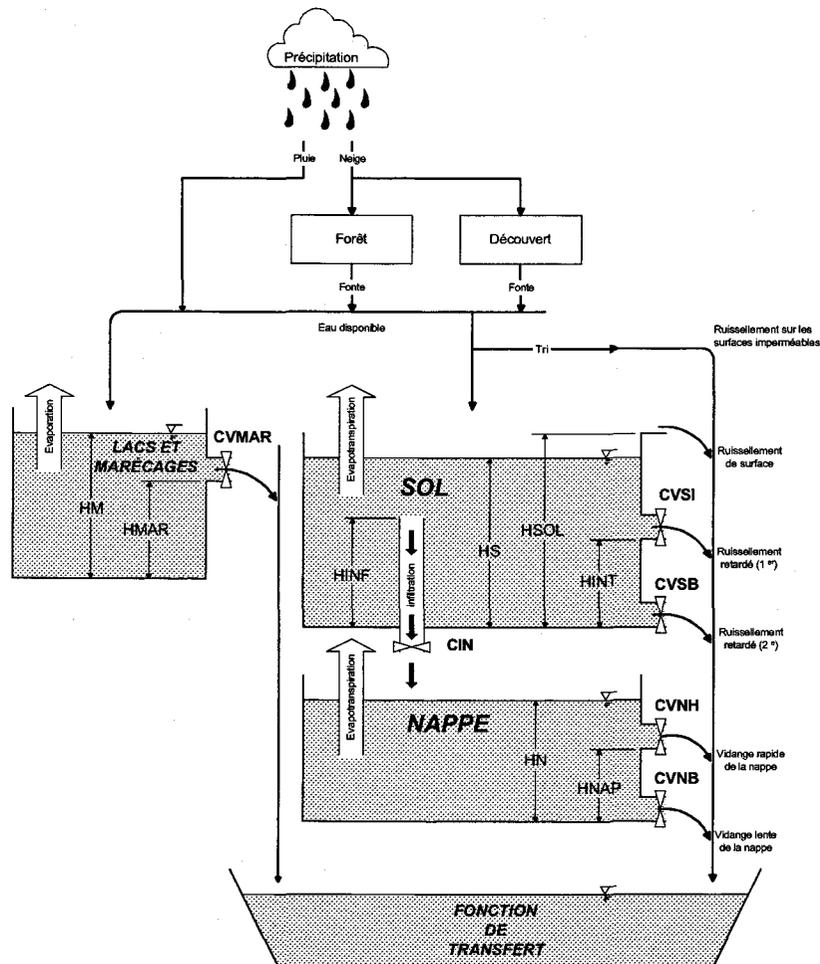
Ces processus sont schématisés dans le modèle CEQUEAU par la représentation du sol sous forme de réservoirs communiquant entre eux à l'aide de relations mathématiques reproduisant, à l'échelle journalière, les différents transferts de masse (figure 1.1). Le tableau 1.1 donne la description des variables utilisées dans la fonction de production.

La première étape de la fonction de production dans le modèle CEQUEAU consiste à calculer la hauteur d'eau disponible, au niveau du sol, sur chaque carreau entier. Cette eau peut avoir deux origines: l'eau de pluie, ou l'eau provenant de la fusion du manteau nival.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'eau de pluie disponible sur chaque carreau entier est obtenue directement par interpolation des précipitations liquides mesurées aux stations météorologiques de la région.

Pour calculer l'eau provenant de la fusion du manteau nival, le modèle effectue le bilan des stocks de neige sur chaque carreau entier, séparé en deux parties: une zone de forêt et une

zone de clairière. Le bilan de la fonte est fait séparément sur chaque partie et la lame de fonte globale est la combinaison des deux lames produites, en forêt et en clairière, pondérées en fonction des surfaces respectives de chaque zone.



**Figure 1.1** Schéma de production du modèle CEQUEAU

Les équations de base du calcul de la fonte sont tirées du rapport "*Runoff from Snowmelt*" du corps d'ingénieurs de l'armée américaine et utilisent une méthode simple de degré-jour qui permet d'estimer la fonte. On tient compte de deux phénomènes principaux qui retardent la disponibilité immédiate de l'eau de fonte, soit : le réchauffement du manteau nival qui a une faible conductivité thermique et le mûrissement du stock de neige pour que la lame de fonte qui se crée en surface puisse atteindre le niveau du sol.

Connaissant la fonte, on peut calculer l'eau disponible au niveau du sol en additionnant la précipitation liquide et la fonte.

S'il y a des surfaces imperméables sur le carreau entier, il y a du ruissellement qui est immédiatement disponible pour l'écoulement en rivière.

La lame restante est ajoutée au contenu antérieur du réservoir SOL. Le niveau d'eau dans le réservoir SOL est utilisé pour déterminer l'évaporation, l'infiltration et les évacuations qui reproduisent le ruissellement de surface et le ruissellement retardé.

La méthode utilisée pour le calcul de l'évaporation journalière est celle de Thornwaite, modifiée pour tenir compte de la durée potentielle d'ensoleillement en fonction de la latitude et du jour de l'année et de la saturation du sol.

Les évacuations sont déterminées en fonction des coefficients de vidange et des hauteurs de chaque orifice. Ces évacuations sont additionnées au ruissellement sur les surfaces imperméables pour donner un volume d'eau disponible pour l'écoulement en rivière, sauf la partie infiltration qui s'écoule dans le réservoir NAPPE.

Les écoulements issus du réservoir NAPPE dépendent du niveau d'eau dans le réservoir, des coefficients de vidange et de la hauteur de chaque orifice. Ces coefficients sont généralement très faibles puisque le réservoir NAPPE a pour but de reproduire les étiages.

Ceci complète les termes du bilan de l'eau sur la partie terrestre.

Le bilan en eau sur la partie eau libre s'évalue à l'aide du réservoir LACS et MARÉCAGES. Les écoulements issus de ce réservoir dépendent du niveau d'eau, de l'apport qui est la précipitation ajoutée à la fonte, de l'évaporation, du coefficient de vidange et de la hauteur de l'orifice.

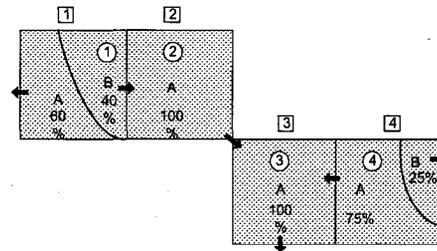
La hauteur et les coefficients de vidange de chaque orifice sont fixés à l'aide des vecteurs de données du modèle. Le calage du modèle a pour but de déterminer les valeurs de ces paramètres pour reproduire le mieux possible les débits mesurés.

### **1.1.3.2 Fonction de transfert**

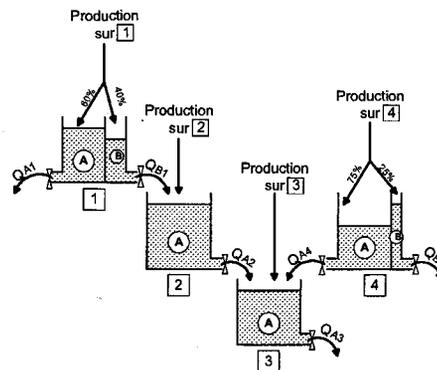
La fonction de production, qui vient d'être décrite, aboutit à l'obtention d'un volume d'eau disponible pour le transfert en rivière. Ce transfert est effectué de carreau partiel à carreau partiel.

Le volume d'eau disponible sur chaque carreau partiel est obtenu en multipliant le volume d'eau produit sur le carreau entier par le pourcentage de superficie du carreau partiel considéré. Ce volume est ajouté aux volumes entrant dans ce carreau depuis le ou les carreaux partiels directement en amont. Le volume résultant devient le volume disponible pour le transfert vers

le carreau immédiatement en aval. La figure 1.2 montre la schématisation de la fonction de transfert.



1) Vue en plan d'une partie du bassin



3) Schéma du transfert en rivière

**Figure 1.2** Schématisation de la fonction de transfert

Le volume  $V_i$  étant le volume emmagasiné dans le carreau partiel  $i$ , il se vidangera dans le carreau partiel immédiatement en aval d'une quantité  $v_i$  proportionnelle, d'une part, au volume  $V_i$  et, d'autre part, à un coefficient de transfert propre au carreau partiel  $i$ .

Le coefficient de transfert de chaque carreau partiel est relié aux caractéristiques hydrauliques prépondérantes de l'écoulement, à savoir la capacité d'amortir l'onde par emmagasinement dans le réseau. Un bon index de cette capacité d'amortissement sur un carreau partiel est la superficie d'eau libre sur ce carreau. Un grand lac, par exemple, amortit l'écoulement; cependant, son influence dépend également de la superficie du bassin versant en amont. Un lac de  $10 \text{ km}^2$ , par exemple, a peu d'influence sur l'onde de crue d'un bassin versant de  $5\,000 \text{ km}^2$ . Par contre, si le bassin versant est de  $100 \text{ km}^2$ , ce lac devient très important. Le

$$XKT_i = 1 - \exp \left( -\min \left( 36, \frac{EXXKT \times RMA3}{\max (SL, SLAC)} \times \frac{100}{CEKM2} \right) \right)$$

modèle CEQUEAU calcule le coefficient de transfert de chaque carreau partiel en considérant la superficie couverte d'eau sur le carreau partiel et la superficie en amont de ce carreau à l'aide de l'équation suivante :

où :

- $XKT_i$  : coefficient de transfert du carreau partiel  $i$  pour le pas de temps d'une journée;
- $EXXKT$  : paramètre de calcul du coefficient de transfert;
- $RMA3$  : cumul des pourcentages de superficie des carreaux partiels en amont;
- $SL$  : superficie d'eau, estimée à l'aide du cumul des pourcentages des superficies en amont;
- $SLAC$  : pourcentage de superficie d'eau sur le carreau partiel. Cette superficie peut être modifiée pour tenir compte de lacs non sur le réseau.
- $CEKM2$  : superficie des carreaux entiers (km<sup>2</sup>).

Compte tenu que cette méthode de transfert peut être erronée pour des carreaux partiels particuliers (un grand lac ou encore une section en travers particulière), le modèle permet une solution plus rigoureuse qui consiste à introduire, d'une part, la courbe d'emménagement en fonction de la cote et, d'autre part, la loi de vidange de l'exutoire. Le modèle permet également de prendre en considération des barrages existants ou prévus en introduisant les principales caractéristiques des retenues et le mode d'exploitation.

#### 1.1.4 Calage du modèle

L'application d'un modèle paramétrique à un bassin versant nécessite l'ajustement des paramètres et constantes afin que le modèle reproduise le mieux possible les débits observés; cette opération est appelée "calage du modèle".

Les paramètres et constantes utilisés par le modèle CEQUEAU (tableau 1.1) peuvent être groupés suivant les différentes parties du cycle hydrologique dans lesquelles ils interviennent.

Ces paramètres sont de trois types différents selon qu'ils sont déterminés, par essai ou erreur, par la physique du phénomène ou considérés comme constantes déterminées à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques.

Notons que la schématisation du sol sous forme de différents réservoirs est conçue de façon à permettre la simulation de régime hydrologique très différente. Toutefois, si le régime est simple, on peut alléger cette schématisation en n'utilisant pas certains orifices. Ceci limite le nombre de paramètres et facilite le calage du modèle.

L'ajustement des paramètres se fait normalement par essai et erreur, ou par optimisation. La méthode essai et erreur consiste à analyser les résultats des simulations précédentes et modifier les paramètres pour améliorer les résultats; ceci est répété jusqu'à ce que les débits simulés soient comparables aux débits observés. Par optimisation un programme détermine automatiquement les valeurs des paramètres de façon à minimiser les différences entre les débits observés et calculés.

L'évaluation de la qualité des résultats d'une simulation consiste à vérifier si chacune des caractéristiques des écoulements observés est bien reproduite. Dans le modèle CEQUEAU, une approche semi-objective a été retenue. Le modèle fournit une série de tableaux et de graphiques présentant les débits observés et calculés à partir desquels on effectue les comparaisons entre les différents essais de simulation. La validité du calage est évaluée à partir de la comparaison des éléments suivants :

- la lame annuelle des débits observés et calculés ;
- les lames mensuelles des débits observés et calculés ;
- le débit journalier maximal observé et maximal calculé (débits de pointe, volumes, formes) ;
- le débit journalier minimal observé et minimal calculé ;
- le synchronisme des débits observés et calculés .

Afin de quantifier la précision des résultats, le modèle calcule également deux critères d'ajustement :

- le coefficient de corrélation, défini par :

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (q_{ci} - \bar{q}_c) (q_{oi} - \bar{q}_o)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (q_{ci} - \bar{q}_c)^2 \sum_{i=1}^n (q_{oi} - \bar{q}_o)^2}}$$

où:

$q_{ci}$  et  $q_{oi}$  débits calculés et observés du jour  $i$ ;

$\bar{q}_c$  et  $\bar{q}_o$  moyennes respectives de  $q_{ci}$  et  $q_{oi}$  sur les  $n$  jours servant au calcul du coefficient;

Le coefficient de corrélation varie entre -1 et +1. Il indique surtout la covariance entre les valeurs calculées et observées. Il est sensible aux déphasages. En effet, une valeur élevée de  $R$  peut signifier simplement un comportement homothétique des deux populations :

- le coefficient de Nash<sup>1</sup> (NTD), défini par :

$$NTD = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (q_{ci} - q_{oi})^2}{\sum_{i=1}^n (q_{oi} - \bar{q}_o)^2}$$

Il représente le rapport de la variance résiduelle à la variance des débits observés. Il vaut 1 lorsque les débits simulés  $q_{ci}$  sont identiques aux débits observés  $q_{oi}$ . À mesure que la différence entre les débits calculés et observés s'accroît, le coefficient décroît et peut même devenir négatif.

---

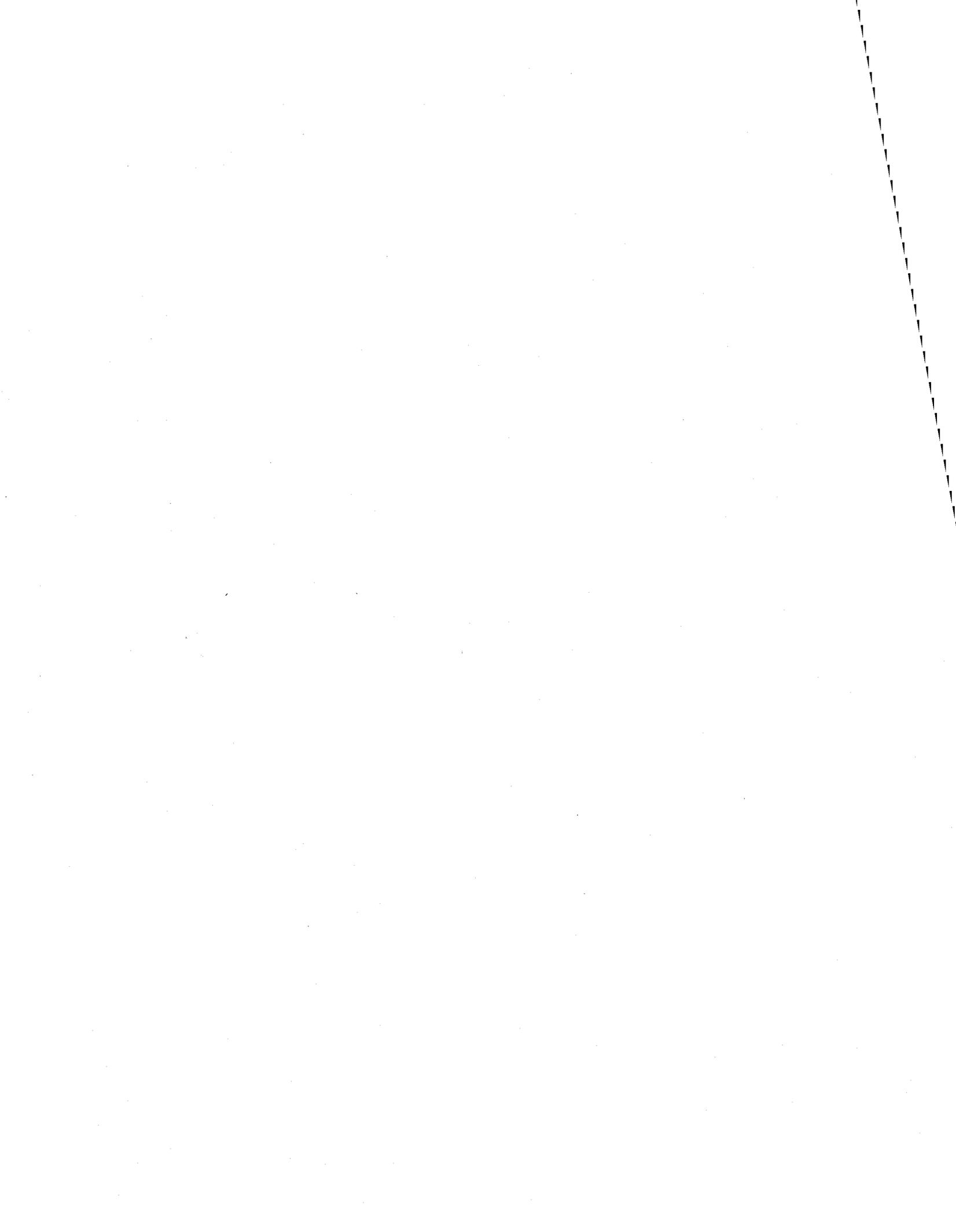
<sup>1</sup>Nash, J.E. and Sutcliffe, J.V. (1970). "Riverflow forecasting through conceptual model". Journal of Hydrology, 10: 282-290.

Tableau 1.1

Paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |   | Description   |
|---|--|---|---|---|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |   |   |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |   |   |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |   |   |
| CIN   | ●  |   |   | coefficient d'infiltration du réservoir SOL au réservoir NAPPE                        |
| CVMAR   | ●  |   |   | coefficient de vidange du réservoir LACS et MARÉCAGES                                 |
| CVNB  | ●  |   |   | coefficient de vidange du réservoir NAPPE (vidange basse)                             |
| CVNH  | ●  |   |   | coefficient de vidange du réservoir NAPPE (vidange haute)                             |
| CVSB  | ●  |   |   | coefficient de vidange du réservoir SOL (vidange basse)                               |
| CVSI  | ●  |   |   | coefficient de vidange du réservoir SOL (vidange intermédiaire)                       |
| HINF  | ●  |   |   | seuil d'infiltration vers le réservoir NAPPE  |
| HINT  | ●  |   |   | seuil de vidange intermédiaire du réservoir SOL                                       |
| HMAR  | ●  |   |   | seuil de vidange du réservoir LACS et MARÉCAGES                                       |
| HNAP  | ●  |   |   | seuil de vidange du réservoir NAPPE   |
| HRIMP   | ●  |   |   | hauteur de précipitation pour qu'il y ait ruissellement sur des surfaces imperméables |
| HSOL  | ●  |   |   | hauteur du réservoir SOL  |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |   |   |
| STRNE   |  | ● |   | seuil de transformation pluie-neige   |
| TFC   |  | ● |   | taux de fonte en forêt  |
| TFD   |  | ● |   | taux de fonte en clairière  |
| TSC   |  | ● |   | seuil de température de fonte en forêt  |
| TSD   |  | ● |   | seuil de température de fonte en clairière  |
| TTD   |  | ● |   | coefficient de déficit calorifique de la neige  |
| TTS   |  | ● |   | seuil de mûrissement du stock de neige  |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |   |   |
| EVNAP   | ●  |   |   | pourcentage d'évapotranspiration pris dans le réservoir NAPPE                         |
| HPOT  | ●  |   |   | seuil de prélèvement de l'eau à taux potentiel  |
| XAA   |  | ● |   | exposant de la formule de Thornthwaite  |
| XIT   |  | ● |   | valeur de l'index thermique de Thornthwaite   |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |   |   |
| EXXKT   | ●  |   |   | paramètre d'ajustement du coefficient de transfert                                    |
| ZN  |  |   | ● | temps de concentration du bassin  |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |   |   |
| COET  |  | ● |   | coefficient de correction des températures avec l'altitude                            |
| COEP  |  | ● |   | coefficient de correction des précipitations avec l'altitude                          |
| FACT  | ●  |   |   | facteur modifiant les précipitations moyennes sur un ensemble de carreaux entiers     |
| JOEVA   | ●  |   |   | variables décalant la date d'insolation potentielle maximale respectivement pour      |
| JONEI   | ●  |   |   | l'évapotranspiration et pour la neige   |
| XINFMA  |  | ● |   | infiltration maximale par jour  |
| XLA   |  |   | ● | latitude moyenne du bassin versant  |
| TRI   |  |   | ● | pourcentage de surface imperméable  |

Les critères numériques nous permettent d'obtenir un indice global de la précision des simulations mais ils ne nous indiquent pas la partie du cycle hydrologique qui est simulée correctement. Des graphiques tels que l'hydrogramme, l'hyétogramme, la courbe des débits classés, etc, peuvent permettre l'analyse des simulations pour déterminer la précision des simulations des composantes spécifiques telles que: les étiages, les crues, la fonte de neige, le synchronisme des débits calculés par rapport aux débits observés, etc. Pour faciliter cette étude, CEQUEAU permet de produire différents graphiques des débits observés et calculés, des données météorologiques et des données spatiales utilisées pour les simulations.



# 2

## APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN AMONT (BAM)

---

Le bassin versant amont est situé à l'extrême nord et regroupe les bassins versants Chutes-des-Passes et Lac Manouane. Le bassin versant a une superficie de 16 000 km<sup>2</sup> et l'altitude varie de 400 à plus de 900 mètres.

### 2.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant BAM a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km correspondant à celle utilisée par Alcan. La dimension de la maille élémentaire est justifiée par la densité du réseau météorologique disponible pour la région et par la superficie et la topographie du bassin versant.

La figure 2.1 montre la schématisation du bassin BAM. Les caractéristiques physiographiques, pourcentage de forêt, de lac et marais, l'altitude de chaque "carreau entier" et les données de drainage de chaque "carreau partiel" ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Le pourcentage de forêt déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

Pour faciliter la visualisation du bassin versant BAM de ses principaux tributaires, la figure 2.2 montre les principaux cours d'eau du bassin versant avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## 2.2 Données hydro-météorologiques

La mise en opération du modèle hydrologique CEQUEAU nécessite l'utilisation des données météorologiques journalières disponibles sur le bassin versant. Le tableau 2.1 donne la liste des stations météorologiques et hydrométriques et la période d'observation utilisée. Ces données proviennent du Groupe ressources hydrauliques de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée. Le tableau 2.2 donne la position de ces stations par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et les principales caractéristiques de chaque station. On retrouve également sur ce tableau le poids relatif ou le pourcentage d'influence de chaque station météorologique pour l'ensemble du bassin versant, selon que l'on affecte les stations météorologiques au carreau entier par la méthode de Thiessen ou par pondération des trois stations le plus près. Pour les simulations nous avons utilisé la méthode des trois stations les plus près. Cette méthode permet d'obtenir une meilleure approximation des données météorologiques sur chaque carreau entier.

La dernière partie du tableau 2.2 nous montre que ce bassin versant est schématisé à l'aide de 206 "carreaux entiers" et de 303 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué est de 16 402 km<sup>2</sup>, soit une erreur de 2.51%, cette erreur sera cependant corrigée dans le modèle pour que la superficie réelle prise en compte soit de 16 000 km<sup>2</sup>

La position des stations météorologiques par rapport au bassin versant BAM est montrée sur les figures 2.1 et 2.2.

Les données météorologiques utilisées sont les températures de l'air maximum et minimum, les précipitations liquides et les précipitations solides. Les données de précipitations solides ont été mesurées en équivalant en eau de la neige.

## 2.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique

L'ajustement des paramètres a été fait, par essai et erreur pour une première approximation, en utilisant les apports naturels reconstitués à l'exutoire du bassin versant pour la période 1985 à 1989. Nous avons utilisé la période 1985-1989 pour la calibration du modèle dans le but de garder une période (1990-1995) suffisamment longue pour la vérification de l'ajustement. De plus, les données météorologiques et hydrométriques des années 1985 à 1989 sont représentatives des données de 1955 à 1995. Cependant, pour la période de 1985 à 1995, le réseau est plus complet et les données sont de meilleure qualité. Cet ajustement a pour but d'estimer les paramètres non déterminés par la physique du phénomène, c'est-à-dire les paramètres déterminés par essai et erreur tels que définis au tableau 1.1. Si les premiers essais

permettent d'obtenir rapidement des simulations satisfaisantes, les améliorations ultérieures peuvent n'être que locales, c'est-à-dire qu'une crue mieux représentée pour une certaine valeur d'un paramètre peut l'être au détriment d'une autre et réciproquement. À ce point de l'ajustement, il est nécessaire d'utiliser des critères numériques pour s'assurer que les modifications de paramètres améliorent l'ensemble des simulations. On utilise normalement le critère de Nash ou la somme des différences aux carrés entre les débits observés et calculés.

L'ajustement final des paramètres a été fait par optimisation en utilisant la période 1985 à 1989. Nous avons optimisé en minimisant la somme des différences aux carrés entre les débits observés et les débits calculés. L'utilisation d'une longue période, pour l'optimisation, cinq ans, a pour but de minimiser l'influence d'une année particulière sur la valeur des paramètres.

Le tableau 2.3 montre les valeurs finales des paramètres du modèle hydrologique CEQUEAU ajusté au bassin versant BAM.

## **2.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant BAM**

Les résultats numériques des simulations, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1994), sont présentés au tableau 2.4. Ce tableau donne les valeurs des coefficients de Nash calculés annuellement en utilisant les apports simulés et les apports naturels reconstitués à l'exutoire du bassin versant BAM. Les lames d'écoulement d'eau annuelles des apports naturels simulés et reconstitués sur le bassin versant sont également montrées sur ce tableau.

L'étude du tableau 2.4, et en particulier les valeurs du coefficient de Nash, montre que les résultats obtenus pour la période de vérification sont aussi précis que ceux obtenus pour la période de calibration. Pour la période de calibration, on observe quatre ans sur cinq avec des coefficients de Nash supérieurs à 0.80, pour l'année 1987 le coefficient de Nash est plus faible avec 0.57. Pour la période de vérification, on observe quatre ans sur six avec des coefficients de Nash supérieurs à 0.80, par contre pour les années 1994 et 1995 le coefficient de Nash est de 0.73 et .38 respectivement. Les lames annuelles des débits calculés ne montrent pas d'erreur systématique par rapport aux lames des débits observés. , Pour la période de calibration on a calculé une lame de 633 mm par rapport à une lame observée de 644 m. Pour la période de vérification la lame calculée est de 741 mm par rapport à 760 m pour la lame observée.

L'analyse des critères numériques nous renseigne sur la précision globale des simulations mais pour déterminer la précision des simulations pour différents débits il est préférable d'analyser

les hydrogrammes des débits observés et simulés et ainsi s'assurer qu'il n'y a pas d'erreur systématique. Les graphiques des figures 2.3 à 2.10 sont utilisés pour montrer les résultats des simulations pour la période de calibration et la période de vérification.

Les figures 2.3 et 2.4 montrent les débits journaliers, moyennes interannuelles, pour la période de calibration et de vérification pour le bassin versant BAM. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations est comparable pour les deux périodes, même si le coefficient de Nash pour la période de vérification est légèrement plus faible que celui de la période de calibration. La crue moyenne de fonte de neige calculée par le modèle est légèrement en avance pour la période de calibration (1985-1989) alors que pour la période de vérification (1990-1995) elle est légèrement en retard. De plus, on observe sur ces figures que les débits d'étiage de fin d'hiver sont plus faibles que les apports reconstitués pour les périodes de calibration et de vérification. Il serait facile de modifier les paramètres d'écoulement de la nappe pour corriger cette différence mais si on observe la pente des apports reconstitués pour les mois de janvier à mars on observe une légère augmentation des apports qui est probablement causée par l'erreur de la reconstitution. On observe également sur ces figures que les débits observés présentent des oscillations, ceci est dû au fait que ces débits observés sont des apports naturels reconstitués.

Les figures 2.5 et 2.6 montrent les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels, pour la période de calibration et de vérification. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreurs importantes et que les débits calculés sont valables pour tous les mois.

Les figures 2.7 et 2.8 montrent la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés. Ces figures montrent que les débits moyens mensuels calculés n'ont pas d'erreur systématique parce qu'ils se situent de part et d'autre de la droite à 45°. Pour la période de vérification on observe cependant une erreur assez importante pour un mois puisque le débit calculé est d'environ 1050 m<sup>3</sup>/s alors que le débit observé est d'environ 440 m<sup>3</sup>/s.

Finalement les figures 2.9 et 2.10 montrent les courbes de débits classés des débits observés et calculés pour les périodes de calibration et de vérification. Sur ces figures on observe une bonne similitude entre les courbes des débits journaliers observés et calculés, classés sauf pour la fin des courbes où on voit que les bas débits observés sont négatifs. Ces débits négatifs sont évidemment dus à l'imprécision de la reconstitution des apports naturels et il est normal que le modèle ne reproduise pas ces erreurs.

Les courbes annuelles, des débits journaliers observés et calculés pour le bassin versant BAM, sont montrées sur les figures A1 à A11 de l'annexe A. Ces figures montrent que la précision des débits calculés par rapport aux débits observés est satisfaisante même si les oscillations des apports reconstitués sont quelquefois très fortes. Pour l'année 1995 (figure A11) on observe que

la crue de fonte de neige calculée par le modèle est très en retard par rapport à celle observée avec les apports reconstitués, ce qui explique la faible valeur du coefficient de Nash (0.3776).

L'analyse des critères numériques et des graphiques des débits observés et calculés nous permet de conclure que les paramètres retenus permettent de bien représenter le cycle hydrologique du bassin versant BAM. Ces paramètres seront utilisés pour l'étude de l'influence des relevés nivométriques sur la précision des simulations et pour la prévision des débits à court et à moyen terme.

Tableau 2.1 Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin versant amont (BAM).

| Station                   | Année |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|---------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                           | 1985  | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |  |
| <b>MÉTÉO</b>              |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Bonnard *<br>7060825      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Ch.des- Passes<br>7061541 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac Benoit<br>0622090     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| LacMachisque<br>0621060   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| LacManouanE<br>7066420    |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| <b>APPORTS NATURELS</b>   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| BAM<br>962222             |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| LM<br>962201              |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

\* Bonnard station avec observateur. La station automatique Bonnard -2 n'a pas été utilisée.

Tableau 2.2 Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant amont (BAM).

|                           | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>° C  | Préc moy<br>(mm)             | Poids <sup>(1)</sup><br>%          | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|---------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>              |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
| Bonnard<br>7060825        | 29     | 37            | 506             | -1.81        | 960.                         | 30.03                              | 24.17                     |
| Ch.des-Passes<br>7061541  | 27     | 28            | 399             | -0.06        | 911.                         | 4.11                               | 4.97                      |
| Lac Benoit<br>0622090     | 28     | 46            | 549             | -2.50        | 864.                         | 34.69                              | 53.11                     |
| Lac Machisque<br>0621060  | 23     | 39            | 543             | -2.24        | 901.                         | 15.4                               | 8.24                      |
| Lac Manouane-E<br>7066420 | 32     | 36            | 497             | -1.04        | 840.                         | 15.77                              | 9.51                      |
| <b>APPORTS NATURELS</b>   |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
|                           |        | Sortie<br>I-J | Nombre<br>CE    | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V.calcul<br>é<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| BAM                       | 962222 | 27-29 A       | 206             | 303          | 16 000.0                     | 16 402.0                           | 2.51                      |

<sup>(1)</sup> Par pondération des 3 stations les plus près.

<sup>(2)</sup> Par polygone de Thiessen.

Tableau 2.3 Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant amont (BAM).

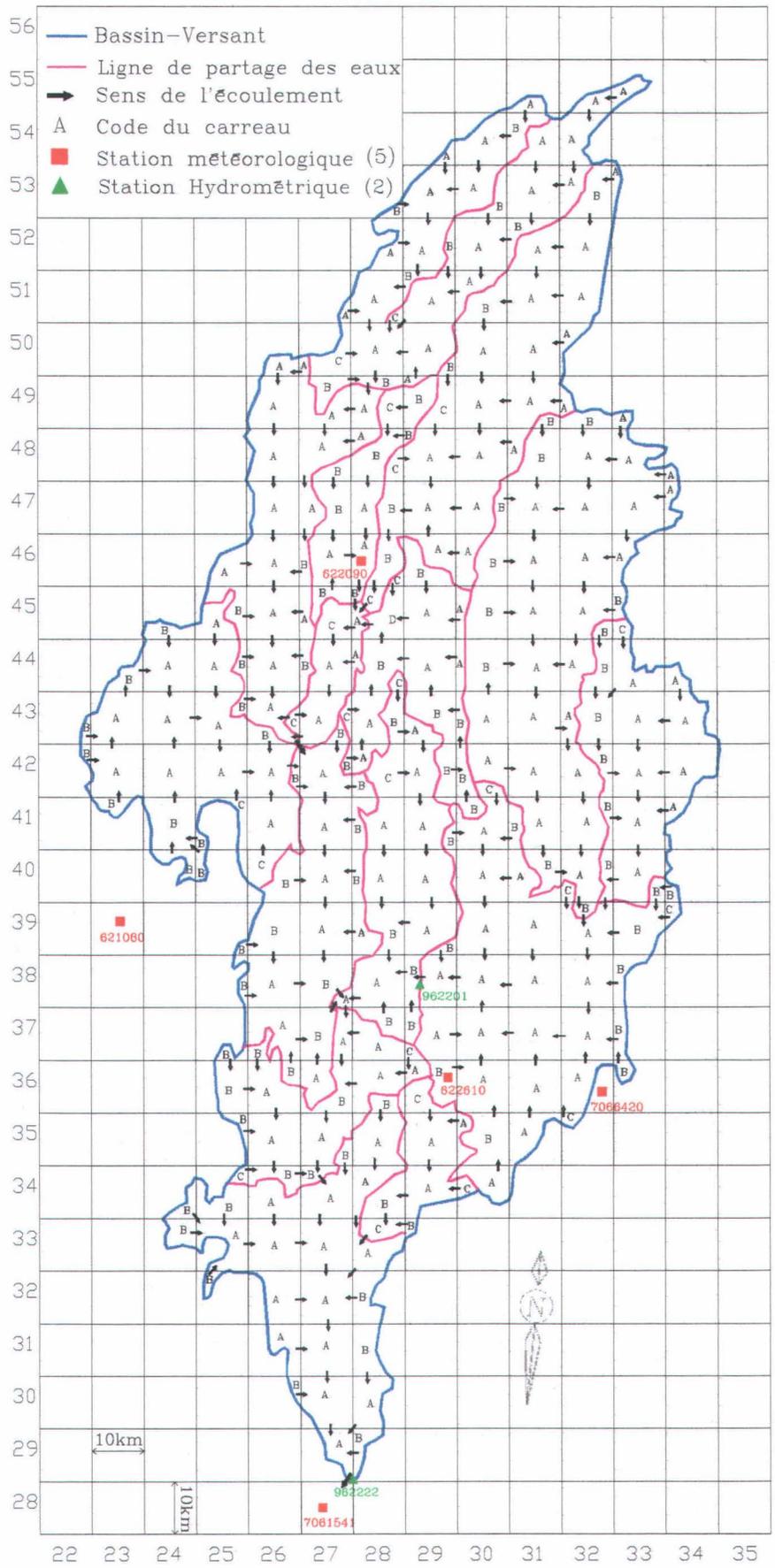
| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |   | Valeurs   |
|---|--|---|---|---|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |   |   |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |   |   |
|   |  |   |   |   |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |   |   |
| CIN   | ●  |   |   | 0.145   |
| CVMAR   | ●  |   |   | 0.020   |
| CVNB  | ●  |   |   | 0.008   |
| CVNH  | ●  |   |   | 0.05  |
| CVSB  | ●  |   |   | 0.000   |
| CVSI  | ●  |   |   | 0.256   |
| HINF  | ●  |   |   | 64.4 mm   |
| HINT  | ●  |   |   | 66.3 mm   |
| HMAR  | ●  |   |   | 250.0 mm  |
| HNAP  | ●  |   |   | 200.0 mm  |
| HRIMP   | ●  |   |   | 10.0 mm   |
| HSOL  | ●  |   |   | 100.0 mm  |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |   |   |
| STRNE   |  | ● |   | -1.0 °C   |
| TFC   |  | ● |   | 2.34 mm/°C                                      |
| TFD   |  | ● |   | 6.0 mm/°C                                       |
| TSC   |  | ● |   | 0.15 °C   |
| TSD   |  | ● |   | 0.42 °C   |
| TTD   |  | ● |   | 0.70  |
| TTS   |  | ● |   | -0.61 °C  |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |   |   |
| EVNAP   | ●  |   |   | 34.0% (0.34)                                    |
| HPOT  | ●  |   |   | 93.0 mm   |
| XAA   |  | ● |   | 0.786   |
| XIT   |  | ● |   | 26.3  |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |   |   |
| EXXKT   | ●  |   |   | 0.02 transfert aval amont NPJO= 9 carreaux/jour |
| ZN  |  |   | ● | 4.0 jours                                       |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |   |   |
| COET  |  | ● |   | -2.5 °C/1000m                                   |
| COEP  |  | ● |   | 0.75 mm/m                                       |
| FACT  | ●  |   |   | 1.0   |
| JOEVA   | ●  |   |   | 80 jours  |
| JONEI   | ●  |   |   | 80 jours  |
| XINFMA  |  | ● |   | 20.0 mm/jour                                    |
| XLA   |  |   | ● | 5100  |
| TRI   |  |   | ● | 5.0% (0.05)                                     |

Tableau 2.4 Bassin versant amont (BAM), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années                    | BAM (962222) |           |          |
|---------------------------|--------------|-----------|----------|
|                           | Critère      | Lame (mm) |          |
|                           | Nash         | Observée  | Calculée |
| Calibration               |              |           |          |
| 1985                      | .8374        | 650.63    | 741.32   |
| 1986                      | .6978        | 645.36    | 574.86   |
| 1987                      | .5752        | 700.36    | 622.59   |
| 1988                      | .8072        | 652.98    | 639.49   |
| 1989                      | .8466        | 573.93    | 587.3    |
| 1985 -1989 <sup>(2)</sup> | .9247        | 644.52    | 633.03   |
| Vérification              |              |           |          |
| 1990                      | .8699        | 760.68    | 687.59   |
| 1991                      | .8382        | 629.15    | 640.83   |
| 1992                      | .8710        | 782.02    | 726.36   |
| 1993                      | .8463        | 848.51    | 831.98   |
| 1994                      | .7326        | 768.41    | 753.58   |
| 1995                      | .3776        | 770.16    | 805.68   |
| 1990 -1995 <sup>(2)</sup> | .9150        | 759.79    | 740.94   |

<sup>(2)</sup> Moyenne interannuelle

J



I

Figure 2.1

Schématisme du bassin versant Amont (BAM).

J

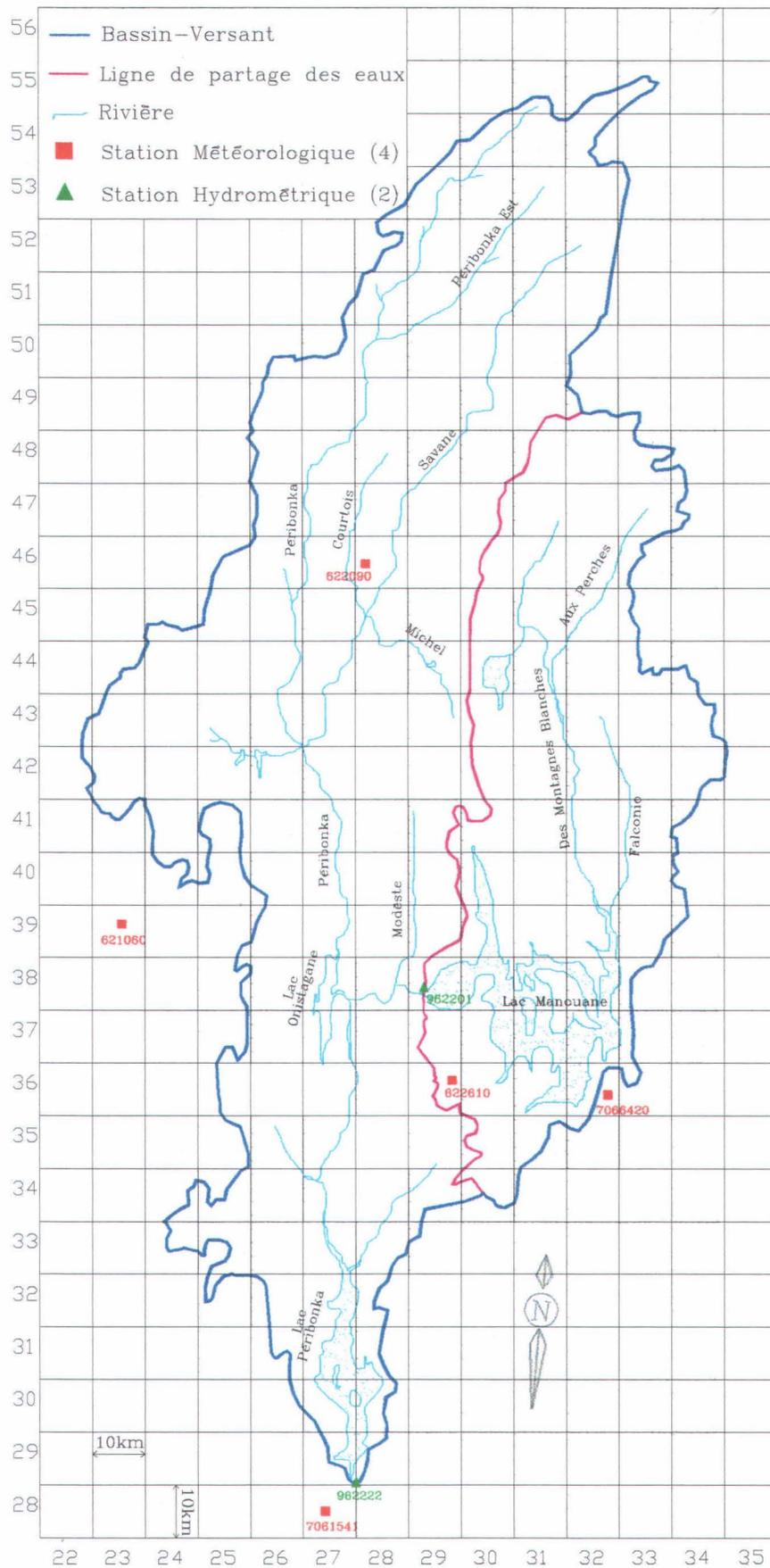


Figure 2.2

Emplacement du bassin versant amont (BAM) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

I

## Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9247

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 327.00 cal.:321.17  
Lame interannuelle (mm) obs.:644.52 cal.:633.03

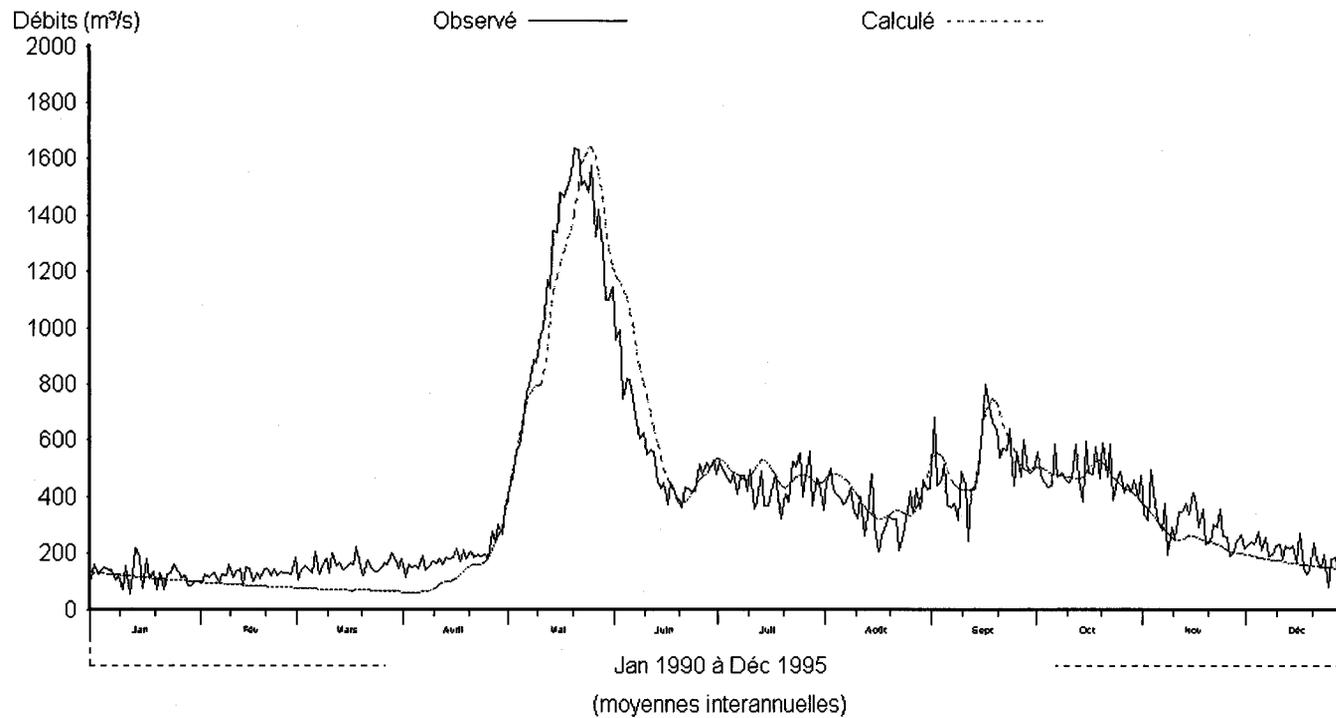


Figure 2.3 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant amont (BAM).

## Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9150

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 385.48 cal.:375.92  
Lame interannuelle (mm) obs.:759.79 cal.:740.94

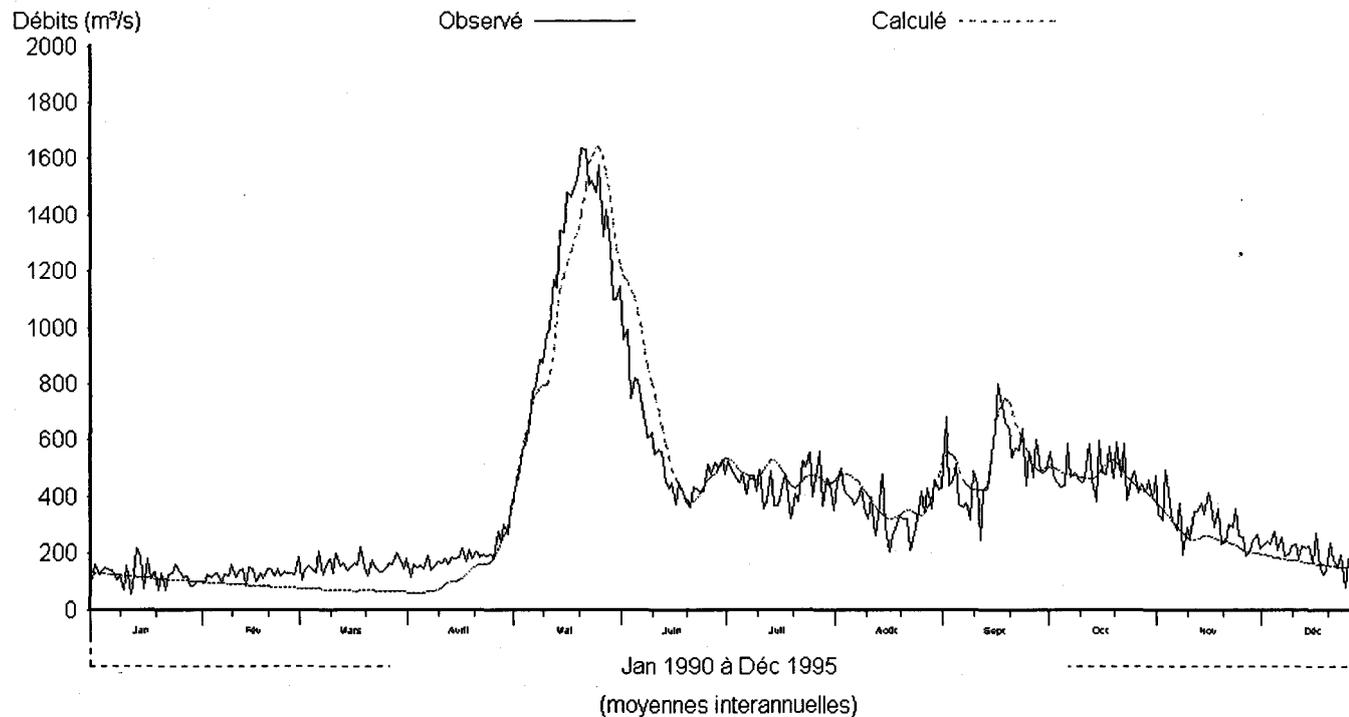


Figure 2.4 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant amont (BAM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: BAM

Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9749

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 327.01 cal.:321.17

Lame interannuelle (mm) obs.: 644.53 cal.:633.02

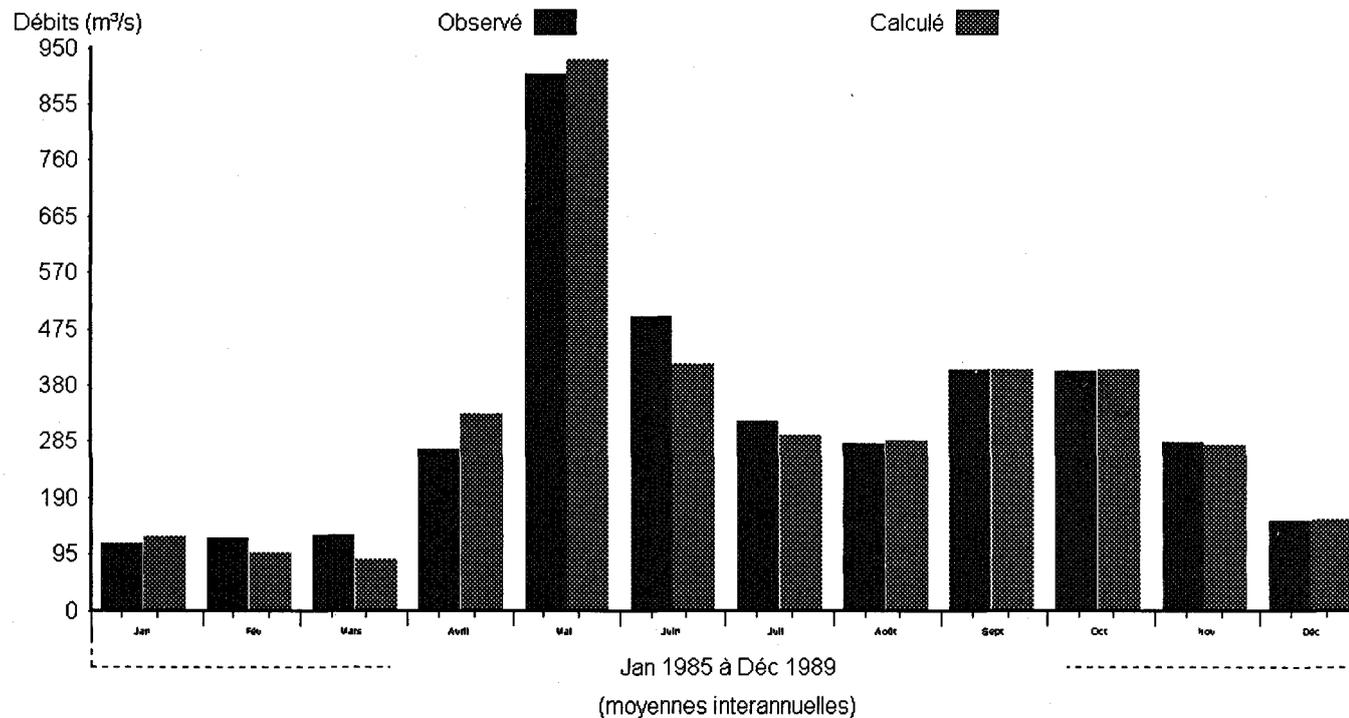


Figure 2.5 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant amont (BAM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: BAM

Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9636

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 385.44 cal.:375.91

Lame interannuelle (mm) obs.: 759.70 cal.:740.93

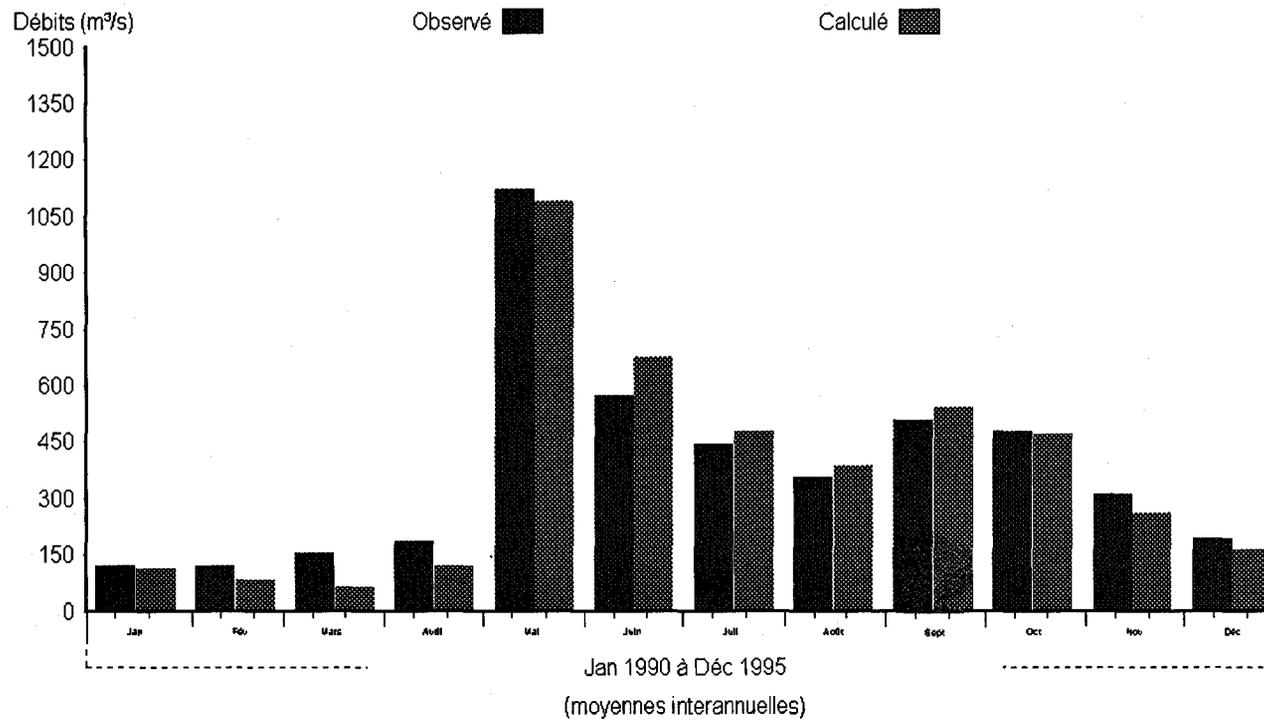


Figure 2.6 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant amont (BAM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: BAM

Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9164

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 326.89 cal.:321.04

Lame (mm) obs.: 3223.3 cal.:3165.6

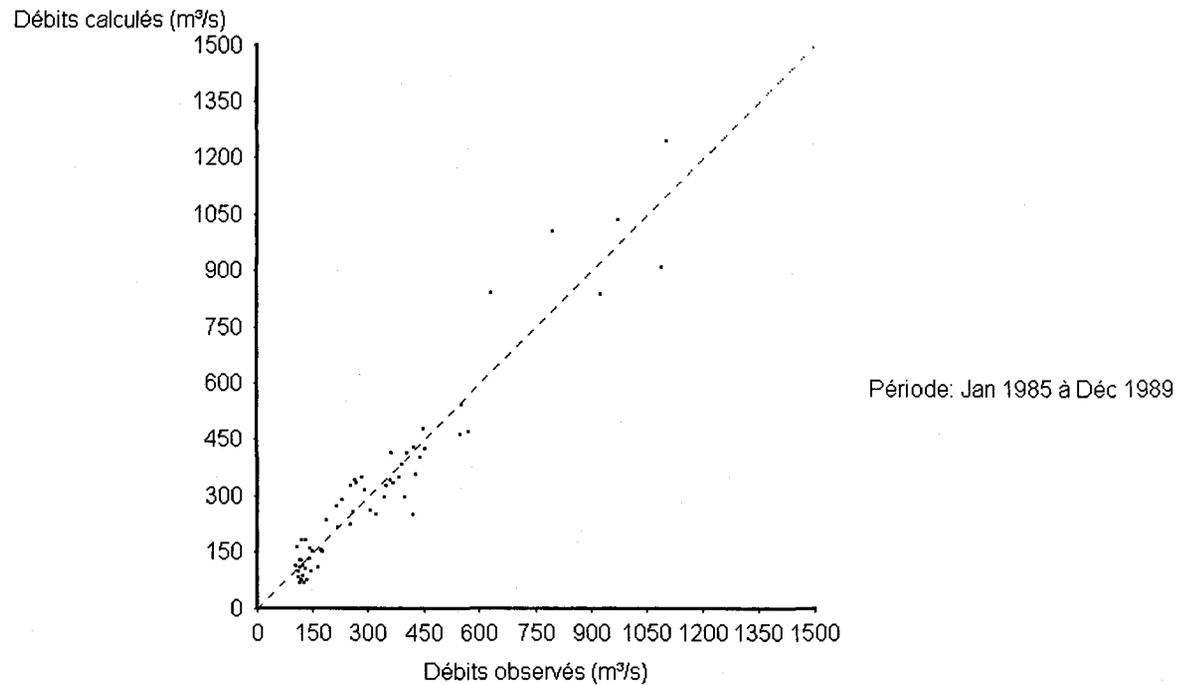


Figure 2.7 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant amont (BAM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: BAM

Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8977

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 385.33 cal.:375.78

Lame (mm) obs.: 4558.9 cal.:4446.0

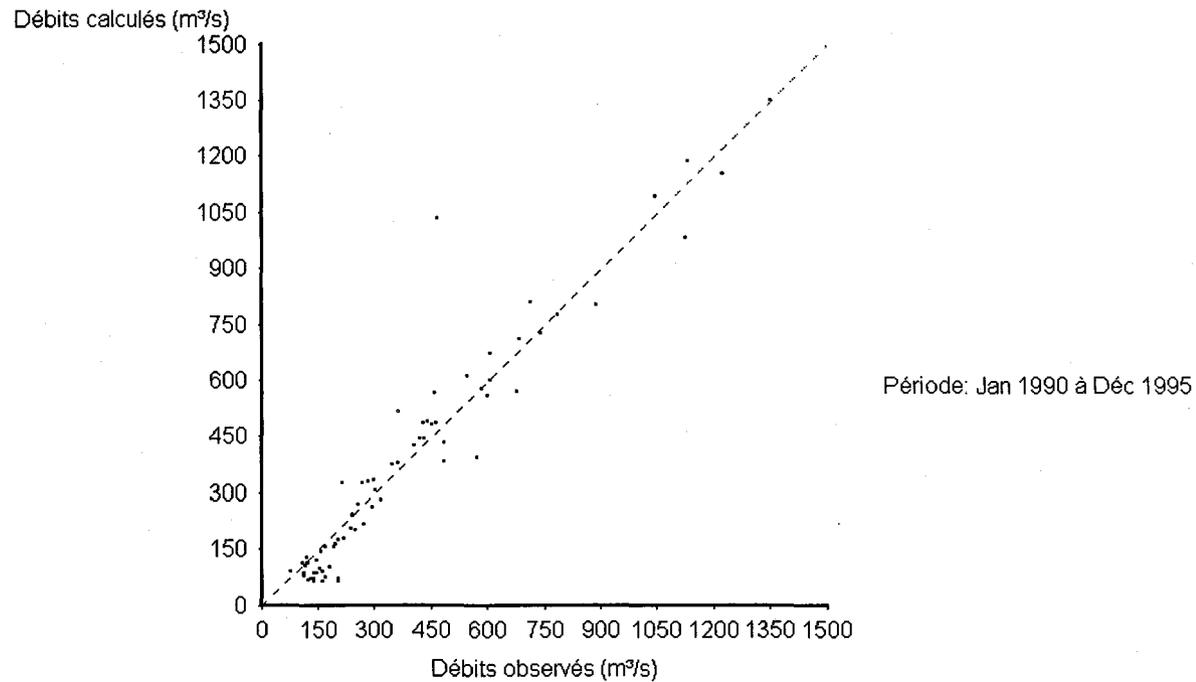


Figure 2.8 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant amont (BAM).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: BAM

Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9722

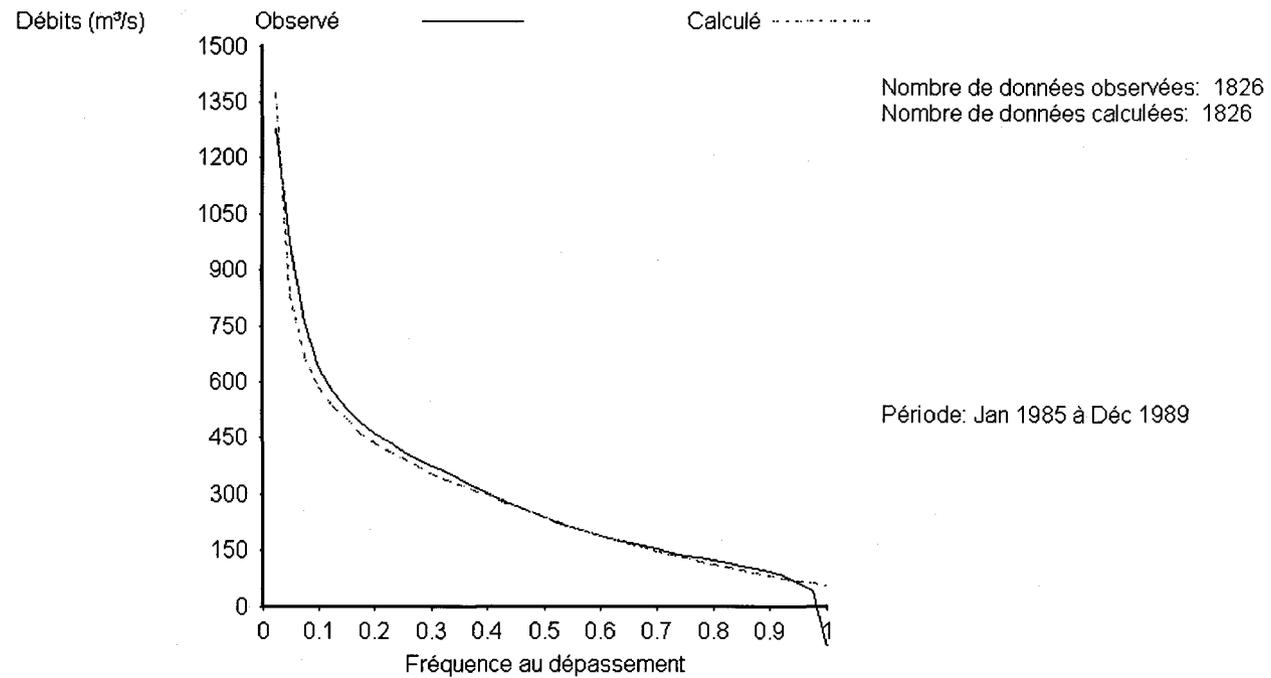


Figure 2.9 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant amont (BAM) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: BAM

Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9665

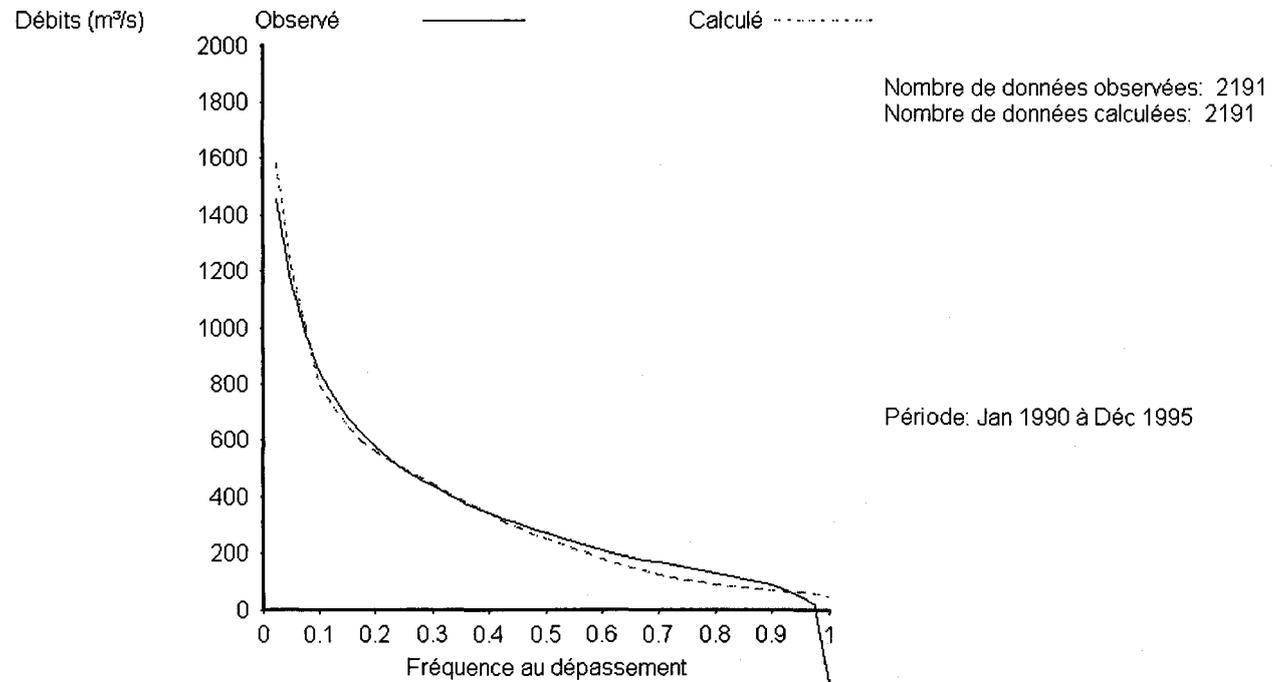


Figure 2.10 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant amont (BAM) pour la période de vérification (1990-1995).



# 3

## APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN DU LAC MANOUANE (LM)

---

Le bassin versant Lac Manouane (LM) a une superficie de 5 000 km<sup>2</sup> et son exutoire principal est situé à l'ouvrage de Bonnard à l'aval du lac Manouane. L'ouvrage d'évacuation du Manouane Est étant utilisé en cas de crue extrême seulement. Les données hydrométriques utilisées pour la calibration et la vérification du modèle, sur ce bassin versant, sont les apports naturels journaliers reconstitués à la sortie du lac, en tenant compte des débits évacués et des variations d'emmagasinement du réservoir Lac Manouane.

### 3.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant Lac Manouane a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km établie par Alcan. La figure 3.1 montre la schématisation du bassin versant à l'exutoire ouest du lac Manouane. Les caractéristiques physiographiques et les données de drainage ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Le pourcentage de forêt déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

La figure 3.2 montre les principaux cours d'eau du bassin versant avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## 3.2 Données hydro-météorologiques

Le tableau 3.1 donne la liste des stations météorologiques, et la période d'observation disponible. Les apports naturels reconstitués sont également disponibles pour la période 1985 à 1995. Le tableau 3.2 donne les principales caractéristiques et la position des stations météorologiques et hydrométriques, par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et le poids relatif ou le pourcentage d'influence selon que l'on utilise le polygone de Thiessen ou la pondération des trois stations météorologiques les plus près. Pour les simulations nous avons, de la même façon que pour le bassin versant amont, utilisé la méthode des trois stations météorologiques les plus près pour estimer les données météorologiques sur chaque carreau entier. Cette méthode sera d'ailleurs utilisée pour tous les bassins versants, car nous croyons que la distribution spatiale des précipitations est mieux prise en compte par cette méthode.

La dernière partie du tableau 3.2 nous montre que ce bassin versant est schématisé à l'aide de 70 "carreaux entiers" et de 83 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué est de 4 932 km<sup>2</sup>, soit une erreur de -1.36%, cette erreur sera cependant corrigée dans le modèle pour que la superficie réelle prise en compte soit de 5 000 km<sup>2</sup>

La position des stations météorologiques par rapport au bassin versant LM est montrée sur les figures 3.1 et 3.2.

## 3.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique

L'ajustement des paramètres a été fait par essai et erreur pour une première approximation en utilisant les apports naturels (LM) reconstitués à l'exutoire du lac pour la période 1985 à 1989. L'ajustement final des principaux paramètres a été fait par optimisation.

Le tableau 3.3 montre les valeurs finales des paramètres du modèle hydrologique CEQUEAU ajustés au bassin versant LM.

### 3.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant du Lac Manouane

Les résultats numériques des simulations, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1995), sont présentés au tableau 3.4. Ce tableau donne les valeurs des coefficients de Nash calculés annuellement et pour les périodes de calibration et de vérification. Les lames annuelles observées et calculées sur le bassin versant sont également montrées sur ce tableau.

L'étude du tableau 3.4 montre comme précédemment que les coefficients de Nash sont en général plus faibles pour le bassin LM que ceux obtenus pour le bassin versant amont (BAM) (tableau 2.4). Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que les apports reconstitués de LM présentent des oscillations beaucoup plus importantes que celle observées pour le bassin BAM. Les coefficients annuels de Nash varient de 0.48 à 0.72 pour la période de calibration et de 0.16 à 0.61 pour la période de vérification. Les lames d'écoulement annuelles calculées ne montrent pas d'erreur systématique par rapport aux lames d'écoulement observées.

Les graphiques des figures 3.3 à 3.10 montrent les principaux résultats des simulations pour la période de calibration et de vérification.

Les figures 3.3 et 3.4 montrent les débits journaliers, moyenne interannuelle, pour la période de calibration et de vérification pour le bassin versant LM. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations est comparable pour les deux périodes même si le coefficient de Nash pour la période de vérification est légèrement plus faible que celui de la période de calibration. L'on observe également sur ces deux figures que les débits simulés reproduisent bien la tendance des apports reconstitués si on exclut les oscillations.

Les figures 3.5 et 3.6 montrent les moyennes interannuelles des moyens mensuels pour la période de calibration et de vérification. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreurs importantes et que les débits calculés sont valables pour tous les mois.

Les figures 3.7 et 3.8 montrent la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés. On observe sur ces figures que la dispersion des débits mensuels est plus réduite pour la période de vérification (figure 3.8) même si quelques débits entre 250 et 360 m<sup>3</sup>/s sont sous-estimés et se situent au-dessous de la droite à 45°.

La figure 3.9 montre pour la période de calibration les débits observés et calculés classés. Sur cette figure, on observe que les débits maximums observés et calculés sont semblables à environ 400 m<sup>3</sup>/s. Par contre pour les débits minimums, les débits observés qui sont des apports naturels reconstitués sont d'environ -120 m<sup>3</sup>/s et les débits calculés sont d'environ 30 m<sup>3</sup>/s.

Cette différence provient certainement de l'imprécision de la reconstitution des apports naturels. Sur la figure 3.10 qui montre également les débits classés mais pour la période de vérification on observe également l'équivalence des débits maximums observés et calculés mais pour les débits d'étiage l'erreur est beaucoup plus importante car les apports naturels reconstitués vont jusqu'à - 380 m<sup>3</sup>/s. Sur ces deux figures, on observe cependant que le nombre de débits négatifs est relativement faible car la pente de la courbe est très forte pour les bas débits. Par contre, il est probable que plusieurs apports naturels reconstitués positifs soit également en erreur même si c'est moins évident.

Les courbes annuelles des débits journaliers, observés et calculés sur le bassin versant LM, sont montrées sur les figures B1 à B11 de l'annexe B.

Les paramètres retenus permettent de reproduire les apports naturels reconstitués sans erreurs systématiques et ils seront utilisés pour la prévision des débits à court et à moyen terme et pour l'analyse de l'influence de l'utilisation des relevés nivométriques sur la précision des débits simulés.

Tableau 3.1 Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin versant du Lac Manouane (LM).

| Station                   | Année |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|---------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                           | 1985  | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |  |
| <b>MÉTÉO</b>              |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Bonnard *<br>7060825      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Ch.des- Passes<br>7061541 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac Benoit<br>0622090     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| LacMachisque<br>0621060   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac ManouanE<br>7066420   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| <b>APPORTS NATURELS</b>   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| LM<br>962201              |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

\* Bonnard station avec observateur. La station automatique Bonnard -2 n'a pas été utilisée.

Tableau 3.2 Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant Lac Manouane (LM).

|                           | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>° C  | Préc moy<br>(mm)             | Poids <sup>(1)</sup><br>%          | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|---------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>              |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
| Bonnard<br>7060825        | 29     | 37            | 506             | -1.81        | 960.                         | 33.45                              | 20.88                     |
| Ch.des-Passes<br>7061541  | 27     | 28            | 399             | -0.06        | 911.                         | 0.48                               | 0.0                       |
| Lac Benoit<br>0622090     | 28     | 46            | 549             | -2.50        | 864.                         | 30.91                              | 47.93                     |
| Lac Machisque<br>0621060  | 23     | 39            | 543             | -2.24        | 901.                         | 2.24                               | 0.0                       |
| Lac Manouane-E<br>7066420 | 32     | 36            | 497             | -1.04        | 840.                         | 32.93                              | 31.18                     |
| <b>APPORTS NATURELS</b>   |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
|                           |        | Sortie<br>I-J | Nombre<br>CE    | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V.calcul<br>é<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| LM                        | 962201 | 29-38A        | 70              | 83           | 5 000.0                      | 4 932.0                            | -1.36                     |

<sup>(1)</sup> Par pondération des 3 stations les plus près

<sup>(2)</sup> Par polygone de Thiessen

Tableau 3.3 Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant Lac Manouane (LM)

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |   |
|---|--|---|---|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |   |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |   |
|   | Valeurs  |   |   |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |   |
| CIN   | ●  |   | 0.215   |
| CVMAR   | ●  |   | 0.0017  |
| CVNB  | ●  |   | 0.0155  |
| CVNH  | ●  |   | 0.10  |
| CVSB  | ●  |   | 0.00  |
| CVSI  | ●  |   | 0.25  |
| HINF  | ●  |   | 63.9336 mm  |
| HINT  | ●  |   | 68.87 mm  |
| HMAR  | ●  |   | 250.0 mm  |
| HNAP  | ●  |   | 349.6 mm  |
| HRIMP   | ●  |   | 10.0 mm   |
| HSOL  | ●  |   | 120.28 mm   |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |   |
| STRNE   |  | ● | -1.0 °C   |
| TFC   |  | ● | 1.78 mm/°C  |
| TFD   |  | ● | 4.0 mm/°C   |
| TSC   |  | ● | 0.0594 °C   |
| TSD   |  | ● | 1.0795 °C   |
| TTD   |  | ● | 0.70  |
| TTS   |  | ● | -4.595 °C   |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |   |
| EVNAP   | ●  |   | 19.96 % (0.1996)                                  |
| HPOT  | ●  |   | 0.7 mm  |
| XAA   |  | ● | 0.5762  |
| XIT   |  | ● | 28.2486   |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |   |
| EXXKT   | ●  |   | 0.0345 transfert aval amont NPJO=10 carreaux/jour |
| ZN  |  | ● | 2 jours   |
| <b>Paramètres et constates divers</b>                 |  |   |   |
| COET  |  | ● | -2.5 °C/1000m                                     |
| COEP  |  | ● | 0.75 mm/m   |
| FACT  | ●  |   | 1.0   |
| JOEVA   | ●  |   | 80 jours  |
| JONEI   | ●  |   | 80 jours  |
| XINFMA  |  | ● | 30.0 mm/jour                                      |
| XLA   |  | ● | 5100  |
| TRI   |  | ● | 5.0 % (0.05)                                      |

Tableau 3.4 Bassin versant du Lac Manouane (LM), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années                    | LM (962201) |           |          |
|---------------------------|-------------|-----------|----------|
|                           | Critère     | Lame (mm) |          |
|                           | Nash        | Observée  | Calculée |
| Calibration               |             |           |          |
| 1985                      | .7255       | 716.77    | 700.16   |
| 1986                      | .5852       | 687.57    | 577.38   |
| 1987                      | .4852       | 730.27    | 650.3    |
| 1988*                     | .5401       | 657.66    | 677.13   |
| 1989                      | .6549       | 647.98    | 628.43   |
| 1985 -1989 <sup>(2)</sup> | .8316       | 688.04    | 646.58   |
| Vérification              |             |           |          |
| 1990                      | .6070       | 761.05    | 689.67   |
| 1991                      | .3912       | 698.79    | 665.89   |
| 1992                      | .5449       | 796.69    | 760.05   |
| 1993                      | .5104       | 898.97    | 871.47   |
| 1994                      | .5476       | 796.0     | 781.86   |
| 1995                      | .1562       | 777.86    | 838.49   |
| 1990 -1995 <sup>(2)</sup> | .7799       | 788.33    | 767.82   |

<sup>(\*)</sup> Manque de données.

<sup>(2)</sup> Moyenne interannuelle

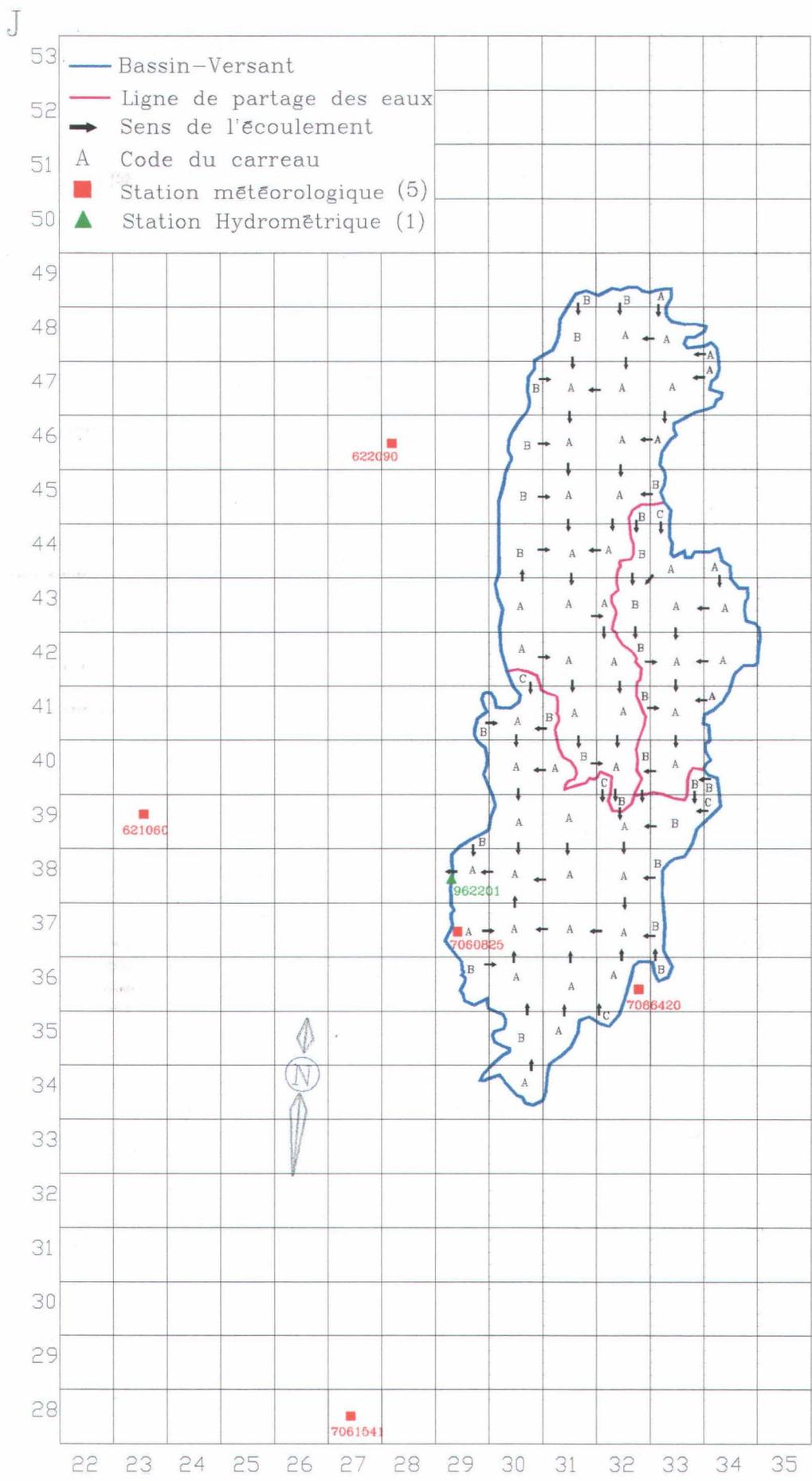


Figure 3.1 Schématisation du bassin versant Lac Manouane (LM).

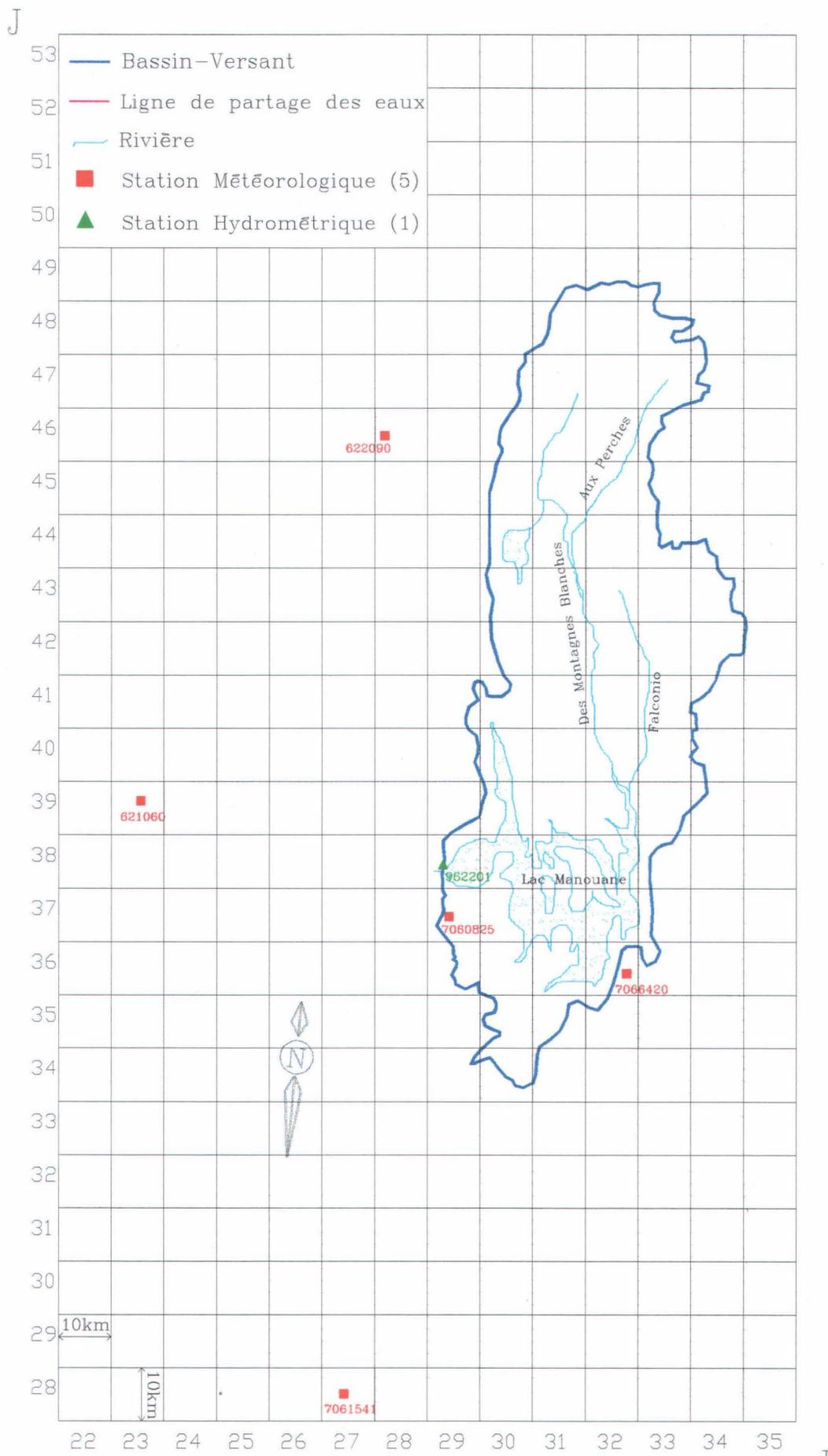


Figure 3.2 Emplacement du Lac Manouane (LM) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## Débits journaliers

Numéro de station: LM

Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8316

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 109.09 cal.:102.51

Lame interannuelle (mm) obs.: 688.04 cal.:646.58

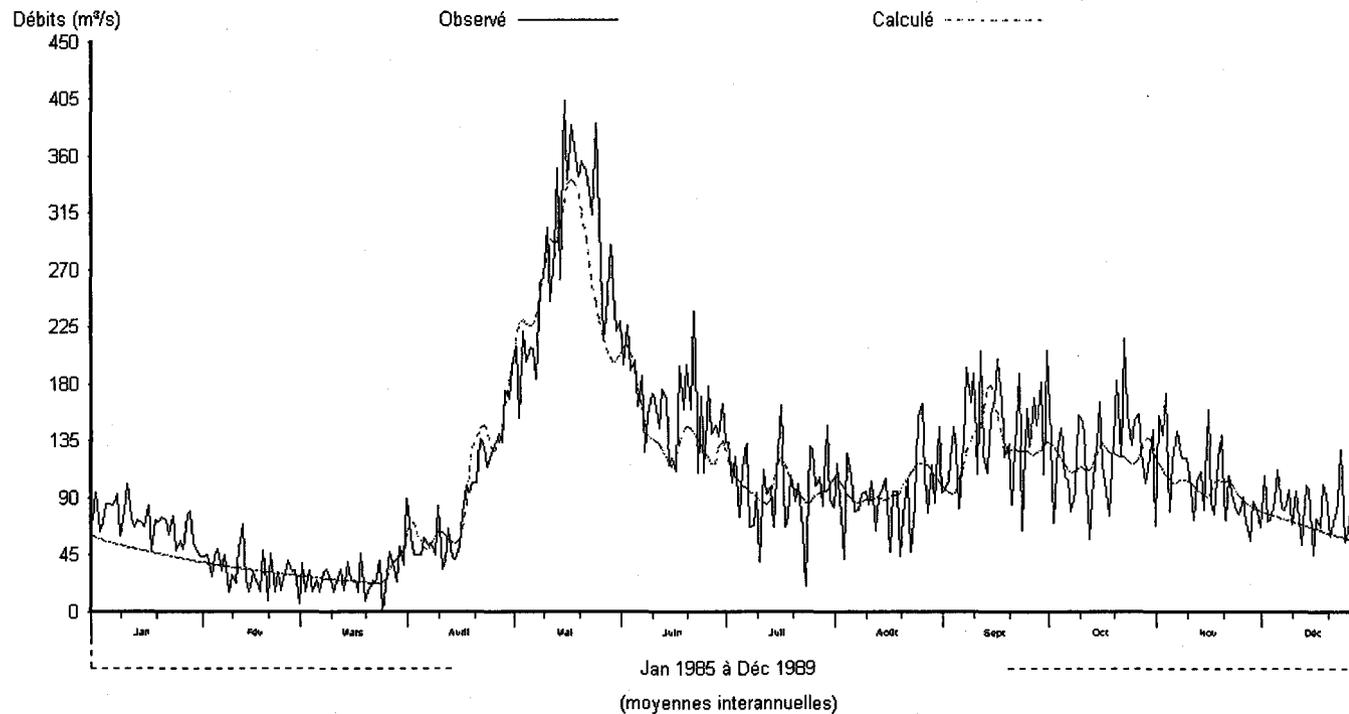


Figure 3.3 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM).

## Débits journaliers

Numéro de station: LM

Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.7799

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 124.99 cal.: 121.74

Lame interannuelle (mm) obs.: 788.33 cal.: 767.82

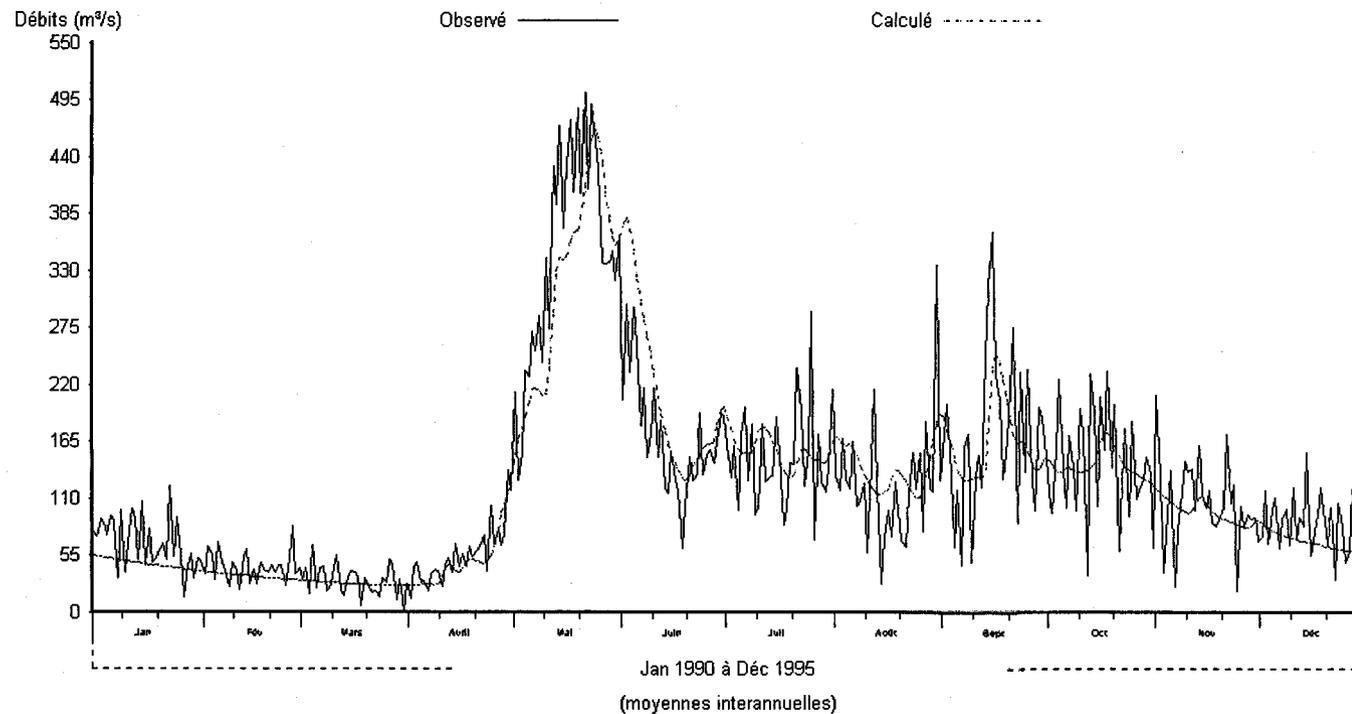


Figure 3.4 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: LM

Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9669

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 109.11 cal.:102.51

Lame interannuelle (mm) obs.: 688.19 cal.:646.56

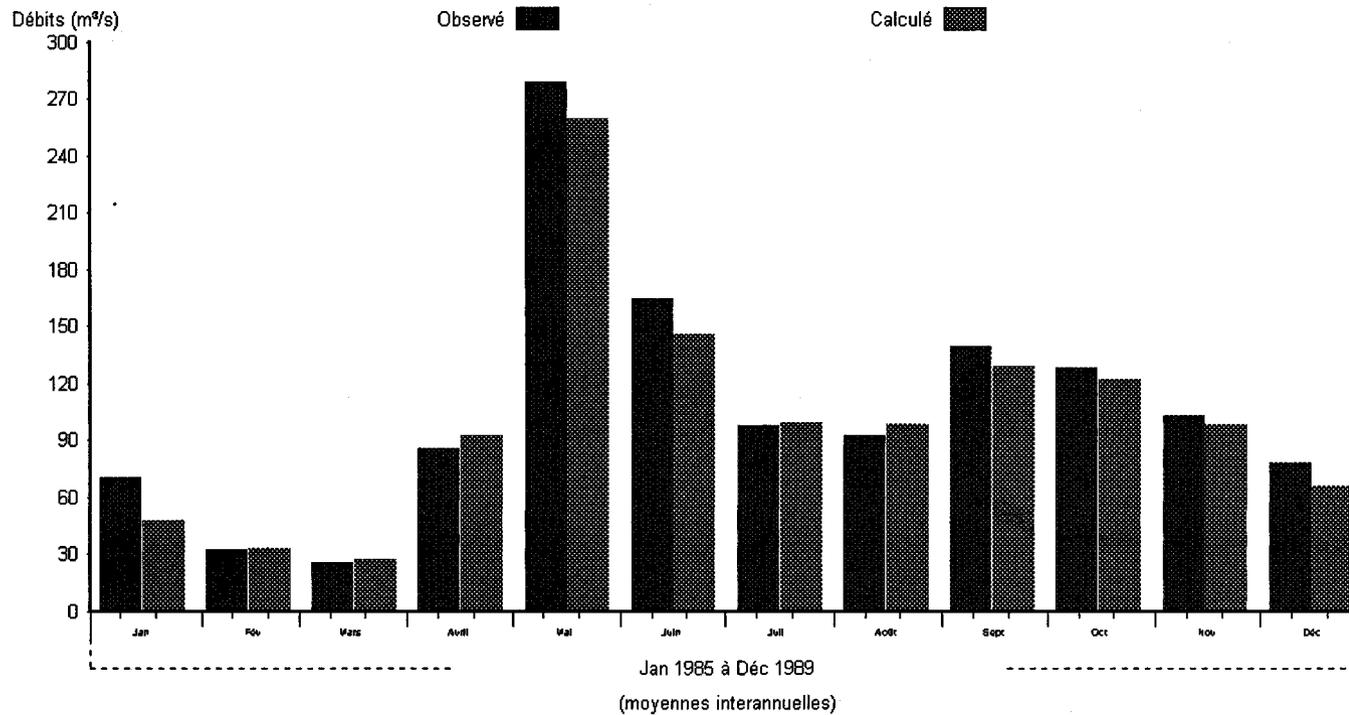


Figure 3.5 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: LM

Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9511

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 124.96 cal.:121.73

Lame interannuelle (mm) obs.: 788.14 cal.:767.81

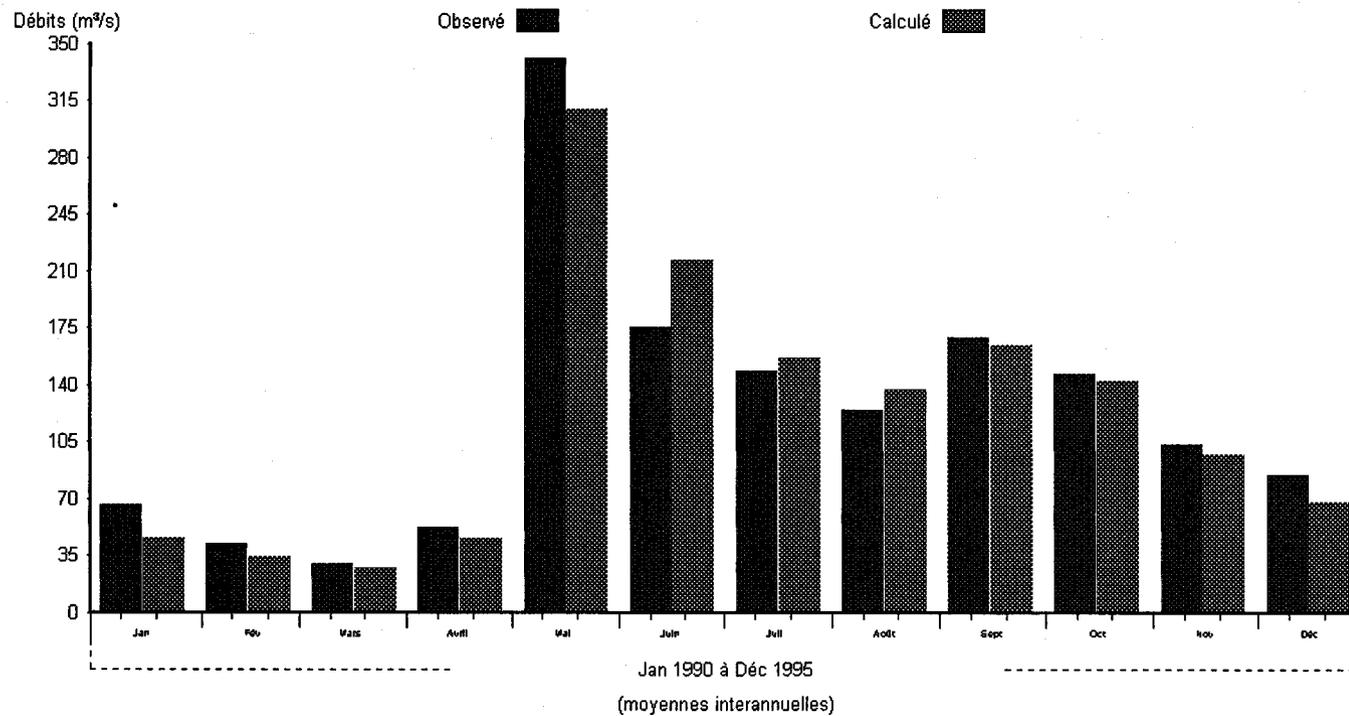


Figure 3.6 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: LM

Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8996

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 109.07 cal.:102.47

Lame (mm) obs.: 3441.6 cal.:3233.4

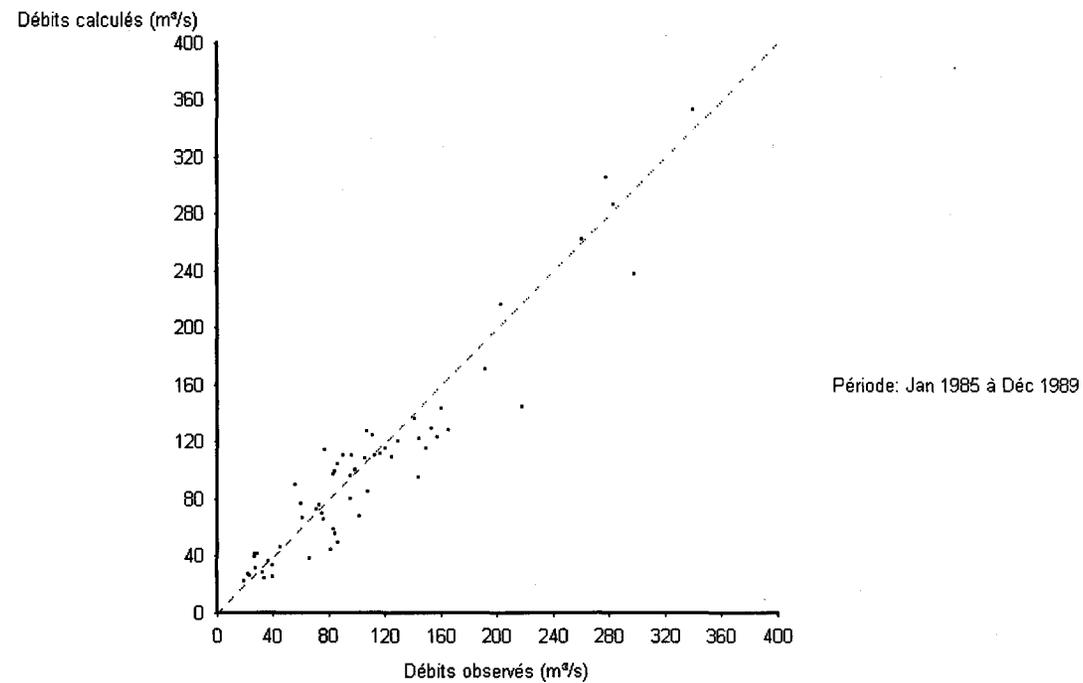


Figure 3.7 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: LM

Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8563

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 124.92 cal.:121.69

Lame (mm) obs.: 4729.4 cal.:4607.4

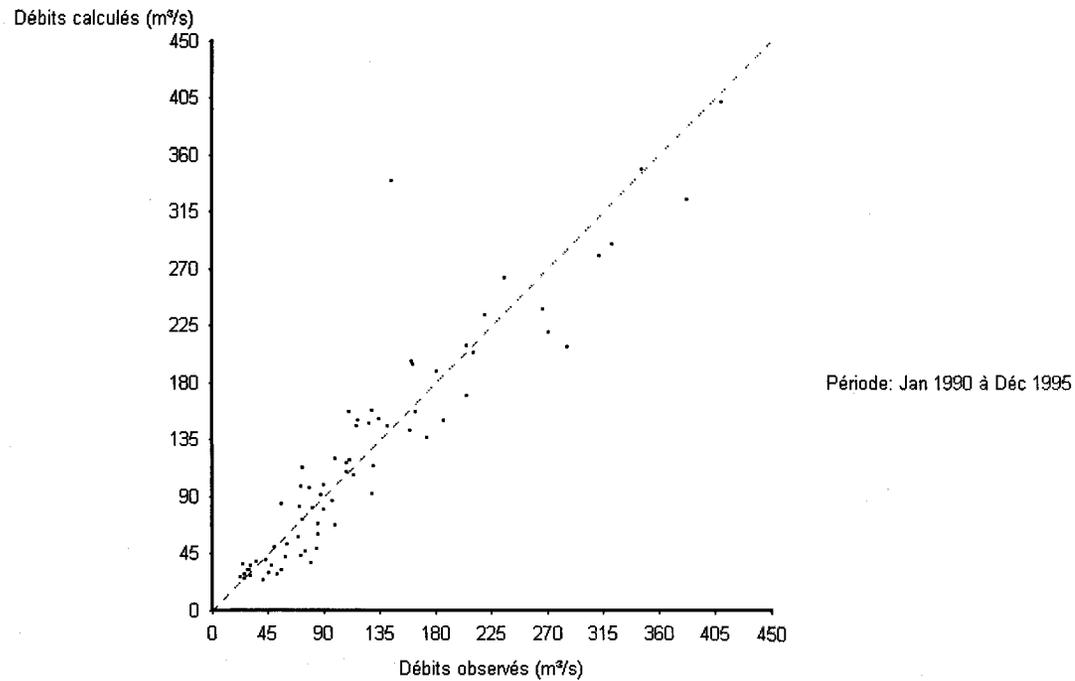


Figure 3.8 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: LM

Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8661

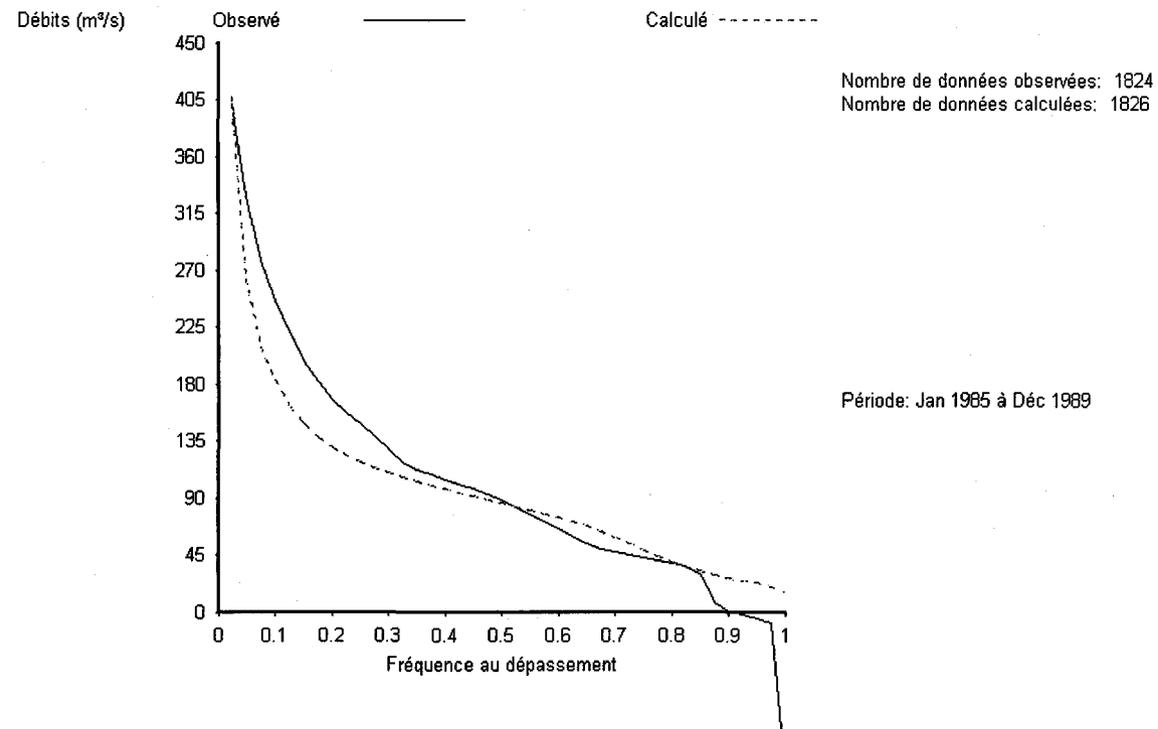


Figure 3.9 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: LM

Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.7564

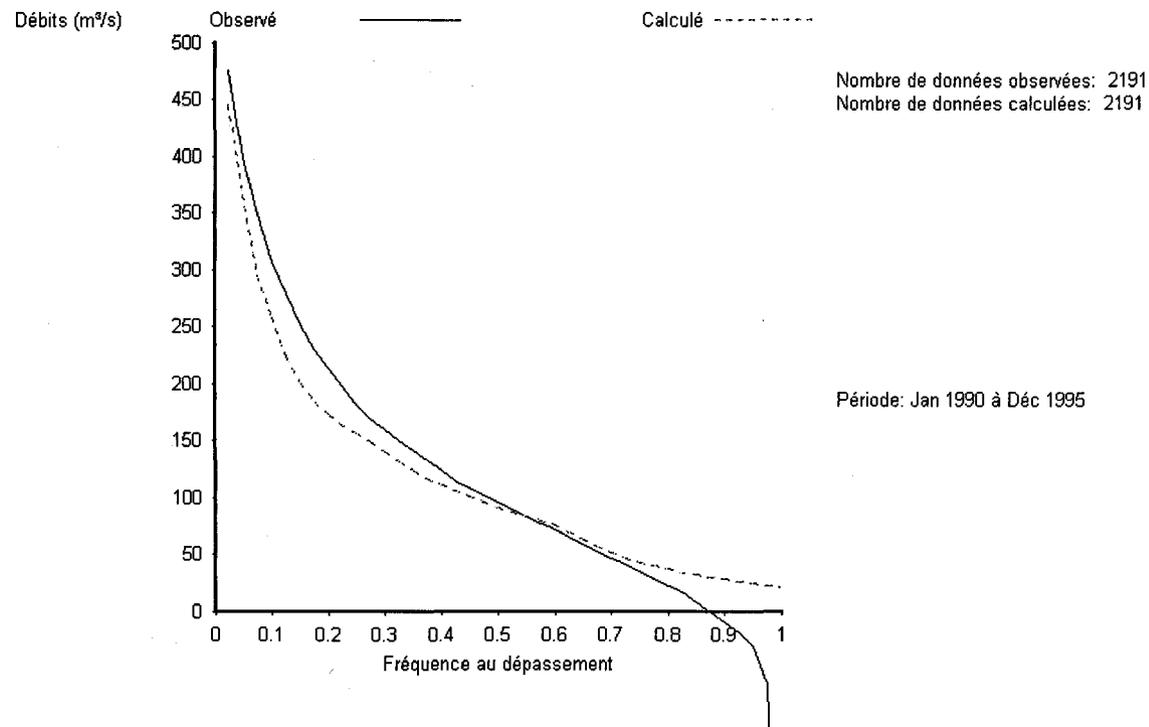


Figure 3.10 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM) pour la période de vérification (1990-1995).

# 4

## APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN CHUTE-DES-PASSES (CDP)

---

Le bassin versant Chute-des-Passes comprend le bassin versant de la rivière Péribonca à Chute-des-Passes en excluant le bassin versant du Lac Manouane. La superficie du bassin versant est de 11 000 km<sup>2</sup> et l'altitude varie de 450 à plus de 950 mètres. Les données hydrométriques utilisées sont les apports naturels reconstitués.

### 4.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant Chute-des-Passes (CDP) a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km correspondant à celle utilisée par Alcan.

La figure 4.1 montre la schématisation du bassin CDP. Les caractéristiques physiographiques, pourcentage de forêt, de lac et marais, l'altitude de chaque "carreau entier" et les données de drainage de chaque "carreau partiel" ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Comme pour les bassins versant BAM et LM et pour tous les autres bassins versants de l'étude le pourcentage de forêt est déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 et ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

Pour faciliter la visualisation du bassin versant CDP et de ses principaux tributaires, la figure 4.2 montre les principaux cours d'eau du bassin versant avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## 4.2 Données hydro-météorologiques

Le tableau 4.1 donne la liste des stations météorologiques et la période d'observation utilisée. Ces données proviennent du Groupe ressources hydrauliques de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée. Les données hydrométriques utilisées sont les apports naturels reconstitués pour la même période.

Le tableau 4.2 donne la position de ces stations par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et les principales caractéristiques de chaque station. On retrouve également sur ce tableau le poids relatif ou le pourcentage d'influence de chaque station météorologique pour l'ensemble du bassin versant, selon que l'on affecte les stations météorologiques au carreau entier par la méthode de Thiessen ou par pondération des trois stations le plus près. Pour les simulations, nous avons utilisé la méthode des trois stations les plus près. La dernière partie de ce tableau nous montre que ce bassin versant est schématisé à l'aide de 153 "carreaux entiers" et de 220 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué est de 11 470 km<sup>2</sup>, soit une erreur de 4.27%, cette erreur sera cependant corrigée dans le modèle pour que la superficie réelle prise en compte soit de 11 000 km<sup>2</sup>

Les positions des stations météorologiques par rapport au grillage utilisé pour schématiser le bassin versant CDP, sont montrées sur les figures 4.1 et 4.2.

Les données météorologiques utilisées sont les températures de l'air maximum et minimum, les précipitations liquides et les précipitations solides. Les données de précipitations solides ont été mesurées en équivalent en eau de la neige.

## 4.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique

Comme précédemment l'ajustement des paramètres a été fait, par essai et erreur pour une première approximation, en utilisant les apports naturels reconstitués à l'exutoire du bassin versant pour la période 1985 à 1989.

L'ajustement final des paramètres a été fait par optimisation en utilisant la période 1985 à 1989. Nous avons optimisé en minimisant la somme des différences aux carrés entre les débits observés et les débits calculés.

Le tableau 4.3 montre les valeurs finales des paramètres du modèle hydrologique CEQUEAU ajusté au bassin versant CDP.

## 4.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant CDP

Les résultats numériques des simulations, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1994), sont présentés au tableau 4.4. Ce tableau donne les valeurs des coefficients de Nash calculés annuellement en utilisant les débits simulés et les apports naturels reconstitués à l'exutoire du bassin versant CDP. Les lames d'écoulement d'eau annuelles des débits simulés et des apports naturels reconstitués sur le bassin versant sont également montrées sur ce tableau.

L'étude du tableau 4.4, et en particulier les valeurs du coefficient de Nash, montre que le coefficient annuel de Nash est supérieur à 0.8 une seule fois sur 5 années pour la période de calibration, alors que pour la période de vérification on observe 4 coefficients de Nash supérieurs à 0.8 sur 6 années. Le coefficient de Nash pour la période de calibration (0.91) est cependant supérieur au coefficient de Nash (0.85) calculé pour la période de vérification. Le coefficient de Nash de l'année 1995, 0.1471 est très faible et l'analyse du graphique de cette année sera utile pour identifier la source d'erreur.

Les lames annuelles des débits calculés montrent une légère sous estimation des lames d'écoulements par rapport aux lames d'écoulements des apports reconstitués. Pour la période de calibration on a calculé une lame de 575 mm par rapport à une lame observée de 625 mm, Pour la période de vérification la lame calculée est de 705 mm par rapport à 746 mm pour la lame observée.

Les graphiques des figures 4.3 à 4.10 sont utilisés pour montrer les résultats des simulations pour la période de calibration et la période de vérification.

Les figures 4.3 et 4.4 montrent les débits journaliers, moyennes interannuelles, pour la période de calibration et de vérification pour le bassin versant CDP. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations est acceptable pour les deux périodes, même si le coefficient de Nash pour la période de vérification est légèrement plus faible que celui de la période de calibration. La crue moyenne de fonte de neige calculée par le modèle est légèrement en avance pour la période de calibration (1985-1989) alors que pour la période de vérification (1990-1995) elle est légèrement en retard. On observe également sur ces figures que les débits d'étiage de fins d'hiver sont plus faibles que les apports reconstitués pour les périodes de calibration et de vérification. Si on observe la pente des apports reconstitués pour les mois de janvier à mars on observe une légère augmentation des apports qui est certainement causée par l'erreur de la reconstitution des apports naturels. Comme pour les bassins versants BAM et LM on observe également sur ces figures que les débits observés présentent des oscillations, ceci est dû au fait que ces débits observés sont des apports naturels reconstitués.

Les figures 4.5 et 4.6 montrent les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels, pour la période de calibration et de vérification. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreur importante sauf pour les mois d'hiver et que les débits calculés sont valables pour les autres mois. L'analyse des graphiques mensuels montre très bien l'augmentation des apports naturels pour les mois de janvier à mars alors qu'on est en étiage hivernal et que les débits doivent diminuer puisqu'il n'y a pas de dégel important sur le bassin versant situé au Nord du Lac St-Jean.

Les figures 4.7 et 4.8 montrent la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés. Ces figures montrent que les débits moyens mensuels calculés sont surévalués par rapport aux débits observés principalement pour les bas débits. Cette erreur provient comme précédemment de l'erreur des apports reconstitués pour les mois d'hiver.

Finalement les figures 4.9 et 4.10 montrent les courbes de débits classés des débits observés et calculés pour les périodes de calibration et de vérification. Sur ces figures, on observe que les débits journaliers maximums calculés sont légèrement supérieurs à ceux observés. Pour les débits d'étiage c'est l'inverse, les débits observés sont plus faibles que ceux calculés et même négatifs dû à l'erreur de reconstitution des apports naturels.

Les courbes annuelles, des débits journaliers observés et calculés pour le bassin versant CDP, sont montrées sur les figures A1 à A11 de l'annexe C. Ces figures montrent que la précision des débits calculés par rapport aux débits observés est acceptable même si les oscillations des apports reconstitués sont quelquefois très fortes. Pour l'année 1995 (figure A11) on observe que la crue de fonte de neige calculée par le modèle est très en retard par rapport à celle observée avec les apports reconstitués ce qui explique la faible valeur du coefficient de Nash (0.1471). Le même retard de la crue printanière de fonte de neige de 1995 peut être observé sur les bassins versants BAM et LM.

Les paramètres tels que listés au tableau 4.3 seront utilisés pour l'étude de l'influence des relevés nivométriques, sur la précision des simulations et pour la prévision des débits à court et à moyen terme.

Tableau 4.1 Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

| Station                   | Année |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|---------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                           | 1985  | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |  |
| <b>MÉTÉO</b>              |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Bonnard *<br>7060825      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Ch.des- Passes<br>7061541 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac Benoit<br>0622090     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| LacMachisque<br>0621060   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac ManouanE<br>7066420   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| <b>APPORTS NATURELS</b>   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| CDP<br>962202             |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

\* Bonnard station avec observateur. La station automatique Bonnard -2 n'a pas été utilisée.

Tableau 4.2 Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

|                           | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>° C  | Préc moy<br>(mm)             | Poids <sup>(1)</sup><br>%          | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|---------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>              |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
| Bonnard<br>7060825        | 29     | 37            | 506             | -1.81        | 960.                         | 28.56                              | 25.58                     |
| Ch.-des-Passes<br>7061541 | 27     | 28            | 399             | -0.06        | 911.                         | 5.67                               | 7.11                      |
| Lac Benoit<br>0622090     | 28     | 46            | 549             | -2.50        | 864.                         | 36.31                              | 55.34                     |
| Lac Machisque<br>0621060  | 23     | 39            | 543             | -2.24        | 901.                         | 21.06                              | 11.79                     |
| Lac Manouane-E<br>7066420 | 32     | 36            | 497             | -1.04        | 840.                         | 8.40                               | 0.19                      |
| <b>APPORTS NATURELS</b>   |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
|                           |        | Sortie<br>I-J | Nombre<br>CE    | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V.calcul<br>é<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| CDP                       | 962202 | 27-29 A       | 153             | 220          | 11 000.0                     | 11 470.0                           | 4.27                      |

<sup>(1)</sup> Par pondération des 3 stations les plus près

<sup>(2)</sup> Par polygone de Thiessen

Tableau 4.3 Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |   |
|---|--|---|---|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |   |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |   |
|   | Valeurs  |   |   |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |   |
| CIN   | ●  |   | 0.145   |
| CVMAR   | ●  |   | 0.020   |
| CVNB  | ●  |   | 0.008   |
| CVNH  | ●  |   | 0.340   |
| CVSB  | ●  |   | 0.000   |
| CVSI  | ●  |   | 0.256   |
| HINF  | ●  |   | 63.3375 mm  |
| HINT  | ●  |   | 66.89 mm  |
| HMAR  | ●  |   | 250.0 mm  |
| HNAP  | ●  |   | 124.0 mm  |
| HRIMP   | ●  |   | 10.0 mm   |
| HSOL  | ●  |   | 113.779 mm  |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |   |
| STRNE   |  | ● | -0.05 °C  |
| TFC   |  | ● | 2.24 mm/°C  |
| TFD   |  | ● | 5.00 mm/°C  |
| TSC   |  | ● | 0.15 °C   |
| TSD   |  | ● | 0.5 °C  |
| TTD   |  | ● | 0.70  |
| TTS   |  | ● | -1.0 °C   |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |   |
| EVNAP   | ●  |   | 34. % (0.34)                                      |
| HPOT  | ●  |   | 92.0 mm   |
| XAA   |  | ● | 0.8717  |
| XIT   |  | ● | 25.645  |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |   |
| EXXKT   | ●  |   | 0.0146 transfert aval amont NPJO=18 carreaux/jour |
| ZN  |  | ● | 2 jours   |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |   |
| COET  |  | ● | -2.5 °C/1000m                                     |
| COEP  |  | ● | 0.75 mm/m   |
| FACT  | ●  |   | 1.0   |
| JOEVA   | ●  |   | 80 jours  |
| JONEI   | ●  |   | 80 jours  |
| XINFMA  |  | ● | 30.0 mm/jour                                      |
| XLA   |  | ● | 5100  |
| TRI   |  | ● | 33.2 % (0.332)                                    |

Tableau 4.4 Bassin versant du Chute-des-Passes (CDP), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années                    | CDP (962202) |           |          |
|---------------------------|--------------|-----------|----------|
|                           | Critère      | Lame (mm) |          |
|                           | Nash         | Observée  | Calculée |
| Calibration               |              |           |          |
| 1985                      | .7927        | 621.0     | 648.62   |
| 1986                      | .6605        | 625.75    | 523.97   |
| 1987                      | .4928        | 686.56    | 572.72   |
| 1988*                     | .7847        | 650.96    | 592.47   |
| 1989                      | .8759        | 540.83    | 540.03   |
| 1985 -1989 <sup>(2)</sup> | .9103        | 625.46    | 575.49   |
| Vérification              |              |           |          |
| 1990                      | .8287        | 760.06    | 664.99   |
| 1991                      | .8532        | 596.51    | 598.86   |
| 1992                      | .8774        | 776.81    | 689.19   |
| 1993                      | .8553        | 825.98    | 792.32   |
| 1994*                     | .5944        | 755.35    | 714.79   |
| 1995                      | .1471        | 766.58    | 773.96   |
| 1990 -1995 <sup>(2)</sup> | .8555        | 746.82    | 705.62   |

<sup>(\*)</sup> Manque de données.

<sup>(2)</sup> Moyenne interannuelle

J

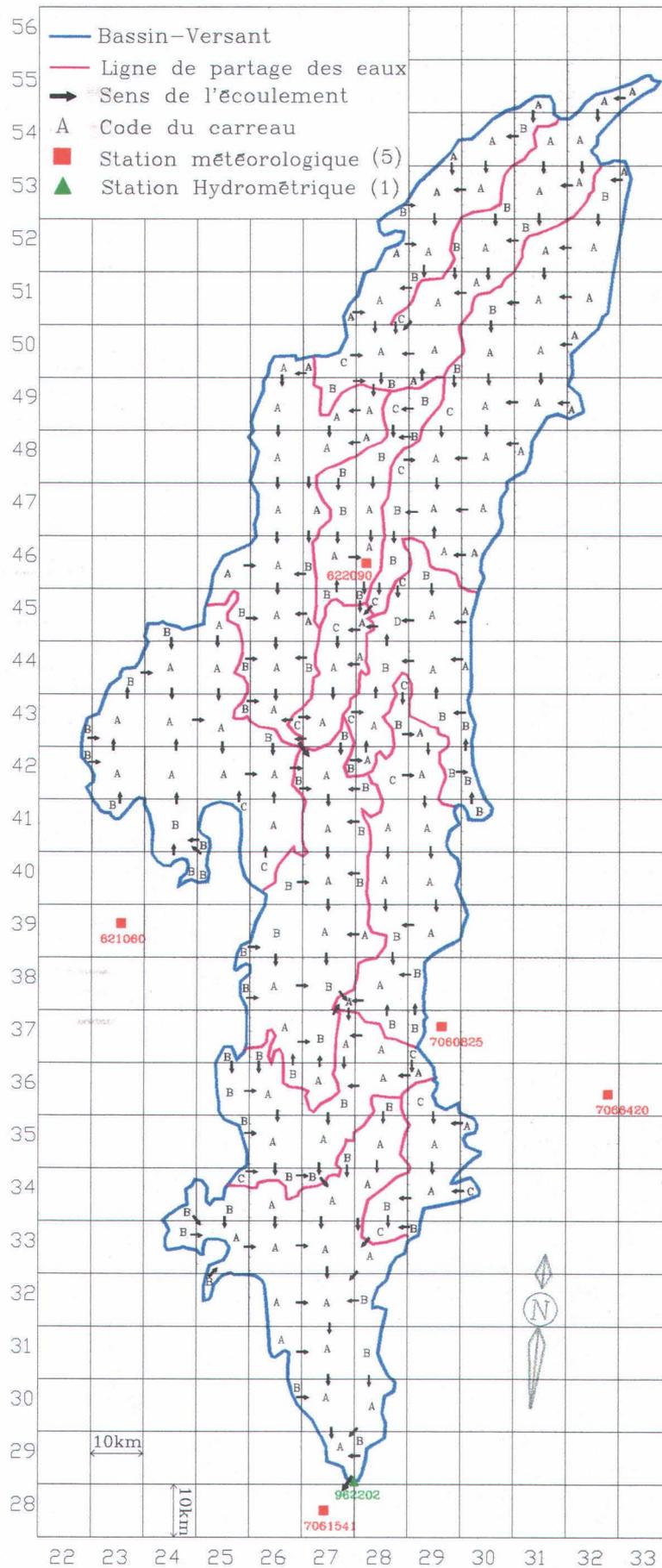


Figure 4.1

Schématisation du bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

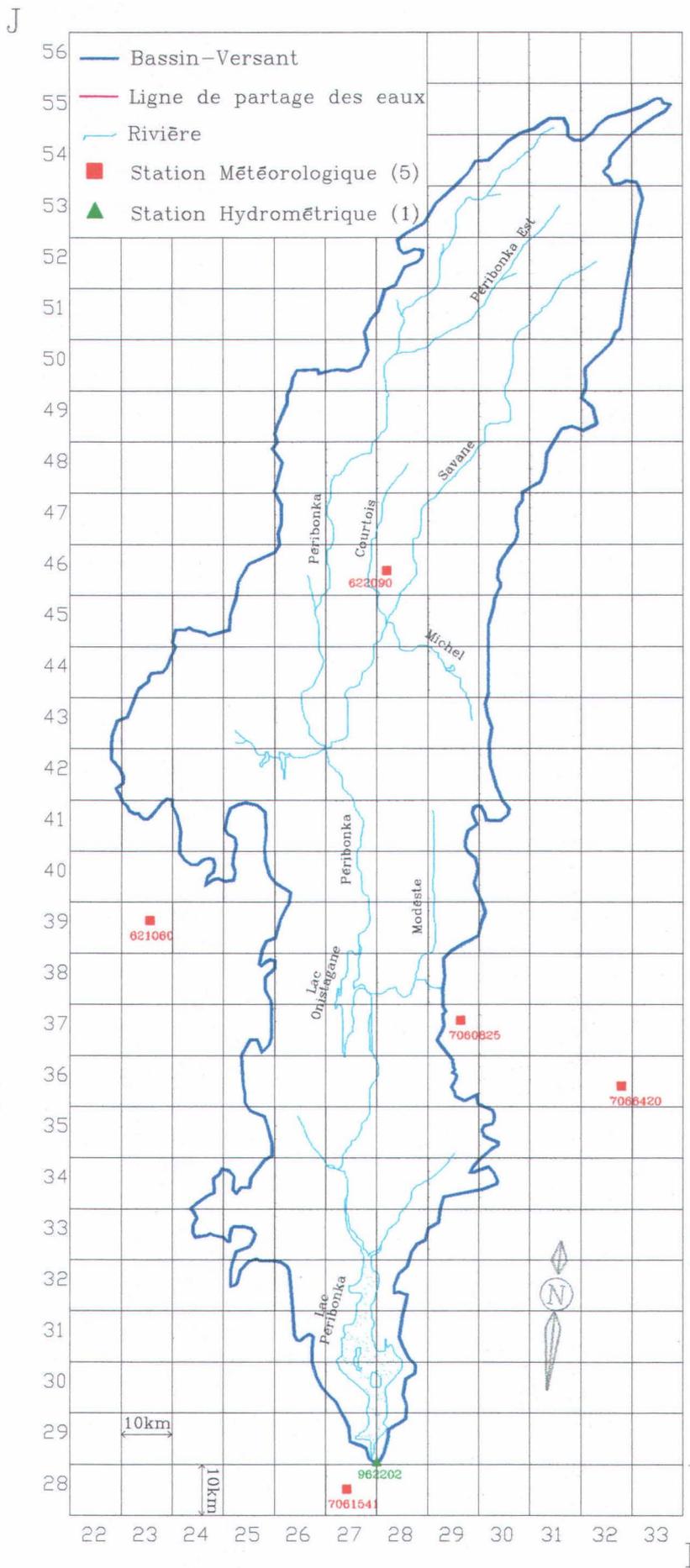


Figure 4.2

Emplacement du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9105

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 218.17 cal.:200.79  
Lame interannuelle (mm) obs.: 625.46 cal.:575.66

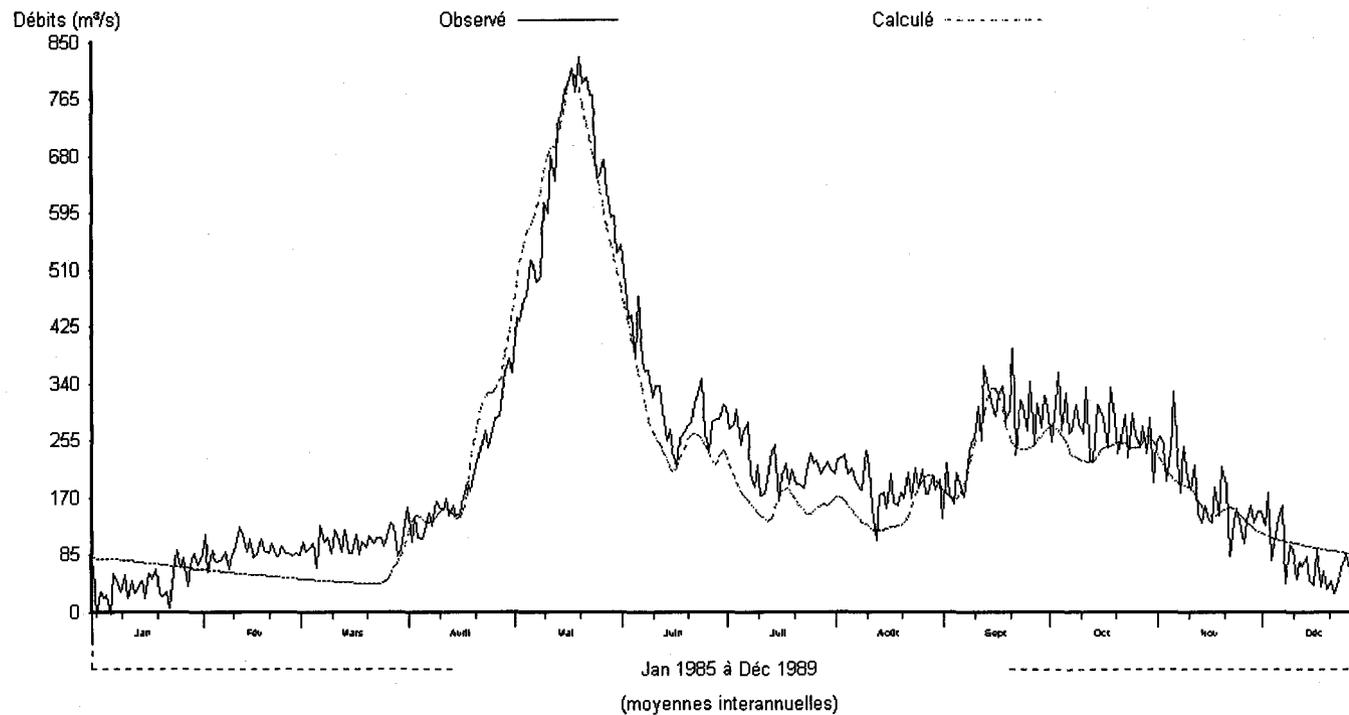


Figure 4.3 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP

Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8555

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 260.05 cal.: 246.13

Lame interannuelle (mm) obs.: 746.82 cal.: 705.62

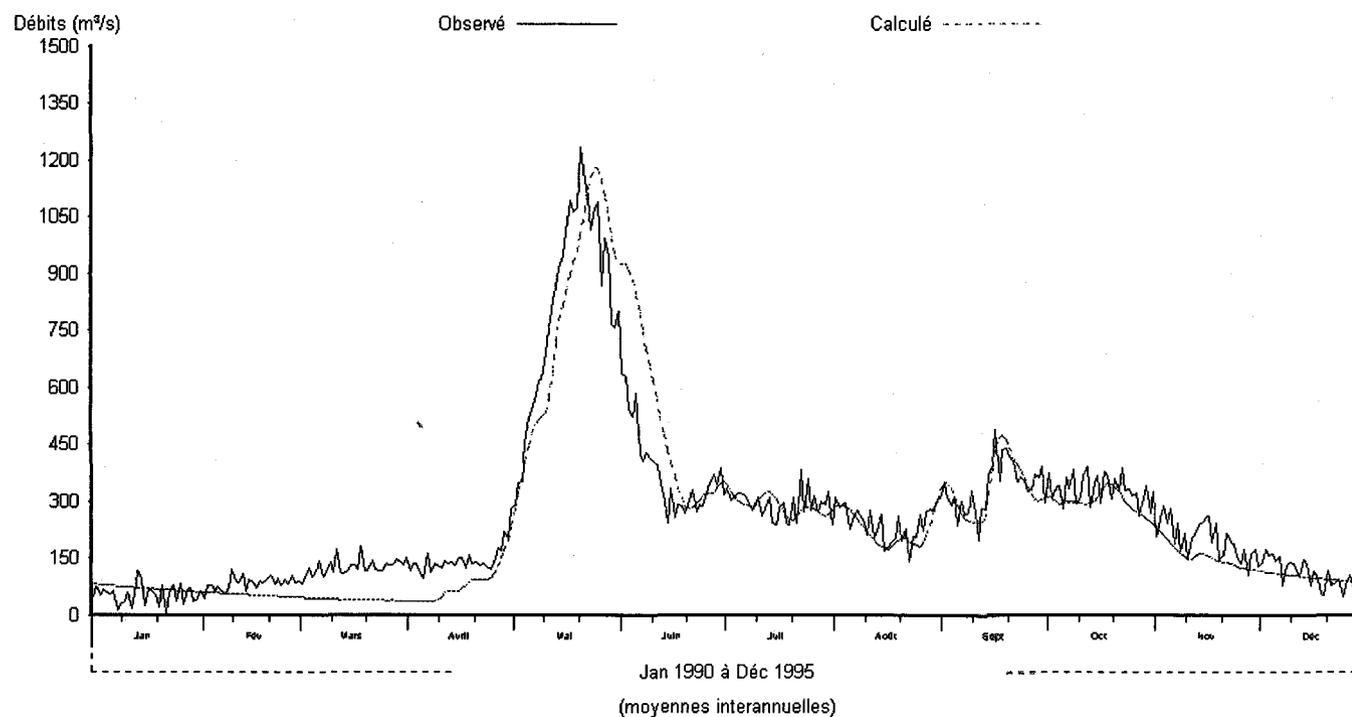


Figure 4.4 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CDP

Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9482

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 218.11 cal.:200.73

Lame interannuelle (mm) obs.: 625.30 cal.:575.48

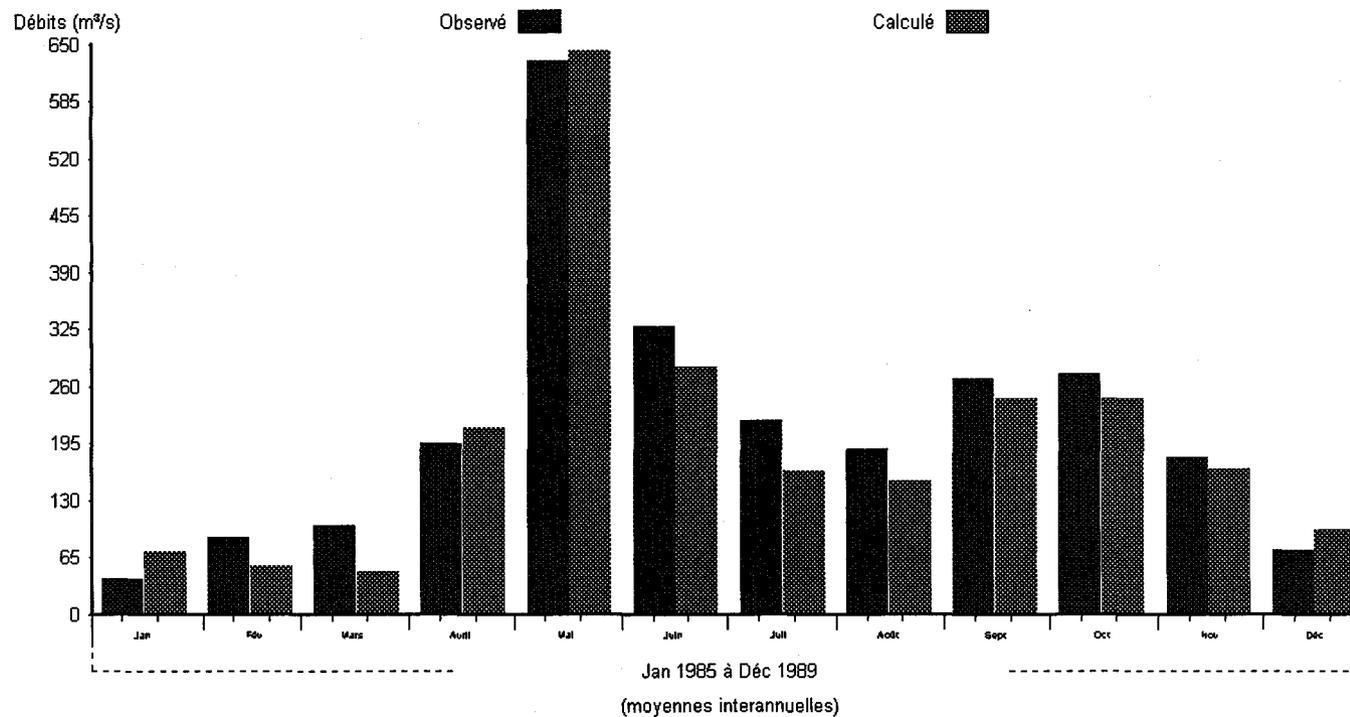


Figure 4.5 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CDP

Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9227

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 260.49 cal.:246.12

Lame interannuelle (mm) obs.: 746.81 cal.:705.62

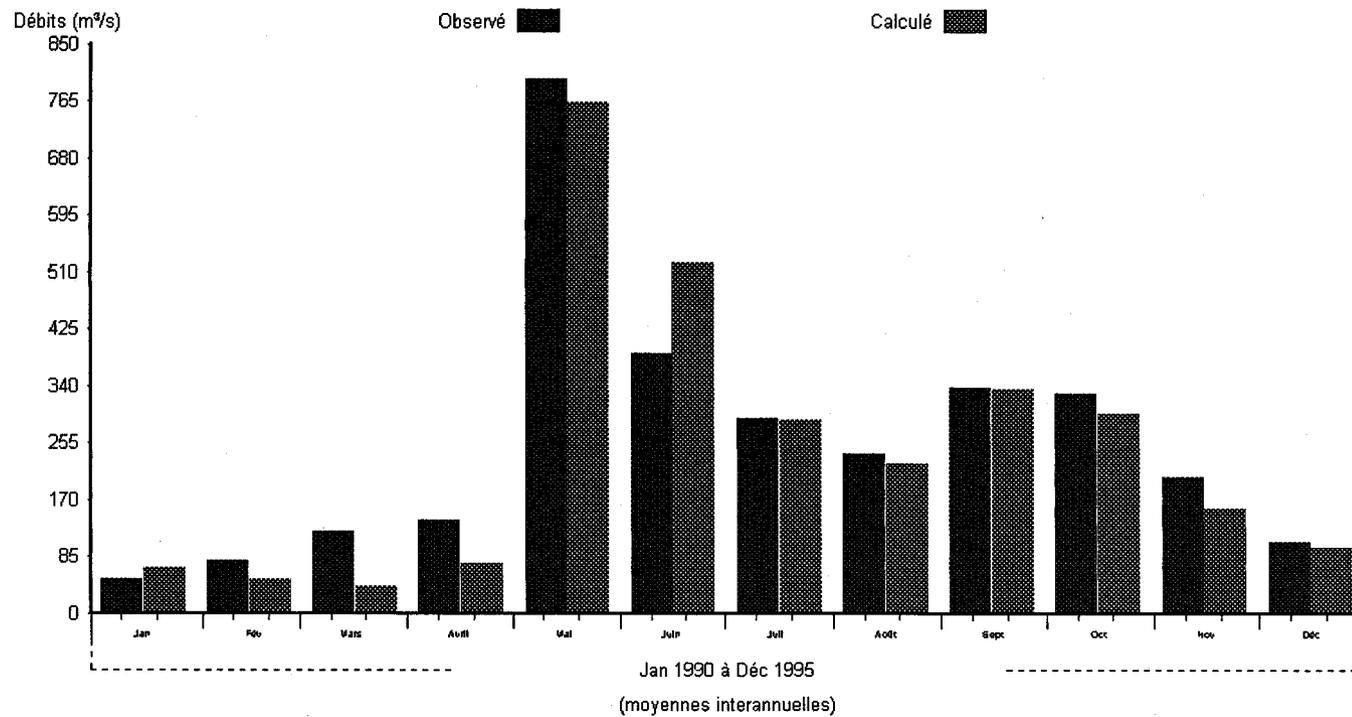


Figure 4.6 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CDP

Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8942

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 218.03 cal.:200.65

Lame (mm) obs.: 3127.1 cal.:2877.8

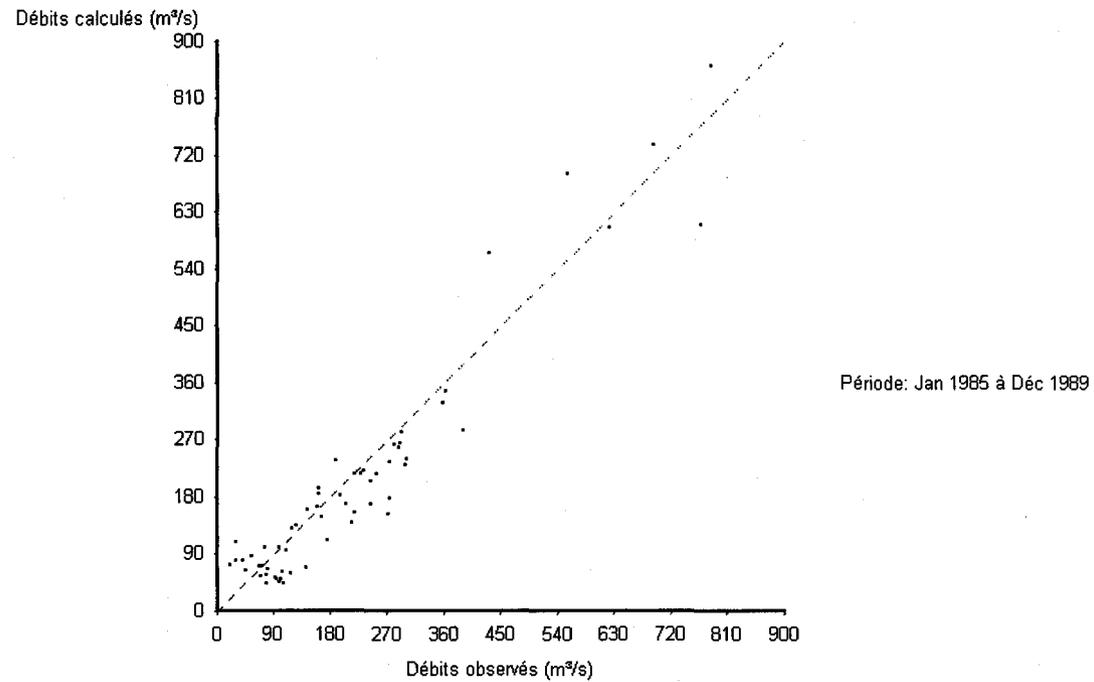


Figure 4.7 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CDP

Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8233

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 260.42 cal.:246.04

Lame (mm) obs.: 4481.7 cal.:4234.1

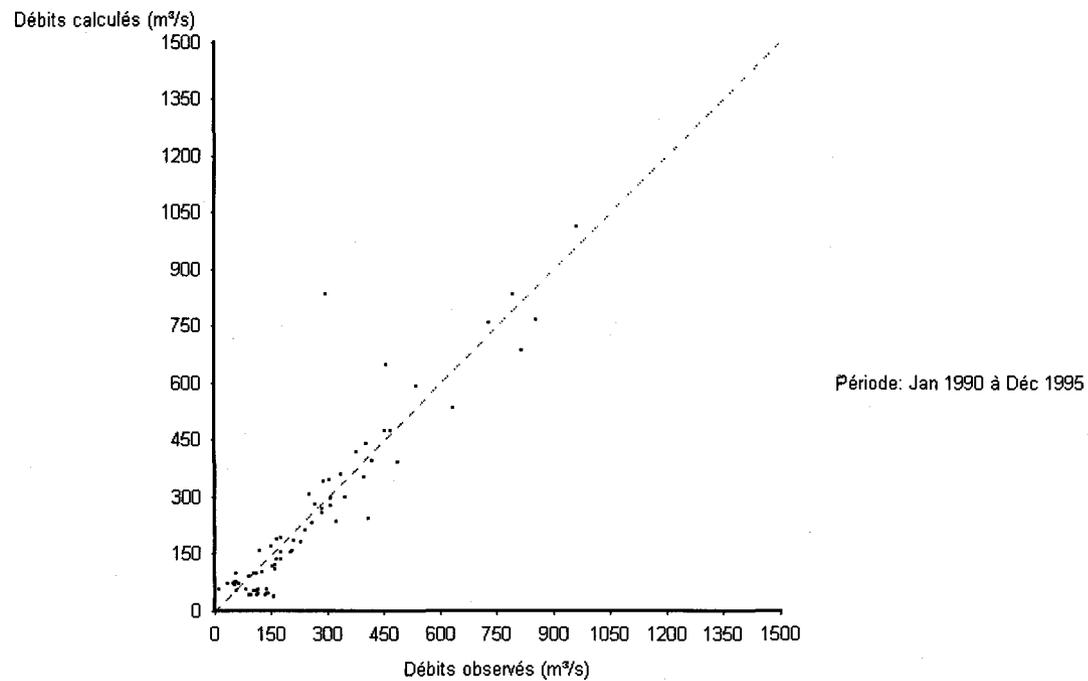


Figure 4.8 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: CDP

Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9390

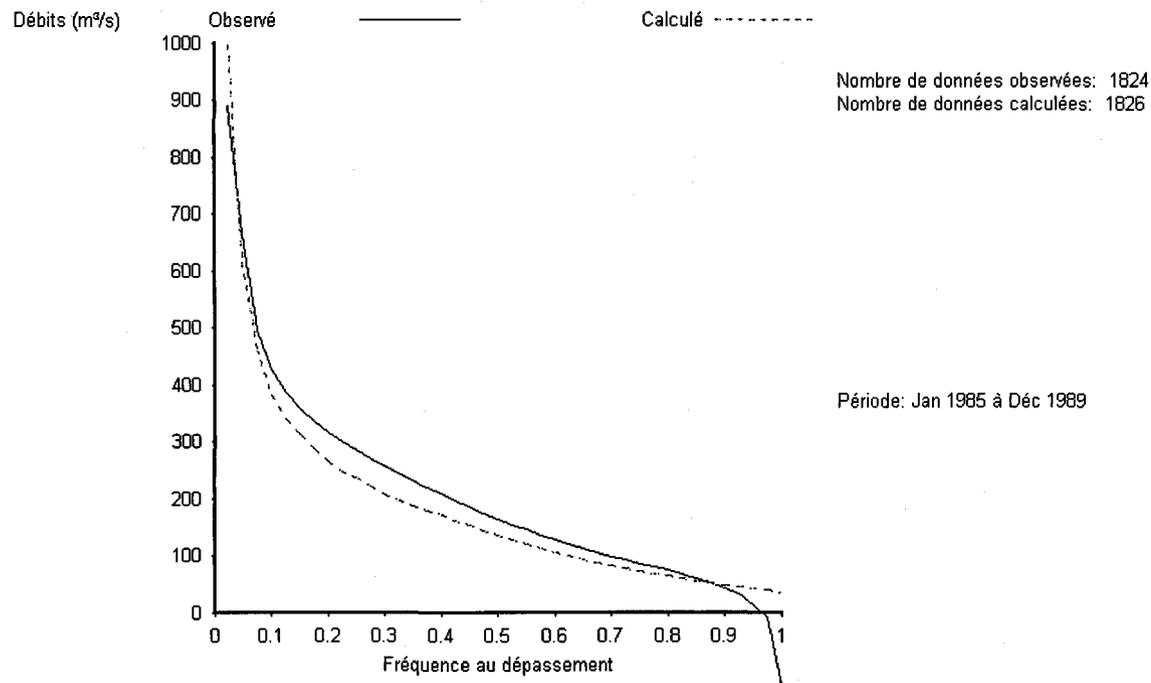


Figure 4.9 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: CDP

Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9487

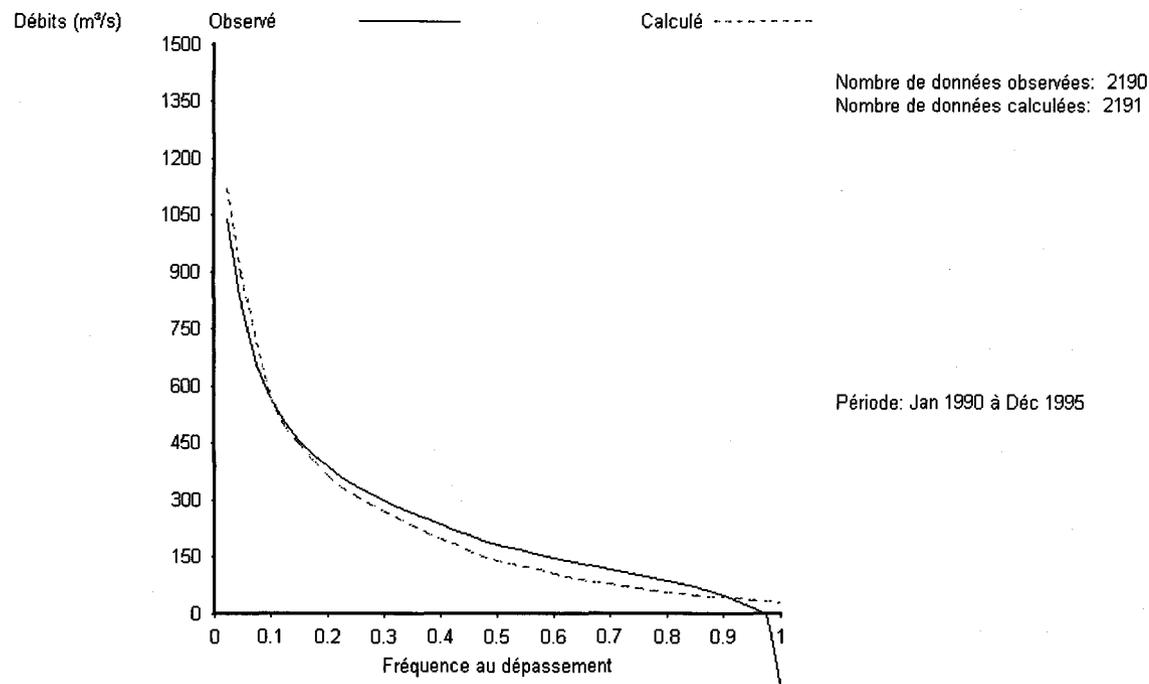


Figure 4.10 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour la période de vérification (1990-1995).

# 5

## APPLICATION DU MODÈLE AU BASSIN DE CHUTE DU DIABLE (CD)

---

Le bassin versant à la centrale Chute du Diable a une superficie de 9 700 km<sup>2</sup> et représente la partie aval du bassin versant de la rivière Péribonka. Les apports hydrauliques naturels journaliers à la centrale Chute du Diable sont les valeurs reconstituées par le GRH d'ALCAN, en tenant compte des débits de la centrale Chute-des-Passes et des variations d'emménagement dans le réservoir de Chute du Diable. Deux stations hydrométriques sur des sous-bassins sont également disponibles. La première (station 062209) est située sur la rivière Manouane et a un bassin versant de 3 600 km<sup>2</sup>, la seconde (station 062214) est située sur la rivière Serpent et draine un bassin versant de 2 200 km<sup>2</sup>.

### 5.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant de la rivière Péribonka a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km établie par Alcan. La figure 5.1 montre la schématisation du bassin versant en aval de la centrale Chute-des-Passes. Les caractéristiques physiographiques et les données de drainage ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Le pourcentage de forêt déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

La figure 5.2 montre les principaux cours d'eau du bassin versant avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## 5.2 Données hydro-météorologiques

Le tableau 5.1 donne la liste des stations météorologiques et hydrométriques, et la période d'observation disponibles.

Le tableau 5.2 donne la position de ces stations par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et les principales caractéristiques de chaque station. On retrouve également sur ce tableau le poids relatif ou le pourcentage d'influence de chaque station météorologique pour l'ensemble du bassin versant, selon que l'on affecte les stations météorologiques au carreau entier par la méthode de Thiessen ou par pondération des trois stations le plus près. Pour les simulations, nous avons utilisé la méthode des trois stations météorologiques les plus près pour estimer les données météorologiques sur chaque carreau entier. La dernière partie de ce tableau nous montre que ce bassin versant est schématisé à l'aide de 136 "carreaux entiers" et de 182 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué est de 9 679 km<sup>2</sup>, soit une erreur de -0.22%, cette erreur sera cependant corrigée dans le modèle pour que la superficie réelle prise en compte soit de 9 700 km<sup>2</sup>

La position des stations météorologiques par rapport au grillage utilisé pour schématiser le bassin versant CD, est montrée sur les figures 5.1 et 5.2.

Les données météorologiques utilisées sont les températures de l'air maximum et minimum, les précipitations liquides et les précipitations solides. Les données de précipitations solides ont été mesurées en équivalent en eau de la neige.

## 5.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique

L'ajustement des paramètres a été fait par essai et erreur pour une première approximation en utilisant les apports naturels reconstitués pour le bassin versant CD pour la période 1985 à 1989.

L'ajustement final des paramètres a été fait par optimisation en utilisant également les apports naturels reconstitués pour la même période soit de 1985 à 1989. Les données des stations 062209 et 062214 des rivières Manouane et Serpent n'ont pas été utilisées pour l'ajustement des paramètres, mais les données disponibles pour chacune de ces stations seront cependant utilisées pour analyser la précision des simulations sur les sous-bassins.

Le tableau 5.3 montre les valeurs finales des paramètres du modèle hydrologique CEQUEAU ajusté au bassin versant en amont de la station Chute du Diable.

## 5.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant Chute du Diable

Les résultats numériques des simulations, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1995), sont présentés au tableau 5.4. Ce tableau donne les valeurs des coefficients de Nash calculés annuellement pour le bassin versant Chute du Diable (CD) et pour les sous-bassins versants de la rivière Manouane à la station 062209 et de la rivière Serpent à la station 062214. Les lames annuelles observées et calculées sur ces trois bassins versants sont également montrées sur ce tableau.

Sur le tableau 5.4 on observe que pour la station principale les coefficients de Nash varient de 0.60 à 0.92 pour la période de calibration et de 0.83 à 0.95 pour la période de vérification. Les lames d'écoulement annuelles calculées ne montrent pas d'erreur systématique par rapport aux lames d'écoulement observées pour la station principale à Chute du Diable et à la station 062209 sur la rivière Manouane. Sur la rivière Serpent, les données de débits sont complètes pour les années 1992 à 1995 seulement et les lames calculées pour ces années sont surestimées pour les quatre années.

Les graphiques des figures 5.3 à 5.10 montrent les principaux résultats des simulations pour la période de calibration et de vérification pour la station principale (CD). Les figures 5.11 à 5.18 montrent les principaux résultats pour la station 062209 de la rivière Manouane et les résultats à la station 062214 de la rivière Serpent sont montrés sur les figures 5.19 à 5.22.

Les figures 5.3 et 5.4 montrent les débits journaliers, moyenne interannuelle, pour la période de calibration et de vérification du bassin versant Chute du Diable. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations est comparable pour les deux périodes même si le coefficient de Nash pour la période de calibration est légèrement plus faible que celui de la période de vérification. L'on observe également sur ces deux figures que la crue printanière est assez différente pour les deux périodes. La crue moyenne de la période de vérification est plus élevée que la crue de la période de calibration ; par contre la crue de la période de vérification dure plus longtemps. Les deux crues sont cependant bien reproduites par les débits simulés.

Les figures 5.5 et 5.6 montrent les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels pour la période de calibration et de vérification. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreurs importantes et que les débits calculés sont valables pour tous les mois.

Les figures 5.7 et 5.8 montrent la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés. Sur la figure 5.8, on observe que les débits calculés intermédiaires, c'est-à-dire entre 150 et 500 m<sup>3</sup>/s, sont légèrement surestimés parce que les points se situent au-dessus de la droite à 45°.

Les figures 5.9 et 5.10 montrent les débits journaliers classés observés et calculés pour la période de calibration et de vérification. Sur ces deux figures, on observe une bonne similitude entre les courbes des débits journaliers, observés et calculés. On observe également sur ces deux figures que les débits observés présentent des valeurs négatives. Ces débits observés sont les apports naturels reconstitués et les valeurs négatives proviennent des erreurs de la reconstitution.

Les figures 5.11 à 5.18 montrent les mêmes graphiques que précédemment, pour les débits de la station 062209 de la rivière Manouane. Toutes ces courbes montrent que les débits simulés pour ce sous-bassin versant sont comparables à ceux observés. Comme les données de ce sous-bassin n'ont pas été utilisées pour la calibration des paramètres du modèle, la période 1985 à 1989 peut-être considérée comme une période de vérification.

Les figures 5.19 à 5.22 montrent les mêmes graphiques, pour les débits de la station 062214 de la rivière Serpent pour toute la période de données observées, soit de 1991 à 1995. Cette période est considérée comme une période de vérification parce que les données de cette station n'ont pas été utilisées pour la calibration des paramètres du modèle. Les figures 5.20 et 5.21 montrent que les débits moyens mensuels sont surestimés. Les débits de la crue du printemps et d'été et d'hiver sont assez bien reproduits comme on peut le voir sur la figure 5.19.

Les courbes annuelles des débits journaliers, observés et calculés à la sortie du bassin versant Chute du Diable et aux stations 062209 et 062214 des rivières Manouane et Serpent, sont montrées sur les figures de D1 à D27 de l'annexe D.

L'analyse des critères numériques et des graphiques des débits observés et calculés nous permet de conclure que les paramètres retenus permettent de bien représenter le cycle hydrologique du bassin versant de Chute du Diable. Ces paramètres seront utilisés pour la prévision des débits à court et à moyen terme.

**Tableau 5.1** Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour les bassin versant Chute du Diable (CD).

| Station                          | Année |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|----------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                                  | 1985  | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |  |
| <b>MÉTÉO</b>                     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Bonnard *<br>7060825             |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Ch.des- Passes<br>7061541        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Ch.du Diable<br>7061560          |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| LacMachisque<br>0621060          |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Mistassibi 2<br>7064993          |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| <b>APPORTS NATURELS et DÉBIT</b> |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| CD<br>962207                     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Manouane<br>062209               |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Serpent<br>062214                |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

\* Bonnard station avec observateur. La station automatique Bonnard -2 n'a pas été utilisée.

Tableau 5.2 Coordonées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant de Chute du Diable (CD).

|                          | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>°C   | Prec. moy<br>(mm)            | Poids <sup>(1)</sup><br>%      | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|--------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>             |        |               |                 |              |                              |                                |                           |
| Bonnard<br>7060825       | 29     | 37            | 495             | -1.81        | 960.03                       | 21.04                          | 20.11                     |
| Ch.des-Passes<br>7061541 | 27     | 28            | 174             | -0.06        | 911.17                       | 44.95                          | 63.48                     |
| Ch.du Diable<br>7061560  | 23     | 16            | 174             | 1.49         | 838.44                       | 10.56                          | 11.55                     |
| Lac Machiste<br>0621060  | 23     | 39            | 543             | -2.24        | 900.91                       | 7.96                           | 0.19                      |
| Mistassibi<br>7064993    | 22     | 22            | 244             | 0.93         | 870.51                       | 15.48                          | 4.68                      |
| <b>APPORTS NATURELS</b>  |        |               |                 |              |                              |                                |                           |
|                          |        | Sortie<br>I-J | Nombre CE       | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V.calculé<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| CD                       | 962207 | 24-16 A       | 136             | 182          | 9 700.0                      | 9679.0                         | -0.22                     |
| Manouane                 | 062209 | 30-28A        | 53              | 69           | 3 600.0                      | 3 691.0                        | 2.53                      |
| Serpent                  | 062214 | 27-25A        | 38              | 38           | 2 200.0                      | 2 182.0                        | -0.82                     |

<sup>(1)</sup> Par régression

<sup>(2)</sup> Par polygones de Thiessen

Tableau 5.3 Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant Chute du Diable (CD).

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |   | Valeurs  |
|---|--|---|---|--|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |   |  |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |   |  |
|   | Valeurs  |   |   |  |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |   |  |
| CIN   | ●  |   |   | 0.202  |
| CVMAR   | ●  |   |   | 0.045  |
| CVNB  | ●  |   |   | 0.008  |
| CVNH  | ●  |   |   | 0.000  |
| CVSB  | ●  |   |   | 0.000  |
| CVSI  | ●  |   |   | 0.167  |
| HINF  | ●  |   |   | 59.0 mm  |
| HINT  | ●  |   |   | 55.7 mm  |
| HMAR  | ●  |   |   | 250.0 mm   |
| HNAP  | ●  |   |   | 100.0 mm   |
| HRIMP   | ●  |   |   | 8.0 mm   |
| HSOL  | ●  |   |   | 100.0 mm   |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |   |  |
| STRNE   |  | ● |   | 0.447 °C   |
| TFC   |  | ● |   | 2.65 mm/°C                                       |
| TFD   |  | ● |   | 4.56 mm/°C                                       |
| TSC   |  | ● |   | 0.081 °C   |
| TSD   |  | ● |   | -0.501 °C  |
| TTD   |  | ● |   | 0.70   |
| TTS   |  | ● |   | -0.206 °C  |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |   |  |
| EVNAP   | ●  |   |   | 49.9 % (0.499)                                   |
| HPOT  | ●  |   |   | 91.5 mm  |
| XAA   |  | ● |   | 0.7414   |
| XIT   |  | ● |   | 16.47  |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |   |  |
| EXXKT   | ●  |   |   | 0.0188 transfert aval amont NPJO=7 carreaux/jour |
| ZN  |  |   | ● | 5 jours  |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |   |  |
| COET  |  | ● |   | -1.04 °C/1000m                                   |
| COEP  |  | ● |   | 1.37 mm/m  |
| FACT  | ●  |   |   | 1.0  |
| JOEVA   | ●  |   |   | 80 jours   |
| JONEI   | ●  |   |   | 80 jours   |
| XINFMA  |  | ● |   | 13.3 mm/jour                                     |
| XLA   |  |   | ● | 4950   |
| TRI   |  |   | ● | 19.6 % (0.196)                                   |

Tableau 5.4 Chute du Diable (CD), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années                    | CD (969907) |           |          | R. Manouane (062209) |           |          | R.Serpent (062214) |           |          |
|---------------------------|-------------|-----------|----------|----------------------|-----------|----------|--------------------|-----------|----------|
|                           | Critère     | Lame (mm) |          | Critère              | Lamme(mm) |          | Critère            | Lame (mm) |          |
|                           | Nash        | Observée  | Calculée | Nash                 | Observée  | Calculée | Nash               | Observée  | Calculée |
| Calibration               |             |           |          |                      |           |          |                    |           |          |
| 1985                      | .9192*      | 641.52    | 607.32   | 0.8691               | 658.54    | 610.56   |                    |           |          |
| 1986                      | .9143       | 617.37    | 557.37   | 0.8952               | 604.51    | 532.04   |                    |           |          |
| 1987                      | .600        | 563.6     | 495.63   | 0.4209               | 651.82    | 522.88   |                    |           |          |
| 1988                      | .8978       | 644.94    | 653.32   | 0.8499               | 673.64    | 630.23   |                    |           |          |
| 1989                      | .9057       | 653.86    | 594.32   | 0.8666               | 681.79    | 561.28   |                    |           |          |
| 1985 -1989 <sup>(2)</sup> | .9588       | 624.22    | 581.54   | 0.9024               | 653.97    | 571.35   |                    |           |          |
| Vérification              |             |           |          |                      |           |          |                    |           |          |
| 1990                      | .8792*      | 603.64    | 623.49   | 0.7254               | 610.81    | 640.96   |                    |           |          |
| 1991                      | .9500       | 578.77    | 590.1    | 0.9311               | 609.77    | 575.89   | 0.7109*            | 309.96    | 619.55   |
| 1992                      | .9425       | 759.54    | 669.99   | 0.8952               | 827.6     | 651.77   | 0.8944             | 651.30    | 706.13   |
| 1993                      | .8929       | 761.96    | 790.51   | 0.8901               | 851.6     | 805.24   | 0.7546             | 667.83    | 838.8    |
| 1994                      | .8713       | 716.81    | 756.16   | 0.8223               | 774.14    | 730.09   | 0.7912             | 631.62    | 814.54   |
| 1995                      | .8336       | 692.3     | 734.45   | 0.7648               | 783.8     | 730.95   | 0.7698             | 646.21    | 778.25   |
| 1990 -1995 <sup>(2)</sup> | .9653       | 685.52    | 694.07   | 0.9496               | 742.88    | 689.11   | 0.8953*            | 620.29    | 734.32   |

<sup>(1)</sup> Manque de données.

<sup>(2)</sup> Moyenne interannuelle

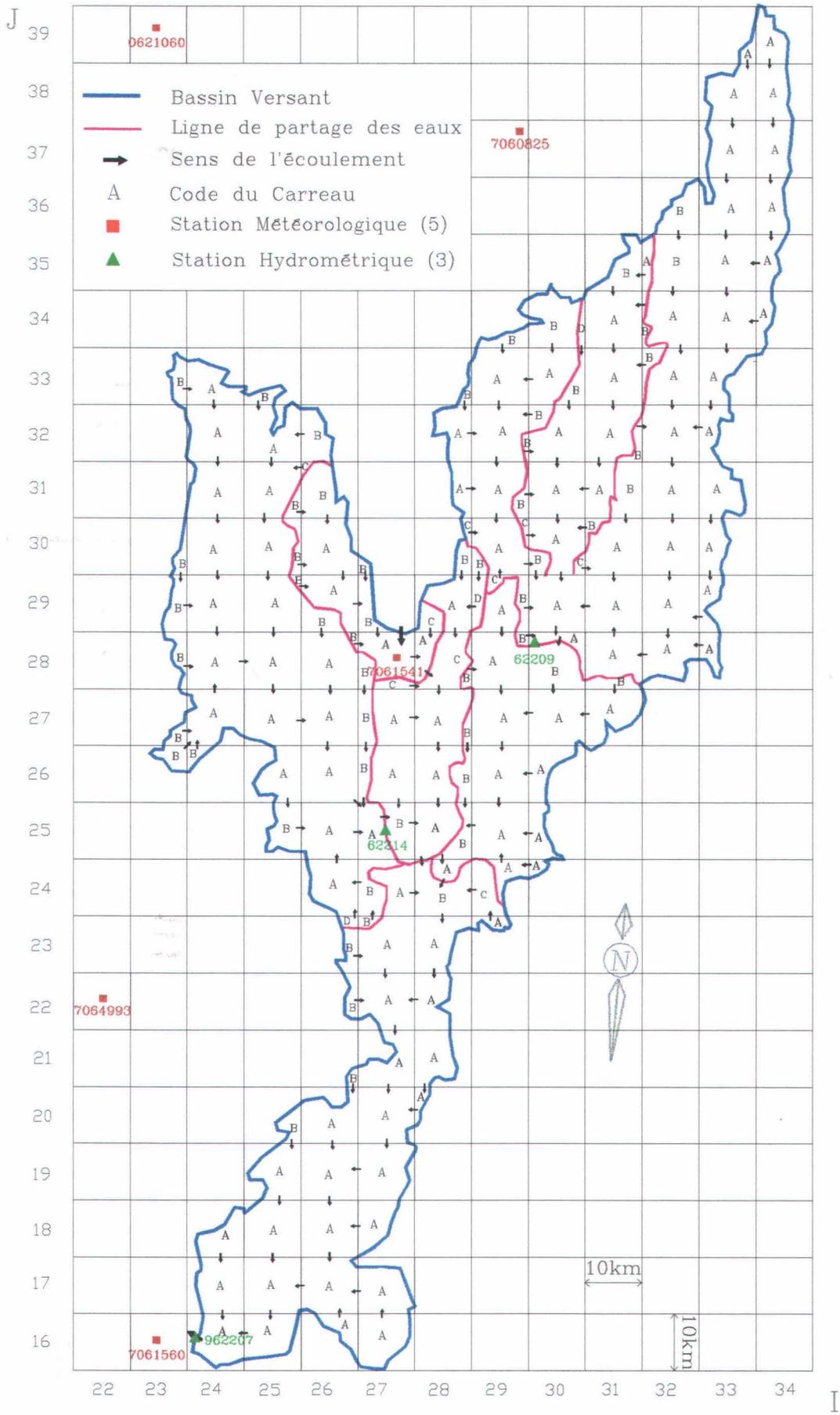


Figure 5.1 Schématisation du bassin versant de la centrale Chutes du Diable (CD).

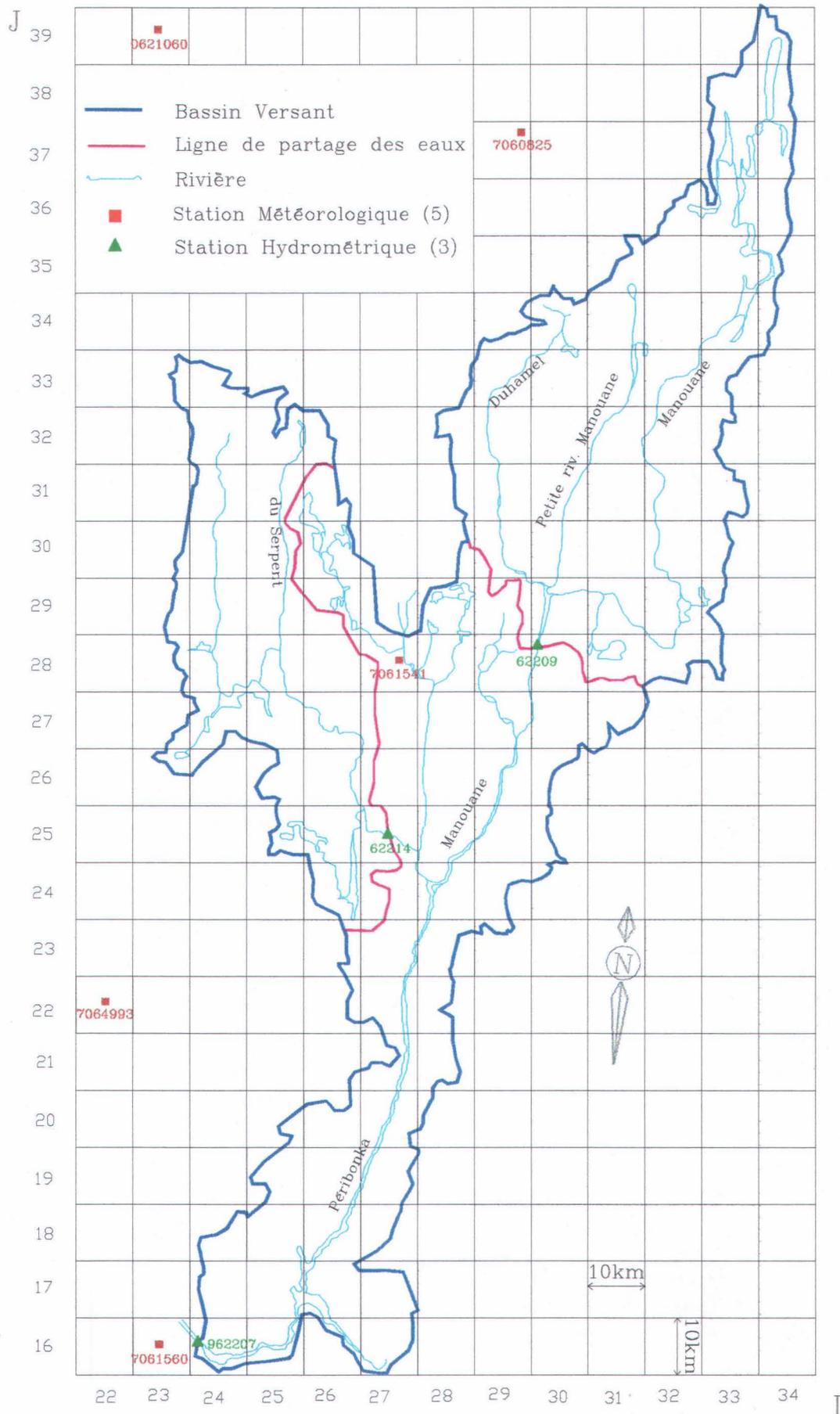


Figure 5.2 Emplacement du bassin versant de la centrale Chutes du Diable (CD) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## Débits journaliers

Numéro de station: CD

Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9595

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 192.00 cal.:179.29

Lame interannuelle (mm) obs.: 624.22 cal.:581.54

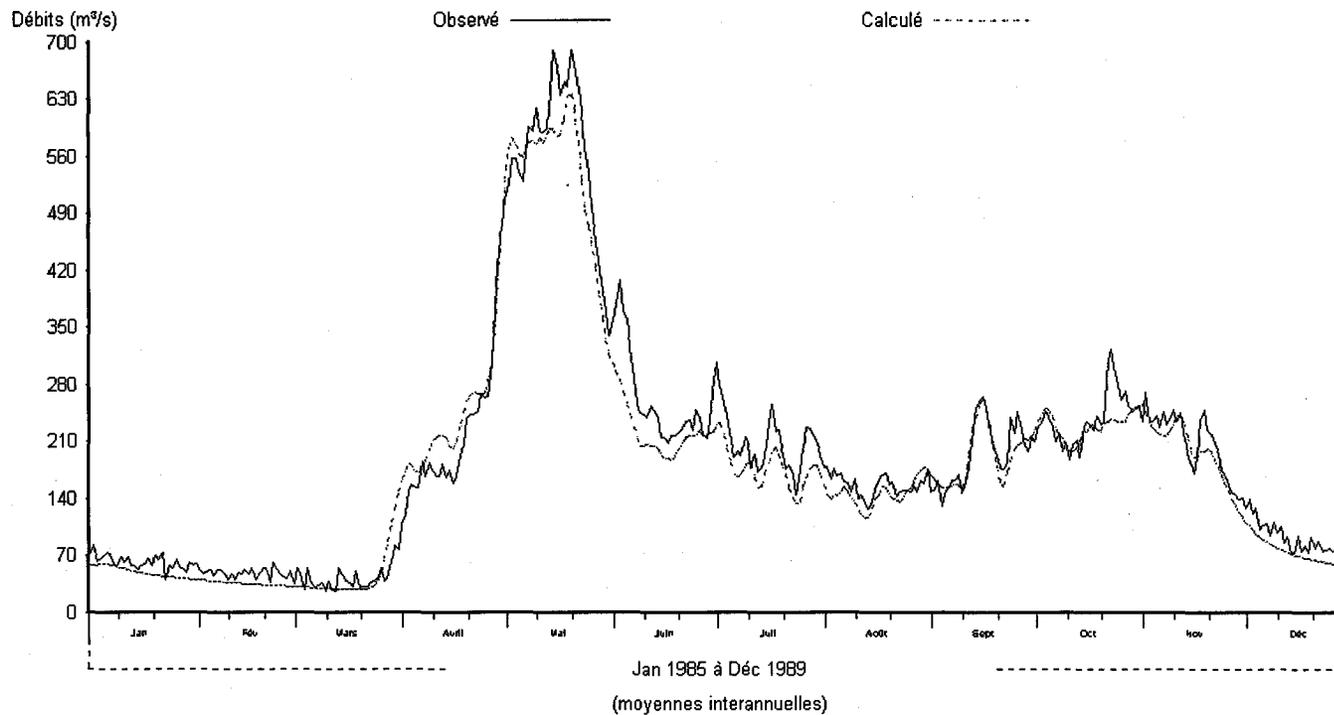


Figure 5.3 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD).

## Débits journaliers

Numéro de station: CD

Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9653

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 210.86 cal.: 213.94

Lame interannuelle (mm) obs.: 685.52 cal.: 695.55

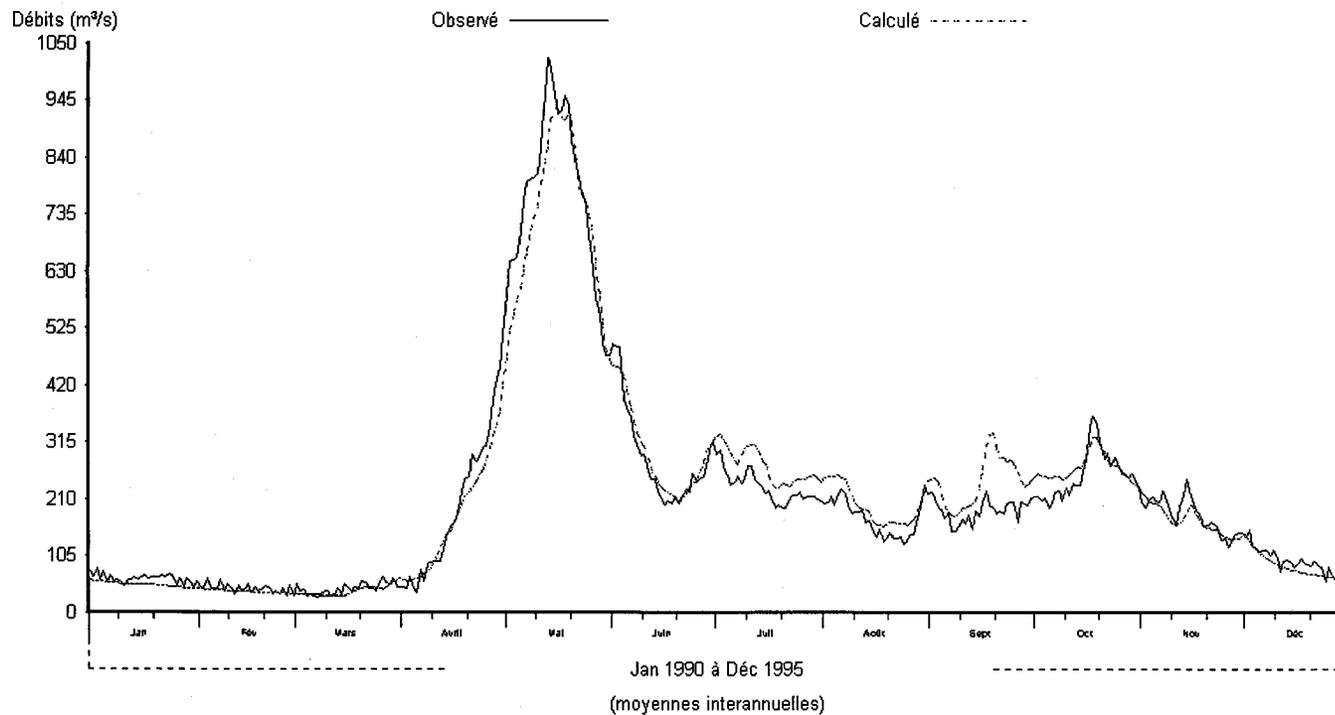


Figure 5.4 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CD

Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9766

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 192.02 cal.:179.29  
Lame interannuelle (mm) obs.: 624.28 cal.:582.28

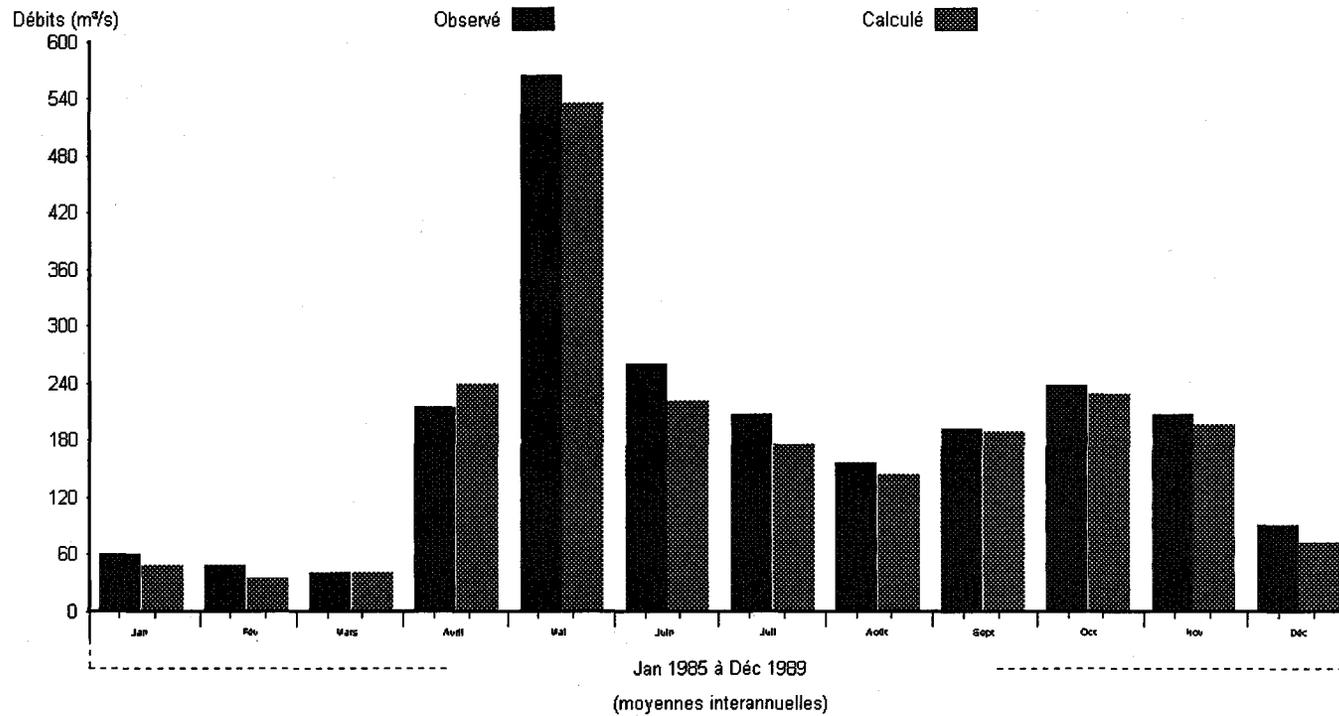


Figure 5.5 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CD

Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9811

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 210.85 cal.:213.94

Lame interannuelle (mm) obs.: 685.51 cal.:695.55

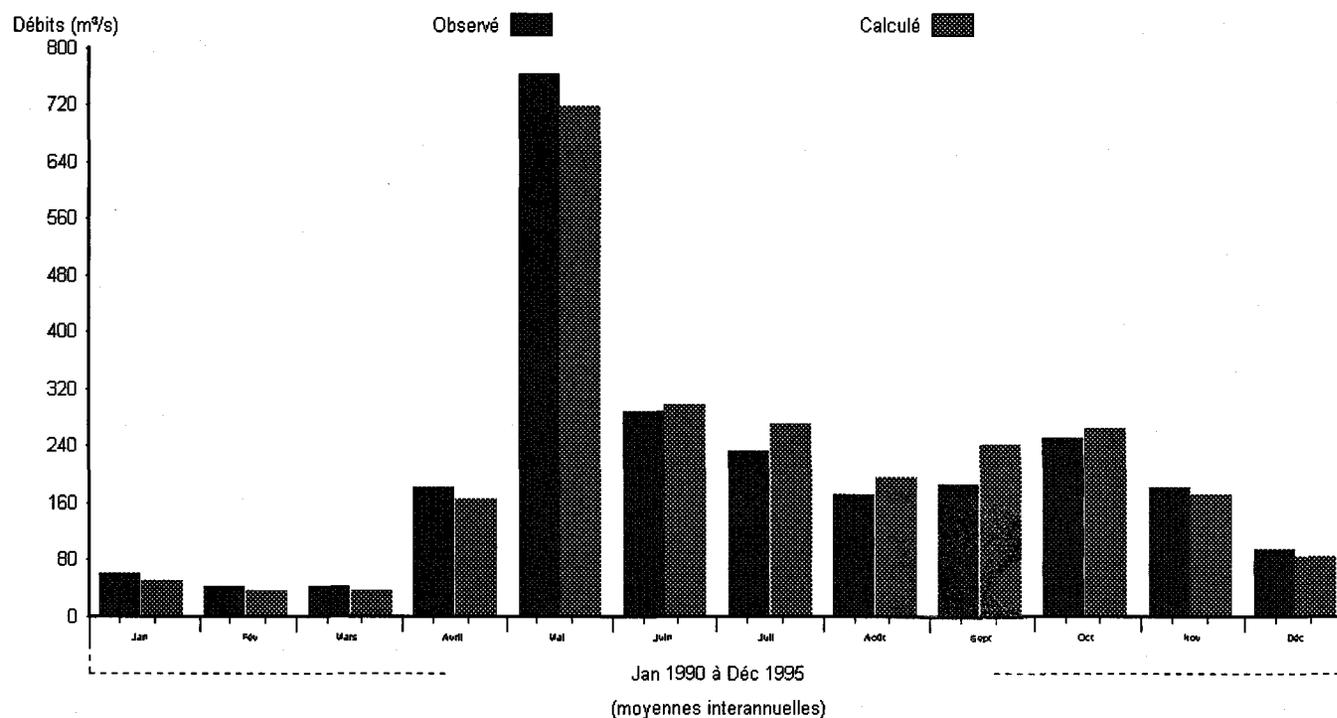


Figure 5.6 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CD

Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9402

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 191.94 cal.:179.21

Lame (mm) obs.: 3121.8 cal.:2914.7

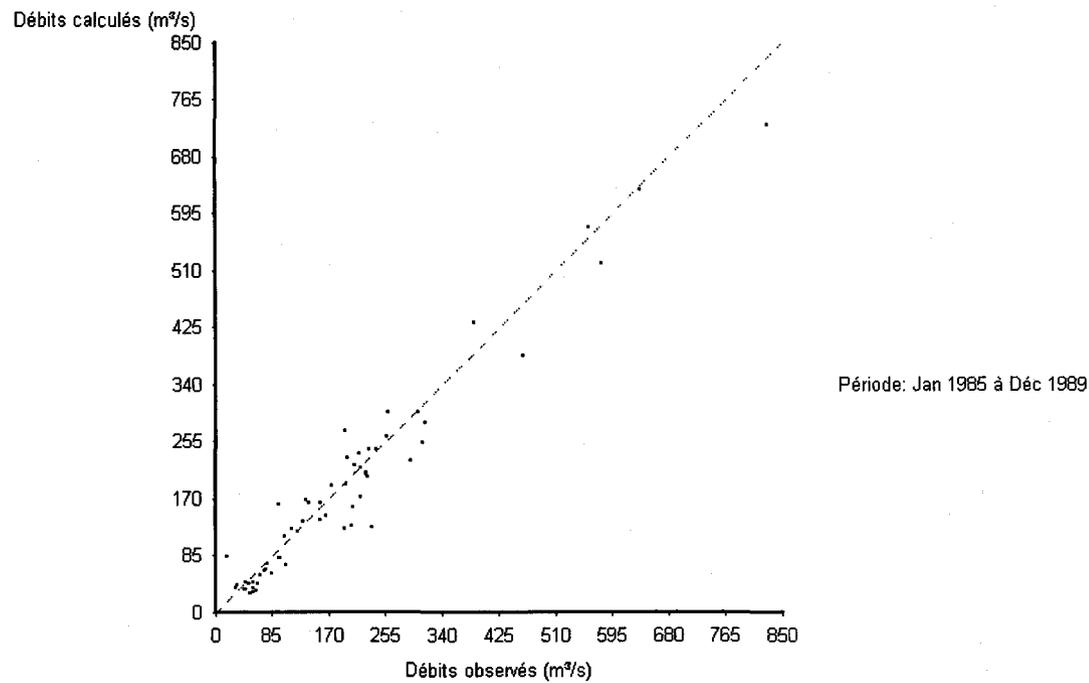


Figure 5.7 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CD

Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9546

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 210.78 cal.:213.86

Lame (mm) obs.: 4113.5 cal.:4173.6

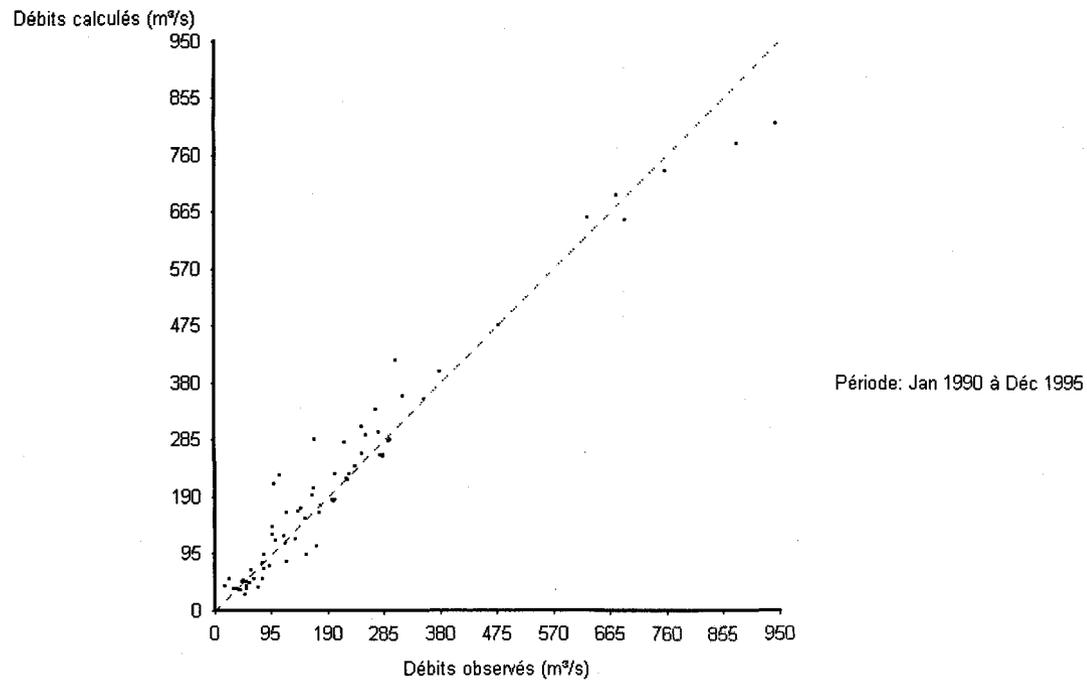


Figure 5.8 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: CD

Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9816

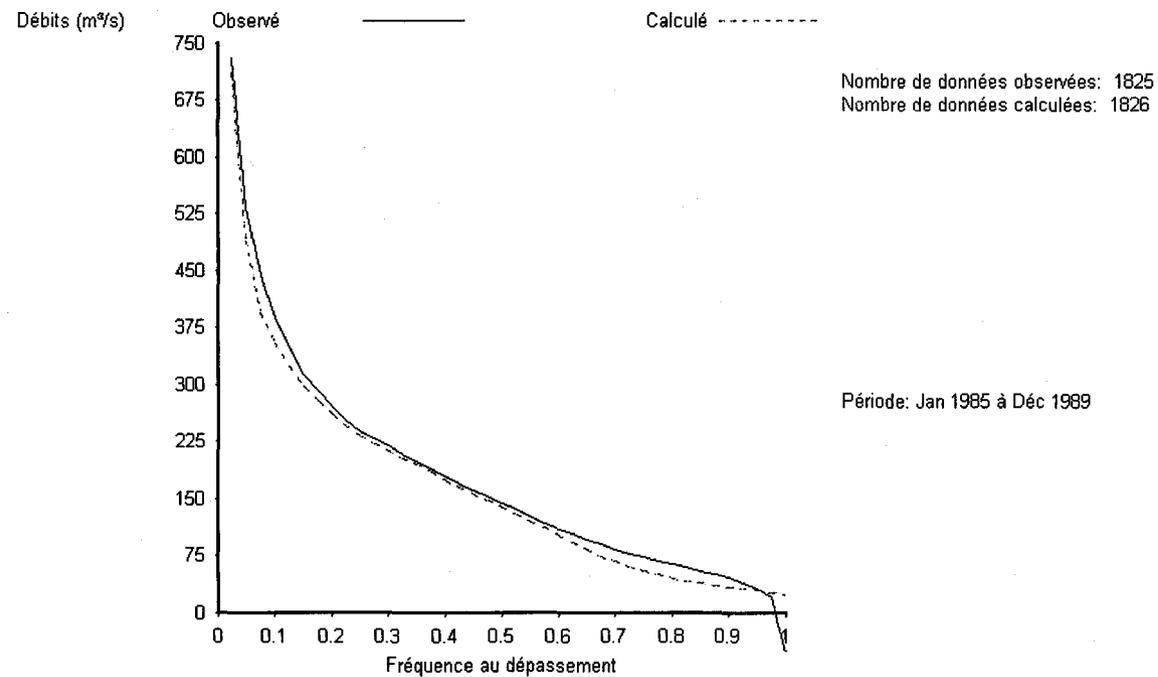


Figure 5.9 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: CD

Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9895

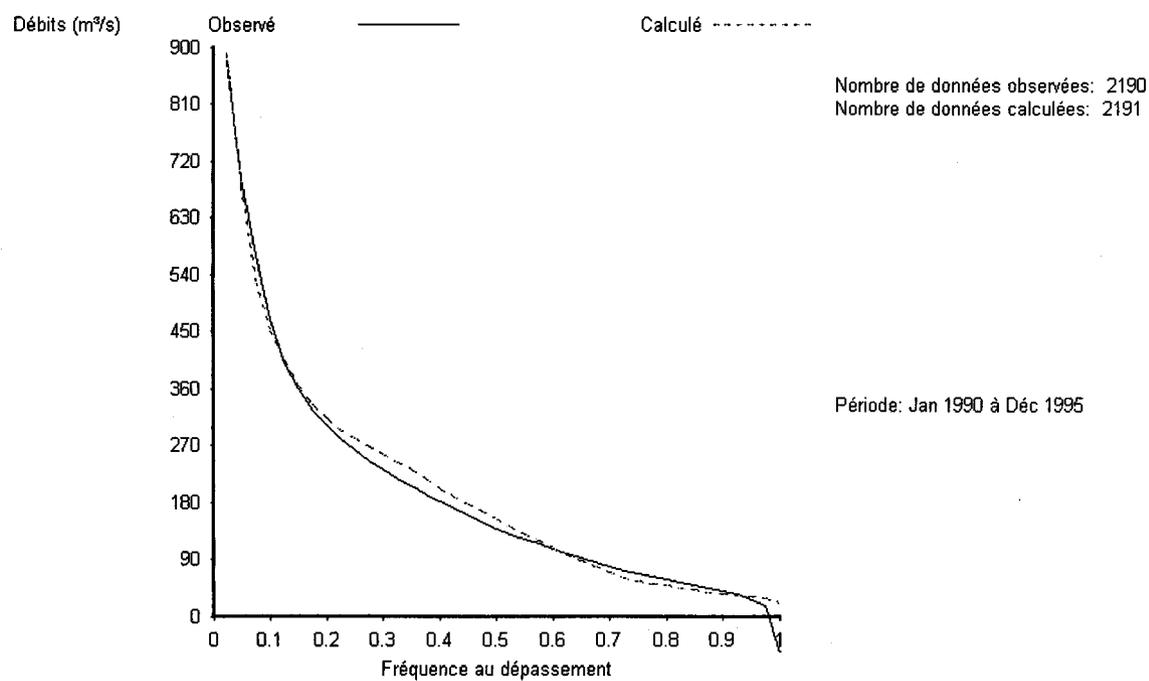


Figure 5.10 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD) pour la période de vérification (1990-1995).

## Débits journaliers

Numéro de station: 062209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9050

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 74.654 cal.:65.589  
Lame interannuelle (mm) obs.: 653.97 cal.:574.56

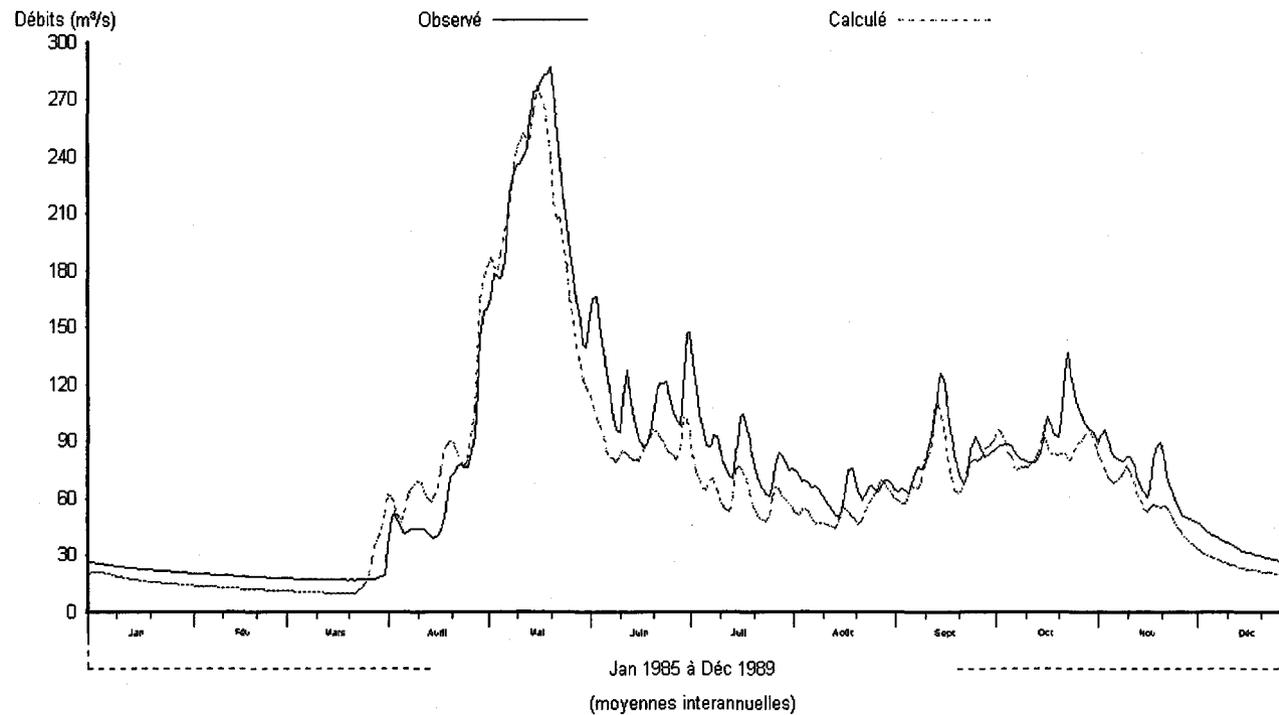


Figure 5.11 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU).

## Débits journaliers

Numéro de station: 062209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9512

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 84.803 cal.: 79.076  
Lame interannuelle (mm) obs.: 742.88 cal.: 692.71

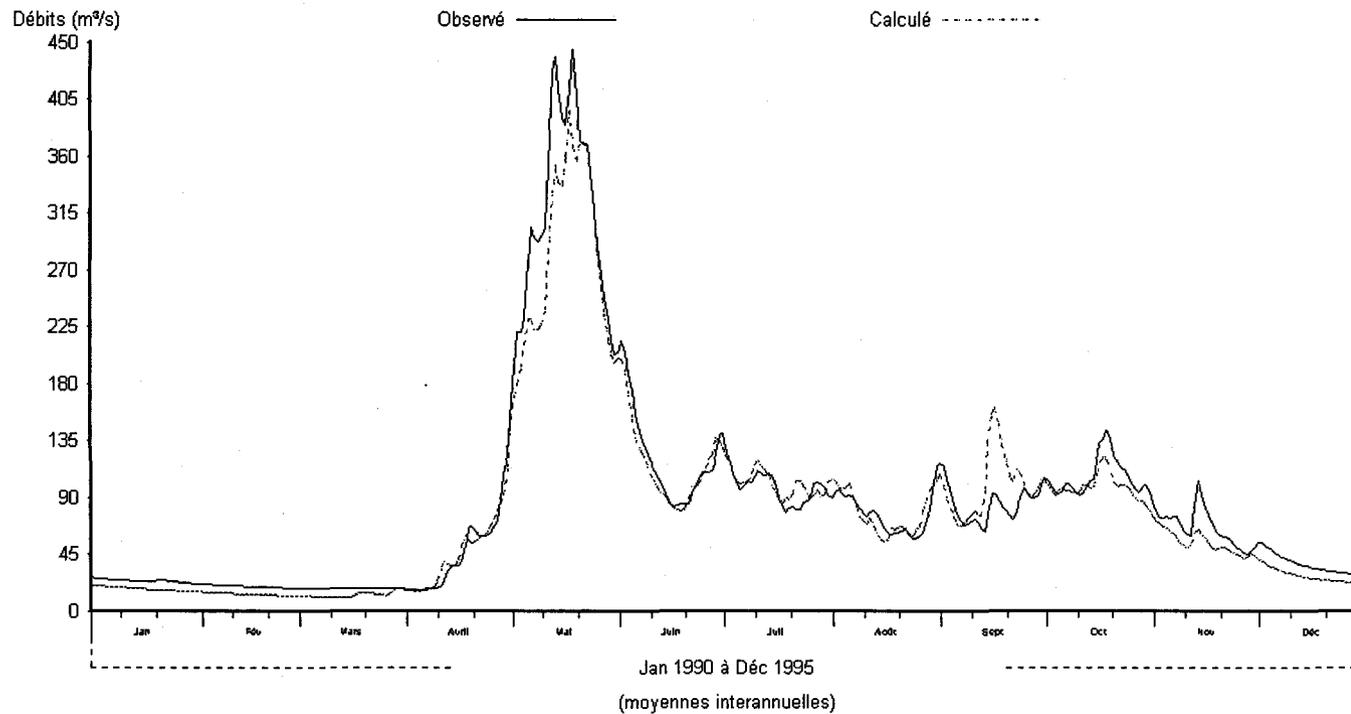


Figure 5.12 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 062209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.330

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 74.653 cal.:65.589  
Lame interannuelle (mm) obs.: 653.96 cal.: 574.56

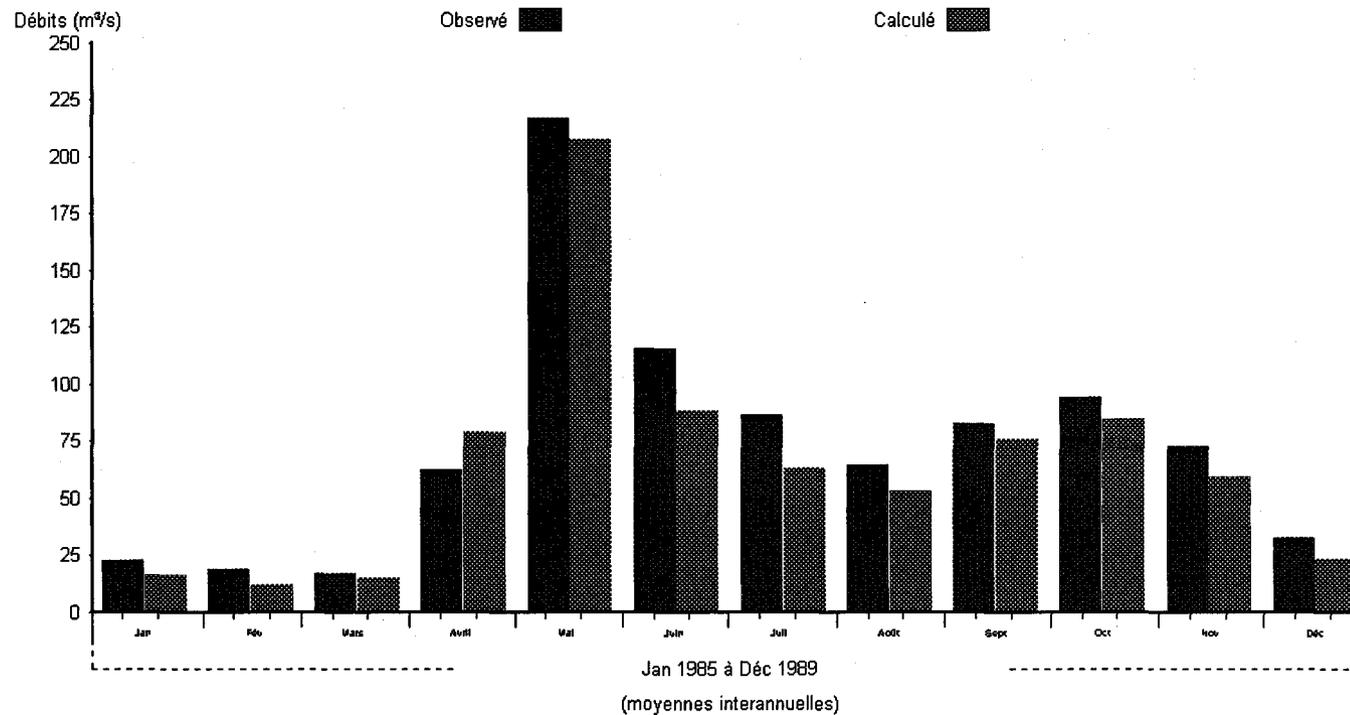


Figure 5.13 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 062209

Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9718

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 84.802 cal.: 79.076

Lame interannuelle (mm) obs.: 742.87 cal.: 692.70

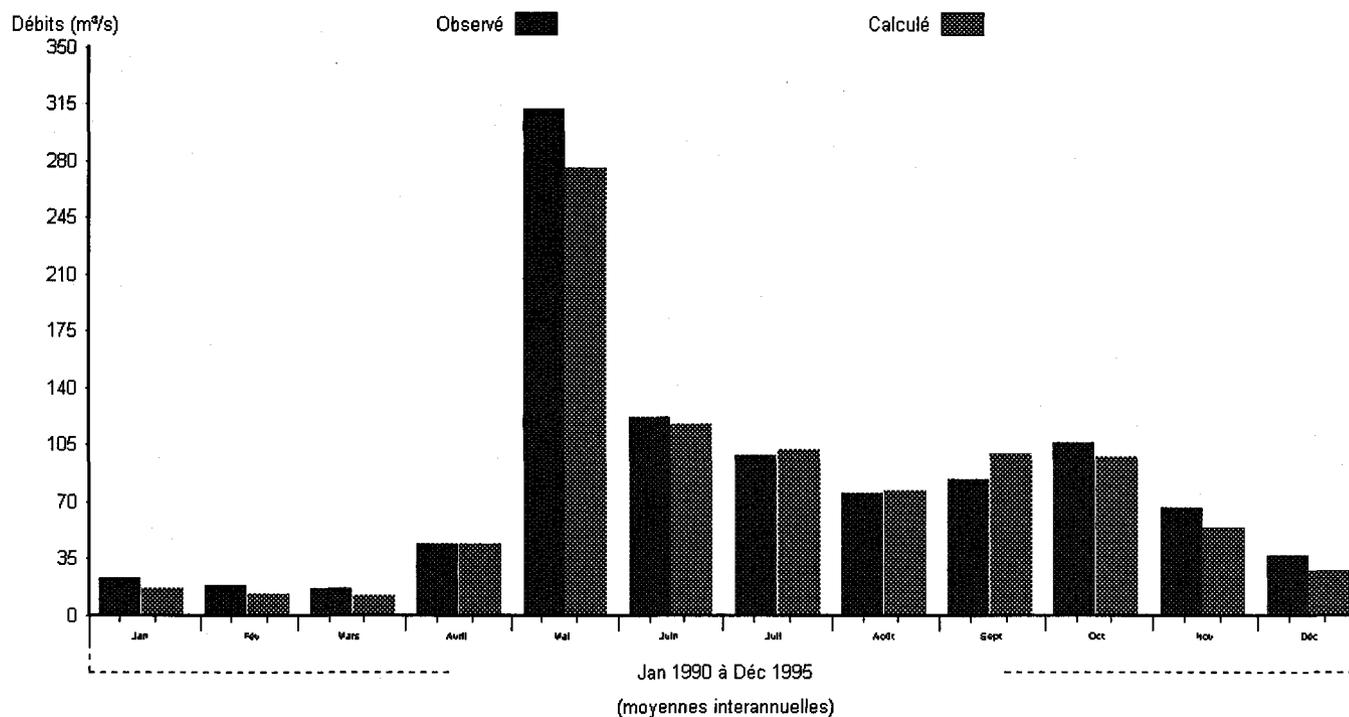


Figure 5.14 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 062209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8963

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 74.623 cal.: 69.559  
Lame (mm) obs.: 3270.3 cal.: 2873.0

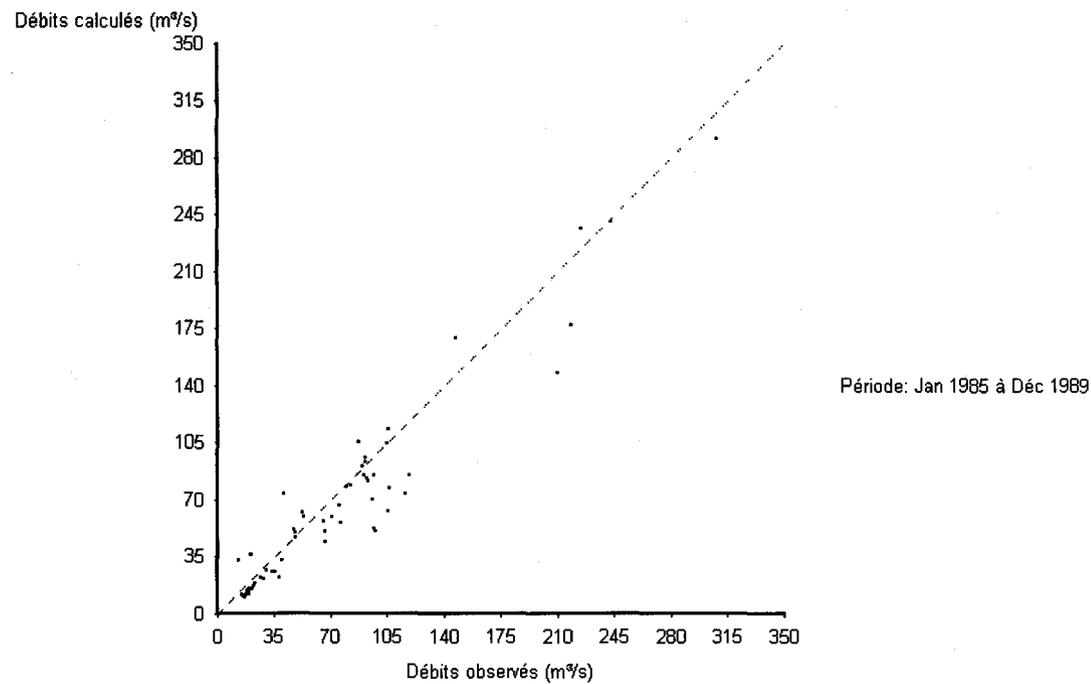


Figure 5.15 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 062209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9335

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 84.773 cal.: 79.045  
Lame (mm) obs.: 4457.7 cal.: 4156.5

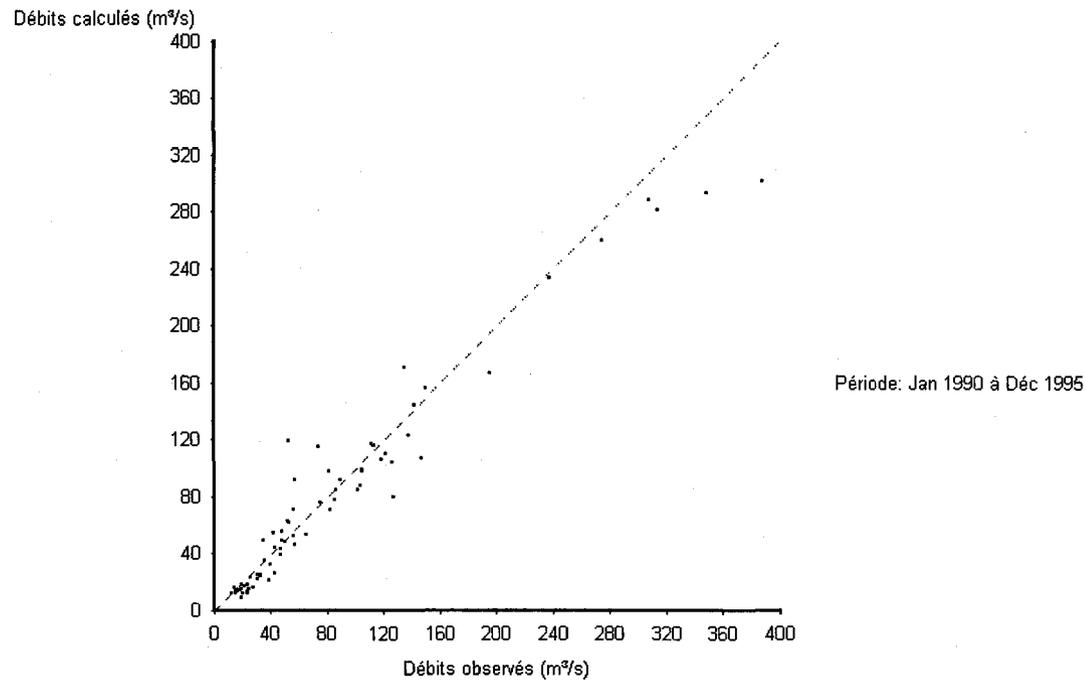


Figure 5.16 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: 062209

Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9517

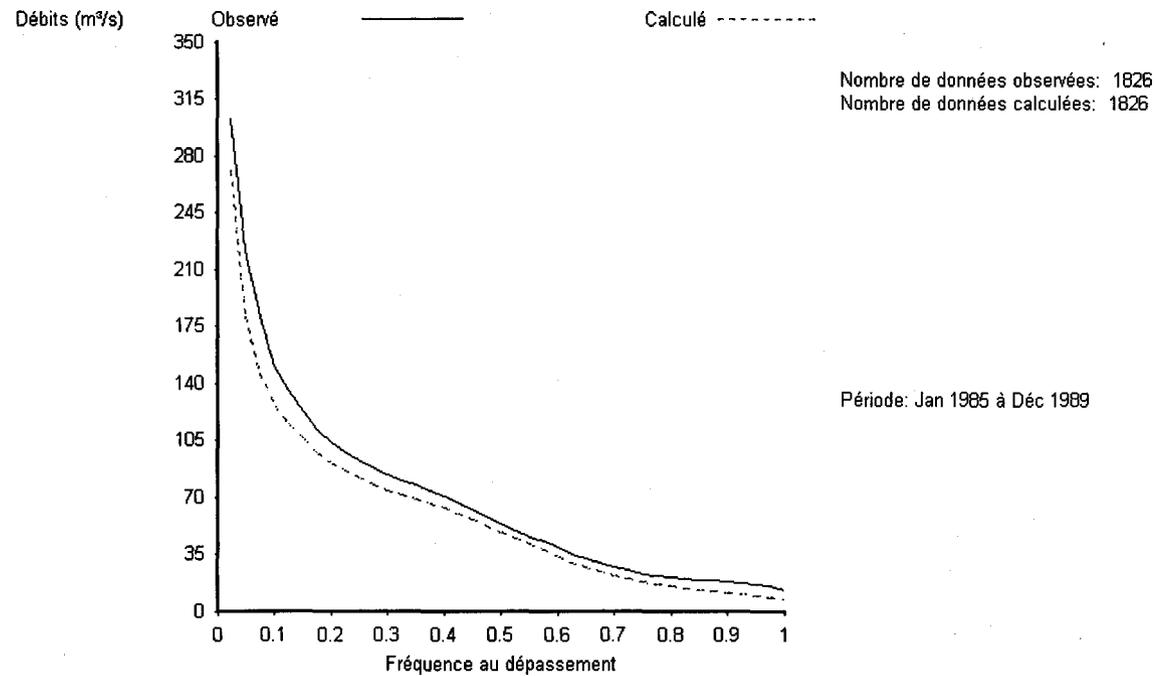


Figure 5.17 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: 062209

Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9812

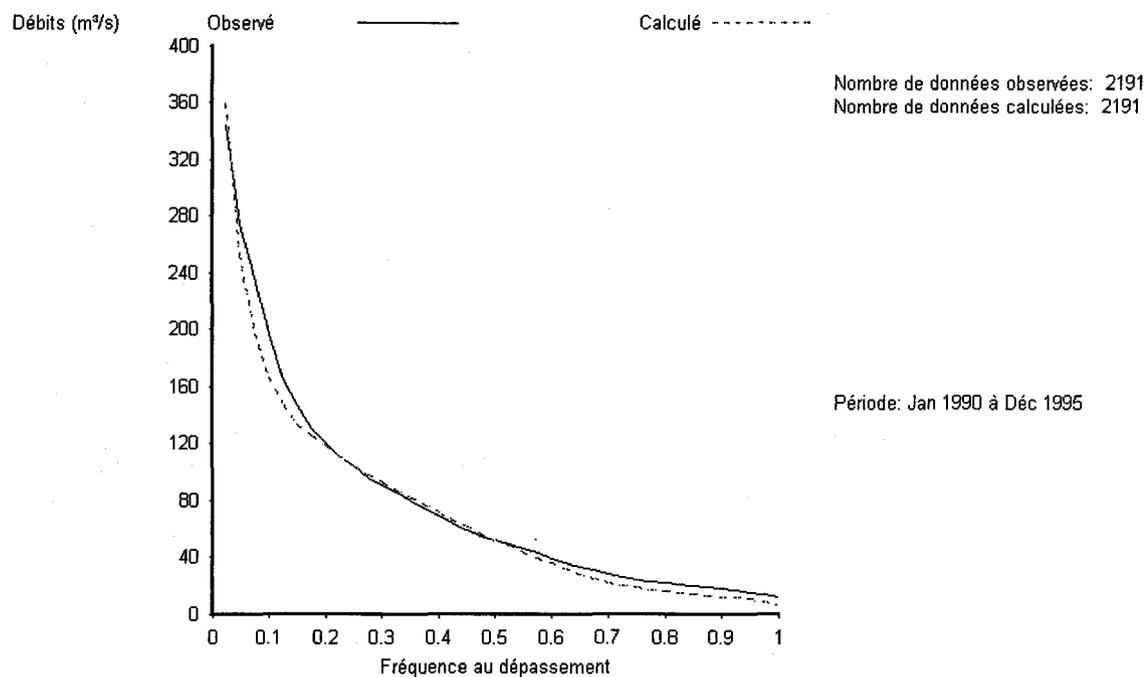


Figure 5.18 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour la période de vérification (1990-1995).

## Débits journaliers

Numéro de station: SERP

Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9001

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 43.272 cal.: 52.454

Lame interannuelle (mm) obs.: 620.29 cal.: 751.90

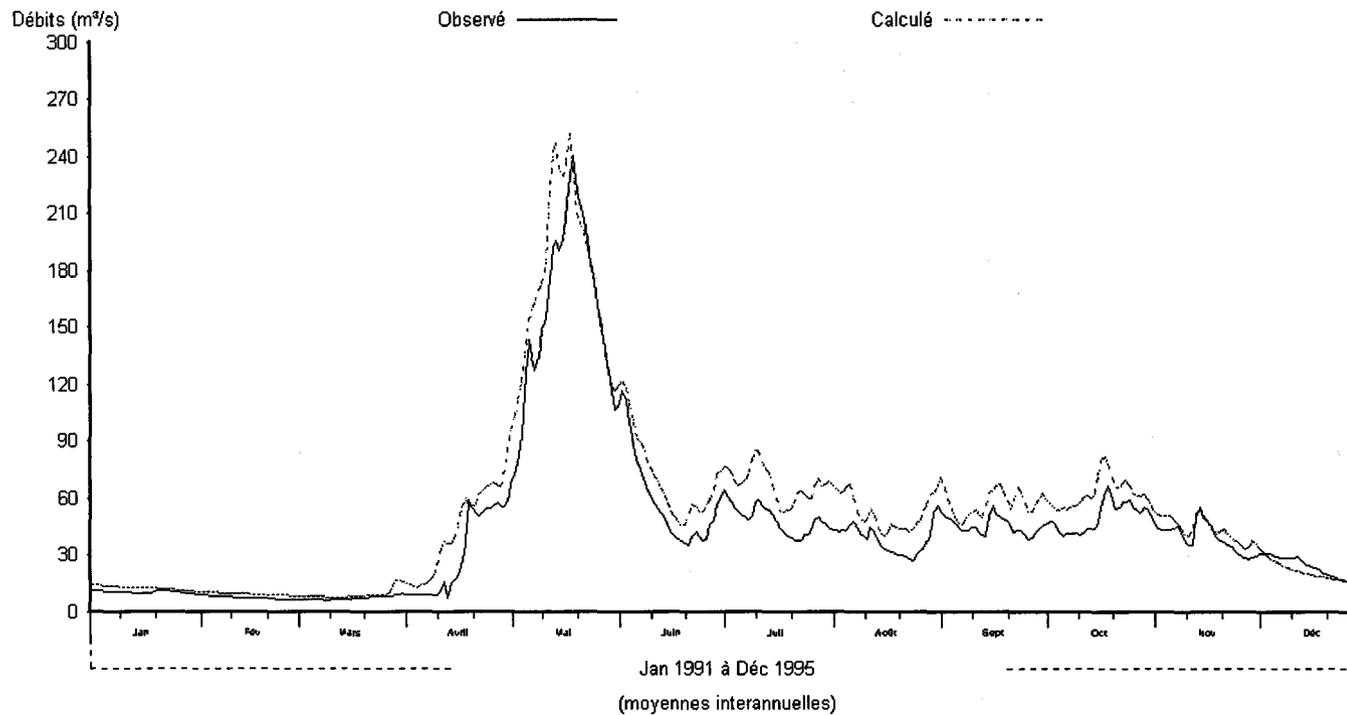


Figure 5.19 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1991-1995) à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: SERP

Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9018

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 43.014 cal.: 52.53

Lame interannuelle (mm) obs.: 616.58 cal.: 751.89

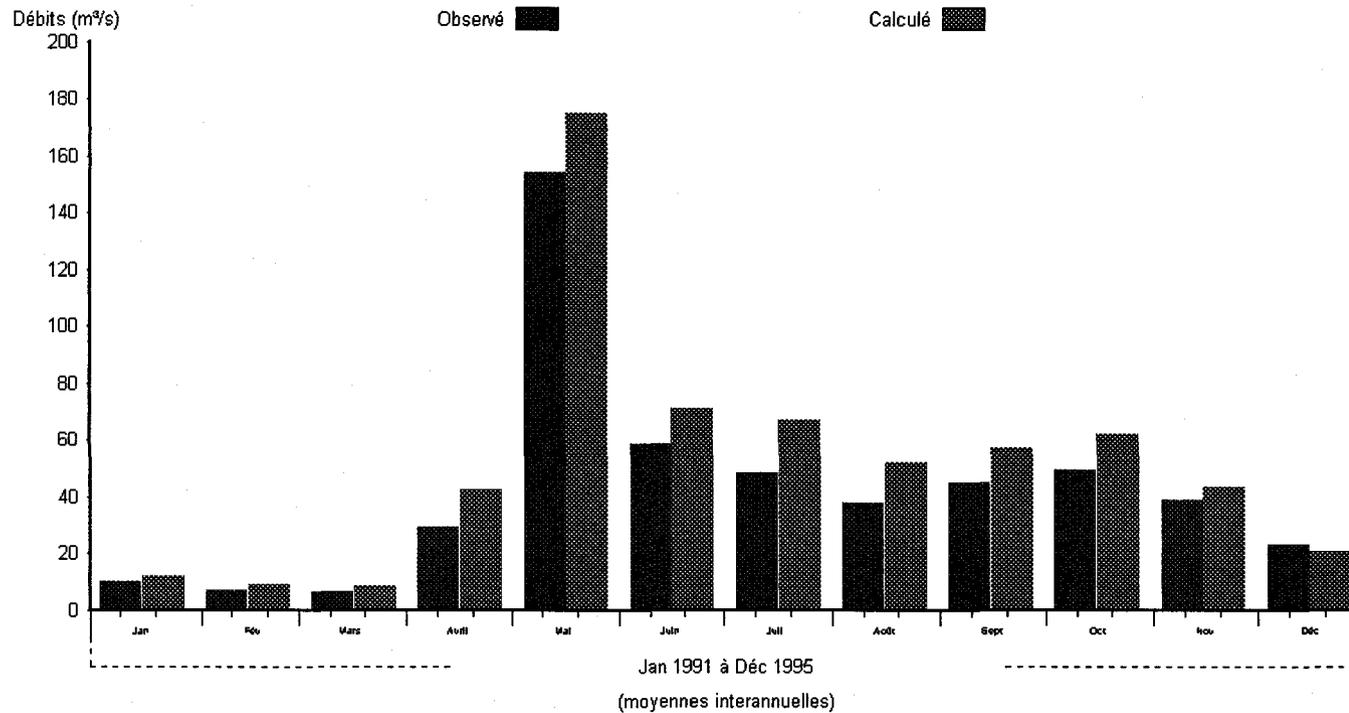


Figure 5.20 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1991-1995) à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP).

## Débits mensuels

Numéro de station: SERP  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9001

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 43.272 cal.: 52.454  
Lame (mm) obs.: 620.29 cal.: 751.90

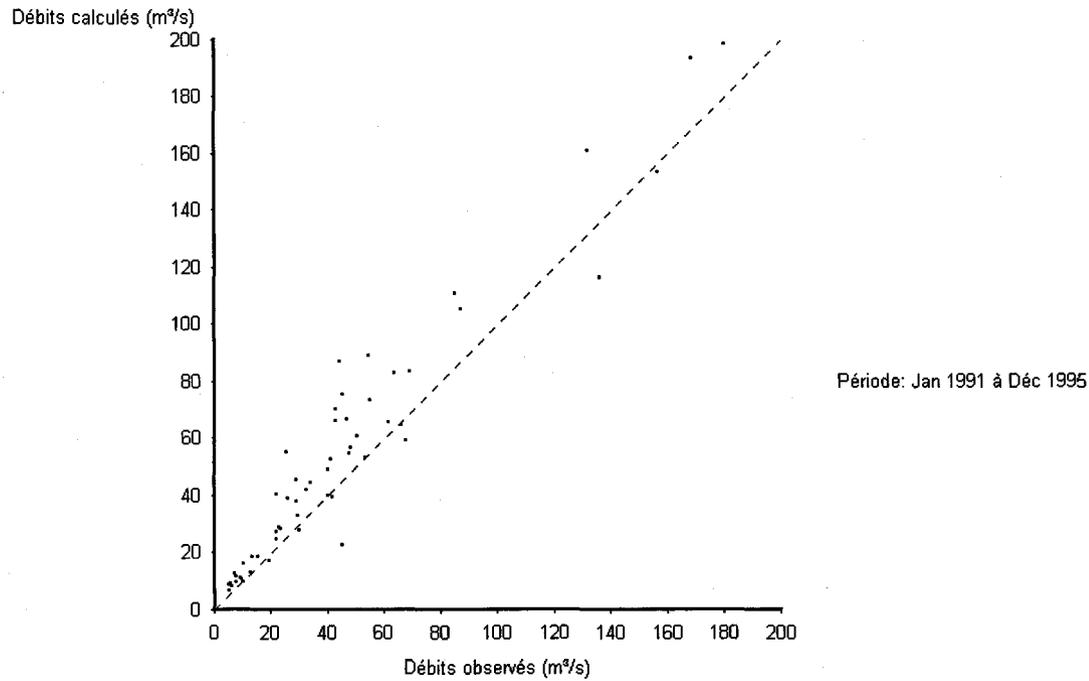


Figure 5.21 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1991-1995) à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: SERP

Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9256

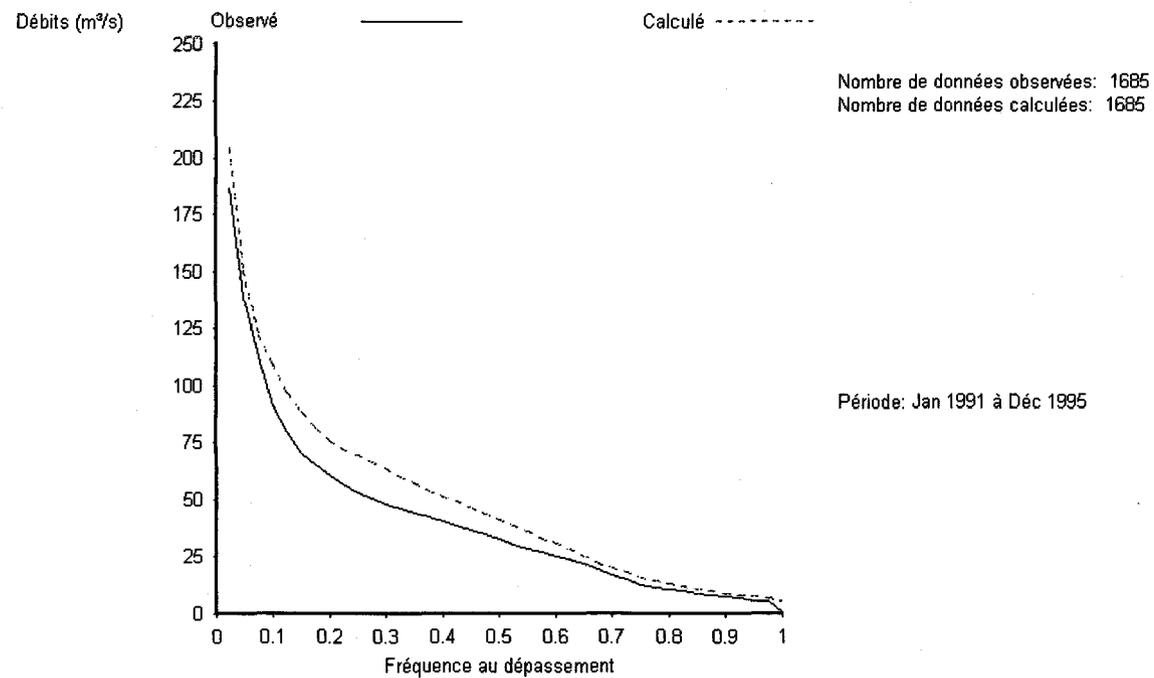


Figure 5.22 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP) pour la période de vérification (1991-1995).

# 6

## APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN DE CHUTE À LA SAVANE (CS)

---

Le bassin versant de Chute à la Savane (CS) a une superficie de 1 300 km<sup>2</sup> et est compris entre les centrales Chute du diable et Chute à la Savane. La rivière Alex est le cours d'eau principal. Les données hydrométriques utilisées pour la calibration et la vérification du modèle, sur ce bassin versant, sont les apports naturels journaliers reconstitués à Chute à la Savane.

### 6.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km établie par Alcan. La figure 6.1 montre la schématisation du bassin versant à l'exutoire du bassin Chute à la Savane. Les caractéristiques physiographiques et les données de drainage ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Le pourcentage de forêt déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

La figure 6.2 montre les principaux cours d'eau du bassin versant avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## 6.2 Données hydro-météorologiques

Le tableau 6.1 donne la liste des stations météorologiques, et la période d'observation disponibles. Les apports naturels reconstitués (CS) sont également disponibles pour la période 1985 à 1995. Le tableau 6.2 donne les principales caractéristiques et la position des stations météorologiques et hydrométriques, par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et le poids relatif ou le pourcentage d'influence selon que l'on utilise le polygone de Thiessen ou la pondération des trois stations météorologiques les plus près. Pour les simulations, de la même façon que pour tous les autres bassins versants, nous avons utilisé la méthode des trois stations météorologiques les plus près pour estimer les données météorologiques sur chaque carreau entier. La position des stations météorologiques par rapport au bassin versant CS est montrée sur les figures 6.1 et 6.2.

La dernière partie du tableau 6.2 nous montre que ce bassin versant est schématisé à l'aide de 25 "carreaux entiers" et de 29 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué est de 1 299 km<sup>2</sup>, par rapport à 1300 km<sup>2</sup> pour le bassin versant réel.

## 6.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique

L'ajustement des paramètres a été fait par essai et erreur pour une première approximation en utilisant les apports naturels (CS) reconstitués à l'exutoire du bassin versant Chute à la Savane pour la période 1985 à 1989. L'ajustement final des principaux paramètres a été fait par optimisation.

Le tableau 6.3 montre les valeurs finales des paramètres du modèle hydrologique CEQUEAU ajustés pour le bassin versant CS.

## 6.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant Chute à la Savane

Les résultats numériques des simulations, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1995), sont présentés au tableau 6.4. Ce tableau donne les valeurs des coefficients de Nash calculés annuellement et pour les périodes de calibration et

de vérification. Les lames annuelles observées et calculées sur le bassin versant sont également montrées sur ce tableau.

L'étude du tableau 6.4 montre que les coefficients de Nash varient de 0.41 à 0.76 pour la période de calibration et de 0.36 à 0.72 pour la période de vérification. Les lames annuelles d'écoulement sont sous-estimées sauf pour deux ans (1991 et 1992) où la lame annuelle des débits simulés est supérieure aux apports reconstitués.

Les graphiques des figures 6.3 à 6.10 montrent les principaux résultats des simulations pour la période de calibration et de vérification.

Les figures 6.3 et 6.4 montrent les débits journaliers, moyenne interannuelle, pour la période de calibration et de vérification pour le bassin versant CS. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations est comparable pour les deux périodes même si le coefficient de Nash pour la période de vérification est légèrement plus faible que celui de la période de calibration. L'on observe également sur ces deux figures que la valeur maximum de la crue printanière est assez bien reproduite pour la période de calibration mais est surévaluée pour la période de vérification. Les débits simulés pour la période d'étiage hivernal sont légèrement faibles. On observe sur ce bassin versant une oscillation assez importante des apports reconstitués, compte tenu de la superficie du bassin versant.

Les figures 6.5 et 6.6 montrent les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels pour la période de calibration et de vérification. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreurs importantes et que les débits calculés sont valables pour tous les mois.

Les figures 6.7 et 6.8 montrent la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés. On observe sur ces figures qu'il y a plus de points sous la droite à 45° principalement pour les bas débits, ce qui implique que les débits moyens mensuels simulés sont trop faibles.

Les figures 6.9 et 6.10 montrent pour la période de calibration et de vérification les débits observés et calculés classés. Sur cette figure, on observe que les débits maximums calculés sont supérieurs aux débits observés. Les apports naturels reconstitués vont jusqu'à  $-40 \text{ m}^3/\text{s}$ , cependant le nombre de débits négatifs est relativement faible car la pente de la courbe est très forte pour les bas débits. Par contre, il est probable que plusieurs apports naturels reconstitués positifs sont également en erreur même si c'est moins évident.

Les courbes annuelles des débits journaliers, observés et calculés sur le bassin versant CS, sont montrées sur les figures E1 à E11 de l'annexe E.

Les paramètres retenus permettent de reproduire les apports naturels reconstitués sans erreurs systématiques et ils seront utilisés pour la prévision des débits à court et à moyen termes et

pour l'analyse de l'influence de l'utilisation des relevés nivométriques sur la précision des débits simulés.



Tableau 6.2 Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant Chute à la Savane (CS).

|                          | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>° C  | Préc moy<br>(mm)             | Poids <sup>(1)</sup><br>%          | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|--------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>             |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
| Ch.des-Passes<br>7061541 | 27     | 28            | 399             | -0.06        | 911.                         | 17.22                              | 0.38                      |
| Ch.du Diable<br>7061560  | 23     | 16            | 174             | 1.49         | 838.                         | 44.60                              | 43.34                     |
| Mistassibi 2<br>7064993  | 22     | 22            | 244             | 0.93         | 870.                         | 38.18                              | 56.27                     |
| <b>APPORTS NATURELS</b>  |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
|                          |        | Sortie<br>I-J | Nombre<br>CE    | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V.calcul<br>é<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| CS                       | 962203 | 23-16A        | 25              | 29           | 1 300.0                      | 1 299.0                            | -0.08                     |

<sup>(1)</sup> Par pondération des 3 stations les plus près

<sup>(2)</sup> Par polygone de Thiessen

Tableau 6.3 Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant Chute à la Savane (CS).

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |   |
|---|--|---|---|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |   |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |   |
|   | Valeurs  |   |   |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |   |
| CIN   | ●  |   | 0.1733  |
| CVMAR   | ●  |   | 0.035   |
| CVNB  | ●  |   | 0.008   |
| CVNH  | ●  |   | 0.25  |
| CVSB  | ●  |   | 0.000   |
| CVSI  | ●  |   | 0.2212  |
| HINF  | ●  |   | 61.9424 mm  |
| HINT  | ●  |   | 68.57 mm  |
| HMAR  | ●  |   | 250.0 mm  |
| HNAP  | ●  |   | 105.0 mm  |
| HRIMP   | ●  |   | 10.0 mm   |
| HSOL  | ●  |   | 95.5 mm   |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |   |
| STRNE   |  | ● | 1.1221 °C   |
| TFC   |  | ● | 2.4252 mm/°C                                      |
| TFD   |  | ● | 5.5015 mm/°C                                      |
| TSC   |  | ● | -0.0024 °C  |
| TSD   |  | ● | 0.8981 °C   |
| TTD   |  | ● | 0.70  |
| TTS   |  | ● | -0.61 °C  |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |   |
| EVNAP   | ●  |   | 30.0 % (0.3)                                      |
| HPOT  | ●  |   | 93.0 mm   |
| XAA   |  | ● | 0.6883  |
| XIT   |  | ● | 31.4716   |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |   |
| EXXKT   | ●  |   | 0.0169 transfert aval amont NPJO=13 carreaux/jour |
| ZN  |  | ● | 1 jours   |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |   |
| COET  |  | ● | -2.5 °C/1000m                                     |
| COEP  |  | ● | 0.75 mm/m   |
| FACT  | ●  |   | 1.0   |
| JOEVA   | ●  |   | 80 jours  |
| JONEI   | ●  |   | 80 jours  |
| XINFMA  |  | ● | 10.0 mm/jour                                      |
| XLA   |  | ● | 4905  |
| TRI   |  | ● | 5.0 % (0.05)                                      |

Tableau 6.4 Bassin versant du Chute à la Savane (CS), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années                    | CS (962203) |           |          |
|---------------------------|-------------|-----------|----------|
|                           | Critère     | Lame (mm) |          |
|                           | Nash        | Observée  | Calculée |
| Calibration               |             |           |          |
| 1985*                     | .6952       | 788.5     | 656.41   |
| 1986*                     | .6876       | 743.37    | 634.21   |
| 1987*                     | .4146       | 613.97    | 471.44   |
| 1988*                     | .5536       | 749.15    | 714.32   |
| 1989*                     | .7559       | 696.25    | 655.43   |
| 1985 -1989 <sup>(2)</sup> | .8468 *     | 719.73    | 626.28   |
| Vérification              |             |           |          |
| 1990*                     | .6930       | 613.51    | 609.41   |
| 1991*                     | .3572       | 541.06    | 653.2    |
| 1992*                     | .6486       | 631.38    | 710.65   |
| 1993*                     | .5765       | 887.33    | 719.0    |
| 1994*                     | .7215       | 956.51    | 762.69   |
| 1995*                     | .4951       | 876.96    | 739.03   |
| 1990 -1995 <sup>(2)</sup> | .8379       | 754.57    | 698.93   |

<sup>(\*)</sup> Manque de données.

<sup>(2)</sup> Moyenne interannuelle

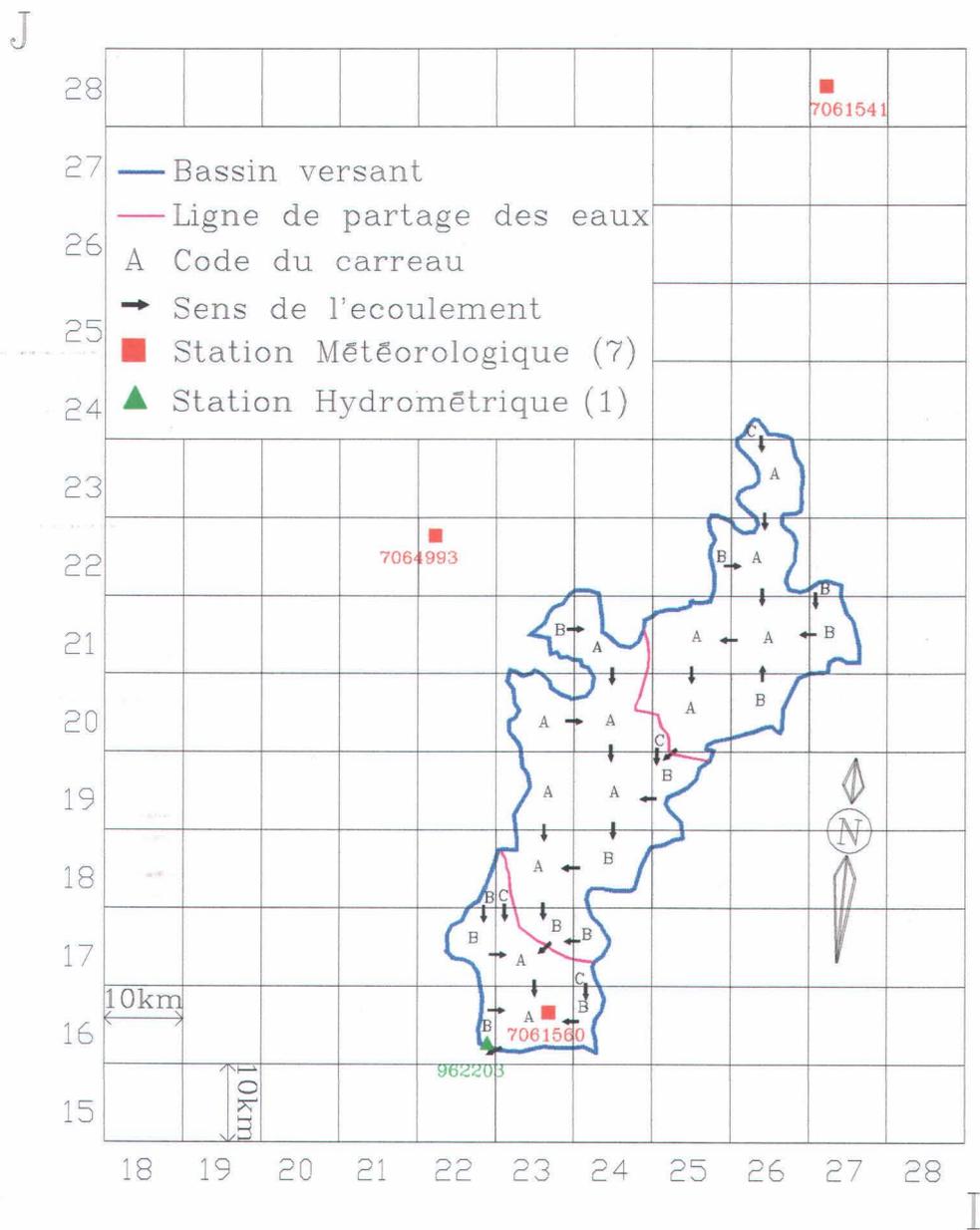


Figure 6.1 Schématisation du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS).

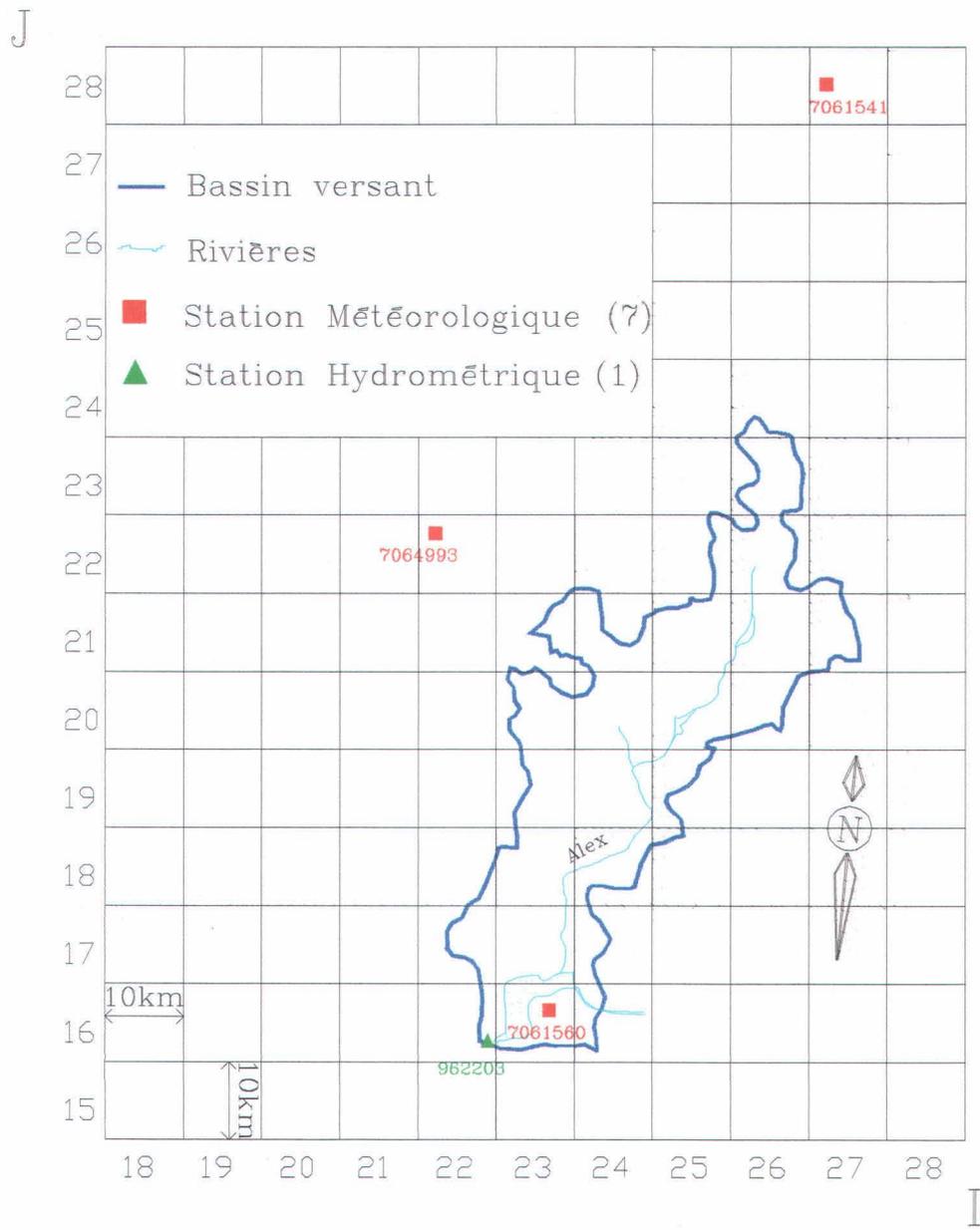


Figure 6.2 Emplacement du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## Débits journaliers

Numéro de station: CS

Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8468

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 29.669 cal.:25.817

Lame interannuelle (mm) obs.: 719.73 cal.:626.28

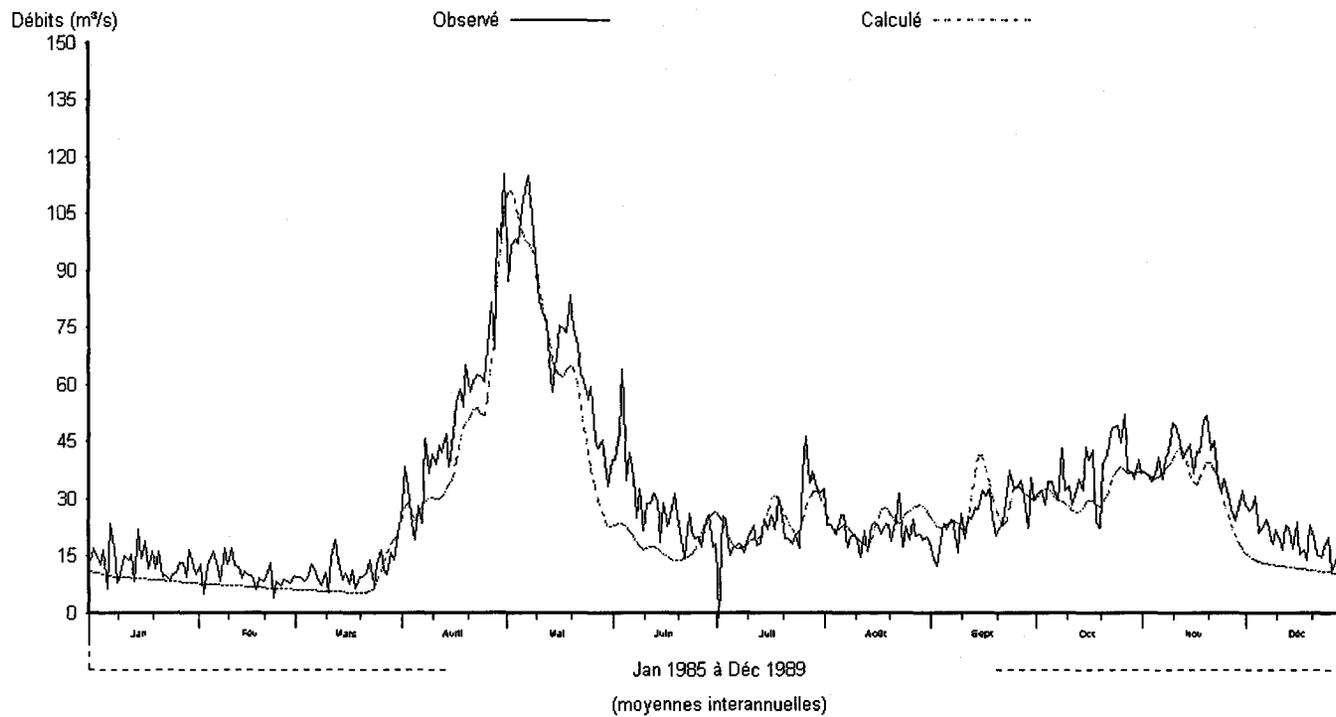


Figure 6.3 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS).

## Débits journaliers

Numéro de station: CS

Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8379

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 31.105 cal.: 28.812

Lame interannuelle (mm) obs.: 754.57 cal.: 698.93

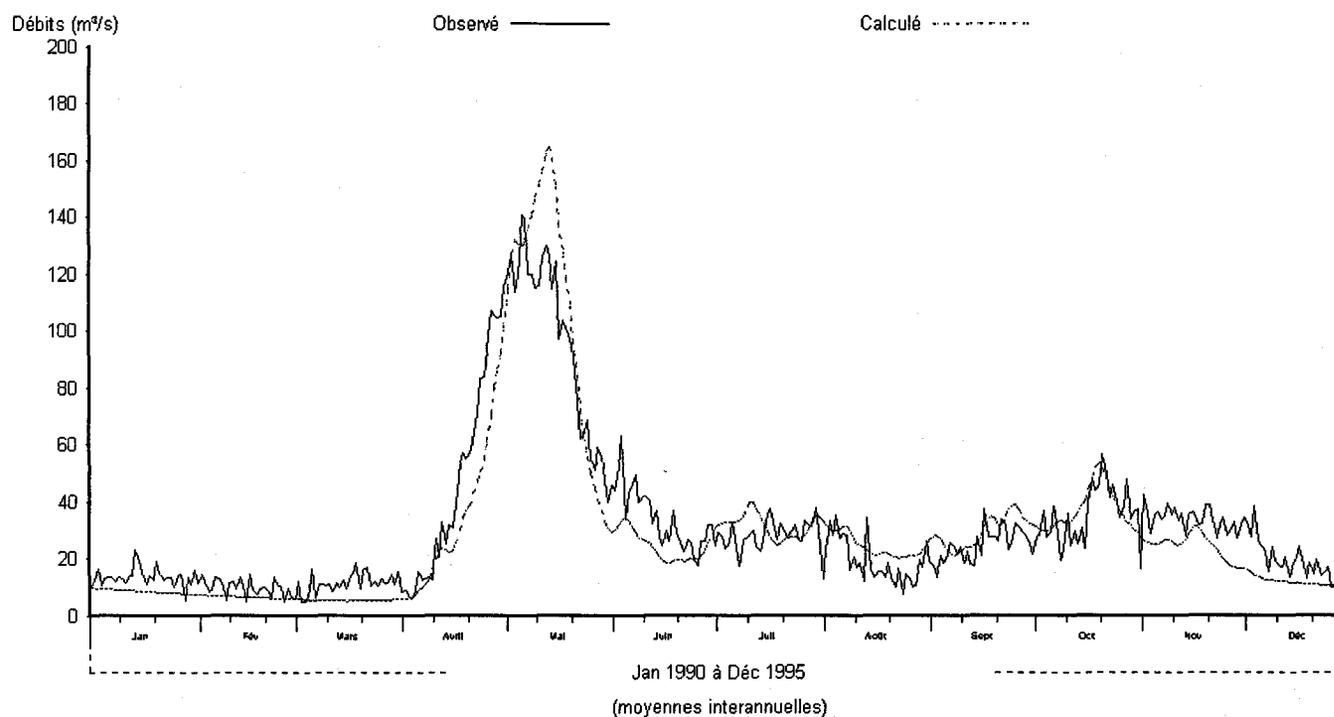


Figure 6.4 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CS

Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9100

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 29.679 cal.: 25.817

Lame interannuelle (mm) obs.: 719.97 cal.: 626.27

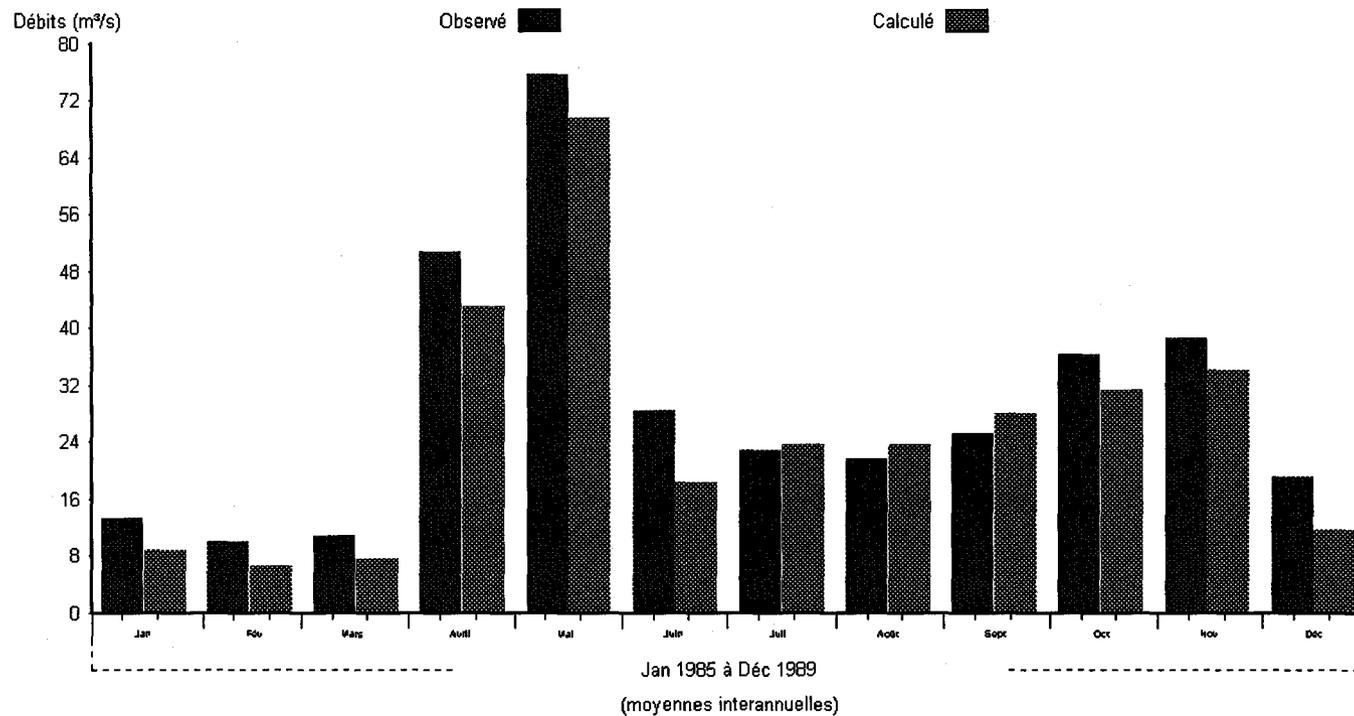


Figure 6.5 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CS

Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8990

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 31.022 cal.: 28.811

Lame interannuelle (mm) obs.: 752.54 cal.: 698.92

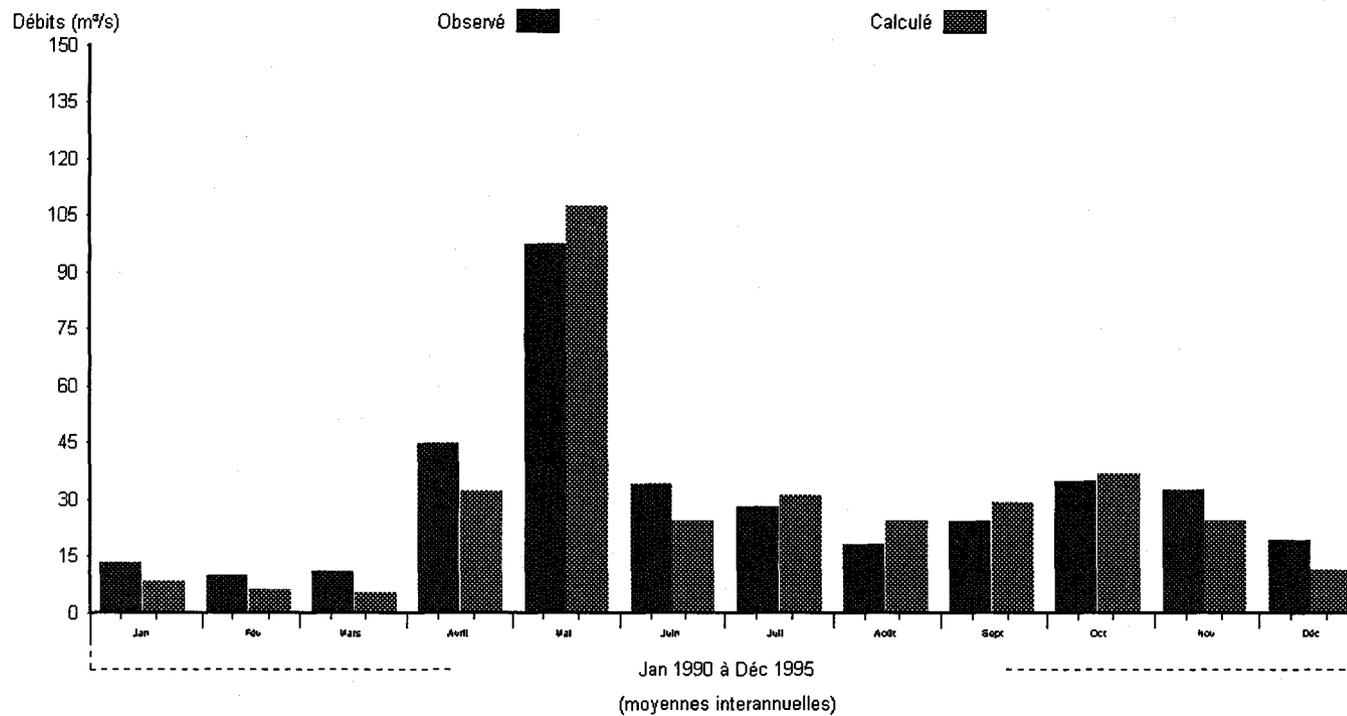


Figure 6.6 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CS

Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8403

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 29.671 cal.: 25.806

Lame (mm) obs.: 3600.9 cal.: 3131.8

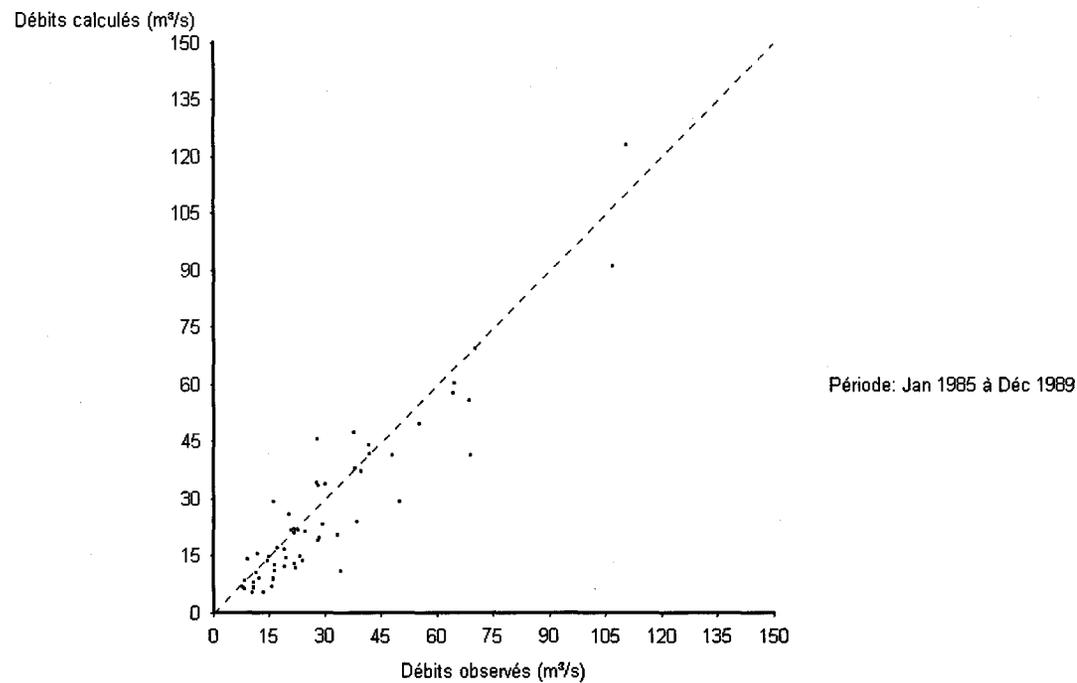


Figure 6.7 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: CS

Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.7722

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 31.012 cal.: 28.801

Lame (mm) obs.: 4515.9 cal.: 4194.0

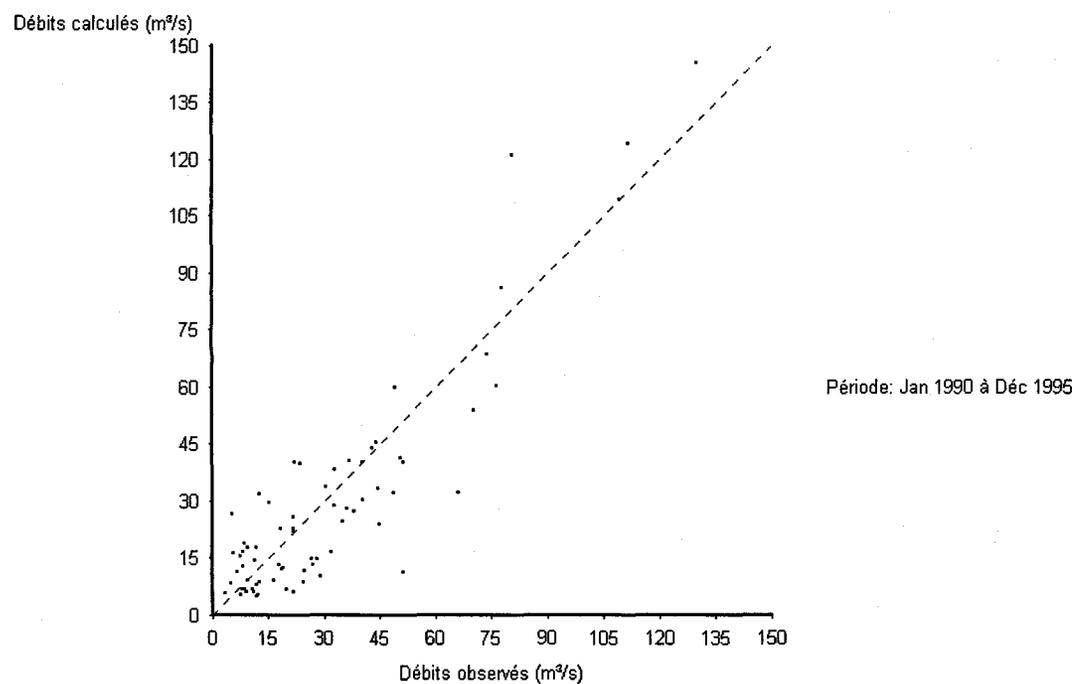


Figure 6.8 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: CS

Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8770

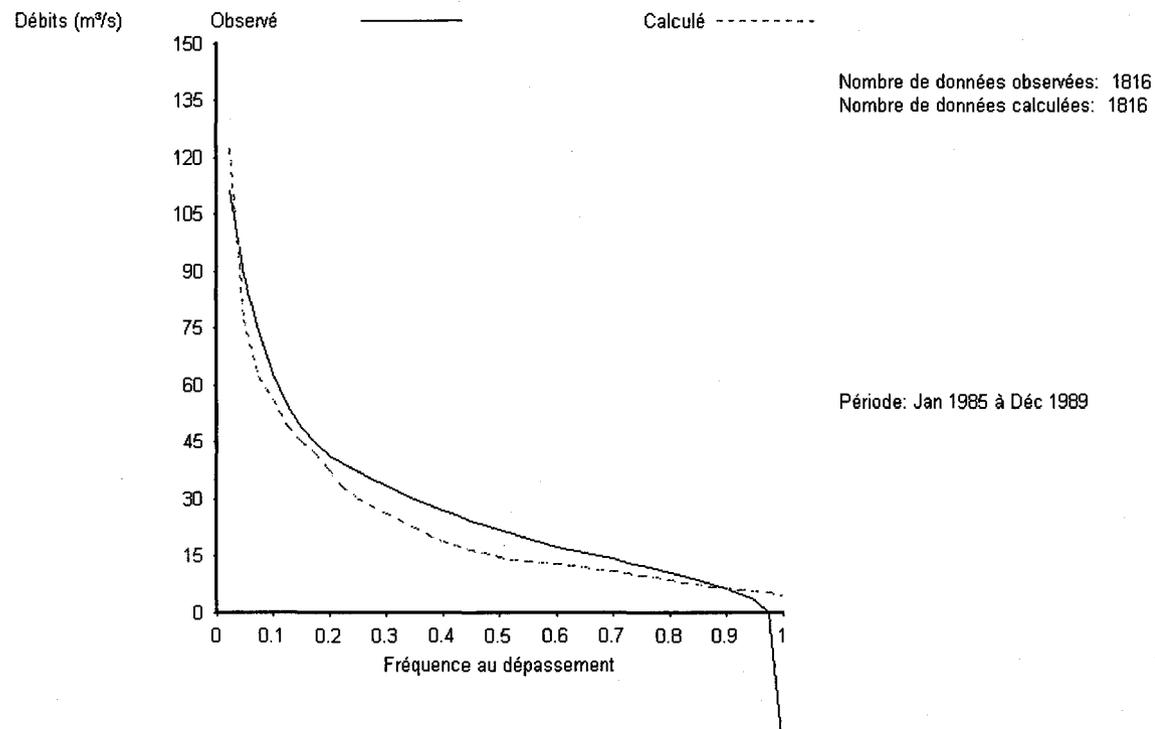


Figure 6.9 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: CS

Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9102

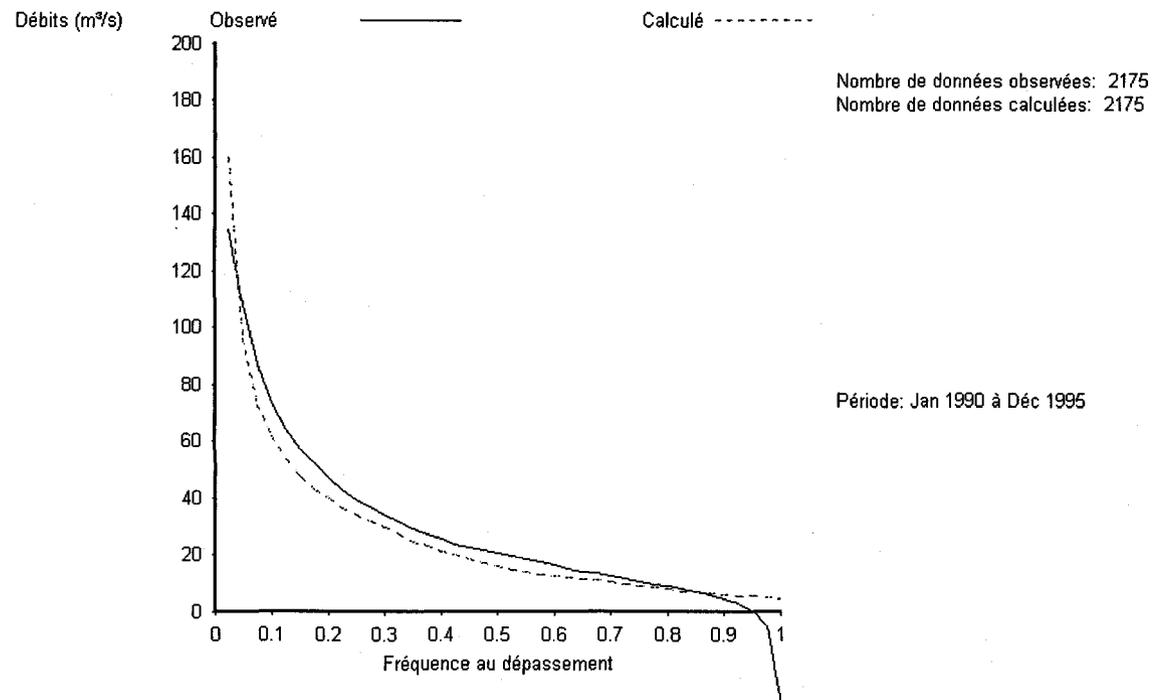


Figure 6.10 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS) pour la période de vérification (1990-1995).



# APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN DU LAC ST-JEAN (LSJ)

---

Le bassin versant du Lac St-Jean (LSJ) est le bassin versant à la centrale Isle-Maligne en excluant le bassin versant aménagé de la rivière Péribonca en amont de Chute à la Savane. Le bassin versant couvre une superficie de 46 000 km<sup>2</sup> et l'altitude varie de 100 à près de 800 mètres. Les données hydrométriques utilisées sont les apports naturels reconstitués.

## 7.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant Lac St-Jean (LSJ) a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km correspondant à celle utilisée par Alcan.

La figure 7.1 montre la schématisation du bassin LSJ. Les caractéristiques physiographiques, pourcentage de forêt, de lac et marais, l'altitude de chaque "carreau entier" et les données de drainage de chaque "carreau partiel" ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Comme pour tous les autres bassins versants de l'étude le pourcentage de forêt est déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 et ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

Pour faciliter la visualisation du bassin versant LSJ et de ses principaux tributaires, la figure 7.2 montre les principaux cours d'eau du bassin versant avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## 7.2 Données hydro-météorologiques

Le tableau 7.1 donne la liste des stations météorologiques et la période d'observation utilisée. Ces données proviennent du Groupe ressources hydrauliques de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée. Les données hydrométriques utilisées sont les apports naturels reconstitués pour la même période.

Le tableau 7.2 donne la position de ces stations par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et les principales caractéristiques de chaque station. On retrouve également sur ce tableau le poids relatif ou le pourcentage d'influence de chaque station météorologique pour l'ensemble du bassin versant, selon que l'on affecte les stations météorologiques au carreau entier par la méthode de Thiessen ou par pondération des trois stations le plus près. Pour les simulations nous avons utilisé la méthode des trois stations les plus près. La dernière partie de ce tableau nous montre que ce bassin versant est schématisé à l'aide de 531 "carreaux entiers" et de 919 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué est de 45 678 km<sup>2</sup>, soit une erreur de -0.70%, cette erreur sera cependant corrigée dans le modèle pour que la superficie réelle prise en compte soit de 46 000 km<sup>2</sup>

La position des stations météorologiques par rapport au grillage utilisé pour schématiser le bassin versant LSJ, est montrée sur les figures 7.1 et 7.2.

Les données météorologiques utilisées sont les températures de l'air maximum et minimum, les précipitations liquides et les précipitations solides. Les données de précipitations solides ont été mesurées en équivalent en eau de la neige.

## 7.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique

Comme précédemment, l'ajustement des paramètres a été fait, par essai et erreur pour une première approximation, en utilisant les apports naturels reconstitués à l'exutoire du bassin versant pour la période 1985 à 1989.

L'ajustement final des paramètres a été fait par optimisation en utilisant la période 1985 à 1989. Nous avons optimisé en minimisant la somme des différences aux carrés entre les débits observés et les débits calculés.

Le tableau 7.3 montre les valeurs finales des paramètres du modèle hydrologique CEQUEAU ajusté au bassin versant LSJ.

## 7.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant LSJ

Les résultats numériques des simulations, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1994), sont présentés au tableau 7.4. Ce tableau donne les valeurs des coefficients de Nash calculés annuellement en utilisant les débits simulés et les apports naturels reconstitués à l'exutoire du bassin versant LSJ. Les lames d'écoulement d'eau annuelles des débits simulés et des apports naturels reconstitués sur le bassin versant sont également montrées sur ce tableau.

L'étude du tableau 7.4, montre que le coefficient annuel de Nash est supérieur à 0.8 pour toutes les années sauf 1987 dans la période de calibration et de 1995 dans la période de vérification. Le coefficient de Nash pour la période de calibration (0.94) est légèrement supérieur au coefficient de Nash (0.93) calculé pour la période de vérification.

Les lames annuelles des débits calculés par rapport aux lames d'écoulement des apports reconstitués sont assez précises pour la période de calibration et de vérification. Pour la période de calibration on a calculé une lame de 527 mm par rapport à une lame observée de 536 mm. Pour la période de vérification la lame calculée est de 606 mm par rapport à 585 mm pour la lame observée.

Les graphiques des figures 7.3 à 7.10 sont utilisés pour montrer les résultats des simulations pour la période de calibration et la période de vérification.

Les figures 7.3 et 7.4 montrent les débits journaliers, moyennes interannuelles, pour la période de calibration et de vérification pour le bassin versant LSJ. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations est acceptable pour les deux périodes, même si le coefficient de Nash pour la période de vérification est légèrement supérieur que celui de la période de calibration. La pointe de la crue moyenne de fonte de neige calculée par le modèle est légèrement plus forte pour la période de calibration (1985-1989) alors que pour la période de vérification (1990-1995) la montée de la crue elle est légèrement en retard et la pointe est également un peu plus forte. On observe également sur ces figures que les débits d'étiage simulés sont légèrement supérieurs pour la période de calibration mais ils sont très précis pour la période de vérification. Comme pour les autres bassins versants aménagés on observe sur ces figures que les débits observés présentent des oscillations, ceci est dû au fait que ces débits observés sont des apports naturels reconstitués. Les oscillations sont cependant faibles par rapport aux valeurs des débits.

Les figures 7.5 et 7.6 montrent les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels, pour la période de calibration et de vérification. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreur importante.

Les figures 7.7 et 7.8 montrent la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés. Ces figures montrent que les débits moyens mensuels calculés sont surévalués par rapport aux débits observés principalement pour les hauts débits de la période de vérification.

Finalement les figures 7.9 et 7.10 montrent les courbes de débits classés, des débits observés et calculés, pour les périodes de calibration et de vérification. Sur ces figures, on observe que les débits journaliers maxima calculés sont légèrement supérieurs à ceux observés. Pour les débits d'étiage, les courbes des débits observés et calculés sont semblables, sauf pour les valeurs négatives des débits observés dus à l'erreur de reconstitution des apports naturels.

Les courbes annuelles, des débits journaliers observés et calculés pour le bassin versant LSJ, sont montrées sur les figures F1 à F11 de l'annexe F. Ces figures montrent que la précision des débits calculés par rapport aux débits observés est acceptable. Même à l'échelle annuelle les oscillations ne sont pas très fortes sauf pour les années 1987 et 1988 (figure F3 et F4). Pour les années 1994 et 1995, le début de la crue de fonte de neige calculée est légèrement en retard sur la crue observée ce qui entraîne par la suite une surévaluation de la pointe de la crue calculée.

Les paramètres tels que listés au tableau 7.3 seront utilisés pour l'étude de l'influence des relevés nivométriques sur la précision des simulations et pour la prévision des débits à court et à moyen terme.

Tableau 7.1 Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

| Station                   | Année |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|---------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                           | 1985  | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |  |
| <b>MÉTÉO</b>              |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Ashuapmu.Am<br>7061288    |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Bagotville-A<br>7060400   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Bonnard *<br>7060825      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Chibougamu-A<br>7091401   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Ch.des- Passes<br>7061541 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Ch.du Diable<br>7061560   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac de Cygnes<br>0621050  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac Long<br>0619050       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac Machisque<br>0621060  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Métabetchoua<br>7063690   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Mistassibi 2<br>7064993   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Normandin<br>7065640      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Roberval<br>7066685       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Jonquière<br>7063370      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| <b>APPORTS NATURELS</b>   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| LSJ<br>962221             |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Aux Rats<br>062108        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

\* Bonnard station avec observateur. La station automatique Bonnard -2 n'a pas été utilisée.

Tableau 7.2 Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

|                           | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>° C  | Préc moy<br>(mm)             | Poids <sup>(1)</sup><br>%          | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|---------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>              |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
| Ashuapmushuan<br>7061288  | 11     | 22            | 376             | -0.04        | 853.                         | 13.98                              | 17.16                     |
| Bagotville-A<br>7060400   | 28     | 11            | 159             | 2.53         | 907.                         | 0.68                               | 0.0                       |
| Bonnard<br>7060825        | 29     | 37            | 506             | -1.81        | 960.                         | 2.24                               | 0.04                      |
| Chibougamu-A<br>7091401   | 3      | 28            | 403             | -0.32        | 894.                         | 4.53                               | 2.67                      |
| Ch.des-Passes<br>7061541  | 27     | 28            | 399             | -0.06        | 911.                         | 3.91                               | 2.84                      |
| Ch.du Diable<br>7061560   | 23     | 16            | 174             | 1.49         | 838.                         | 4.15                               | 3.15                      |
| Jonquière<br>7063370      | 26     | 11            | 140             | 0.65         | 875.                         | 2.52                               | 2.40                      |
| Lac de Cygnes<br>0621050  | 15     | 28            | 468             | -0.78        | 875.                         | 17.03                              | 17.50                     |
| Lac Long<br>0619050       | 15     | 35            | 468             | -1.15        | 858.                         | 11.62                              | 12.59                     |
| Lac Machisque<br>0621060  | 23     | 39            | 543             | -2.24        | 901.                         | 8.20                               | 10.49                     |
| Metabetchouane<br>7063690 | 21     | 11            | 152             | 0.75         | 725.                         | 5.89                               | 7.1                       |
| Mistassibi 2<br>7064993   | 22     | 22            | 244             | 0.93         | 870.                         | 8.90                               | 10.39                     |
| Normandin<br>7065640      | 17     | 17            | 42              | 0.62         | 818.                         | 10.08                              | 9.75                      |
| Roberval<br>7066685       | 19     | 13            | 179             | 2.58         | 813.                         | 6.29                               | 3.93                      |
| <b>APPORTS NATURELS</b>   |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
|                           |        | Sortie<br>I-J | Nombre<br>CE    | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V.calcul<br>é<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| LSJ                       | 962221 | 24-14A        | 531             | 919          | 46 000.0                     | 45 678.0                           | -0.70                     |
| Aux Rats                  | 062108 | 20-18 B       | 41              | 55           | 2 466.3                      | 2 395.0                            | -2.89                     |

<sup>(1)</sup> Par pondération des 3 stations les plus près<sup>(2)</sup> Par polygone de Thiessen

Tableau 7.3 Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |  |
|---|--|---|--|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |  |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |  |
|   | Valeurs  |   |  |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |  |
| CIN   | ●  |   | 0.145  |
| CVMAR   | ●  |   | 0.020  |
| CVNB  | ●  |   | 0.008  |
| CVNH  | ●  |   | 0.40   |
| CVSB  | ●  |   | 0.000  |
| CVSI  | ●  |   | 0.256  |
| HINF  | ●  |   | 64.4 mm  |
| HINT  | ●  |   | 66.3 mm  |
| HMAR  | ●  |   | 250.0 mm   |
| HNAP  | ●  |   | 220.0 mm   |
| HRIMP   | ●  |   | 10.0 mm  |
| HSOL  | ●  |   | 100.0 mm   |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |  |
| STRNE   |  | ● | -1.0 °C  |
| TFC   |  | ● | 2.34 mm/°C                                       |
| TFD   |  | ● | 4.2 mm/°C  |
| TSC   |  | ● | 0.15 °C  |
| TSD   |  | ● | 1.0 °C   |
| TTD   |  | ● | 0.70   |
| TTS   |  | ● | -0.61 °C   |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |  |
| EVNAP   | ●  |   | 34.0 % (0.34)                                    |
| HPOT  | ●  |   | 70.0 mm  |
| XAA   |  | ● | 0.786  |
| XIT   |  | ● | 26.0   |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |  |
| EXXKT   | ●  |   | 0.022 transfert aval amont NPJO=16 carreaux/jour |
| ZN  |  | ● | 3 jours  |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |  |
| COET  |  | ● | -2.5 °C/1000m                                    |
| COEP  |  | ● | 0.75 mm/m  |
| FACT  | ●  |   | 1.0  |
| JOEVA   | ●  |   | 80 jours   |
| JONEI   | ●  |   | 80 jours   |
| XINFMA  |  | ● | 20.0 mm/jour                                     |
| XLA   |  | ● | 4915   |
| TRI   |  | ● | 5.0 % (0.05)                                     |

Tableau 7.4 Bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années                    | LSJ (962221) |           |          |
|---------------------------|--------------|-----------|----------|
|                           | Critère      | Lame (mm) |          |
|                           | Nash         | Observée  | Calculée |
| Calibration               |              |           |          |
| 1985                      | 0.8111       | 529.05    | 573.62   |
| 1986                      | 0.8804       | 562.22    | 546.62   |
| 1987                      | 0.6061       | 447.91    | 423.20   |
| 1988                      | 0.8090       | 591.35    | 560.11   |
| 1989                      | 0.8955       | 550.37    | 532.86   |
| 1985 -1989 <sup>(2)</sup> | 0.9411       | 536.09    | 527.22   |
| Vérification              |              |           |          |
| 1990                      | 0.8731       | 570.66    | 552.46   |
| 1991                      | 0.7502       | 481.48    | 545.49   |
| 1992                      | 0.8147       | 609.97    | 618.53   |
| 1993                      | 0.8746*      | 622.49    | 643.45   |
| 1994                      | 0.7995       | 639.22    | 644.38   |
| 1995                      | 0.7155       | 586.59    | 635.69   |
| 1990 -1995 <sup>(2)</sup> | 0.9267*      | 585.07    | 606.62   |

<sup>(1)</sup> Manque de données.

<sup>(2)</sup> Moyenne interannuelle

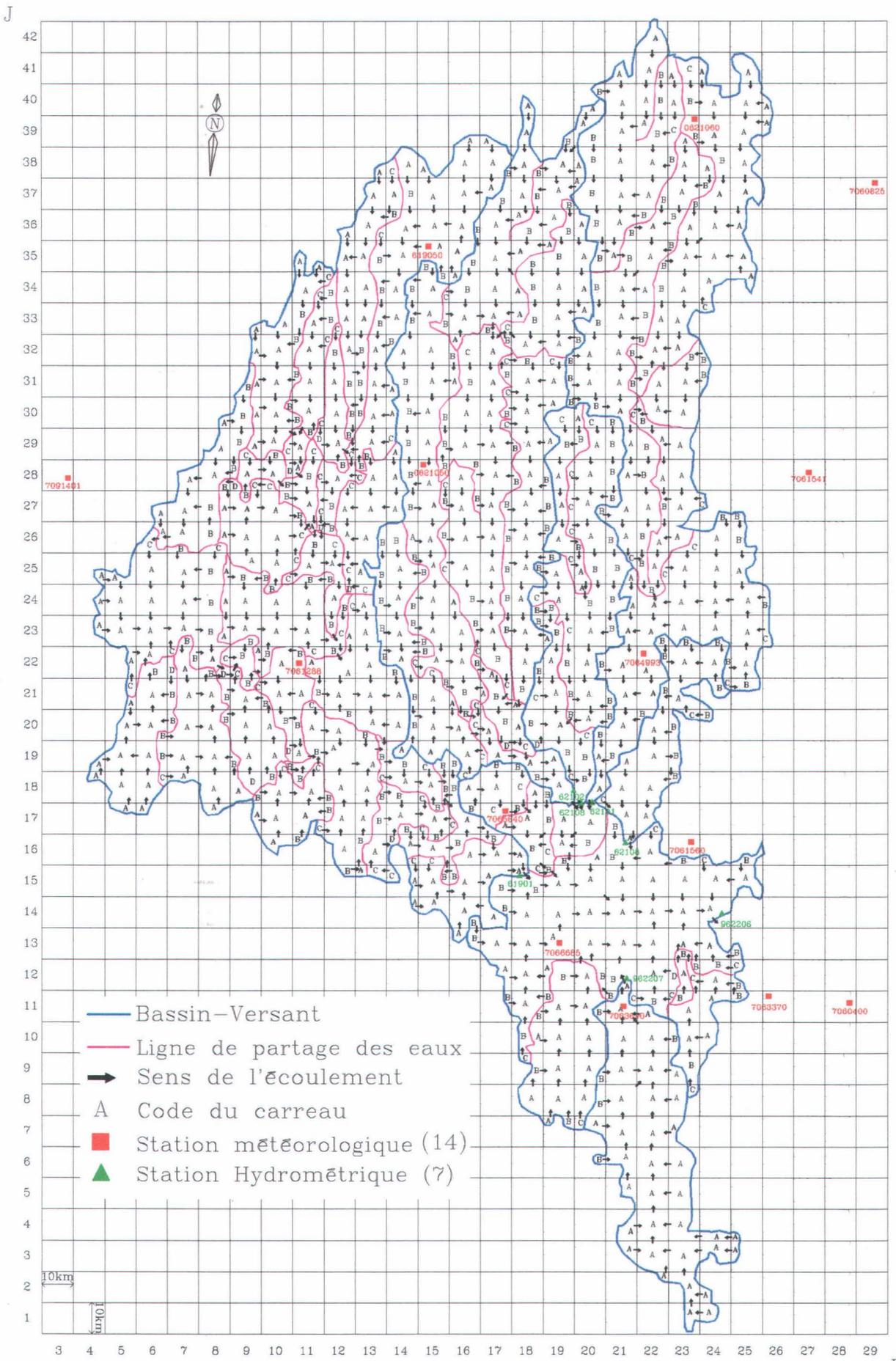


Figure 7.1 Schématisation du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

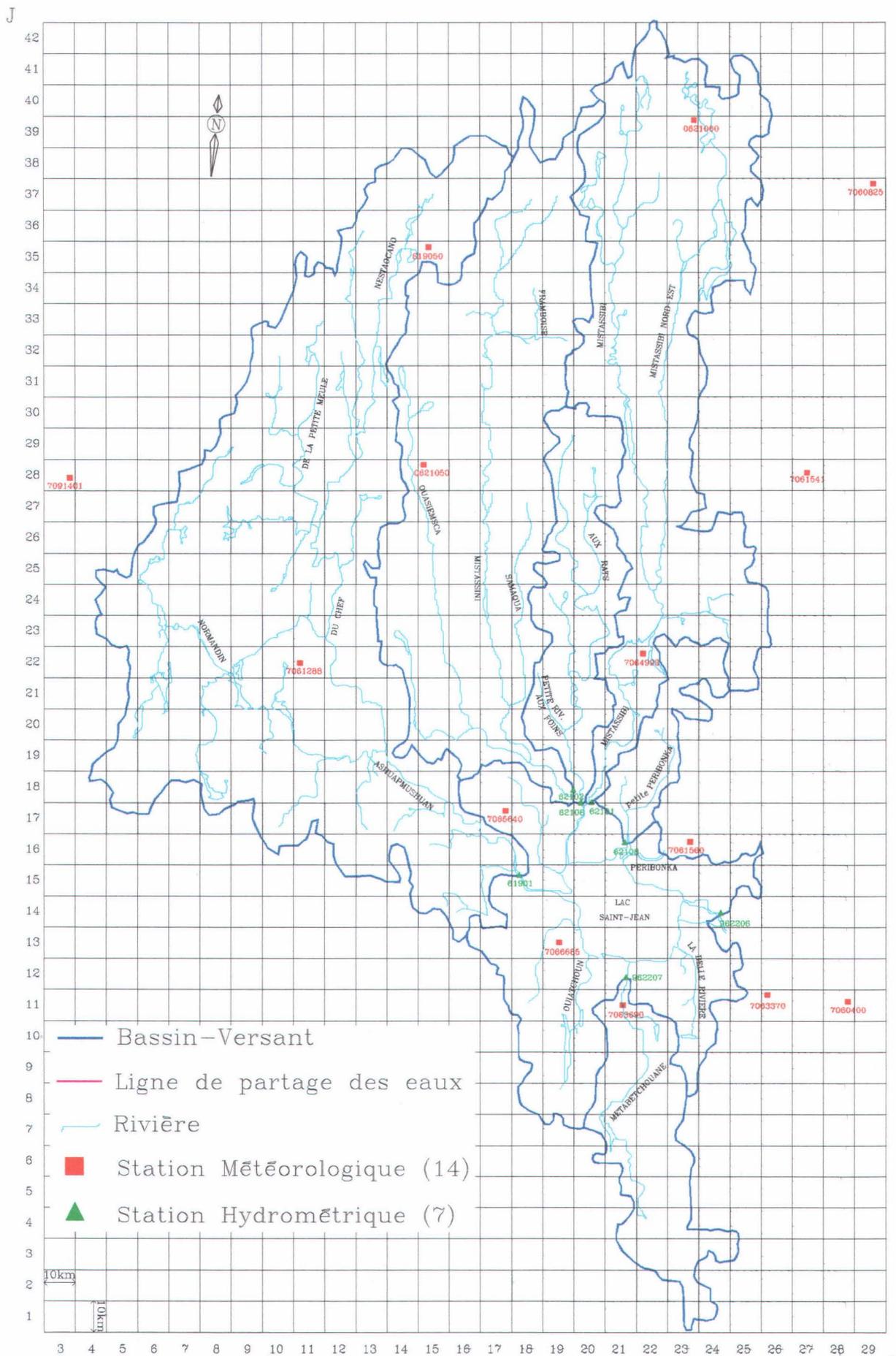


Figure 7.2 Emplacement du Lac Saint-Jean (LSJ) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9411

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 781.97 cal.: 769.03  
Lame interannuelle (mm) obs.: 536.09 cal.: 527.22

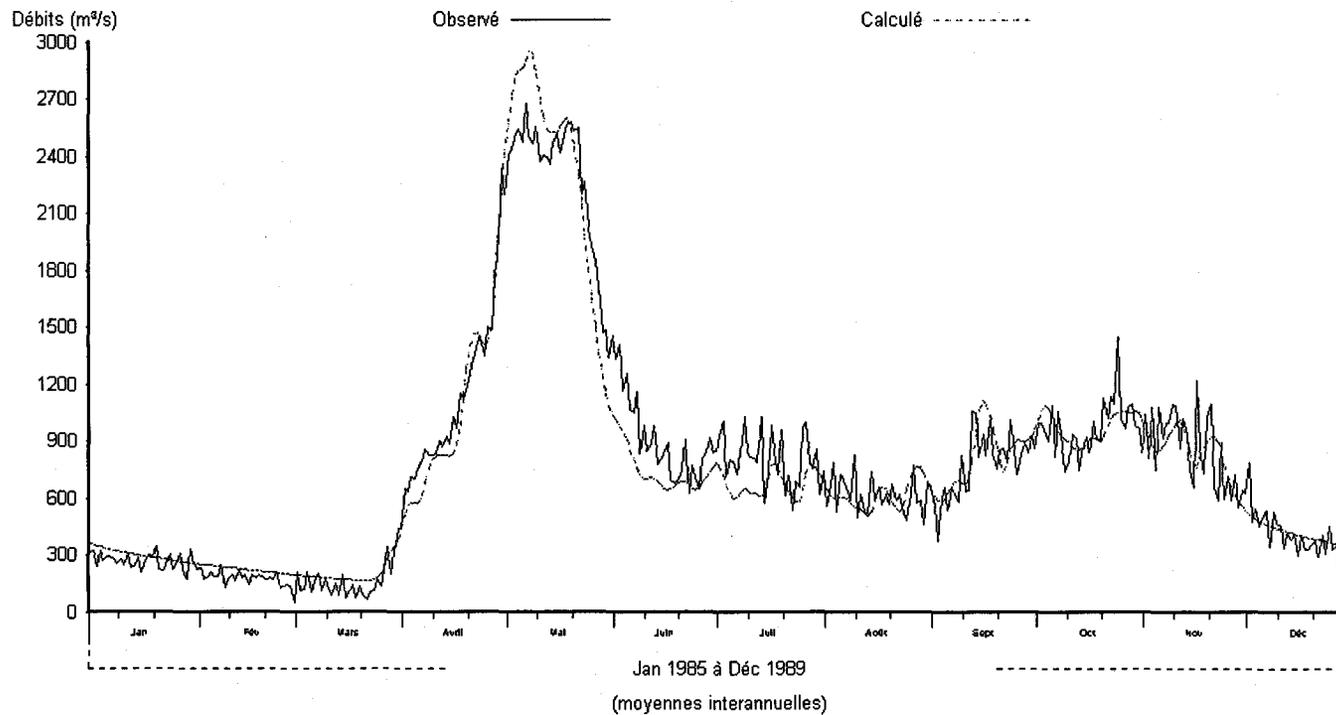


Figure 7.3 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ

Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9267

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 853.42 cal.: 884.84

Lame interannuelle (mm) obs.: 585.07 cal.: 606.62

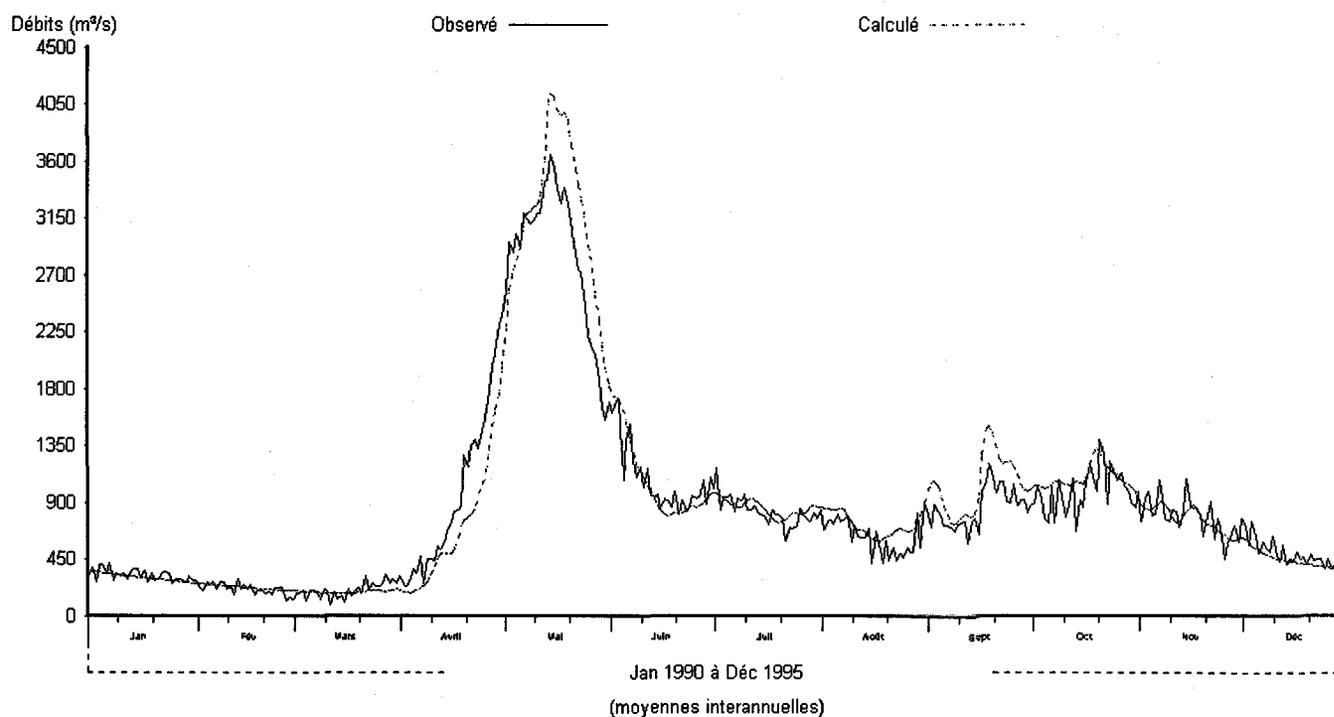


Figure 7.4 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: LSJ

Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9839

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 782.00 cal.: 769.02

Lame interannuelle (mm) obs.: 536.11 cal.: 527.21

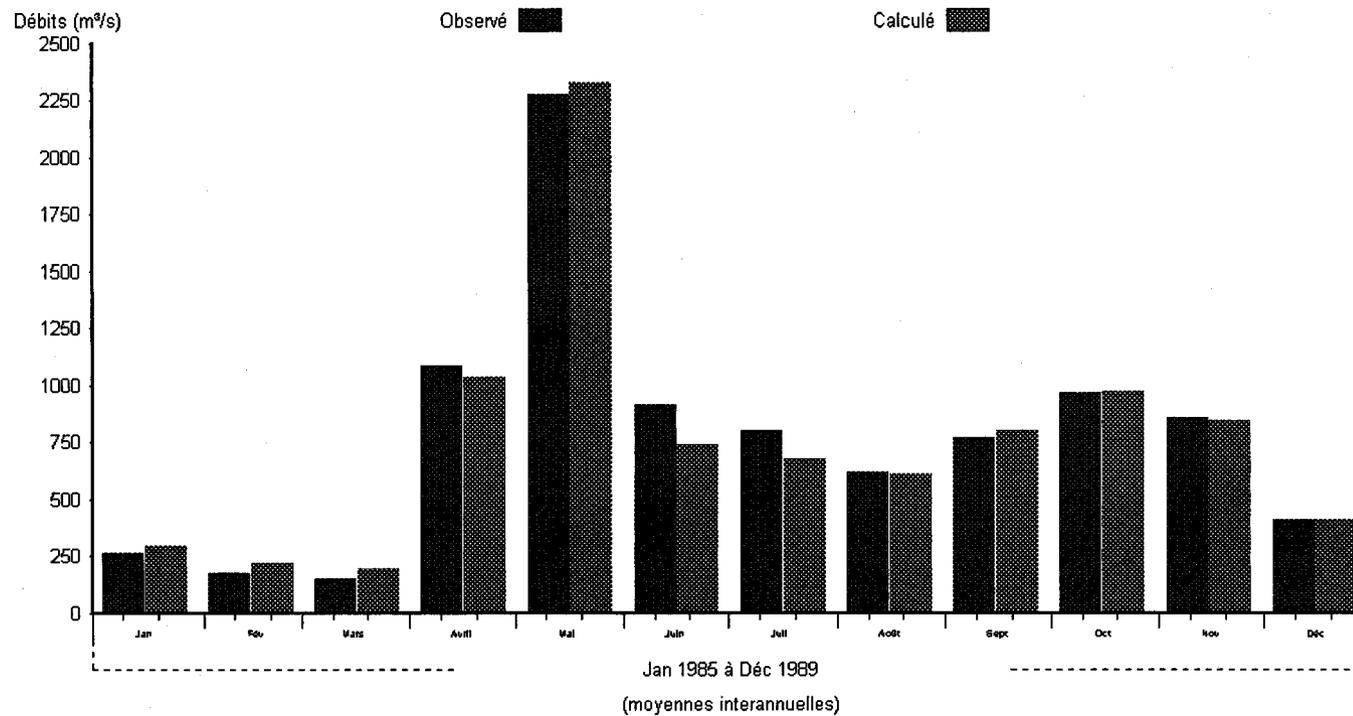


Figure 7.5 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: LSJ

Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9588

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 853.42 cal.: 884.83

Lame interannuelle (mm) obs.: 585.07 cal.: 606.61

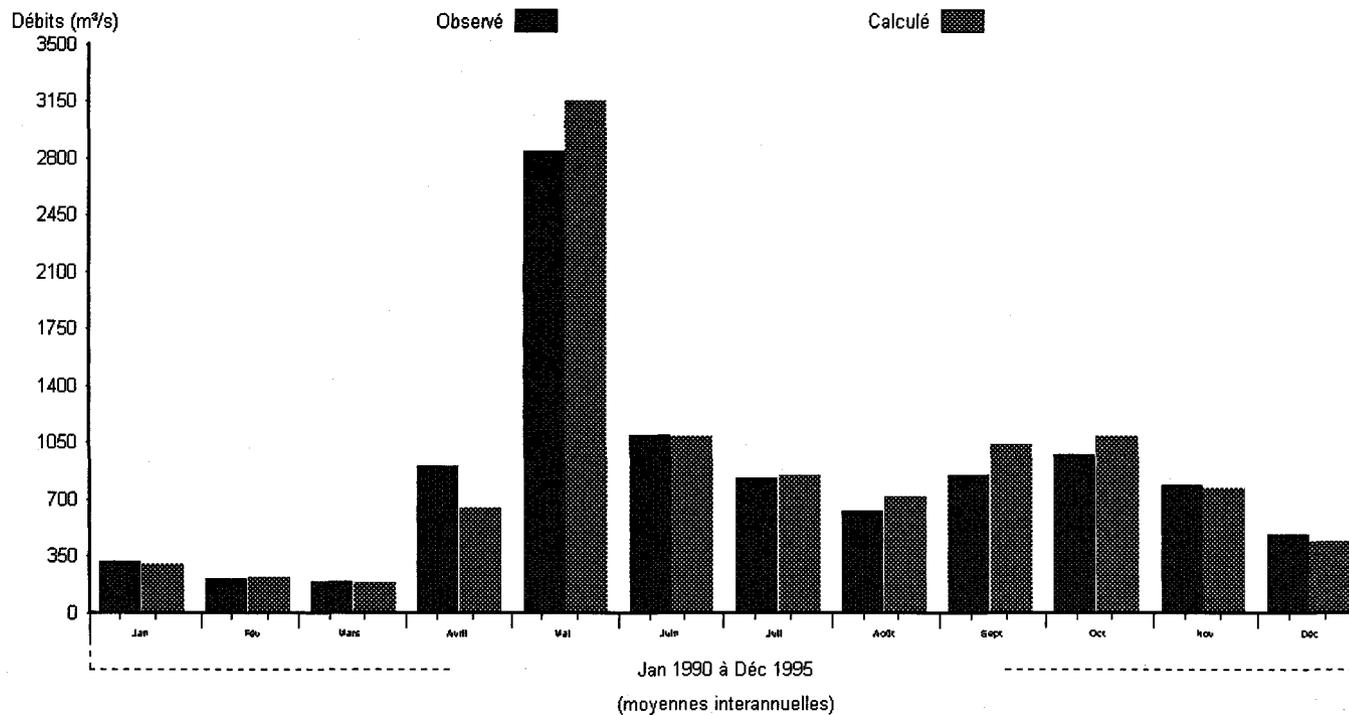


Figure 7.6 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: LSJ

Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9477

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 781.67 cal.: 768.70

Lame (mm) obs.: 2680.9 cal.: 2636.4

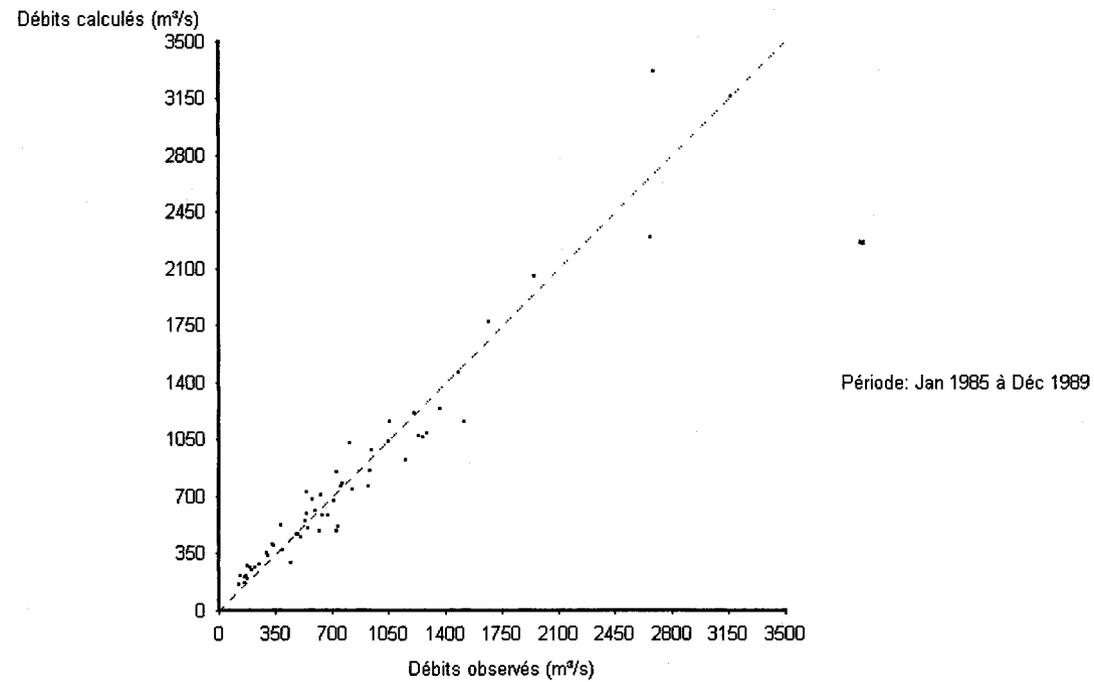


Figure 7.7 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: LSJ

Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9283

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 853.12 cal.: 884.52

Lame (mm) obs.: 3510.8 cal.: 3640.0

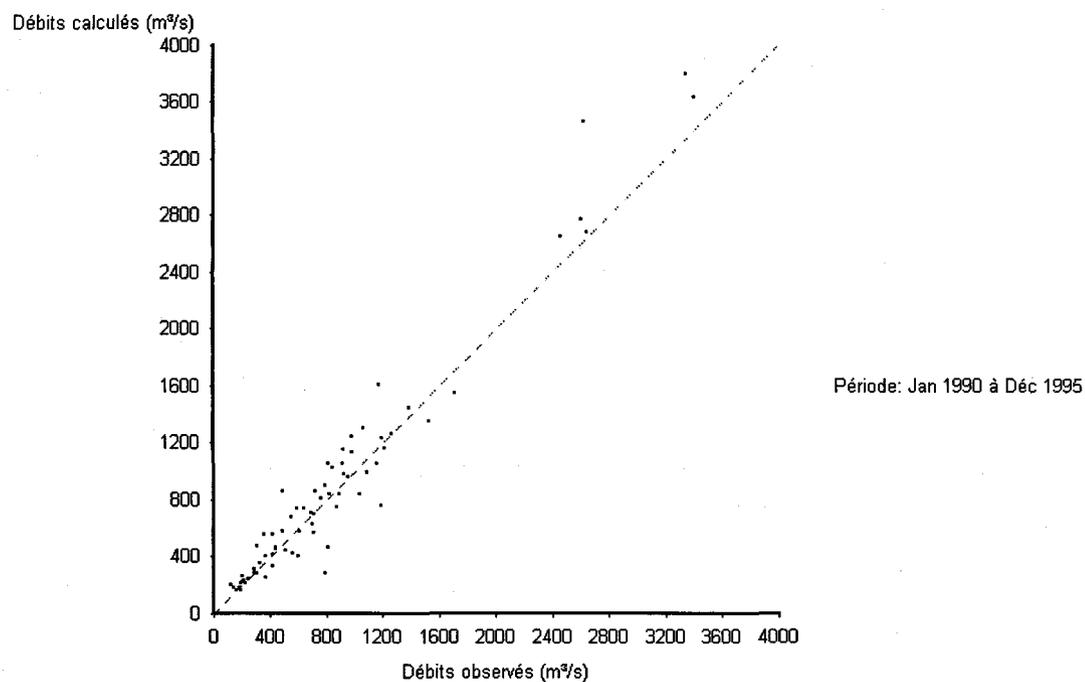


Figure 7.8 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: LSJ

Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9671

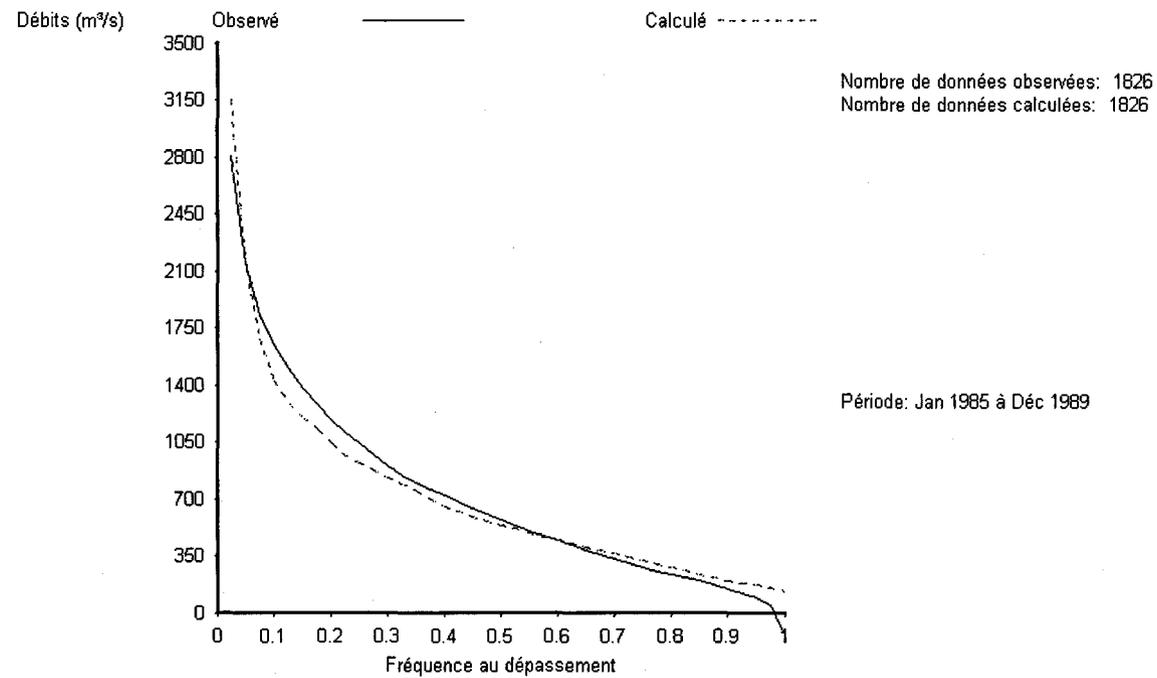


Figure 7.9 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: LSJ

Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9554

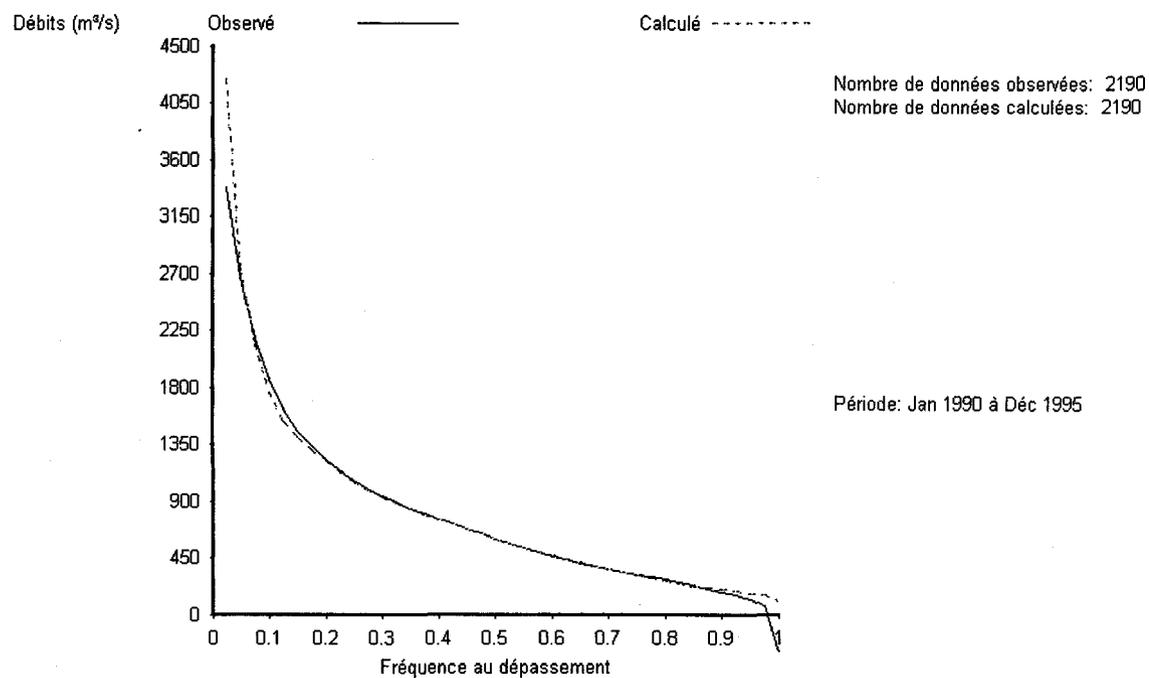


Figure 7.10 Débits journaliers classés, observés et calculés à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour la période de vérification (1990-1995).

# 8

## APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN PETITE PÉRIBONKA (PPER)

---

Le bassin versant de petite Péribonka (PPER) couvre une superficie de 1 090 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées pour la calibration et la vérification du modèle, sur ce bassin versant, sont les débits naturels mesurés à la station 061801.

### 8.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km établie par Alcan. La figure 8.1 montre la schématisation du bassin versant à la station 061801. Les caractéristiques physiographiques et les données de drainage ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Le pourcentage de forêt déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

La figure 8.2 montre la rivière Petite Péribonka avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

### 8.2 Données hydro-météorologiques

Le tableau 8.1 donne la liste des stations météorologiques, et la période d'observation disponible. Les débits à la station 061801 sont disponibles pour la période 1985 à 1995. Le tableau 8.2 donne les principales caractéristiques et la position des stations météorologiques

et hydrométriques, par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et le poids relatif ou le pourcentage d'influence selon que l'on utilise le polygone de Thiessen ou la pondération des trois stations météorologiques les plus près. Pour les simulations, de la même façon que pour tous les autres bassins versants, nous avons utilisé la méthode des trois stations météorologiques les plus près pour estimer les données météorologiques sur chaque carreau entier. La position des stations météorologiques par rapport au bassin versant PPER est montrée sur les figures 8.1 et 8.2.

La dernière partie du tableau 8.2 nous montre que ce bassin versant est schématisé à l'aide de 21 "carreaux entiers" et de 21 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué est de 1 057 km<sup>2</sup>, par rapport à 1 090 km<sup>2</sup> pour le bassin versant réel soit une erreur de -3.03%, cette erreur sera prise en compte dans le modèle pour que la superficie réelle prise en compte soit de 1 090 km<sup>2</sup>.

### **8.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique**

L'ajustement des paramètres a été fait par essai et erreur pour une première approximation en utilisant les débits de 1985 à 1989 mesurés à la station 061801 situé à l'exutoire de la rivière Petite Péribonka (PPER). L'ajustement final des principaux paramètres a été fait par optimisation.

Le tableau 8.3 montre les valeurs finales des paramètres du modèle hydrologique CEQUEAU ajustés au bassin versant PPER.

### **8.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant Petite Péribonka**

Les résultats numériques des simulations, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1995), sont présentés au tableau 8.4. Ce tableau donne les valeurs des coefficients de Nash calculés annuellement pour la période de calibration et pour la période de vérification. Les lames annuelles observées et calculées sur le bassin versant sont également montrées sur ce tableau.

L'étude du tableau 8.4 montre que les coefficients de Nash varient de 0.60 à 0.89 pour la période de calibration et de 0.45 à 0.92 pour la période de vérification. L'année la mieux reproduite et la moins bien reproduite par les simulations se retrouvent toutes les deux dans la période de vérification soit 1991 et 1994. Les lames annuelles d'écoulement sont légèrement sous-estimés sauf pour la période de calibration et surestimés pour la période de vérification.

Les graphiques des figures 8.3 à 8.10 montrent les principaux résultats des simulations pour la période de calibration et de vérification.

Les figures 8.3 et 8.4 montrent les débits journaliers, moyenne interannuelle, pour la période de calibration et de vérification pour le bassin versant PPER. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations est comparable pour les deux périodes même si la crue moyenne simulée pour la période de vérification est légèrement plus forte que celle observée. L'étiage hivernal est bien reproduit pour les deux périodes, par contre les écoulements simulés pour les mois de septembre et octobre sont légèrement surestimés.

Les figures 8.5 et 8.6 montrent les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels pour la période de calibration et de vérification. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreurs importantes et que les débits calculés sont valables pour tous les mois.

Les figures 8.7 et 8.8 montrent la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés. On observe pour la période de vérification (figure 8.8) une surévaluation des débits mensuels simulés parce qu'il y a plus de points au-dessus de la droite à 45°.

Les figures 8.9 et 8.10 montrent pour la période de calibration et de vérification les débits observés et calculés classés. Pour la période de vérification (figure 8.9) on observe que les débits classés, observés et calculés sont pratiquement identiques. Pour la période de vérification (figure 8.10) on observe une légère différence pour les grands débits et pour les débits intermédiaires.

Les courbes annuelles des débits journaliers, observés et calculés sur le bassin versant PPER, sont montrées sur les figures G1 à G11 de l'annexe G. L'analyse de l'année 1991 (figure G7), l'année où la simulation est la moins précise, on observe que l'erreur provient principalement de la simulation de la crue de fonte de neige qui est beaucoup trop grande par rapport à la crue observée. Pour cette année en particulier, il sera intéressant d'analyser les résultats des simulations avec correction des stocks de neige qui seront faites au chapitre 14.

Les paramètres retenus permettent de reproduire les débits du bassin versant PPER à la station 0618001 et ils seront utilisés pour la prévision des débits à court et à moyen terme et pour l'analyse de l'influence de l'utilisation des relevés nivométriques sur la précision des débits simulés.



Tableau 8.2 Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER).

|                          | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>° C  | Préc moy<br>(mm)             | Poids <sup>(1)</sup><br>%       | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|--------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>             |        |               |                 |              |                              |                                 |                           |
| Ch. du Diable<br>7061560 | 23     | 16            | 174             | 1.49         | 838.                         | 32.47                           | 35.57                     |
| Mistassibi 2<br>7064993  | 22     | 22            | 244             | 0.93         | 870.                         | 48.18                           | 63.39                     |
| Normandin<br>7065640     | 17     | 17            | 42              | 0.62         | 818.                         | 19.35                           | 1.04                      |
| <b>DÉBIT</b>             |        |               |                 |              |                              |                                 |                           |
|                          |        | Sortie<br>I-J | Nombre<br>CE    | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V. calculé<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| PPER                     | 061801 | 21-16 A       | 21              | 21           | 1 090.0                      | 1 057.0                         | -3.03                     |

<sup>(1)</sup> Par pondération des 3 stations les plus près

<sup>(2)</sup> Par polygone de Thiessen

Tableau 8.3 Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER).

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |   | Valeurs  |
|---|--|---|---|--|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |   |  |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |   |  |
|   | Valeurs  |   |   |  |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |   |  |
| CIN   | ●  |   |   | 0.1456   |
| CVMAR   | ●  |   |   | 0.029  |
| CVNB  | ●  |   |   | 0.014  |
| CVNH  | ●  |   |   | 0.05   |
| CVSB  | ●  |   |   | 0.000  |
| CVSI  | ●  |   |   | 0.2678   |
| HINF  | ●  |   |   | 64.4 mm  |
| HINT  | ●  |   |   | 66.3 mm  |
| HMAR  | ●  |   |   | 250.0 mm   |
| HNAP  | ●  |   |   | 100.0 mm   |
| HRIMP   | ●  |   |   | 10.0 mm  |
| HSOL  | ●  |   |   | 100.0 mm   |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |   |  |
| STRNE   |  | ● |   | 1.1771 °C  |
| TFC   |  | ● |   | 2.7447 mm/°C                                     |
| TFD   |  | ● |   | 5.60 mm/°C                                       |
| TSC   |  | ● |   | -1.0 °C  |
| TSD   |  | ● |   | 0.4168 °C  |
| TTD   |  | ● |   | 0.70   |
| TTS   |  | ● |   | -0.6128 °C                                       |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |   |  |
| EVNAP   | ●  |   |   | 40.0 % (0.40)                                    |
| HPOT  | ●  |   |   | 98.047 mm  |
| XAA   |  | ● |   | 0.9441   |
| XIT   |  | ● |   | 26.2238  |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |   |  |
| EXXKT   | ●  |   |   | 0.011 transfert aval amont NPJO=13 carreaux/jour |
| ZN  |  |   | ● | 1 jours  |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |   |  |
| COET  |  | ● |   | -2.5 °C/1000m                                    |
| COEP  |  | ● |   | 0.75 mm/m  |
| FACT  | ●  |   |   | 1.0  |
| JOEVA   | ●  |   |   | 80 jours   |
| JONEI   | ●  |   |   | 80 jours   |
| XINFMA  |  | ● |   | 30.0 mm/jour                                     |
| XLA   |  |   | ● | 4910   |
| TRI   |  |   | ● | 5.0 % (0.05)                                     |

Tableau 8.4 Rivière Petite Péribonka (PPER), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années                    | Petite Péribonka (061801) |           |          |
|---------------------------|---------------------------|-----------|----------|
|                           | Critère                   | Lame (mm) |          |
|                           | Nash                      | Observée  | Calculée |
| Calibration               |                           |           |          |
| 1985                      | 0.8453                    | 533.42    | 529.25   |
| 1986                      | 0.7088                    | 522.11    | 530.24   |
| 1987                      | 0.596                     | 423.98    | 379.74   |
| 1988                      | 0.8606                    | 556.54    | 596.42   |
| 1989                      | 0.8910                    | 599.39    | 556.47   |
| 1985 -1989 <sup>(2)</sup> | 0.9498                    | 527.02    | 518.36   |
| Vérification              |                           |           |          |
| 1990                      | 0.8574                    | 467.08    | 516.5    |
| 1991                      | 0.4537                    | 420.38    | 559.24   |
| 1992                      | 0.893                     | 578.64    | 634.07   |
| 1993                      | 0.6857                    | 586.49    | 587.71   |
| 1994                      | 0.9258                    | 641.28    | 651.45   |
| 1995                      | 0.6372*                   | 537.68    | 634.57   |
| 1990 -1995 <sup>(2)</sup> | 0.9374*                   | 540.71    | 597.22   |

(\*) Manque de données.

(2) Moyenne interannuelle

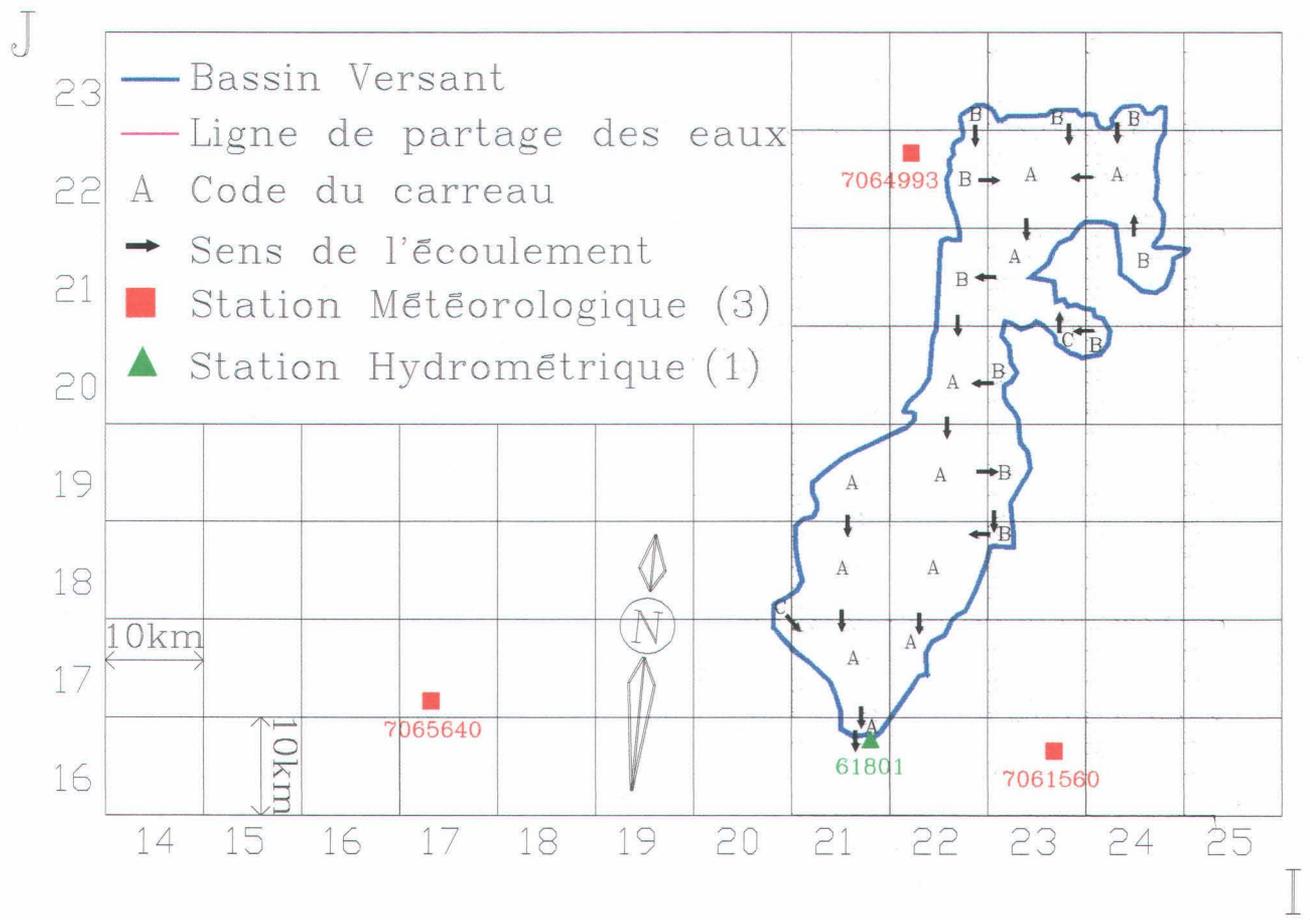


Figure 8.1 Schématisation du bassin versant Petite Péribonka (PPER).

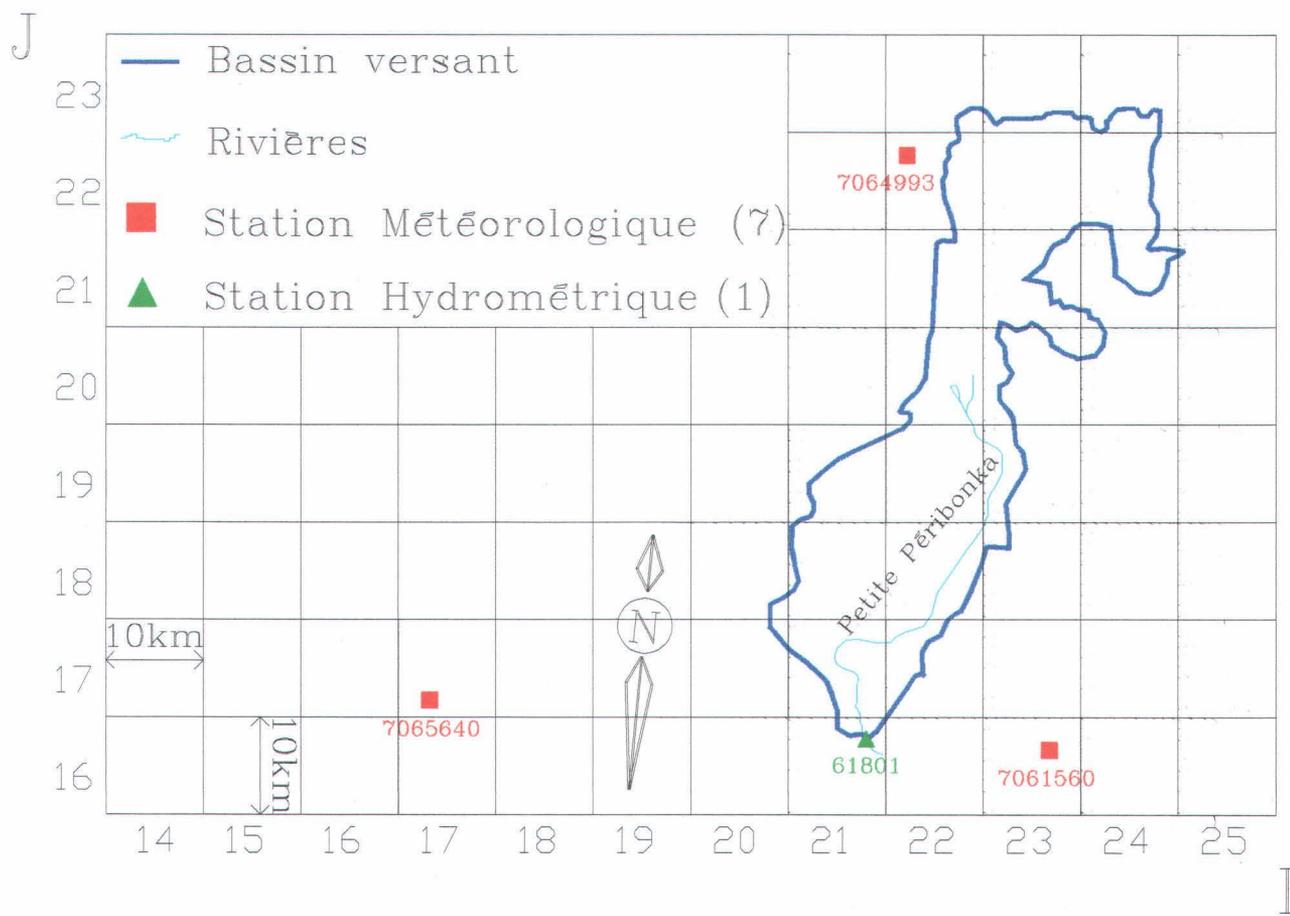


Figure 8.2 Emplacement du bassin versant Petite Péribonka (PPER) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9498

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 18.216 cal.: 17.917  
Lame interannuelle (mm) obs.: 527.02 cal.: 518.36

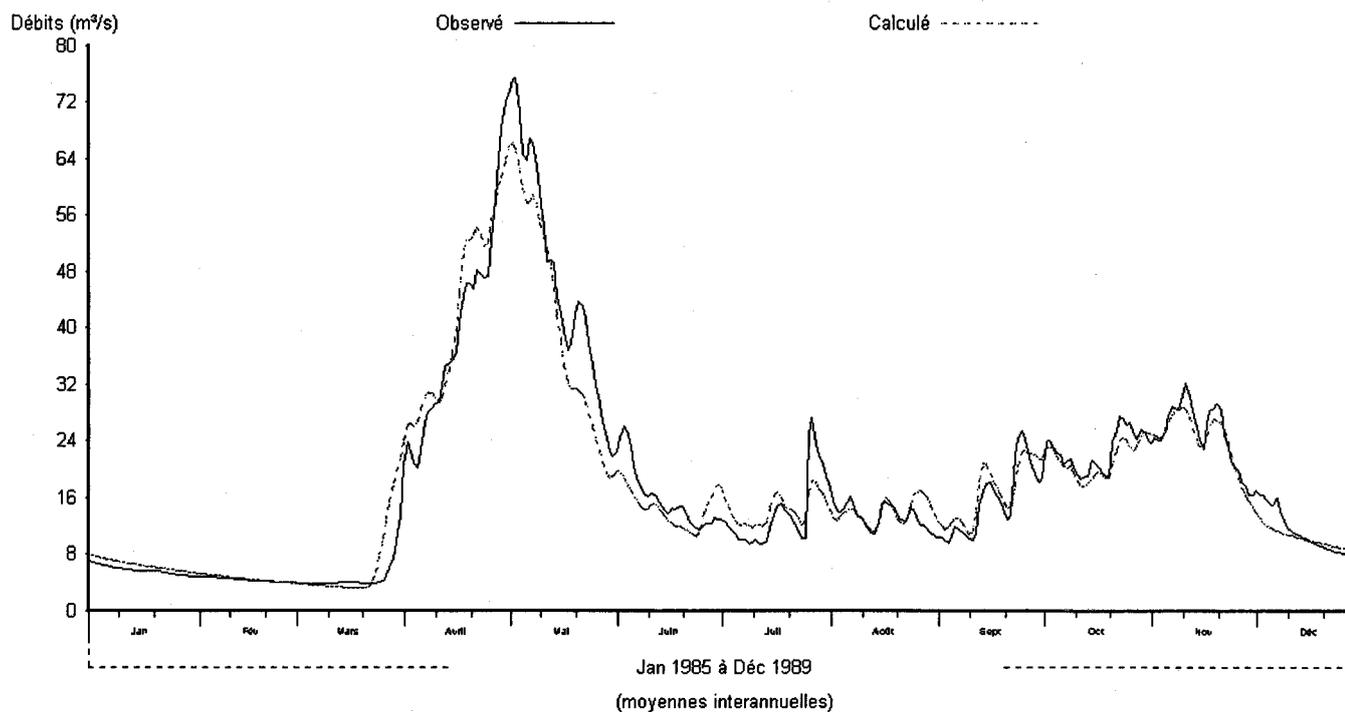


Figure 8.3 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER).

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9374

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 18.689 cal.: 20.642  
Lame interannuelle (mm) obs.: 540.71 cal.: 597.22

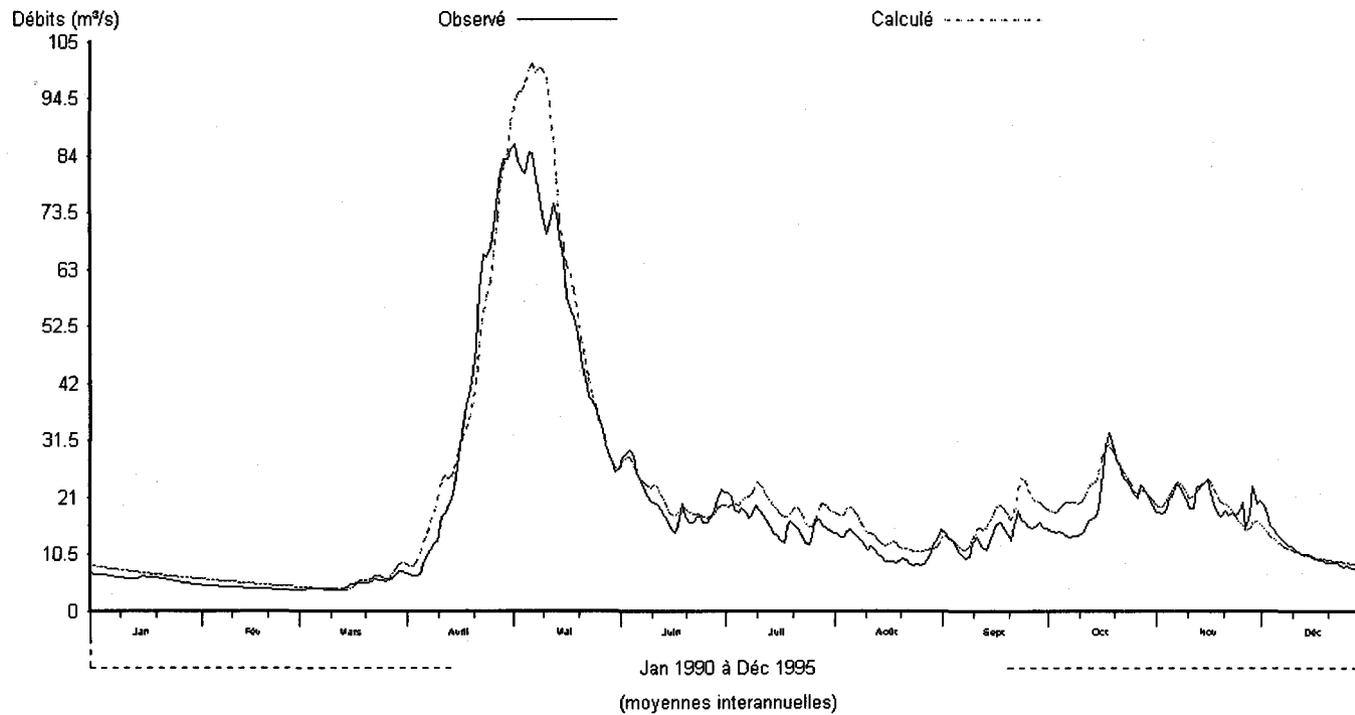


Figure 8.4 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: PPER

Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9728

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 18.916 cal.: 17.916

Lame interannuelle (mm) obs.: 527.01 cal.: 518.35

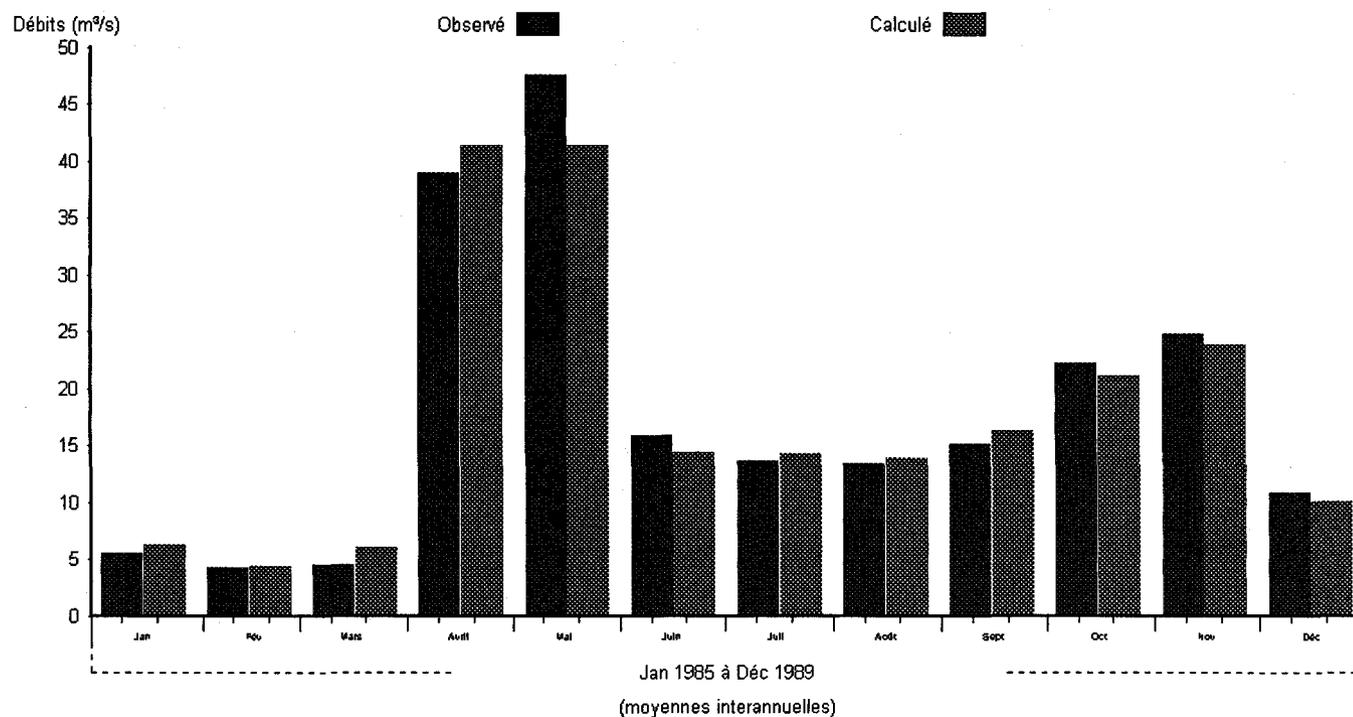


Figure 8.5 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9579

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 18.695 cal.: 20.642  
Lame interannuelle (mm) obs.: 540.89 cal.: 597.21

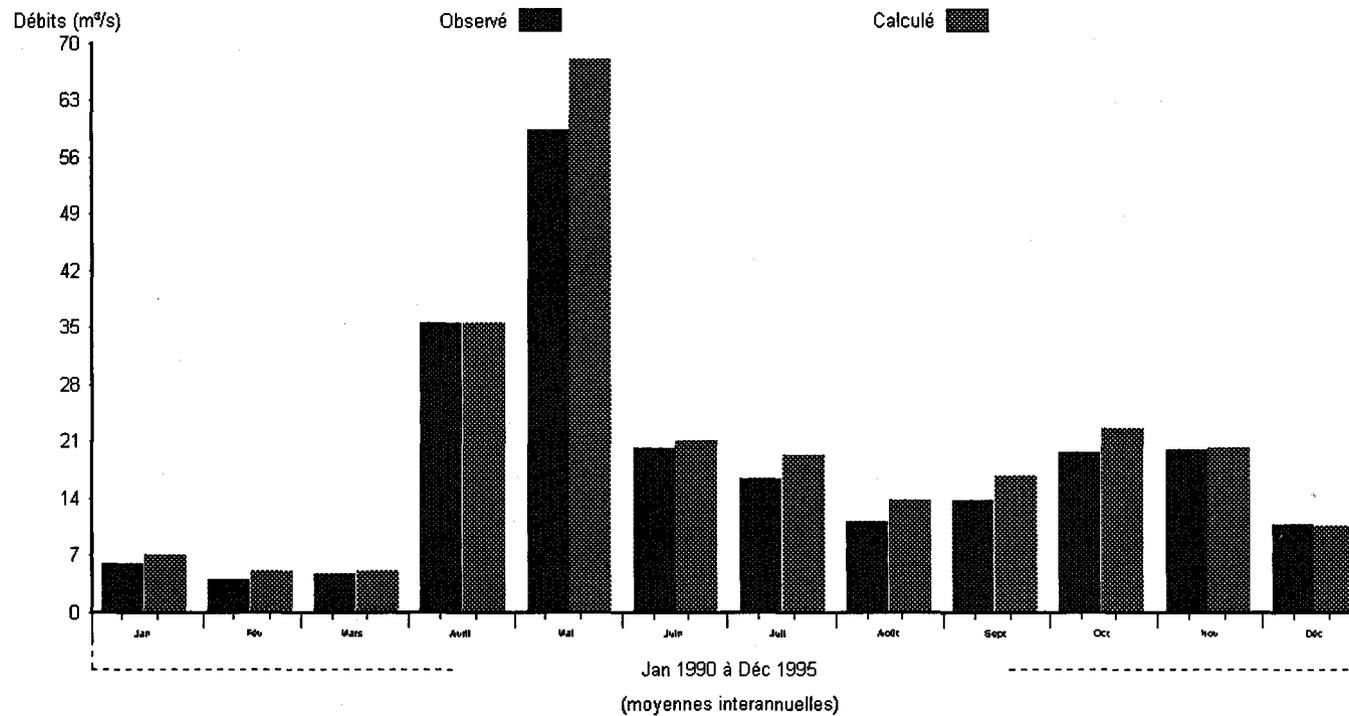


Figure 8.6 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: PPER

Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.8705

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 18.208 cal.: 17.909

Lame (mm) obs.: 2635.4 cal.: 2592.1

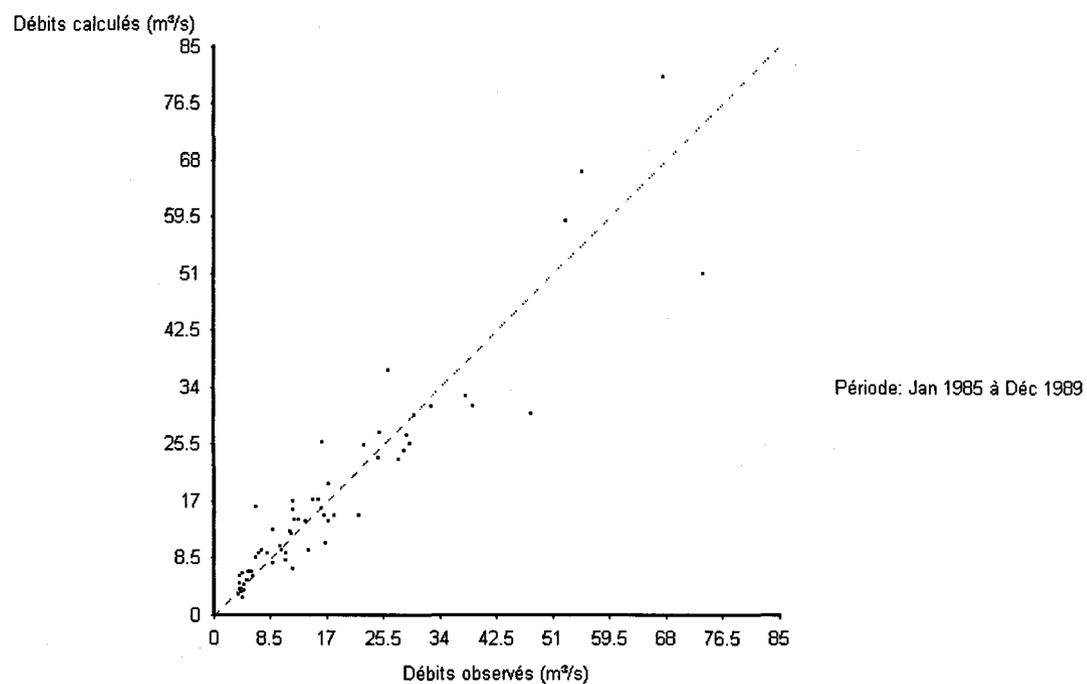


Figure 8.7 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8285

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 18.689 cal.: 20.635  
Lame (mm) obs.: 3245.7 cal.: 3583.6

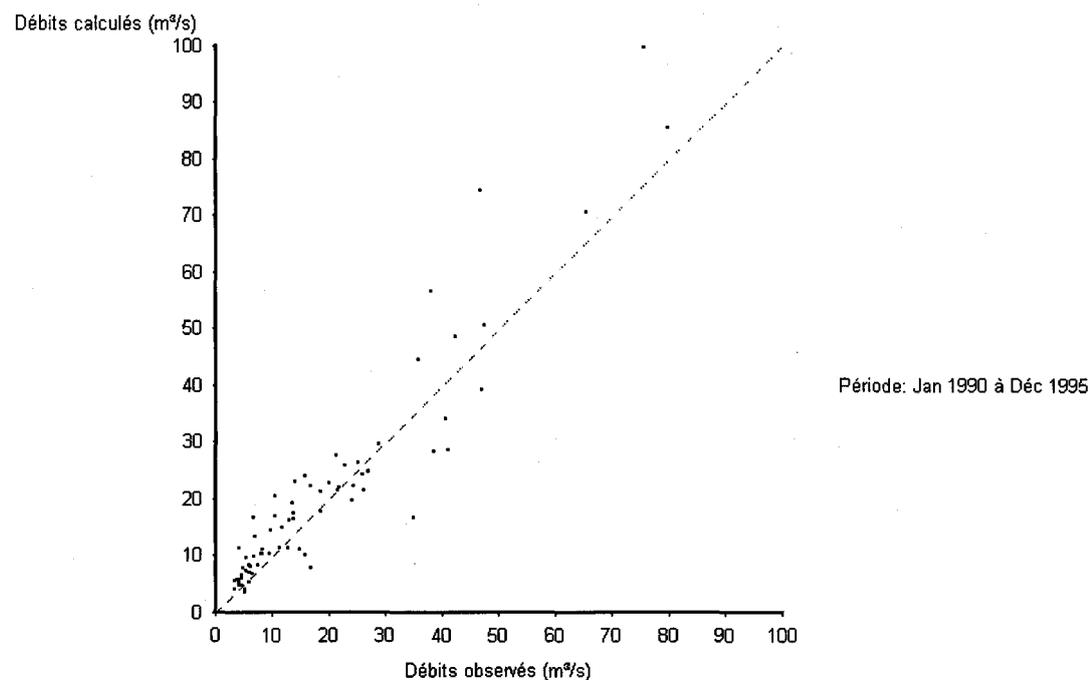


Figure 8.8 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: PPER

Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9954

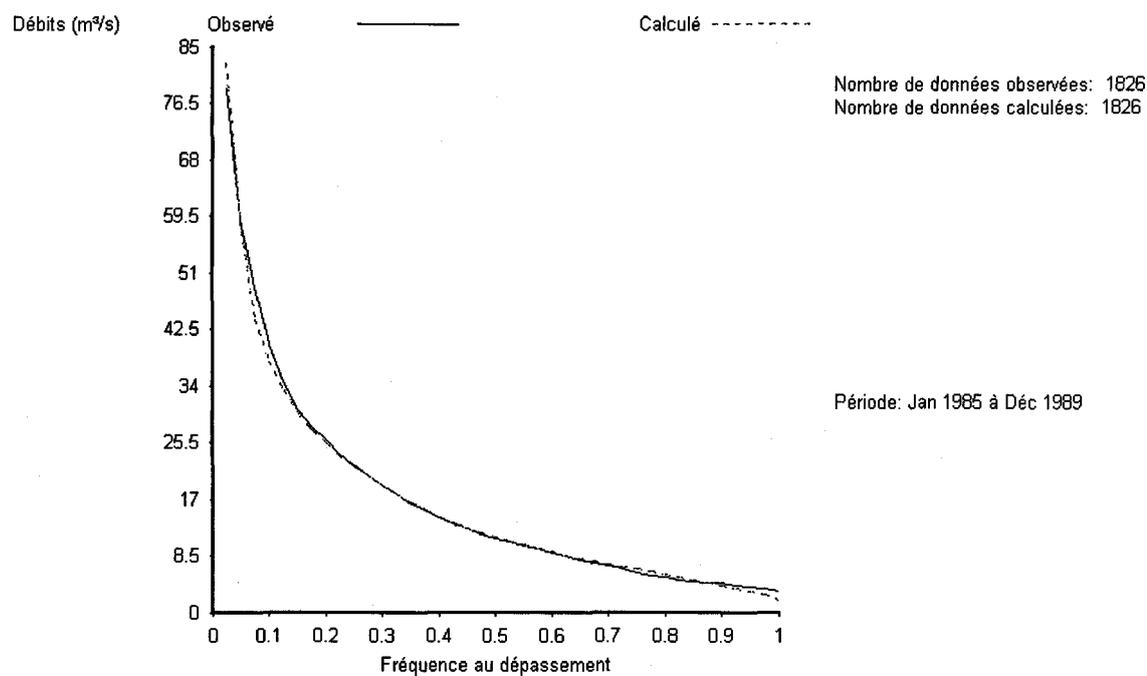


Figure 8.9 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: PPER

Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9667

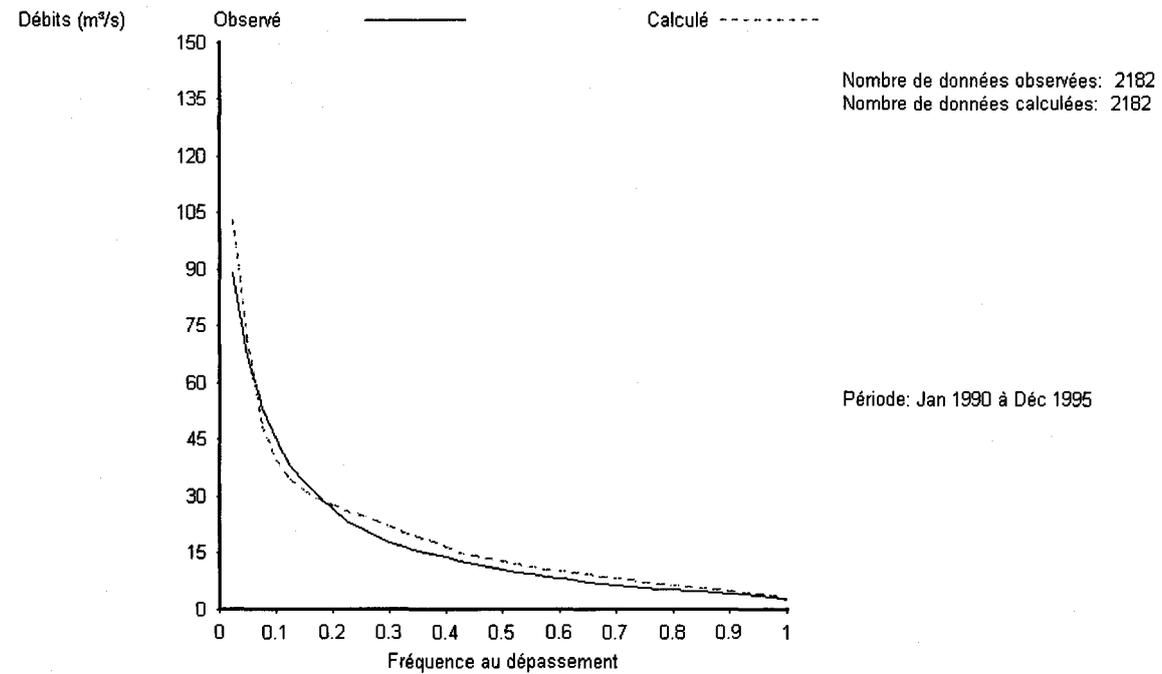


Figure 8.10 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour la période de vérification (1990-1995).



# 9

## APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU À LA RIVIÈRE MISTASSIBI (MISBI)

---

Le bassin versant de la rivière Mistassibi est situé au nord du lac Saint-Jean et est orienté nord sud. Le bassin versant a une superficie de 9 320 km<sup>2</sup> et l'altitude varie de 200 à 600 mètres.

### 9.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant de la rivière Mistassibi a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km correspondant à celle utilisée par Alcan. La dimension de la maille élémentaire est justifiée par la densité du réseau météorologique disponible pour la région et par la superficie et la topographie du bassin versant.

La figure 9.1 montre la schématisation du bassin versant naturel de la rivière Mistassibi. Les caractéristiques physiographiques, pourcentage de forêt, de lac et marais, l'altitude de chaque "carreau entier" et les données de drainage de chaque "carreau partiel" ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Le pourcentage de forêt déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

Pour faciliter la visualisation de la Mistassibi et de ses principaux tributaires, la figure 9.2 montre les principaux cours d'eau du bassin versant avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## 9.2 Données hydro-météorologiques

La mise en opération du modèle hydrologique CEQUEAU nécessite l'utilisation des données météorologiques journalières disponibles sur le bassin versant. Le tableau 9.1 donne la liste des stations météorologiques et hydrométriques et la période d'observation utilisée. Ces données proviennent du Groupe ressources hydrauliques de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée. Le tableau 9.2 donne la position de ces stations par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et les principales caractéristiques. Le pourcentage d'influence varie selon que l'on affecte les stations météorologiques au carreau entier par la méthode de Thiessen ou par pondération des trois stations le plus près. Pour les simulations nous avons utilisé la méthode des trois stations les plus près. Cette méthode permet d'obtenir une meilleure approximation des données météorologiques sur chaque carreau entier. Le tableau 9.2 donne le poids relatif de chaque station météorologique pour chaque méthode d'affectation.

Les positions des stations météorologiques par rapport au bassin versant de la rivière Mistassibi sont montrées sur les figures 9.1 et 9.2. Les données météorologiques utilisées sont les températures de l'air maximum et minimum, les précipitations liquides et les précipitations solides. Les données de précipitations solides ont été mesurées en équivalent en eau de la neige.

La dernière partie du tableau 9.2 nous montre que ce bassin versant est schématisé à l'aide de 121 "carreaux entiers" et de 155 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué est de 8 938 km<sup>2</sup>, par rapport à 9 320 km<sup>2</sup> pour le bassin versant réel soit une erreur de -4.1%, cette erreur sera prise en compte dans le modèle pour que la superficie réelle prise utilisée soit de 9 320 km<sup>2</sup>.

## 9.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique

L'ajustement des paramètres a été fait, par essai et erreur pour une première approximation, en utilisant les débits observés à la station 062101 pour la période 1985 à 1989. Cet ajustement a pour but d'estimer les paramètres non déterminés par la physique du phénomène, c'est-à-dire les paramètres du type (a) tel que définis au tableau 2.1. Si les premiers essais permettent d'obtenir rapidement des simulations satisfaisantes, les améliorations ultérieures peuvent n'être que locales, c'est-à-dire qu'une crue mieux représentée pour une certaine valeur d'un paramètre peut l'être au détriment d'une autre et réciproquement. À ce point de l'ajustement, il est nécessaire d'utiliser des critères numériques pour s'assurer que les modifications de paramètres améliorent l'ensemble des simulations. On utilise normalement le critère de Nash ou la somme des différences aux carrés entre les débits observés et calculés.

L'ajustement final des paramètres a été fait par optimisation en utilisant la période 1985 à 1989. Nous avons optimisé en minimisant la somme des différences aux carrés entre les débits observés et les débits calculés. L'utilisation d'une longue période, cinq ans, a pour but de minimiser l'influence d'une année particulière sur la valeur des paramètres.

Le tableau 9.3 montre les valeurs finales des paramètres du modèle hydrologique CEQUEAU ajusté au bassin versant de la rivière Mistassibi.

## 9.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin Mistassibi

Les résultats numériques des simulations, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1995), sont présentés au tableau 9.4. Ce tableau donne les valeurs des coefficients de Nash calculés annuellement à la station 062101 sur la rivière Mistassibi. Les lames annuelles d'écoulement observées et calculées sur le bassin versant sont également montrées sur ce tableau.

L'étude du tableau 9.4, et en particulier les valeurs du coefficient de Nash, montre que les résultats obtenus pour la période de vérification sont aussi précis que ceux obtenus pour la période de calibration. Pour les deux périodes, on observe quatre ans avec des coefficients de Nash supérieurs à 0.90. Le critère de Nash est cependant plus faible pour les années 1987, 1994 et 1995. Les lames annuelles des débits calculés ne montrent pas d'erreur systématique par rapport aux lames des débits observés.

Les graphiques des figures 9.3 à 9.10 sont utilisés pour montrer les résultats des simulations pour la période de calibration et la période de vérification.

Les figures 9.3 et 9.4 montrent les débits journaliers, moyennes interannuelles, pour la période de calibration et de vérification. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations est comparable pour les deux périodes, même si le coefficient de Nash pour la période de vérification est légèrement plus faible que celui de la période de calibration. Pour les deux périodes, les étiages sont bien reproduits alors que la crue de fonte nivale est légèrement sous-estimée pour les deux périodes. Les débits d'été simulés, sont sous-estimés pour la période de calibration, probablement l'influence de l'année 1987, alors que pour la période de vérification, on observe une légère surestimation des débits pour la même période.

Les figures 9.5 et 9.6 montrent les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels, pour la période de calibration et de vérification. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreurs importantes et que les débits calculés sont valables pour tous les mois.

Les figures 9.7 et 9.8 montrent la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés. La figure 9.7 montre que les débits moyens mensuels calculés pour la période de calibration n'ont pas d'erreur systématique parce qu'ils se situent de part et d'autre de la droite à 45°. Pour la période de vérification, figure 9.8 on observe que les mois les plus forts sont sous-estimés pour six mois parce que les points sont situés sous la droite à 45°.

Finalement les figures 9.9 et 9.10 montrent les courbes des débits journaliers, observés et calculés, classés pour la période de calibration et de vérification. Sur ces deux figures, on observe que les débits simulés sont valables pour la période de calibration et pour la période de vérification.

Les courbes annuelles, des débits journaliers observés et calculés sur la rivière Mistassibi à la station 062101, sont montrées sur les figures H1 à H11 de l'annexe H. Ces figures montrent que la précision des débits calculés par rapport aux débits observés est satisfaisante, sauf pour les années 1987, 1994 et 1995. Pour l'année 1987, figure H3 la crue de fonte de neige est bien reproduite mais par la suite les débits d'été simulés sont plus faibles que les débits observés. Pour les années 1994 et 1995 (figures H10 et H11) la principale erreur est le décalage de crue nivale simulée par rapport à celle observée à la station MISBI (061001).

L'analyse des critères numériques et des graphiques des débits observés et calculés nous permet de conclure que les paramètres retenus permettent de bien représenter le cycle hydrologique de la rivière Mistassibi et seront utilisés pour la suite de l'étude.

Tableau 9.1 Données météorologiques et hydrométriques disponibles pour les bassins versant de la rivière Mistassibi (MISBI).

| Station                     | Année |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-----------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                             | 1985  | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |  |
| <b>MÉTÉO</b>                |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Bonnard *<br>7060825        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Ch.des-Passes<br>7061541    |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Ch.du Diable<br>7061560     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac Benoit<br>0622090       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac de Cygnes<br>0621050    |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac Long<br>0619050         |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Lac<br>Machisque<br>0621060 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Mistassibi 2<br>7064993     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Normandin<br>7065640        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| <b>DÉBIT</b>                |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| MISBI<br>062101             |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

\* Bonnard station avec observateur. La station automatique Bonnard -2 n'a pas été utilisée.

Tableau 9.2 Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour les bassins versant de la rivière Mistassibi (MISBI).

|                          | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>° C  | Préc moy<br>(mm)             | Poids <sup>(1)</sup><br>%          | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|--------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>             |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
| Bonnard<br>7060825       | 29     | 37            | 495             | -1.81        | 960.03                       | 10.53                              | 1.03                      |
| Ch.des-Passes<br>7061541 | 27     | 28            | 174             | -0.06        | 911.17                       | 16.82                              | 18.21                     |
| Ch.du Diable<br>7061560  | 23     | 16            | 174             | 1.49         | 838.44                       | 3.40                               | 0.00                      |
| Lac Benoit<br>0622090    | 28     | 46            | 543             | -2.50        | 864.62                       | 2.19                               | 0.00                      |
| Lac de Cygnes<br>0621050 | 15     | 28            | 468             | -0.78        | 875.55                       | 8.24                               | 2.38                      |
| Lac Long<br>0619050      | 15     | 35            | 468             | -1.15        | 858.46                       | 9.80                               | 5.36                      |
| Lac Machisque<br>0621060 | 23     | 39            | 543             | -2.24        | 900.91                       | 29.06                              | 45.74                     |
| Mistassibi 2<br>7064993  | 22     | 22            | 244             | 0.93         | 870.51                       | 18.53                              | 26.20                     |
| Normandin<br>7065640     | 17     | 17            | 42              | 0.62         | 826.24                       | 1.42                               | 1.09                      |
| <b>DÉBIT</b>             |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
|                          |        | Sortie<br>I-J | Nombre<br>CE    | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V.calcul<br>é<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| MISBI                    | 062101 | 20-18 A       | 121             | 155          | 9 320.0                      | 8 938.0                            | -4.10                     |

<sup>(1)</sup> Par régression

<sup>(2)</sup> Par polygone de Thiessen

Tableau 9.3 Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour la rivière Mistassibi (MISBI).

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |  |
|---|--|---|--|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |  |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |  |
|   | Valeurs  |   |  |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |  |
| CIN   | ●  |   | 0.145  |
| CVMAR   | ●  |   | 0.020  |
| CVNB  | ●  |   | 0.008  |
| CVNH  | ●  |   | 0.340  |
| CVSB  | ●  |   | 0.000  |
| CVSI  | ●  |   | 0.256  |
| HINF  | ●  |   | 64.4 mm  |
| HINT  | ●  |   | 66.3 mm  |
| HMAR  | ●  |   | 250.0 mm   |
| HNAP  | ●  |   | 124.0 mm   |
| HRIMP   | ●  |   | 10.0 mm  |
| HSOL  | ●  |   | 100.0 mm   |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |  |
| STRNE   |  | ● | -0.52 °C   |
| TFC   |  | ● | 2.34 mm/°C                                       |
| TFD   |  | ● | 4.00 mm/°C                                       |
| TSC   |  | ● | 0.15 °C  |
| TSD   |  | ● | 0.42 °C  |
| TTD   |  | ● | 0.70   |
| TTS   |  | ● | -0.61 °C   |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |  |
| EVNAP   | ●  |   | 34.0 % (0.34)                                    |
| HPOT  | ●  |   | 92.0 mm  |
| XAA   |  | ● | 0.786  |
| XIT   |  | ● | 28.0   |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |  |
| EXXKT   | ●  |   | 0.0111 transfert aval amont NPJO=6 carreaux/jour |
| ZN  |  | ● | 5 jours  |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |  |
| COET  |  | ● | -2.5 °C/1000m                                    |
| COEP  |  | ● | 0.75 mm/m  |
| FACT  | ●  |   | 1.0  |
| JOEVA   | ●  |   | 80 jours   |
| JONEI   | ●  |   | 80 jours   |
| XINFMA  |  | ● | 30.0 mm/jour                                     |
| XLA   |  | ● | 4950   |
| TRI   |  | ● | 5.0 % (0.05)                                     |

Tableau 9.4 Rivière Mistassibi (MISBI), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années                    | Mistassibi (062101) |           |          |
|---------------------------|---------------------|-----------|----------|
|                           | Critère             | Lame (mm) |          |
|                           | Nash                | Observée  | Calculée |
| Calibration               |                     |           |          |
| 1985                      | 0.9644              | 652.74    | 643.73   |
| 1986                      | 0.8900              | 615.39    | 556.88   |
| 1987                      | 0.7462              | 623.46    | 530.22   |
| 1988                      | 0.9467              | 668.44    | 636.61   |
| 1989                      | 0.9446              | 588.02    | 584.92   |
| 1985 -1989 <sup>(2)</sup> | 0.9576              | 629.54    | 590.40   |
| Vérification              |                     |           |          |
| 1990                      | 0.9263              | 686.66    | 657.39   |
| 1991                      | 0.9437              | 583.33    | 619.84   |
| 1992                      | 0.9356              | 693.55    | 671.65   |
| 1993                      | 0.9171              | 787.24    | 764.64   |
| 1994                      | 0.7797              | 738.49    | 788.09   |
| 1995                      | 0.6335              | 728.88    | 772.06   |
| 1990 -1995 <sup>(2)</sup> | 0.9289              | 702.98    | 712.22   |

<sup>(2)</sup> Moyenne interannuelle

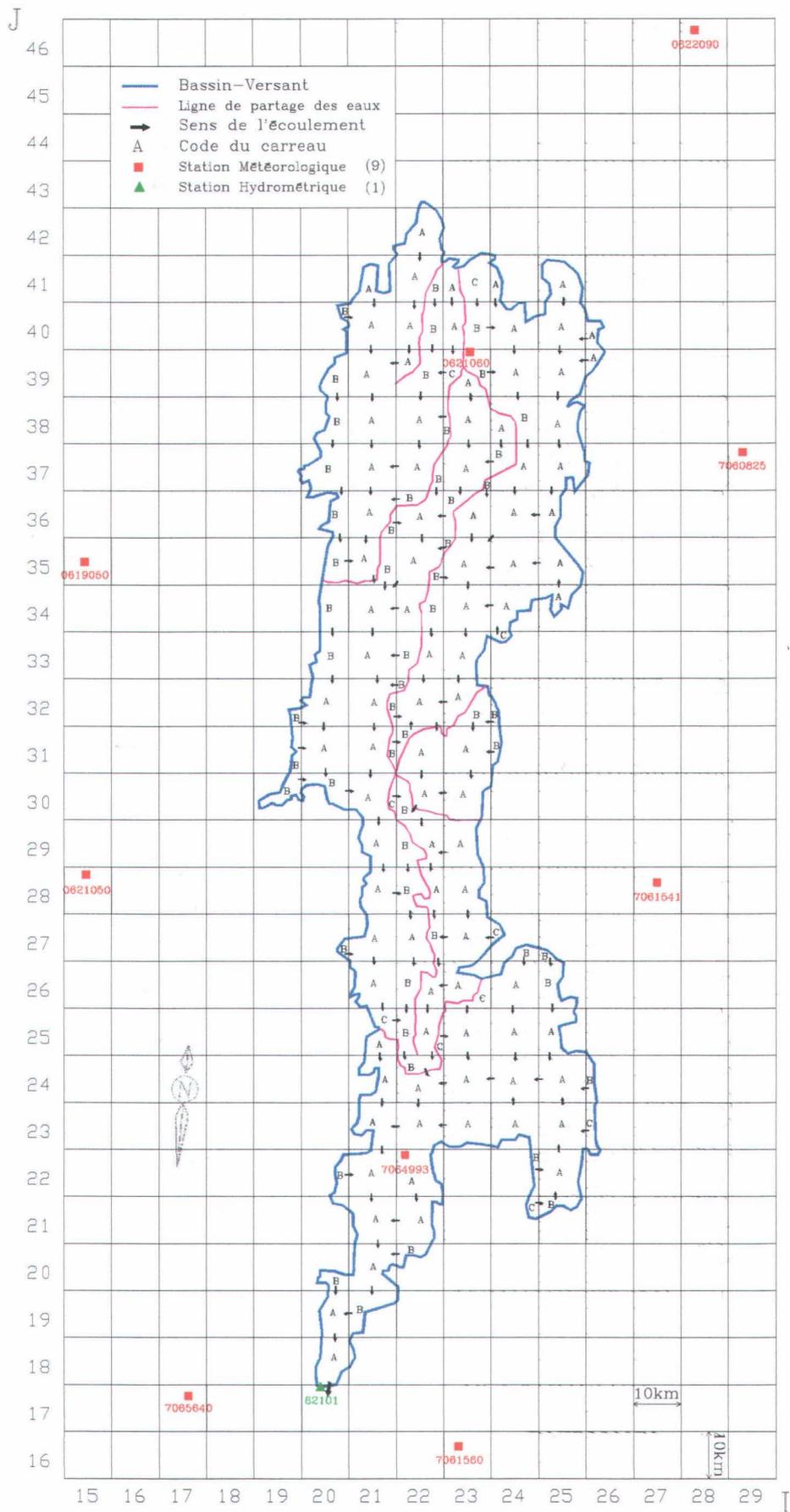


Figure 9.1

Schématisation du bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI).

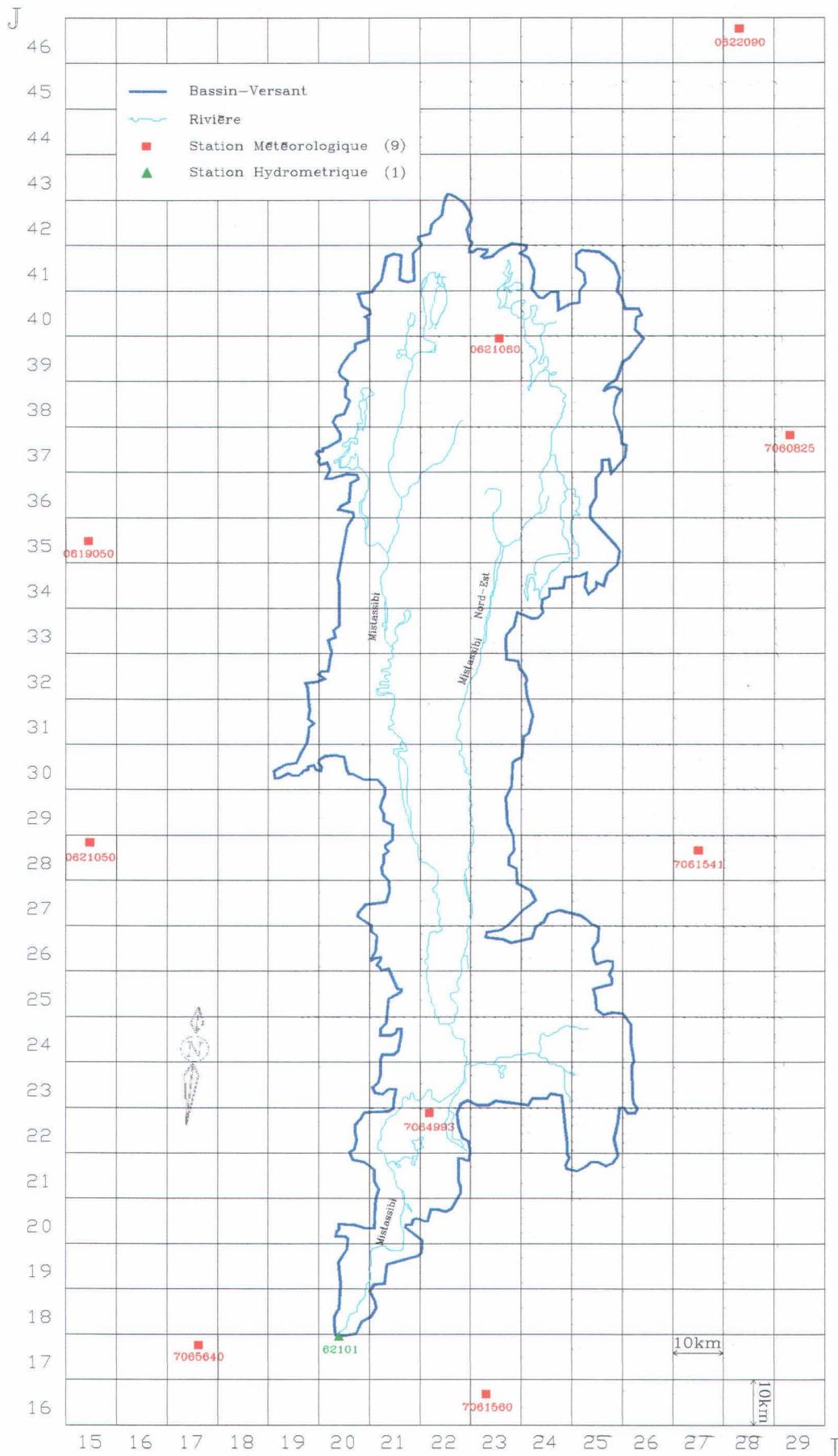


Figure 9.2

Emplacement du bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) et de ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9576

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 186.05 cal.: 174.48  
Lame interannuelle (mm) obs.: 629.54 cal.: 590.40

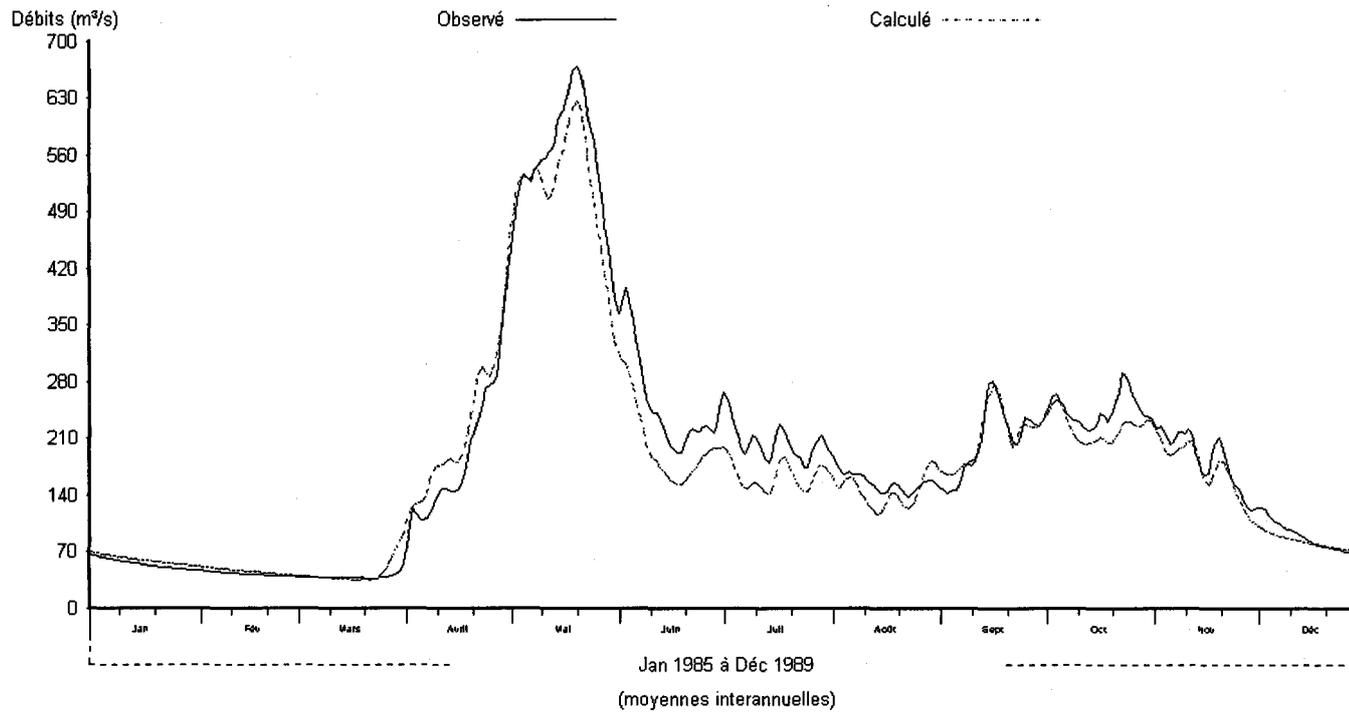


Figure 9.3 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI).

## Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9289

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 207.75 cal.: 210.49  
Lame interannuelle (mm) obs.: 702.98 cal.: 712.22

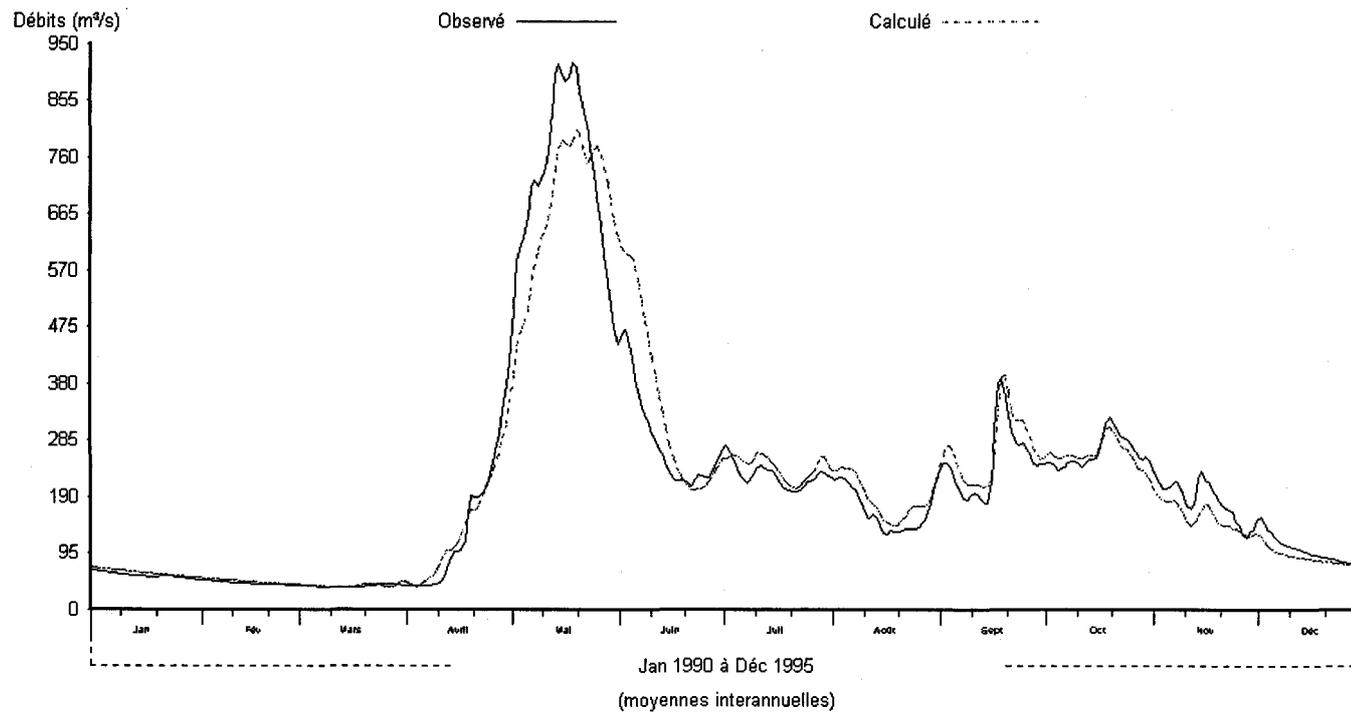


Figure 9.4 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9648

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 186.05 cal.: 174.48  
Lame interannuelle (mm) obs.: 629.53 cal.: 590.39

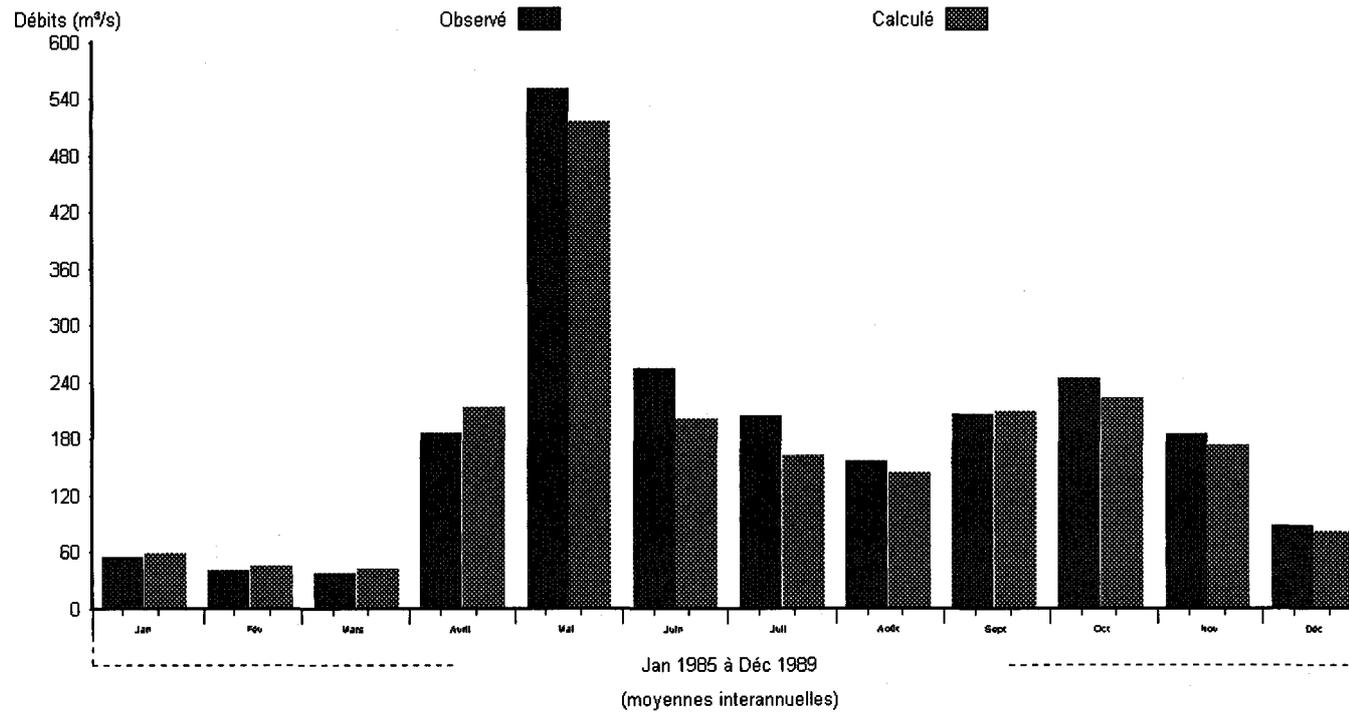


Figure 9.5 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: MISBI

Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9724

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 207.75 cal.: 210.48

Lame interannuelle (mm) obs.: 702.97 cal.: 712.21

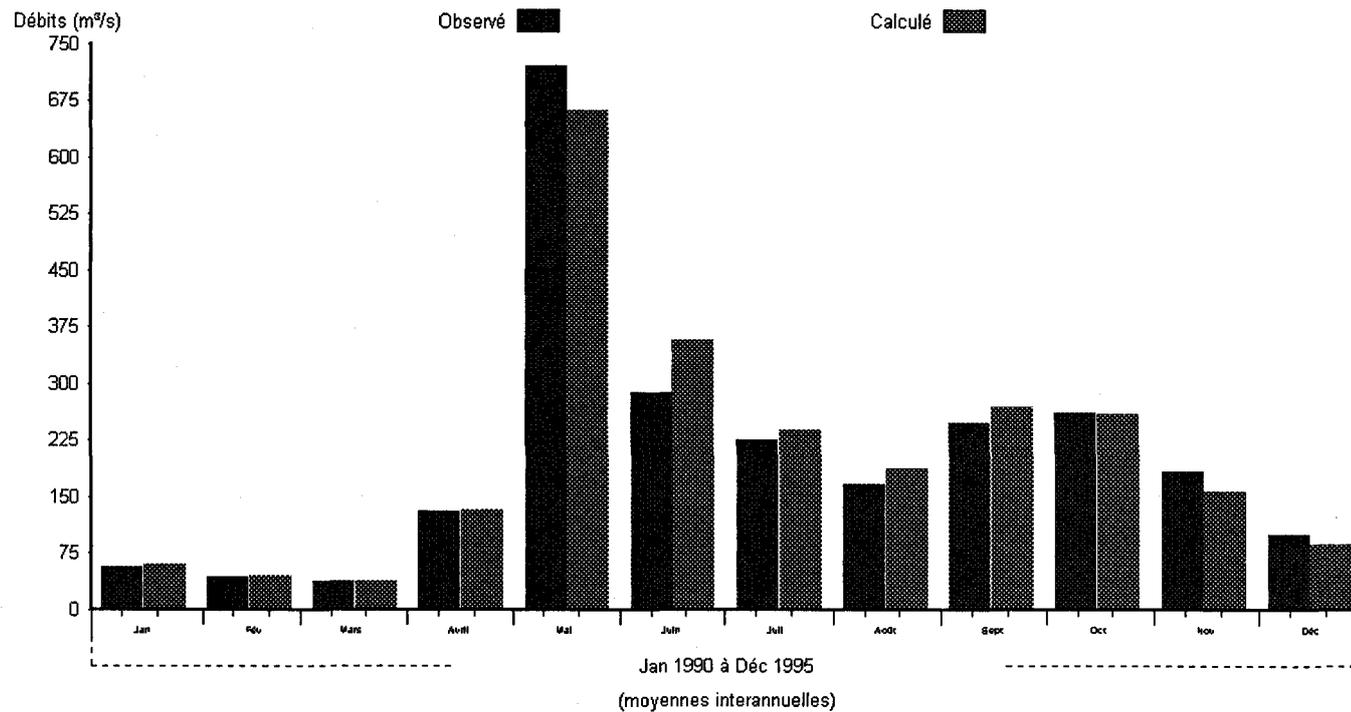


Figure 9.6 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9381

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 185.97 cal.: 174.41  
Lame (mm) obs.: 3148.1 cal.: 2952.4

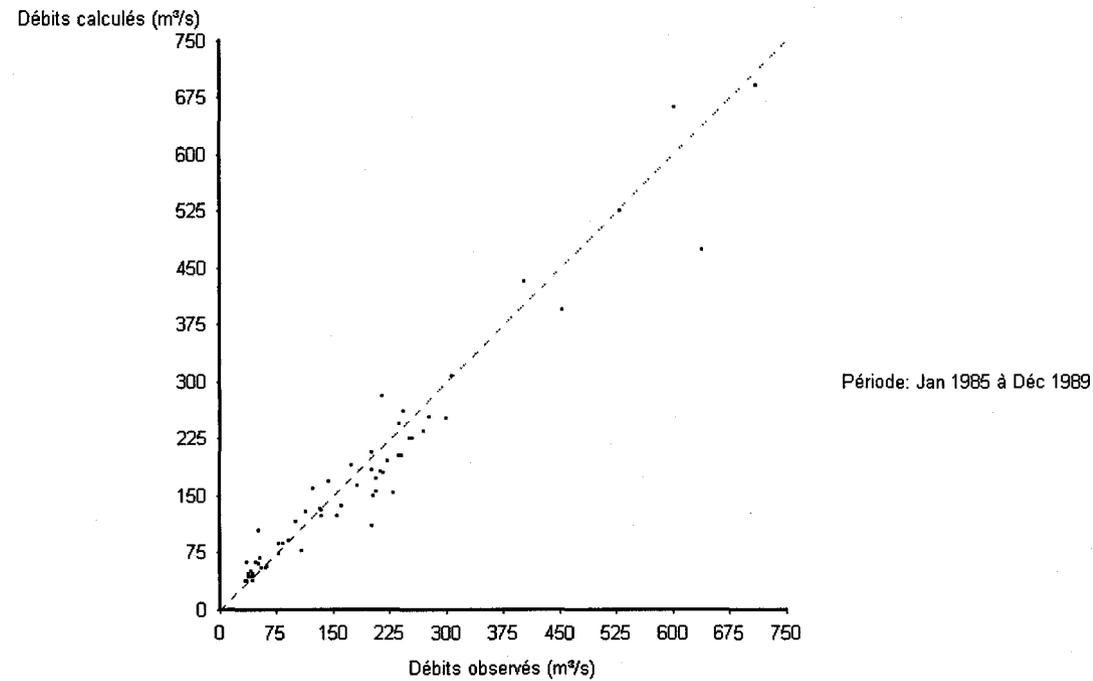


Figure 9.7 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: MISBI

Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9322

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 207.67 cal.: 210.41

Lame (mm) obs.: 4218.1 cal.: 4273.7

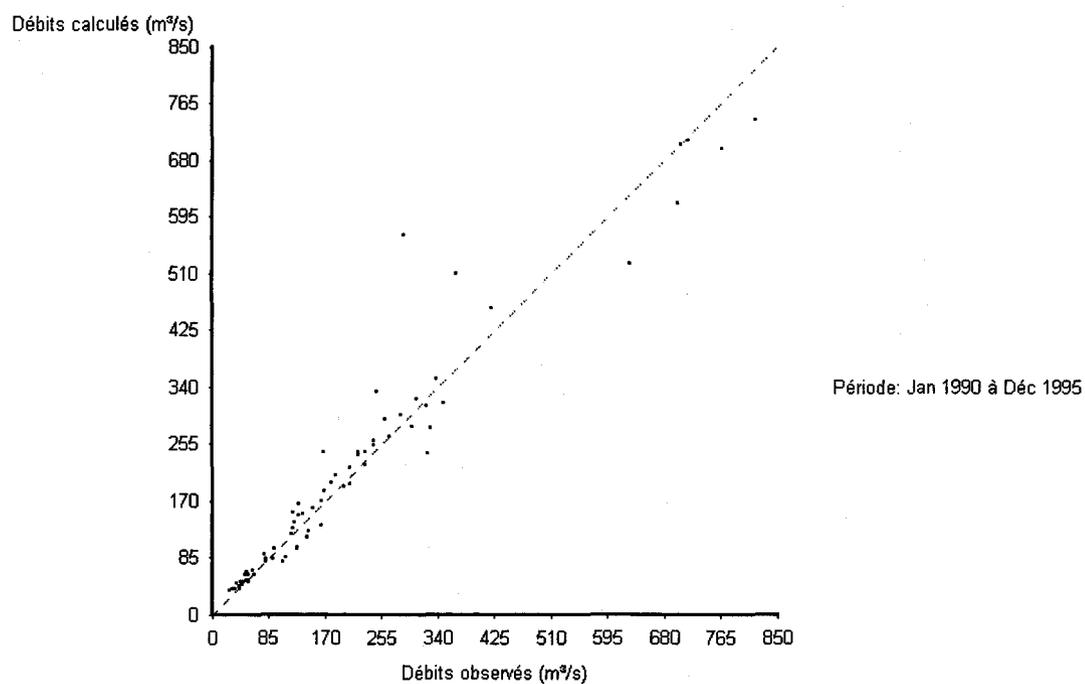


Figure 9.8 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9854

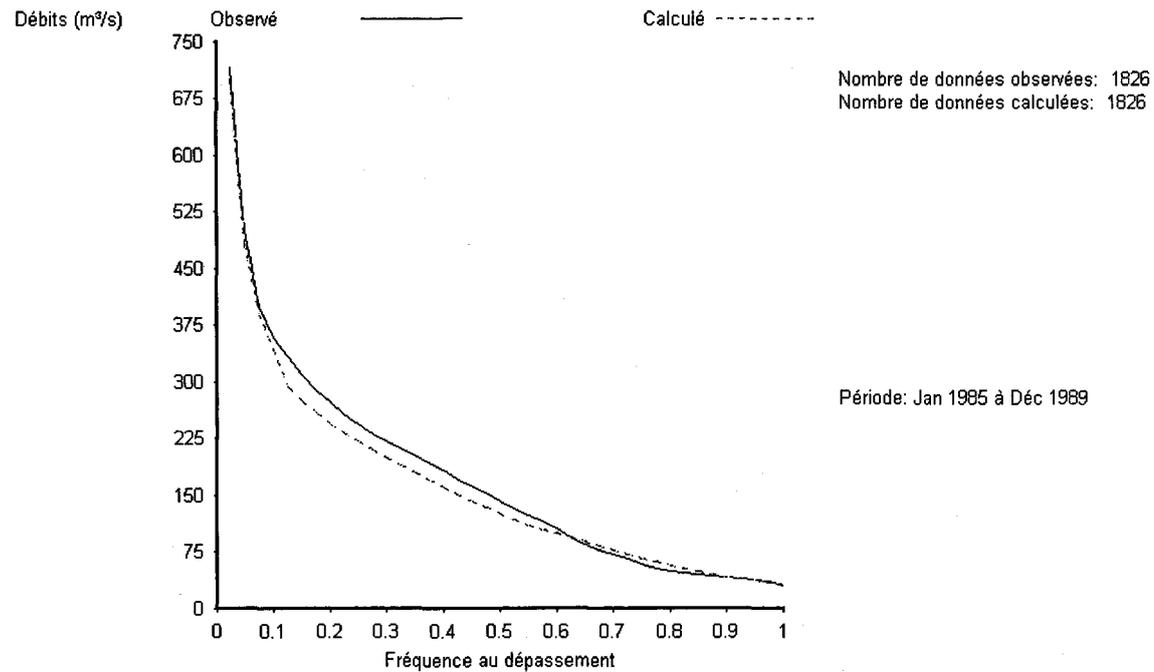


Figure 9.9 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: MISBI

Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9968

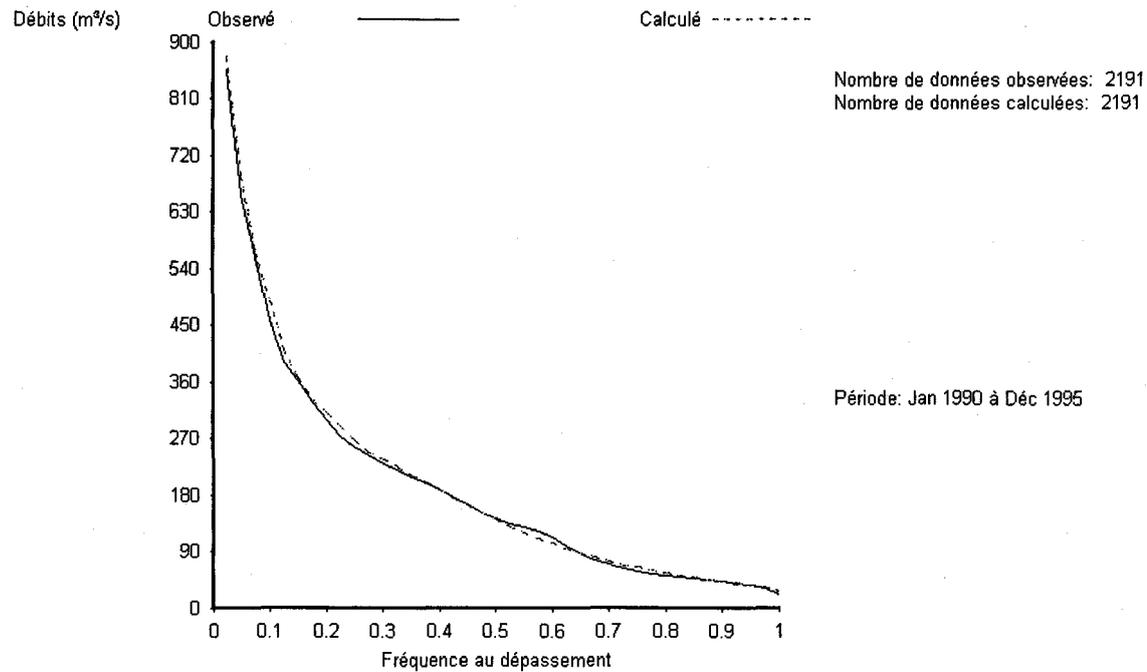


Figure 9.10 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour la période de vérification (1990-1995).

# 10

## APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU À LA RIVIÈRE MISTASSINI (MISNI)

---

Le bassin versant de la rivière Mistassini couvre une superficie de 9 858 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les débits naturels mesurés à la station 062102.

### 10.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant de la rivière Mistassini a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km correspondant à celle utilisée par Alcan.

La figure 10.1 montre la schématisation du bassin versant naturel de la rivière Mistassini. Les caractéristiques physiographiques, pourcentage de forêt, de lac et marais, l'altitude de chaque "carreau entier" et les données de drainage de chaque "carreau partiel" ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Le pourcentage de forêt déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

Pour faciliter la visualisation de la rivière Mistassini et de ses principaux tributaires, la figure 10.2 montre les principaux cours d'eau du bassin versant avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## 10.2 Données hydro-météorologiques

La mise en opération du modèle hydrologique CEQUEAU nécessite l'utilisation des données météorologiques journalières disponibles sur le bassin versant. Le tableau 10.1 donne la liste des stations météorologiques et hydrométriques et la période d'observation utilisée. Ces données proviennent du Groupe ressources hydrauliques de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée. Le tableau 10.2 donne la position de ces stations par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et les principales caractéristiques. Le pourcentage d'influence ou le poids varie selon que l'on affecte les stations météorologiques au carreau entier par la méthode de Thiessen ou par pondération des trois stations le plus près. Pour les simulations, nous avons utilisé la méthode des trois stations les plus près. Cette méthode permet d'obtenir une meilleure approximation des données météorologiques sur chaque carreau entier. Le tableau 10.2 donne le poids relatif de chaque station météorologique pour chaque méthode d'affectation.

Les positions des stations météorologiques par rapport au bassin versant de la rivière Mistassini sont montrées sur les figures 10.1 et 10.2. Les données météorologiques utilisées sont les températures de l'air maximum et minimum, les précipitations liquides et les précipitations solides. Les données de précipitations solides ont été mesurées en équivalent en eau de la neige.

La dernière partie du tableau 10.2 nous montre que ce bassin versant est schématisé à l'aide de 127 "carreaux entiers" et de 193 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué est de 9 871 km<sup>2</sup>, par rapport à 9 858 km<sup>2</sup> pour le bassin versant réel, soit une erreur de 0.13%.

## 10.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique

L'ajustement des paramètres a été fait, par essai et erreur pour une première approximation, en utilisant les débits observés à la station 062102 pour la période 1985 à 1989. L'ajustement final des paramètres a été fait par optimisation en utilisant la période 1985 à 1989. Nous avons optimisé en minimisant la somme des différences aux carrés entre les débits observés et les débits calculés.

Le tableau 10.3 montre les valeurs finales des paramètres du modèle hydrologique CEQUEAU ajusté au bassin versant de la rivière Mistassini.

## 10.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin Mistassini

Les résultats numériques des simulations, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1995), sont présentés au tableau 10.4. Ce tableau donne les valeurs des coefficients de Nash calculés annuellement à la station 062102 sur la rivière Mistassini. Les lames annuelles d'écoulement observées et calculées sur le bassin versant sont également montrées sur ce tableau.

L'étude du tableau 10.4, et en particulier les valeurs du coefficient de Nash, montre que les résultats obtenus pour la période de vérification sont aussi précis que ceux obtenus pour la période de calibration. Pour la période de calibration et de vérification, on observe respectivement quatre ans et trois ans avec des coefficients de Nash supérieurs à 0.80. Le critère de Nash est cependant inférieur à 0.70 pour les années 1987, 1994 et 1995. Les lames annuelles des débits calculés ne montrent pas d'erreur systématique par rapport aux lames des débits observés.

Les graphiques des figures 10.3 à 10.10 sont utilisés pour montrer les résultats des simulations pour la période de calibration et la période de vérification.

Les figures 10.3 et 10.4 montrent les débits journaliers, moyennes interannuelles, pour la période de calibration et de vérification. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations est comparable pour les deux périodes, même si le coefficient de Nash pour la période de vérification est légèrement plus faible que celui de la période de calibration. Pour les deux périodes, les étiages sont bien reproduits alors que la crue de fonte nivale est légèrement sous estimée pour la période de vérification. Les débits calculés de juin, sont sous estimés pour la période de calibration et de vérification alors que pour le mois de juillet on observe que les débits calculés sont sous estimés pour la période de calibration, probablement l'influence de l'année 1987, alors que pour la période de vérification, les débits observés et simulés sont comparables.

Les figures 10.5 et 10.6 montrent les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels, pour la période de calibration et de vérification. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreurs importantes et que les débits calculés sont valables pour tous les mois, même si on observe une différence plus importante pour le mois de juin de la période de calibration.

Les figures 10.7 et 10.8 montrent la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés. Ces figures montrent que les débits moyens mensuels calculés pour la période de calibration et de vérification n'ont pas d'erreur systématique parce qu'ils se situent de part et d'autre de la droite à 45°.

Finalement les figures 10.9 et 10.10 montrent les courbes des débits journaliers, observés et calculés, classés pour la période de calibration et de vérification. Sur ces deux figures on observe que les débits de pointes simulés sont supérieurs aux débits de pointe observés.

Les courbes annuelles, des débits journaliers observés et calculés sur la rivière Mistassini à la station 062102, sont montrées sur les figures I1 à I11 de l'annexe I. Ces figures montrent que la précision des débits calculés par rapport aux débits observés est satisfaisante, même si les débits observés pour les années 1987, 1994 et 1995 sont un peu moins bien reproduits.

L'analyse des critères numériques et des graphiques des débits observés et calculés nous permet de conclure que les paramètres retenus permettent de bien représenter le cycle hydrologique de la rivière Mistassini et seront utilisés pour la suite de l'étude.



Tableau 10.2 Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI).

|                          | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>° C  | Préc moy<br>(mm)             | Poids <sup>(1)</sup><br>%          | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|--------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>             |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
| Ashuapmushuan<br>7061288 | 11     | 22            | 376             | -0.04        | 853.                         | 13.68                              | 9.6                       |
| Lac de Cygnes<br>0621050 | 15     | 28            | 468             | -0.78        | 875.                         | 34.83                              | 42.23                     |
| Lac Long<br>0619050      | 15     | 35            | 468             | -1.15        | 858.                         | 22.90                              | 27.92                     |
| Lac Machisque<br>0621060 | 23     | 39            | 543             | -2.24        | 901.                         | 8.59                               | 5.05                      |
| Mistassibi 2<br>7064993  | 22     | 22            | 244             | 0.93         | 870.                         | 9.83                               | 3.48                      |
| Normandin<br>7065640     | 17     | 17            | 42              | 0.62         | 818.                         | 10.16                              | 11.71                     |
| <b>DÉBIT</b>             |        |               |                 |              |                              |                                    |                           |
|                          |        | Sortie<br>I-J | Nombre<br>CE    | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V.calcul<br>é<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| MISNI                    | 062102 | 19-18 A       | 127             | 193          | 9 858.5                      | 9 871.0                            | 0.13                      |

<sup>(1)</sup> Par pondération des 3 stations les plus près

<sup>(2)</sup> Par polygone de Thiessen

Tableau 10.3 Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour la rivière Mistassini (MISNI).

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |  |
|---|--|---|--|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |  |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |  |
|   | Valeurs  |   |  |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |  |
| CIN   | ●  |   | 0.1471   |
| CVMAR   | ●  |   | 0.020  |
| CVNB  | ●  |   | 0.008  |
| CVNH  | ●  |   | 0.032  |
| CVSB  | ●  |   | 0.000  |
| CVSI  | ●  |   | 0.2017   |
| HINF  | ●  |   | 64.4522 mm                                       |
| HINT  | ●  |   | 64.46 mm   |
| HMAR  | ●  |   | 250.0 mm   |
| HNAP  | ●  |   | 68.2955 mm                                       |
| HRIMP   | ●  |   | 24.3035 mm                                       |
| HSOL  | ●  |   | 112.8021 mm                                      |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |  |
| STRNE   |  | ● | -1.1278 °C                                       |
| TFC   |  | ● | 2.6 mm/°C  |
| TFD   |  | ● | 4.95 mm/°C                                       |
| TSC   |  | ● | 0.1444 °C  |
| TSD   |  | ● | 0.0 °C   |
| TTD   |  | ● | 0.70   |
| TTS   |  | ● | -0.7161 °C                                       |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |  |
| EVNAP   | ●  |   | 45.46 % (0.4546)                                 |
| HPOT  | ●  |   | 111.688 mm                                       |
| XAA   |  | ● | 0.7923   |
| XIT   |  | ● | 26.4198  |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |  |
| EXXKT   | ●  |   | 0.0118 transfert aval amont NPJO=7 carreaux/jour |
| ZN  |  | ● | 4 jours  |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |  |
| COET  |  | ● | -2.5 °C/1000m                                    |
| COEP  |  | ● | 0.75 mm/m  |
| FACT  | ●  |   | 1.0  |
| JOEVA   | ●  |   | 80 jours   |
| JONEI   | ●  |   | 80 jours   |
| XINFMA  |  | ● | 30.0 mm/jour                                     |
| XLA   |  | ● | 4945   |
| TRI   |  | ● | 23.95 % (0.2395)                                 |

Tableau 10.4 Rivière Mistassini (MISNI), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années                    | Mistassini (062102) |           |          |
|---------------------------|---------------------|-----------|----------|
|                           | Critère             | Lame (mm) |          |
|                           | Nash                | Observée  | Calculée |
| <b>Calibration</b>        |                     |           |          |
| 1985                      | 0.869               | 593.53    | 595.4    |
| 1986                      | 0.8609              | 573.98    | 547.72   |
| 1987                      | 0.6969              | 527.23    | 471.54   |
| 1988                      | 0.8998              | 630.66    | 585.75   |
| 1989                      | 0.8851              | 575.11    | 536.09   |
| 1985 -1989 <sup>(1)</sup> | 0.927               | 580.04    | 547.25   |
| <b>Vérification</b>       |                     |           |          |
| 1990                      | 0.8794              | 618.62    | 593.06   |
| 1991                      | 0.9108              | 531.91    | 565.44   |
| 1992                      | 0.8032              | 669.32    | 682.52   |
| 1993                      | 0.7775              | 730.37    | 726.91   |
| 1994                      | 0.6531              | 704.21    | 702.71   |
| 1995 *                    | 0.6591              | 629.85    | 730.66   |
| 1990 -1995 <sup>(2)</sup> | 0.9074*             | 649.76    | 666.84   |

<sup>(1)</sup> Manque de données.

<sup>(2)</sup> Moyenne interannuelle

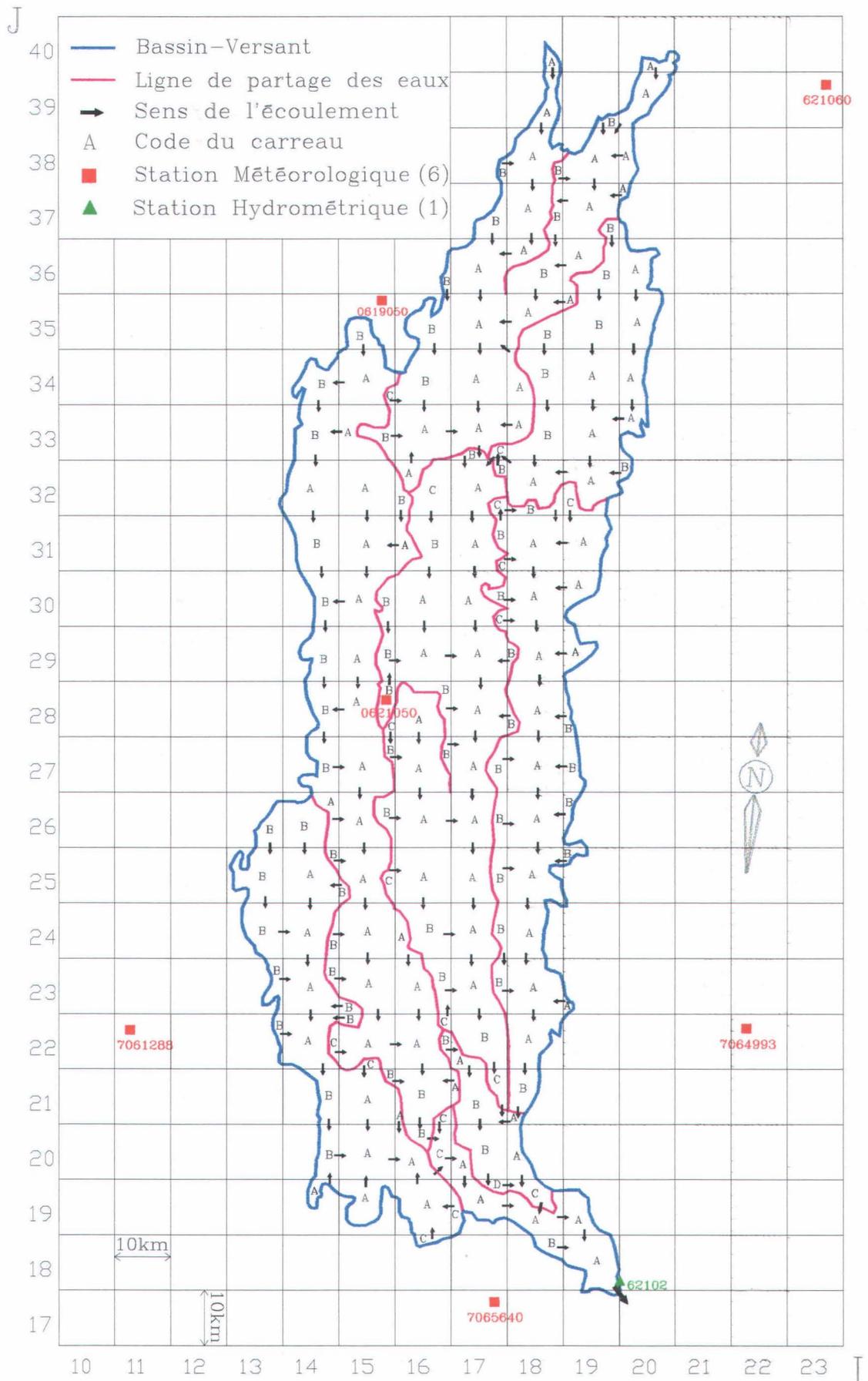


Figure 10.1 Schématisation du bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI).

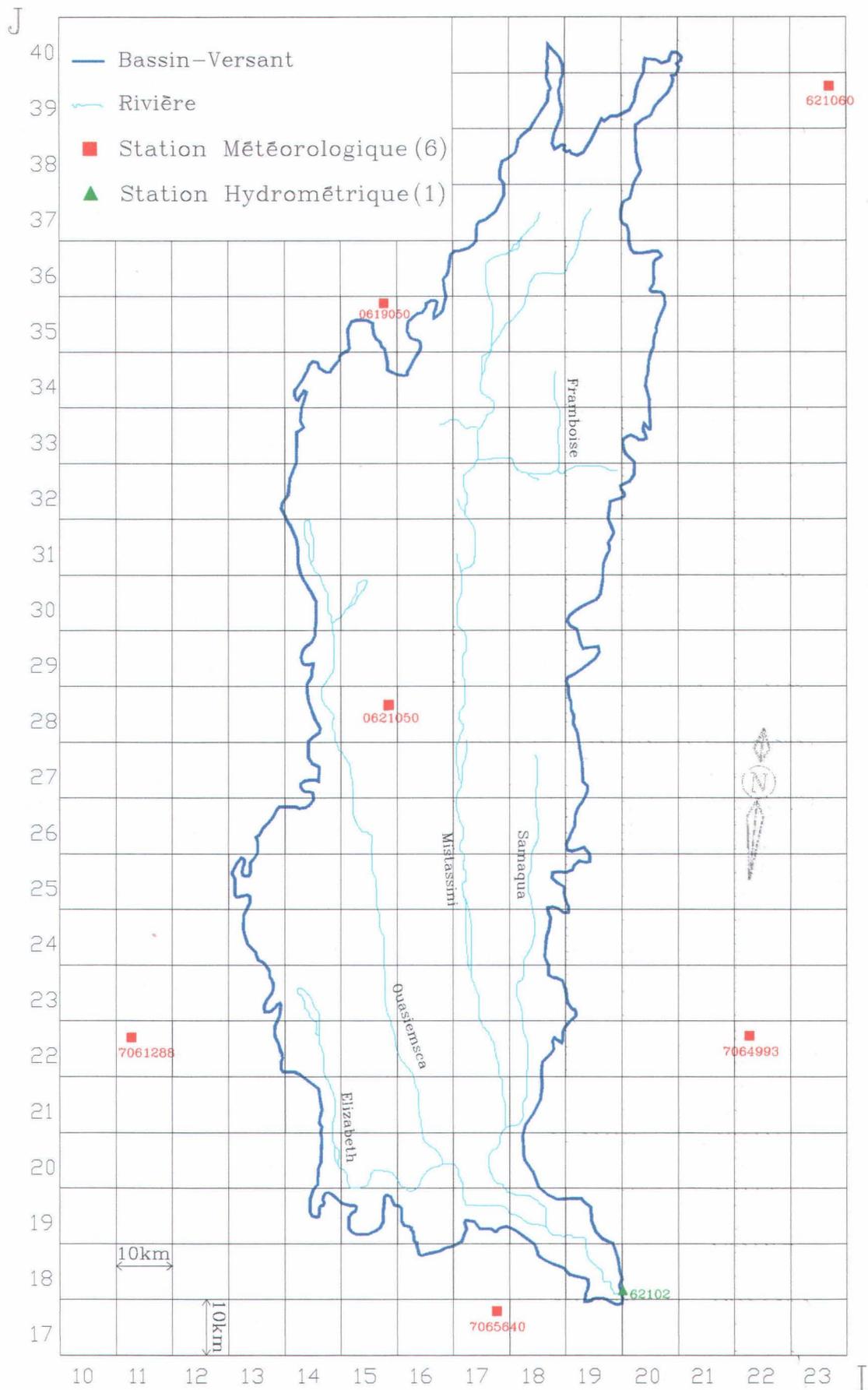


Figure 10.2 Emplacement de la rivière Mistassini (MISNI) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9270

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 181.33 cal.: 171.08  
Lame interannuelle (mm) obs.: 580.04 cal.: 547.25

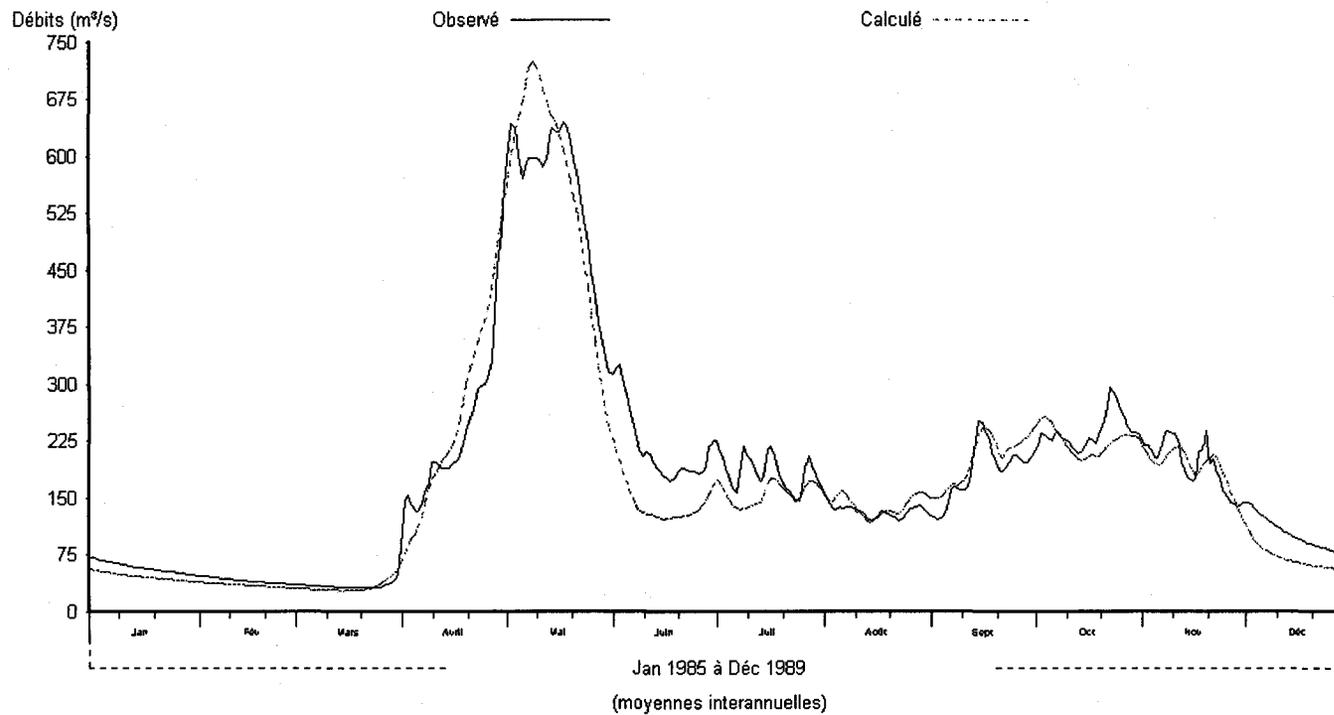


Figure 10.3 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI).

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9074

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 203.12 cal.: 208.46  
Lame interannuelle (mm) obs.: 649.76 cal.: 666.84

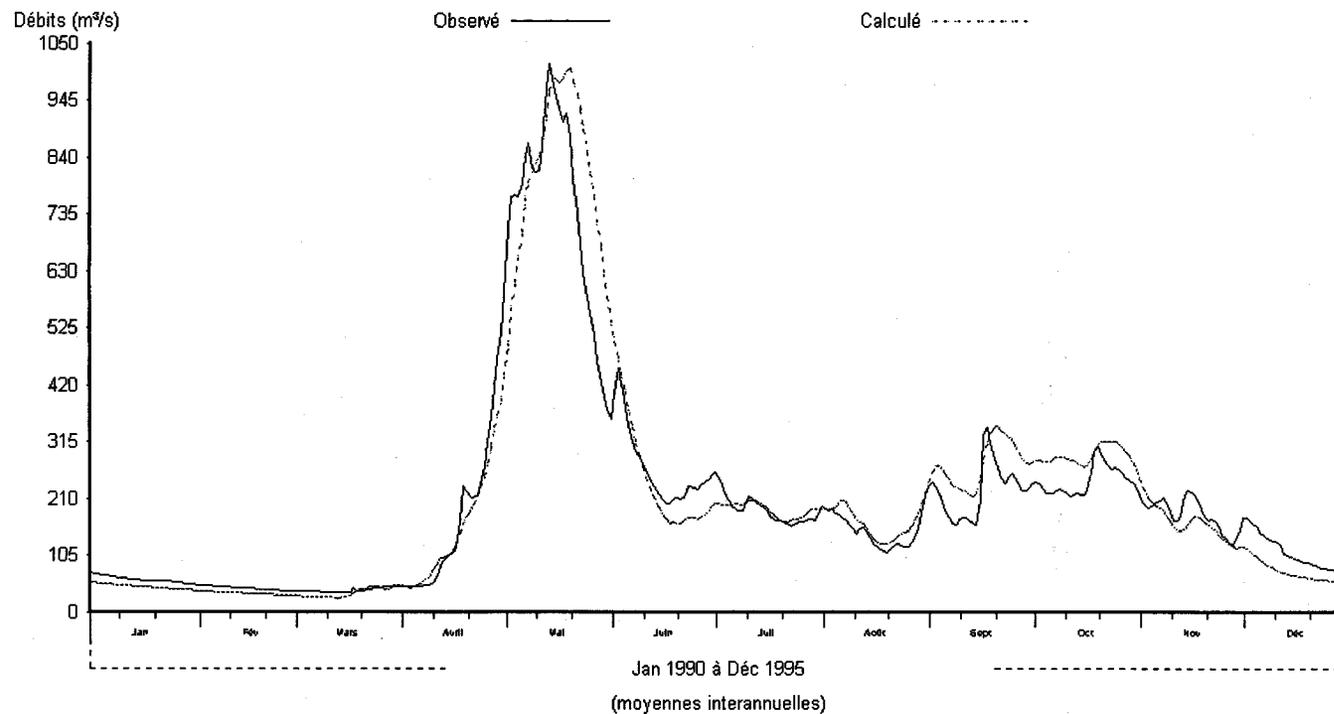


Figure 10.4 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: MISNI

Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9613

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 181.31 cal.: 171.07

Lame interannuelle (mm) obs.: 580.03 cal.: 547.24

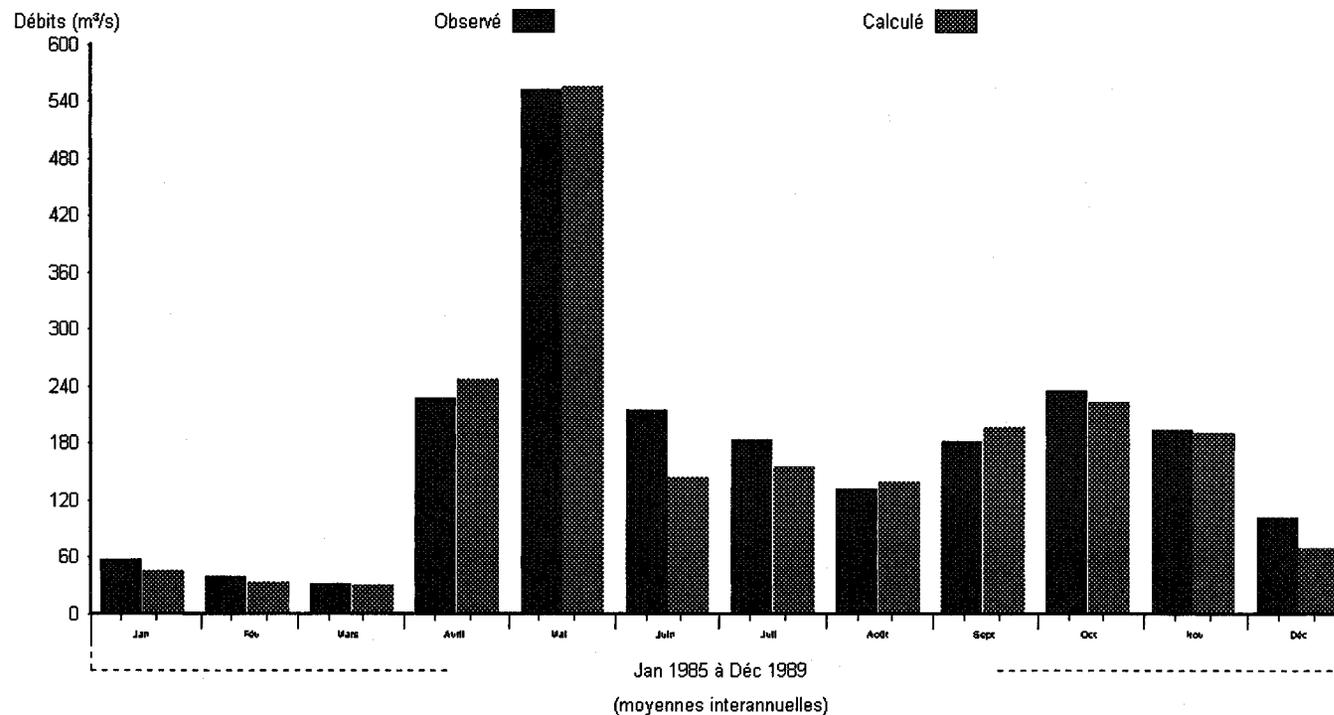


Figure 10.5 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: MISNI

Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9695

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 204.21 cal.: 208.46

Lame interannuelle (mm) obs.: 653.23 cal.: 666.83

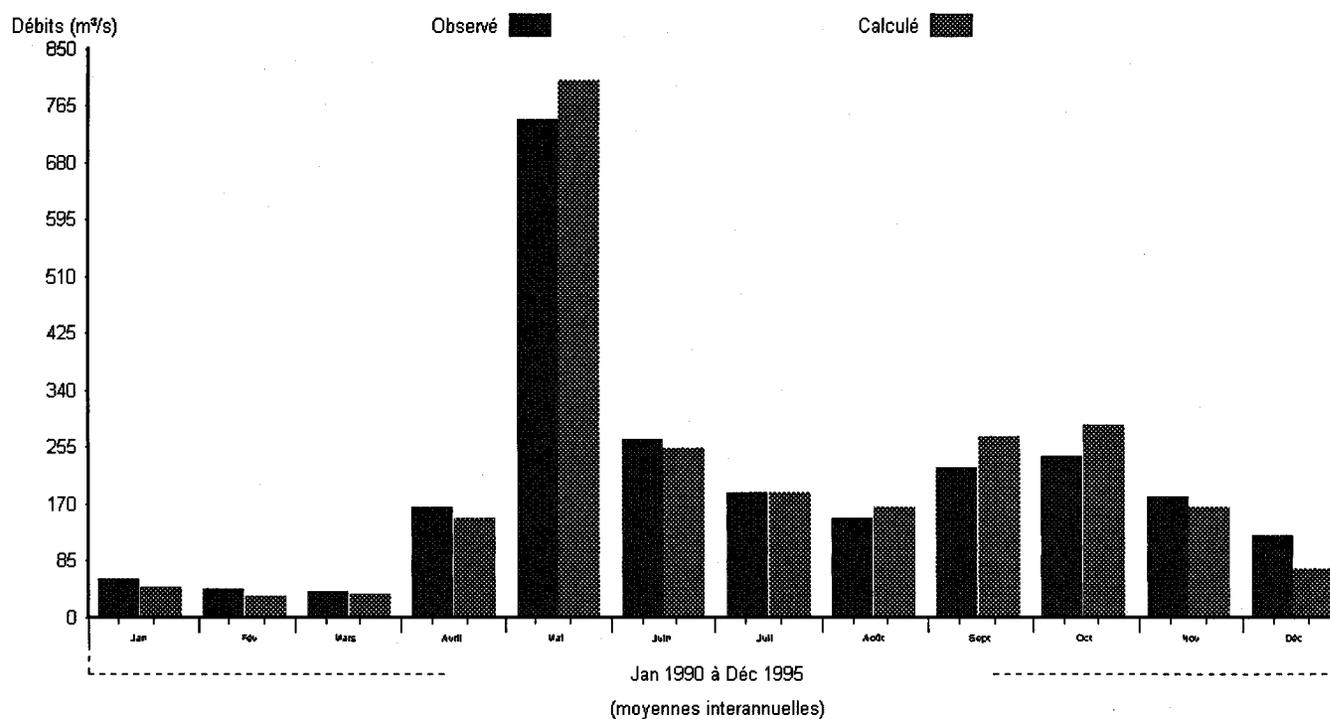


Figure 10.6 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9135

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 181.25 cal.: 171.00  
Lame (mm) obs.: 2900.5 cal.: 2736.5

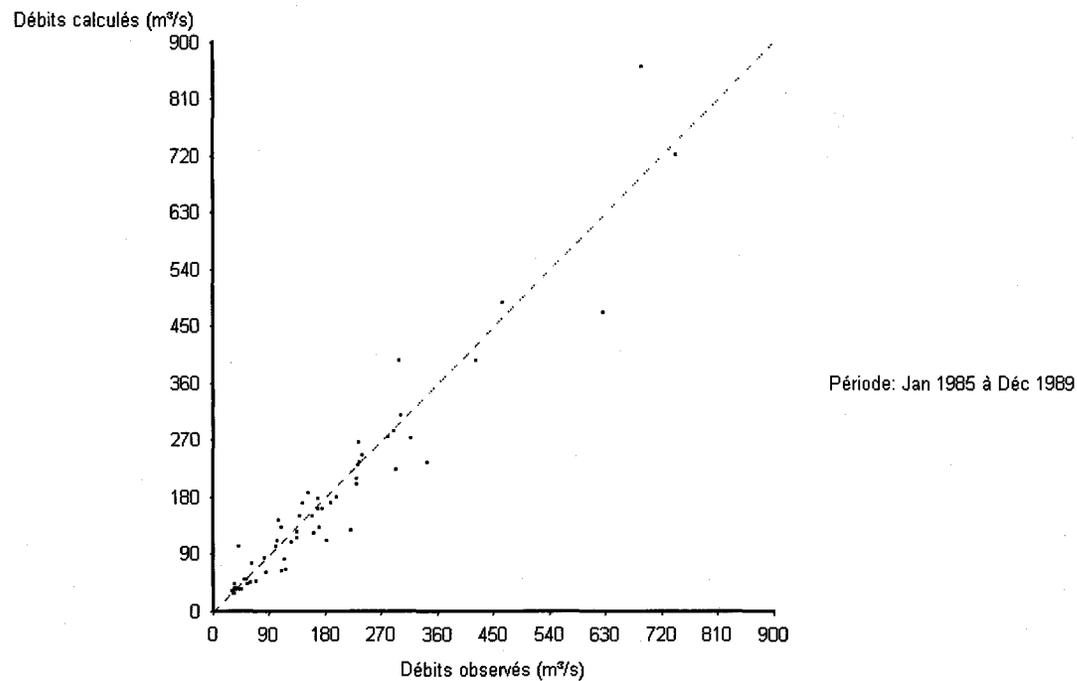


Figure 10.7 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: MISNI

Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9386

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 204.13 cal.: 208.38

Lame (mm) obs.: 3919.7 cal.: 4001.3

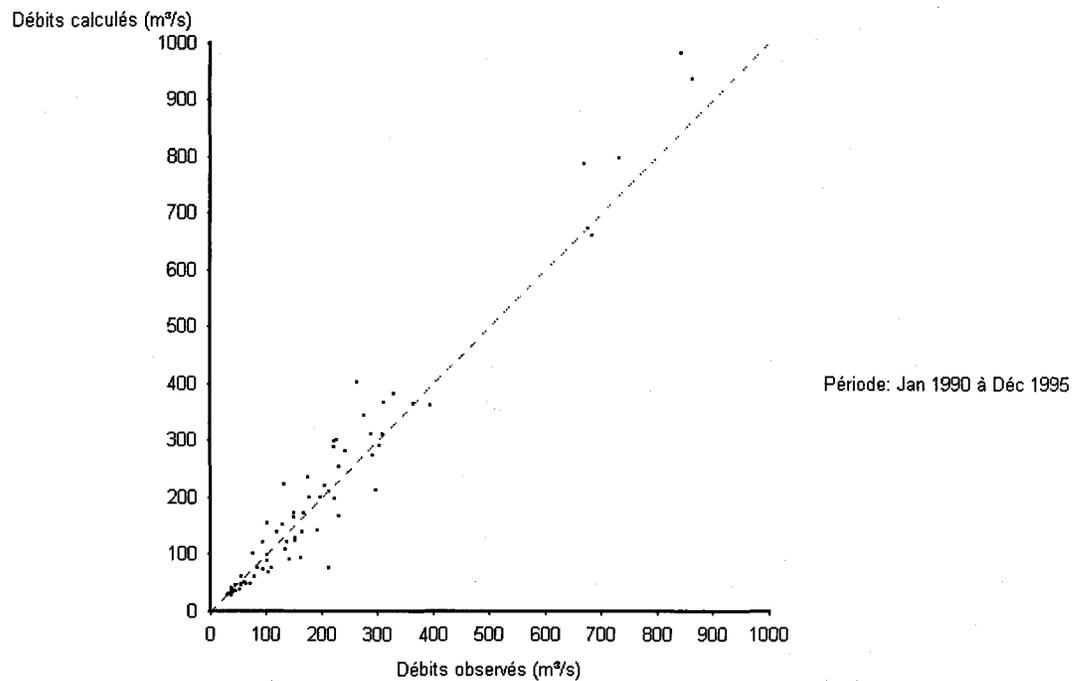


Figure 10.8 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: MISNI

Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9722

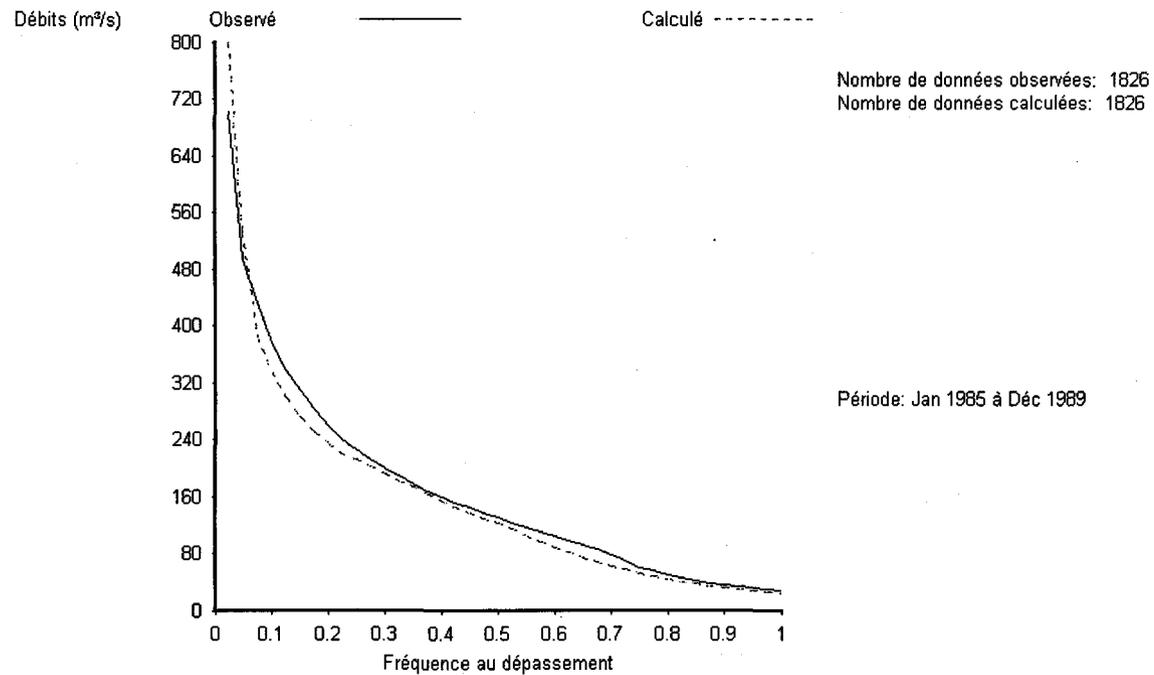


Figure 10.9 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: MISNI

Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9716

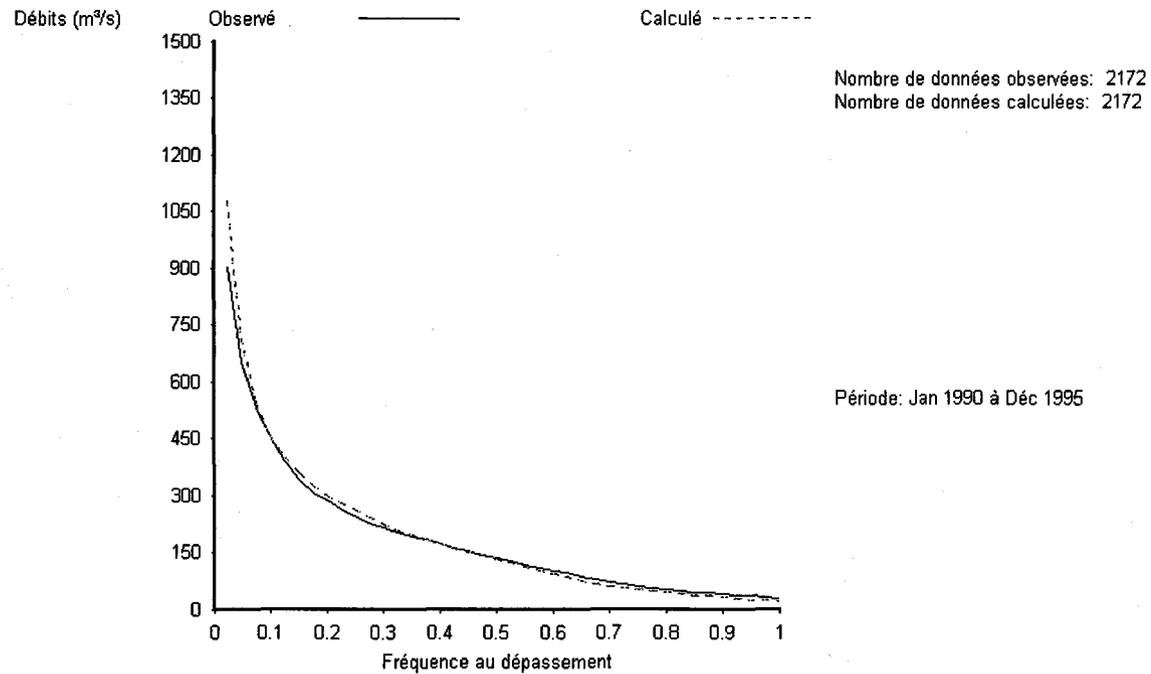


Figure 10.10 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour la période de vérification (1990-1995).



# APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU À LA RIVIÈRE ASHUAPMUSHUAN (ASHAV)

---

Le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan (ASHAV) couvre une superficie de 15 332 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisés pour la calibration et la vérification du modèle, sur ce bassin versant, sont les débits naturels mesurés aux stations 061901 et 061905.

## 11.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km établie par Alcan. La figure 11.1 montre la schématisation du bassin versant à la station 061901. Les caractéristiques physiographiques et les données de drainage ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Le pourcentage de forêt déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

La figure 11.2 montre la rivière Ashuapmushuan et ses principaux tributaires avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## 11.2 Données hydro-météorologiques

Le tableau 11.1 donne la liste des stations météorologiques, et la période d'observation disponible. Les débits aux stations 061901 et 061905 sont disponibles pour la période 1985 à 1995. Le tableau 11.2 donne les principales caractéristiques et la position des stations météorologiques et hydrométriques, par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et le poids relatif ou le pourcentage d'influence selon que l'on utilise le polygone de Thiessen ou la pondération des trois stations météorologiques les plus près. Pour les simulations de ce bassin versant, de la même façon que pour tous les autres bassins versants, la méthode des trois stations météorologiques les plus près pour estimer les données météorologiques sur chaque carreau entier a été utilisée. La position des stations météorologiques par rapport au bassin versant ASHAV est montrée sur les figures 11.1 et 11.2.

La dernière partie du tableau 11.2 nous montre que ce bassin versant est schématisé à l'aide de 205 "carreaux entiers" et de 357 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué à la station hydrométrique 061901 est de 15 457 km<sup>2</sup>, par rapport à 15 333 km<sup>2</sup> pour le bassin versant réel soit une erreur de 0.81%. A la station 061905 le bassin versant reconstitué est de 11 292 km<sup>2</sup>, par rapport à 11 137 km<sup>2</sup> pour le bassin versant réel soit une erreur de 1.39%. Ces erreurs seront prises en compte dans le modèle pour que les superficies réelles prises en compte soit respectivement de 15 333 km<sup>2</sup> et de 11 137 km<sup>2</sup>.

## 11.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique

L'ajustement des paramètres a été fait par essai et erreur pour une première approximation en utilisant les débits de 1985 à 1989 mesurés à la station 061901 situé à l'exutoire de la rivière Ashuapmushuan (ASHAV). L'ajustement final des principaux paramètres a été fait par optimisation.

Le tableau 11.3 montre les valeurs finales des paramètres du modèle hydrologique CEQUEAU ajustés pour le bassin versant ASHAV.

## 11.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin versant Ashuapmushuan

Les résultats numériques des simulations, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1995), pour les stations 061901 et 061905, sont présentés au tableau 11.4. Ce tableau donne, pour les deux stations hydrométriques les valeurs des

coefficients de Nash calculés annuellement et pour la période de calibration et pour la période de vérification. Les lames annuelles observées et calculées sur le bassin versant sont également montrées sur ce tableau.

L'étude des résultats obtenus à la station 061901 (tableau 11.4) montre que les coefficients de Nash varient de 0.87 à 0.96 pour la période de calibration et de 0.63 à 0.96 pour la période de vérification. Les deux années les moins bien reproduites par les simulations se retrouvent toutes les deux dans la période de vérification soit 1991 et 1995. Les lames annuelles d'écoulement des débits observés et calculés sont à peu près équivalentes sauf pour les années 1991 et 1995. Les coefficients de Nash calculés pour la station 061905 sont légèrement inférieurs à ceux calculés pour la station 061901 mais sont quand même très élevés surtout si on considère que les débits de cette station n'ont pas été utilisés pour l'ajustement des paramètres. Les lames d'eau des débits observés et calculés pour cette station sont également assez précises.

Les graphiques des figures 11.3 à 11.10 montrent les principaux résultats des simulations pour la période de calibration et de vérification pour la station 061901 et les graphiques des figures 11.11 à 11.18 montrent les résultats pour la station 061905.

Les figures 11.3 et 11.4 montrent les débits journaliers, moyenne interannuelle, pour la période de calibration et de vérification pour la station 061901 du bassin versant ASHAV. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations est comparable pour les deux périodes et que la précision est satisfaisante. L'étiage hivernal et les crues intermédiaires sont bien reproduits pour les deux périodes, par contre la crue moyenne simulée est légèrement plus forte que celle observée pour les deux périodes.

Les figures 11.5 et 11.6 montrent les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels pour la période de calibration et de vérification. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreurs importantes et que les débits calculés sont valables pour tous les mois.

Sur les figures 11.7 et 11.8 montrant la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés montre une bonne distributions des points par rapport à la droite à 45°.

Les figures 11.9 et 11.10 montrent pour la période de calibration et de vérification les débits observés et calculés classés. Pour les deux périodes on observe que les débits maximums calculés sont légèrement supérieurs à ceux observés. Les débits observés et calculés intermédiaires et d'étiages classés sont semblables.

Les figures 11.11 et 11.12 montrent les débits journaliers, moyenne interannuelle, pour la période 1985-1989 et 1990-1995 pour la station 061905 du bassin versant Ashuapmushuan Amont (ASHAM). Pour cette station ces deux périodes peuvent être considérées comme période de vérification puisque les débits de cette station n'ont pas été utilisés pour la calibration des paramètres du modèle. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations

est comparable pour les deux périodes même si la crue hivernale est légèrement en avance pour la période 1985-1989 et légèrement en retard pour la période 1990-1995.

Les figures 11.13 et 11.14 montrent les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels pour la station 061905. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreurs importantes et que les débits calculés sont valables pour tous les mois.

Les figures 11.15 et 11.16 montrent la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés pour la station 061905. Pour la période 1985-1989 (figure 11.15) on observe un plus grand nombre de points sous la droite à 45° que par-dessus la droite, ce qui indique que les débits mensuels sont légèrement sous-estimés.

Les figures 11.17 et 11.18 montrent pour les deux périodes les débits de la station 061905 observés et calculés classés. Pour la période 1985-1989 (figure 11.17) on observe que les débits intermédiaires simulés sont plus faibles que ceux observés. Les débits extrêmes sont semblables pour la période 1985-1989, alors que pour la période 1990-1995 les débits extrêmes simulés sont plus grands que ceux observés.

Les courbes annuelles des débits journaliers, observés et calculés aux stations 061901 et 101905 du bassin versant Ashuapmushuan sont montrées sur les figures J1 à J22 de l'annexe J.

Les paramètres retenus permettent de bien reproduire les débits du bassin versant ASHAV (stations 0619001) et du sous-bassin versant à la station 061905 et ils seront utilisés pour la prévision des débits à court et à moyen terme et pour l'analyse de l'influence de l'utilisation des relevés nivométriques sur la précision des débits simulés.



Tableau 11.2 Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV).

|                          | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>° C  | Préc moy<br>(mm)             | Poids <sup>(1)</sup><br>%      | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|--------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>             |        |               |                 |              |                              |                                |                           |
| Ashuapmushuan<br>7061288 | 11     | 22            | 376             | -0.04        | 853.                         | 33.99                          | 44.48                     |
| Chibougamu-A<br>7091401  | 3      | 28            | 403             | -0.32        | 894.                         | 14.22                          | 7.90                      |
| Lac de Cygnes<br>0621050 | 15     | 28            | 468             | -0.78        | 875.                         | 20.05                          | 17.08                     |
| Lac Long<br>0619050      | 15     | 35            | 468             | -1.15        | 858.                         | 13.88                          | 17.18                     |
| Normandin<br>7065640     | 17     | 17            | 42              | 0.62         | 818.                         | 13.22                          | 4.63                      |
| Roberval<br>7066685      | 19     | 13            | 179             | 2.58         | 813.                         | 4.63                           | 0.41                      |
| <b>DÉBITS</b>            |        |               |                 |              |                              |                                |                           |
|                          |        | Sortie<br>I-J | Nombre<br>CE    | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V.calculé<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| ASHUAV                   | 061901 | 18-15 A       | 205             | 357          | 15 332.8                     | 15 457.0                       | 0.81                      |
| ASHAM                    | 061905 | 12-22 B       | 152             | 255          | 11 137.0                     | 11 292.0                       | 1.39                      |

<sup>(1)</sup> Par pondération des 3 stations les plus près

<sup>(2)</sup> Par polygone de Thiessen

Tableau 11.3 Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan (ASHAV).

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |   | Valeurs   |
|---|--|---|---|---|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |   |   |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |   |   |
|   | Valeurs  |   |   |   |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |   |   |
| CIN   | ●  |   |   | 0.145   |
| CVMAR   | ●  |   |   | 0.020   |
| CVNB  | ●  |   |   | 0.008   |
| CVNH  | ●  |   |   | 0.34  |
| CVSB  | ●  |   |   | 0.000   |
| CVSI  | ●  |   |   | 0.256   |
| HINF  | ●  |   |   | 64.4 mm   |
| HINT  | ●  |   |   | 66.3 mm   |
| HMAR  | ●  |   |   | 250.0 mm  |
| HNAP  | ●  |   |   | 124.0 mm  |
| HRIMP   | ●  |   |   | 10.0 mm   |
| HSOL  | ●  |   |   | 100.0 mm  |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |   |   |
| STRNE   |  | ● |   | -0.52 °C  |
| TFC   |  | ● |   | 2.34 mm/°C  |
| TFD   |  | ● |   | 4.50 mm/°C  |
| TSC   |  | ● |   | 0.15 °C   |
| TSD   |  | ● |   | 1.0 °C  |
| TTD   |  | ● |   | 0.7 °C  |
| TTS   |  | ● |   | -1.0 °C   |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |   |   |
| EVNAP   | ●  |   |   | 34.0 % (0,34)                                     |
| HPOT  | ●  |   |   | 92.0 mm   |
| XAA   |  | ● |   | 0.786   |
| XIT   |  | ● |   | 26.3  |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |   |   |
| EXXKT   | ●  |   |   | 0.0151 transfert aval amont NPJO=14 carreaux/jour |
| ZN  |  |   | ● | 3 jours   |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |   |   |
| COET  |  | ● |   | -2.5 °C/1000m                                     |
| COEP  |  | ● |   | 0.75 mm/m   |
| FACT  | ●  |   |   | 1.0   |
| JOEVA   | ●  |   |   | 80 jours  |
| JONEI   | ●  |   |   | 80 jours  |
| XINFMA  |  | ● |   | 30.0 mm/jour                                      |
| XLA   |  |   | ● | 4950  |
| TRI   |  |   | ● | 5.0 % (0.05)                                      |

Tableau 11.4 Rivière Ashuapmushuan, critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années                    | Ashuapmushuan Av. (061901) |           |          | Ashuapmushuan Am. (061905) |           |          |
|---------------------------|----------------------------|-----------|----------|----------------------------|-----------|----------|
|                           | Critère                    | Lame (mm) |          | Critère                    | Lamme(mm) |          |
|                           | Nash                       | Observée  | Calculée | Nash                       | Observée  | Calculée |
| Calibration               |                            |           |          |                            |           |          |
| 1985                      | 0.908                      | 561.87    | 574.77   | 0.9284                     | 594.06    | 551.01   |
| 1986                      | 0.9606                     | 613.95    | 592.49   | 0.9109                     | 629.32    | 560.33   |
| 1987                      | 0.8714                     | 479.34    | 472.07   | 0.8146                     | 516.28    | 479.05   |
| 1988                      | 0.9053                     | 631.82    | 599.2    | 0.8917                     | 623.53    | 568.52   |
| 1989                      | 0.9235                     | 579.9     | 569.9    | 0.8493                     | 591.6     | 543.46   |
| 1985 -1989 <sup>(2)</sup> | 0.976                      | 573.29    | 561.62   | 0.9419                     | 590.88    | 540.41   |
| Vérification              |                            |           |          |                            |           |          |
| 1990                      | 0.9325                     | 628.86    | 593.92   | 0.9292                     | 631.91    | 592.01   |
| 1991                      | 0.7489                     | 493.71    | 573.53   | 0.8471                     | 507.63    | 560.33   |
| 1992                      | 0.8554                     | 653.92    | 657.66   | 0.8486                     | 693.55    | 636.73   |
| 1993                      | 0.9606                     | 647.5     | 667.11   | 0.9499                     | 687.63    | 648.19   |
| 1994                      | 0.8221                     | 678.09    | 657.84   | 0.7722                     | 703.09    | 647.78   |
| 1995                      | 0.6271                     | 589.1     | 649.89   | 0.563                      | 700.21    | 651.32   |
| 1990 -1995 <sup>(2)</sup> | 0.934                      | 615.13    | 633.27   | 0.9339                     | 653.94    | 622.67   |

<sup>(2)</sup> Moyenne interannuelle

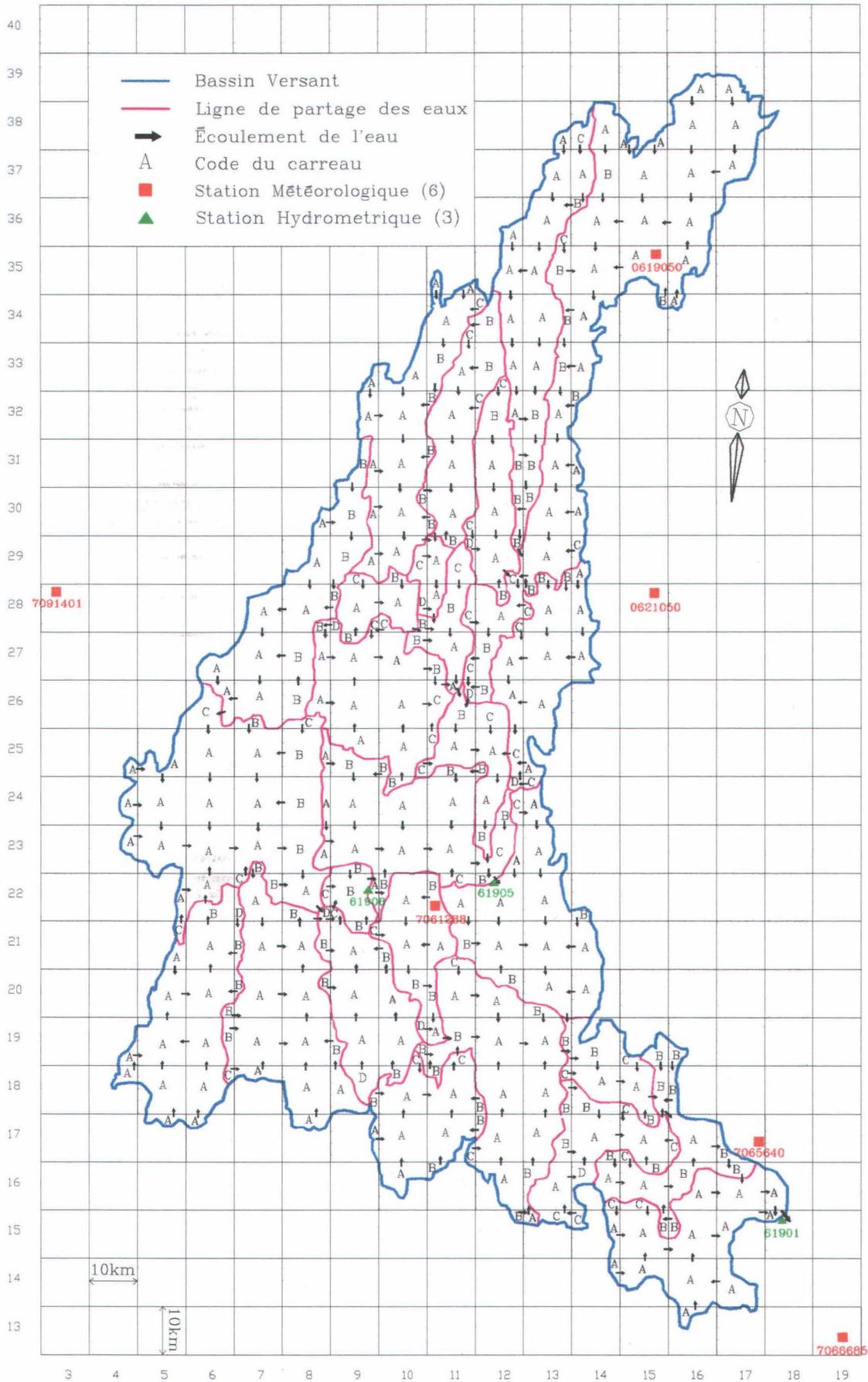


Figure 11.1

Schématisation du bassin versant Ashuapmushuan (ASHAV).

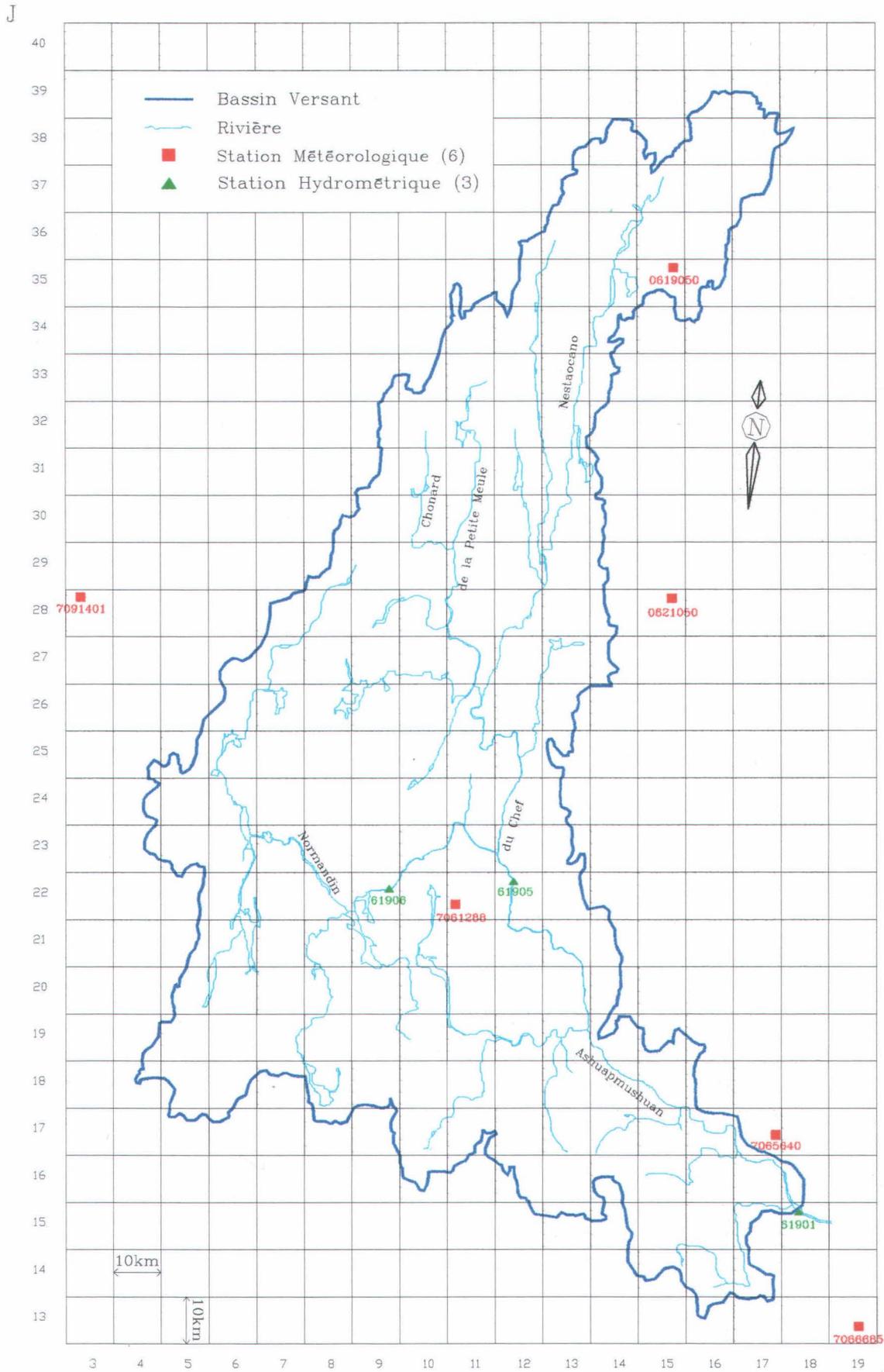


Figure 11.2 Emplacement de la rivière Ashuapmushuan (ASHUAV) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## Débits journaliers

Numéro de station: 061901

Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9760

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 278.74 cal.: 273.06

Lame interannuelle (mm) obs.: 573.29 cal.: 561.62

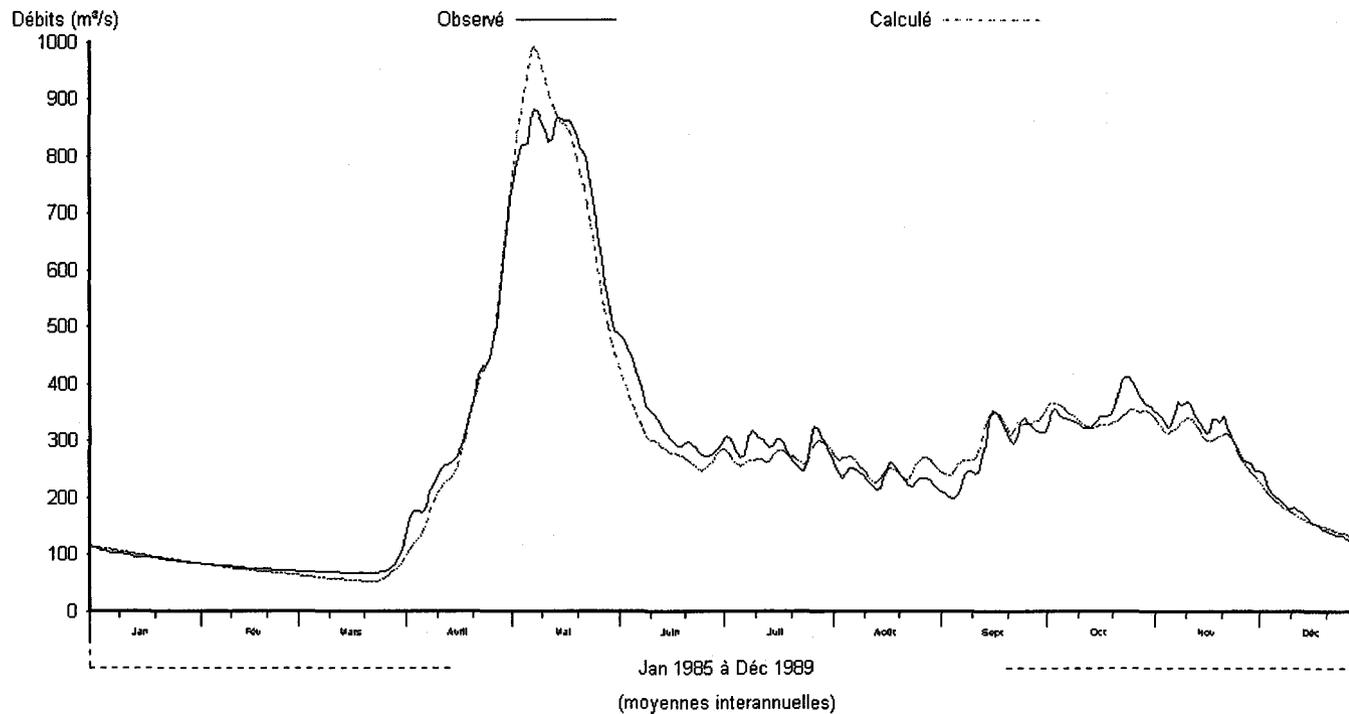


Figure 11.3 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV).

## Débits journaliers

Numéro de station: 061901  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9340

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 299.07 cal.: 307.90  
Lame interannuelle (mm) obs.: 615.13 cal.: 633.27

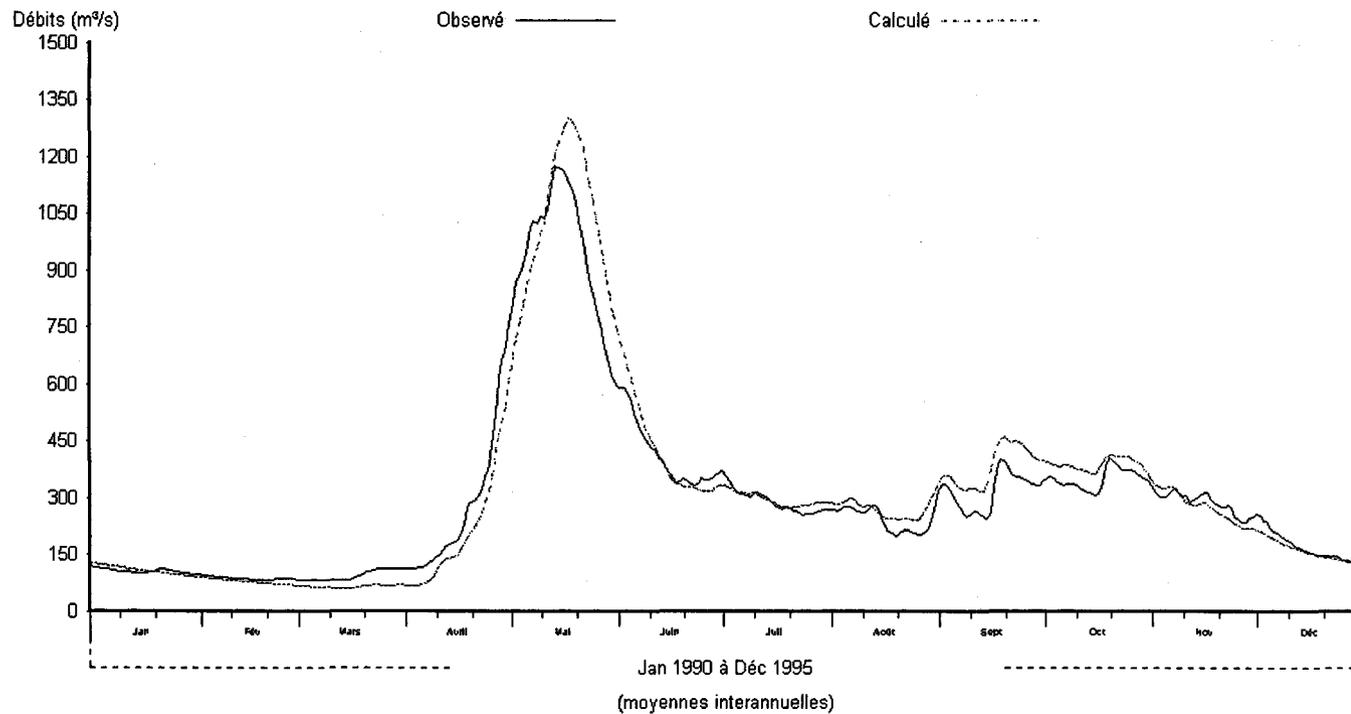


Figure 11.4 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061901

Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9909

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 278.73 cal.: 273.05

Lame interannuelle (mm) obs.: 573.29 cal.: 561.61

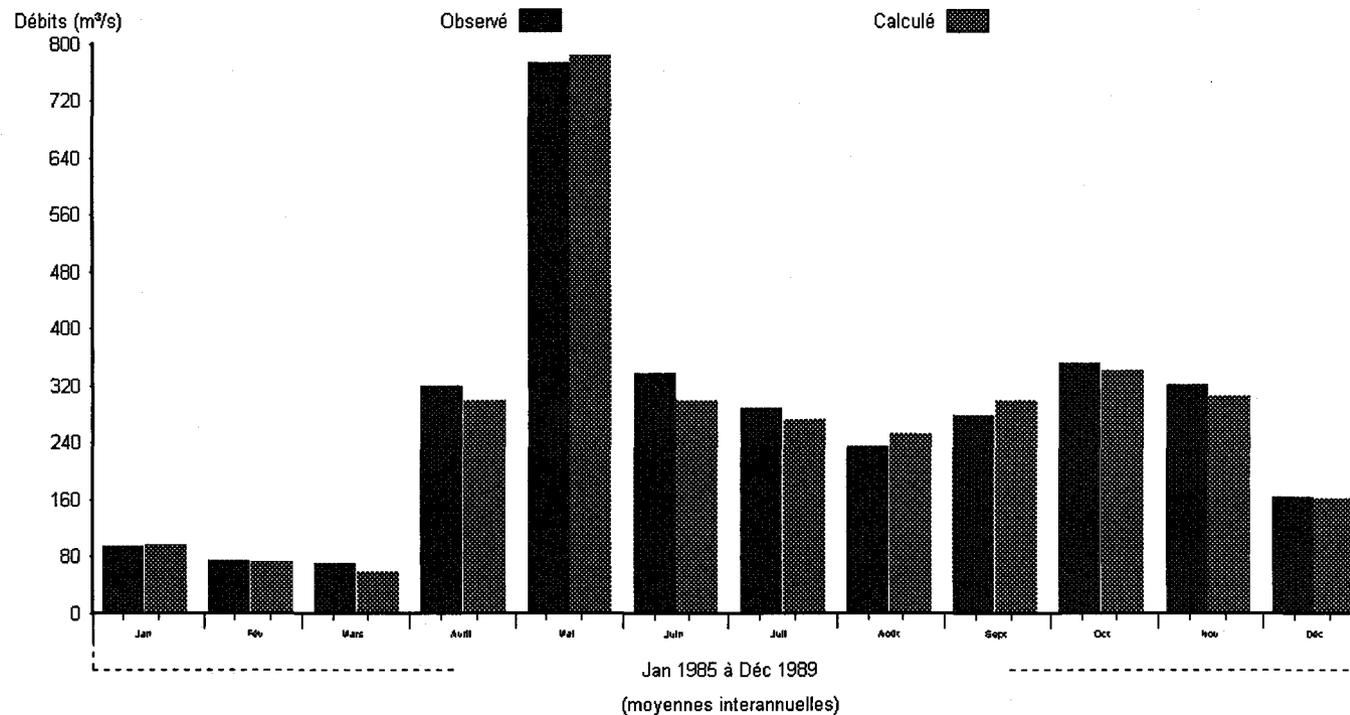


Figure 11.5 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061901

Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9710

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 299.07 cal.: 307.89

Lame interannuelle (mm) obs.: 615.12 cal.: 633.26

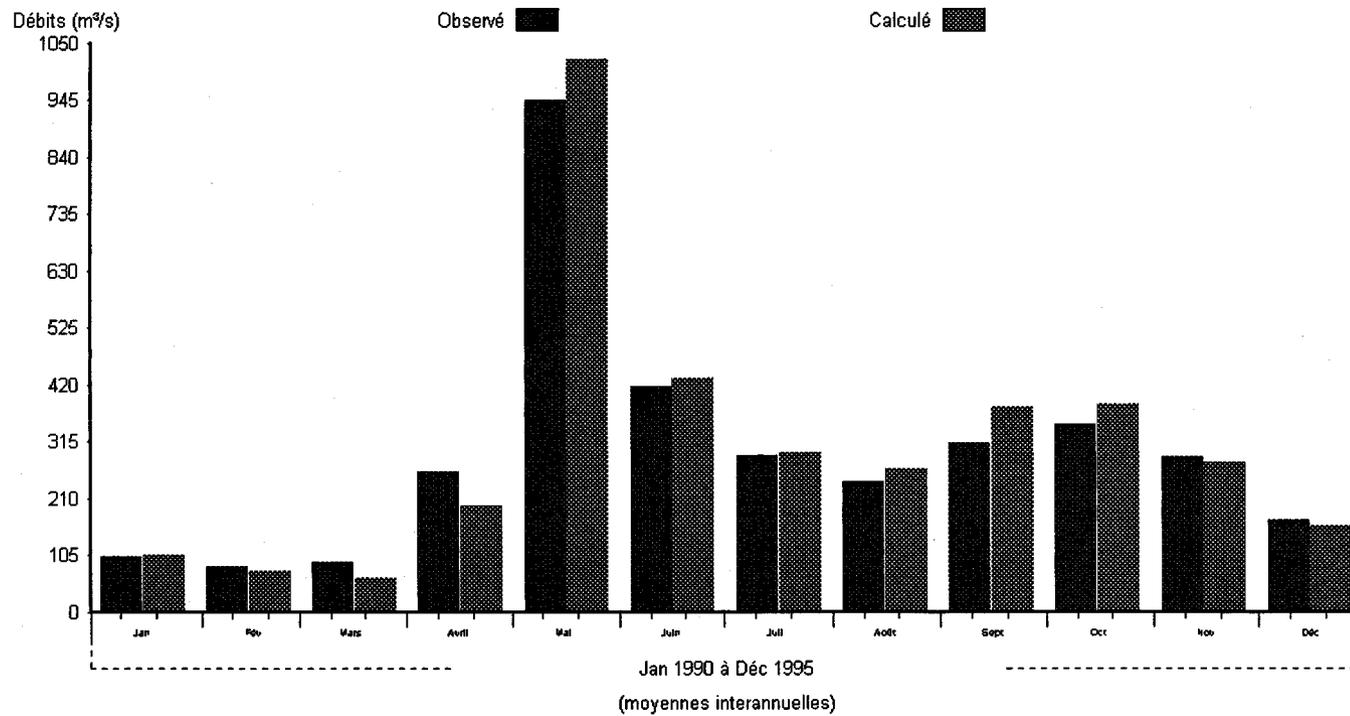


Figure 11.6 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061901

Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9582

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 278.62 cal.: 272.94

Lame (mm) obs.: 2866.9 cal.: 2808.4

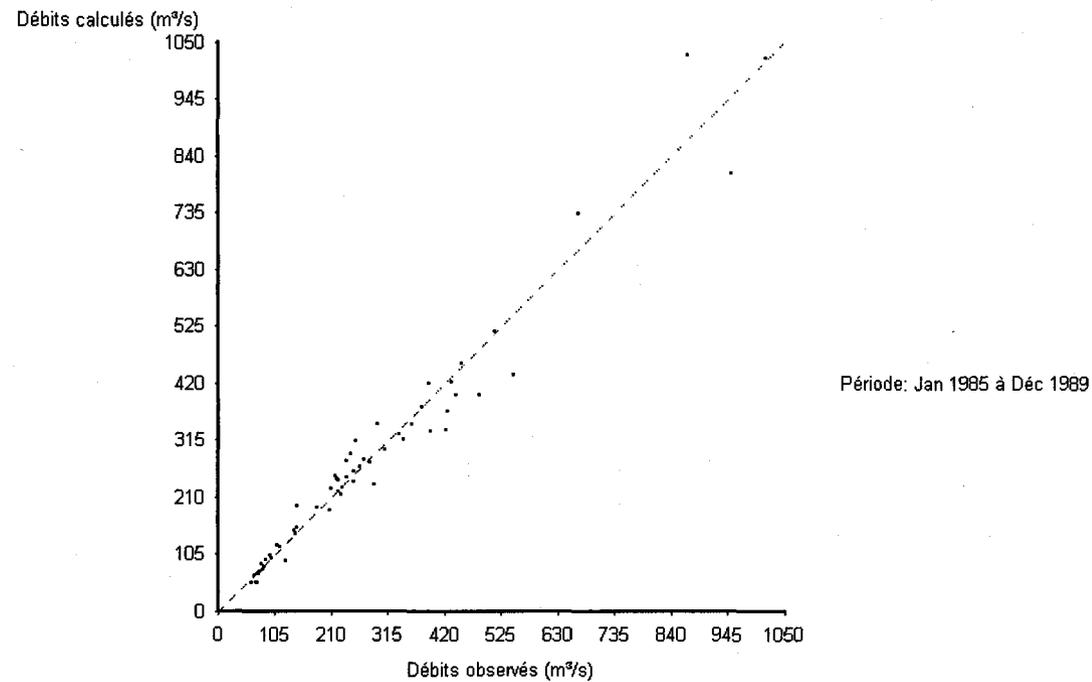


Figure 11.7 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061901  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9118

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 298.97 cal.: 307.78  
Lame (mm) obs.: 3691.2 cal.: 3799.9

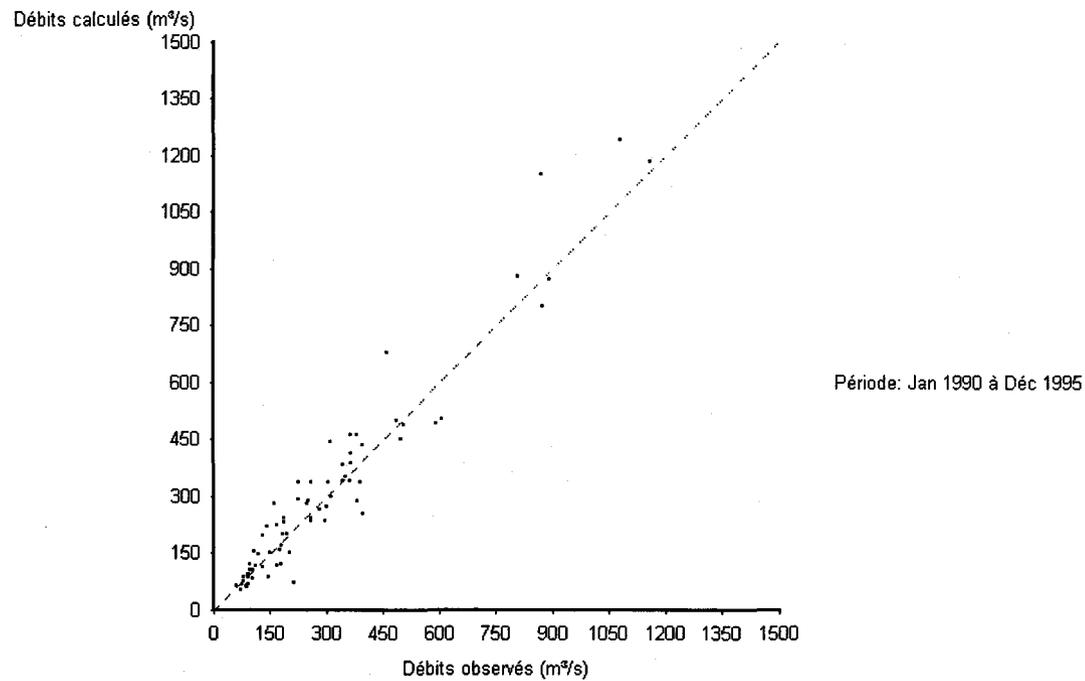


Figure 11.8 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: 061901

Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9861

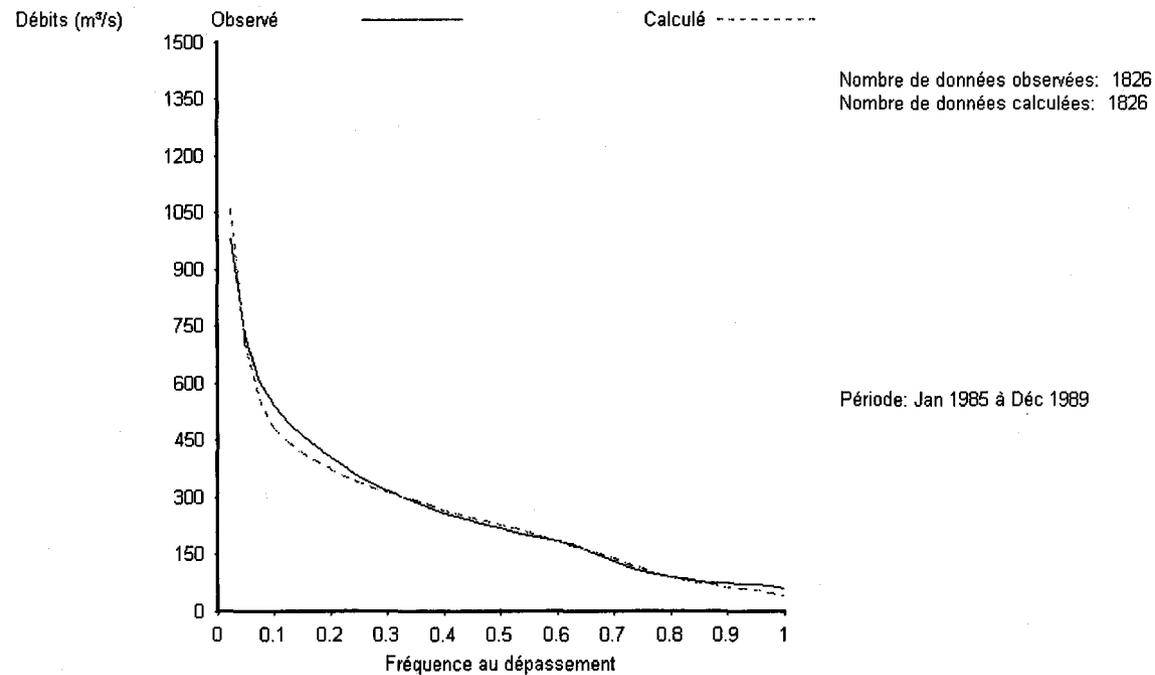


Figure 11.9 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: 061901

Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9674

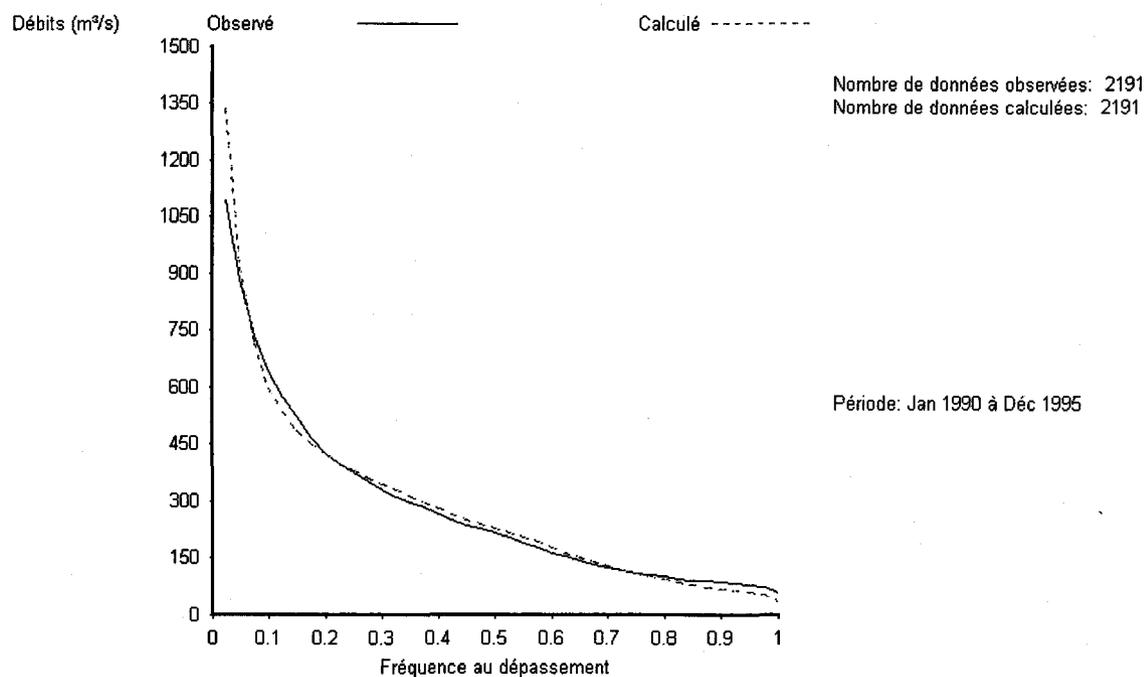


Figure 11.10 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour la période de vérification (1990-1995).

## Débits journaliers

Numéro de station: 061905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9422

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 208.67 cal.: 191.00  
Lame interannuelle (mm) obs.: 590.88 cal.: 540.84

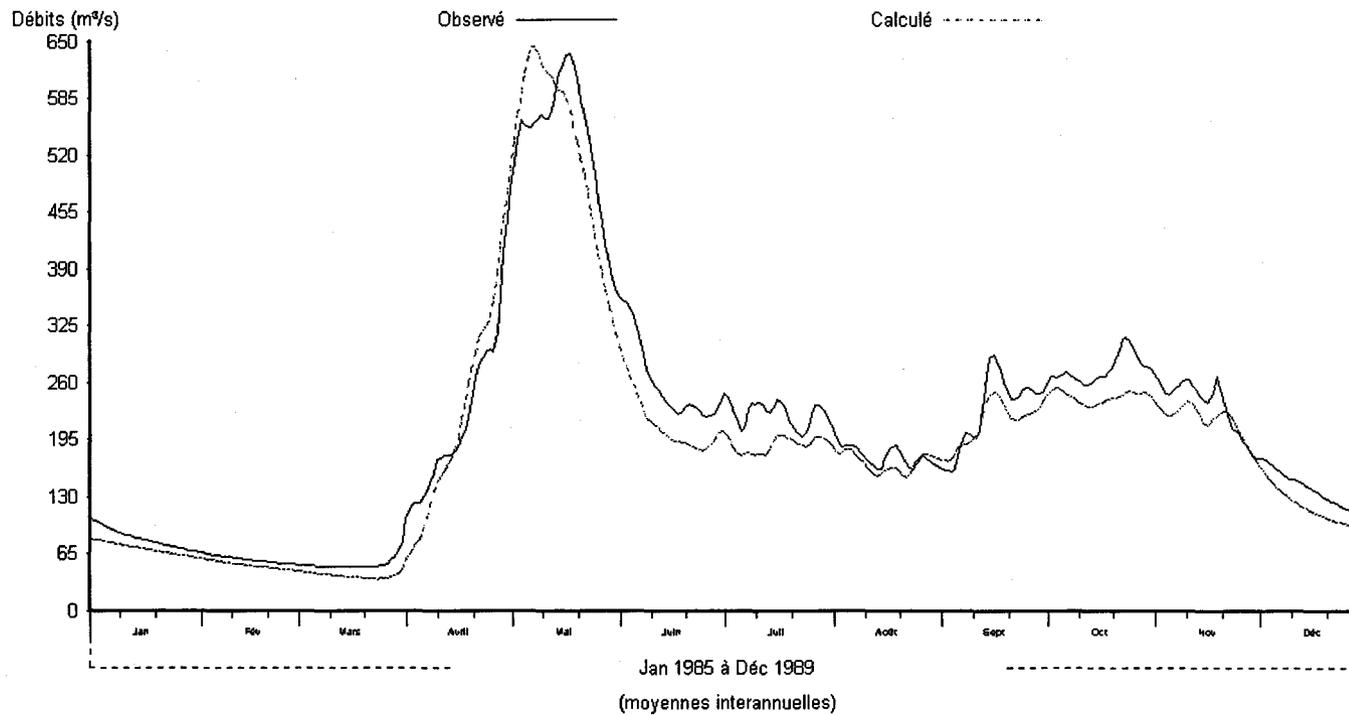


Figure 11.11 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM).

## Débits journaliers

Numéro de station: 061905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9343

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 230.94 cal.: 219.98  
Lame interannuelle (mm) obs.: 653.94 cal.: 622.90

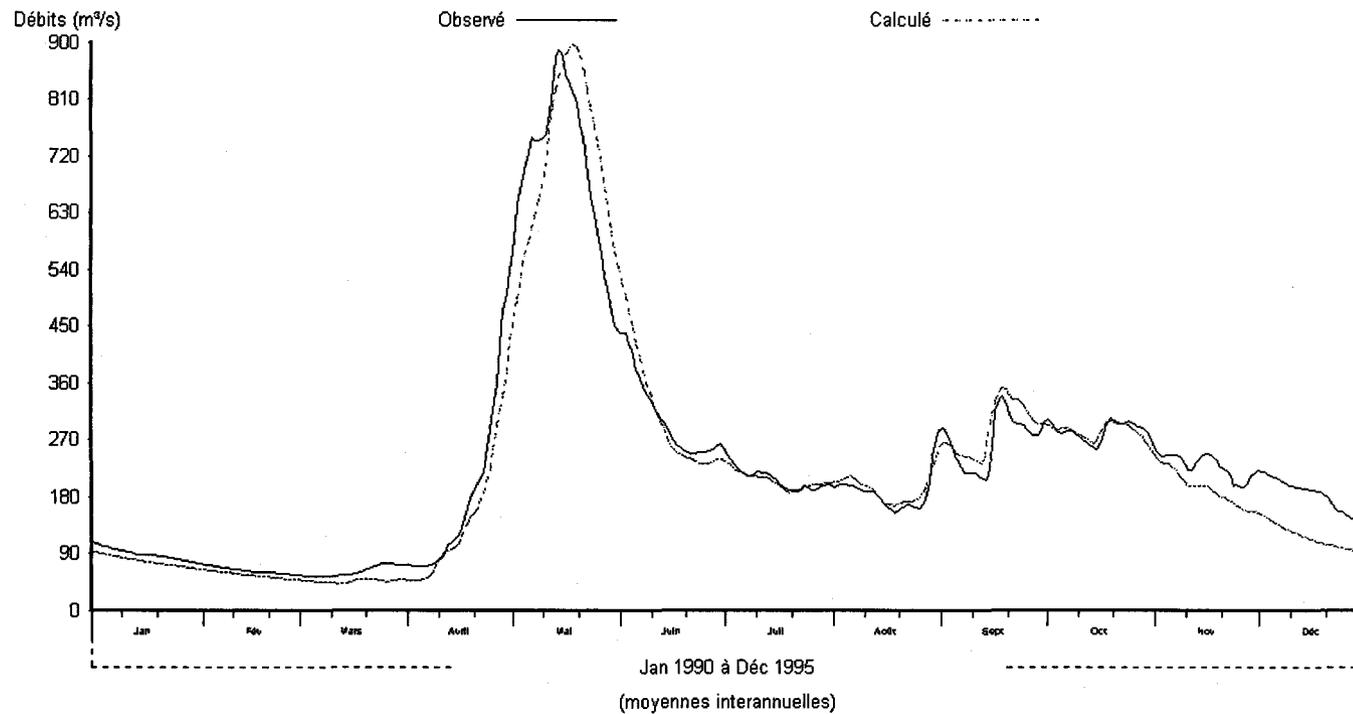


Figure 11.12 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9678

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 208.67 cal.: 191.00  
Lame interannuelle (mm) obs.: 590.87 cal.: 540.83

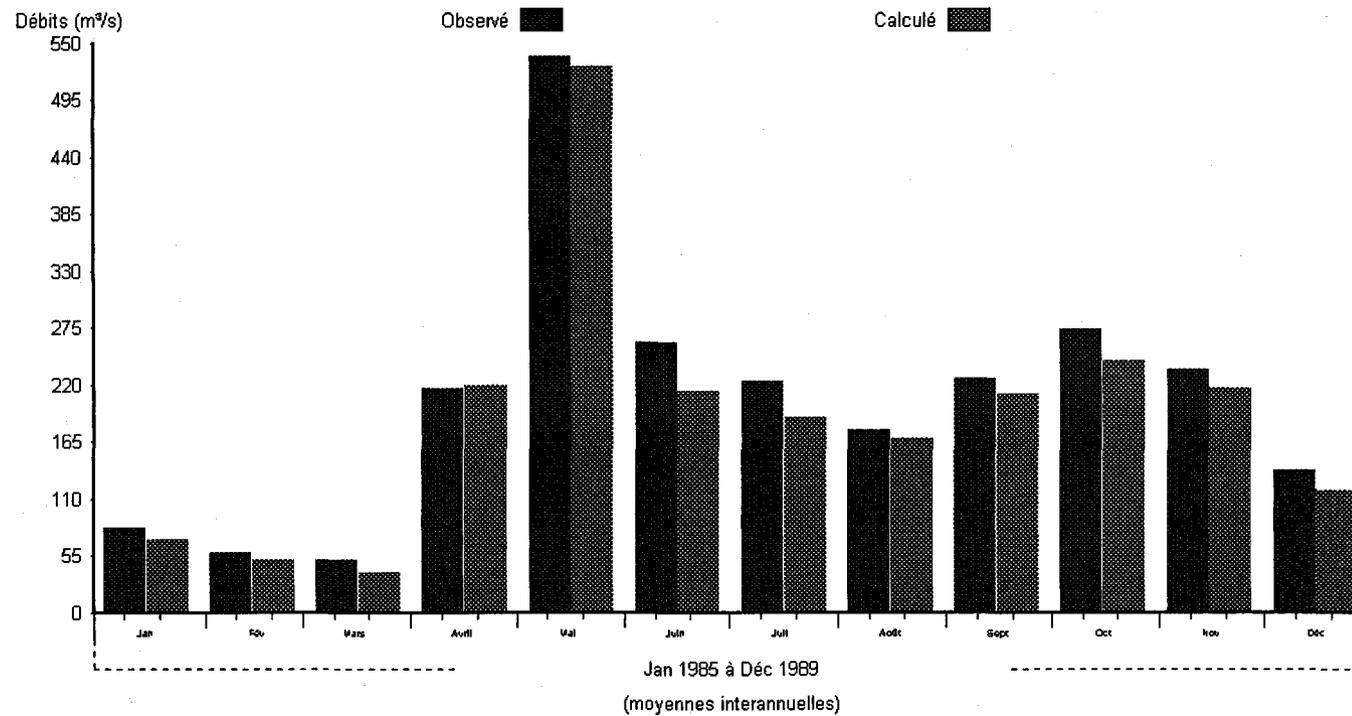


Figure 11.13 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061905

Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9748

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 230.94 cal.: 219.97

Lame interannuelle (mm) obs.: 653.93 cal.: 622.89

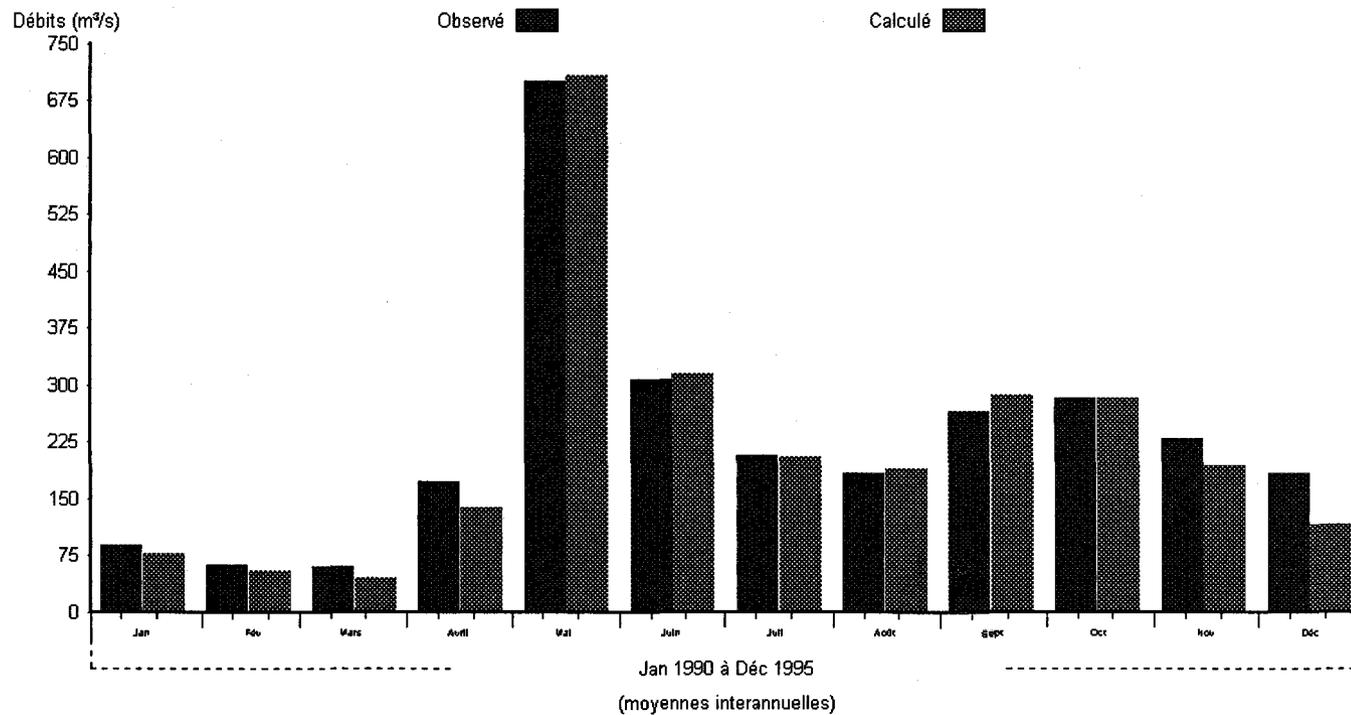


Figure 11.14 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9352

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 208.58 cal.: 190.92  
Lame (mm) obs.: 2954.8 cal.: 2704.5

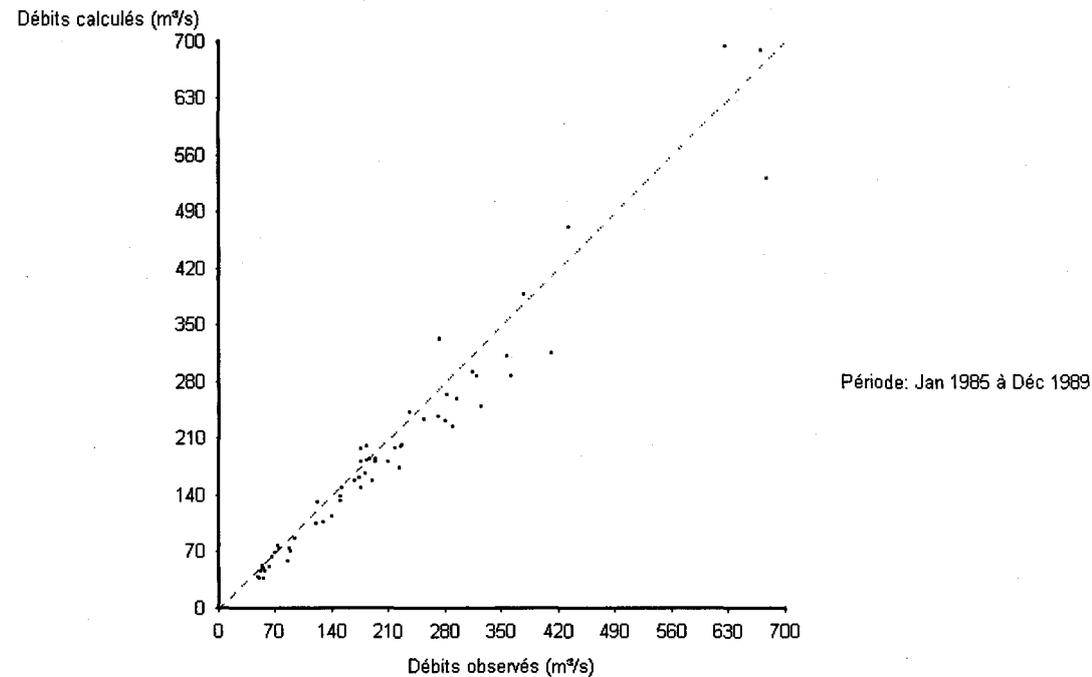


Figure 11.15 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8971

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 230.86 cal.: 219.90  
Lame (mm) obs.: 3924.0 cal.: 3737.7

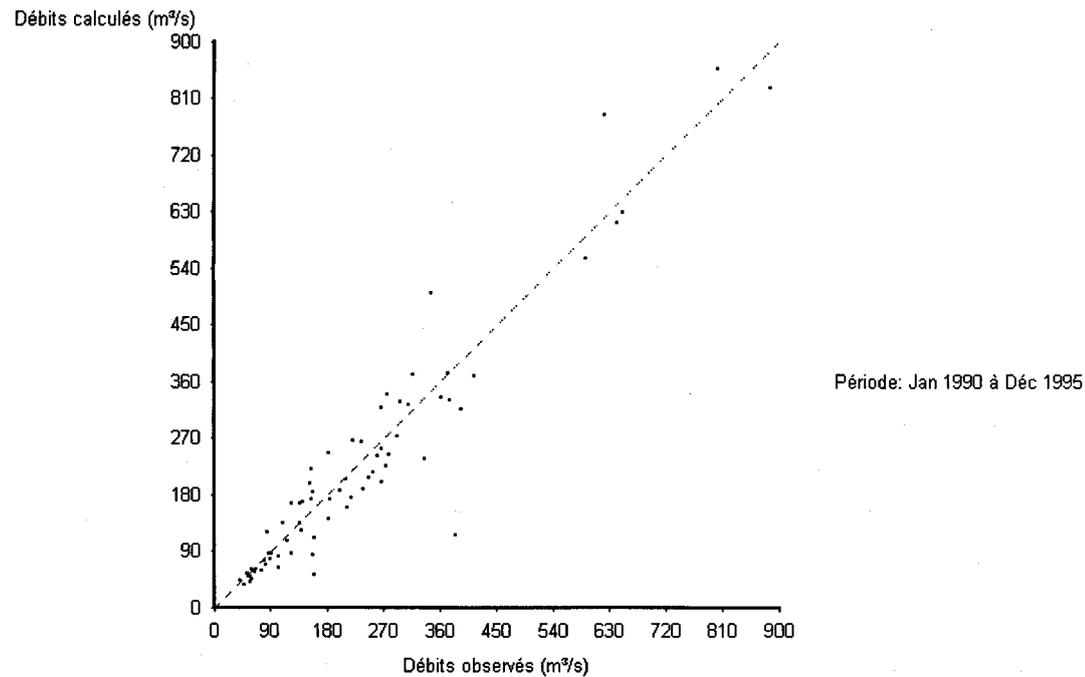


Figure 11.16 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: 061905

Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9643

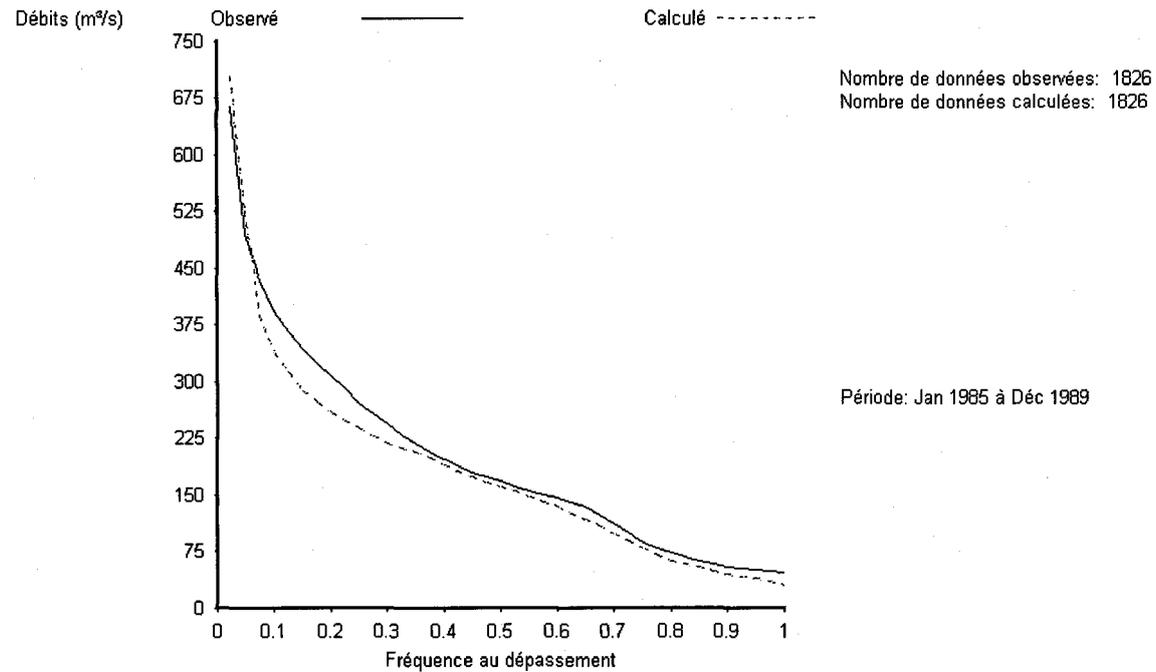


Figure 11.17 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: 061905

Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9650

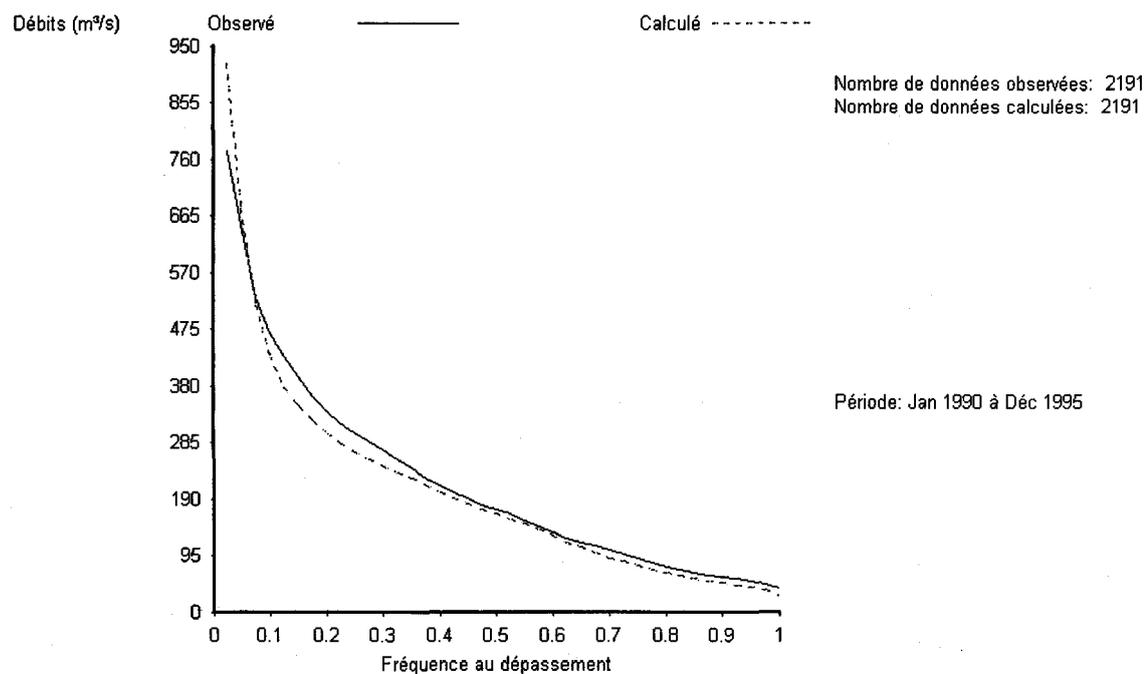


Figure 11.18 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour la période de vérification (1990-1995).

# 12

## APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU À LA RIVIÈRE MÉTABETCHOUANE (METAB)

---

Le bassin versant de la rivière Métabetchouane couvre une superficie de 2 280 km<sup>2</sup>. Les données hydrométriques utilisées sont les débits naturels mesurés à la station 061512.

### 12.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant de la rivière Métabetchouane a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km correspondant à celle utilisée par Alcan.

La figure 12.1 montre la schématisation du bassin versant naturel de la rivière Métabetchouane. Les caractéristiques physiographiques, pourcentage de forêt, de lac et marais, l'altitude de chaque "carreau entier" et les données de drainage de chaque "carreau partiel" ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Le pourcentage de forêt déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

Pour faciliter la visualisation de la rivière Métabetchouane, la figure 12.2 montre la rivière Métabetchouane avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## 12.2 Données hydro-météorologiques

La mise en opération du modèle hydrologique CEQUEAU nécessite l'utilisation des données météorologiques journalières disponibles sur le bassin versant. Le tableau 12.1 donne la liste des stations météorologiques et hydrométriques et la période d'observation utilisée. Ces données proviennent du Groupe ressources hydrauliques de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée. Le tableau 12.2 donne la position de ces stations par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et les principales caractéristiques. Le pourcentage d'influence ou le poids varie selon que l'on affecte les stations météorologiques au carreau entier par la méthode de Thiessen ou par pondération des trois stations le plus près. Pour les simulations nous avons utilisé la méthode des trois stations les plus près. Cette méthode permet d'obtenir une meilleure approximation des données météorologiques sur chaque carreau entier. Le tableau 12.2 donne le poids relatif de chaque station météorologique pour chaque méthode d'affectation.

Les positions des stations météorologiques par rapport au bassin versant de la rivière Métabetchouane sont montrées sur les figures 12.1 et 12.2. Les données météorologiques utilisées sont les températures de l'air maximum et minimum, les précipitations liquides et les précipitations solides. Les données de précipitations solides ont été mesurées en équivalent en eau de la neige.

La dernière partie du tableau 12.2 nous montre que ce bassin versant est schématisé à l'aide de 41 "carreaux entiers" et de 42 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué est de 2 200 km<sup>2</sup>, par rapport à 2 280 km<sup>2</sup> pour le bassin versant réel soit une erreur de -3.51%. Cette erreur sera corrigée dans le modèle pour que les superficies réelles prisent en compte soit 2 280 km<sup>2</sup>.

## 12.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique

L'ajustement des paramètres a été fait, par essai et erreur pour une première approximation, en utilisant les débits observés à la station 061502 pour la période 1985 à 1989. L'ajustement final des paramètres a été fait par optimisation en utilisant également la période 1985 à 1989. Nous avons optimisé en minimisant la somme des différences aux carrés entre les débits observés et les débits calculés.

Le tableau 12.3 montre les valeurs finales des paramètres du modèle hydrologique CEQUEAU ajusté au bassin versant de la rivière Métabetchouane.

## 12.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin Métabetchouane

Les résultats numériques des simulations, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1995), sont présentés au tableau 12.4. Ce tableau donne les valeurs des coefficients de Nash calculés annuellement à la station 061502 sur la rivière Métabetchouane. Les lames d'écoulement annuelles observées et calculées sur le bassin versant sont également montrées sur ce tableau.

L'étude du tableau 12.4, et en particulier des valeurs du coefficient de Nash, pour la période de calibration (Nash = 0.927) et la période de vérification (Nash = 0.9138) montre que les résultats obtenus pour la période de vérification sont à peu près semblables à ceux obtenus pour la période de calibration. L'année la moins bien reproduite est 1991 avec un coefficient de Nash de 0.327. Les lames annuelles des débits calculés ne montrent pas d'erreur systématique par rapport aux lames des débits observés.

Les graphiques des figures 12.3 à 12.10 sont utilisés pour montrer les résultats des simulations pour la période de calibration et la période de vérification.

Les figures 12.3 et 12.4 montrent les débits journaliers, moyennes interannuelles, pour la période de calibration et de vérification. Les courbes de ces figures montrent que la précision des simulations est comparable pour les deux périodes, même si le coefficient de Nash pour la période de vérification est légèrement plus faible que celui de la période de calibration. Pour les deux périodes les étiages sont bien reproduit alors que la crue de fonte nivale est légèrement sous-estimée pour la période de calibration et surestimé et légèrement en retard pour la période de vérification.

Les figures 12.5 et 12.6 montrent les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels, pour la période de calibration et de vérification. Ces figures montrent qu'il n'y a pas d'erreurs importantes et que les débits calculés sont valables pour tous les mois, même si on observe une différence plus importante pour le mois d'avril de la période de vérification.

Les figures 12.7 et 12.8 montrent la dispersion des débits moyens mensuels observés par rapport aux débits moyens mensuels calculés. Ces figures montrent que les débits moyens mensuels calculés intermédiaires sont sous-estimés pour la période de vérification parce que plus de points se situent sous la droite à 45°.

Finalement les figures 12.9 et 12.10 montrent les courbes des débits journaliers, observés et calculés, classés pour la période de calibration et de vérification. Pour la période de vérification l'ajustement est très bon alors que pour la période de calibration (figure 12.10) on observe que les débits se situant entre 50 et 120 m<sup>3</sup>/s sont sous-estimés.

Les courbes annuelles, des débits journaliers observés et calculés sur la rivière Métabetchouane à la station 061502, sont montrées sur les figures K1 à K11 de l'annexe K.

Sur la figure K7 qui montre les simulations de l'année 1991 on peut voir que les mauvais résultats des simulations pour cette année proviennent de la crue de fonte de neige. Pour cette crue les débits simulés sont beaucoup plus importants que les débits observés et il y a un décalage dans le temps.

Les résultats obtenus pour la rivière Métabetchouane, annuel et moyenne interannuelle, sont les moins bon parmi les rivières naturelles (Misbi, Misni, Ashav, Pper). Cela s'explique par le manque de station météorologique au centre du bassin versant.

L'analyse des critères numériques et des graphiques des débits observés et calculés nous permet de conclure que les paramètres retenus permettent de bien représenter le cycle hydrologique de la rivière Métabetchouane et seront utilisés pour la suite de l'étude.



Tableau 12.2 Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB).

|                           | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>° C  | Préc moy<br>(mm)             | Poids <sup>(1)</sup><br>%      | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|---------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>              |        |               |                 |              |                              |                                |                           |
| Bagotville-A<br>7060400   | 28     | 11            | 159             | 2.53         | 907.                         | 26.78                          | 5.73                      |
| Metabetchouane<br>7063690 | 21     | 11            | 152             | 0.75         | 725.                         | 42.78                          | 94.27                     |
| Roberval<br>7066685       | 19     | 13            | 179             | 2.58         | 813.                         | 30.44                          | 0.0                       |
| <b>DÉBIT</b>              |        |               |                 |              |                              |                                |                           |
|                           |        | Sortie<br>I-J | Nombre<br>CE    | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V.calculé<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| METAB                     | 061502 | 21-12 A       | 41              | 42           | 2 280.0                      | 2 200.0                        | -3.51                     |

(1) Par pondération des 3 stations les plus près

(2) Par polygone de Thiessen

Tableau 12.3 Valeurs finales des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB).

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |   |
|---|--|---|---|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |   |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |   |
|   | Valeurs  |   |   |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |   |
| CIN   | ●  |   | 0.1573  |
| CVMAR   | ●  |   | 0.0176  |
| CVNB  | ●  |   | 0.008   |
| CVNH  | ●  |   | 0.05  |
| CVSB  | ●  |   | 0.0   |
| CVSI  | ●  |   | 0.0936  |
| HINF  | ●  |   | 68.6 mm   |
| HINT  | ●  |   | 69.0 mm   |
| HMAR  | ●  |   | 250.0 mm  |
| HNAP  | ●  |   | 130.0 mm  |
| HRIMP   | ●  |   | 0.0 mm  |
| HSOL  | ●  |   | 112.4 mm  |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |   |
| STRNE   |  | ● | -3.9717 °C  |
| TFC   |  | ● | 2.4456 mm/°C                                      |
| TFD   |  | ● | 6.0 mm/°C   |
| TSC   |  | ● | -0.85 °C  |
| TSD   |  | ● | 0.4858 °C   |
| TTD   |  | ● | 0.70  |
| TTS   |  | ● | -2.5552 °C  |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |   |
| EVNAP   | ●  |   | 30.0 % (0.30)                                     |
| HPOT  | ●  |   | 92.0 mm   |
| XAA   |  | ● | 0.9901  |
| XIT   |  | ● | 25.2319   |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |   |
| EXXKT   | ●  |   | 0.0092 transfert aval amont NPJO=14 carreaux/jour |
| ZN  |  | ● | 1 jours   |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |   |
| COET  |  | ● | -2.0 °C/1000m                                     |
| COEP  |  | ● | 0.76 mm/m   |
| FACT  | ●  |   | 1.0   |
| JOEVA   | ●  |   | 80 jours  |
| JONEI   | ●  |   | 80 jours  |
| XINFMA  |  | ● | 30.0 mm/jour                                      |
| XLA   |  | ● | 4745  |
| TRI   |  | ● | 18.0 % (.) 18)                                    |

Tableau 12.4 Rivière Métabetchouane (METAB), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années                    | Métabetchouane (061502) |           |          |
|---------------------------|-------------------------|-----------|----------|
|                           | Critère                 | Lame (mm) |          |
|                           | Nash                    | Observée  | Calculée |
| <b>Calibration</b>        |                         |           |          |
| 1985                      | 0.8093                  | 633.66    | 678.92   |
| 1986                      | 0.8200                  | 701.05    | 743.18   |
| 1987                      | 0.6520                  | 523.89    | 471.49   |
| 1988                      | 0.7202                  | 715.55    | 664.59   |
| 1989                      | 0.9035                  | 646.54    | 659.67   |
| 1985 -1989 <sup>(2)</sup> | 0.9270                  | 644.05    | 643.48   |
| <b>Vérification</b>       |                         |           |          |
| 1990                      | 0.7235                  | 616.92    | 604.35   |
| 1991                      | 0.3270                  | 621.08    | 702.07   |
| 1992                      | 0.6611                  | 767.05    | 711.87   |
| 1993                      | 0.7263                  | 631.88    | 620.07   |
| 1994                      | 0.7268                  | 757.04    | 594.71   |
| 1995                      | 0.6982                  | 646.7     | 580.7    |
| 1990 -1995 <sup>(2)</sup> | 0.9138                  | 673.38    | 635.56   |

<sup>(2)</sup> Moyenne interannuelle

J

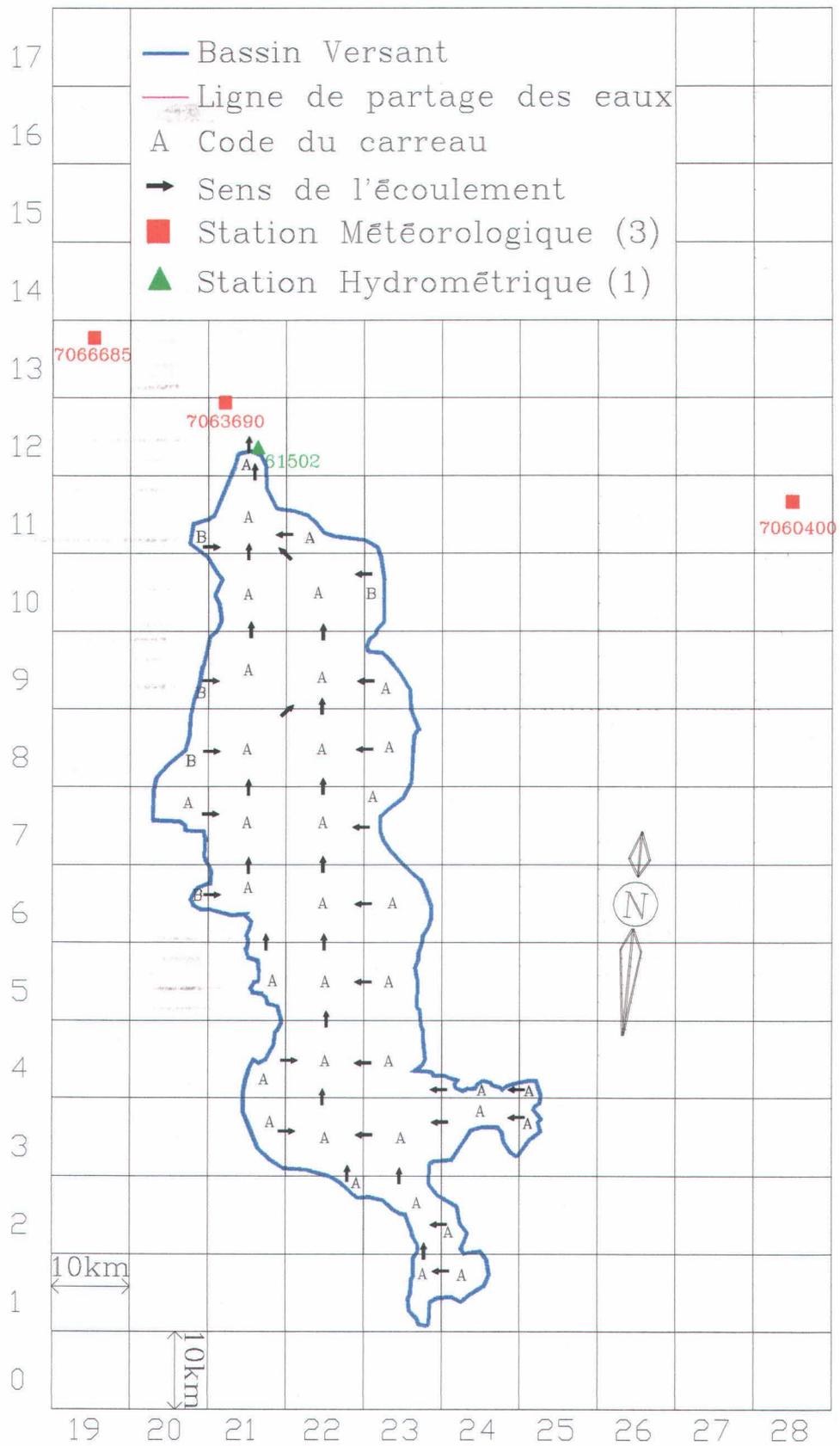
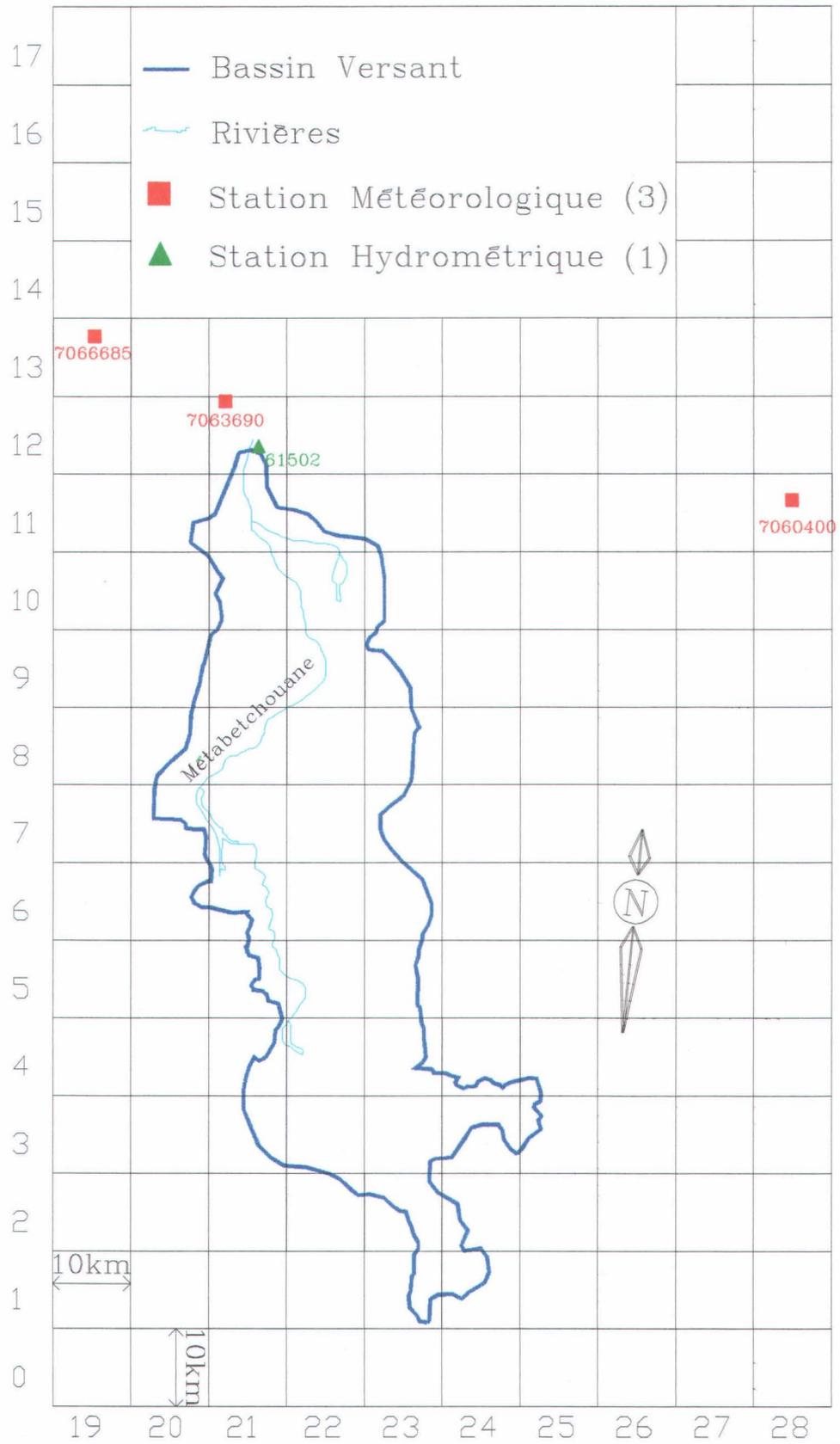


Figure 12.1

Schématisation du bassin versant Métabetchouane (METAB).

J



I

Figure 12.2 Emplacement de la rivière Métabetchouane (METAB) et ses principaux tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## Débits journaliers

Numéro de station: 061502  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9138

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 48.68 cal.: 45.95  
Lame interannuelle (mm) obs.: 673.4 cal.: 635.6

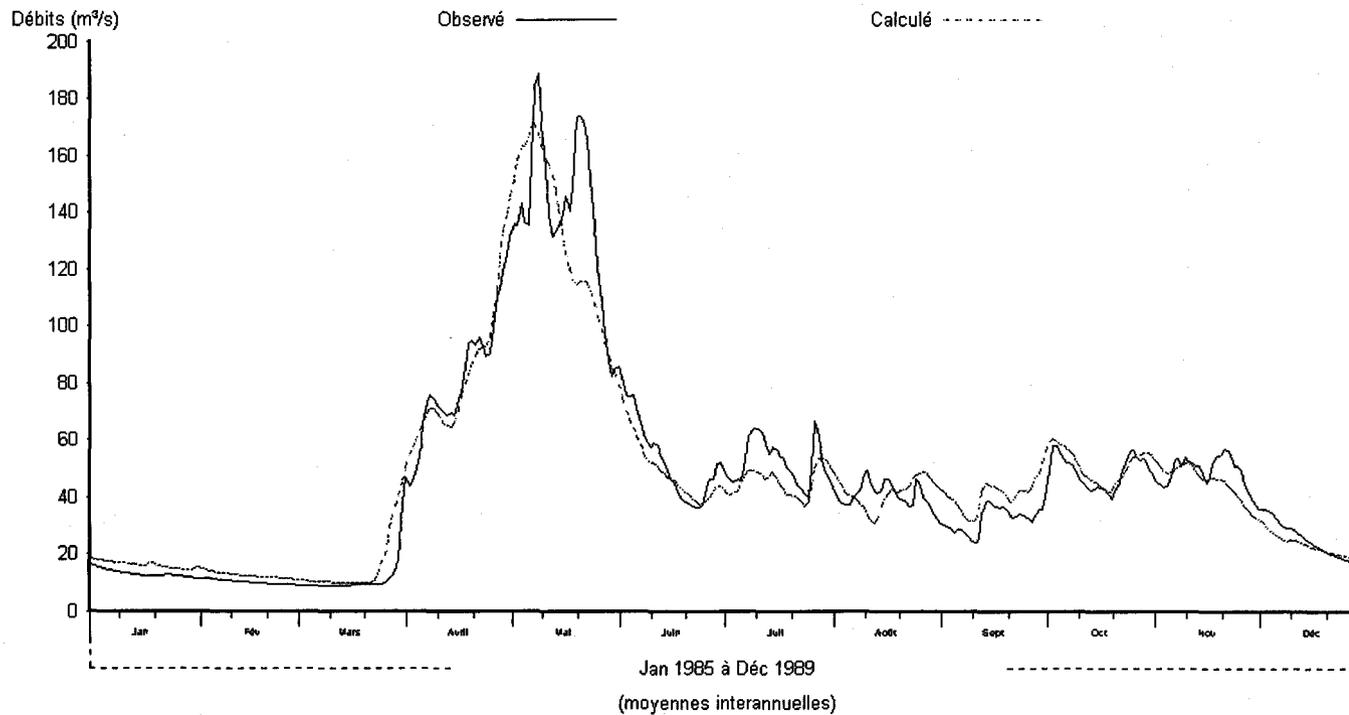


Figure 12.3 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB).

## Débits journaliers

Numéro de station: 061502  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9138

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 48.68 cal.: 45.95  
Lame interannuelle (mm) obs.: 673.4 cal.: 635.6

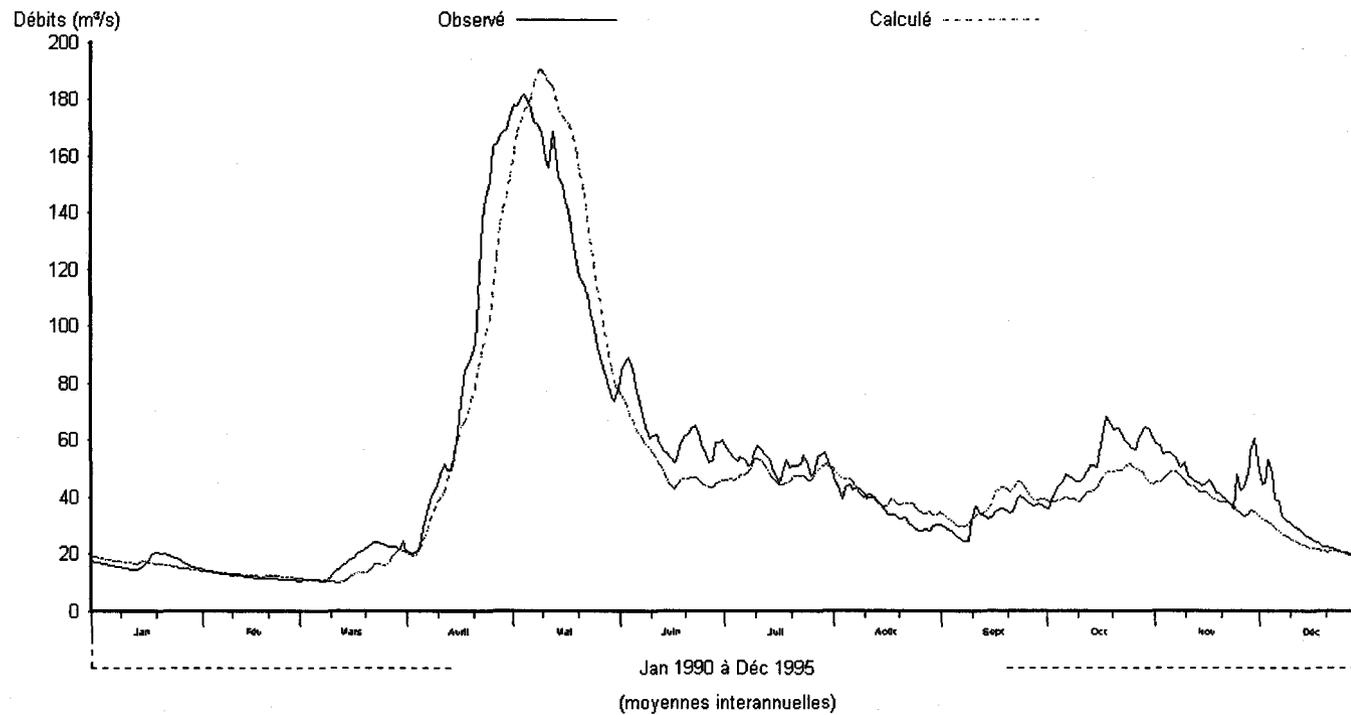


Figure 12.4 Débits journaliers observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061502  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9826

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 46.56 cal.: 46.52  
Lame interannuelle (mm) obs.: 644.0 cal.: 643.5

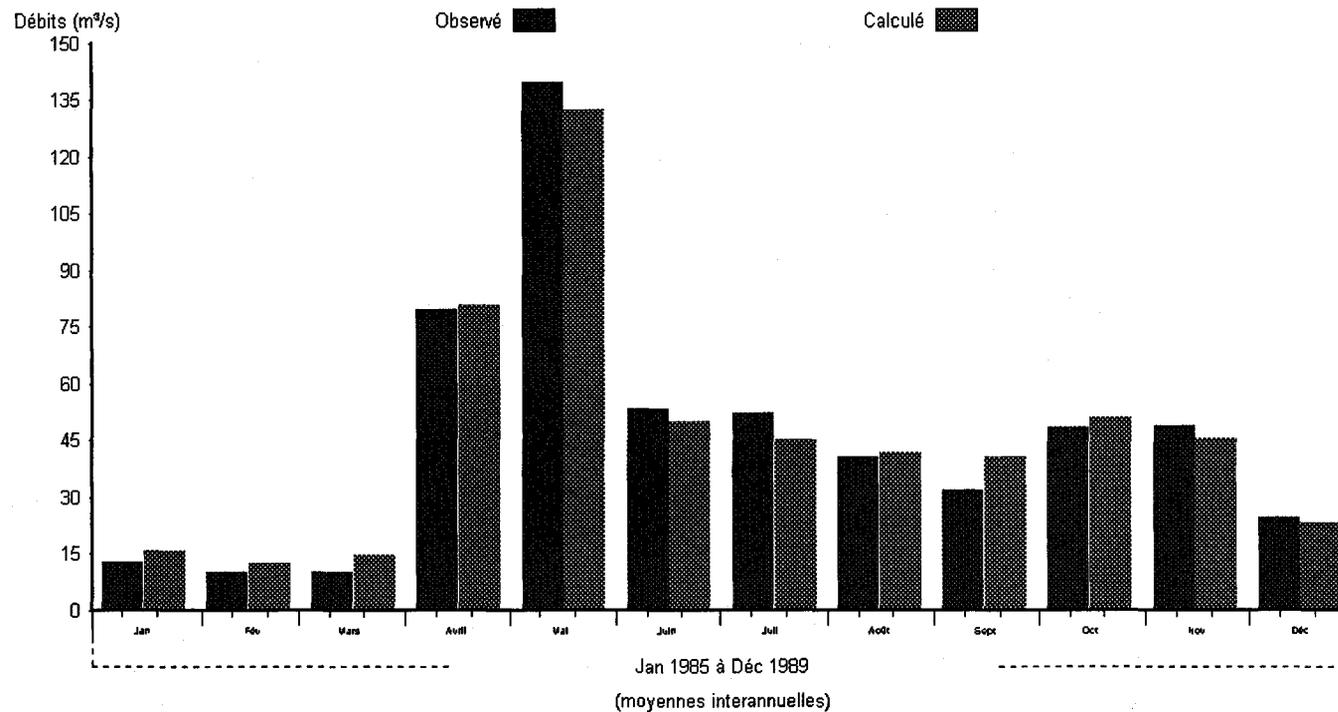


Figure 12.5 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061502

Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9353

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 48.68 cal.: 45.95

Lame interannuelle (mm) obs.: 673.4 cal.: 635.5

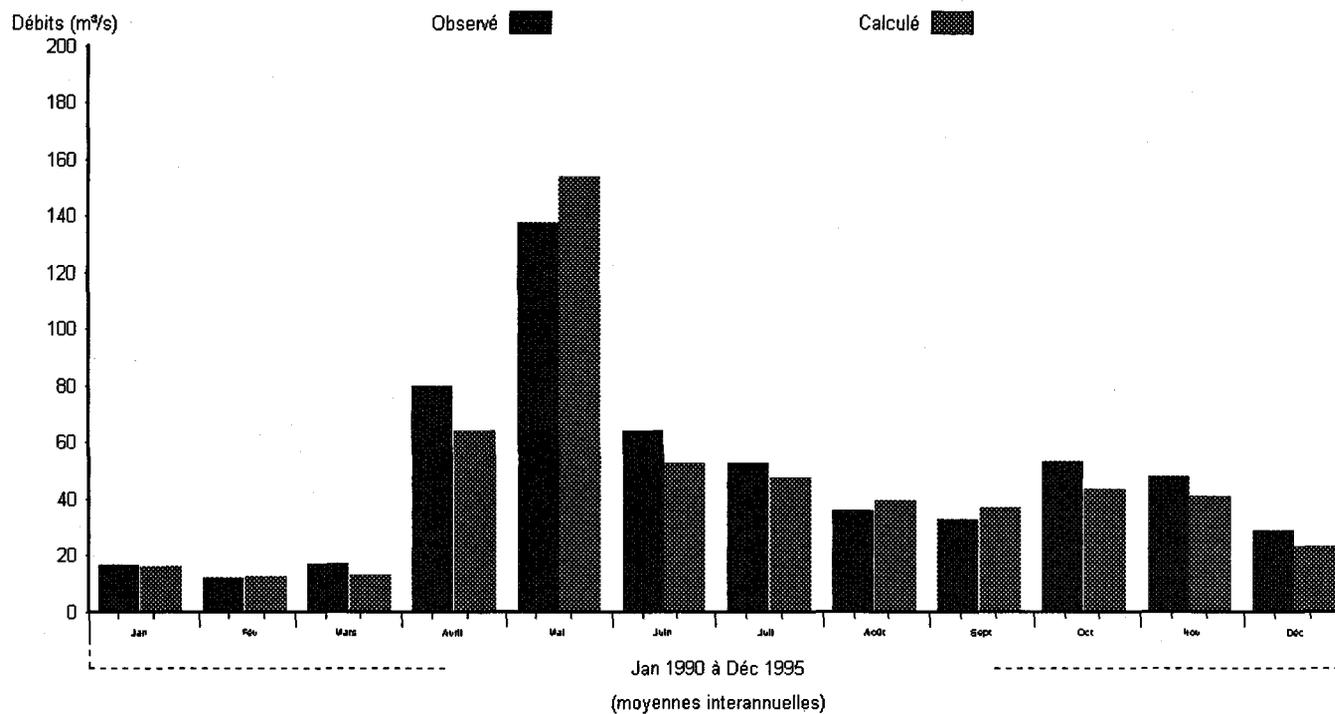


Figure 12.6 Débits moyens mensuels observés et calculés, moyennes interannuelles pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061502  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9308

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 46.54 cal.: 46.50  
Lame (mm) obs.: 3220.7 cal.: 3217.9

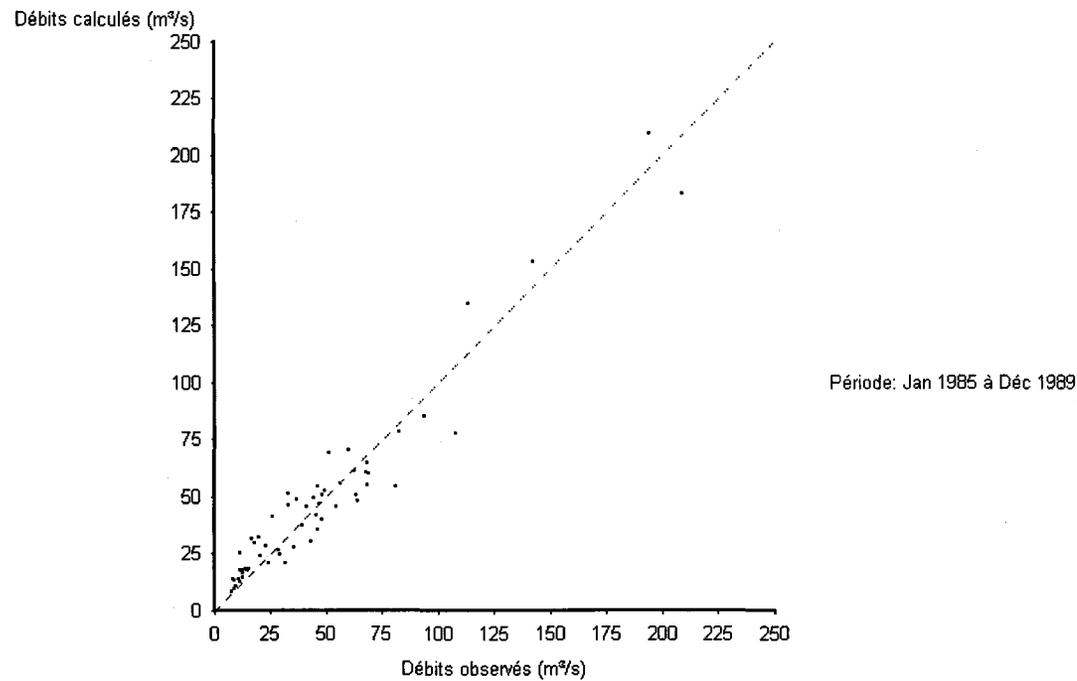


Figure 12.7 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de calibration (1985-1989) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB).

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: 061502  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7093

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 48.67 cal.: 45.93  
Lame (mm) obs.: 4040.7 cal.: 3813.8

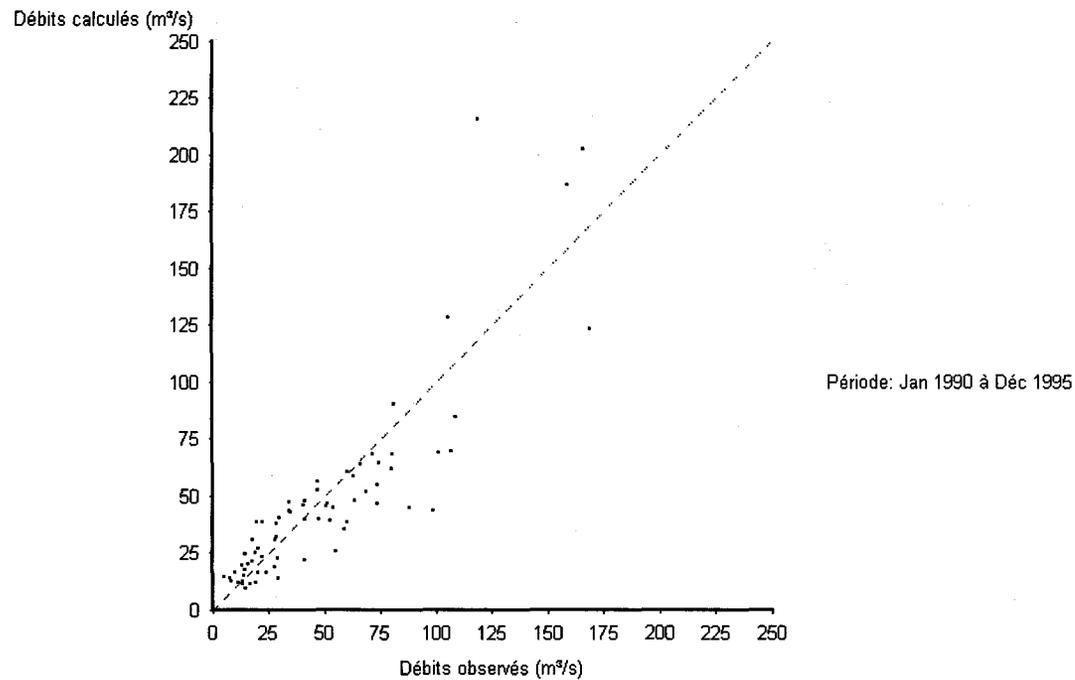


Figure 12.8 Dispersion des débits moyens mensuels, observés et calculés pour la période de vérification (1990-1995) à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: 061502  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9805

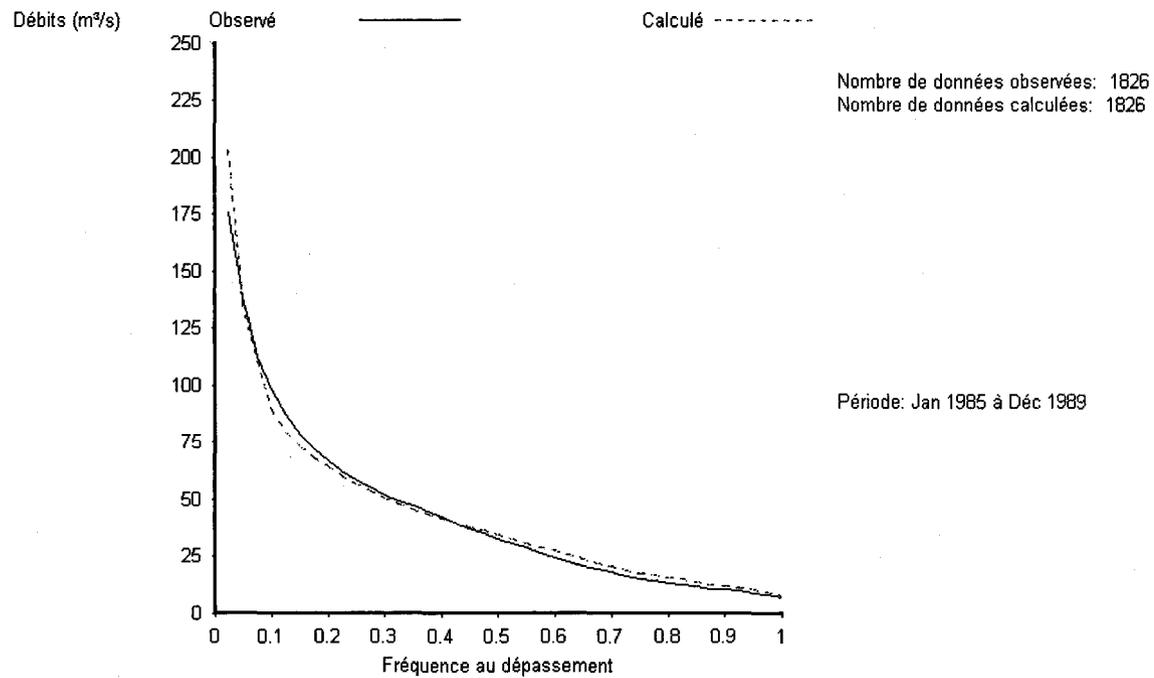


Figure 12.9 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour la période de calibration (1985-1989).

## Débits journaliers classés

Numéro de station: 061502

Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>

Coefficient de NASH: 0.9452

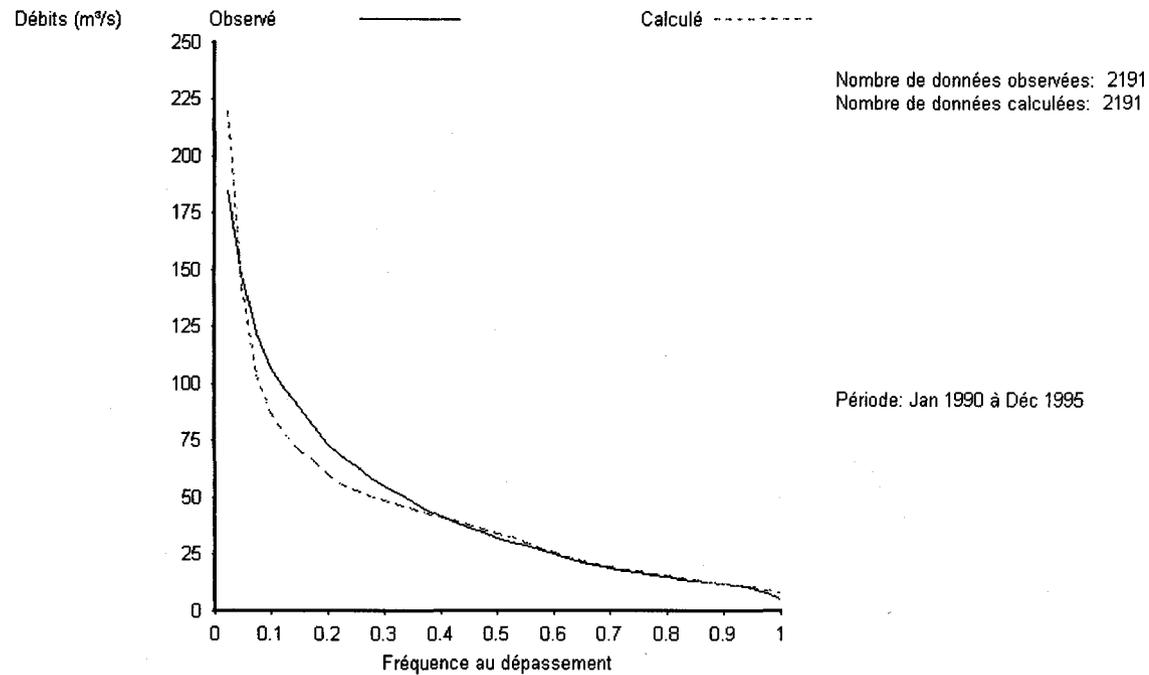


Figure 12.10 Débits journaliers classés, observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour la période de vérification (1990-1995).

# 13

## APPLICATION DU MODÈLE CEQUEAU AU BASSIN VERSANT DES AUTRES TRIBUTAIRES (TRIB)

---

Le bassin versant des autres tributaires couvre une superficie totale de 5 652 km<sup>2</sup>. Il n'y a aucune donnée hydrométrique disponible pour la période étudiée.

### 13.1 Banque de données physiographiques et de drainage

Le bassin versant des autres tributaires a été schématisé à l'aide d'une grille à base carrée de 10 km par 10 km correspondant à celle utilisée par Alcan.

La figure 13.1 montre la schématisation du bassin versant drainé par les autres tributaires. Les caractéristiques physiographiques, pourcentage de forêt, de lac et marais, l'altitude de chaque "carreau entier" et les données de drainage de chaque "carreau partiel" ont été extraites à partir des cartes topographiques au 1:250 000.

Le pourcentage de forêt déterminé, pour chaque carreau entier, à l'aide des cartes topographiques produites en 1978, 1982 et 1990 ne tient pas compte des coupes forestières effectuées depuis quelques années. Cependant, l'ajustement des paramètres prend en compte cette imprécision.

Pour faciliter la visualisation du bassin versant drainé par les autres tributaires, la figure 13.2 montre les principaux cours d'eau avec la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## 13.2 Données hydro-météorologiques

La mise en opération du modèle hydrologique CEQUEAU nécessite l'utilisation des données météorologiques journalières disponibles sur le bassin versant. Le tableau 13.1 donne la liste des stations météorologiques et la période d'observation utilisée. Ces données proviennent du Groupe ressources hydrauliques de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée. Le tableau 13.2 donne la position de ces stations par rapport au grillage utilisé pour la schématisation du bassin versant et les principales caractéristiques. Le pourcentage d'influence ou le poids varie selon que l'on affecte les stations météorologiques au carreau entier par la méthode de Thiessen ou par pondération des trois stations le plus près. Pour les simulations nous avons utilisé la méthode des trois stations les plus près. Cette méthode permet d'obtenir une meilleure approximation des données météorologiques sur chaque carreau entier. Le tableau 13.2 donne le poids relatif de chaque station météorologique pour chaque méthode d'affectation.

Les positions des stations météorologiques par rapport au bassin versant sont montrées sur les figures 13.1 et 13.2. Les données météorologiques utilisées sont les températures de l'air maximum et minimum, les précipitations liquides et les précipitations solides. Les données de précipitations solides ont été mesurées en équivalent en eau de la neige.

La dernière partie du tableau 10.2 nous montre que l'ensemble du bassin versant des autres tributaires est schématisé à l'aide de 79 "carreaux entiers" et de 102 "carreaux partiels". Le bassin versant reconstitué est de 5 759 km<sup>2</sup>, par rapport à 5 652 km<sup>2</sup> pour le bassin versant réel soit une erreur de 1.89%. Cette erreur sera corrigée dans le modèle pour que le bassin versant utilisé soit de 5 652 km<sup>2</sup>.

## 13.3 Ajustement des paramètres du modèle hydrologique

Pour les simulations de ce bassin versant les paramètres du bassin versant Lac St-Jean (LSJ) ont été utilisés, parce qu'aucune donnée hydrométrique n'était disponible pour faire l'ajustement des paramètres. Le tableau 10.3 montre les valeurs de ces paramètres.

## 13.4 Résultats des simulations hydrologiques du bassin Mistassini

Les lames d'eau calculées, pour la période de calibration (1985-1989) et la période de vérification (1990-1995), sont présentés au tableau 13.4. Aucun critère n'est calculé parce qu'il n'y a pas de débits observés.

Les graphiques des figures 13.3 à 13.8 sont utilisés pour montrer les principales caractéristiques des débits calculés sur ce bassin versant. Les courbes annuelles, des débits journaliers calculés pour l'ensemble du bassin versant des autres tributaires, sont montrées sur les figures L1 à L11 de l'annexe L.

La prévision des débits sera faite pour ce bassin versant par simulation des débits en utilisant les paramètres du tableau 13.3. Aucune mise à jour ne pourra être faite pour la période 1985 à 1995 car il n'y a pas de données hydrométriques de disponible. Par contre on pourra faire les simulations avec les corrections des stocks de neige pour analyser la différence des débits calculés mais on ne pourra pas déterminer si la correction des stocks de neige a un effet positif ou négatif.



Tableau 13.2 Coordonnées des stations météorologiques et hydrométriques utilisées pour le bassin versant autres tributaires du Lac-Saint-Jean (TRIB).

|                           | I      | J             | Altitude<br>(m) | Tmoy<br>° C  | Préc moy<br>(mm)             | Poids <sup>(1)</sup><br>%       | Poids <sup>(2)</sup><br>% |
|---------------------------|--------|---------------|-----------------|--------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| <b>MÉTÉO</b>              |        |               |                 |              |                              |                                 |                           |
| Bagotville-A<br>7060400   | 28     | 11            | 159             | 2.53         | 907.                         | 1.65                            | 0.0                       |
| Ch. du Diable<br>7061560  | 23     | 16            | 174             | 1.49         | 838.                         | 16.74                           | 18.44                     |
| Jonquière<br>7063370      | 26     | 11            | 140             | 0.65         | 875.                         | 8.49                            | 6.27                      |
| Metabetchouane<br>7063690 | 21     | 11            | 152             | 0.75         | 725.                         | 28.35                           | 30.86                     |
| Mistassibi 2<br>7064993   | 22     | 22            | 244             | 0.93         | 870.                         | 0.28                            | 0.0                       |
| Normandin<br>7065640      | 17     | 17            | 42              | 0.62         | 818.                         | 15.19                           | 16.2                      |
| Roberval<br>7066685       | 19     | 13            | 179             | 2.58         | 813.                         | 29.3                            | 28.23                     |
| <b>APPORTS NATURELS</b>   |        |               |                 |              |                              |                                 |                           |
|                           |        | Sortie<br>I-J | Nombre<br>CE    | Nombre<br>CP | B.V. réel<br>km <sup>2</sup> | B.V. calculé<br>km <sup>2</sup> | Erreur<br>%               |
| TRIB                      | 962206 | 24-14 A       | 79              | 102          | 5652.2                       | 5759.0                          | 1.89                      |
| Ticouapé                  |        | 19-15B        | 14              | 17           | 665.0                        | 646.0                           | -2.86                     |
| Ouiatchouan               |        | 20-12A        | 12              | 20           | 955.7                        | 956.0                           | 0.03                      |
| Belle Rivière             | 061302 | 23-13B        | 8               | 10           | 502.5                        | 522.0                           | 3.88                      |

<sup>(1)</sup> Par pondération des 3 stations les plus près

<sup>(2)</sup> Par polygone de Thiessen

Tableau 13.3 Valeurs des paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU utilisés pour le bassin versant autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB).

| Paramètres  | Paramètre déterminé par essai et erreur  |   |   |
|---|--|---|---|
|   | Paramètre déterminé selon la physique du phénomène                                   |   |   |
|   | Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques |   |   |
|   | Valeurs  |   |   |
| <b>Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS</b>     |  |   |   |
| CIN   | ●  |   | 0.145   |
| CVMAR   | ●  |   | 0.020   |
| CVNB  | ●  |   | 0.008   |
| CVNH  | ●  |   | 0.40  |
| CVSB  | ●  |   | 0.0   |
| CVSI  | ●  |   | 0.256   |
| HINF  | ●  |   | 64.4 mm   |
| HINT  | ●  |   | 66.3 mm   |
| HMAR  | ●  |   | 250.0 mm  |
| HNAP  | ●  |   | 220.0 mm  |
| HRIMP   | ●  |   | 10.0 mm   |
| HSOL  | ●  |   | 100.0 mm  |
| <b>Paramètres régissant le fonte de neige</b>         |  |   |   |
| STRNE   |  | ● | -1.0 °C   |
| TFC   |  | ● | 2.34 mm/°C                                      |
| TFD   |  | ● | 4.2 mm/°C                                       |
| TSC   |  | ● | 0.15 °C   |
| TSD   |  | ● | 1.0 °C  |
| TTD   |  | ● | 0.70  |
| TTS   |  | ● | -0.61 °C  |
| <b>Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration</b> |  |   |   |
| EVNAP   | ●  |   | 34.0 % (0.34)                                   |
| HPOT  | ●  |   | 70.0 mm   |
| XAA   |  | ● | 0.786   |
| XIT   |  | ● | 26.0  |
| <b>Paramètre et constante du transfert</b>            |  |   |   |
| EXXKT   | ●  |   | 0.022 transfert aval amont NPJO=4 carreaux/jour |
| ZN  |  | ● | 3 jours   |
| <b>Paramètres et constantes divers</b>                |  |   |   |
| COET  |  | ● | -2.5 °C/1000m                                   |
| COEP  |  | ● | 0.75 mm/m                                       |
| FACT  | ●  |   | 1.0   |
| JOEVA   | ●  |   | 80 jours  |
| JONEI   | ●  |   | 80 jours  |
| XINFMA  |  | ● | 20.0 mm/jour                                    |
| XLA   |  | ● | 4850  |
| TRI   |  | ● | 5.0 % (0.05)                                    |

Tableau 13.4 Autres Tributaires (TRIB), critère numérique annuel pour la période de calibration et de vérification.

| Années          | Autres Tributaires (962206) |           |          |
|-----------------|-----------------------------|-----------|----------|
|                 | Critère                     | Lame (mm) |          |
|                 | Nash                        | Observée  | Calculée |
| Calibration     |                             |           |          |
| 1985*           |                             |           | 497.86   |
| 1986*           |                             |           | 592.5    |
| 1987*           |                             |           | 325.6    |
| 1988*           |                             |           | 560.59   |
| 1989*           |                             |           | 533.62   |
| 1985 -1989 *(2) |                             |           | 501.98   |
| Vérification    |                             |           |          |
| 1990*           |                             |           | 474.51   |
| 1991*           |                             |           | 523.21   |
| 1992*           |                             |           | 563.04   |
| 1993*           |                             |           | 501.48   |
| 1994*           |                             |           | 514.13   |
| 1995*           |                             |           | 473.64   |
| 1990 -1995*(2)  |                             |           | 508.28   |

(\*) Aucune donnée observée disponible.

(2) Moyenne interannuelle

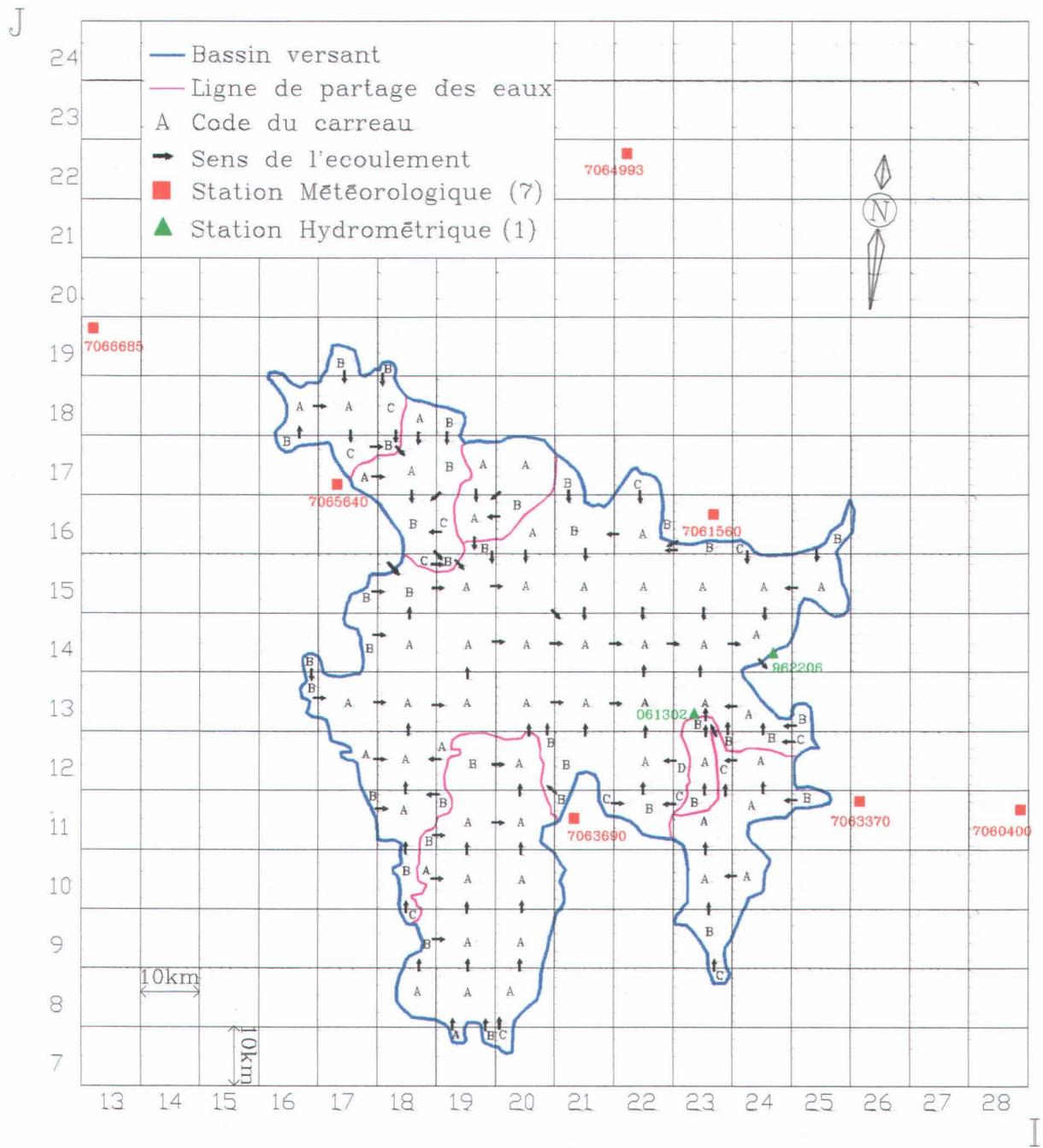


Figure 13.1 Schématisation des autres Tributaires.

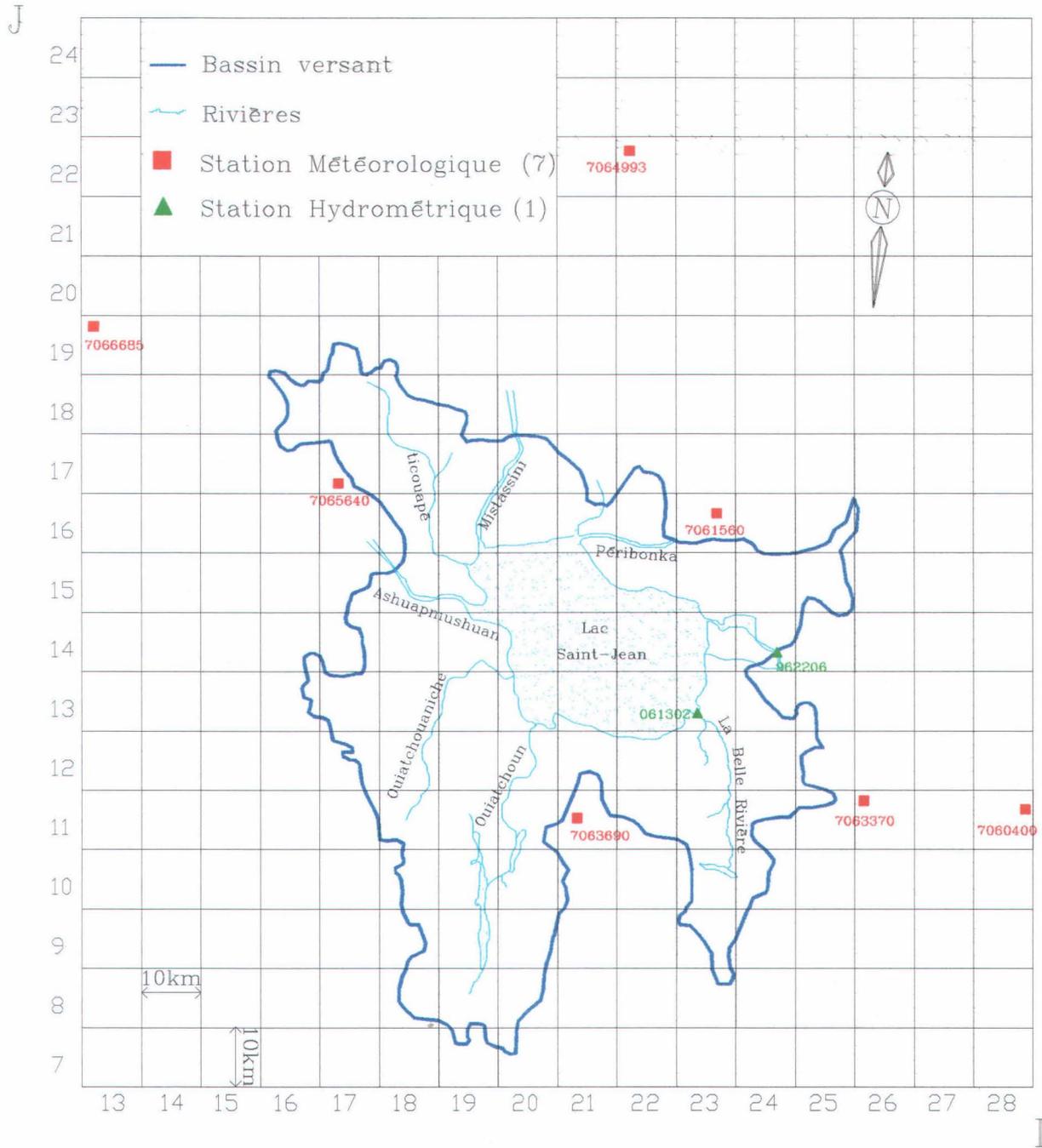


Figure 13.2 Emplacement des autres tributaires par rapport à la schématisation utilisée par le modèle CEQUEAU.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* cal.: 89.97  
Lame interannuelle (mm) obs.: 0\* cal.: 502.0

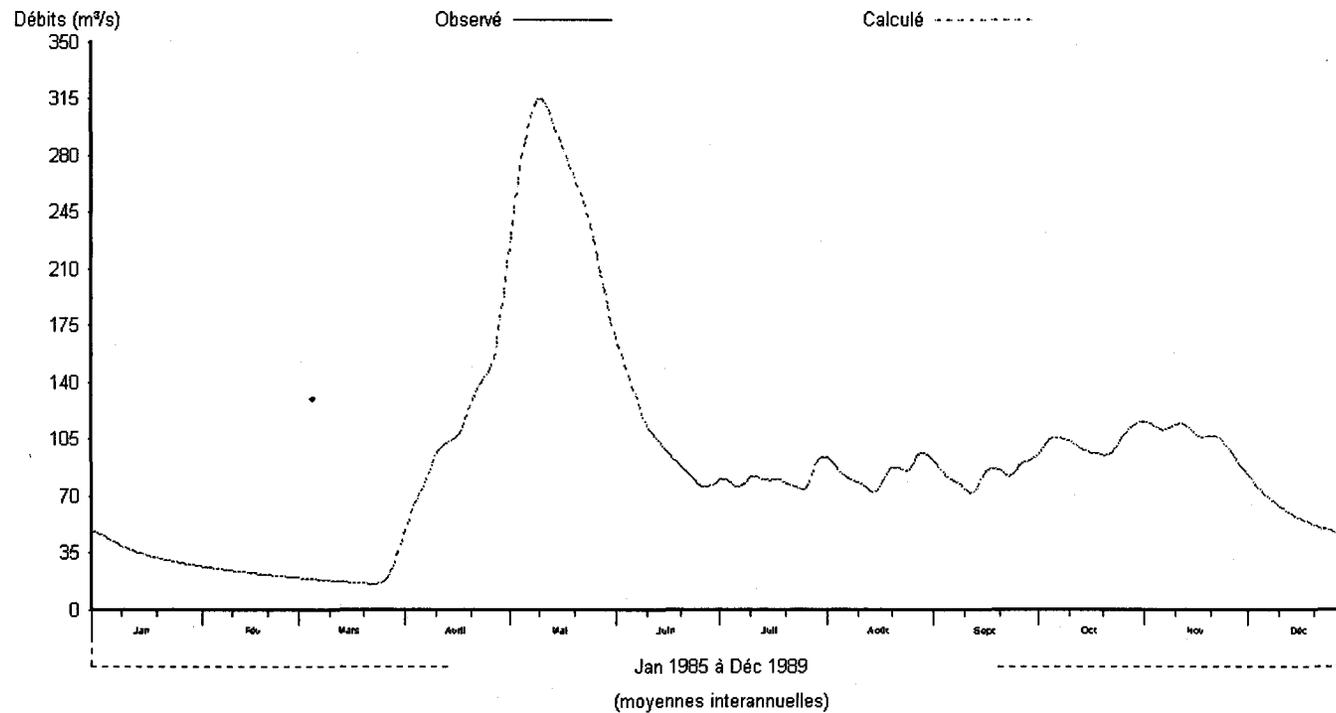


Figure 13.3 Débits journaliers, moyennes interannuelles pour la période 1985-1989 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* cal.: 91.10  
Lame interannuelle (mm) obs.: 0\* cal.: 508.3

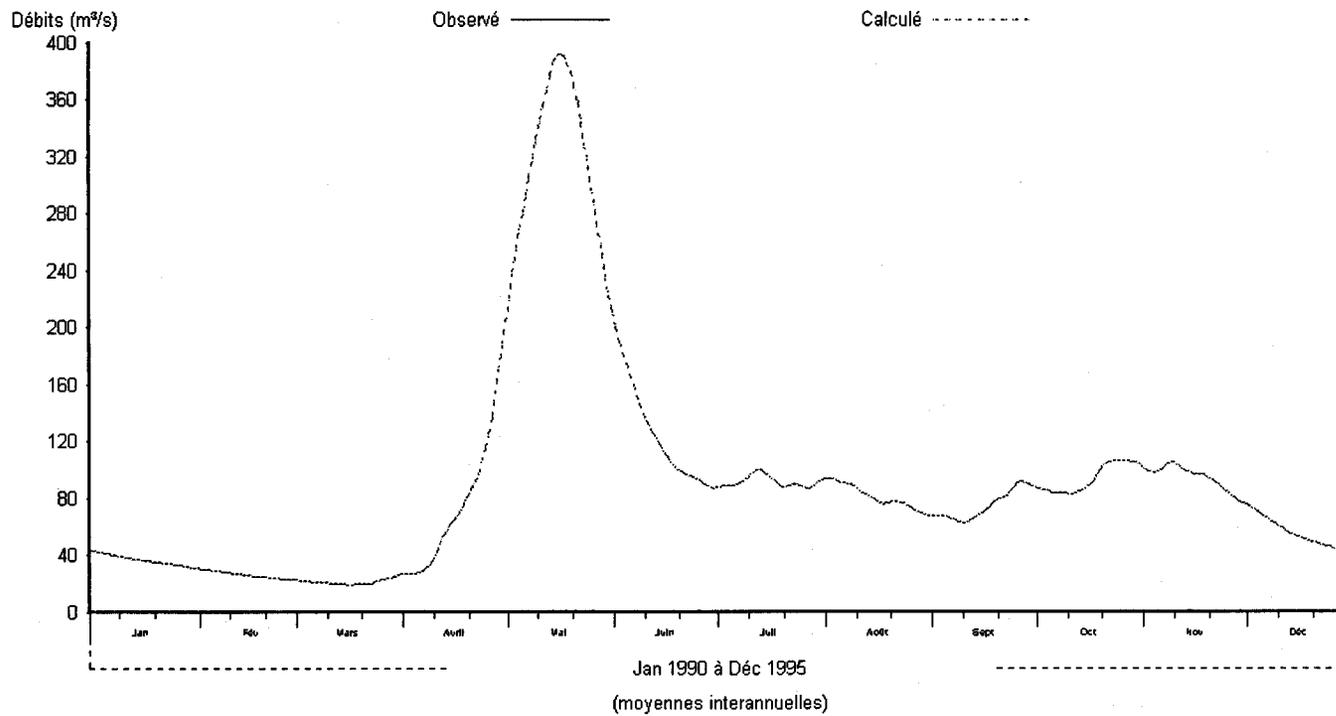


Figure 13.4 Débits journaliers, moyennes interannuelles pour la période 1990-1995 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean.

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: TRIB

Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\*

cal.: 89.97

Lame interannuelle (mm) obs.: 0\*

cal.: 502.0

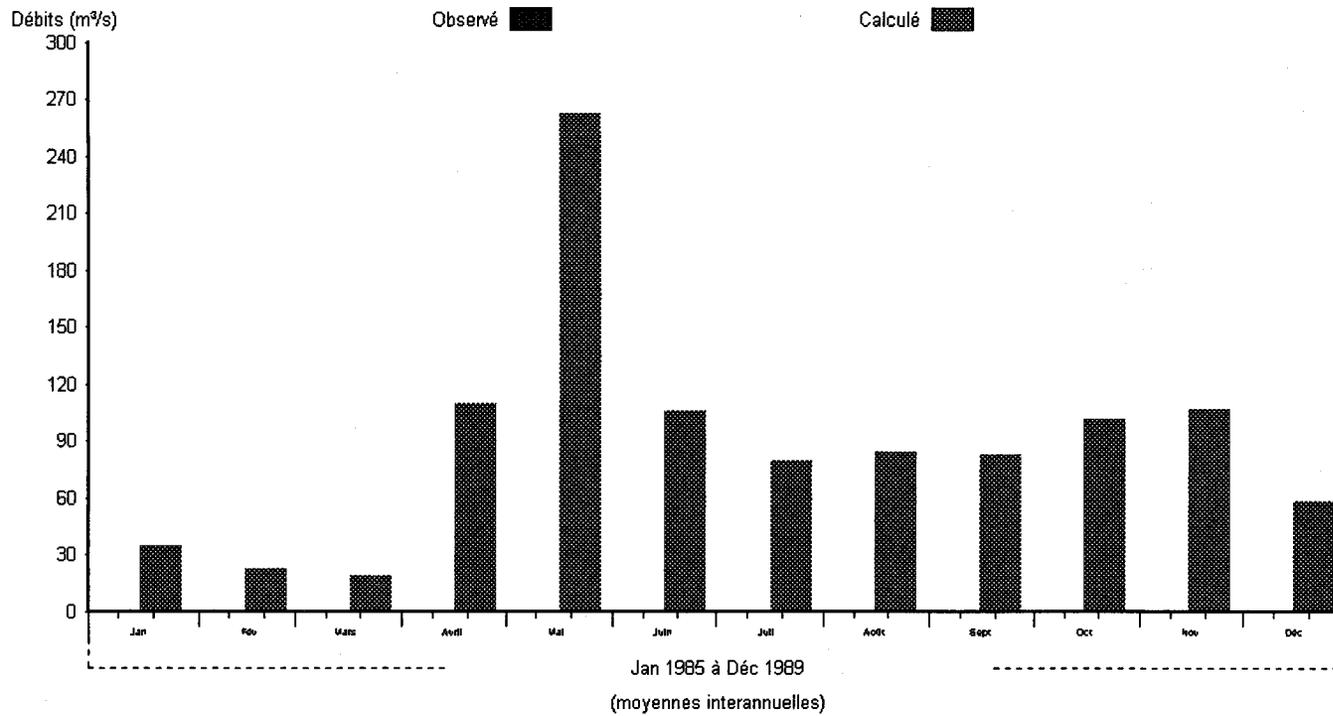


Figure 13.5 Débits moyens mensuels moyennes interannuelles pour la période 1985-1989 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean.

## Débits moyens mensuels

Numéro de station: TRIB

Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens(m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\*

cal.: 91.10

Lame interannuelle (mm) obs.:0\*

cal.: 508.3

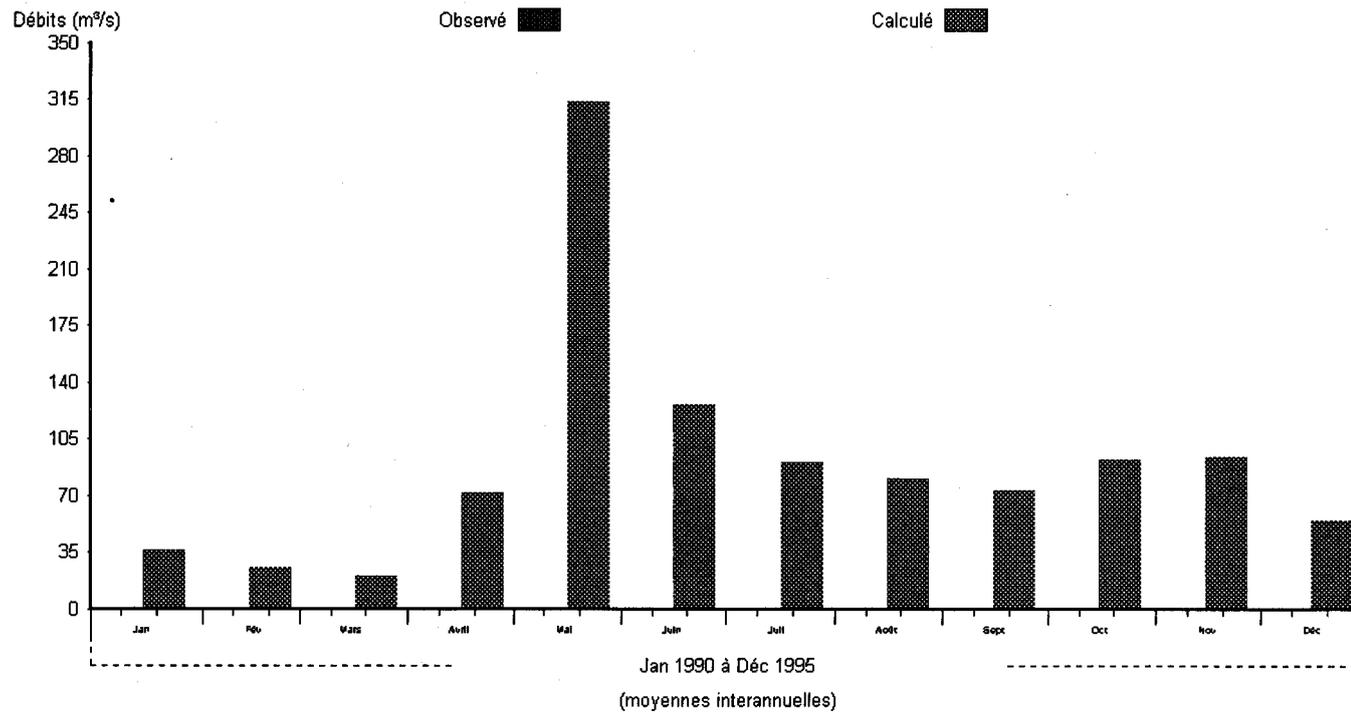


Figure 13.6 Débits moyens mensuels moyennes interannuelles pour la période 1990-1995 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean.

## Débits journaliers classés

Numéro de station: TRIB

Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

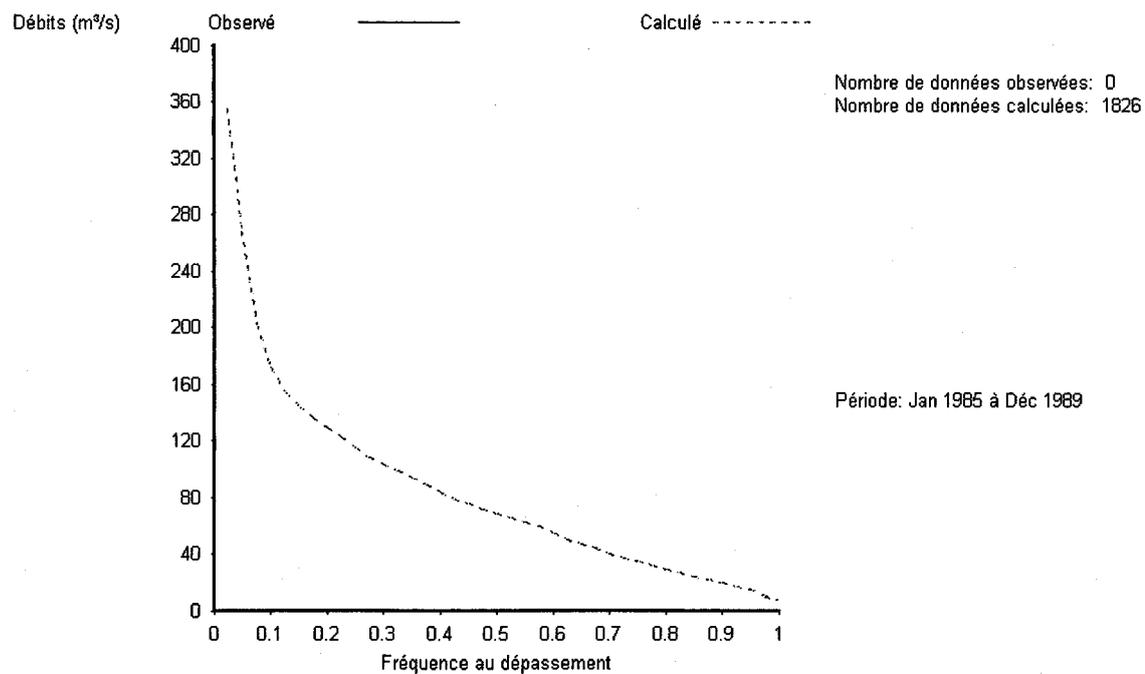


Figure 13.7 Débits journaliers classés calculés pour la période 1985-1989 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean.

# Débits journaliers classés

Numéro de station: TRIB

Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

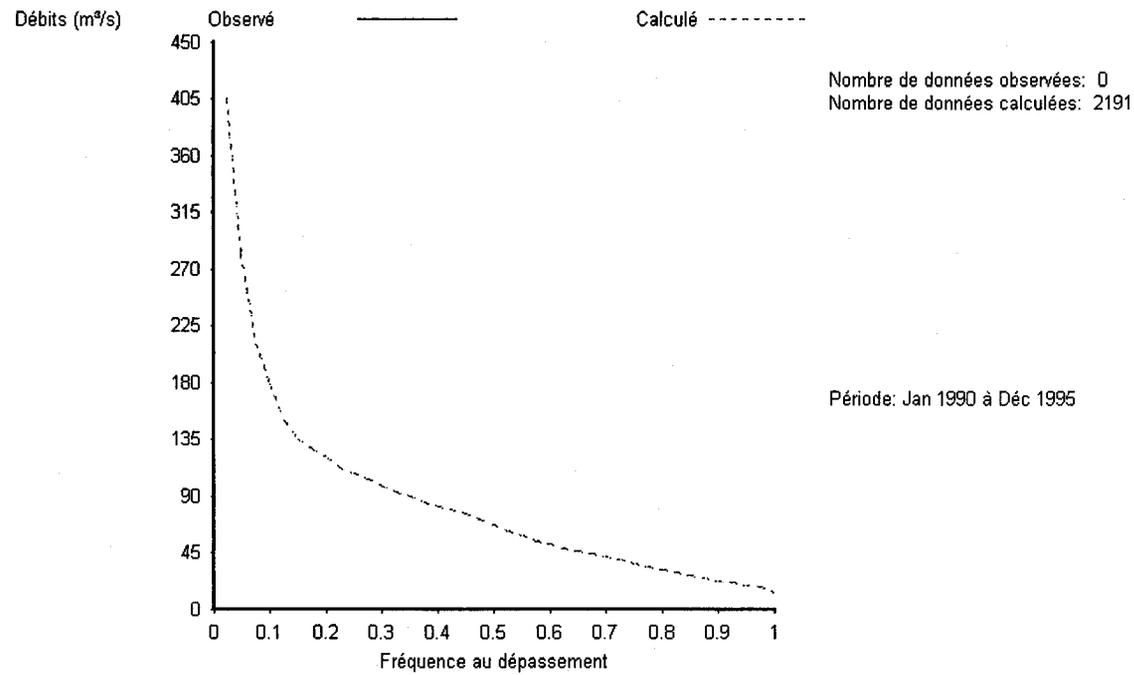


Figure 13.8 Débits journaliers classés, calculés pour la période 1990-1995 à la sortie du bassin des autres tributaires du Lac Saint-Jean.



# 14

## IMPACT DES RELEVÉS

### NIVOMÉTRIQUES SUR LES SIMULATIONS

---

La mesure des précipitations solides à l'aide de stations météorologiques automatiques est difficile en raison notamment du vent et de la formation de "bouchon de neige" au-dessus du précipitomètre. Par ailleurs Alcan mesure, à la fin des mois de janvier, février, mars et avril, l'épaisseur de neige au sol et son équivalent en eau à différents endroits sur ses bassins versants, pour ainsi être en mesure de mieux prévoir les écoulements durant la crue de fonte de neige. Ces données de relevés de neige au sol sont appelées "données nivométriques". Le but de cette partie d'étude est d'utiliser les équivalents d'eau, de la neige au sol, sur les bassins versants, estimés à partir des relevés nivométriques, comme données d'entrée du modèle CEQUEAU, dans le but de quantifier la variation de précision qu'on peut obtenir, en utilisant ces données, pour la simulation hydrologique.

Pour effectuer l'étude, les débits sont simulés à l'aide du modèle CEQUEAU en introduisant comme données d'entrée du modèle, l'équivalent d'eau de la neige moyenne sur le bassin versant, estimé à partir des données nivométriques mesurées à une date. Durant la simulation, le modèle s'arrête à la date des relevés nivométriques et corrige l'équivalent d'eau de la neige au sol, estimée par le modèle sur chaque carreau entier, pour que l'équivalent d'eau moyen de la neige au sol estimé soit égal à l'estimé fait à partir des relevés nivométriques. Le modèle écrit, dans le fichier de résultats \*.SIM la correction qu'il a faite et la simulation se continue. La même correction est appliquée à tous les carreaux, ainsi la variation spatiale des stocks de neige au sol est respectée. Les critères numériques d'ajustement des débits simulés, avec correction des stocks de neige, sont calculés et comparés avec les critères numériques des débits simulés sans données nivométriques (résultats des chapitres 2 à 13).

L'étude de la variation de précision des simulations avec et sans correction des stocks de neige au sol est faite en utilisant les relevés nivométriques faits à la fin du mois de mars seulement. La variation de précision est calculée pour la période de crue de fonte de neige c'est-à-dire pour les mois d'avril à juin inclusivement.

## 14.1 Bassin versant amont (BAM)

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant amont (BAM), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.1.1.

Les simulations des débits de 1985 à 1995 ont été faites avec le modèle CEQUEAU en utilisant les paramètres ajustés précédemment et en introduisant, le 31 mars de chaque année, la quantité de neige estimée au sol. Les résultats de ces simulations, comparés aux résultats des simulations sans correction des quantités de neige au sol (chapitre 2), sont donnés sur le tableau 14.1.2. Ce tableau présente, pour chacune des années et pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et la période entière (1985-1995) les principaux critères numériques, calculés en fonction des débits observés et des débits simulés pour la période de la fonte de neige seulement c'est-à-dire pour les mois d'avril à juin seulement. Les débits simulés sont calculés sans correction des stocks de neige et avec correction des stocks de neige au sol à la fin de mars de chaque année.

La colonne 1 de ce tableau donne l'année ou la période. Les colonnes 2 et 3 donnent, pour chaque année, les débits moyens observés en mètre cube par seconde et la lame d'eau correspondante d'écoulement, en millimètre, sur le bassin versant. Les colonnes 4 et 5 donnent les mêmes informations pour les débits simulés sans correction des quantités de neige au sol. La colonne 6 donne les coefficients de Nash calculés à l'aide des débits journaliers observés et des débits journaliers simulés sans correction des quantités de neige au sol. La colonne 7 indique la correction des stocks de neige qui a été faite par le modèle, le 31 mars de chaque année ou la correction moyenne pour les périodes. Les colonnes huit à dix donnent les mêmes informations que les colonnes 4 à 6 mais pour les simulations avec correction des stocks de neige au sol. La colonne 11 donne la différence des coefficients de Nash calculés pour les simulations avec et sans correction des stocks de neige (colonne 10 moins colonne 6). Les deux dernières colonnes donnent la différence des lames d'écoulement calculées avec et sans correction des stocks de neige par rapport aux lames d'écoulement observées.

Sur le tableau 14.1.2 on voit que les coefficients de corrections des stocks de neige (colonne 7) varient d'une année à l'autre. Annuellement, les coefficients de corrections varient de 0.72 à 1.22. La correction moyenne pour la période de calibration et de vérification est de 1.08 et de 0.94 respectivement. Pour la période de 1985 à 1995, la correction moyenne est nulle avec un coefficient de 1.00.

Les coefficients de Nash, qu'on considère comme un indice de la qualité des simulations, montrent que pour quelques années les simulations sont meilleures si on fait la correction des stocks de neige, alors que pour les autres les simulations sont moins précises. Ainsi on observe une détérioration des simulations pour quatre années sur cinq pour la période de calibration (les différences de Nash sont négatives) et une amélioration pour quatre ans sur six pour la période

de vérification. Pour l'année 1995, on observe une très grande amélioration de précision avec une différence du coefficient de Nash de 0.6108. Si on regarde le graphique des débits observés et calculés pour cette année (annexe M figure M1.11) on observe que la crue nivale simulée était en retard et trop forte par rapport à la crue observée. La correction des stocks de neige le 31 mars 1995 (0.72) a amené une diminution des stocks de neige ce qui a permis d'améliorer sensiblement la crue hivernale simulée.

De la même façon, la comparaison de la différence des lames d'écoulement, calculées avec et sans correction des stocks de neige par rapport aux lames d'écoulement observées, montre qu'il n'y a pas d'amélioration systématique et significative pour l'estimation des volumes d'eau écoulée. Ainsi la différence moyenne des lames d'écoulement, pour la période de calibration (1985 à 1989), est de 0.75 mm si on ne corrige pas les stocks de neige au sol, et de 12.81 mm si on corrige les stocks de neige. Pour la période de vérification (1990 à 1995) la différence des lames d'écoulement est de 0.16 mm et -13.23 mm respectivement pour les simulations sans correction et avec correction des stocks de neige.

L'analyse des critères numériques, coefficients de Nash et les lames d'écoulement, nous renseigne d'une façon objective sur la précision globale des simulations, cependant il est difficile de concevoir les changements sur l'hydrogramme simulé. Par contre, l'analyse visuelle des hydrogrammes, même si elle peut être subjective, nous permet de percevoir par comparaison tous les changements sur les débits simulés. Ainsi, pour compléter notre analyse d'impact des relevés nivométriques sur la précision des simulations, il est intéressant de comparer les hydrogrammes des débits observés et simulés. Les figures 14.1.1 à 14.1.3 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes de calibration, de vérification et pour la période complète. Sur ces graphiques, on observe de légers changements des hydrogrammes mais rien de systématique.

Pour analyser plus en détail les changements des hydrogrammes par la prise en compte des relevés nivométriques, les hydrogrammes des mois d'avril à juin sont présentés annuellement sur les figures M1.1 à M1.11 de l'annexe M. Par exemple, si on analyse 1995 (figure M1.11) on voit que si le coefficient de Nash passe de 0.1876 à 0.7984 c'est simplement que la correction du stock de neige (0.72) a permis de mieux reproduire la crue de fonte de neige. On observe cependant, que même avec la correction du stock de neige, la crue simulée est trop faible et en retard par rapport à la crue observée.

## 14.2 Bassin versant Lac Manouane (LM)

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant Lac Manouane (LM), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.2.1.

Les simulations avec corrections des stocks de neige au sol ont été faites en utilisant les données nivométriques de mars seulement. Les résultats de ces simulations comparés aux résultats des simulations sans correction des quantités de neige au sol (chapitre 3) sont donnés sur le tableau 14.2.2.

Sur ce tableau on voit que les corrections annuelles des stocks de neige au sol (colonne 7) varie de 0.74 à 1.31. Pour la période complète (1985-1995) la correction moyenne est de 1.04.

Les coefficients de Nash (colonne 11) sont améliorés quatre ans sur cinq pour la période de calibration alors que pour la période de vérification, on observe une amélioration pour trois ans sur six. Si on considère les coefficients de Nash des périodes de calibration, de vérification et de la période totale, l'amélioration est de 0.0241, 0.0223 et de 0.0303.

L'analyse des différences des lames d'écoulement des débits observés par rapport aux débits simulés sans correction des stocks de neige (colonne 12) et avec correction des stocks de neige (colonne 13) ne montre pas d'améliorations systématiques des lames d'écoulements simulées avec la correction des stocks de neige. Par exemple, pour les années 1985, 1988 et 1989, de la période de calibration, les différences des lames d'écoulement sont plus élevées si on simule avec la correction des stocks de neige que si on ne fait pas de correction des stocks de neige. Pour la période de calibration par contre les lames sont plus précises 5 ans sur 6 si on fait la correction des stocks de neige.

Les figures 14.2.1 à 14.2.3 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes de calibration, de vérification et pour la période complète. Sur ces graphiques on observe une légère amélioration des hydrogrammes simulés avec la correction des stocks de neige.

Les hydrogrammes des mois d'avril à juin sont présentés annuellement sur les figures M2.1 à M2.11 de l'annexe M. Comme précédemment pour l'année 1995 (figure M2.11), on voit que le coefficient de Nash passe de 0.07215 à 0.6922 parce que la correction du stock de neige (0.74) a permis de diminuer la crue simulée du début de juin. On observe cependant, que même avec la correction du stock de neige, la crue simulée est trop faible en mai et trop forte en juin.

### **14.3 Bassin versant Chute-des-Passes (CDP)**

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant Chute-des-Passes (CDP), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.3.1.

Les simulations avec corrections des stocks de neige au sol ont été faites en utilisant les données nivométriques de mars seulement. Les résultats de ces simulations comparés aux résultats des simulations sans correction des quantités de neige au sol (chapitre 4) sont donnés sur le tableau 14.3.2.

Sur ce tableau on voit que les corrections annuelles des stocks de neige au sol varie de 0.72 à 1.23. Pour la période complète (1985-1995) la correction moyenne est nulle (1.00). La différence négative du coefficient de Nash (-0.0369) pour la période de calibration indique que les simulations pour cette période sont moins précises si on fait la correction des stocks de neige. Par contre on observe une différence positive (0.0941) pour la période de vérification qui montre qu'il est avantageux dans ce cas de faire les corrections des stocks de neige. Si on analyse plus en détail les changements de la période de vérification, on observe qu'à l'échelle annuelle l'amélioration a été très forte pour 1995 avec une amélioration du coefficient de Nash de 0.9518. L'année 1994 montre également une amélioration importante (0.2582) du coefficient de Nash.

Les figures 14.3.1 à 14.3.3 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes, de calibration, de vérification et pour la période complète. Pour la période de calibration (figure 14.3.1), on observe que la crue moyenne de fonte de neige est surestimée si on prend en compte les relevés de neige de mars de chaque année. Sur les figures 14.3.2 et 14.3.3 on observe une amélioration du synchronisme des crues observées et simulées si on fait la correction des stocks de neige.

Les hydrogrammes des mois d'avril à juin sont présentés annuellement sur les figures M3.1 à M3.11 de l'annexe M. Sur la figure M3.7 qui montre les hydrogrammes de l'année 1991, on observe que la correction des stocks de neige a permis de bien reproduire la deuxième partie de la crue nivale qui se produit à la fin du mois de mai. Pour les autres années, on observe rien de systématique, les simulations de quelques années sont plus précises si on fait les corrections des stocks de neige alors que pour d'autres années c'est l'inverse, on observe une détérioration de la précision. Comme pour les bassins BAM et CDP, on observe que les débits simulés pour l'année 1995 sont plus précis si on fait la correction des stocks de neige, mais comme pour les bassins précédents on observe que la crue simulée est en retard par rapport à celle observée.

## 14.4 Bassin versant Chute du Diable (CD)

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant Chute du Diable (CD), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.4.1.

Les simulations avec corrections des stocks de neige au sol ont été faites en utilisant les données nivométriques de mars seulement. Les résultats de ces simulations comparés aux

résultats des simulations sans correction des quantités de neige au sol (chapitre 5) sont donnés sur le tableau 14.4.2.

Sur le tableau 14.4.2, on voit que les corrections annuelles des stocks de neige au sol varie de 0.81 à 1.35. Pour la période complète (1985-1995), la correction moyenne est de 0.98. La différence négative du coefficient de Nash pour la période de vérification (-0.0226) et pour la période entière (-0.0175) indique que les simulations pour ces périodes sont moins précises si on fait la correction des stocks de neige.

A l'échelle annuelle, si on regarde les différences du coefficient de Nash, on observe qu'il y a eu détérioration six années sur onze. L'année 1995 montre qu'il y a amélioration si on fait la correction des stocks de neige mais cette amélioration est beaucoup moins importante que ce que l'on avait observé pour la même année sur les trois bassins analysés précédemment. Par contre si on regarde la lame d'écoulement des mois d'avril à juin de cette année, on observe une détérioration importante avec la correction des stocks de neige. Sans correction, les différences des lames écoulées sont de 14.65 mm si on ne fait pas la correction des stocks de neige et de 56.47 mm si on fait la correction des stocks de neige.

Les figures 14.4.1 à 14.4.3 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes, de calibration, de vérification et pour la période complète. Sur ces graphiques on observe, comme l'a indiqué le critère de Nash, une légère détérioration des hydrogrammes simulés avec la correction des stocks de neige pour la période de vérification (figure 14.4.2) et pour la période entière (14.4.3)

Les figures M4.1 à M4.11 de l'annexe M montrent les hydrogrammes des mois d'avril à juin de chaque année pour la station principale (CD, 9700 km<sup>2</sup>).

Pour l'année 1995 par exemple (figure M4.11), le coefficient de Nash montre une amélioration de la précision si on fait la correction du stock de neige puisque le coefficient de Nash passe de 0.811 à 0.8597. Par contre si on considère la lame d'eau observée et simulée avec et sans correction des stocks de neige on observe une détérioration puisque la lame d'eau simulée passe de 350.32 mm à 309.37 mm alors que les débits observés donne une lame observée de 365.99 mm.

#### **14.4.1 Sous bassin versant : rivière Manouane et Serpent**

Les figures 14.4.4 à 14.4.6 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes, de calibration, de vérification et pour la période complète pour le bassin versant de la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU, 3600 km<sup>2</sup>). La correction des

stocks de neige sur ce sous bassin montre une détérioration des débits simulés pour les trois périodes.

Pour le sous bassin de la station 062214 de la rivière Serpent (SERP, 2200 km<sup>2</sup>), l'analyse des simulations pour la période de 1992 à 1995 (figure 14.4.7), montre que les débits simulés sont plus près de ceux observés si on fait les corrections des stocks de neige.

Les hydrogrammes annuels du sous bassin de la station 62209 de la rivière Manouane, sont montrés sur les figures M4.12 à M4.22. Les hydrogrammes des quatre années disponibles de la station 62214 de la rivière Serpent, sont montrés sur les figures M4.23 à M4.26.

## 14.5 Bassin versant Chute à la Savane (CS)

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant Chute à la Savane (CS), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.5.1.

Les simulations avec corrections des stocks de neige au sol ont été faites en utilisant les données nivométriques de mars. Les résultats de ces simulations comparés aux résultats des simulations sans correction des stocks de neige au sol (chapitre 6) sont donnés sur le tableau 14.5.2.

Sur ce tableau on voit que les corrections annuelles des stocks de neige au sol (colonne 7) varient de 0.86 à 3.15. La correction de 3.15 de l'année 1987 a fait passer la quantité de neige au sol à la fin de mars de 46.65 mm à 147.00 mm. Si on analyse le stock de neige au sol pour cette année on observe que le 20 mars on avait 135mm d'équivalent d'eau de neige au sol. Entre le 20 et le 31 mars, date de la correction des stocks de neige, la fonte a été très importante puisque le stock de neige représentait seulement 46.65 mm d'équivalent d'eau le 31 mars ce qui a entraîné une correction aussi forte. Pour ce bassin versant et pour cette année la date précise des relevés de neige devrait être utilisée puisque la fonte ayant débutée vers le 20 mars une différence de quelques jours peut amener une correction très différente. Pour la période de calibration(1985-1989) la correction moyenne est de 1.59 pour la période complète (1985-1995) la correction moyenne est de 1.28.

Si on fait les corrections des stocks de neige, les coefficients de Nash (colonnes 6 et 10) sont plus faibles pour les cinq années de la période de calibration alors que pour la période de vérification on observe une augmentation du coefficient de Nash pour trois ans sur six. Par rapport au critère de Nash, on observe, que si on fait la correction des stocks de neige, les débits simulés subissent une très forte détérioration de la précision pour les années 1986 et 1988 et une amélioration importante pour l'année 1991.

L'analyse des différences des lames d'écoulement des débits observés par rapport aux débits simulés sans correction des stocks de neige (colonne 12) et avec correction des stocks de neige (colonne 13) montre une légère amélioration si on fait la correction des stocks de neige.

Les figures 14.5.1 à 14.5.3 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes, de calibration, de vérification et pour la période complète. Sur le premier graphique, on observe que la crue de fonte de neige est beaucoup trop forte si on fait la correction des stocks de neige. Cette différence est certainement causée par la correction de 3.15 pour l'année 1987.

Les hydrogrammes des mois d'avril à juin sont présentés annuellement sur les figures M5.1 à M5.11 de l'annexe M. Si on regarde les hydrogrammes de l'année 1987 on voit que le facteur de correction du stock de neige de 3.15 le 31 mars, a introduit un surplus de neige au sol qui a entraîné une très forte surévaluation de la décrue.

Contrairement aux bassins versants BAM, LM et CDP, la correction des stocks de neige pour l'année 1995 (figure M5.11) n'a pas entraîné d'amélioration importante, au contraire, on observe une légère diminution du coefficient de Nash.

## 14.6 Bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ)

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.6.1.

Les résultats des simulations faites avec les données nivométriques de mars et les résultats des simulations sans correction des quantités de neige au sol (chapitre 7) sont donnés sur le tableau 14.6.2.

Sur ce tableau, on voit que les corrections annuelles des stocks de neige au sol varie de 0.80 à 1.14. Pour la période complète, (1985-1995) la correction moyenne est de 0.98. La différence négative du coefficient de Nash (-0.0559) pour la période de calibration indique que les simulations pour cette période sont moins précises si on fait la correction des stocks de neige. Par contre la différence positive (0.0471) pour la période de vérification montre qu'il est avantageux dans ce cas de faire les corrections des stocks neige du moins si on considère l'ensemble de la période. Si on analyse plus en détail les changements de la période de vérification, on observe qu'à l'échelle annuelle l'amélioration a été très forte pour les années 1991 et 1995 avec un accroissement du coefficient de Nash de 0.2105 et 0.2808 respectivement. On observe également que pour trois ans sur six le coefficient de Nash a diminué si on fait les corrections des stocks de neige.

Les figures 14.6.1 à 14.6.3 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes de calibration, de vérification et pour la période complète. Pour la période de calibration (figure 14.6.1), on observe que la pointe de la crue de fonte de neige est surestimée avec et sans correction des stocks de neige et que la décrue simulée est trop faible pour les deux cas. Sur les figures 14.6.2 et 14.6.3, on observe une légère amélioration de la pointe de crue simulée si on utilise les corrections des stocks de neige.

Les hydrogrammes des mois d'avril à juin sont présentés annuellement sur les figures M6.1 à M6.11 de l'annexe M. Sur les figures M6.1, M6.7 et M6.11 qui montrent les hydrogrammes des années 1985, 1991 et 1995 on observe que la correction des stocks de neige a permis de mieux reproduire les pointes de ces trois crues hivernales. Pour les autres années, on observe pas de différence systématique.

## **14.7 Bassin versant de la rivière petite Péribonka (PPER)**

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant Lac Manouane (LM), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.7.1.

Les résultats des simulations faites avec les corrections des stocks de neige de mars comparés aux résultats des simulations sans correction des stocks de neige (chapitre 8) sont donnés sur le tableau 14.7.2.

Sur ce tableau on voit que les corrections annuelles des stocks de neige au sol (colonne 7) varient de 0.88 à 1.16 si on exclut l'année 1987 qui a un coefficient de correction de 9.85.

La correction de 9.85 de l'année 1987 a fait passer la quantité de neige au sol à la fin de mars de 11.26 mm à 111 mm. Si on analyse le stocks de neige au sol pour cette année, on observe que le 20 mars on avait 131 mm d'équivalent d'eau de neige au sol. Entre le 20 et le 31 mars, date de la correction des stocks de neige, la fonte a été très importante puisque le stock de neige représentait seulement 11.26 mm d'équivalent d'eau le 31 mars, ce qui a entraîné une correction aussi forte. Pour ce bassin versant et pour cette année la date précise des relevés de neige devrait être utilisée puisque la fonte ayant débutée vers le 20 mars, une différence de quelques jours peut amener une correction très différente. Sur le bassin versant Chute à la Savane (section 14.5) et pour la même année on a observé également une correction importante des stocks de neige.

Pour l'année 1991, si on fait la correction des stocks de neige, on observe une très forte amélioration du coefficient de Nash et plus de précision entre la lame d'eau observée et calculée.

Les figures 14.7.1 à 14.7.3 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes de calibration, de vérification et pour la période complète. Sur ces graphiques, on observe peu de changement pour les hydrogrammes simulés avec et sans correction des stocks de neige.

Les hydrogrammes des mois d'avril à juin sont présentés annuellement sur les figures M7.1 à M7.11 de l'annexe M. Sur la figure M7.3 qui montre l'hydrogramme de l'année 1987, on observe que la crue a lieu avant le début d'avril et lorsque la correction des stocks de neige a été faite le 31 mars on était déjà au début de la décrue. Pour l'année 1991 (figure M7.7) dont le débit maximum observé est de  $79.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , on voit que le débit maximum simulé est de  $157 \text{ m}^3/\text{s}$  le 3 mai si on ne fait pas la correction de neige et de  $105 \text{ m}^3/\text{s}$ , le 27 avril si on fait la correction des stocks de neige. La correction des stocks de neige a permis dans ce cas ci de mieux reproduire la pointe et d'avoir un meilleur synchronisme des débits observés et calculés, ce qui explique le gain de 0.7621 sur le coefficient de Nash.

## 14.8 Bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI)

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.8.1.

Les simulations avec corrections des stocks de neige au sol ont été faites en utilisant les données nivométriques de mars. Les résultats de ces simulations comparés aux résultats des simulations sans correction des stocks de neige au sol (chapitre 9) sont donnés sur le tableau 14.8.2.

Sur ce tableau on voit que les corrections annuelles des stocks de neige au sol (colonne 7) varie de 0.84 à 1.25. Pour la période de calibration(1985-1989) la correction moyenne est de 1.11 et pour la période de vérification (1990-1995) la correction moyenne est de 0.97.

Si on fait les corrections des stocks de neige, les coefficients de Nash (colonnes 6 et 10) sont plus faibles pour quatre ans sur cinq de la période de calibration alors que pour la période de vérification on observe une augmentation du coefficient de Nash pour quatre ans sur six. Par rapport au critère de Nash, on observe, que si on fait la correction des stocks de neige les débits simulés subissent une détérioration de la précision pour l'année 1987 et une amélioration importante pour l'année 1995.

L'analyse des différences des lames d'écoulement des débits observés par rapport aux débits simulés sans correction des stocks de neige (colonne 12 ) et avec correction des stocks de neige (colonne 13) montre une amélioration si on fait la correction des stocks de neige cinq ans sur six pour la période de vérification. Pour la période de calibration c'est l'inverse, si on fait la correction des stocks de neige, on observe une détérioration quatre ans sur cinq mais si on considère la période 1985-1990 la lame calculée est légèrement plus précise (17.07.mm à 1.37 mm).

Les figures 14.8.1 à 14.8.3 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes de calibration, de vérification et pour la période complète. Sur ces figures, on observe peu de changement, sauf sur la figure 14.8.1 où l'on voit que la montée de la crue est mieux reproduite si on ne fait pas de correction des stocks de neige.

Les hydrogrammes des mois d'avril à juin sont présentés annuellement sur les figures M8.1 à M8.11 de l'annexe M. Sur ces figures, on observe peu de changement si on fait les corrections des stocks de neige sauf pour les années 1987,1988 et 1995. Pour les années 1987 et 1988 (figures M8.3 et M8.4), on observe que la correction des stocks de neige a produit une surévaluation des pointes de la crue nivale. Pour l'année 1995 (figure M8.11), la correction des stocks de neige a permis d'avoir une lame d'écoulement simulée plus près de celle observée mais la crue simulée reste en retard par rapport à celle observée.

## 14.9 Bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI)

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.9.1.

Les simulations avec corrections des stocks de neige au sol ont été faites en utilisant les données nivométriques de mars. Les résultats de ces simulations comparés aux résultats des simulations sans correction des quantités de neige au sol (chapitre 10) sont donnés sur le tableau 14.9.2.

Sur ce tableau, on voit que les corrections annuelles des stocks de neige au sol (colonne 7) varie de 0.75 à 1.30. Pour la période complète (1985-1995), la correction moyenne est de 1.02.

La différence des coefficients de Nash (colonne 11) montre qu'il y a amélioration cinq ans sur onze si on fait la correction des stocks de neige. Pour la période de calibration, on observe une diminution du coefficient de Nash de 0.1074 alors que pour la période de vérification, on observe une faible amélioration de 0.0184. Si on considère la période complète (1985-1985) le changement n'est pas significatif.

L'analyse des différences des lames d'écoulement des débits observés par rapport aux débits simulés sans correction des stocks de neige (colonne 12) et avec correction des stocks de neige (colonne 13) ne montre pas d'améliorations systématiques des lames d'écoulement simulées avec la correction des stocks de neige. Par exemple pour 1987, la différence des lames d'écoulement est plus élevée si on simule avec la correction des stocks de neige alors que pour l'année 1995 c'est l'inverse, c'est-à-dire que la lame simulée avec la correction des stocks de neige est plus près de celle observée.

Les figures 14.9.1 à 14.9.3 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes de calibration, de vérification et pour la période complète. Sur les figures 14.9.1 et 14.9.3, on observe que la crue est moins bien simulée si on fait la correction des stocks de neige. Sur la figure 14.9.2, on observe très peu de changement.

Les hydrogrammes des mois d'avril à juin sont présentés annuellement sur les figures M9.1 à M9.11 de l'annexe M. Sur la figure M9.2 (année 1986) on observe une variation importante des hydrogrammes simulés avec et sans correction des stocks de neige, même si le coefficient de Nash varie peu. Si on considère les lames d'eau simulées, on voit que sans correction des stocks de neige, il manque 27mm d'eau par rapport à la lame observée et que si on fait la correction des stocks de neige on a un surplus de 28 mm d'eau.

L'analyse de l'année 1995, montre que la correction des stocks de neige permet de mieux simuler la crue même si la crue simulée reste trop faible au début de mai et trop forte à la fin de mai et au début de juin.

## **14.10 Bassin versant de la rivière Ashuapmushuam (ASHAV)**

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Ashuapmushuam (ASHAV), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.10.1.

Les résultats des simulations avec les stocks de neige corrigés à la fin de mars et les résultats des simulations sans correction des stocks de neige au sol (chapitre 11) sont donnés sur le tableau 14.10.2.

Sur le tableau 14.10.2, on voit que les corrections annuelles des stocks de neige au sol varient de 0.77 à 1.47. Pour la période complète (1985-1995) la correction est nulle avec 1.00. Pour l'année 1987, on voit que la correction des stocks de neige entraîne une diminution du coefficient de Nash de 0.2366 alors que pour l'année 1991, on observe une augmentation de

0.2449. L'année 1995 présente également une amélioration importante du coefficient de Nash (0.168) si on fait la correction des stocks de neige.

Sur les figures 14.10.1 à 14.10.3 qui montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes de calibration, de vérification et pour la période complète, on observe peu de changement.

Les figures M10.1 à M10.11 de l'annexe M, montrent les hydrogrammes des mois d'avril à juin de chaque année pour la station principale (ASHAV, 15 332 km<sup>2</sup>). Sur ces figures, on observe pas de changements importants et rien de systématique puisque les simulations de quelques années sont plus précises si on fait la correction des stocks de neige et c'est l'inverse pour d'autres années.

### **14.10.1 Sous bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM)**

Les figures 14.10.4 à 14.10.6 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige à la fin du mois de mars, pour les périodes de calibration, de vérification et pour la période complète pour le bassin versant de la station 062209 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM, 11 137 km<sup>2</sup>). Les corrections des stocks de neige sur ce sous-bassin montrent très peu de changement, pour les coefficients de Nash et pour les lames simulées, pour les trois périodes.

Les hydrogrammes annuels du sous-bassin de la station 061905 de la Ashuapmushuan Amont, sont montrés sur les figures M10.12 à M10.22. Sur ces figures, on observe que la correction des stocks de neige à la fin de mars n'a pas d'influence significative sur les hydrogrammes simulés. On observe également qu'il n'y a pas de changement des coefficients de Nash et des lames simulées pour aucune année.

## **14.11 Bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB)**

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.11.1.

Les résultats des simulations faites avec les corrections des stocks de neige de mars et les résultats des simulations sans correction des stocks de neige (chapitre 12) sont donnés sur le tableau 14.11.2.

Sur ce tableau on voit que les corrections annuelles des stocks de neige au sol (colonne 7) varient de 0.60 à 1.14. La correction moyenne est de 0.90 pour la période de calibration et de 0.83 pour la période de vérification. La correction des stocks de neige a entraîné une grande variation des coefficients de Nash (-0.4707 à 1.3931). Si on considère les lames d'écoulement d'eau simulées avec les corrections des stocks de neige à la fin du mois de mars, on observe que toutes les années sont en déficit (-1.45mm à -121.3mm) par rapport aux lames d'écoulement observées.

C'est la correction des stocks de neige de mars 1991 qui a le plus amélioré la précision des débits simulés. Pour cette année le coefficient de Nash a été amélioré de 1.39 et les différences des lames observées et simulées sont passées de 91.87 à -34.77.

Les figures 14.11.1 à 14.11.3 montrent les hydrogrammes moyens interannuels pour la période de crue nivale (avril à juin), observés et simulés avec et sans correction des stocks de neige, pour les périodes de calibration, de vérification et pour la période complète. Sur ces graphiques, on observe que la correction des stocks de neige à la fin de mars a détérioré la précision des simulations pour les trois périodes.

Les hydrogrammes des mois d'avril à juin sont présentés annuellement sur les figures M11.1 à M11.11 de l'annexe M. Sur la figure M11.1 qui montre l'hydrogramme de l'année 1985, on observe que la correction des stocks de neige a amené une diminution des débits simulés alors qu'il était déjà trop faible par rapport aux débits observés. Pour l'année 1991 (figure M11.7), on voit que la correction du stock de neige en mars a permis de diminuer de façon importante les débits simulés pour le mois de mai, par contre les débits simulés à partir du 10 avril sont toujours trop faibles par rapport à ceux observés.

## **14.12 Bassin versant des autres tributaires du lac Saint-Jean (TRIB)**

Les données moyennes d'équivalent d'eau en mm, de la neige au sol sur le bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB), à la fin des mois de janvier, février, mars et avril des années 1985 à 1995, sont données sur le tableau 14.12.1.

Les résultats des simulations faites avec les corrections des stocks de neige de mars et les résultats des simulations sans correction des stocks de neige (chapitre 13) sont donnés sur le tableau 14.12.2.

Sur ce tableau, on voit que les corrections annuelles des stocks de neige au sol varient de 0.79 à 1.87. Pour la période complète (1985-1995) la correction est de 1.14. La forte correction de l'année 1987 (1.87) provient probablement du fait que la correction est faite le 31 mars alors que la fonte a débuté plus tôt comme on a observé sur les bassins versants Chute à la Savane et Petite Péribonca. Cependant, comme il n'y a pas de débits observés pour ces tributaires, il est impossible de vérifier cette hypothèse.

Les critères de Nash et les différences des lames d'écoulement ne peuvent être calculées pour ce bassin versant parce qu'il n'y a pas de débits observés.

## 14.13 Conclusion

L'analyse des hydrogrammes annuels (annexe M) montre que si on fait les corrections des stocks de neige, on obtient beaucoup de variations d'une année à l'autre et d'un bassin versant à l'autre. On observe des améliorations de la précision sur quelques années et de la détérioration sur d'autres années et quelquefois peu ou pas de changement. Si on considère plusieurs bassins versants, les corrections peuvent être très différentes même pour des bassins versants voisins. Cette analyse des hydrogrammes est subjective et il est difficile de déterminer précisément le gain de précision obtenu si on fait la correction des stocks de neige à la fin de mars de chaque année.

Pour faire une analyse objective, il est préférable d'utiliser le critère de Nash et les lames d'écoulement observées et calculées. Le tableau 14.13.1 donne pour la période de calibration et de vérification et pour tous les bassins versants, les facteurs de correction, les coefficients de Nash et les différences des lames d'écoulement entre les débits calculés, avec et sans correction des stocks de neige et les débits observés. Sur ce tableau, on observe que pour la période de calibration, onze facteurs sur douze (colonne 2) sont supérieurs à 1.0, alors que pour la période de vérification (colonne 6) neuf facteurs sur 12 sont inférieurs à 1.0.

Si on considère le coefficient de Nash de tous les bassins versants sur le tableau 14.13.1 (colonnes 3 et 7), on observe que pour la période de calibration le coefficient de Nash a baissé en moyenne de 0.115 et qu'on obtient des baisses du coefficient pour 9 bassins versants sur 11. Pour la période de vérification c'est l'inverse, on observe une légère augmentation de 0.02 et pour 9 bassins versants sur 11, on est plus précis si on fait les corrections des stocks de neige (différence de Nash positif). Ces résultats peuvent probablement s'expliquer par le fait que les paramètres d'ajustement du modèle ont été déterminés par optimisation sur la période de calibration. Les valeurs des paramètres ainsi obtenus donnaient les meilleures simulations compte tenu des données d'entrée du modèle (pluie, neige, température). Tous changements sur les données d'entrée (correction des stocks de neige) impliquent que les paramètres ne sont plus optimaux ce qui entraîne une diminution de la précision de la simulation. Pour la période de vérification, les paramètres d'ajustement ne sont pas nécessairement optimaux et on obtient plus de précision si on estime plus précisément la neige au sol avant le début de la fonte. Pour

réremédier à ce problème, il faudrait optimiser les paramètres tout en faisant les corrections des stocks de neige à chaque année, ce qui n'a pas été fait.

En ce qui concerne les lames d'écoulement, on n'observe pas de changement systématique pour la période de calibration, les erreurs moyennes sont de -13.92 mm sans correction des stocks de neige et de -2.05 mm si on fait les corrections des stocks de neige. Pour la période de vérification c'est l'inverse, il y a détérioration (pas nécessairement significative) si on fait les corrections des stocks de neige puisque l'erreur moyenne sur la lame d'écoulement était de 0.02 mm sans correction et de -12.03 mm si on fait les corrections des stocks de neige.

Si on considère individuellement chaque bassin versant, il est difficile de préciser l'influence des corrections des stocks de neige sur la précision des simulations, sauf sur le bassin versant METAB. Sur ce bassin versant on observe que la correction des stocks de neige à la fin de mars provoque une détérioration importante des coefficients de Nash et sur les lames simulées pour la période de calibration et pour la période de vérification. Le tableau 14.11.2 qui donne les facteurs de correction annuelle des stocks de neige pour le bassin versant METAB montre que les corrections ne sont pas toujours inférieures à 1.0. On observe cependant quatre années (1985, 1986, 1990, 1991) avec des coefficients d'environ 0.6, ce qui est faible. Une étude plus complète sur ce bassin versant serait utile pour déterminer si les relevés de neige à la fin de mars sont représentatifs de la neige au sol.

Pour obtenir plus de précision pour l'étude de l'impact des relevés nivométriques il faudrait utiliser la date précise des relevés nivométriques. La date précise doit être utilisée principalement lorsque la fonte est hâtive et sur les petits bassins versants.

Tableau 14.1.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant amont (BAM).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 142.    | 180.    | 238. |       |
| 1986  | 195.    | 224.    | 270. |       |
| 1987  | 199.    | 244.    | 197. |       |
| 1988  | 162.    | 226.    | 279. |       |
| 1989  | 227.    | 261.    | 297. |       |
| 1990  | 200.    | 264.    | 250. |       |
| 1991  | 188.    | 219.    | 263. | 237.  |
| 1992  | 189.    | 241.    | 314. | 335.  |
| 1993  | 192.    | 230.    | 246. | 191.  |
| 1994  | 201.    | 230.    | 262. | 269.  |
| 1995  | 152.    | 199.    | 231. | 273.  |

Tableau 14.1.2 Comparaison des résultats des simulations du Bassin Versant Amont (BAM), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |          | Débits simulés sans correction des stocks de neige |          |           | Débits simulés avec correction des stocks de neige |               |           |            | Différence de Nash<br>N' - N | Différence de Lame |        |
|-----------|-----------------|----------|--|----------|-----------|--|---------------|-----------|------------|------------------------------|--------------------|--------|
|           | Qo<br>m.c.s.    | Lo<br>mm | Qc<br>m.c.s.                                       | Lc<br>mm | Nash<br>N | Correction<br>%                                    | Q'c<br>m.c.s. | L'c<br>mm | Nash<br>N' |                              | Lc - Lo            | L'c-Lo |
| 1985      | 618,19          | 303,78   | 653,37   | 321,07   | 0,8434    | 0,90   | 618,67        | 304,01    | 0,8213     | -0,0221                      | 17,29              | 0,23   |
| 1986      | 601,02          | 295,34   | 538,37   | 264,56   | 0,5749    | 1,22   | 607,55        | 298,55    | 0,7710     | 0,1961                       | -30,78             | 3,21   |
| 1987      | 542,77          | 266,72   | 518,34   | 254,71   | 0,0104    | 1,20   | 565,85        | 278,05    | -0,0102    | -0,0207                      | -12,01             | 11,33  |
| 1988      | 517,73          | 254,41   | 548,88   | 269,72   | 0,8293    | 1,06   | 572,09        | 281,13    | 0,7904     | -0,0389                      | 15,31              | 23,64  |
| 1989      | 539,70          | 265,21   | 568,08   | 279,15   | 0,8510    | 1,04   | 585,60        | 287,76    | 0,8507     | -0,0003                      | 13,94              | 15,92  |
| 1985-1989 | 563,88          | 277,09   | 565,41   | 277,84   | 0,8878    | 1,08   | 589,95        | 289,90    | 0,8474     | -0,0404                      | 0,75               | 12,81  |
| 1990      | 583,25          | 286,61   | 554,59   | 272,53   | 0,7988    | 1,02   | 562,14        | 276,23    | 0,8032     | 0,0044                       | -14,08             | -10,38 |
| 1991      | 579,64          | 284,83   | 594,29   | 292,03   | 0,8944    | 0,93   | 565,35        | 277,81    | 0,9331     | 0,0387                       | 7,20               | -7,02  |
| 1992      | 719,15          | 353,39   | 670,02   | 329,25   | 0,9253    | 1,06   | 697,30        | 342,66    | 0,9069     | -0,0184                      | -24,14             | -10,73 |
| 1993      | 732,11          | 359,76   | 728,91   | 359,19   | 0,9500    | 0,98   | 722,41        | 354,99    | 0,9459     | -0,0041                      | -0,57              | -4,77  |
| 1994      | 597,31          | 293,52   | 572,96   | 281,55   | 0,7095    | 0,91   | 539,59        | 265,16    | 0,7931     | 0,0836                       | -11,97             | -28,36 |
| 1995      | 603,81          | 296,71   | 696,42   | 342,22   | 0,1876    | 0,72   | 566,96        | 278,60    | 0,7984     | 0,6108                       | 45,51              | -18,11 |
| 1990-1995 | 635,88          | 312,47   | 636,2  | 312,63   | 0,9150    | 0,94   | 608,96        | 299,24    | 0,9510     | 0,036                        | 0,16               | -13,23 |
| 1985-1995 | 603,15          | 296,39   | 604,02   | 296,82   | 0,9740    | 1,00   | 600,32        | 295,00    | 0,9808     | 0,0068                       | 0,43               | -1,39  |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.2.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant Lac Manouane (LM).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 144     | 185     | 243  |       |
| 1986  | 199     | 224     | 261  |       |
| 1987  | 187     | 241     | 195  |       |
| 1988  | 156     | 218     | 274  |       |
| 1989  | 223     | 252     | 288  |       |
| 1990  | 190     | 263     | 242  |       |
| 1991  | 189     | 218     | 263  | 222   |
| 1992  | 194     | 245     | 319  | 342   |
| 1993  | 182     | 226     | 247  | 190   |
| 1994  | 201     | 233     | 268  | 269   |
| 1995  | 152     | 196     | 231  | 276   |

Tableau 14.2.2 Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Lac Manouane (LM), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |          | Débits simulés sans correction des stocks de neige |          |           | Débits simulés avec correction des stocks de neige |               |           |            | Différence de Nash | Différence de lame |          |
|-----------|-----------------|----------|--|----------|-----------|--|---------------|-----------|------------|--------------------|--------------------|----------|
|           | Qo<br>m.c.s.    | Lo<br>mm | Qc<br>m.c.s.                                       | Lc<br>mm | Nash<br>N | Correction<br>%                                    | Q'c<br>m.c.s. | L'c<br>mm | Nash<br>N' | N' - N             | Lc - Lo            | L'c - Lo |
| 1985      | 193,64          | 304,49   | 191,31   | 300,84   | 0,8509    | 0,92   | 179,71        | 282,59    | 0,8630     | 0,0121             | -3,65              | -21,90   |
| 1986      | 178,92          | 281,35   | 155,73   | 244,88   | 0,6408    | 1,19   | 174,95        | 275,10    | 0,7649     | 0,1241             | -36,47             | -6,25    |
| 1987      | 188,79          | 296,87   | 151,45   | 238,15   | 0,2177    | 1,31   | 173,10        | 272,19    | 0,3983     | 0,1806             | -58,72             | -24,68   |
| 1988      | 163,97          | 257,83   | 167,00   | 262,61   | 0,6068    | 1,06   | 175,15        | 275,41    | 0,5820     | -0,0248            | 4,78               | 17,58    |
| 1989      | 164,14          | 258,11   | 171,58   | 269,8    | 0,8230    | 1,04   | 177,30        | 278,80    | 0,8363     | 0,0133             | 11,69              | 20,69    |
| 1985-1989 | 177,89          | 279,73   | 167,41   | 263,25   | 0,8520    | 1,10   | 176,04        | 276,82    | 0,8761     | 0,0241             | -16,48             | -2,91    |
| 1990      | 168,30          | 264,64   | 160,49   | 252,37   | 0,6429    | 1,07   | 168,27        | 264,60    | 0,6621     | 0,0192             | -12,27             | -0,04    |
| 1991      | 170,52          | 268,13   | 181,72   | 285,75   | 0,5388    | 0,94   | 173,82        | 273,32    | 0,6156     | 0,0768             | 17,62              | 5,19     |
| 1992      | 222,18          | 349,37   | 204,82   | 322,08   | 0,7713    | 1,11   | 221,27        | 347,94    | 0,7259     | -0,0454            | -27,29             | -1,43    |
| 1993      | 217,29          | 341,68   | 224,26   | 352,64   | 0,7839    | 1,05   | 230,56        | 362,56    | 0,7646     | -0,0193            | 10,96              | 20,88    |
| 1994      | 195,09          | 306,77   | 165,77   | 260,67   | 0,6959    | 1,05   | 171,65        | 269,91    | 0,6887     | -0,0072            | -46,10             | -36,86   |
| 1995      | 175,47          | 275,93   | 219,30   | 344,84   | 0,0722    | 0,74   | 178,77        | 281,11    | 0,6922     | 0,6201             | 68,91              | 5,18     |
| 1990-1995 | 191,47          | 301,09   | 192,73   | 303,06   | 0,8462    | 0,99   | 190,72        | 299,91    | 0,8685     | 0,0223             | 1,97               | -1,18    |
| 1985-1995 | 185,3           | 291,38   | 181,22   | 284,97   | 0,9163    | 1,04   | 184,05        | 289,41    | 0,9466     | 0,0303             | -6,41              | -1,97    |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.3.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 141     | 178     | 235  |       |
| 1986  | 194     | 224     | 274  |       |
| 1987  | 204     | 245     | 198  |       |
| 1988  | 164     | 230     | 281  |       |
| 1989  | 229     | 266     | 301  |       |
| 1990  | 205     | 264     | 254  |       |
| 1991  | 188     | 220     | 263  | 243   |
| 1992  | 186     | 239     | 312  | 332   |
| 1993  | 197     | 231     | 246  | 192   |
| 1994  | 201     | 229     | 260  | 268   |
| 1995  | 152     | 201     | 232  | 271   |

Tableau 14.3.2 Comparaison des résultats des simulations du bassin Chute-des-Passes (CDP), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |          | Débits simulés sans correction des stocks de neige |          |           | Débits simulés avec correction des stocks de neige |               |           |            | Différence de Nash | Différence de lame |        |
|-----------|-----------------|----------|--|----------|-----------|--|---------------|-----------|------------|--------------------|--------------------|--------|
|           | Qo<br>m.c.s.    | Lo<br>mm | Qc<br>m.c.s.                                       | Lc<br>mm | Nash<br>N | Correction<br>%                                    | Q'c<br>m.c.s. | L'c<br>mm | Nash<br>N' | N' - N             | Lc - Lo            | L'c-Lo |
| 1985      | 426,33          | 304,72   | 450,09   | 321,71   | 0,7713    | 0,90   | 418,00        | 298,77    | 0,8137     | 0,0424             | 16,99              | -5,95  |
| 1986      | 423,56          | 302,75   | 360,82   | 257,90   | 0,5472    | 1,23   | 415,89        | 297,26    | 0,8052     | 0,258              | -44,85             | -5,49  |
| 1987      | 354,33          | 253,26   | 347,62   | 248,47   | 0,0512    | 1,16   | 377,81        | 270,04    | -0,0046    | -0,0558            | -4,79              | 16,78  |
| 1988      | 363,10          | 256,68   | 374,80   | 267,89   | 0,8659    | 1,06   | 393,24        | 281,07    | 0,8259     | -0,0400            | 11,21              | 24,39  |
| 1989      | 378,42          | 270,48   | 385,03   | 275,21   | 0,8996    | 1,05   | 401,81        | 287,02    | 0,9058     | 0,0062             | 4,73               | 16,54  |
| 1985-1989 | 389,01          | 278,05   | 383,67   | 274,23   | 0,9382    | 1,08   | 401,35        | 286,87    | 0,9013     | -0,0369            | -3,82              | 8,82   |
| 1990      | 416,37          | 297,61   | 392,48   | 280,53   | 0,7561    | 1,02   | 397,57        | 286,17    | 0,7496     | -0,0065            | -17,08             | -11,44 |
| 1991      | 410,42          | 293,35   | 416,23   | 297,50   | 0,8945    | 0,93   | 393,54        | 281,29    | 0,9457     | 0,0512             | 4,15               | -12,06 |
| 1992      | 499,55          | 357,06   | 467,79   | 334,36   | 0,9075    | 1,05   | 485,00        | 346,66    | 0,8873     | -0,0202            | -22,70             | -10,40 |
| 1993      | 519,31          | 371,18   | 539,75   | 385,79   | 0,9353    | 0,97   | 529,54        | 378,50    | 0,9446     | 0,0093             | 14,61              | 7,32   |
| 1994      | 413,40          | 295,48   | 414,80   | 296,49   | 0,444     | 0,87   | 372,69        | 266,39    | 0,7022     | 0,2582             | 1,01               | -29,09 |
| 1995      | 428,92          | 306,58   | 520,34   | 371,92   | -0,2944   | 0,72   | 412,63        | 294,93    | 0,6574     | 0,9518             | 65,34              | -11,65 |
| 1990-1995 | 447,99          | 320,21   | 458,57   | 327,77   | 0,8076    | 0,93   | 431,83        | 308,66    | 0,9017     | 0,0941             | 7,56               | -11,55 |
| 1985-1995 | 421,21          | 301,07   | 424,52   | 303,43   | 0,9324    | 1,00   | 417,97        | 298,75    | 0,9703     | 0,0379             | 2,36               | -2,32  |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.4.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant Chute du Diable (CD).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 158     | 205     | 249  |       |
| 1986  | 196     | 224     | 281  |       |
| 1987  | 176     | 205     | 159  |       |
| 1988  | 128     | 213     | 301  |       |
| 1989  | 242     | 320     | 306  |       |
| 1990  | 227     | 266     | 283  |       |
| 1991  | 205     | 221     | 278  | 219   |
| 1992  | 193     | 261     | 295  | 327   |
| 1993  | 175     | 210     | 226  | 140   |
| 1994  | 213     | 235     | 277  | 277   |
| 1995  | 150     | 213     | 254  | 266   |

Tableau 14.4.2 Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Chute du Diable (CD), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |          | Débits simulés sans correction des stocks de neige |          |           | Débits simulés avec correction des stocks de neige |               |           |            | Différence de Nash | Différence de lame |        |
|-----------|-----------------|----------|--|----------|-----------|--|---------------|-----------|------------|--------------------|--------------------|--------|
|           | Qo<br>m.c.s.    | Lo<br>mm | Qc<br>m.c.s.                                       | Lc<br>mm | Nash<br>N | Correction<br>%                                    | Q'c<br>m.c.s. | L'c<br>mm | Nash<br>N' | N' - N             | Lc - Lo            | L'c-Lo |
| 1985      | 398,04          | 322,64   | 357,73   | 289,96   | 0,8875    | 1,02   | 360,91        | 292,54    | 0,8911     | 0,0036             | -32,68             | -30,10 |
| 1986      | 373,11          | 302,43   | 325,79   | 264,07   | 0,8854    | 1,01   | 328,37        | 266,16    | 0,8896     | 0,0042             | -38,36             | -36,27 |
| 1987      | 269,26          | 218,25   | 264,84   | 219,67   | 0,4491    | 1,35   | 298,54        | 241,98    | 0,3027     | -0,1464            | 1,42               | 23,73  |
| 1988      | 327,68          | 265,60   | 354,28   | 287,14   | 0,8520    | 1,01   | 358,14        | 290,3     | 0,8474     | -0,0046            | 21,54              | 24,70  |
| 1989      | 383,47          | 310,83   | 371,02   | 300,73   | 0,9289    | 1,02   | 377,04        | 305,61    | 0,9352     | 0,0063             | -10,10             | -5,22  |
| 1985-1989 | 350,31          | 283,95   | 334,73   | 271,32   | 0,9371    | 1,08   | 344,60        | 279,32    | 0,9414     | 0,0043             | -12,63             | -4,63  |
| 1990      | 383,38          | 310,75   | 377,21   | 305,75   | 0,9505    | 0,95   | 364,91        | 295,78    | 0,9452     | -0,0053            | -5,00              | -14,97 |
| 1991      | 389,78          | 315,87   | 369,94   | 299,86   | 0,9658    | 0,88   | 340,24        | 275,79    | 0,9036     | -0,0622            | -16,01             | -40,08 |
| 1992      | 471,84          | 382,45   | 396,04   | 321,04   | 0,9262    | 0,98   | 388,74        | 315,1     | 0,9185     | -0,0077            | -61,41             | -67,35 |
| 1993      | 422,74          | 342,65   | 424,24   | 344,27   | 0,8351    | 0,90   | 403,11        | 326,74    | 0,7811     | -0,0540            | 1,62               | -15,91 |
| 1994      | 379,52          | 307,62   | 390,10   | 316,20   | 0,7736    | 0,90   | 365,23        | 296,04    | 0,8789     | 0,1053             | 8,58               | -11,58 |
| 1995      | 451,53          | 365,99   | 432,19   | 350,32   | 0,8110    | 0,81   | 381,86        | 309,52    | 0,8608     | 0,0498             | -15,67             | -56,47 |
| 1990-1995 | 416,47          | 337,56   | 398,37   | 322,90   | 0,9668    | 0,90   | 374,02        | 303,16    | 0,9442     | -0,0226            | -14,65             | -34,39 |
| 1985-1995 | 386,40          | 313,19   | 369,44   | 299,46   | 0,9778    | 0,98   | 360,64        | 292,37    | 0,9603     | -0,0175            | -13,73             | -20,82 |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.5.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant Chute à la Savane (CS).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 184     | 234     | 288  |       |
| 1986  | 209     | 270     | 312  |       |
| 1987  | 205     | 216     | 147  |       |
| 1988  | 108     | 227     | 319  |       |
| 1989  | 216     | 318     | 276  |       |
| 1990  | 220     | 235     | 232  |       |
| 1991  | 185     | 201     | 264  | 139   |
| 1992  | 184     | 265     | 283  | 226   |
| 1993  | 150     | 185     | 198  | 36    |
| 1994  | 227     | 247     | 287  | 247   |
| 1995  | 144     | 222     | 254  | 196   |

Tableau 14.5.2 Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Chute à la Savane (CS), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |          | Débits simulés sans correction des stocks de neige |          |           | Débits simulés avec correction des stocks de neige |               |           |            | Différence de Nash | Différence de Lame |        |
|-----------|-----------------|----------|--|----------|-----------|--|---------------|-----------|------------|--------------------|--------------------|--------|
|           | Qo<br>m.c.s.    | Lo<br>mm | Qc<br>m.c.s.                                       | Lc<br>mm | Nash<br>N | Correction<br>%                                    | Q'c<br>m.c.s. | L'c<br>mm | Nash<br>N' | N' - N             | Lc - Lo            | L'c-Lo |
| 1985      | 61,802          | 373,78   | 56,331   | 340,69   | 0,5947    | 1,05   | 58,62         | 354,56    | 0,5000     | -0,0947            | -33,09             | -19,22 |
| 1986      | 57,769          | 349,39   | 45,452   | 274,90   | 0,6715    | 1,27   | 56,15         | 339,61    | 0,1239     | -0,5476            | -74,49             | -9,78  |
| 1987      | 37,473          | 226,63   | 25,148   | 152,09   | 0,4240    | 3,15   | 40,32         | 243,86    | 0,3922     | -0,0318            | -74,54             | 17,23  |
| 1988      | 51,484          | 311,37   | 46,394   | 280,59   | 0,5840    | 1,25   | 56,46         | 341,44    | -0,3997    | -0,9837            | -30,78             | 30,07  |
| 1989      | 51,901          | 313,90   | 47,384   | 286,58   | 0,7073    | 1,23   | 55,77         | 337,27    | 0,6738     | -0,0335            | -27,32             | 23,37  |
| 1985-1989 | 52,086          | 315,01   | 44,142   | 266,97   | 0,7929    | 1,59   | 53,46         | 323,35    | 0,5923     | -0,2006            | -48,04             | 8,34   |
| 1990      | 52,769          | 319,15   | 52,376   | 316,77   | 0,7656    | 0,98   | 51,43         | 311,02    | 0,7787     | 0,0131             | -2,38              | -8,13  |
| 1991      | 46,611          | 290,77   | 59,088   | 357,38   | 0,1820    | 0,86   | 52,00         | 314,47    | 0,6224     | 0,4404             | 66,61              | 23,70  |
| 1992      | 55,813          | 337,56   | 55,443   | 335,32   | 0,6721    | 1,08   | 59,01         | 356,91    | 0,5392     | -0,1329            | -2,24              | 19,35  |
| 1993      | 64,123          | 387,87   | 50,872   | 307,67   | 0,2128    | 1,10   | 53,64         | 324,39    | 0,2805     | 0,0677             | -80,20             | -63,48 |
| 1994      | 62,780          | 379,69   | 52,679   | 318,60   | 0,7587    | 1,13   | 57,78         | 349,43    | 0,6114     | -0,1473            | -61,09             | -30,26 |
| 1995      | 73,220          | 442,83   | 62,309   | 376,84   | 0,2450    | 1,01   | 62,70         | 379,23    | 0,2261     | -0,0189            | -65,99             | -63,60 |
| 1990-1995 | 59,533          | 360,05   | 55,461   | 335,43   | 0,8013    | 1,03   | 56,09         | 339,24    | 0,8030     | 0,0017             | -24,62             | -20,81 |
| 1985-1995 | 56,145          | 339,56   | 50,316   | 304,31   | 0,8450    | 1,28   | 54,90         | 332,02    | 0,7991     | -0,0459            | -35,25             | -7,54  |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.6.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 139     | 177     | 235  |       |
| 1986  | 193     | 215     | 243  |       |
| 1987  | 185     | 201     | 122  |       |
| 1988  | 112     | 210     | 255  |       |
| 1989  | 222     | 262     | 284  |       |
| 1990  | 194     | 254     | 232  |       |
| 1991  | 168     | 209     | 251  | 146   |
| 1992  | 149     | 212     | 281  | 206   |
| 1993  | 153     | 183     | 187  | 83    |
| 1994  | 192     | 216     | 253  | 232   |
| 1995  | 132     | 192     | 229  | 217   |

Tableau 14.6.2 Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |        | Débits simulés sans correction des stocks de neige |        |        | Débits simulés avec correction des stocks de neige |            |        |         | Différence de Nash | Différence de Lame |        |
|-----------|-----------------|--------|--|--------|--------|--|------------|--------|---------|--------------------|--------------------|--------|
|           | Qo m.c.s.       | Lo mm  | Qc m.c.s.  | Lc mm  | Nash N | Correction %                                       | Q'c m.c.s. | L'c mm | Nash N' | N' - N             | Lc - Lo            | L'c-Lo |
| 1985      | 1562,7          | 267,11 | 1601,5   | 273,73 | 0,7398 | 0,85   | 1424,0     | 243,39 | 0,8342  | 0,0944             | 6,62               | -23,72 |
| 1986      | 1636,3          | 279,68 | 1480,0   | 252,97 | 0,8718 | 1,07   | 1552,1     | 265,28 | 0,8673  | -0,0045            | -26,71             | -14,40 |
| 1987      | 1110,9          | 189,88 | 1032,9   | 176,54 | 0,4627 | 0,96   | 1011,2     | 172,84 | 0,4927  | 0,0300             | -13,34             | -17,04 |
| 1988      | 1352,7          | 231,21 | 1326,5   | 226,72 | 0,7422 | 1,08   | 1412,1     | 241,36 | 0,5564  | -0,1858            | -4,49              | 10,15  |
| 1989      | 1542,7          | 263,68 | 1476,5   | 252,37 | 0,8956 | 1,14   | 1628,0     | 278,25 | 0,9031  | 0,0075             | -11,31             | 14,57  |
| 1985-1989 | 1441,1          | 246,31 | 1383,5   | 236,47 | 0,9182 | 1,02   | 1405,5     | 240,23 | 0,8623  | -0,0559            | -9,84              | -6,08  |
| 1990      | 1517,4          | 259,35 | 1464,1   | 250,25 | 0,8793 | 1,02   | 1489,2     | 254,54 | 0,8769  | -0,0024            | -9,10              | -4,81  |
| 1991      | 1559,5          | 266,56 | 1702,5   | 291,00 | 0,6068 | 0,83   | 1485,3     | 253,87 | 0,8173  | 0,2105             | 24,44              | -12,69 |
| 1992      | 1747,3          | 298,65 | 1704,1   | 291,27 | 0,7634 | 1,03   | 1741,3     | 297,63 | 0,7218  | -0,0416            | -7,38              | -1,02  |
| 1993      | 1592,9          | 272,26 | 1632,9   | 279,10 | 0,8771 | 0,94   | 1581,7     | 270,35 | 0,8913  | 0,0142             | 6,84               | -1,91  |
| 1994      | 1594,1          | 272,47 | 1495,7   | 255,65 | 0,6729 | 1,02   | 1516,8     | 259,25 | 0,6446  | -0,0283            | -16,82             | -13,22 |
| 1995      | 1791,7          | 306,25 | 1911,9   | 326,79 | 0,5577 | 0,80   | 1669,7     | 285,39 | 0,8385  | 0,2808             | 20,54              | -20,86 |
| 1990-1995 | 1633,8          | 279,26 | 1651,9   | 282,34 | 0,8901 | 0,94   | 1580,7     | 270,17 | 0,9372  | 0,0471             | 3,08               | -9,09  |
| 1985-1995 | 1546,2          | 264,28 | 1529,9   | 261,49 | 0,9558 | 0,98   | 1501,0     | 256,56 | 0,9619  | 0,0061             | -2,79              | -7,72  |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.7.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 144     | 219     | 254  |       |
| 1986  | 187     | 224     | 273  |       |
| 1987  | 181     | 187     | 111  |       |
| 1988  | 91      | 208     | 293  |       |
| 1989  | 202     | 282     | 244  |       |
| 1990  | 221     | 222     | 214  |       |
| 1991  | 162     | 175     | 256  | 112   |
| 1992  | 180     | 251     | 278  | 193   |
| 1993  | 136     | 174     | 171  | 8     |
| 1994  | 210     | 233     | 278  | 217   |
| 1995  | 139     | 214     | 251  | 189   |

Tableau 14.7.2 Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Petite Péribonka (PPER), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |          | Débits simulés sans correction des stocks de neige |          |           | Débits simulés avec correction des stocks de neige |               |           |            | Différence de Nash<br>N' - N | Différence de lame |        |
|-----------|-----------------|----------|--|----------|-----------|--|---------------|-----------|------------|------------------------------|--------------------|--------|
|           | Qo<br>m.c.s.    | Lo<br>mm | Qc<br>m.c.s.                                       | Lc<br>mm | Nash<br>N | Correction<br>%                                    | Q'c<br>m.c.s. | L'c<br>mm | Nash<br>N' |                              | Lc - Lo            | L'c-Lo |
| 1985      | 39,393          | 284,15   | 39,641   | 287,38   | 0,7562    | 0,88   | 36,001        | 259,69    | 0,7691     | 0,0129                       | 3,23               | -24,46 |
| 1986      | 40,085          | 289,14   | 35,556   | 256,47   | 0,5548    | 1,14   | 39,229        | 282,97    | 0,7813     | 0,2265                       | -32,67             | -6,17  |
| 1987      | 22,105          | 159,45   | 18,331   | 132,23   | 0,8130    | 9,85   | 29,761        | 214,67    | 0,4993     | -0,3137                      | -27,22             | 55,22  |
| 1988      | 32,585          | 235,04   | 35,126   | 253,37   | 0,7959    | 1,16   | 39,362        | 283,93    | 0,4811     | -0,3148                      | 18,33              | 48,89  |
| 1989      | 37,970          | 273,89   | 33,977   | 245,08   | 0,7283    | 1,16   | 37,761        | 272,37    | 0,8401     | 0,1118                       | -28,81             | -1,52  |
| 1985-1989 | 34,428          | 248,33   | 32,566   | 234,91   | 0,9175    | 2,84   | 36,423        | 262,73    | 0,8476     | -0,0699                      | -13,42             | 14,40  |
| 1990      | 36,571          | 263,80   | 38,945   | 280,92   | 0,9191    | 0,95   | 37,774        | 272,47    | 0,9331     | 0,0140                       | 17,12              | 8,67   |
| 1991      | 33,115          | 238,87   | 46,004   | 331,83   | 0,0796    | 0,80   | 38,613        | 278,52    | 0,8417     | 0,7621                       | 92,96              | 39,65  |
| 1992      | 43,478          | 313,62   | 44,072   | 317,90   | 0,8883    | 0,97   | 43,131        | 311,11    | 0,8987     | 0,0104                       | 4,28               | -2,51  |
| 1993      | 35,193          | 253,86   | 36,322   | 262,00   | 0,2615    | 1,10   | 37,988        | 274,01    | 0,2772     | 0,0157                       | 8,14               | 20,15  |
| 1994      | 39,156          | 282,46   | 38,599   | 278,43   | 0,9297    | 1,16   | 42,814        | 308,83    | 0,7288     | -0,2009                      | -4,03              | 26,37  |
| 1995      | 44,830          | 323,37   | 47,862   | 345,24   | 0,3308    | 0,96   | 46,847        | 337,92    | 0,4247     | 0,0939                       | 21,87              | 14,55  |
| 1990-1995 | 38,724          | 279,33   | 41,967   | 302,72   | 0,9059    | 1,19   | 41,194        | 297,14    | 0,9397     | 0,0338                       | 23,39              | 17,81  |
| 1985-1995 | 36,771          | 265,24   | 37,694   | 271,90   | 0,9691    | 1,83   | 39,026        | 281,50    | 0,9548     | -0,0143                      | 6,66               | 16,26  |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.8.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 140     | 178     | 233  |       |
| 1986  | 202     | 227     | 276  |       |
| 1987  | 205     | 220     | 174  |       |
| 1988  | 132     | 217     | 288  |       |
| 1989  | 227     | 277     | 298  |       |
| 1990  | 208     | 264     | 266  |       |
| 1991  | 192     | 236     | 275  | 222   |
| 1992  | 176     | 240     | 288  | 295   |
| 1993  | 185     | 219     | 231  | 158   |
| 1994  | 205     | 235     | 267  | 262   |
| 1995  | 146     | 202     | 241  | 256   |

Tableau 14.8.2 Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Mistassibi (MISBI), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |          | Débits simulés sans correction des stocks de neige |          |           | Débits simulés avec correction des stocks de neige |               |           |            | Différence de Nash | Différence de Lame |        |
|-----------|-----------------|----------|--|----------|-----------|--|---------------|-----------|------------|--------------------|--------------------|--------|
|           | Qo<br>m.c.s.    | Lo<br>mm | Qc<br>m.c.s.                                       | Lc<br>mm | Nash<br>N | Correction<br>%                                    | Q'c<br>m.c.s. | L'c<br>mm | Nash<br>N' | N' - N             | Lc - Lo            | L'c-Lo |
| 1985      | 375,74          | 316,98   | 373,22   | 314,85   | 0,9641    | 0,84   | 329,01        | 277,55    | 0,8883     | -0,0758            | -2,13              | -39,43 |
| 1986      | 356,00          | 300,32   | 302,29   | 255,02   | 0,8372    | 1,20   | 346,35        | 292,18    | 0,9496     | 0,1124             | -45,30             | -8,14  |
| 1987      | 291,74          | 246,11   | 258,39   | 217,98   | 0,5393    | 1,25   | 294,13        | 284,13    | 0,2469     | -0,2924            | -28,13             | 38,02  |
| 1988      | 314,81          | 265,57   | 307,03   | 259,02   | 0,9272    | 1,14   | 341,98        | 288,49    | 0,8682     | -0,0590            | -6,55              | 22,92  |
| 1989      | 331,38          | 279,56   | 327,56   | 276,33   | 0,9442    | 1,14   | 366,33        | 309,04    | 0,9545     | 0,0103             | -3,23              | 29,48  |
| 1985-1989 | 333,93          | 281,71   | 313,70   | 264,64   | 0,9323    | 1,11   | 335,56        | 283,08    | 0,9231     | -0,0092            | -17,07             | 1,37   |
| 1990      | 365,79          | 308,58   | 350,27   | 295,49   | 0,8821    | 1,07   | 368,10        | 310,53    | 0,8613     | -0,0208            | -13,09             | 1,95   |
| 1991      | 359,92          | 303,63   | 369,09   | 311,37   | 0,9340    | 0,96   | 357,65        | 301,72    | 0,9363     | 0,0023             | 7,74               | -1,91  |
| 1992      | 397,89          | 335,67   | 371,68   | 313,55   | 0,9134    | 1,02   | 378,49        | 319,30    | 0,9078     | -0,0056            | -22,12             | -16,37 |
| 1993      | 429,91          | 362,68   | 414,35   | 349,55   | 0,8524    | 1,02   | 419,96        | 354,28    | 0,8543     | 0,0019             | -13,13             | -8,40  |
| 1994      | 366,80          | 309,44   | 373,48   | 315,07   | 0,6160    | 0,93   | 352,51        | 297,38    | 0,6968     | 0,0808             | 5,63               | -12,06 |
| 1995      | 392,09          | 330,77   | 449,12   | 378,88   | 0,4231    | 0,83   | 395,00        | 333,23    | 0,7072     | 0,2841             | 48,11              | 2,46   |
| 1990-1995 | 385,40          | 325,13   | 388,00   | 327,32   | 0,8810    | 0,97   | 378,62        | 319,41    | 0,8980     | 0,0170             | 2,19               | -5,72  |
| 1985-1995 | 362,01          | 305,39   | 354,23   | 298,83   | 0,9535    | 1,04   | 359,05        | 302,89    | 0,9724     | 0,0189             | -6,56              | -2,50  |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.9.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 128     | 172     | 229  |       |
| 1986  | 204     | 235     | 261  |       |
| 1987  | 191     | 206     | 97   |       |
| 1988  | 114     | 198     | 244  |       |
| 1989  | 227     | 264     | 287  |       |
| 1990  | 179     | 243     | 230  |       |
| 1991  | 155     | 209     | 246  | 130   |
| 1992  | 142     | 208     | 285  | 202   |
| 1993  | 164     | 190     | 182  | 101   |
| 1994  | 196     | 225     | 267  | 232   |
| 1995  | 124     | 191     | 202  | 211   |

Tableau 14.9.2 Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Mistassini (MISNI), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |        | Débits simulés sans correction des stocks de neige |        |        | Débits simulés avec correction des stocks de neige |            |        |         | Différence de Nash | Différence de lame |        |
|-----------|-----------------|--------|--|--------|--------|--|------------|--------|---------|--------------------|--------------------|--------|
|           | Qo m.c.s.       | Lo mm  | Qc m.c.s.  | Lc mm  | Nash N | Correction %                                       | Q'c m.c.s. | L'c mm | Nash N' | N' - N             | Lc - Lo            | L'c-Lo |
| 1985      | 369,44          | 294,64 | 395,07   | 315,07 | 0,8231 | 0,91   | 368,87     | 294,18 | 0,8359  | 0,0128             | 20,43              | -0,46  |
| 1986      | 365,98          | 291,88 | 331,36   | 264,27 | 0,8096 | 1,30   | 402,04     | 320,64 | 0,8404  | 0,0308             | -27,61             | 28,76  |
| 1987      | 281,14          | 224,21 | 249,90   | 199,30 | 0,2386 | 0,73   | 207,30     | 165,33 | 0,2292  | -0,0094            | -24,91             | -58,88 |
| 1988      | 320,43          | 255,55 | 298,33   | 237,93 | 0,8420 | 1,14   | 331,31     | 264,22 | 0,4896  | -0,3524            | -17,62             | 8,67   |
| 1989      | 340,94          | 271,91 | 321,41   | 256,33 | 0,8723 | 1,23   | 381,00     | 303,86 | 0,8679  | -0,0044            | -15,58             | 31,95  |
| 1985-1989 | 335,58          | 267,64 | 319,21   | 254,58 | 0,8628 | 1,06   | 338,10     | 269,65 | 0,7554  | -0,1074            | -13,06             | 2,01   |
| 1990      | 356,35          | 284,19 | 337,21   | 268,94 | 0,8447 | 1,15   | 371,72     | 296,46 | 0,8127  | -0,0320            | -15,25             | 12,27  |
| 1991      | 381,02          | 303,87 | 390,00   | 311,03 | 0,8874 | 0,95   | 374,08     | 298,34 | 0,9035  | 0,0161             | 7,16               | -5,53  |
| 1992      | 417,30          | 332,81 | 430,77   | 343,55 | 0,7228 | 1,06   | 448,83     | 357,95 | 0,6228  | -0,1000            | 10,74              | 25,14  |
| 1993      | 422,04          | 336,58 | 426,72   | 340,32 | 0,6673 | 0,92   | 409,85     | 326,87 | 0,7160  | 0,0487             | 3,74               | -9,71  |
| 1994      | 397,02          | 316,64 | 372,88   | 297,38 | 0,4283 | 1,10   | 399,20     | 318,37 | 0,2602  | -0,1681            | -19,26             | 1,73   |
| 1995      | 409,49          | 326,58 | 488,03   | 389,21 | 0,5246 | 0,75   | 410,96     | 327,75 | 0,8535  | 0,3289             | 62,63              | 1,17   |
| 1990-1995 | 397,20          | 316,78 | 407,60   | 325,07 | 0,8672 | 0,99   | 402,44     | 320,96 | 0,8856  | 0,0184             | 8,29               | 4,18   |
| 1985-1995 | 369,19          | 294,44 | 367,43   | 293,03 | 0,9455 | 1,02   | 373,20     | 297,63 | 0,9375  | -0,0080            | -1,41              | 3,19   |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.10.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 147.    | 171.    | 242. |       |
| 1986  | 198.    | 224.    | 240. |       |
| 1987  | 192.    | 207.    | 134. |       |
| 1988  | 107.    | 215.    | 245. |       |
| 1989  | 236.    | 258.    | 258. |       |
| 1990  | 194.    | 277.    | 277. |       |
| 1991  | 162.    | 207.    | 247. | 149.  |
| 1992  | 140.    | 193.    | 281. | 224.  |
| 1993  | 152.    | 178.    | 183. | 87.   |
| 1994  | 188.    | 205.    | 240. | 237.  |
| 1995  | 125.    | 179.    | 231. | 236.  |

Tableau 14.10.2 Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Ashuapmushuan (ASHAV), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |          | Débits simulés sans correction des stocks de neige |          |           | Débits simulés avec correction des stocks de neige |               |           |            | Différence de Nash | Différence de lame |        |
|-----------|-----------------|----------|--|----------|-----------|--|---------------|-----------|------------|--------------------|--------------------|--------|
|           | Qo<br>m.c.s.    | Lo<br>mm | Qc<br>m.c.s.                                       | Lc<br>mm | Nash<br>N | Correction<br>%                                    | Q'c<br>m.c.s. | L'c<br>mm | Nash<br>N' | N' - N             | Lc - Lo            | L'c-Lo |
| 1985      | 519,11          | 266,19   | 522,27   | 267,81   | 0,8648    | 0,80   | 495,33        | 254,00    | 0,9250     | 0,0602             | 1,62               | -12,19 |
| 1986      | 561,29          | 287,82   | 511,68   | 262,38   | 0,9454    | 1,01   | 512,74        | 262,93    | 0,9465     | 0,0011             | -25,44             | -24,89 |
| 1987      | 387,38          | 198,85   | 363,64   | 186,47   | 0,6153    | 1,47   | 380,67        | 195,20    | 0,3787     | -0,2366            | -12,38             | -3,65  |
| 1988      | 440,83          | 226,05   | 442,63   | 226,98   | 0,8832    | 0,96   | 438,34        | 224,77    | 0,9072     | 0,024              | 0,93               | -1,28  |
| 1989      | 496,91          | 254,81   | 489,11   | 250,81   | 0,9016    | 1,20   | 511,44        | 262,26    | 0,9074     | 0,0058             | -4,00              | 7,45   |
| 1985-1989 | 481,18          | 246,74   | 465,87   | 238,89   | 0,9578    | 1,09   | 467,9         | 239,83    | 0,9500     | -0,0078            | -7,85              | -6,91  |
| 1990      | 516,29          | 264,74   | 472,21   | 242,14   | 0,9300    | 1,10   | 480,95        | 246,62    | 0,9275     | -0,0025            | -22,60             | -18,12 |
| 1991      | 541,85          | 277,85   | 586,84   | 300,92   | 0,5153    | 0,77   | 553,59        | 283,87    | 0,7602     | 0,2449             | -35,71             | 6,02   |
| 1992      | 575,60          | 285,16   | 595,13   | 305,17   | 0,7933    | 0,97   | 591,08        | 303,09    | 0,8058     | 0,0125             | 15,76              | 17,93  |
| 1993      | 508,62          | 260,81   | 537,00   | 275,37   | 0,9475    | 0,94   | 531,99        | 272,80    | 0,9559     | 0,0084             | 44,36              | 11,99  |
| 1994      | 549,64          | 281,85   | 473,67   | 242,89   | 0,7126    | 1,01   | 474,52        | 243,33    | 0,7096     | -0,0030            | -6,48              | -38,52 |
| 1995      | 591,13          | 303,12   | 670,00   | 343,56   | 0,3654    | 0,80   | 643,80        | 330,13    | 0,5334     | 0,1680             | -60,23             | 27,01  |
| 1990-1995 | 547,19          | 280,59   | 555,81   | 285,01   | 0,8944    | 0,93   | 545,93        | 279,97    | 0,9159     | 0,0215             | 4,42               | -0,62  |
| 1985-1995 | 517,19          | 265,2    | 514,93   | 264,05   | 0,969     | 1,00   | 510,4         | 261,73    | 0,9799     | 0,0109             | -1,15              | -3,47  |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.11.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 137     | 182     | 228  |       |
| 1986  | 167     | 147     | 172  |       |
| 1987  | 147     | 177     | 86   |       |
| 1988  | 112     | 213     | 243  |       |
| 1989  | 188     | 256     | 256  |       |
| 1990  | 193     | 231     | 175  |       |
| 1991  | 185     | 210     | 253  | 84    |
| 1992  | 147     | 220     | 264  | 0     |
| 1993  | 117     | 152     | 172  | 0     |
| 1994  | 175     | 205     | 243  | 205   |
| 1995  | 147     | 215     | 256  | 152   |

Tableau 14.11.2 Comparaison des résultats des simulations du bassin versant Métabetchouane (METAB), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |          | Débits simulés sans correction des stocks de neige |          |           | Débits simulés avec correction des stocks de neige |               |           |            | Différence de Nash | Différence de lame |         |
|-----------|-----------------|----------|--|----------|-----------|--|---------------|-----------|------------|--------------------|--------------------|---------|
|           | Qo<br>m.c.s.    | Lo<br>mm | Qc<br>m.c.s.                                       | Lc<br>mm | Nash<br>N | Correction<br>%                                    | Q'c<br>m.c.s. | L'c<br>mm | Nash<br>N' | N' - N             | Lc - Lo            | L'c-Lo  |
| 1985      | 104,430         | 360,11   | 106,660  | 367,62   | 0,7409    | 0,60   | 69,25         | 238,81    | 0,2702     | -0,4707            | 7,51               | -121,30 |
| 1986      | 94,831          | 327,02   | 98,116   | 338,34   | 0,7443    | 0,63   | 72,45         | 249,84    | 0,5102     | -0,2341            | 11,32              | -77,18  |
| 1987      | 58,184          | 200,64   | 51,604   | 177,95   | 0,6358    | 1,14   | 53,50         | 184,48    | 0,6570     | 0,0212             | -22,69             | -16,16  |
| 1988      | 57,217          | 300,76   | 82,742   | 285,33   | 0,4663    | 1,08   | 86,80         | 299,31    | 0,4531     | -0,0132            | -15,43             | -1,45   |
| 1989      | 114,630         | 395,29   | 103,310  | 356,27   | 0,8751    | 1,03   | 105,18        | 362,72    | 0,8954     | 0,0203             | -39,02             | -32,57  |
| 1985-1989 | 91,857          | 316,78   | 88,488   | 305,14   | 0,8492    | 0,90   | 77,44         | 267,03    | 0,5858     | -0,2634            | -11,64             | -49,75  |
| 1990      | 82,533          | 284,61   | 83,221   | 286,98   | 0,7586    | 0,65   | 61,54         | 212,22    | 0,7314     | -0,0272            | 2,37               | -72,39  |
| 1991      | 90,278          | 311,32   | 116,920  | 403,19   | -0,5264   | 0,63   | 80,20         | 276,55    | 0,8667     | 1,3931             | 91,87              | -34,77  |
| 1992      | 102,340         | 352,92   | 95,079   | 327,87   | 0,4864    | 0,90   | 87,94         | 303,27    | 0,5978     | 0,1114             | -25,05             | -49,65  |
| 1993      | 89,829          | 309,77   | 73,703   | 254,16   | 0,2492    | 1,00   | 73,69         | 254,12    | 0,2494     | 0,0002             | -55,61             | -55,65  |
| 1994      | 102,450         | 353,30   | 75,105   | 258,99   | 0,5670    | 1,02   | 76,13         | 262,52    | 0,5927     | 0,0257             | -94,31             | -90,78  |
| 1995      | 100,940         | 348,09   | 104,230  | 359,43   | 0,5185    | 0,80   | 88,40         | 304,55    | 0,7878     | 0,2693             | 11,34              | -43,54  |
| 1990-1995 | 94,729          | 326,67   | 91,376   | 315,10   | 0,836     | 0,83   | 77,98         | 268,92    | 0,7955     | -0,0405            | -11,57             | -57,75  |
| 1985-1995 | 93,424          | 322,17   | 90,063   | 310,58   | 0,9459    | 0,86   | 77,74         | 268,06    | 0,7951     | -0,1508            | -11,59             | -54,11  |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.12.1 Équivalent en eau (mm) de la neige au sol sur les autres bassins versant du Lac Saint-Jean (TRIB).

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril |
|-------|---------|---------|------|-------|
| 1985  | 139     | 177     | 235  |       |
| 1986  | 193     | 215     | 243  |       |
| 1987  | 185     | 201     | 122  |       |
| 1988  | 112     | 210     | 255  |       |
| 1989  | 222     | 262     | 284  |       |
| 1990  | 194     | 254     | 232  |       |
| 1991  | 168     | 209     | 251  | 146   |
| 1992  | 149     | 212     | 281  | 206   |
| 1993  | 153     | 183     | 187  | 83    |
| 1994  | 192     | 216     | 253  | 232   |
| 1995  | 132     | 192     | 229  | 217   |

Tableau 14.12.2 Comparaison des résultats des simulations du bassin versant autres tributaires (TRIB), pour la période avril à juin, si on introduit la neige au sol mesurées le 31 mars.

| Année     | Débits observés |          | Débits simulés sans correction des stocks de neige |          |           | Débits simulés avec correction des stocks de neige |               |           |            | Différence de Nash | Différence de lame |        |
|-----------|-----------------|----------|--|----------|-----------|--|---------------|-----------|------------|--------------------|--------------------|--------|
|           | Qo<br>m.c.s.    | Lo<br>mm | Qc<br>m.c.s.                                       | Lc<br>mm | Nash<br>N | Correction<br>%                                    | Q'c<br>m.c.s. | L'c<br>mm | Nash<br>N' | N' - N             | Lc - Lo            | L'c-Lo |
| 1985      |                 |          | 175,210  | 243,73   |           | 0,79   | 145,00        | 201,70    |            |                    |                    |        |
| 1986      |                 |          | 183,510  | 255,27   |           | 1,07   | 191,21        | 265,98    |            |                    |                    |        |
| 1987      |                 |          | 97,230   | 135,26   |           | 1,87   | 121,51        | 169,08    |            |                    |                    |        |
| 1988      |                 |          | 163,650  | 227,64   |           | 1,14   | 179,85        | 250,17    |            |                    |                    |        |
| 1989      |                 |          | 186,640  | 259,63   |           | 1,35   | 225,19        | 313,25    |            |                    |                    |        |
| 1985-1989 |                 |          | 161,250  | 224,30   |           | 1,24   | 172,56        | 240,04    |            |                    |                    |        |
| 1990      |                 |          | 160,000  | 222,57   |           | 1,10   | 171,17        | 238,10    |            |                    |                    |        |
| 1991      |                 |          | 206,350  | 287,04   |           | 0,79   | 171,54        | 238,62    |            |                    |                    |        |
| 1992      |                 |          | 176,170  | 245,05   |           | 1,18   | 197,80        | 275,15    |            |                    |                    |        |
| 1993      |                 |          | 143,710  | 200,19   |           | 1,21   | 159,65        | 222,08    |            |                    |                    |        |
| 1994      |                 |          | 148,840  | 207,04   |           | 1,18   | 166,94        | 234,22    |            |                    |                    |        |
| 1995      |                 |          | 201,920  | 220,88   |           | 0,85   | 181,57        | 252,57    |            |                    |                    |        |
| 1990-1995 |                 |          | 172,860  | 240,46   |           | 1,05   | 174,78        | 243,12    |            |                    |                    |        |
| 1985-1995 |                 |          | 167,590  | 233,12   |           | 1,14   | 173,77        | 241,72    |            |                    |                    |        |

Qo : débits observés

Qc : débits simulés

Q'c : débits simulés avec correction de neige

Lo : lames observées

Lc : lames simulées

L'c : lames simulées avec correction de neige

Tableau 14.13.1 Comparaison des simulations pour les mois d'avril à juin, pour les périodes de calibration et de vérification avec et sans correction des stocks de neige à la fin de mars pour tous les bassins versants

| Bassin versant | Calibration<br>1985-1989 |        |             |              | Vérification<br>1990-1995 |        |             |              |
|----------------|--------------------------|--------|-------------|--------------|---------------------------|--------|-------------|--------------|
|                | Correction               | N'-N   | Lc-Lo<br>mm | L'c-Lo<br>mm | Correction                | N'-N   | Lc-Lo<br>mm | L'c-Lo<br>mm |
| BAM            | 1,08                     | -0,040 | 0,75        | 12,81        | 0,94                      | 0,036  | 0,16        | -13,23       |
| LM             | 1,10                     | 0,024  | -16,48      | -2,91        | 0,99                      | 0,022  | 1,97        | -1,18        |
| CDP            | 1,08                     | -0,037 | -3,82       | 8,82         | 0,93                      | 0,094  | 7,56        | -11,55       |
| CD             | 1,08                     | 0,004  | -12,63      | -4,63        | 0,90                      | -0,027 | -14,65      | -34,39       |
| CS             | 1,59                     | -0,201 | -48,04      | 8,34         | 1,03                      | 0,002  | -24,62      | -20,81       |
| LSJ            | 1,02                     | -0,560 | -9,84       | -6,08        | 0,94                      | 0,047  | 3,08        | -9,09        |
| PPER           | 2,84                     | -0,070 | -13,42      | 14,40        | 1,19                      | 0,034  | 23,39       | 17,81        |
| MISBI          | 1,11                     | -0,009 | -17,07      | 1,37         | 0,97                      | 0,017  | 2,19        | -5,72        |
| MISNI          | 1,06                     | -0,107 | -13,06      | 2,01         | 0,99                      | 0,018  | 8,29        | 4,18         |
| ASHAV          | 1,09                     | -0,008 | -7,85       | -6,91        | 0,93                      | 0,022  | 4,42        | -0,62        |
| METAB          | 0,90                     | -0,263 | -11,64      | -49,75       | 0,83                      | -0,040 | -11,57      | -57,75       |
| TRIB           | 1,24                     |        |             |              | 1,05                      |        |             |              |
| MOY.           | 1,27                     | -0,115 | -13,92      | -2,05        | 0,97                      | 0,020  | 0,02        | -12,03       |

N: Nash sans correction des stocks de neige

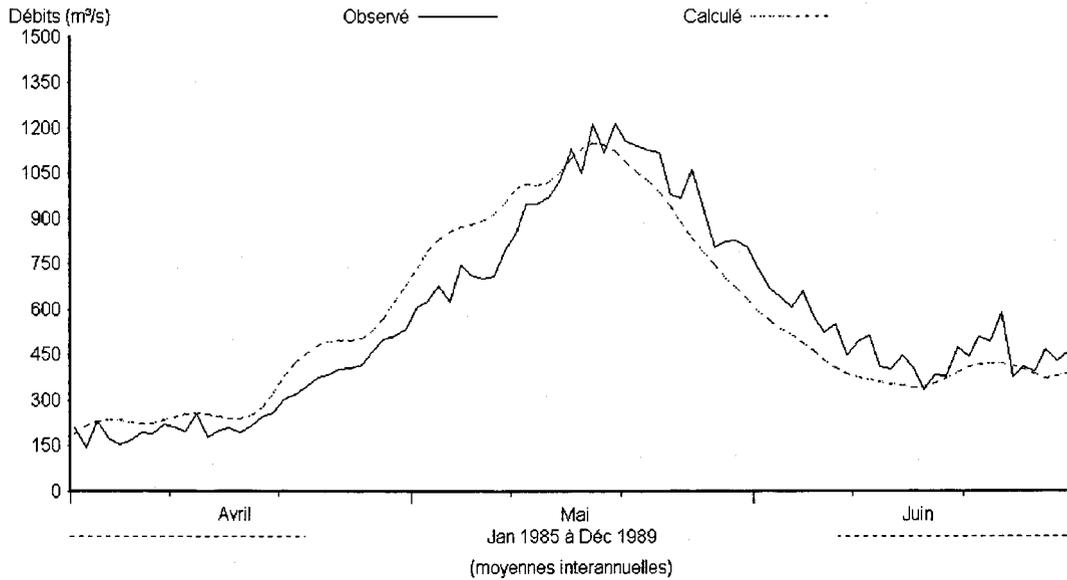
N': Nash avec correction des stocks de neige

Lo: lames observées

Lc: lames calculées sans correction des stocks de neige

L'c: lames calculées avec correction des stocks de neige

A) Nash=0.8878    Lame obs.= 277,09    Lame cal. = 277,84



B) Nash=0.8474    Lame obs.= 277,09    Lame cal. = 289,9

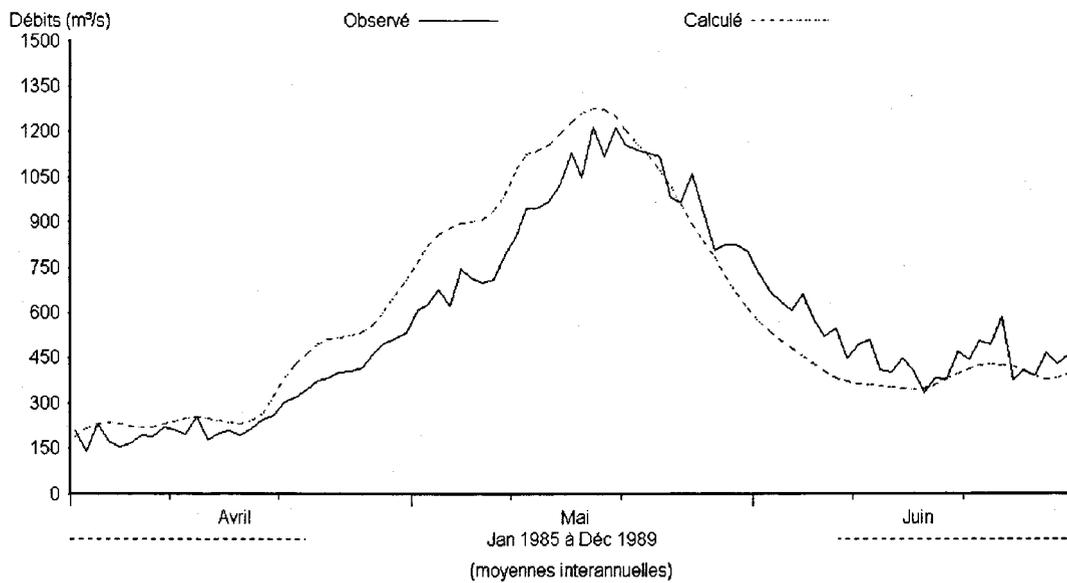
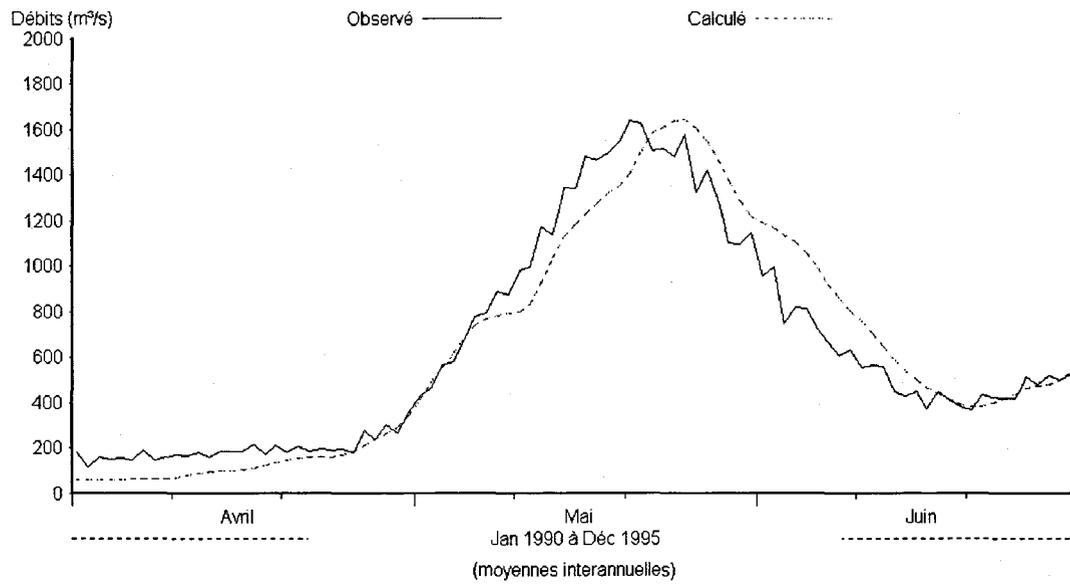


Figure 14.1.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant amont (BAM) A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9150    Lame obs.= 312,47    Lame cal. = 312,63



B) Nash=0.9510    Lame obs.= 312,47    Lame cal. = 299,24

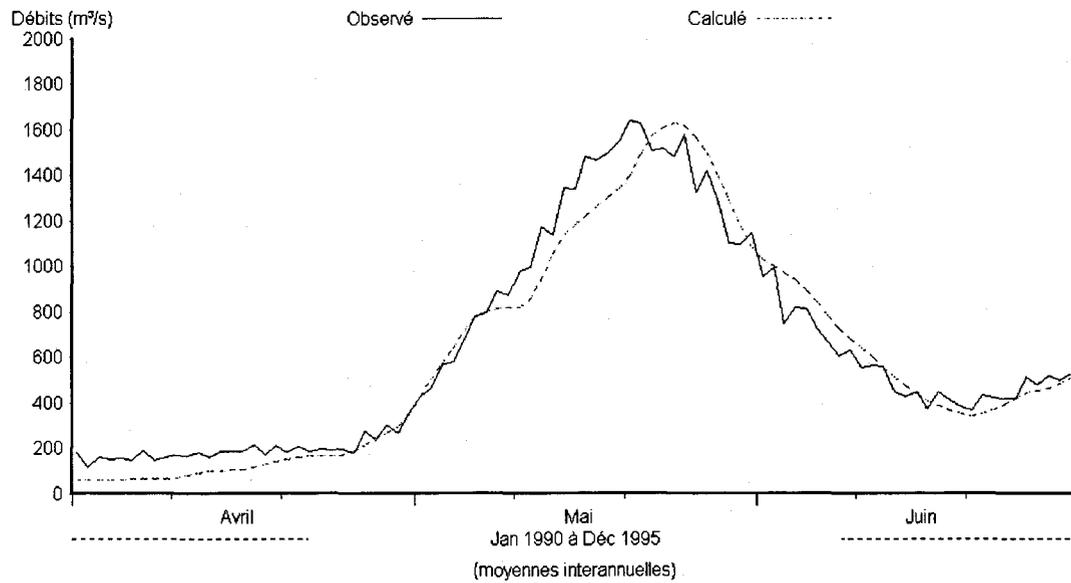
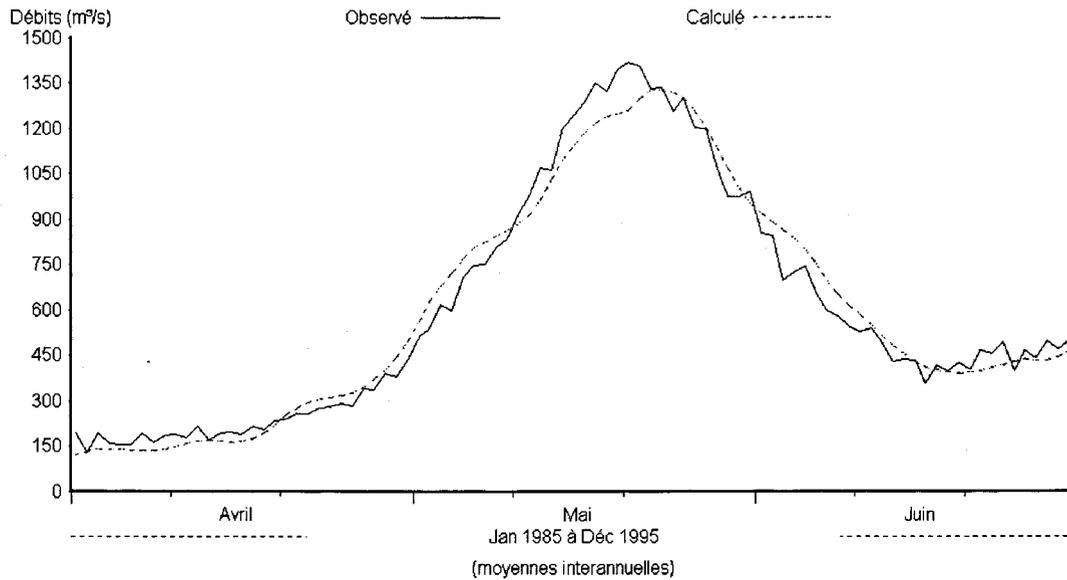


Figure 14.1.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant amont (BAM) A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9740    Lame obs.= 296,39    Lame cal. = 296,82



B) Nash=0.9808    Lame obs.= 296,39    Lame cal. = 295,00

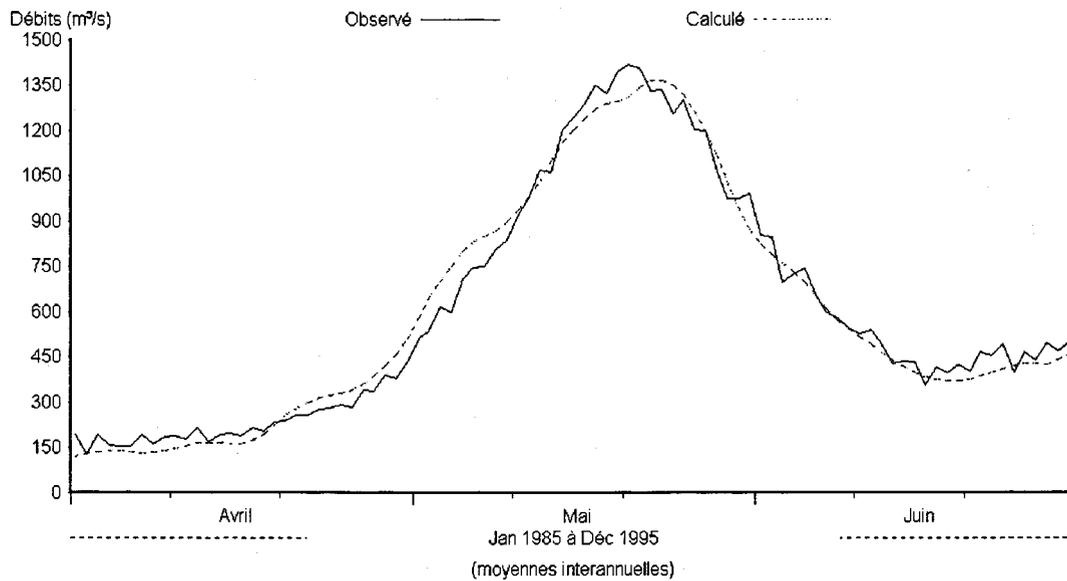
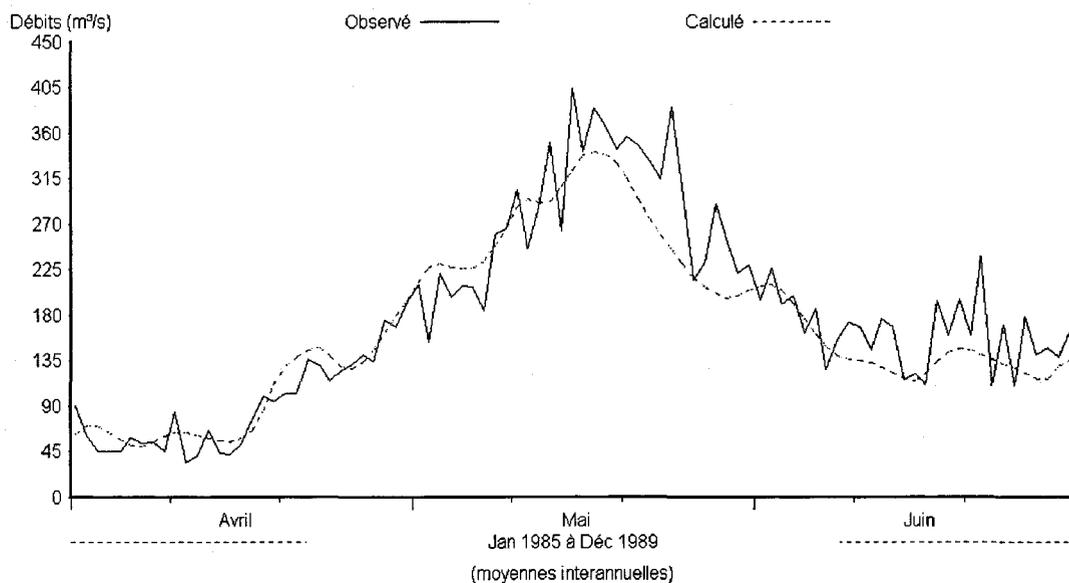


Figure 14.1.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la sortie du bassin versant amont (BAM) A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8520      Lame obs.= 279,73      Lame cal. = 263,25



B) Nash=0.8761      Lame obs.= 279,73      Lame cal. = 276,82

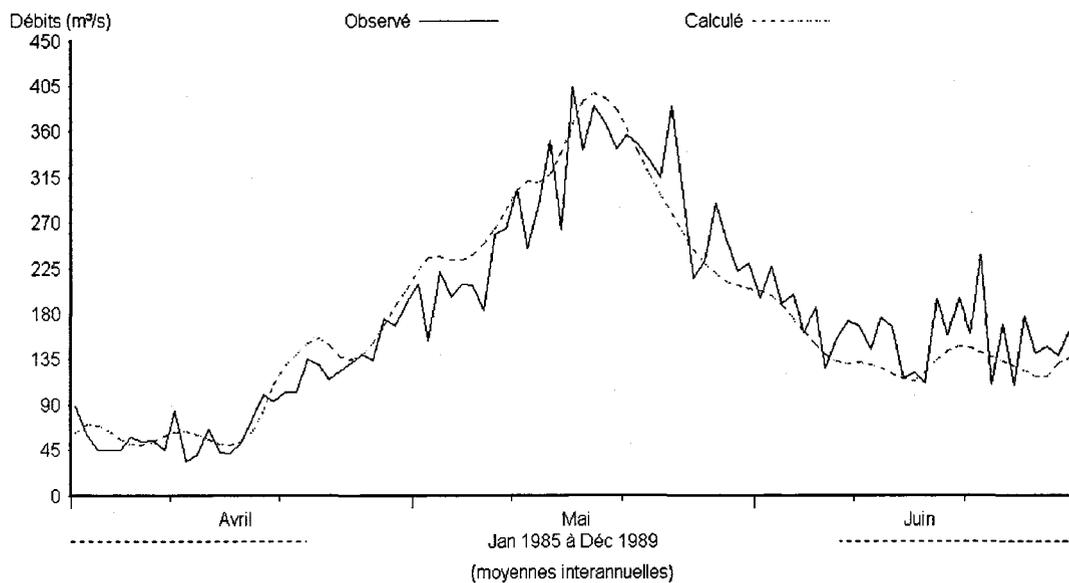
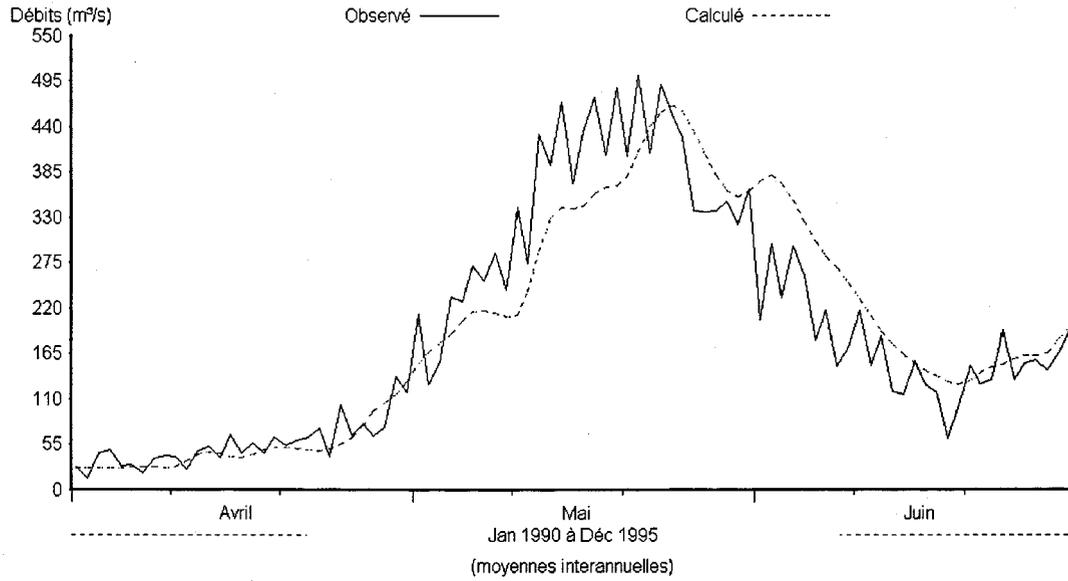


Figure 14.2.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8462    Lame obs.= 301,09    Lame cal. = 303,06



B) Nash=0.8685    Lame obs.= 301,09    Lame cal. = 299,91

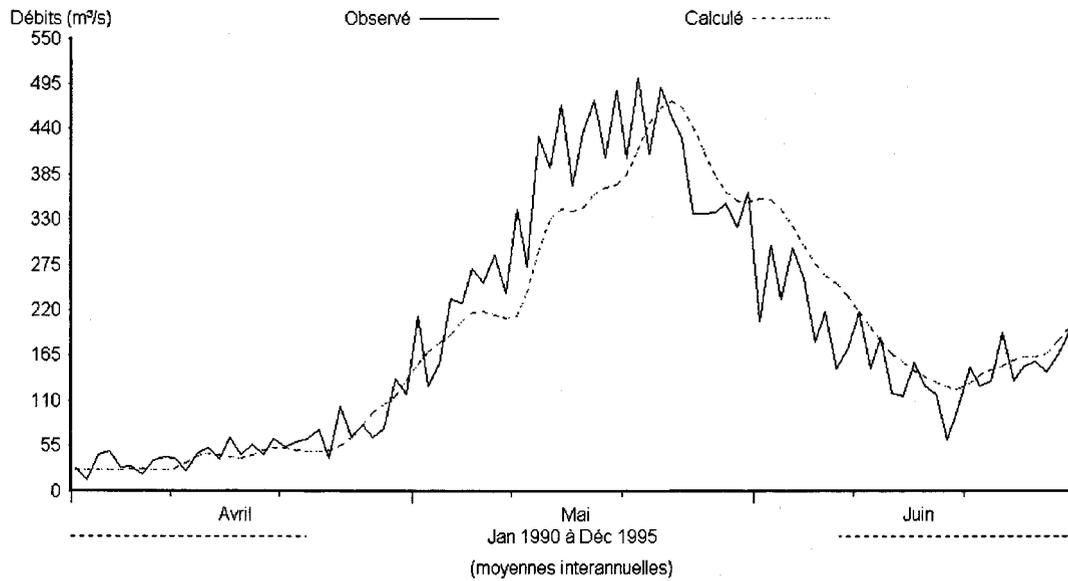
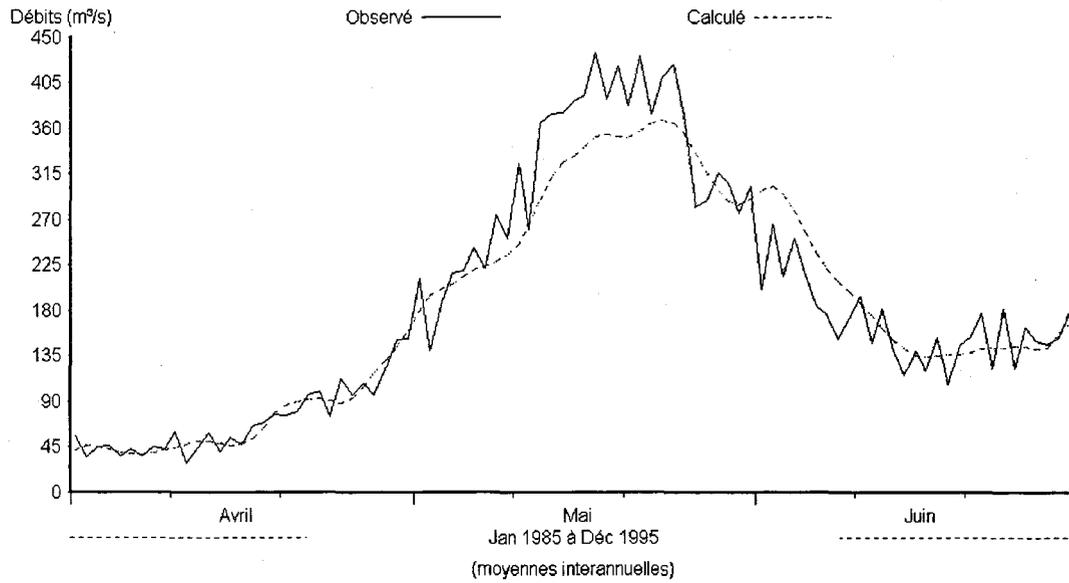


Figure 14.2.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9183    Lame obs.= 291,38    Lame cal. = 284,97



B) Nash=0.9466    Lame obs.= 291,38    Lame cal. = 289,41

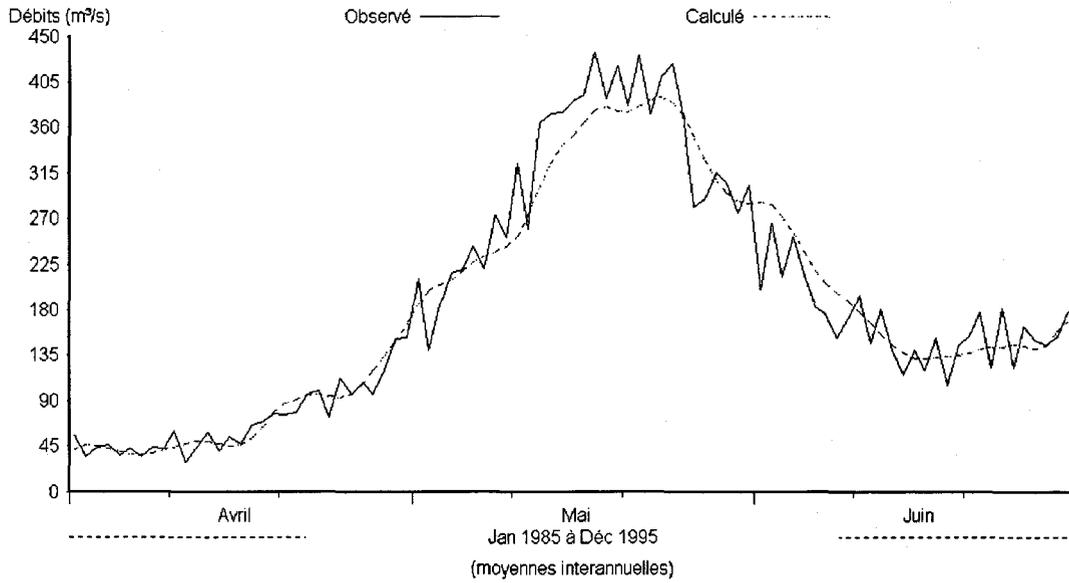
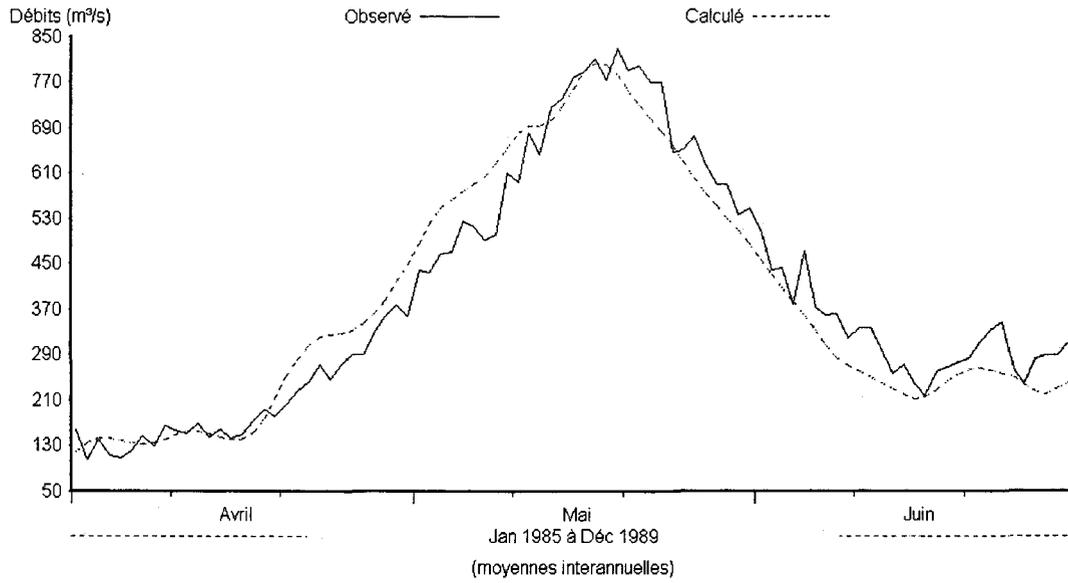


Figure 14.2.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9382      Lame obs.= 278,05      Lame cal. = 274,23



B) Nash=0.9013      Lame obs.= 278,05      Lame cal. = 286,87

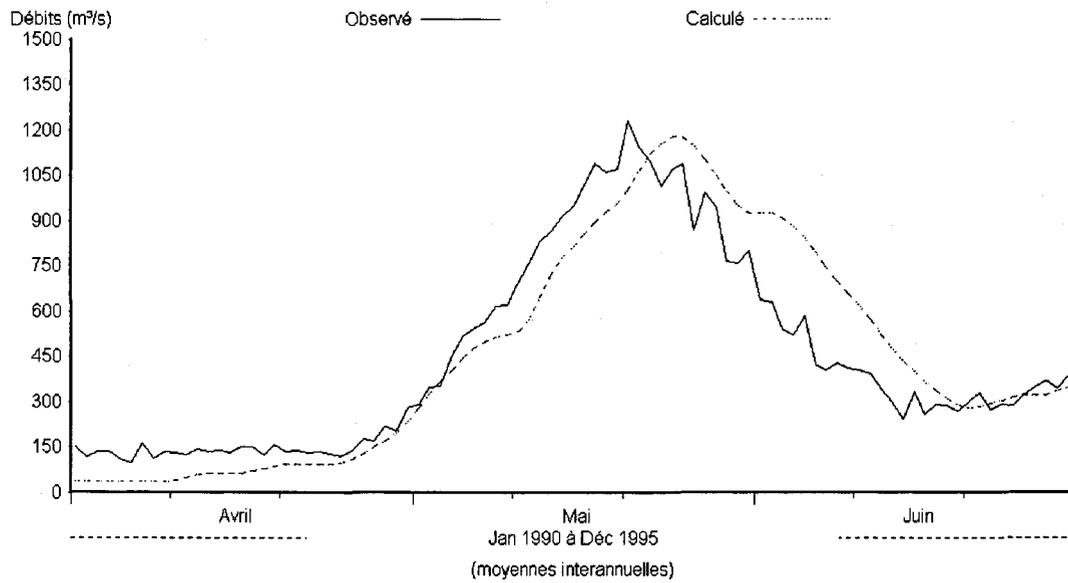
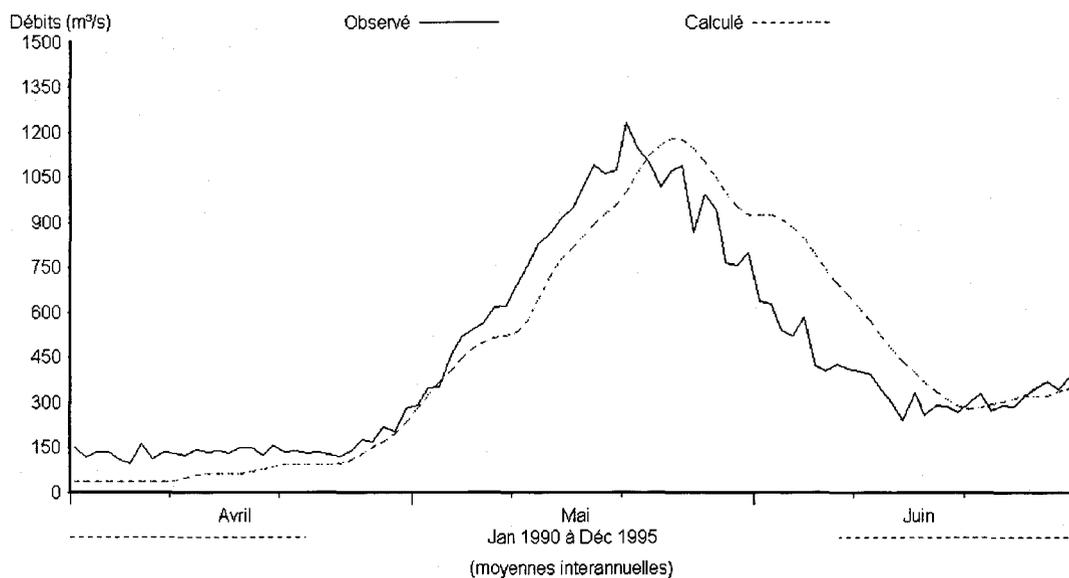


Figure 14.3.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8076    Lame obs.= 320,21    Lame cal. = 327,77



B) Nash=0.9017    Lame obs.= 320,21    Lame cal. = 308,66

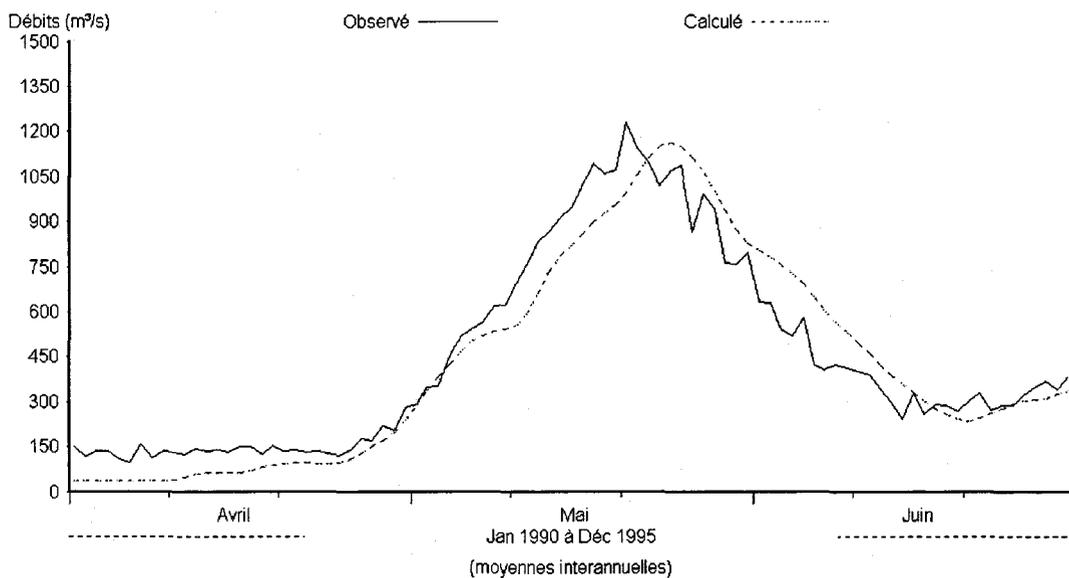
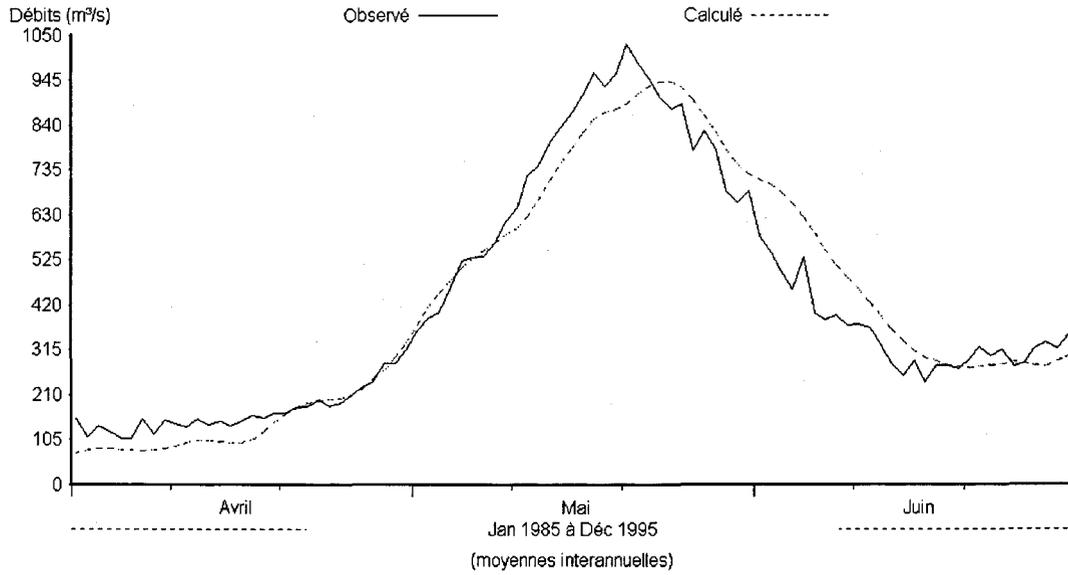


Figure 14.3.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9324    Lame obs.= 301,07    Lame cal. = 303,43



B) Nash=0.9703    Lame obs.= 301,07    Lame cal. = 298,75

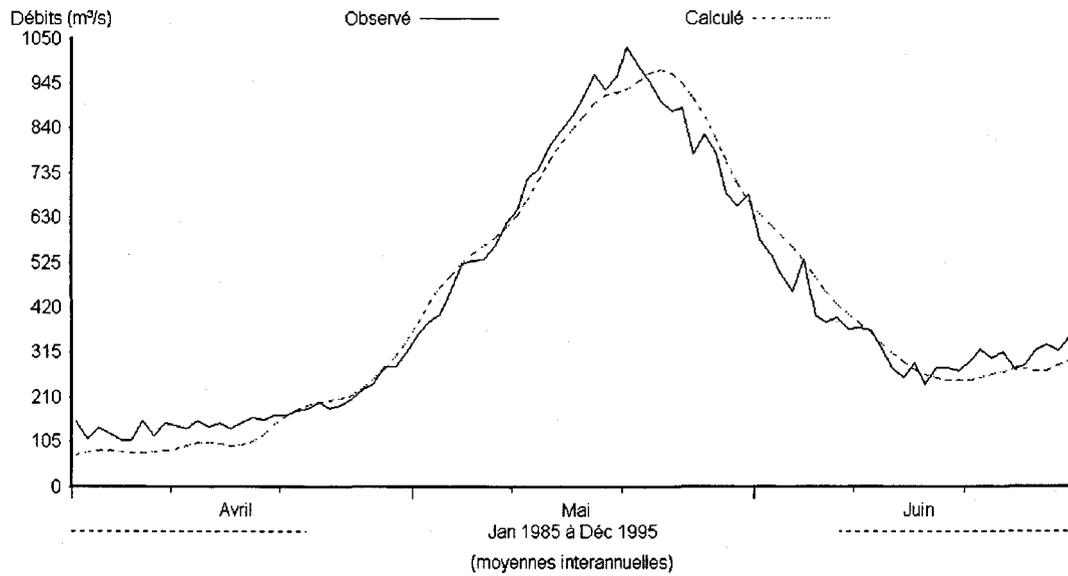
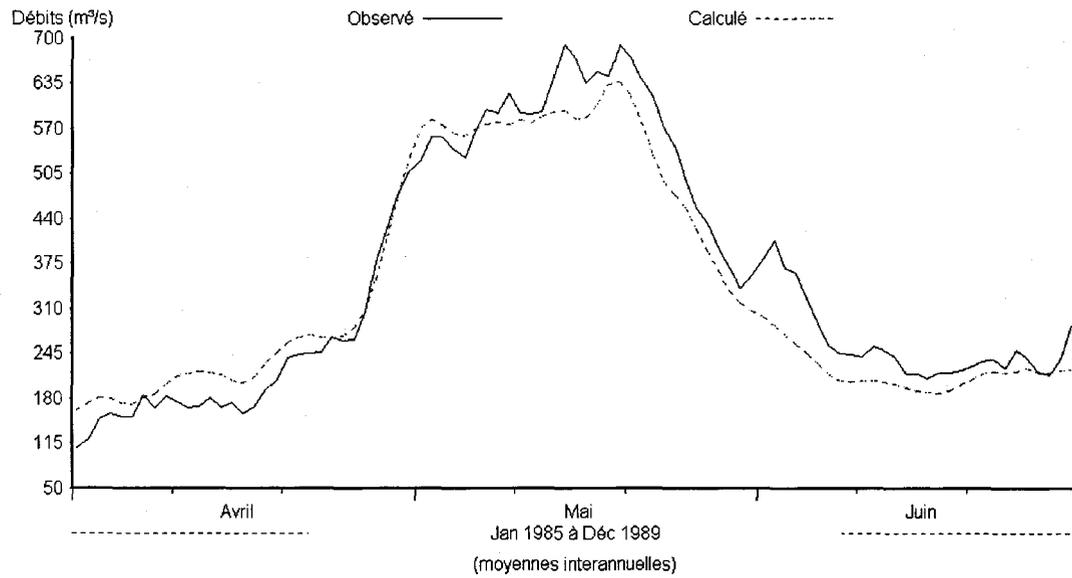


Figure 14.3.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9382      Lame obs.= 283,95      Lame cal. = 271,81



B) Nash=0.9429      Lame obs.= 283,95      Lame cal. = 279,32

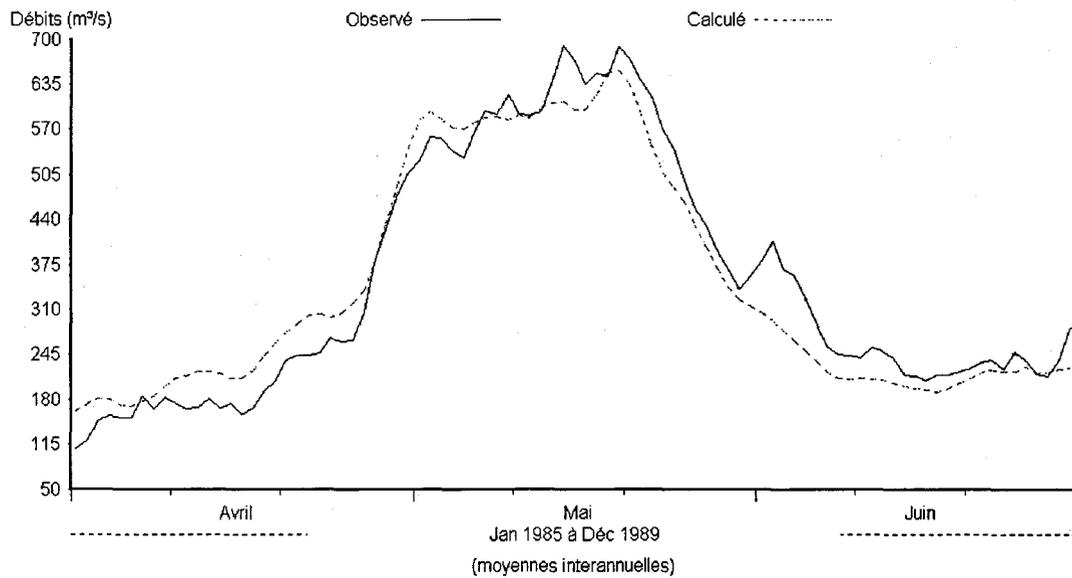
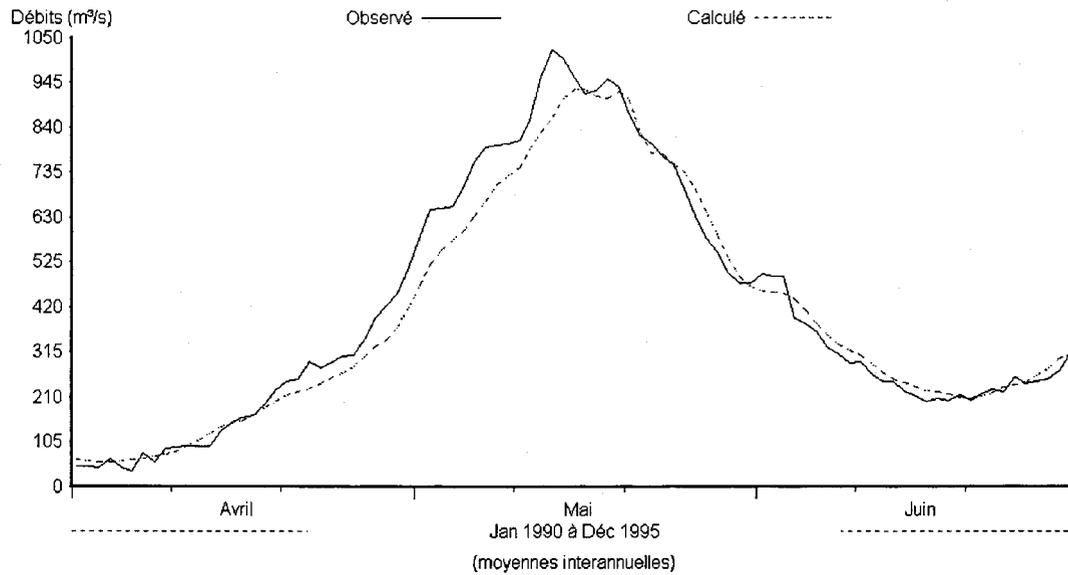


Figure 14.4.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9673    Lame obs.= 337,56    Lame cal. = 323,53



B) Nash=0.9449    Lame obs.= 337,56    Lame cal. = 303,37

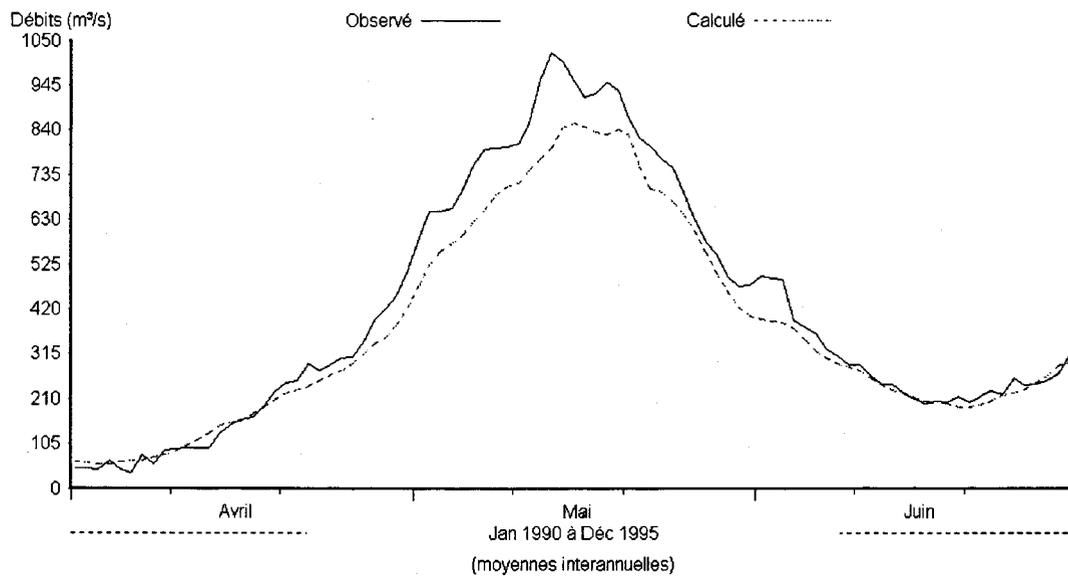
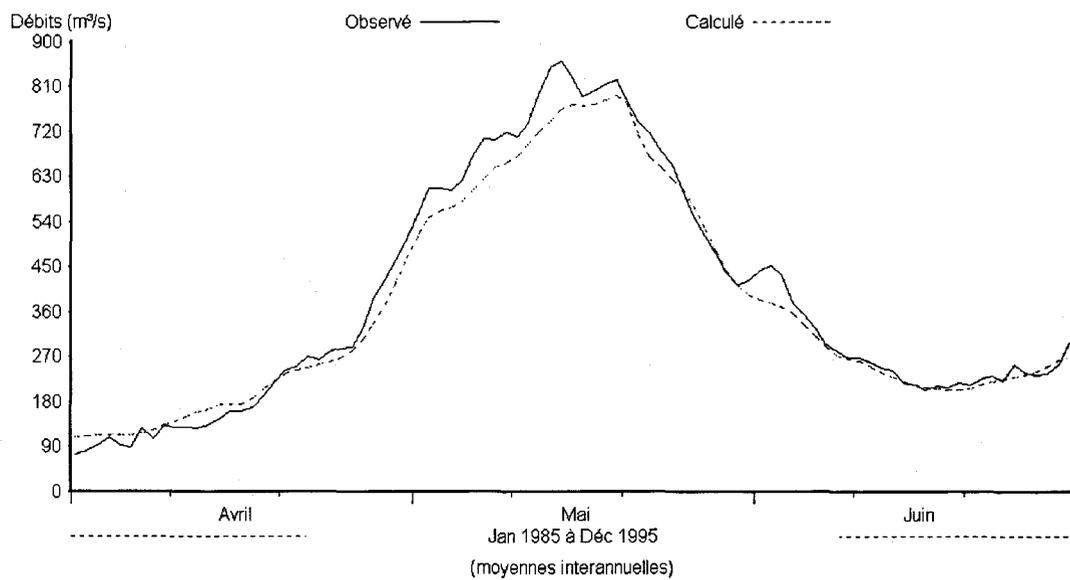


Figure 14.4.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9785    Lame obs.= 313,19    Lame cal. = 300,02



B) Nash=0.9614    Lame obs.= 313,19    Lame cal. = 292,58

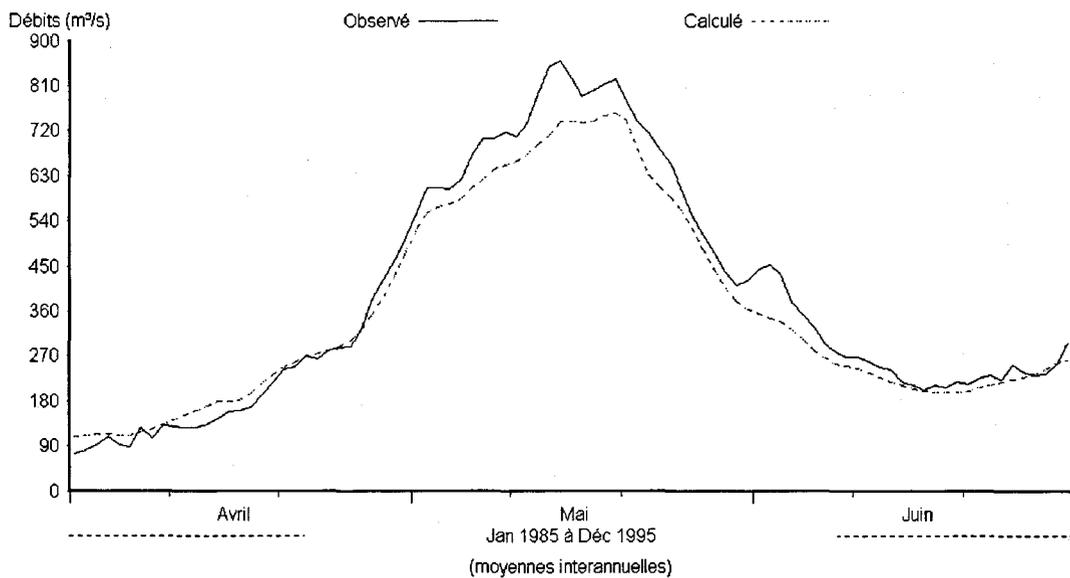
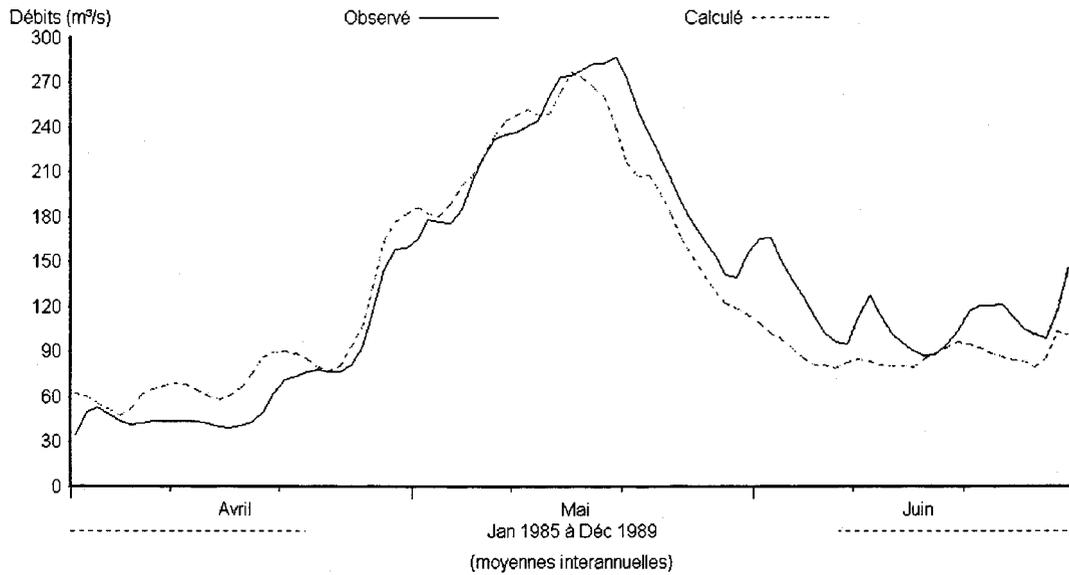


Figure 14.4.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la sortie du bassin versant Chute du Diable (CD), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8842      Lame obs.= 290,64      Lame cal. = 276,05



B) Nash=0.8781      Lame obs.= 290,64      Lame cal. = 285,43

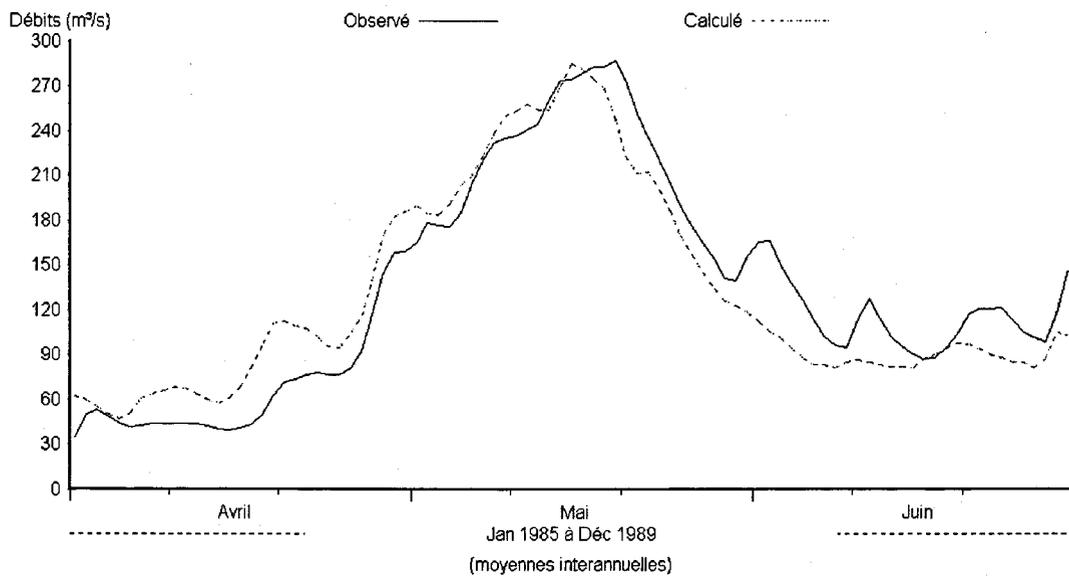
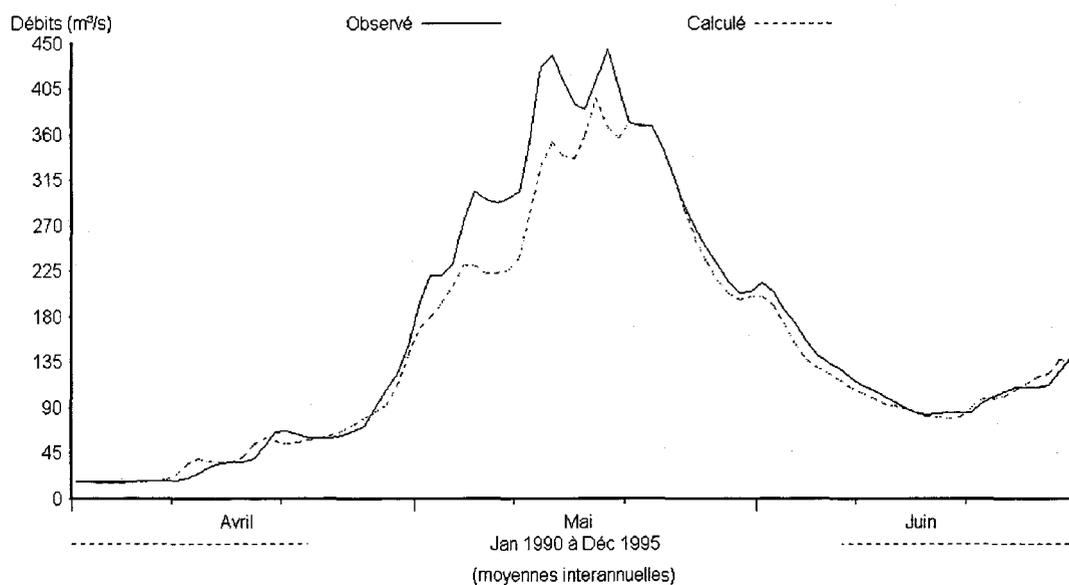


Figure 14.4.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9481    Lame obs.= 352,93    Lame cal. = 322,87



B) Nash=0.9143    Lame obs.= 352,93    Lame cal. = 303,03

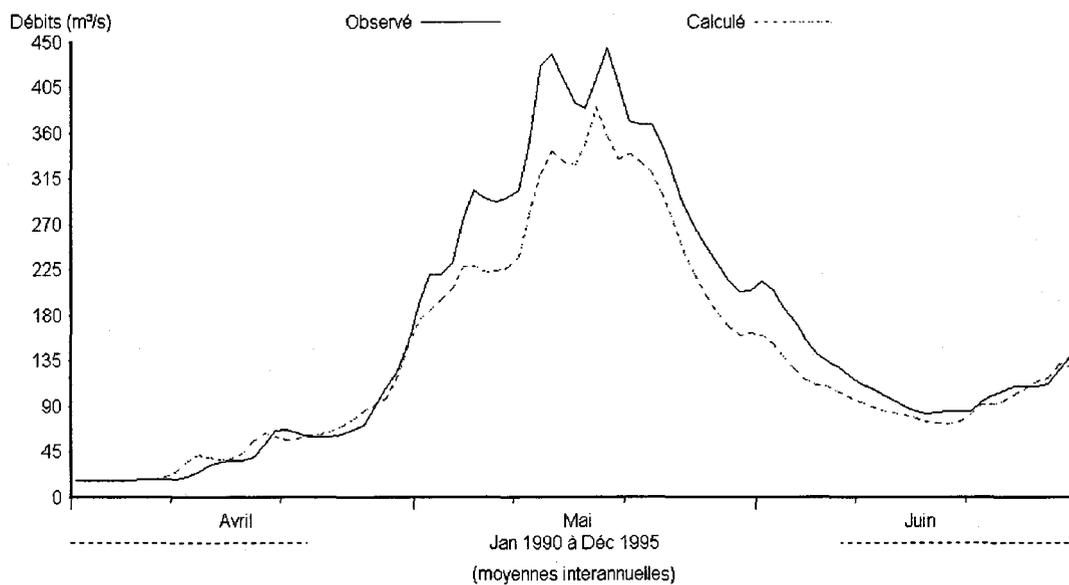
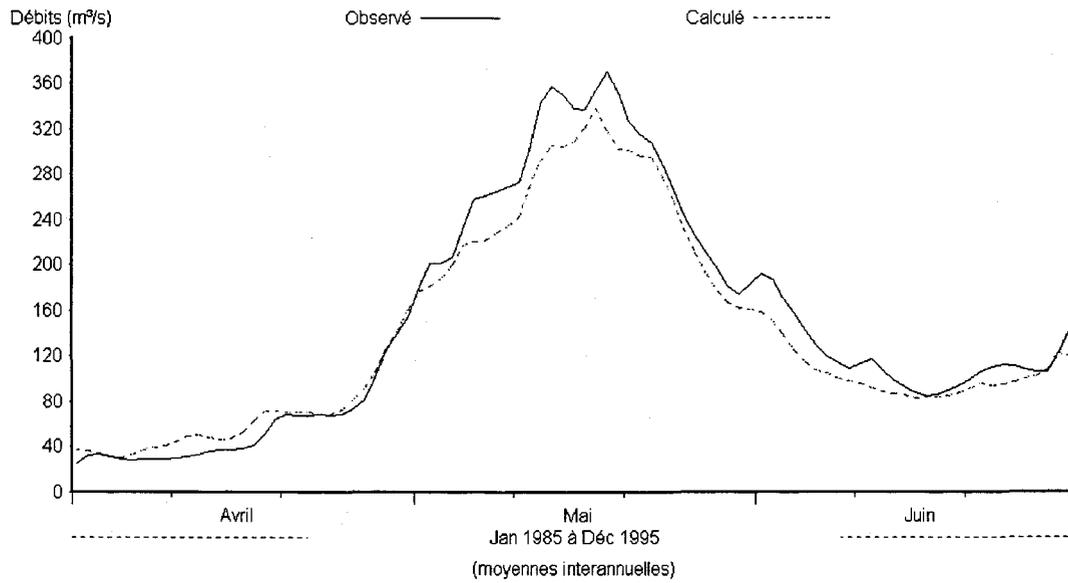


Figure 14.4.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9588    Lame obs.= 324,61    Lame cal. = 301,59



B) Nash=0.9321    Lame obs.= 324,61    Lame cal. = 295,03

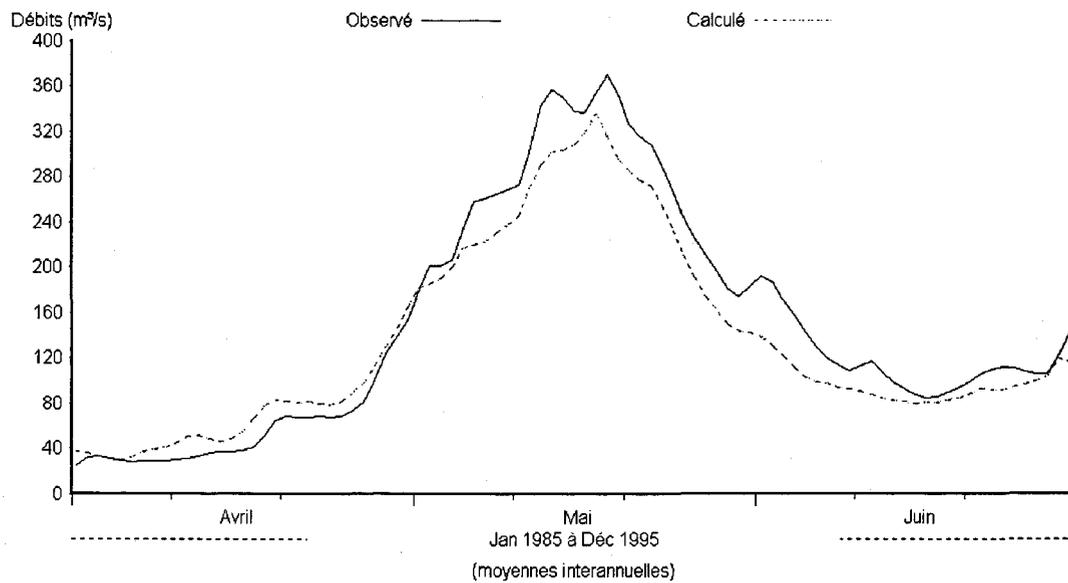
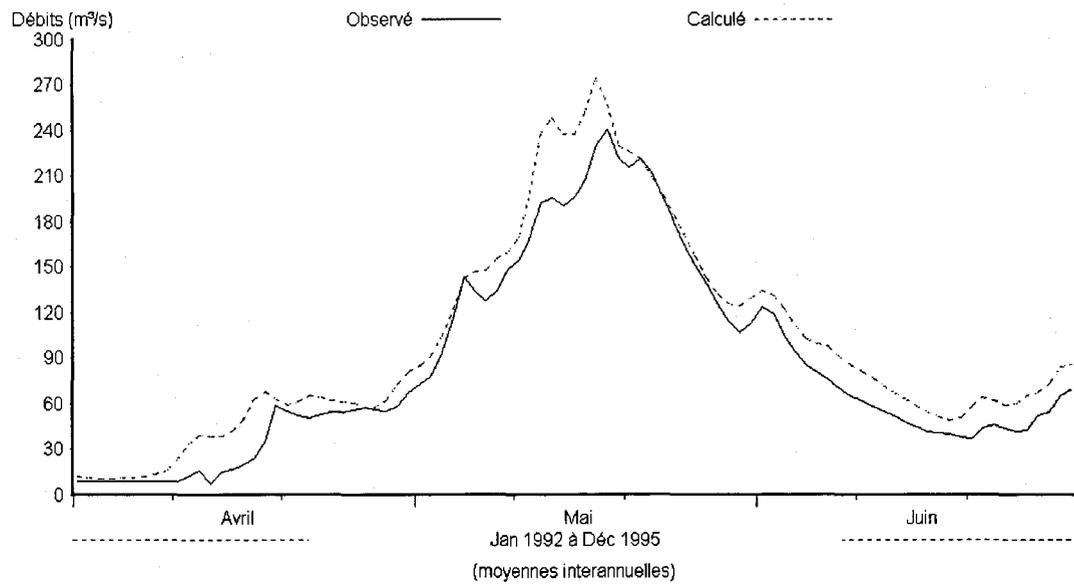


Figure 14.4.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9131   Lame obs.= 303,49   Lame cal. = 357,87



B) Nash=0.9380   Lame obs.= 303,49   Lame cal. = 334,64

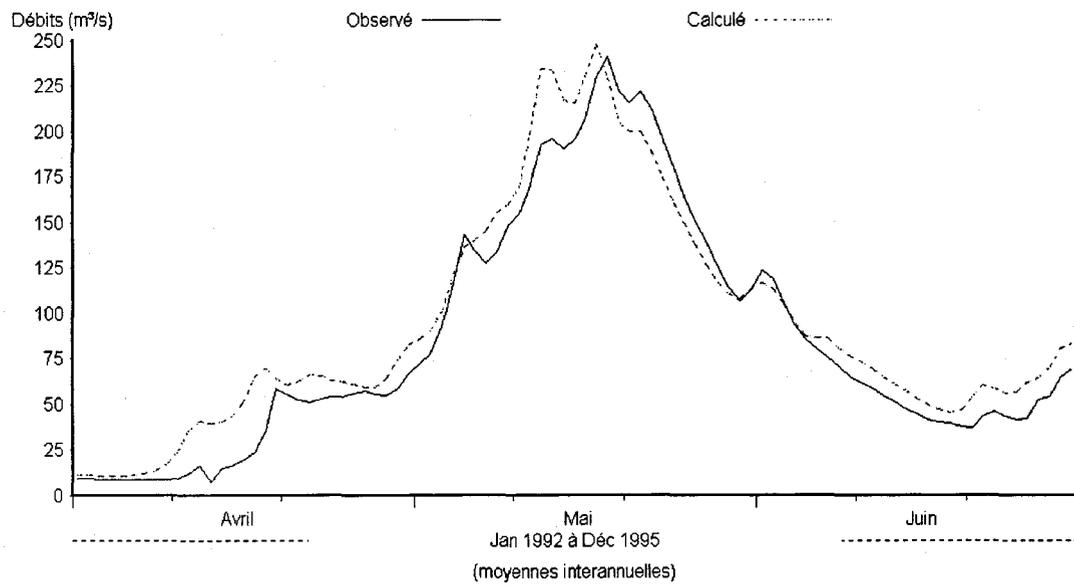
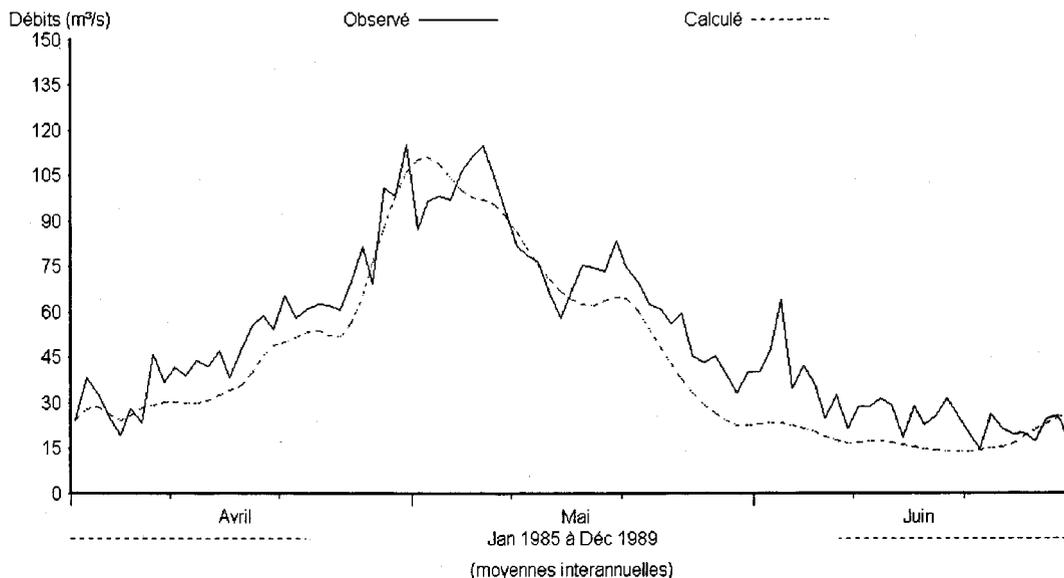


Figure 14.4.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période 1992-1995 à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.7939      Lame obs.= 315,01      Lame cal. = 266,97



B) Nash=0.5923      Lame obs.= 315,01      Lame cal. = 323,35

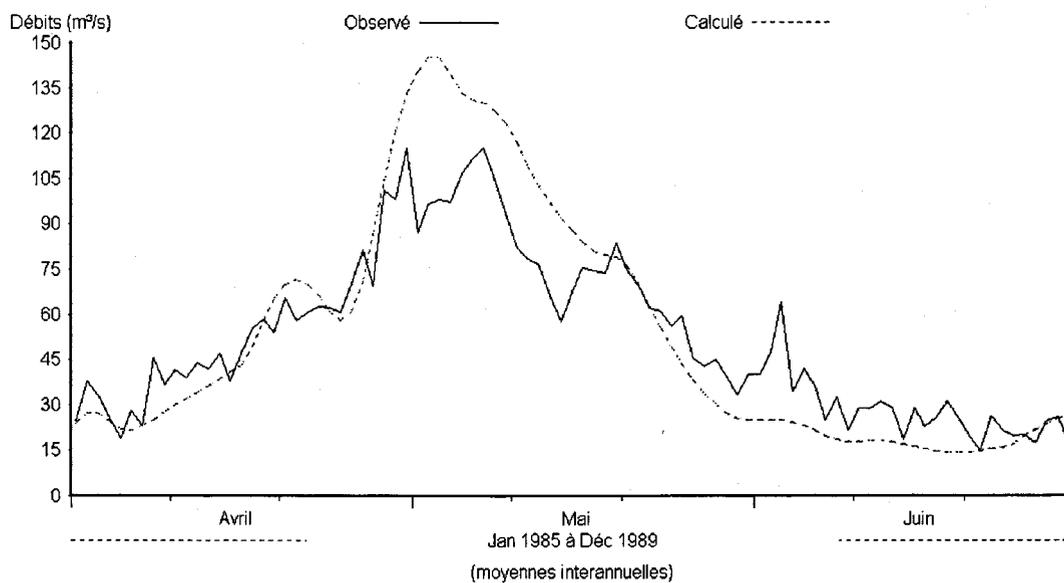
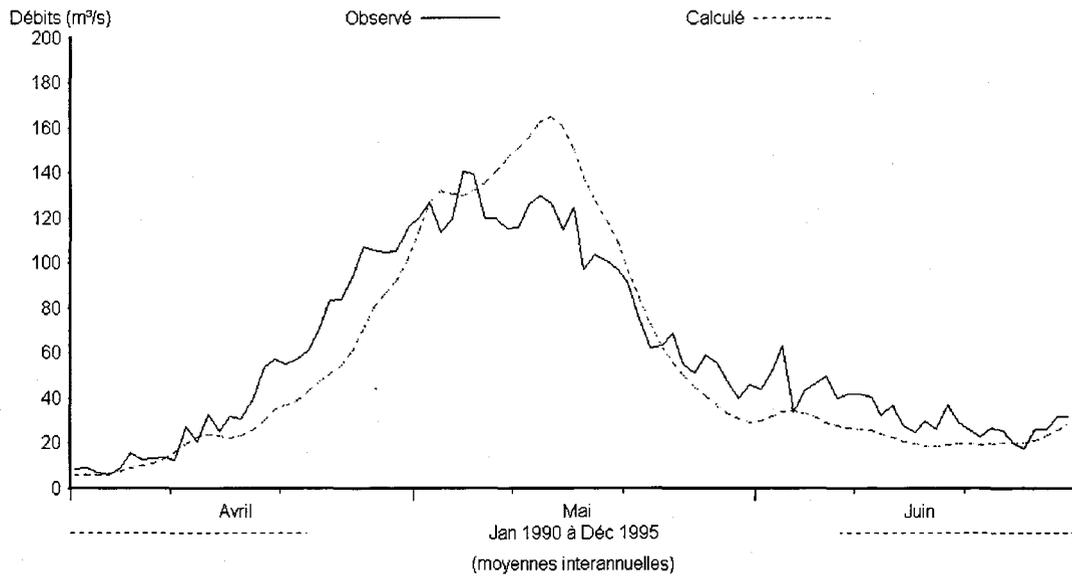


Figure 14.5.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8013    Lame obs.= 360,05    Lame cal. = 335,43



B) Nash=0.8030    Lame obs.= 360,05    Lame cal. = 339,24

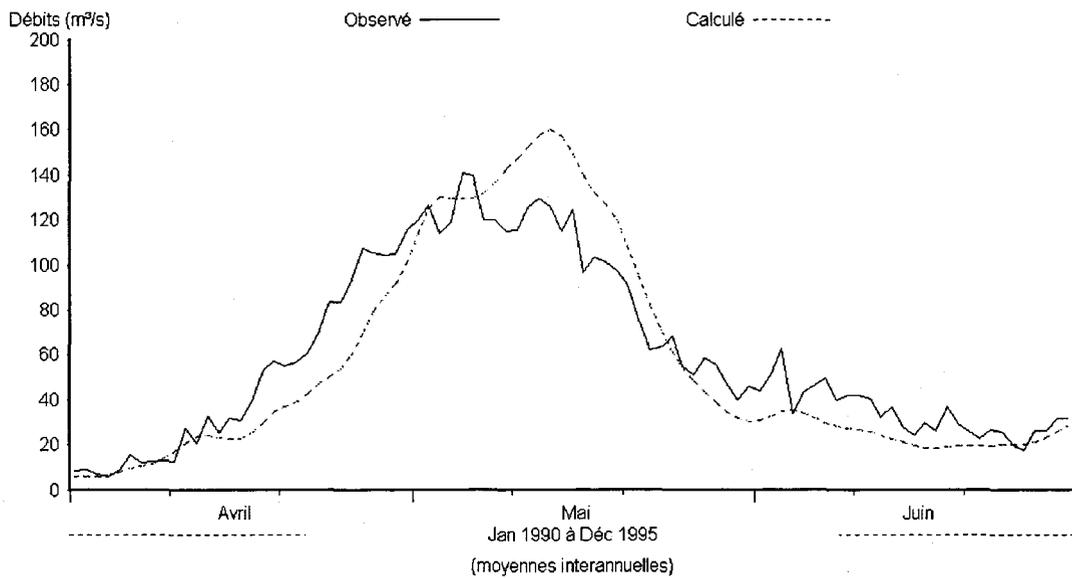
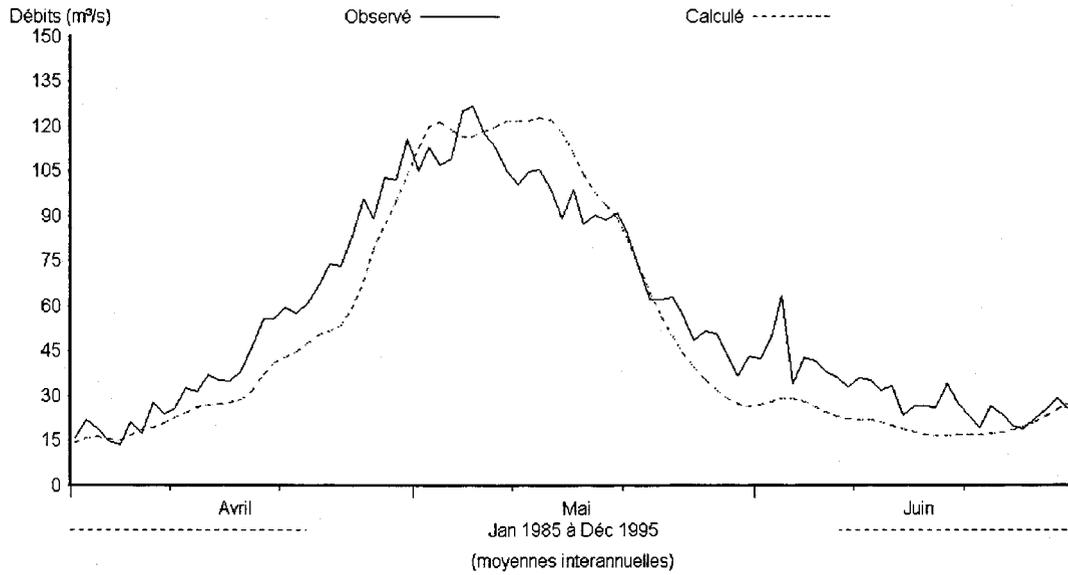


Figure 14.5.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8450    Lame obs.= 339,56    Lame cal. = 304,31



B) Nash=0.7991    Lame obs.= 339,56    Lame cal. = 332,02

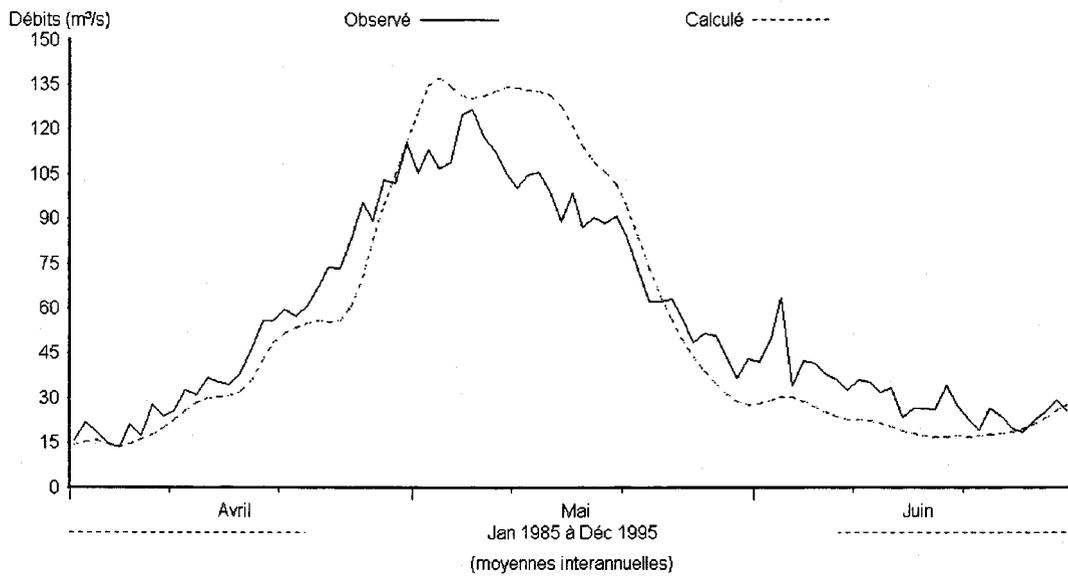
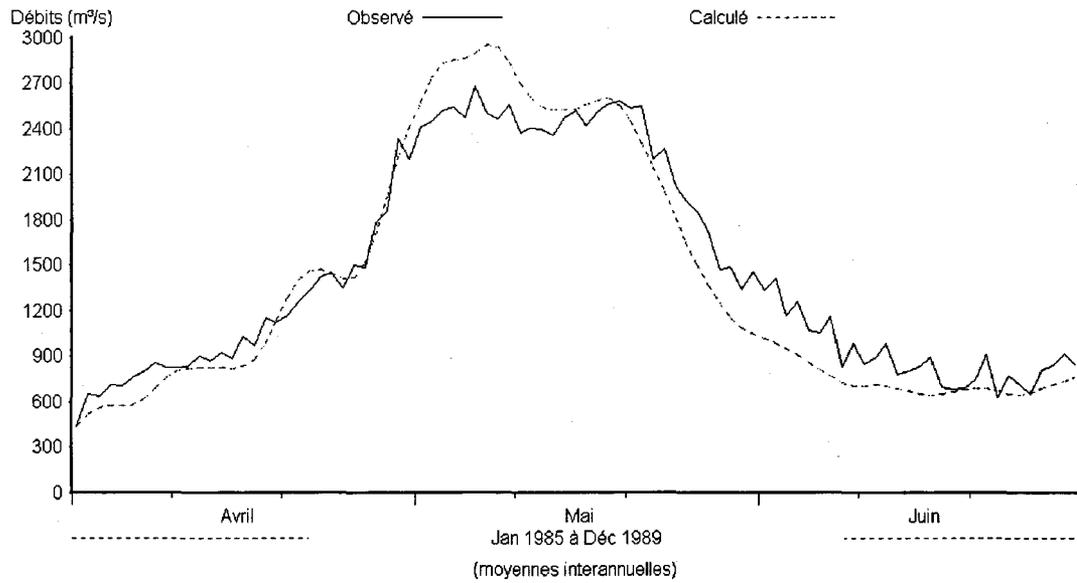


Figure 14.5.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la sortie du bassin versant Chute à la Savane (CS), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9156      Lame obs.= 246,31      Lame cal. = 236,55



B) Nash=0.8581      Lame obs.= 246,31      Lame cal. = 240,31

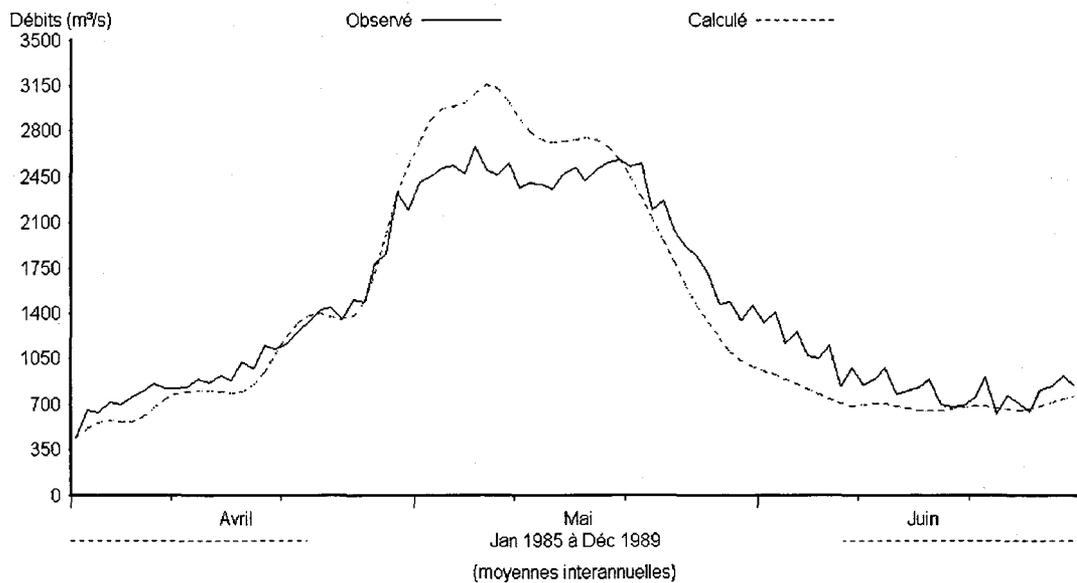
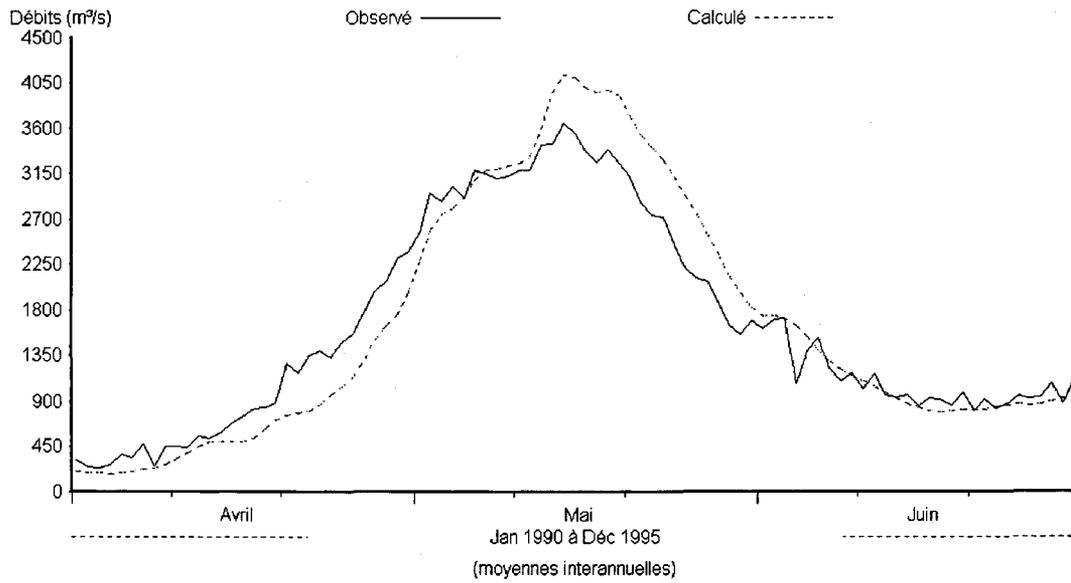


Figure 14.6.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8893    Lame obs.= 279,26    Lame cal. = 282,42



B) Nash=0.9369    Lame obs.= 279,26    Lame cal. = 270,25

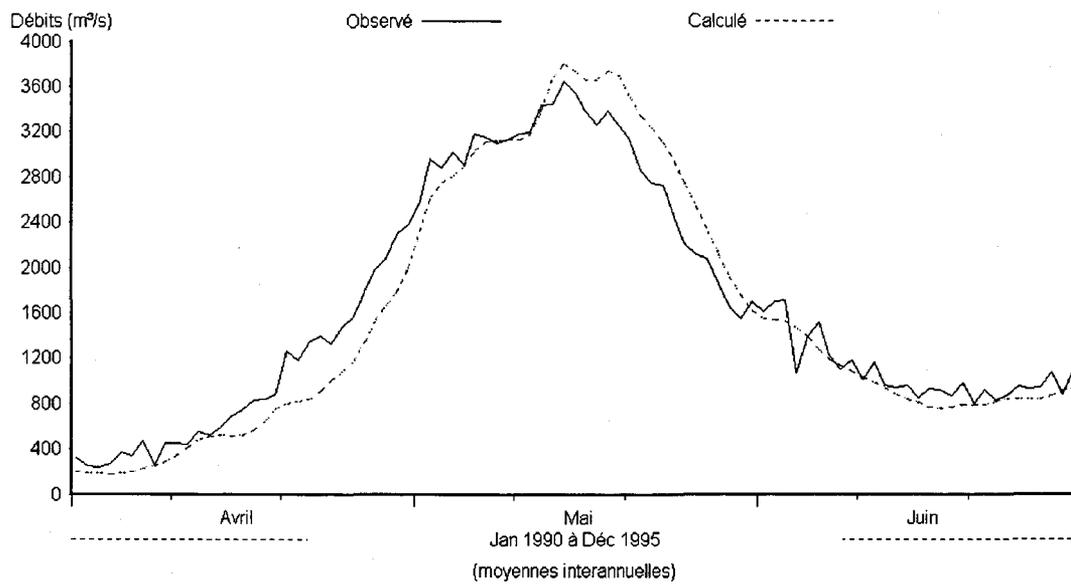
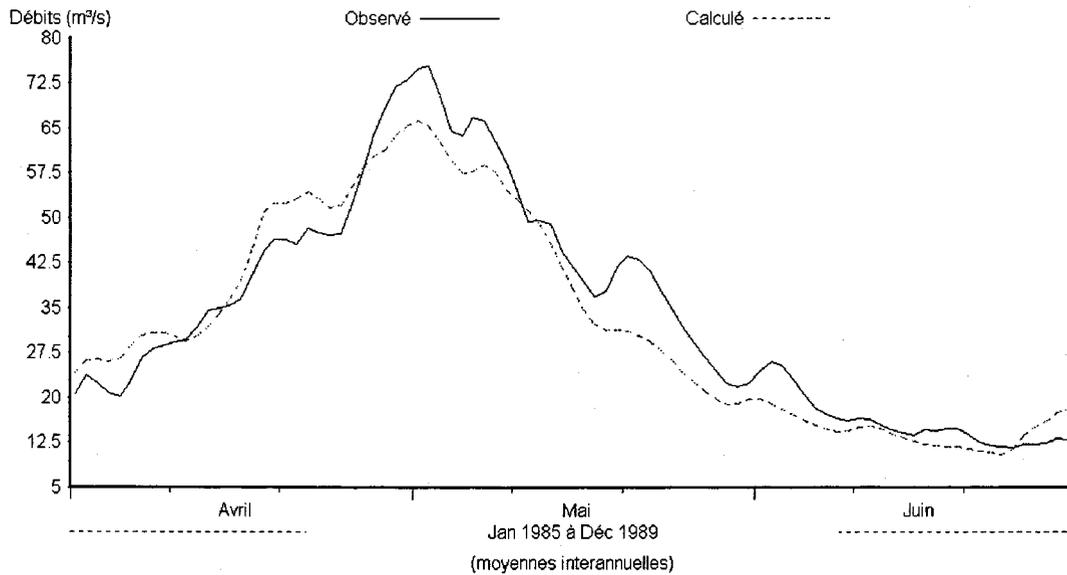


Figure 14.6.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



A) Nash=0.9175      Lame obs.= 248,33      Lame cal. = 234,91



B) Nash=0.8476      Lame obs.= 248,33      Lame cal. = 262,73

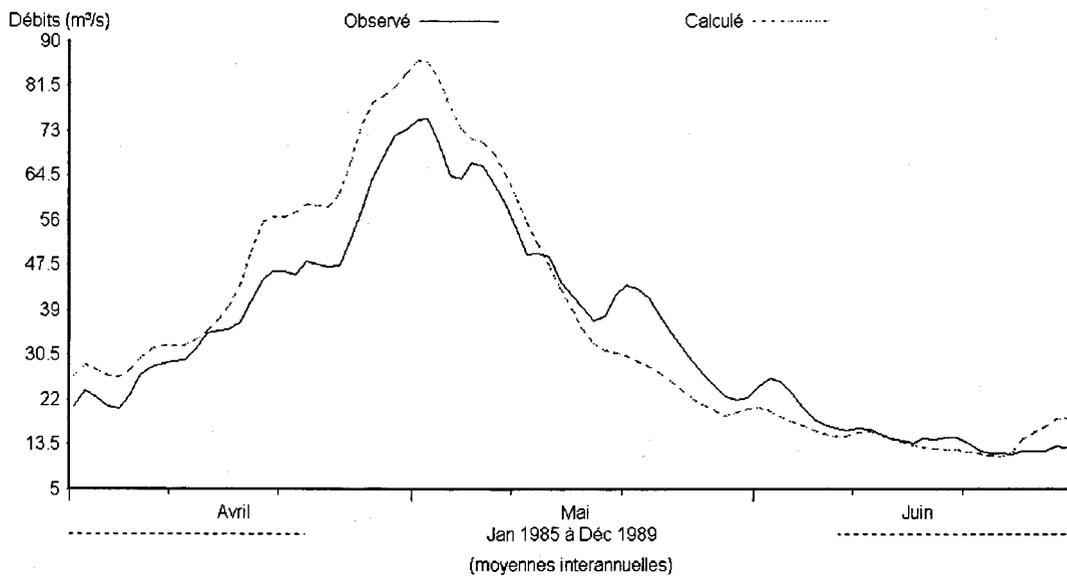
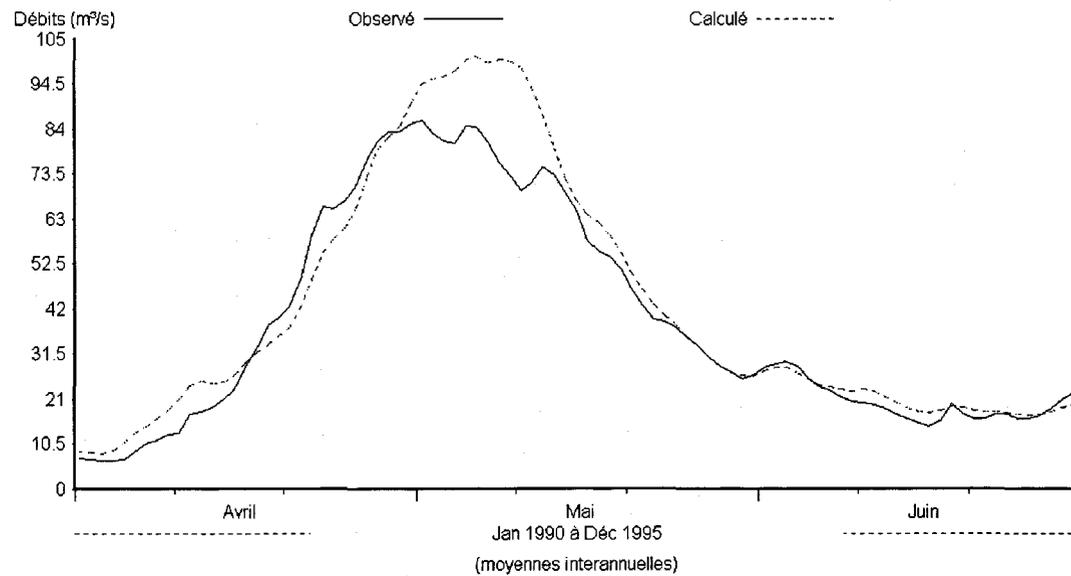


Figure 14.7.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9059    Lame obs.= 279,33    Lame cal. = 302,72



B) Nash=0.9397    Lame obs.= 279,33    Lame cal. = 297,14

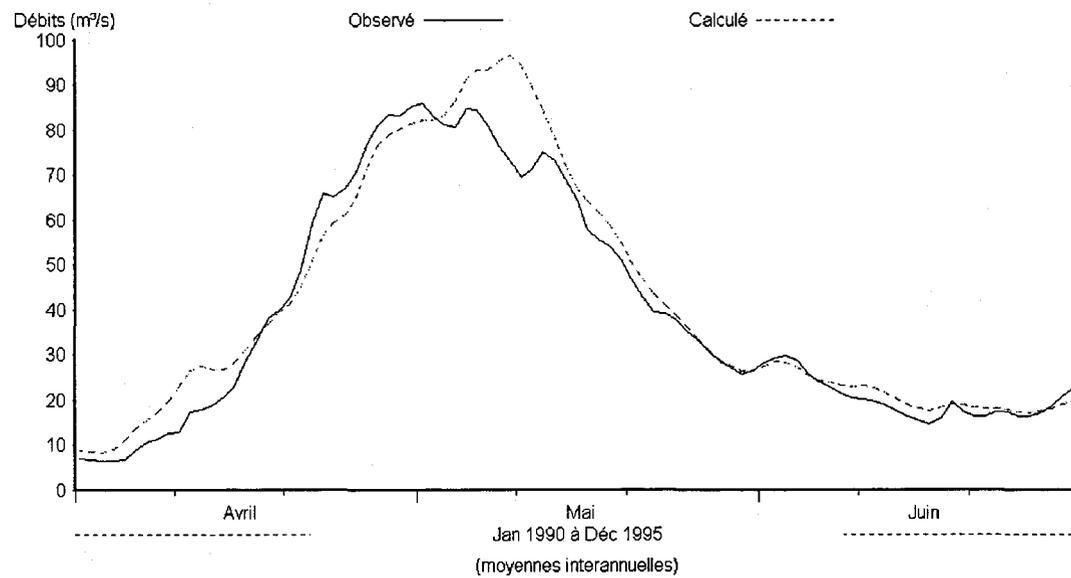
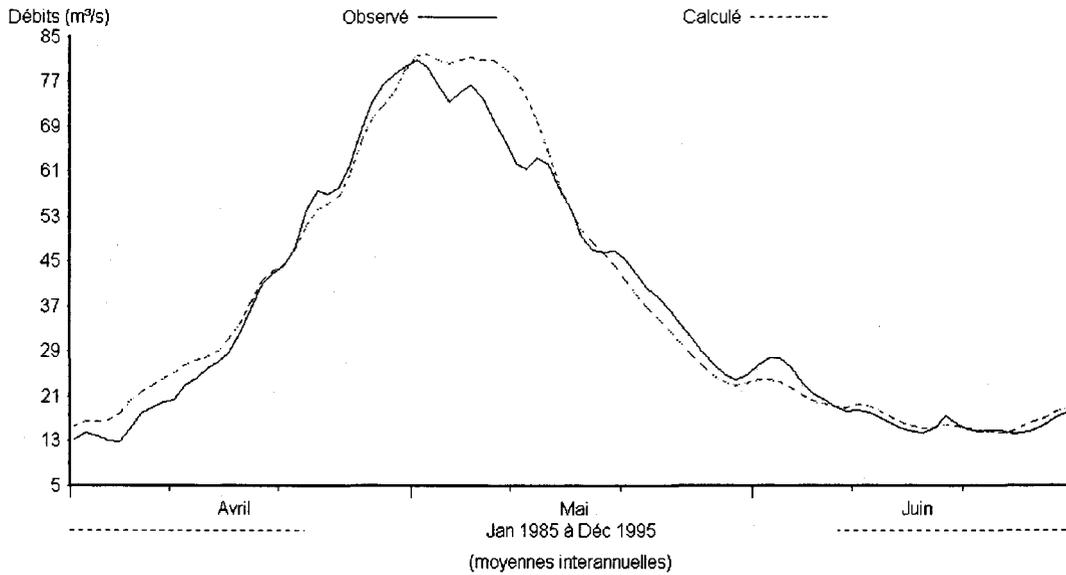


Figure 14.7.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9691    Lame obs.= 265,24    Lame cal. = 271,90



B) Nash=0.9548    Lame obs.= 265,24    Lame cal. = 281,5

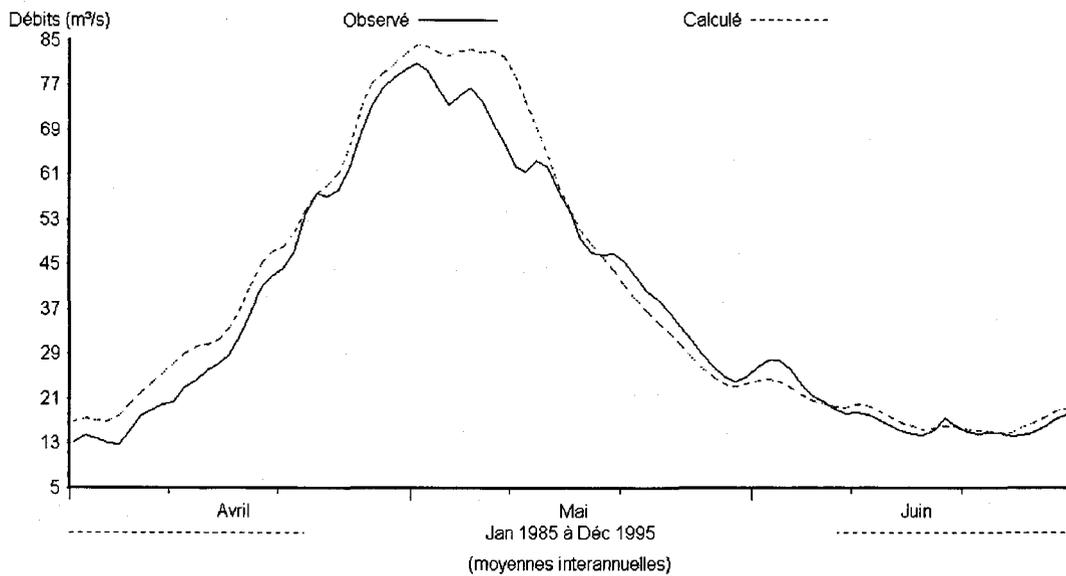
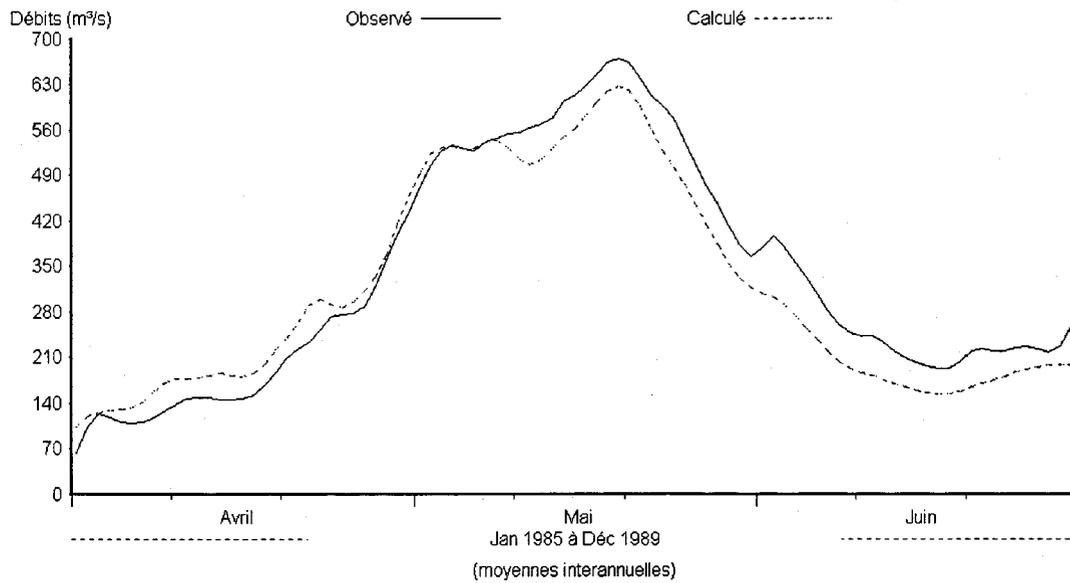


Figure 14.7.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9331      Lame obs.= 281,71      Lame cal. = 265,00



B) Nash=0.9291      Lame obs.= 281,71      Lame cal. = 285,01

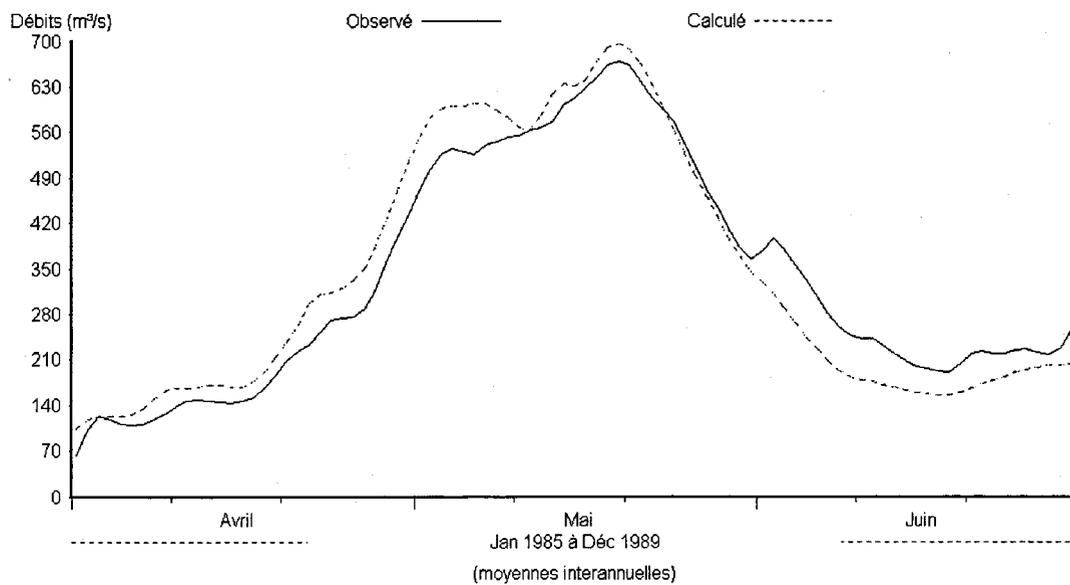
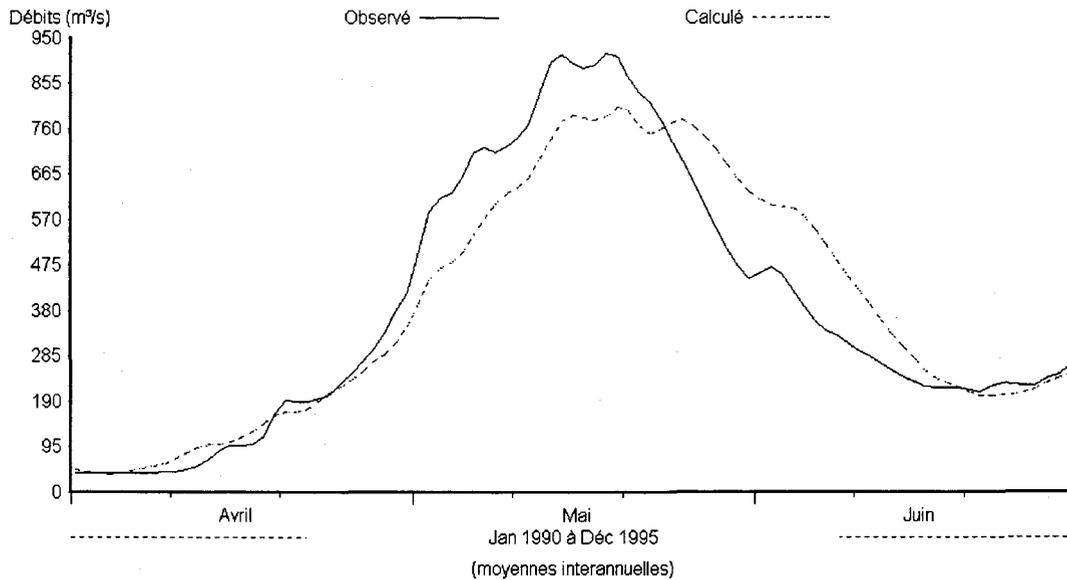


Figure 14.8.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8815    Lame obs.= 325,13    Lame cal. = 327,76



B) Nash=0.8988    Lame obs.= 325,13    Lame cal. = 319,64

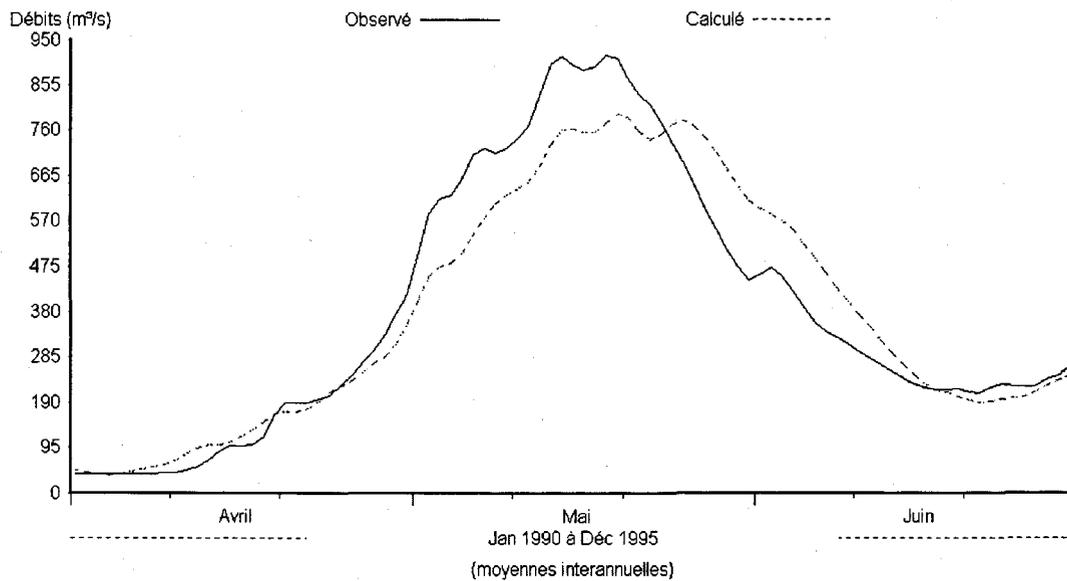
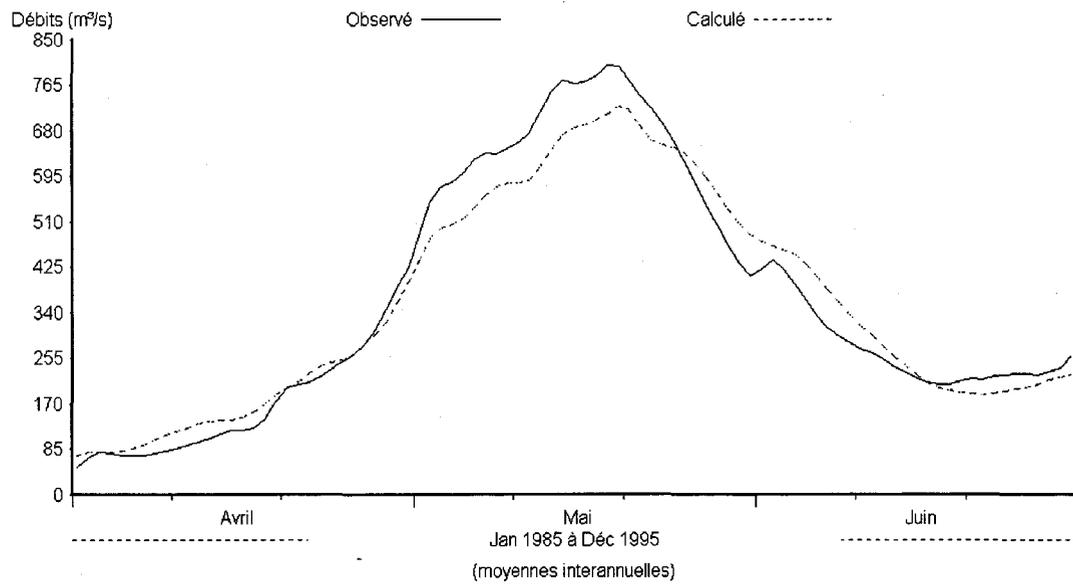


Figure 14.8.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9541    Lame obs.= 305,39    Lame cal. = 299,23



B) Nash=0.9723    Lame obs.= 305,39    Lame cal. = 303,90

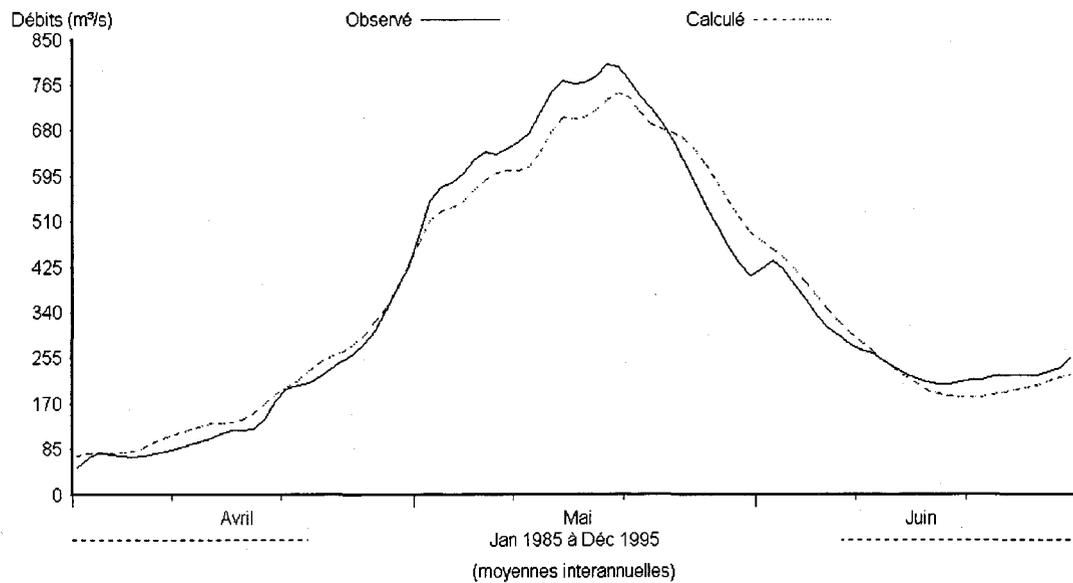
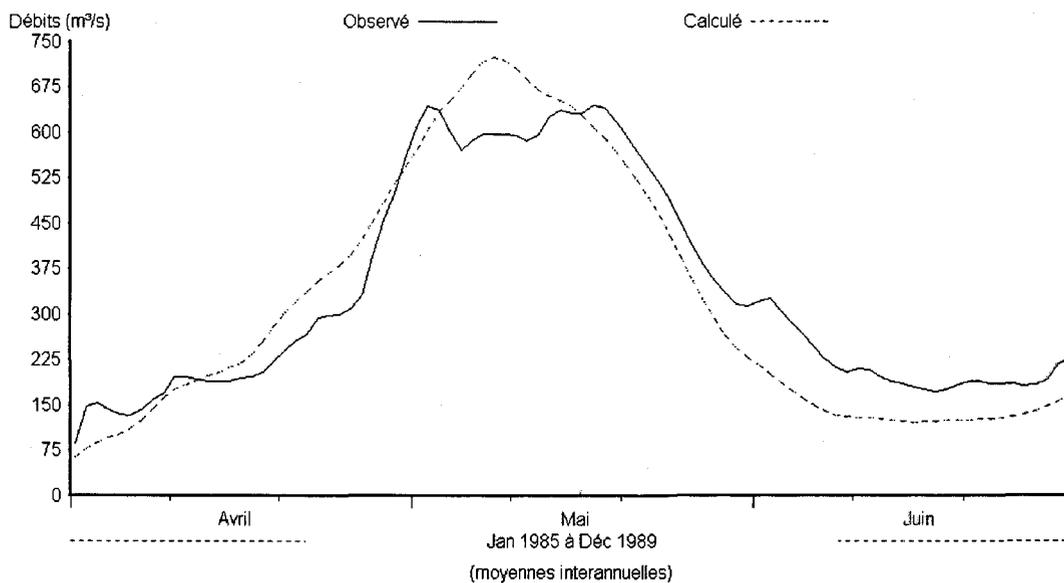


Figure 14.8.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8628      Lame obs.= 267,64      Lame cal. = 254,58



B) Nash=0.7554      Lame obs.= 267,64      Lame cal. = 269,65

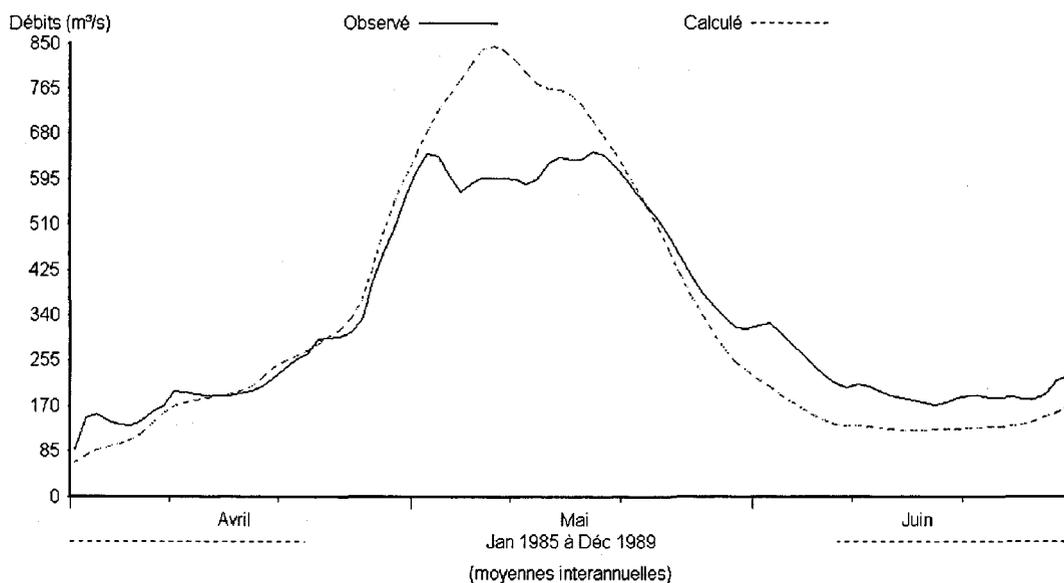
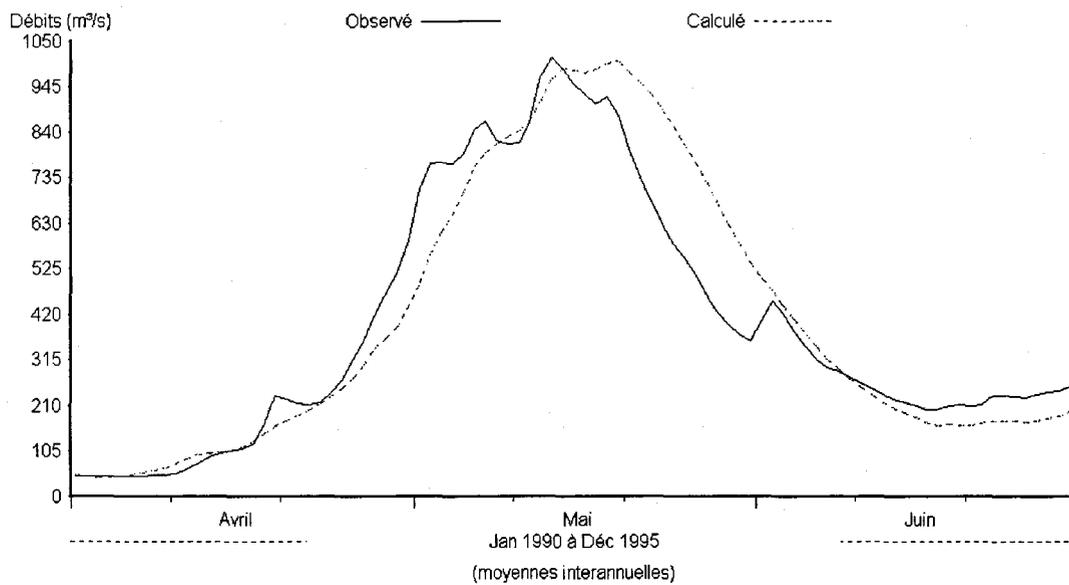


Figure 14.9.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8672    Lame obs.= 316,78    Lame cal. = 325,07



B) Nash=0.8856    Lame obs.= 316,78    Lame cal. = 320,96

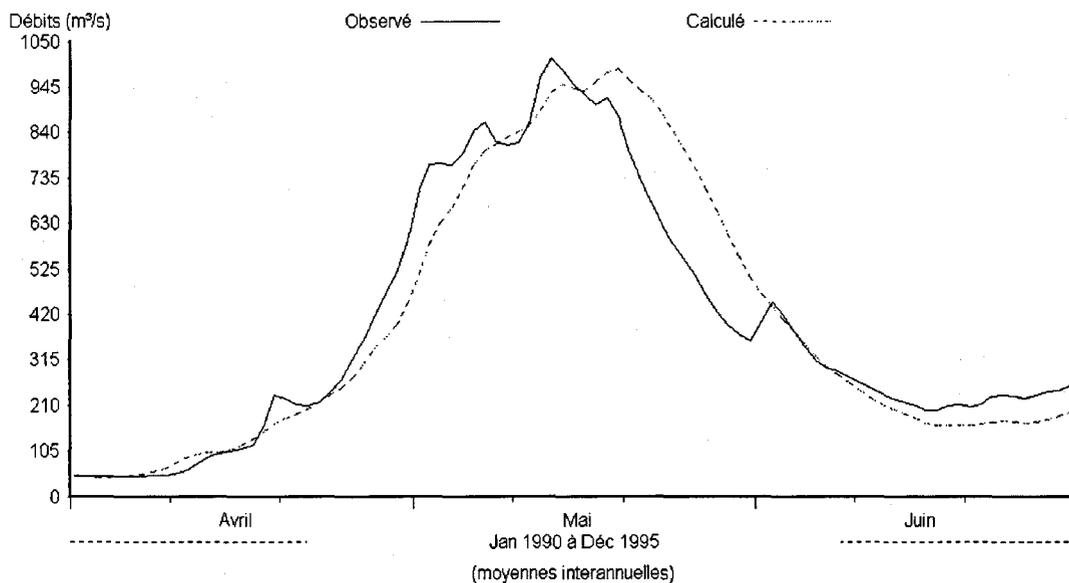
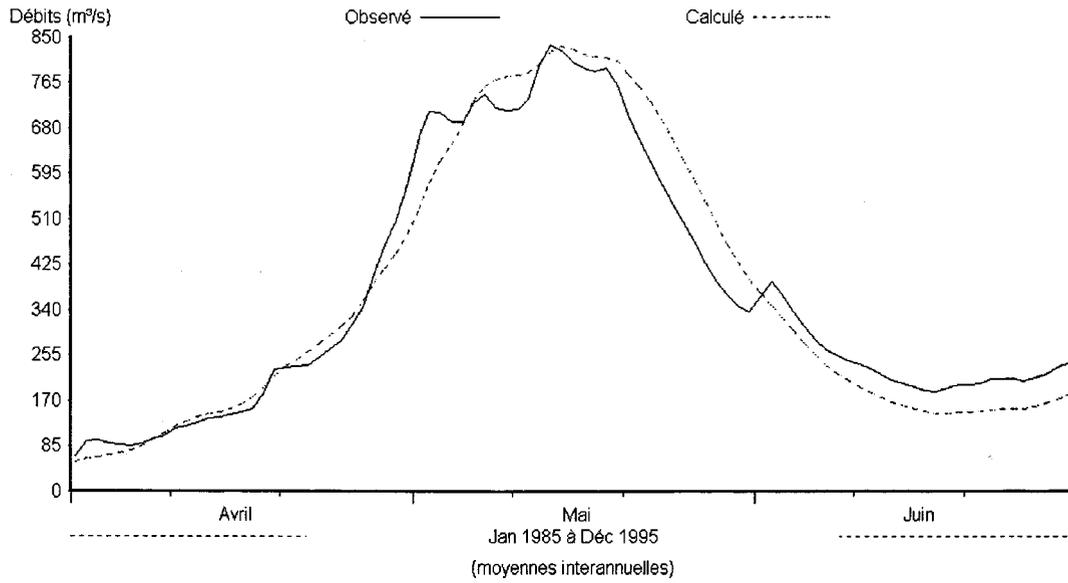


Figure 14.9.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9455    Lame obs.= 294,44    Lame cal. = 293,03



B) Nash=0.9375    Lame obs.= 294,44    Lame cal. = 297,63

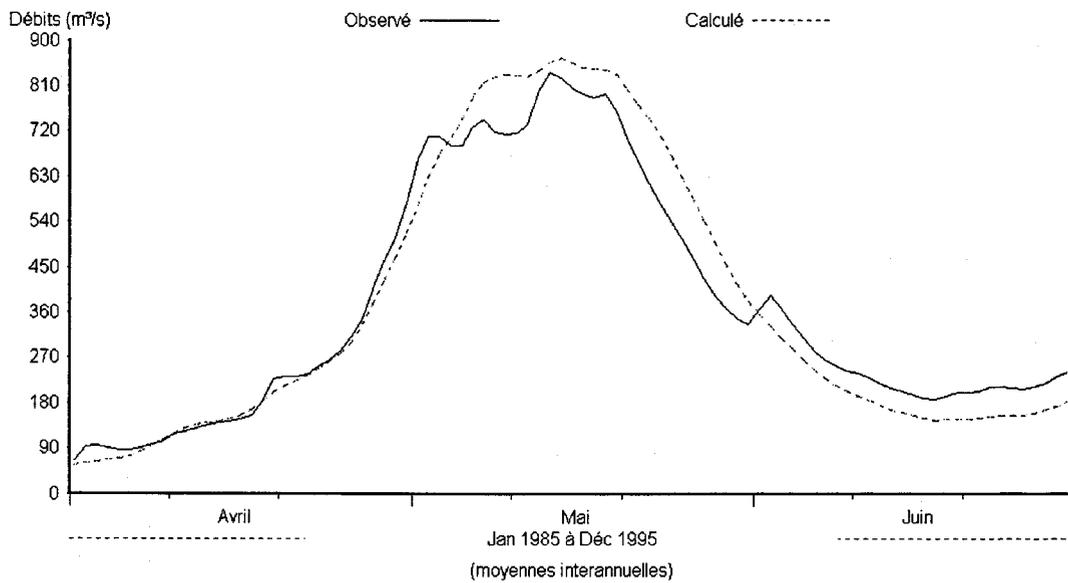
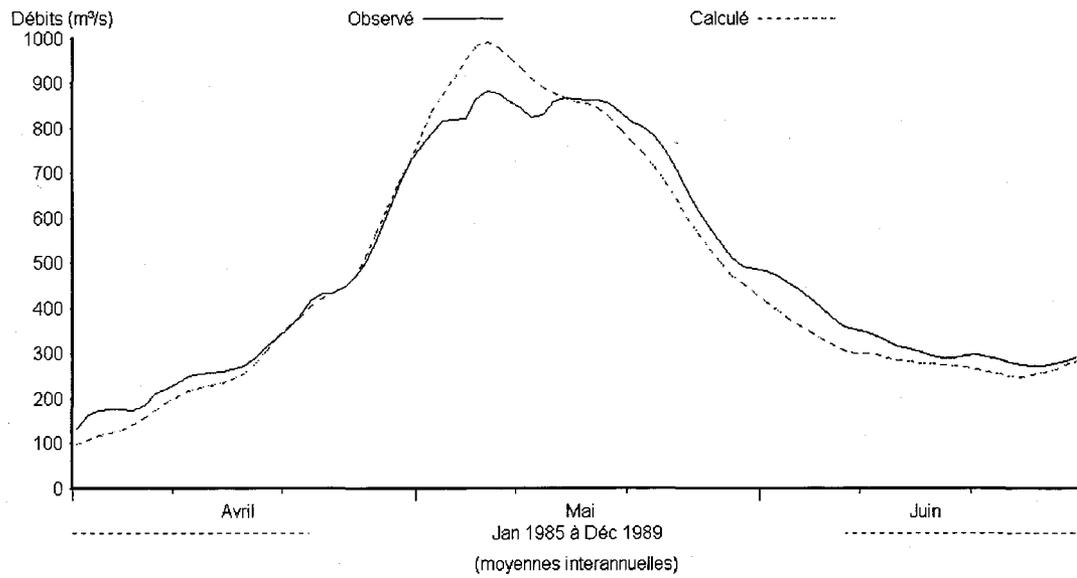


Figure 14.9.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9578      Lame obs.= 246,74      Lame cal. = 238,89



B) Nash=0.9500      Lame obs.= 246,74      Lame cal. = 239,83

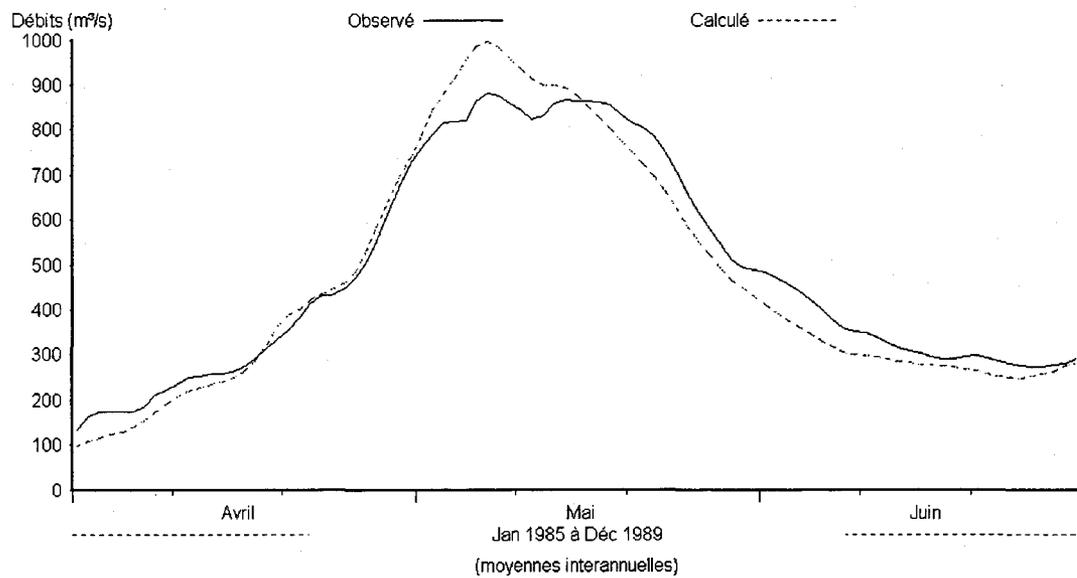
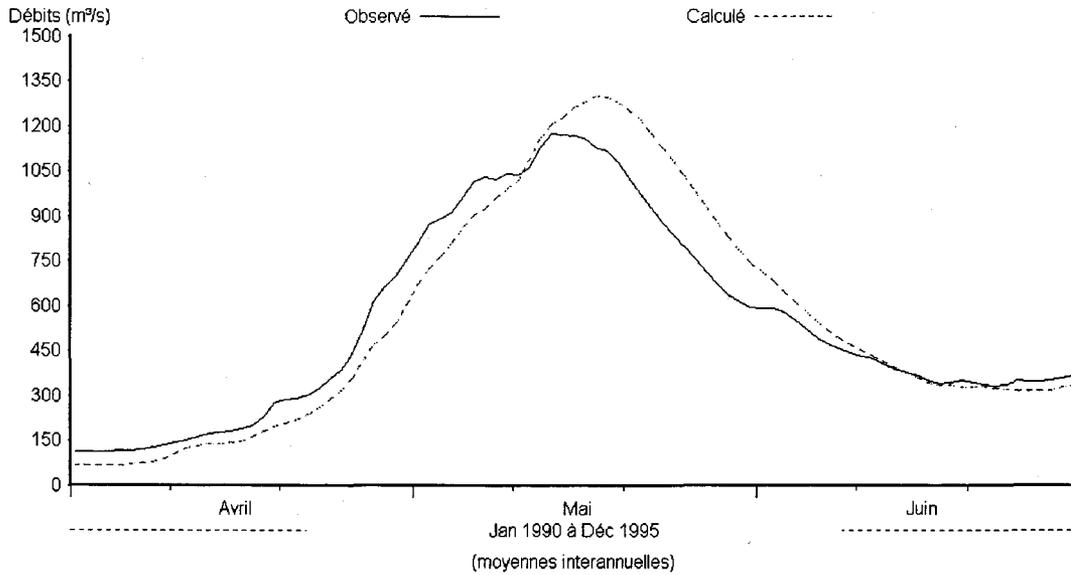


Figure 14.10.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8944    Lame obs.= 280,59    Lame cal. = 285,01



B) Nash=0.9159    Lame obs.= 280,59    Lame cal. = 279,97

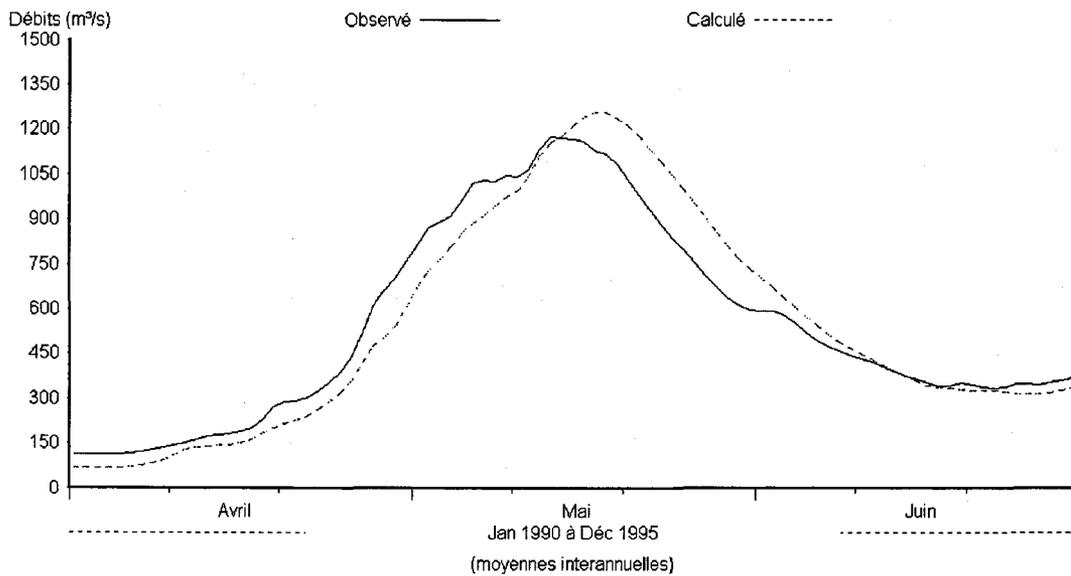
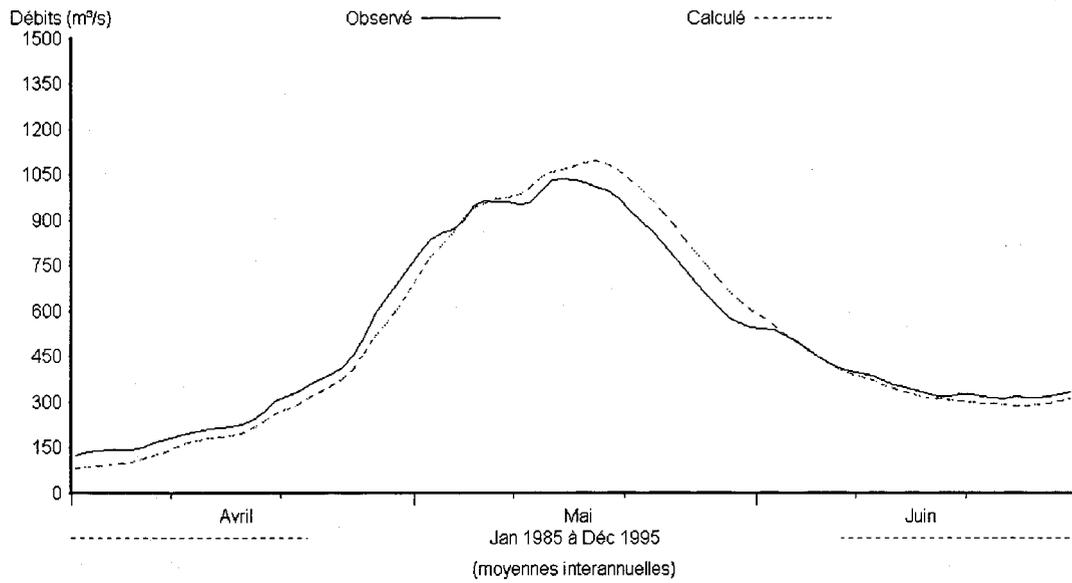


Figure 14.10.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9690    Lame obs.= 265,20    Lame cal. = 264,05



B) Nash=0.9799    Lame obs.= 265,20    Lame cal. = 261,73

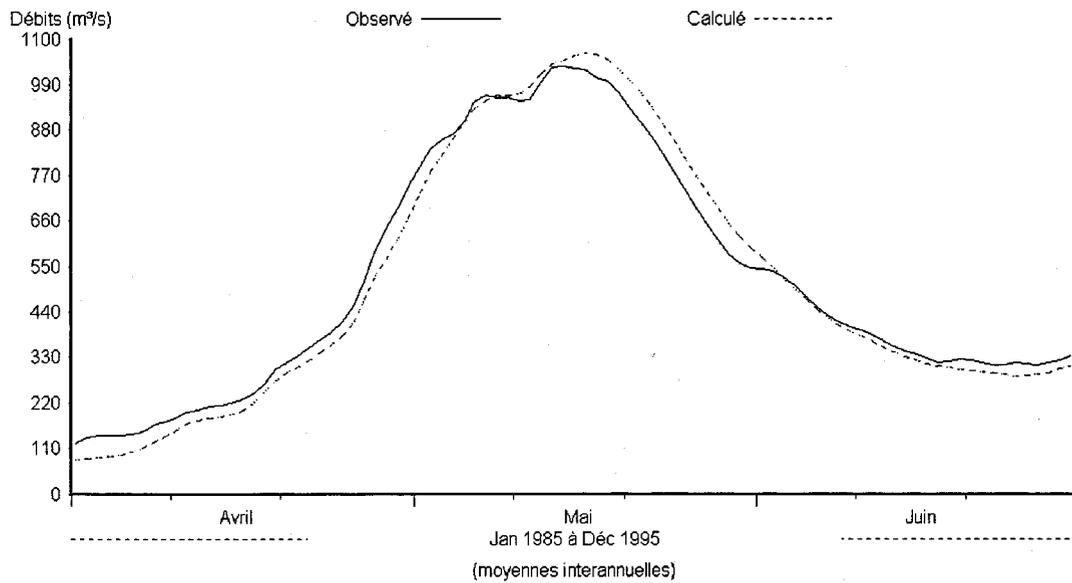
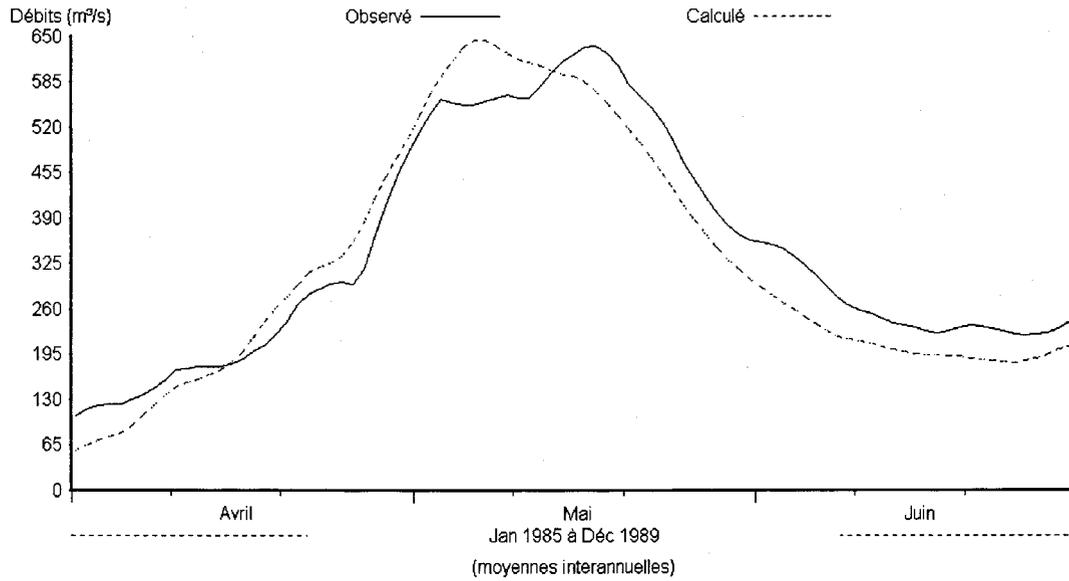


Figure 14.10.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9054      Lame obs.= 241,09      Lame cal. = 228,73



B) Nash=0.9016      Lame obs.= 241,09      Lame cal. = 229,12

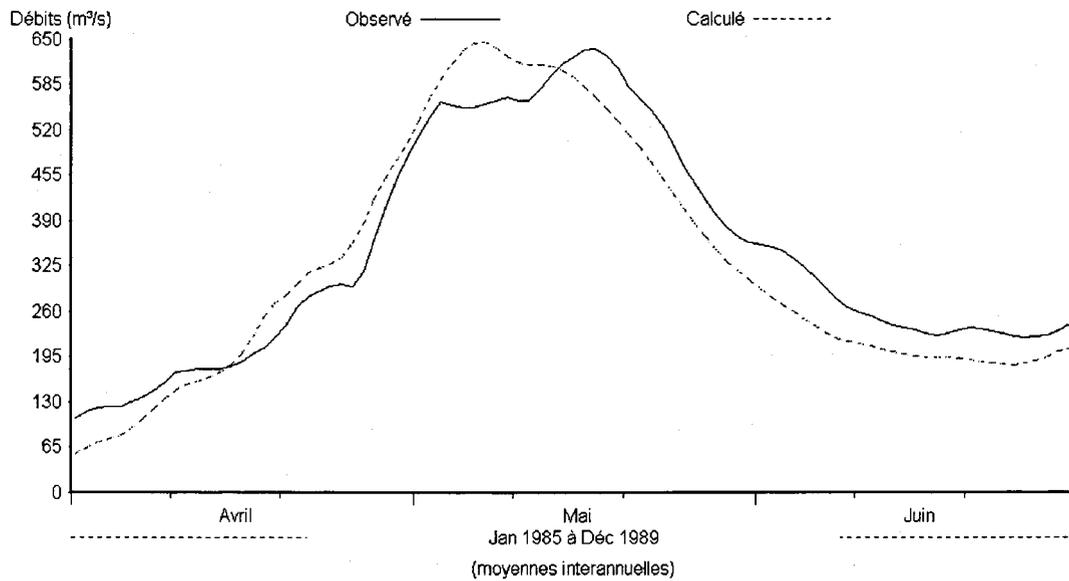
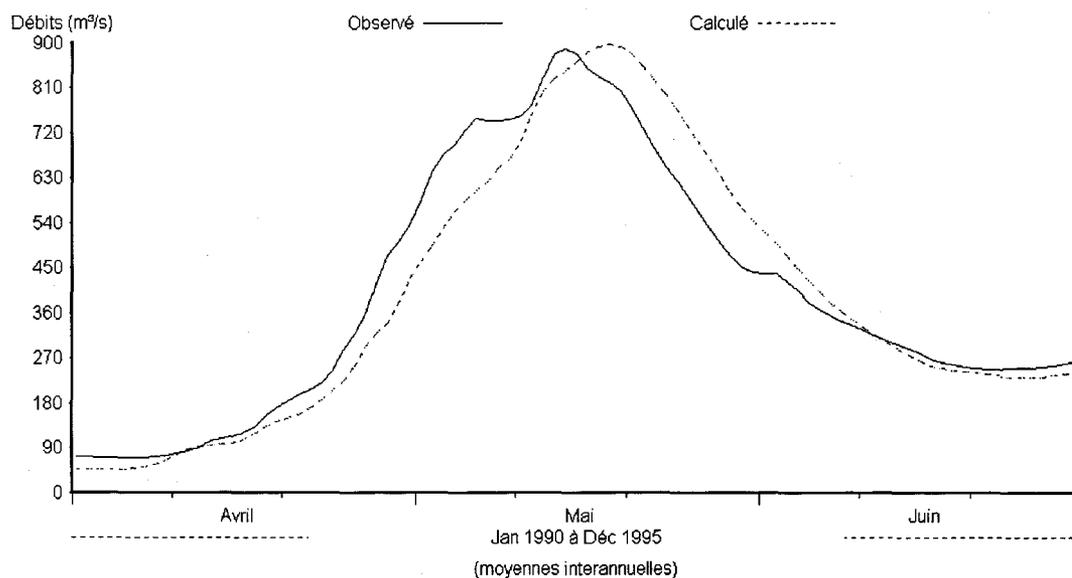


Figure 14.10.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9147    Lame obs.= 280,91    Lame cal. = 276,67



B) Nash=0.9161    Lame obs.= 280,91    Lame cal. = 275,88

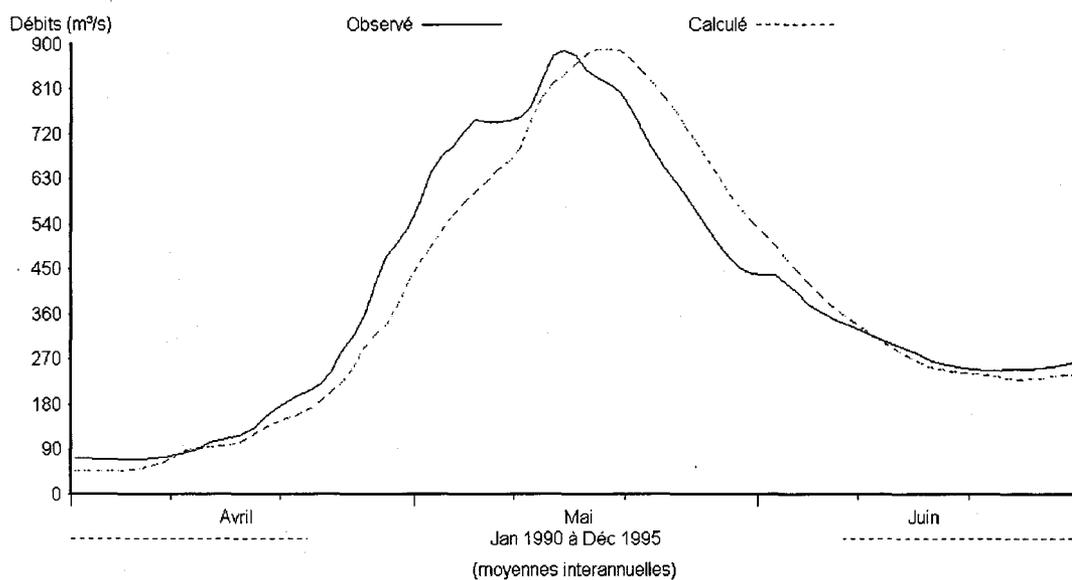
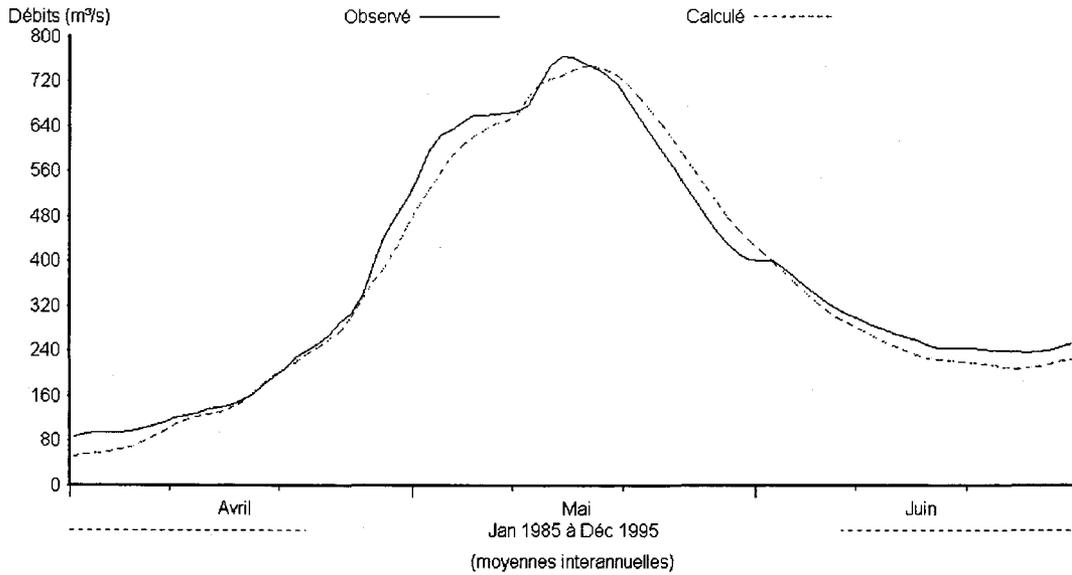


Figure 14.10.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9804    Lame obs.= 262,81    Lame cal. = 254,88



B) Nash=0.9810    Lame obs.= 262,81    Lame cal. = 254,63

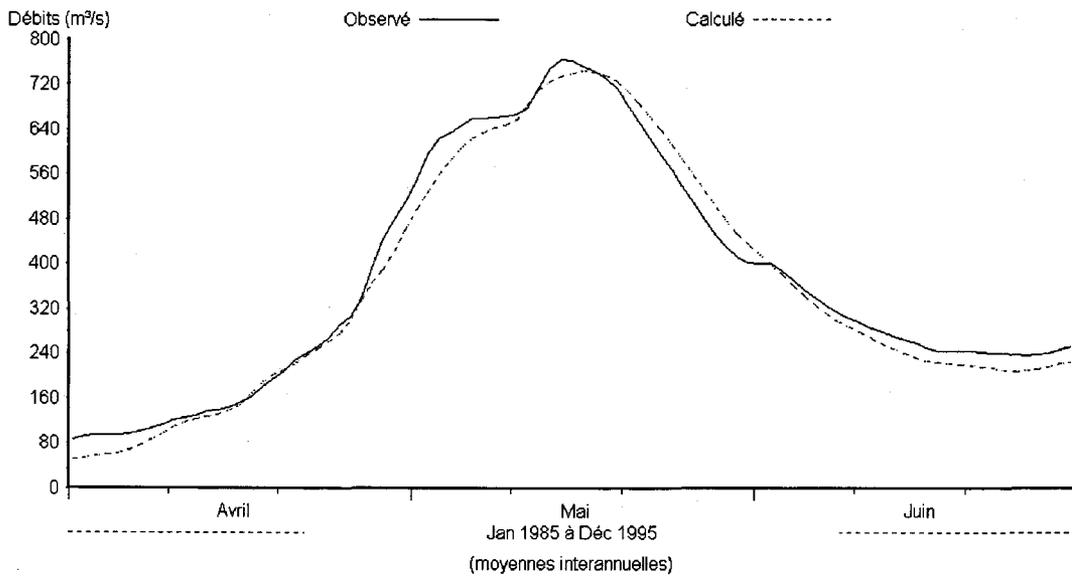
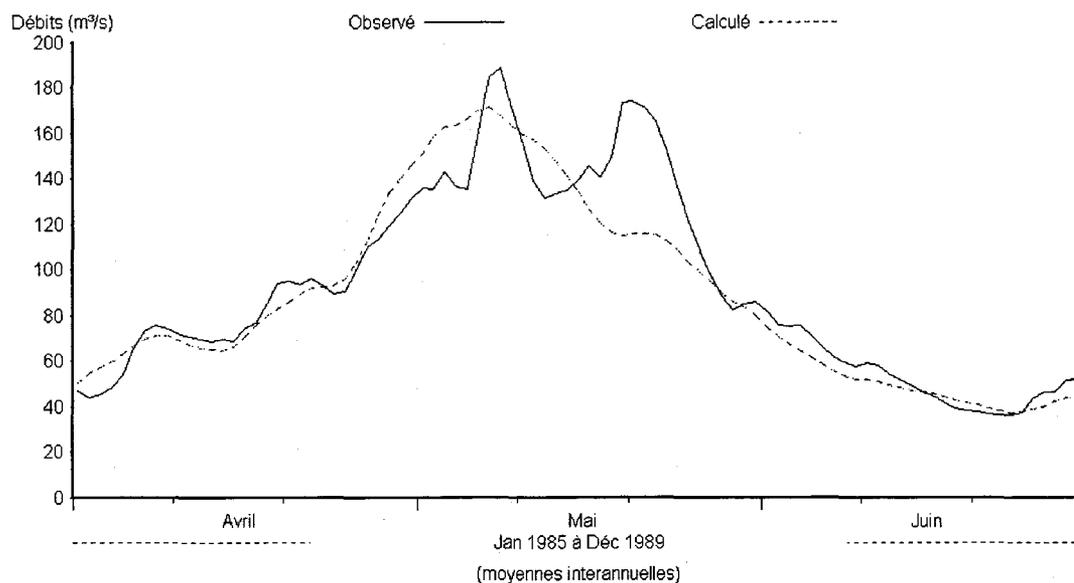


Figure 14.10.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.8492      Lame obs.= 316,76      Lame cal. = 305,14



B) Nash=0.5858      Lame obs.= 316,76      Lame cal. = 267,03

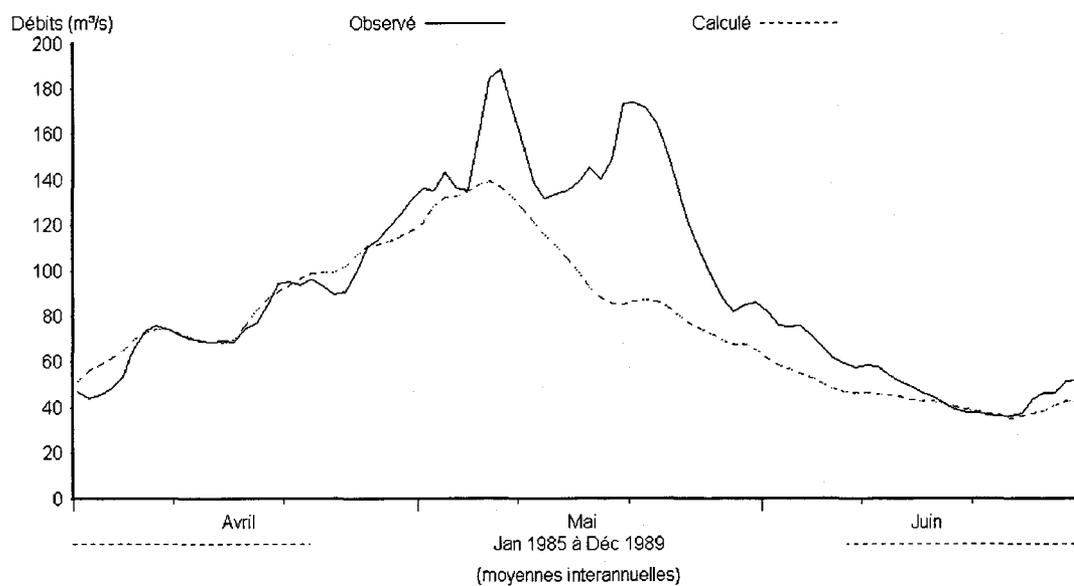
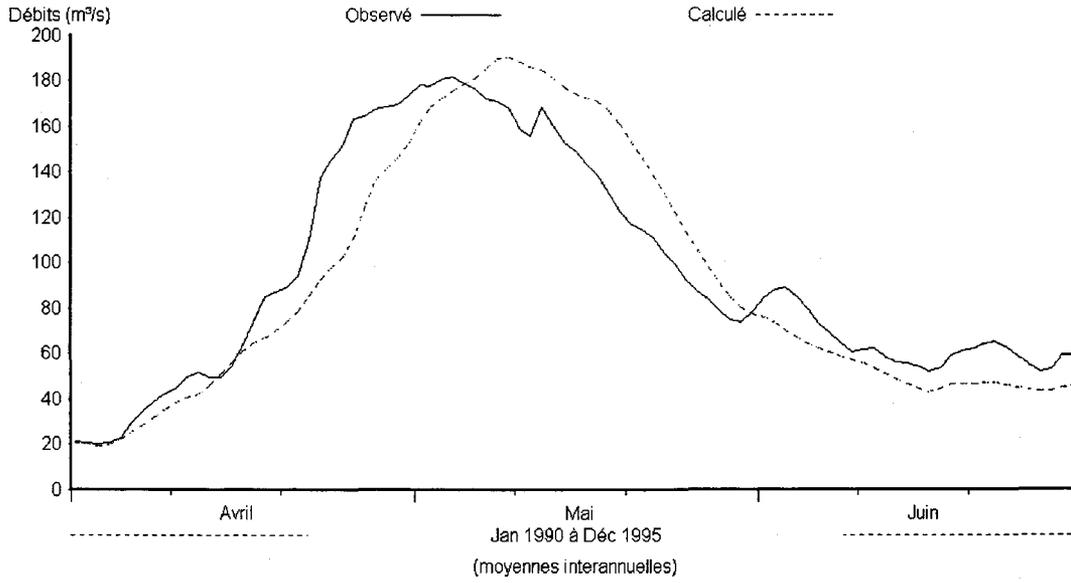


Figure 14.11.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de calibration 1985-1989 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.836      Lame obs.= 326,67      Lame cal. = 315,10



B) Nash=0.7955      Lame obs.= 326,67      Lame cal. = 268,92

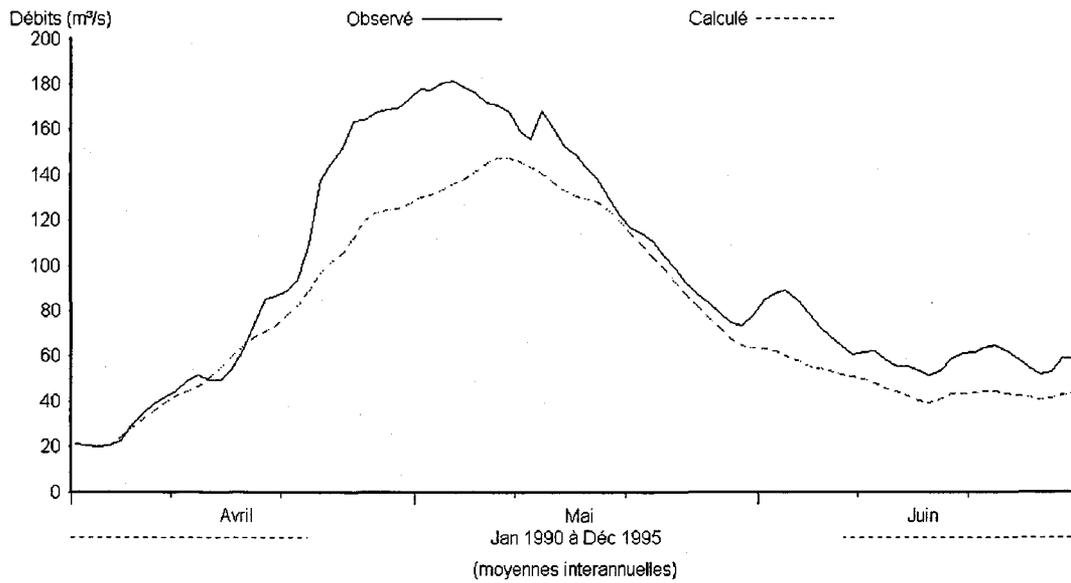
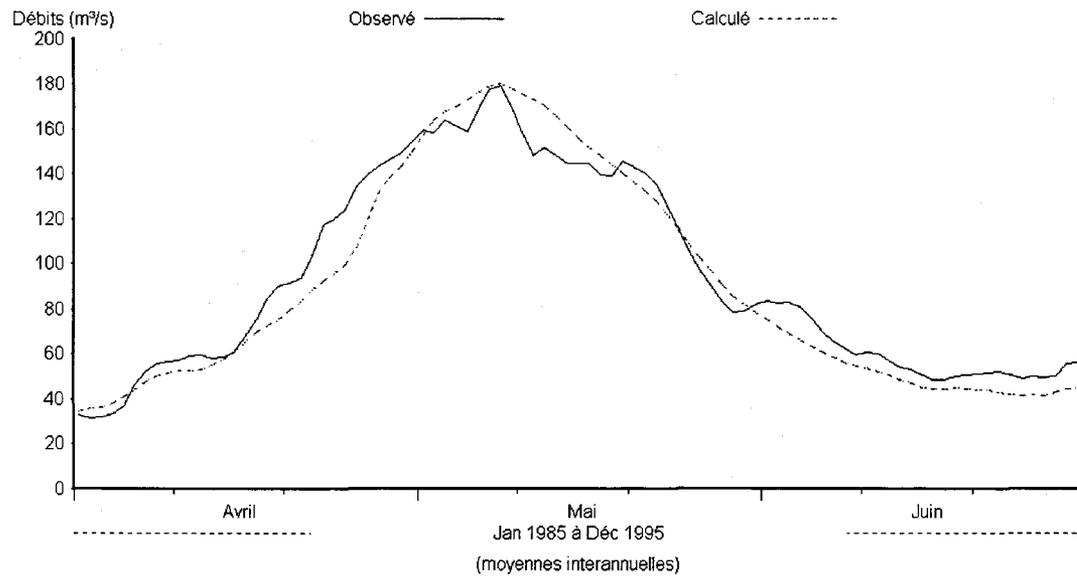


Figure 14.11.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période de vérification 1990-1995 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

A) Nash=0.9459    Lame obs.= 322,17    Lame cal. = 310,58



B) Nash=0.7951    Lame obs.= 322,17    Lame cal. = 268,06

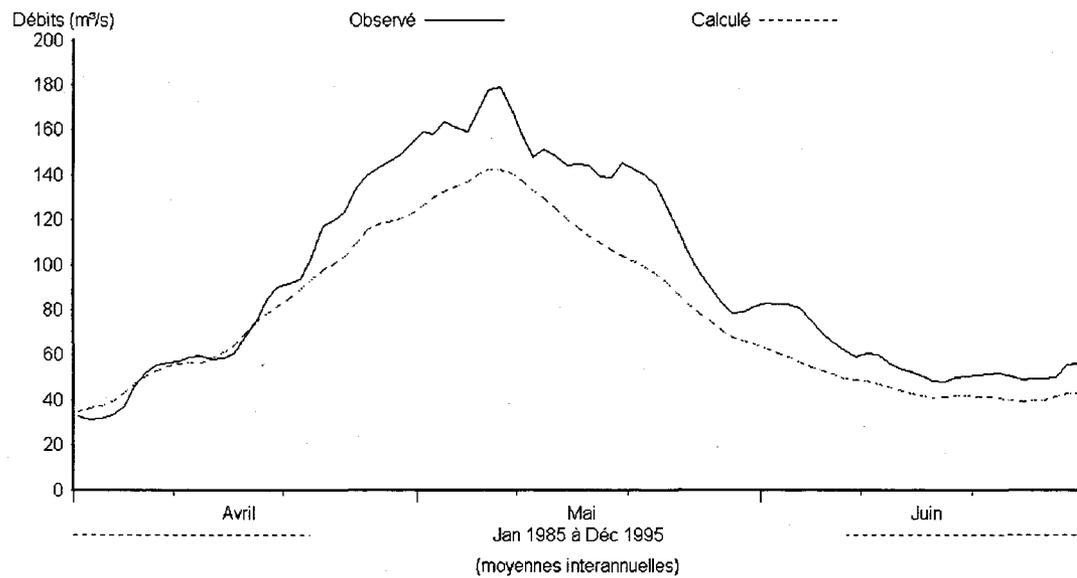
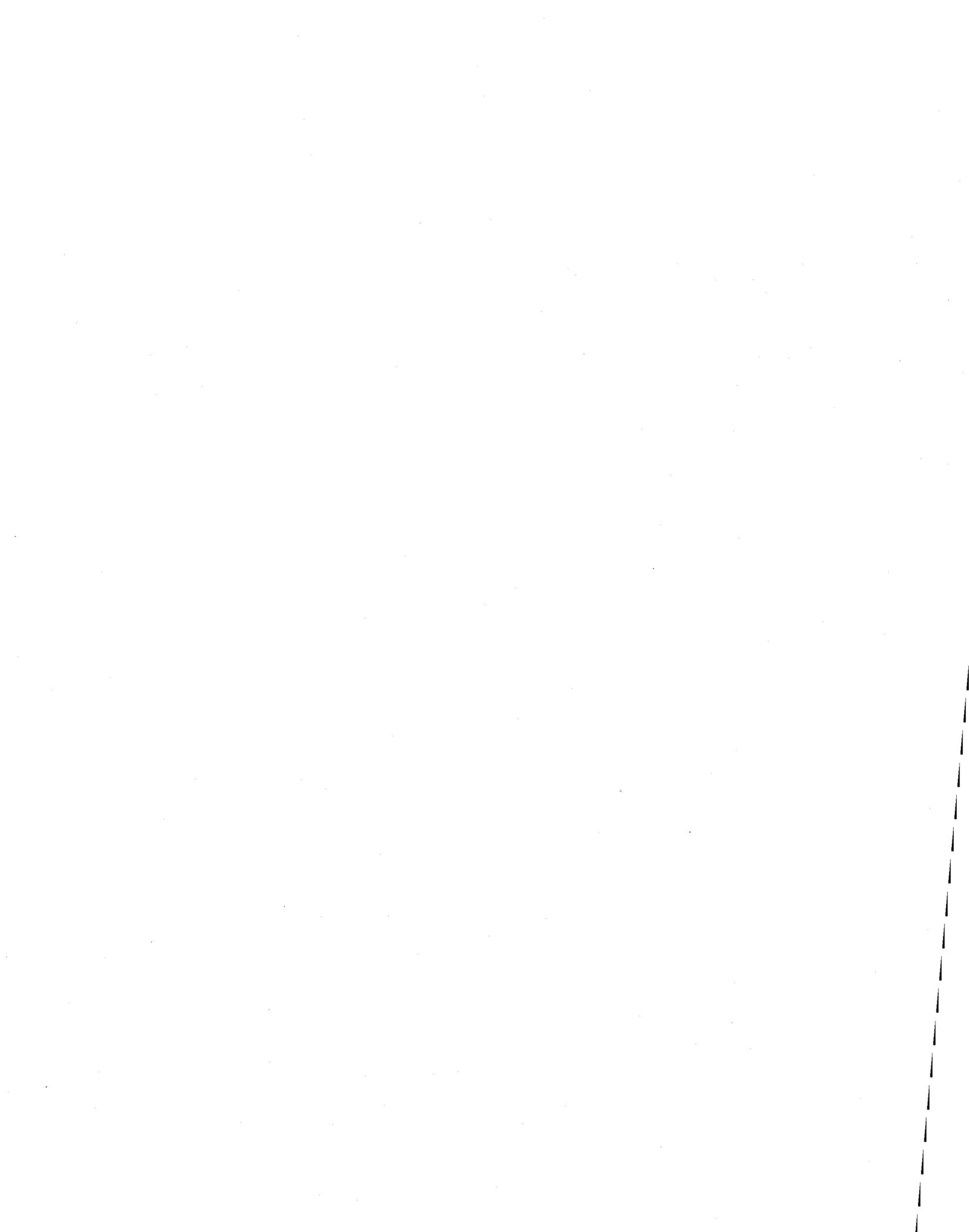


Figure 14.11.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour la période complète 1985-1995 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), A) sans correction des stocks de neige B) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



# 15

## PRÉVISION DES DÉBITS À COURT TERME

---

Ce chapitre a pour but de décrire les résultats de l'utilisation du modèle CEQUEAU pour la prévision des débits à court terme, c'est-à-dire de 1 à 6 jours, pour différentes méthodes de mise à jour. Pour quantifier la précision des prévisions météorologiques par rapport aux données observées, les simulations seront faites avec des données météorologiques observées et prévues, moyennes sur le bassin versant. La précision de chaque simulation sera analysée et on comparera la prévision de CEQUEAU par rapport au modèle "PAYSAN". Dans le but de quantifier le gain de précision des différentes méthodes pour la prévision en temps réel, nous présentons, pour chaque bassin versant étudié, trois méthodes différentes :

- la prévision des débits avec le modèle hydrologique CEQUEAU sans mise à jour;
- la prévision des débits avec le modèle hydrologique CEQUEAU avec mise à jour statistique;
- la prévision des débits avec le modèle hydrologique CEQUEAU avec mise à jour déterministe.

### **A) Prévision des débits avec le modèle hydrologique CEQUEAU sans mise à jour**

Cette première méthode utilise les simulations normales du modèle CEQUEAU. Cela consiste à simuler normalement les débits jusqu'au jour actuel (appelé le jour J) puis à introduire les données météorologiques observées ou prévues. On continue ensuite les simulations hydrologiques, sans aucune mise à jour pour les jours J+1 à J+N, où N représente le nombre de jours pour lesquels on désire prévoir les débits.

## B) Prévision des débits avec le modèle hydrologique CEQUEAU avec mise à jour statistique

Pour cette seconde méthode, on suppose que si le débit calculé par le modèle est sur-estimé ou sous-estimé pour le jour J, il est probable que le débit calculé pour le jour J+1 sera également sur-estimé ou sous-estimé. On peut corriger cette erreur en utilisant les relations mathématiques reliant les résidus précédents le jour J et les résidus qui suivent le jour J. Les résidus sont la différence entre les débits observés et les débits calculés par le modèle.

Pour établir les relations mathématiques entre les résidus, on utilise la période de calibration pour déterminer par régression les coefficients qui s'appliquent pour les jours J+1 à J+N. On a les relations suivantes:

$$\Delta_{J+1} = cte + A_1\Delta_J + A_2\Delta_{J-1} + A_3\Delta_{J-2} + \dots$$

$$\Delta_{J+2} = cte + B_1\Delta_J + B_2\Delta_{J-1} + B_3\Delta_{J-2} + \dots$$

⋮

$$\Delta_{J+N} = cte + X_1\Delta_J + X_2\Delta_{J-1} + X_3\Delta_{J-2} + \dots$$

où:

$\Delta$  : résidu (différence entre le débit observé et le débit calculé par le modèle);

cte : constante;

A, B, X : coefficients;

J : jour précédent la prévision;

N : nombre de jours à prévoir.

S'il n'y a pas d'erreur systématique entre les débits observés et calculés, la constante est nulle. Si on utilise un processus d'ordre 1, les coefficients  $A_1$ ,  $B_1$ , ... $X_1$  sont les coefficients d'autocorrélation des résidus.

Les débits prévus pour les jours J+1 à J+N sont alors obtenus par les équations suivantes:

$$Qs_{J+1} = Q_{J+1} + \rho_1\Delta_J$$

$$Qs_{J+2} = Q_{J+2} + \rho_2\Delta_J$$

⋮

$$Qs_{J+N} = Q_{J+N} + \rho_N\Delta_J$$

où:

- $Q_s$  : débits prévus avec mise à jour statistique pour les jours J+1 à J+N;  
 $Q$  : débits simulés par le modèle pour les jours J+1 à J+N;  
 $\rho$  : coefficient d'autocorrélation des résidus d'ordre 1 à N;  
 $J$  : jour précédent le début de la prévision;  
 $N$  : nombre de jours à prévoir.

Les coefficients d'autocorrélation des résidus sont estimés avec les données de la période de calibration.

### C) Prévision des débits avec le modèle hydrologique CEQUEAU avec mise à jour déterministe

Cette méthode consiste à simuler les débits jusqu'au jour J pour ensuite faire la mise à jour (updating), si nécessaire, des variables d'état du modèle en utilisant au besoin toutes les données antérieures au jour J, y compris les débits mesurés pour les jours précédents. Il s'agit ensuite de continuer la simulation pour quelques jours en introduisant les prévisions météorologiques comme données d'entrées.

Les variables d'états que l'on corrige sont la quantité d'eau dans les réservoirs SOL et NAPPE pour chacun des carreaux entiers ainsi que la quantité d'eau en transit dans les tronçons de rivière de chacun des carreaux partiels. Les quantités d'eau dans les réservoirs sont corrigées en fonction du résidu entre les débits observés et les débits calculés par le modèle hydrologique pour le ou les jours précédents le jour J.

La difficulté de cette méthode de mise à jour est de déterminer dans quel réservoir on doit modifier le niveau d'eau et de quelle quantité. Par exemple, en période d'étiage, le débit est produit par le réservoir NAPPE seulement et la correction des réserves d'eau doit être faite dans les réservoirs TRANSFERT et NAPPE. En période de crue, l'écoulement provient principalement du réservoir SOL et la correction doit être faite dans les réservoirs TRANSFERT et SOL. Pour déterminer le réservoir devant faire l'objet d'une correction, on calcule les précipitations antérieures pour une période donnée. Si ces précipitations dépassent un certain seuil, on suppose que l'écoulement provient principalement du réservoir SOL. Dans le cas contraire, on considère que la rivière est en étiage et l'écoulement provient du réservoir NAPPE. La quantité d'eau à ajouter ou à soustraire des réservoirs est estimée de la façon suivante:

- on calcule l'erreur moyenne entre les débits observés et calculés pour les N jours précédents le jour J (N est une variable lue sur le vecteur PREVIDET et peut varier de 1 à 10 jours):

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^N (q_{oi} - q_{ci})}{N}$$

- $\Delta$  : erreur moyenne (m<sup>3</sup>/s) des N jours précédents la date de prévision (jour J);  
 $q_{oi}$  et  $q_o$  : débits calculés et observés (m<sup>3</sup>/s) des N jours précédents le jour J;  
 $N$  : nombre de jours, précédents le jour de prévision J.

- on calcule le débit observé moyen QM (m<sup>3</sup>/s) pour les N jours précédents le jour J:

$$QM = \sum_{i=1}^N \frac{(q_{oi})}{N}$$

- on calcule l'erreur relative pour les N jours précédents le jour J:

$$ERR = \frac{\Delta}{QM}$$

- on corrige les réserves d'eau dans le réservoir TRANSFERT qui représente l'eau disponible dans chaque tronçon des cours d'eau sur le bassin versant:

$$VOLCP_i = VOLCP_i + (VOLCP_i \times ERR) \times FACTRA$$

- $VOLCP_i$  : volume d'eau dans le tronçon du carreau partiel i;  
 $FACTRA$  : coefficient d'ajustement à déterminer par essais et erreurs ou par optimisation;  
 $i$  : indice du carreau partiel, varie de 1 à NBCP.

Le calcul de la correction ERR ne tient pas compte des variations des coefficients de transfert d'un carreau partiel à l'autre et du fait qu'on peut avoir des inversions d'erreur, c'est-à-dire que les débits simulés sont sous-estimés une journée et surestimés le lendemain ou l'inverse. Lorsqu'il y a inversion d'erreur la correction des réserves d'eau amplifie l'erreur pour les jours suivants. Pour déterminer la correction optimale on a introduit le coefficient FACTRA qui est déterminé par essais et erreurs ou par optimisation sur une longue période.

- Si la somme, des précipitations liquide et de la fonte de neige, antérieures est inférieure au seuil fixé, on suppose que les écoulements proviennent du réservoir NAPPE et on modifie le volume d'eau dans ce réservoir pour tous les carreaux entiers de la façon suivante:

$$VOLNAP_j = VOLNAP_j + \frac{\Delta}{FCBV} \times CORNAP$$

$$FCBV = 0.01157 \times BV$$

- $VOLNAP_j$  : volume d'eau (mm) dans le réservoir NAPPE du carreau entier  $j$ ;  
 $CORNAP$  : coefficient d'ajustement à déterminer par essais et erreurs ou par optimisation;  
 $j$  : indice du carreau entier, varie de 1 à NBCE;  
 $BV$  : superficie du bassin versant ( $km^2$ );  
 0,01157 : débit en  $m^3/s \cdot j$  correspondant à 1 mm d'écoulement sur 1  $km^2$ .

Comme précédemment, pour tenir compte des inversions d'erreurs et de la variation des coefficients de vidange basse et haute du réservoir NAPPE, le coefficient CORNAP est déterminé par essais et erreurs ou par optimisation.

- Si la somme, des précipitations liquide et de la fonte de neige, antérieures est supérieure au seuil fixé, on suppose que les écoulements proviennent du réservoir SOL et on modifie le volume d'eau dans ce réservoir pour tous les carreaux entiers de la façon suivante:

$$VOLNAP_j = VOLNAP_j + \frac{\Delta}{FCBV} \times CORNAP$$

$$FCBV = 0.01157 \times BV$$

- $VOLSOL_j$  : volume d'eau dans le réservoir SOL du carreau entier  $j$ ;  
 $CORSOL$  : coefficient d'ajustement à déterminer par essais et erreurs ou par optimisation;  
 $j$  : indice du carreau entier (varie de 1 à NBCE);  
 $BV$  : superficie du bassin versant ( $km^2$ );  
 0,0157 : débit en  $m^3/s \cdot j$  pour 1 mm d'écoulement sur 1  $km^2$ .

Le coefficient CORSOL est déterminé pour tenir compte des inversions d'erreurs et des variations des coefficients de vidange du réservoir SOL.

## D) Application

Les simulations des débits sont faites en utilisant les paramètres hydrologiques ajustés précédemment (chapitres 2 à 13) pour chaque bassin versant.

Les paramètres de mise à jour statistique sont estimés en calculant l'autocorrélation des résidus (débits observés moins les débits calculés) de la période de calibration soit de 1985 à 1989.

Les paramètres de mise à jour déterministe sont estimés par optimisation en utilisant également les données de la période de calibration. Pour déterminer dans quel réservoir on doit faire les corrections (SOL ou NAPPE) nous avons fixé, pour tous les bassins versants, le seuil de la lame d'eau disponible au sol (précipitation liquide plus fonte de neige) à 10 mm sur les trois jours précédents le jour  $J$ . Le nombre de jours utilisé pour calculer l'erreur moyenne du débit ( $\Delta$ ) est

un (1) jour pour tous les bassins versants. Des essais avec deux ou trois jours ont donné des résultats moins précis, même pour les bassins avec les apports non contrôlés reconstitués qui présentent beaucoup d'oscillation.

La précision des prévisions des trois méthodes de prévision est analysée par comparaison des coefficients de Nash, défini à la section 1.1.4 et de l'erreur quadratique moyenne (RMSE) pour les périodes de calibration et de vérification en utilisant les données météorologiques observées et les débits mesurés aux stations.

En plus d'analyser la précision des débits que l'on peut prévoir par comparaison des coefficients de Nash et des erreurs quadratiques moyennes (RMSE), pour les différentes méthodes de prévision, il est intéressant de comparer les résultats que l'on obtient par rapport au modèle "PAYSAN" ou "NAIF" tel que défini par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM 1992).

Le modèle PAYSAN ou "NAIF", tel qu'utilisé par l'OMM, suppose que les débits des jours  $J+1$  à  $J+N$  sont égaux au débit du jour  $J$ . Ainsi, si nous n'avons pas de modèle sur un bassin versant, la meilleure estimation des débits à venir consiste à supposer que les débits d'aujourd'hui se reproduiront demain et les jours suivants. Ceci est d'autant plus vrai que le bassin versant est grand et que l'autocorrélation des débits est forte. La précision des modèles hydrologiques doit être meilleure que celle du modèle PAYSAN, sinon il s'avère inutile de faire les prévisions avec des modèles hydrologiques complexes. Dans l'intercomparaison des modèles hydrologiques pour la prévision des débits en temps réel, l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM 1992) a comparé les résultats des modèles de simulation avec le modèle PAYSAN. Dans l'ensemble, les modèles hydrologiques avec mise à jour donnent de meilleurs résultats bien que pour quelques rares cas, la prévision avec le modèle PAYSAN était plus précise.

En utilisant les observations météorologiques et en faisant les prévisions sans mise à jour, l'erreur des débits prévus par rapport aux débits observés dépend de la précision du modèle seulement et est à peu près constant pour les jours  $J+1$  à  $J+n$ . Dans ce cas, les débits prévus ne contiennent pas les erreurs des prévisions météorologiques puisque l'on utilise les données météorologiques mesurées sur le bassin versant. Ces débits prévus correspondent à ce que l'on peut obtenir lorsque les prévisions météorologiques sont identiques aux données mesurées aux stations.

Dans le cas des prévisions avec mise à jour, statistique ou déterministe, si on utilise les données météorologiques mesurées, la détérioration de la précision dans le temps dépend de la procédure de la mise à jour seulement.

Pour analyser la précision des débits que l'on peut effectivement prévoir en temps réel, on doit utiliser les données météorologiques prévues. Cette analyse sera faite pour tous les bassins versants en utilisant les données météorologiques prévues. Les données utilisées sont les prévisions moyennes pour chaque bassin versant, calculées à partir des prévisions aux points

de grille faites par le modèle global du service météorologique d'Environnement Canada pour les jours 1 à 6. Ces prévisions moyennes ont été calculées et transmises par le groupe de recherches hydrique d'Alcan. Ces données sont disponibles pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995.

## 15.1 Application au bassin versant amont (BAM)

### 15.1.1 Prévision sans mise à jour

Les résultats de l'analyse des prévisions sans mise à jour sont présentés sur les tableaux 15.1.1 à 15.1.3. Le tableau 15.1.1 présente l'analyse des débits prévus pour le bassin versant amont à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour, pour la période de calibration et de vérification. Les données météorologiques utilisées sont les données observées sur le bassin versant (BAM). Sur ce tableau, on observe que les erreurs quadratiques moyens ( $RMSE_{CEQ}$ ) et les coefficients de Nash ( $NASH_{CEQ}$ ) des débits calculés avec le modèle CEQUEAU ne se dégradent pas avec les jours. Ce phénomène s'explique par l'utilisation des données météorologiques mesurées sur le bassin versant, ces données ont la même précision pour tous les jours. On observe également que les débits prévus sont un peu moins précis pour la période de vérification que pour la période de calibration. Cela est normal puisque les données de la période de calibration ont été utilisées pour l'ajustement des paramètres du modèle. La comparaison des critères numériques RMSE et NASH montre que la prévision pour la première journée est meilleure si on utilise PAYSAN pour la période de calibration et c'est l'inverse pour la période de vérification. Pour les jours suivants, les prévisions avec PAYSAN sont de moins en moins précises et il est préférable d'utiliser CEQUEAU. Le modèle PAYSAN utilise pour les 6 jours de prévision le dernier débit observé ce qui explique la dégradation dans le temps.

Pour déterminer la précision des débits que l'on peut effectivement prévoir en temps réel, les prévisions de la température de l'air et de la précipitation qui ont été émises par Environnement Canada, pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995, sont utilisées comme données d'entrées du modèle.

Tout d'abord, nous avons analysé la précision de ces prévisions par rapport aux valeurs mesurées sur le bassin versant. Le tableau 15.1.2 montre, les moyennes des valeurs mesurées et prévues et l'erreur quadratique moyenne (RMSE), pour la température de l'air et pour les précipitations pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995. Sur ce tableau, on observe que les moyennes des températures de l'air observées et prévues sont assez différentes, soit près de 6°C, qu'il y a une légère dégradation dans le temps, l'erreur quadratique moyenne passant de 6.6 pour le jour 1 à 8.43 pour le jour 6. Les moyennes des précipitations observées et prévues sont à peu près équivalentes pour les six jours de prévision mais l'erreur quadratique moyenne augmente avec les jours, ce qui indique qu'il y a dégradation de la précision avec le temps.

Les statistiques, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, des prévisions hydrologiques faites avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données

météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.1.3. L'analyse de ce tableau permet de conclure que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les trois premiers jours ( $RMSE \approx 211$ ) et pour les jours suivants la dégradation croît avec les jours. Le modèle PAYSAN permet de prévoir les débits des trois premiers jours avec plus de précision. Pour les jours suivants, le modèle CEQUEAU permet une meilleure prévision des débits.

### 15.1.2 Prévision avec mise à jour statistique

Le tableau 15.1.4 présente les coefficients d'autocorrélation des résidus, pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et pour la période complète (1985-1995). Les résidus constituent la différence entre les débits calculés par le modèle hydrologique et les apports naturels reconstitués. Sur ce tableau, on observe pour la période de calibration que l'autocorrélation est de 0,614 pour le jour 1 et décroît jusqu'à 0,359 pour le jour 6. La faiblesse de ces valeurs peut s'expliquer par la fluctuation des apports reconstitués. Pour la période de vérification, on observe que les coefficients d'autocorrélation sont légèrement plus faibles.

Les coefficients d'autocorrélation estimés avec la période de calibration (1985-1989) seront utilisées pour calculer la mise à jour statistique des débits simulés par le modèle hydrologique CEQUEAU. Les coefficients des autres périodes ont été calculés dans le but de vérifier la variation des coefficients d'autocorrélation d'une période à l'autre.

Le tableau 15.1.5 présente les résultats des prévisions avec mise à jour statistique pour la période de calibration et de vérification. Sur ce tableau, on observe que les débits prévus avec mise à jour statistique sont plus précis que ceux prévus sans mise à jour, tableau 15.1.1. On observe cependant une dégradation de la précision avec les jours. Comme on a utilisé les données météorologiques observées, la dégradation provient des coefficients de corrélation qui diminue avec les jours.

Dans le cas des simulations avec les prévisions météorologiques (tableau 15.1.6) la dégradation de la précision est produite, par la diminution de la précision des prévisions météorologiques et par la diminution des coefficients d'autocorrélation utilisés pour la mise à jour. Les prévisions avec le modèle CEQUEAU sont toujours plus précises que celles avec PAYSAN.

### 15.1.3 Prévision avec mise à jour déterministe

Pour tous les bassins versants, nous avons fixé le seuil des précipitations antérieures à 10 mm sur trois jours pour déterminer les coefficients de mise à jour déterministe tel que décrit précédemment. Les valeurs obtenues par optimisation des débits simulés pour la période de calibration (1985 à 1989) sont:

|          |       |
|----------|-------|
| CORNAP = | 21,70 |
| CORSOL = | 9,36  |
| FACTRA = | 1,53  |

Le tableau 15.1.7 montre les critères numériques des débits prévus par PAYSAN et CEQUEAU avec la mise à jour déterministe, pour les périodes de calibration et de vérification. La comparaison de ces critères numériques pour les modèles CEQUEAU et PAYSAN montre que la prévision des débits prévus par CEQUEAU avec mise à jour déterministe est plus précise. On observe que l'erreur quadratique moyenne augmente avec les jours. Étant donné que se sont les données météorologiques réelles qui ont été utilisées pour les calculs de ce tableau, cette augmentation de l'erreur provient de la dégradation de la mise à jour des réservoirs.

Les statistiques des débits prévus, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenues avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et avec les données météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.1.8. L'analyse de ce tableau montre que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours et après la dégradation croît avec les jours.

#### 15.1.4 Comparaison des méthodes de prévision

Les histogrammes des erreurs quadratiques moyennes de toutes les prévisions faites sur le bassin versant sont présentés sur la figure 15.1.1. Les deux premières parties de cette figure montrent les résultats pour la période de calibration et de vérification. L'erreur quadratique moyenne a été calculée pour les prévisions faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. Cette figure montre que les meilleurs résultats sont obtenus avec la mise à jour déterministe mais qu'il y a peu de différence avec les débits prévus avec la mise à jour statistique.

La troisième partie de la figure 15.1.1 montre l'erreur quadratique moyenne des prévisions pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Dans ce cas, les prévisions ont été faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour en utilisant les données météorologiques observées ou prévues et finalement avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique ou déterministe avec les données météorologiques prévues. On observe sur cette figure que les meilleurs résultats sont obtenus avec la mise à jour déterministe pour les jours 1 à 4 et avec la mise à jour statistique pour les jours 5 et 6. Si on compare l'erreur quadratique moyenne des prévisions faites en utilisant les données météorologiques observées ou prévues, on observe qu'on obtient la même précision pour les jours 1 à 3 et après il y a une dégradation de la précision si on utilise les données météorologiques prévues.

L'analyse des critères numériques tels que le coefficient de Nash et l'erreur quadratique moyenne nous renseigne d'une façon objective sur la précision globale des prévisions. Cependant, il est difficile de concevoir les différences entre les débits simulés par les différentes méthodes. Par contre, l'analyse des hydrogrammes des débits observés et prévus, même si elle peut être subjective, nous permet de percevoir tous les changements sur les débits prévus découlant de l'utilisation d'une méthode plutôt qu'une autre. Ainsi, pour compléter notre analyse

des trois méthodes de prévisions des débits, il est intéressant de comparer les hydrogrammes des débits observés avec les hydrogrammes des débits prévus sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. Les figures N1.1 à N1.3 de l'annexe N permettent cette comparaison pour le jours de prévision 1 pour les années 1993 à 1995. Les figures montrent les hydrogrammes simulés avec le modèle CEQUEAU a) sans mise à jour b) avec mise à jour statistique et c) avec mise à jour déterministe, en utilisant les prévisions météorologiques comme données d'entrées.

## 15.2 Application au bassin versant Lac Manouane (LM)

### 15.2.1 Prévision sans mise à jour

Les résultats de l'analyse des prévisions sans mise à jour sont présentés sur les tableaux 15.2.1 à 15.2.3. Le tableau 15.2.1 présente l'analyse des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour, pour la période de calibration et de vérification. Les données météorologiques utilisées sont les données observées sur le bassin versant. Sur ce tableau, on observe que les erreurs quadratiques moyennes de CEQUEAU (RMSE CEQ) sont beaucoup plus faibles que les erreurs quadratiques du modèle PAYSAN. Cette différence s'explique par l'imprécision des apports naturels reconstitués. Si on regarde les hydrogrammes annuels sur les figures de l'annexe B, on voit que les apports reconstitués ont une très grande fluctuation et on observe même des apports négatifs. La prévision avec PAYSAN implique d'utiliser le dernier débit observé, ou apport naturel reconstitué pour estimer les débits à venir, si ce débit est très imprécis les prévisions seront également très imprécises.

Si on compare, les coefficients de Nash, on observe que le coefficient de Nash est beaucoup plus faible (0,611) sur le bassin versant Lac Manouane que sur le bassin versant Amont (0,777). Une grande partie de cette différence peut s'expliquer par une plus grande imprécision des apports naturels reconstitués comme on peut le voir si on analyse les hydrogrammes du bassin versant amont (annexe A) et les hydrogrammes de Lac Manouane (annexe B).

Pour la période de vérification, la précision est encore plus faible avec des coefficients de Nash d'environ 0,48. Pour le modèle PAYSAN, on observe même des coefficients de Nash négatifs ce qui montre qu'il est préférable d'utiliser la moyenne interannuelle pour la prévision plutôt que le dernier débit observé. Le coefficient de Nash est calculé en fonction de la moyenne interannuelle et peut varier de moins l'infini à plus un si la simulation est parfaite. Si le coefficient de Nash est compris entre moins l'infini et zéro cela implique que le débit calculé est moins précis que la moyenne interannuelle.

Le tableau 15.2.2 présente les statistiques des températures de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995. Comme précédemment, on observe une dégradation dans le temps des prévisions des températures

et des précipitations. On observe également une différence d'environ 6°C pour les moyennes des températures.

Le tableau 15.2.3 montre les statistiques, des prévisions hydrologiques faites, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, avec les données météorologiques observées et prévues. L'analyse de ce tableau montre que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les quatre premiers jours (RMSE  $\approx$  95) et pour les jours suivants la dégradation croît avec les jours. Comme précédemment, le modèle PAYSAN donne des prévisions beaucoup moins précises que CEQUEAU.

### 15.2.2 Prévision avec mise à jour statistique

Le tableau 15.2.4 présente les coefficients d'autocorrélation des résidus, pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et pour la période complète (1985-1995). Sur ce tableau, on observe que les coefficients d'autocorrélation sont très faibles. De plus, on voit qu'il y a des fluctuations, c'est-à-dire que les coefficients ne décroissent pas régulièrement ce qui dépend de l'imprécision des apports reconstitués et implique que les coefficients ne sont pas significatifs.

Les simulations pour la prévision avec mise à jour statistique ont quand même été faites en utilisant les coefficients d'autocorrélation estimés avec la période de calibration (1985-1989).

Les résultats des prévisions avec mise à jour statistique sont donnés sur le tableau 15.2.5 pour la période de calibration et de vérification et sur le tableau 15.2.6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Ces tableaux montrent que la mise à jour statistique améliore très peu ou pas du tout la précision des prévisions ce qui est normal compte tenu de la faiblesse des coefficients d'autocorrélation.

### 15.2.3 Prévision avec mise à jour déterministe

Comme précédemment, nous avons fixé le seuil des précipitations antérieures à 10 mm sur trois jours pour déterminer les coefficients de mise à jour déterministe tel que décrit précédemment. Les valeurs obtenues par optimisation des débits simulés pour la période de calibration (1985 à 1989) sont:

|          |       |
|----------|-------|
| CORNAP = | 12,07 |
| CORSOL = | 5,36  |
| FACTRA = | 0,245 |

Le tableau 15.2.7 montre les critères numériques des débits prévus avec PAYSAN et CEQUEAU avec mise à jour déterministe, pour les périodes de calibration et de vérification. Si on compare ce tableau avec le tableau 15.2.1 de la prévision sans mise à jour et le tableau 15.2.5 de la prévision avec mise à jour statistique on observe que la mise à jour déterministe est un peu plus précise.

Les statistiques des débits prévus, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenues avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et avec les données météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.2.8. Les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours et qu'après la dégradation croît avec les jours.

#### **15.2.4 Comparaison des méthodes de prévision**

Les histogrammes des erreurs quadratiques moyennes de toutes les prévisions faites sur le bassin versant sont présentés sur la figure 15.2.1. Les deux premières parties de cette figure montrent les résultats pour la période de calibration et de vérification. L'erreur quadratique moyenne a été calculée pour les prévisions faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. Cette figure montre que la mise à jour statistique ou déterministe n'améliore pas beaucoup la précision et l'erreur quadratique moyenne la plus faible est obtenue avec la mise à jour déterministe principalement pour la période de vérification. La mise à jour statistique a pratiquement aucune influence.

La troisième partie de la figure 15.2.1 montre l'erreur quadratique moyenne des prévisions pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Dans ce cas, les prévisions ont été faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour en utilisant les données météorologiques observées ou prévues et finalement avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique ou déterministe avec les données météorologiques prévues. On observe sur cette figure que les meilleurs résultats sont obtenus avec la mise à jour déterministe pour les jours 1 à 3. La mise à jour statistique et déterministe donne des résultats comparables pour les jours 4 et 5 et pour le jour 6 la meilleure prévision est faite avec CEQUEAU sans mise à jour ou avec mise à jour statistique.

Les discussions précédentes ont été faites en considérant la valeur précise de l'erreur quadratique moyenne, il faut cependant être conscient que les différences ne sont pas assez importantes pour être considérées significatives.

Les figures N2.1 à N2.3 de l'annexe N montrent les hydrogrammes annuels du jour 1 des prévisions à l'aide du modèle CEQUEAU pour a) sans mise à jour b) avec mise à jour statistique et c) avec mise à jour déterministe. Sur ces figures, on peut également observer la grande fluctuation des apports naturels reconstitués.

## 15.3 Application au bassin versant Chute-des-Passes (CDP)

### 15.3.1 Prévision sans mise à jour

Les résultats de l'analyse des prévisions sans mise à jour sont présentés sur les tableaux 15.3.1 à 15.3.3. Le tableau 15.3.1 présente l'analyse des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-Passes à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour, pour la période de calibration et de vérification. Les données météorologiques utilisées sont les données observées sur le bassin versant. Sur ce tableau, on observe pour la période de calibration et de vérification, que les erreurs quadratiques moyennes de PAYSAN ( $RMSE_{PAY}$ ) sont plus faibles que les erreurs quadratiques du modèle CEQUEAU pour les trois premiers jours. Les coefficients de Nash, des débits prévus avec CEQUEAU sont constants pour les six jours et légèrement plus forts pour la période de calibration soit 0,757 comparé à 0,704 pour la période de vérification.

Le tableau 15.3.2 présente les statistiques des températures de l'air et des précipitations observées et prévues sur le bassin versant Chute-des-Passes pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995. Comme précédemment, on observe une dégradation dans le temps des prévisions des températures et des précipitations. On observe comme pour les bassins versants précédents une surestimation d'environ  $6^{\circ}\text{C}$  pour les moyennes des températures de l'air.

Le tableau 15.3.3 montre les statistiques, des prévisions hydrologiques faites, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, avec les données météorologiques observées et prévues. L'analyse de ce tableau, montre que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les quatre premiers jours ( $RMSE \approx 175$ ), par la suite la dégradation croît avec les jours. Le modèle PAYSAN donne des prévisions plus précises que CEQUEAU pour les cinq premiers jours.

### 15.3.2 Prévision avec mise à jour statistique

Le tableau 15.3.4 présente les coefficients d'autocorrélation des résidus, pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et pour la période complète (1985-1995). Sur ce tableau, on observe que les coefficients sont plus élevés pour la période de vérification et que la décroissance est régulière pour toutes les périodes.

Les résultats des prévisions avec mise à jour statistique, faites avec les coefficients d'autocorrélation de la période de calibration, sont donnés sur le tableau 15.3.5 pour la période de calibration et de vérification et sur le tableau 15.3.6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Ces tableaux montrent que la mise à jour statistique améliore la précision des prévisions. Pour la période de calibration les coefficients de Nash des premiers jours de prévision passe de 0,75 sans mise à jour à 0,85 avec mise à jour statistique. Pour la période de vérification, l'amélioration est encore plus importante, les coefficients de Nash des premiers jours de prévision passe de 0,70 sans mise à jour à 0,85 avec mise à jour statistique. Pour la

période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, l'amélioration est également importante puisque le coefficient de Nash est passé de 0,496 à 0,784 pour le jour 1.

Dans tous les cas, les prévisions faites par CEQUEAU avec mise à jour statistique sont plus précises que les prévisions faites avec PAYSAN.

### 15.3.3 Prévision avec mise à jour déterministe

Comme précédemment, nous avons fixé le seuil des précipitations antérieures à 10 mm sur trois jours pour déterminer les coefficients de mise à jour déterministe tel que décrit précédemment. Les valeurs obtenues par optimisation des débits simulés pour la période de calibration (1985 à 1989) sont:

|          |       |
|----------|-------|
| CORNAP = | 5,74  |
| CORSOL = | 12,27 |
| FACTRA = | 0,437 |

Le tableau 15.3.7 montre les critères numériques des débits prévus avec PAYSAN et CEQUEAU avec mise à jour déterministe, pour les périodes de calibration et de vérification. Si on compare ce tableau avec le tableau 15.3.5 des prévisions avec mise à jour statistique on observe que pour la période de calibration la mise à jour déterministe est plus précise pour les trois premiers jours et est à peu près égale pour les autres jours. Pour la période de vérification la mise à jour déterministe donne de meilleurs résultats pour les deux premiers jours, pour les jours suivants la mise à jour statistique donne des prévisions plus précises.

Les statistiques des débits prévus, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenus avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et avec les données météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.3.8. Les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours et qu'après la dégradation croît avec les jours.

### 15.3.4 Comparaison des méthodes de prévision

Les histogrammes des erreurs quadratiques moyennes de toutes les prévisions faites sur le bassin versant sont présentés sur la figure 15.3.1. Les deux premières parties de cette figure montrent les résultats pour la période de calibration et de vérification. L'erreur quadratique moyenne a été calculée pour les prévisions faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. Cette figure montre que la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision et l'erreur quadratique moyenne la plus faible est obtenue avec la mise à jour déterministe pour les premiers jours et avec la mise à jour statistique pour les derniers jours.

La troisième partie de la figure 15.3.1 montre l'erreur quadratique moyenne des prévisions pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Dans ce cas, les prévisions, ont été faites avec

le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour en utilisant les données météorologiques observées ou prévues et finalement avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique ou déterministe avec les données météorologiques prévues. Comme précédemment, on observe sur cette figure que les meilleurs résultats sont obtenus avec la mise à jour déterministe pour les jours 1 et 2 et avec la mise à jour statistique pour les jours 3 à 6.

Les figures N3.1 à N3.3 de l'annexe N montrent les hydrogrammes annuels du jour 1 des prévisions avec les données météorologiques prévues (1993 à 1995) à l'aide du modèle CEQUEAU avec les méthodes: a) sans mise à jour, b) avec mise à jour statistique et c) avec mise à jour déterministe.

Sur ces figures, on observe que la mise à jour ne modifie pas beaucoup l'année 1993 dont la précision était satisfaisante mais améliore beaucoup les années moins précises comme 1994 et 1995. Sur ces figures, on peut également observer que les apports naturels reconstitués présentent également des fluctuations qui rendent moins efficaces les mises à jour.

## **15.4 Application au bassin versant Chute du Diable (CD)**

### **15.4.1 Prévision sans mise à jour**

Les résultats de l'analyse des prévisions sans mise à jour sont présentés sur les tableaux 15.4.1 à 15.4.3. Le tableau 15.4.1 présente l'analyse des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour, pour la période de calibration et de vérification. Les données météorologiques utilisées sont les données observées sur le bassin versant. Sur ce tableau, on observe pour la période de calibration et de vérification, que les erreurs quadratiques moyennes de PAYSAN (RMSE PAY) sont plus faibles que les erreurs quadratiques du modèle CEQUEAU pour le jour 1. Les coefficients de Nash, des débits prévus avec CEQUEAU sont constants pour les six jours et légèrement plus forts pour la période de vérification, soit 0,898 comparé à 0,886 pour la période de vérification.

Le tableau 15.3.2 présente les statistiques des températures de l'air et des précipitations observées et prévues sur le bassin versant Chute du Diable pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995. Comme pour les bassins versants précédents on observe une dégradation dans le temps des prévisions des températures de l'air et des précipitations. On observe toujours une surestimation d'environ 6°C pour les moyennes des températures de l'air.

Le tableau 15.4.3 montre les statistiques, des prévisions hydrologiques faites, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, avec les données météorologiques observées et prévues. L'analyse de ce tableau montre que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours (RMSE  $\approx$  77), par la suite, la

dégradation croît avec les jours. Le modèle PAYSAN donne des prévisions plus précises que CEQUEAU pour les deux premiers jours.

### 15.4.2 Prévision avec mise à jour statistique

Le tableau 15.4.4 présente les coefficients d'autocorrélation des résidus, pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et pour la période complète (1985-1995). Comme précédemment, on observe sur ce tableau que les coefficients d'autocorrélation sont légèrement plus élevés pour la période de vérification. Pour ce bassin versant, la mise à jour statistique sera importante puisque l'autocorrélation des résidus est assez élevé avec environ 0,8 pour le jour 1.

Les résultats des prévisions avec mise à jour statistique, faites avec les coefficients d'autocorrélation de la période de calibration, sont données sur le tableau 15.4.5 pour la période de calibration et de vérification et sur le tableau 15.4.6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Ces tableaux montrent que la mise à jour statistique améliore la précision des prévisions même pour le sixième jour. Pour la période de calibration, les coefficients de Nash des premiers jours de prévision passe de 0,886 sans mise à jour à 0,963 pour les prévisions avec mise à jour statistique. Pour la période de vérification, l'amélioration est aussi importante, le coefficient de Nash du jour 1 passe de 0,898 sans mise à jour à 0,970 avec la mise à jour statistique. Pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, on observe une amélioration de la précision à peu près équivalente. Dans tous les cas, les prévisions faites par CEQUEAU avec mise à jour statistique sont plus précises que les prévisions faites avec PAYSAN.

### 15.4.3 Prévision avec mise à jour déterministe

Comme précédemment, nous avons fixé le seuil des précipitations antérieures à 10 mm sur trois jours pour déterminer les coefficients de mise à jour déterministe. Les valeurs obtenues par optimisation des débits simulés pour la période de calibration (1985 à 1989) sont:

|          |       |
|----------|-------|
| CORNAP = | 22,70 |
| CORSOL = | 2,673 |
| FACTRA = | 0,811 |

Le tableau 15.4.7 montre les critères numériques des débits prévus avec PAYSAN et CEQUEAU avec mise à jour déterministe, pour les périodes de calibration et de vérification. Si on compare ce tableau avec le tableau 15.4.5 des prévisions avec mise à jour statistique on observe que pour la période de calibration et de vérification, la mise à jour déterministe est plus précise pour les deux derniers jours seulement. Les statistiques des débits prévus, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenus avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et avec les données météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.4.8. Les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours et qu'après la dégradation croît avec les jours.

#### 15.4.4 Comparaison des méthodes de prévision

Les histogrammes des erreurs quadratiques moyennes de toutes les prévisions faites sur le bassin versant sont présentés sur la figure 15.4.1. Les deux premières parties de cette figure montrent les résultats pour la période de calibration et de vérification. L'erreur quadratique moyenne a été calculée pour les prévisions faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. Cette figure montre que la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision et l'erreur quadratique moyenne la plus faible est obtenue avec la mise à jour statistique pour les premiers jours et avec la mise à jour déterministe pour le dernier jour.

La troisième partie de la figure 15.4.1 montre l'erreur quadratique moyenne des prévisions pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Dans ce cas, les prévisions ont été faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour en utilisant les données météorologiques observées ou prévues et finalement avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique ou déterministe avec les données météorologiques prévues. Comme précédemment, on observe sur cette figure que les meilleurs résultats sont obtenus avec la mise à jour statistique pour les jours 1 à 5 et avec la mise à jour déterministe pour le jour 6.

Les figures N4.1 à N4.6 de l'annexe N montrent les hydrogrammes des débits journaliers prévus pour les jours 1 à 6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995 obtenus avec les données météorologiques prévues à l'aide du modèle CEQUEAU avec les méthodes: a) sans mise à jour, b) avec mise à jour statistique et c) avec mise à jour déterministe.

Sur ces figures, on observe que la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision des débits prévus mais qu'il y a très peu de différence entre la mise à jour statistique ou déterministe. On peut également observer la diminution de l'influence de la mise à jour d'un jour à l'autre. Sur ces figures, on observe que les apports naturels reconstitués présentent des très faibles fluctuations ce qui nous a permis d'obtenir des coefficients d'autocorrélation plus élevés et ainsi de rendre plus efficaces les méthodes de mise à jour.

### 15.5 Application au bassin versant Chute à la Savane (CS)

#### 15.5.1 Prévision sans mise à jour

Les résultats de l'analyse des prévisions sans mise à jour sont présentés sur les tableaux 15.5.1 à 15.5.3. Le tableau 15.5.1 présente l'analyse des débits prévus pour le bassin versant Chute à la Savane à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour, pour la période de calibration et de vérification. Les données météorologiques utilisées sont les données observées sur le bassin versant. Sur ce tableau, on observe pour la période de calibration et de vérification, que les erreurs quadratiques moyennes de PAYSAN (RMSE PAY) sont plus faibles que les erreurs

quadratiques du modèle CEQUEAU pour les quatre premiers jours. Les coefficients de Nash, des débits prévus avec CEQUEAU sont constants pour les six jours et légèrement plus forts pour la période de calibration, soit 0,668 comparé à 0,610 pour la période de vérification.

Le tableau 15.5.2 présente les statistiques des températures de l'air et des précipitations observées et prévues sur le bassin versant Chute à la Savane pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995. Comme pour les bassins versants précédents, on observe une dégradation dans le temps des prévisions des températures de l'air et des précipitations. Les précipitations prévues sont légèrement surestimées et les températures de l'air sont toujours surestimées d'environ 6°C.

Le tableau 15.5.3 montre les statistiques, des prévisions hydrologiques faites, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, avec les données météorologiques observées et prévues. L'analyse de ce tableau montre que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les trois premiers jours ( $RMSE \approx 23$ ), par la suite la dégradation croît avec les jours. Le modèle PAYSAN donne des prévisions plus précises que CEQUEAU pour les trois premiers jours.

### 15.5.2 Prévision avec mise à jour statistique

Le tableau 15.5.4 présente les coefficients d'autocorrélation des résidus, pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et pour la période complète (1985-1995). On observe sur ce tableau une différence assez importante entre les coefficients d'autocorrélation de la période de calibration avec 0,611 pour le jour 1 et de 0,770 pour le même jour de la période de vérification.

Les simulations avec mise à jour statistique ont quand même été faites avec les coefficients d'autocorrélation de la période de calibration. Les résultats sont donnés sur le tableau 15.5.5 pour la période de calibration et de vérification et sur le tableau 15.5.6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Ces tableaux montrent que la mise à jour statistique améliore les prévisions de tous les jours et que la précision des prévisions avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique est toujours meilleure qu'avec le modèle PAYSAN.

Pour la période de calibration, les coefficients de Nash des premiers jours de prévision passent de 0,668 sans mise à jour à 0,806 pour les prévisions avec mise à jour statistique. Pour la période de vérification, l'amélioration est un peu plus importante, le coefficient de Nash du jour 1 passe de 0,610 sans mise à jour à 0,819 avec la mise à jour statistique. Pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, on observe une amélioration de la précision à peu près équivalente.

### 15.5.3 Prévision avec mise à jour déterministe

Comme pour tous les bassins étudiés, nous avons fixé le seuil des précipitations antérieures à 10 mm sur trois jours pour déterminer les coefficients de mise à jour déterministe. Les valeurs obtenues par optimisation des débits simulés pour la période de calibration (1985 à 1989) sont:

|          |       |
|----------|-------|
| CORNAP = | 6,08  |
| CORSOL = | 5,93  |
| FACTRA = | 0,597 |

Le tableau 15.5.7 montre les critères numériques des débits prévus avec PAYSAN et CEQUEAU avec mise à jour déterministe, pour les périodes de calibration et de vérification. Si on compare ce tableau avec le tableau 15.5.5 des prévisions avec mise à jour statistique, on observe que pour la période de calibration et de vérification la mise à jour déterministe est plus précise. Les statistiques des débits prévus, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenus avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et avec les données météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.5.8. Les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours et qu'après la dégradation croît avec les jours.

### 15.5.4 Comparaison des méthodes de prévision

Les histogrammes des erreurs quadratiques moyennes de toutes les prévisions faites sur le bassin versant sont présentés sur la figure 15.5.1. Les deux premières parties de cette figure montrent les résultats pour la période de calibration et de vérification. L'erreur quadratique moyenne a été calculée pour les prévisions faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. Cette figure montre que la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision et l'erreur quadratique moyenne la plus faible est obtenue avec la mise à jour déterministe pour les premiers jours. Pour les derniers jours, les erreurs quadratiques moyennes sont à peu près équivalentes pour les deux méthodes de mise à jour.

La troisième partie de la figure 15.5.1 montre l'erreur quadratique moyenne des prévisions pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Dans ce cas, les prévisions ont été faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour en utilisant les données météorologiques observées ou prévues et finalement avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique ou déterministe avec les données météorologiques prévues. On observe sur cette figure que les meilleurs résultats sont obtenus avec la mise à jour déterministe pour les deux premiers jours, pour les jours 3 et 4 les deux méthodes de mise à jour donnent des résultats équivalent et finalement pour les jours 5 et 6 la mise à jour déterministe est légèrement plus précise.

Les figures N5.1 à N5.6 de l'annexe N montrent les hydrogrammes des débits journaliers prévus pour les jours 1 à 6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995 obtenus avec les

données météorologiques prévues à l'aide du modèle CEQUEAU avec les méthodes: a) sans mise à jour, b) avec mise à jour statistique et c) avec mise à jour déterministe.

Sur ces figures, on observe que la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision des débits prévus mais qu'il y a très peu de différence entre la mise à jour statistique ou déterministe. On observe également que les apports naturels reconstitués présentent des fluctuations assez importantes, compte tenu de valeurs des apports, ce qui explique la faiblesse des coefficients d'autocorrélations.

## 15.6 Application au bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ)

### 15.6.1 Prévision sans mise à jour

Les résultats de l'analyse des prévisions sans mise à jour sont présentés sur les tableaux 15.6.1 à 15.6.3. Le tableau 15.6.1 présente l'analyse des débits prévus pour le bassin versant Lac Saint-Jean à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour, pour la période de calibration et de vérification. Les données météorologiques utilisées sont les données observées sur le bassin versant. Sur ce tableau, on observe, pour la période de vérification, que les erreurs quadratiques moyennes de PAYSAN ( $RMSE_{PAY}$ ) sont plus faibles que les erreurs quadratiques du modèle CEQUEAU pour les deux premiers jours. Les coefficients de Nash, des débits prévus avec CEQUEAU sont constants pour les six jours et légèrement plus forts pour la période de calibration.

Le tableau 15.6.2 présente les statistiques des températures de l'air et des précipitations observées et prévues sur le bassin versant Lac Saint-Jean pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995. Comme pour les bassins versants précédents on observe une dégradation dans le temps des prévisions des températures de l'air et des précipitations. Les précipitations prévues sont légèrement surestimées et les températures de l'air sont toujours surestimées d'environ 6°C.

Le tableau 15.6.3 montre les statistiques, des prévisions hydrologiques faites, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, avec les données météorologiques observées et prévues. L'analyse de ce tableau montre que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les trois premiers jours ( $RMSE \approx 394$ ), par la suite la dégradation croît avec les jours. Le modèle PAYSAN donne des prévisions plus précises que CEQUEAU pour les deux premiers jours.

## 15.6.2 Prévision avec mise à jour statistique

Le tableau 15.6.4 présente les coefficients d'autocorrélation des résidus, pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et pour la période complète (1985-1995). On observe sur ce tableau une différence assez importante entre les coefficients d'autocorrélation de la période de calibration avec 0,502 pour le jour 1 et de 0,703 pour le même jour de la période de vérification.

Les simulations avec mise à jour statistique ont quand même été faites avec les coefficients d'autocorrélation de la période de calibration. Les résultats sont donnés sur le tableau 15.6.5 pour la période de calibration et de vérification et sur le tableau 15.6.6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Ces tableaux montrent que la mise à jour statistique améliore les prévisions de tous les jours et que la précision des prévisions avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique est toujours meilleure qu'avec le modèle PAYSAN.

Pour la période de calibration, les coefficients de Nash du premier jour de prévision passent de 0,838 sans mise à jour à 0.879 pour les prévisions avec mise à jour statistique. Pour la période de vérification, l'amélioration est un peu plus importante, le coefficient de Nash du jour 1 passe de 0,804 sans mise à jour à 0.894 avec la mise à jour statistique. Pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, on observe une amélioration de la précision à peu près équivalente soit de 0,773 à 0,879.

## 15.6.3 Prévision avec mise à jour déterministe

Comme pour les bassins versants précédents, nous avons fixé le seuil des précipitations antérieures à 10 mm sur trois jours pour déterminer les coefficients de mise à jour déterministe. Les valeurs obtenues par optimisation des débits simulés pour la période de calibration (1985 à 1989) sont:

|          |       |
|----------|-------|
| CORNAP = | 27,17 |
| CORSOL = | 6,57  |
| FACTRA = | 0,347 |

Le tableau 15.6.7 montre les critères numériques des débits prévus avec PAYSAN et CEQUEAU avec mise à jour déterministe, pour les périodes de calibration et de vérification. Si on compare ce tableau avec le tableau 15.6.5 des prévisions avec mise à jour statistique, on observe que pour la période de calibration, la mise à jour déterministe donne toujours des résultats plus précis. Pour la période de vérification, la mise à jour déterministe est plus précise pour les deux premiers jours seulement. Les statistiques des débits prévus, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenus avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et avec les données météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.6.8. Les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours et qu'après la dégradation croît avec les jours.

### 15.6.4 Comparaison des méthodes de prévision

Les histogrammes des erreurs quadratiques moyennes de toutes les prévisions faites sur le bassin versant sont présentés sur la figure 15.6.1. Les deux premières parties de cette figure montrent les résultats pour la période de calibration et de vérification. L'erreur quadratique moyenne a été calculée pour les prévisions faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. Cette figure montre que la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision et l'erreur quadratique moyenne la plus faible est obtenue avec la mise à jour déterministe pour les premiers jours. Pour les derniers jours, les erreurs quadratiques moyennes sont plus faibles, avec la mise à jour déterministe pour la période de calibration et avec la mise à jour statistique pour la période de vérification.

La troisième partie de la figure 15.6.1 montre l'erreur quadratique moyenne des prévisions pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Dans ce cas, les prévisions ont été faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour en utilisant les données météorologiques observées ou prévues et finalement avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique ou déterministe avec les données météorologiques prévues. On observe sur cette figure que les meilleurs résultats sont obtenus avec la mise à jour statistique sauf pour le premier jour de prévision.

Les figures N6.1 à N6.3 de l'annexe N montrent les hydrogrammes des débits journaliers prévus pour le jour 1 pour les années 1993 à 1995 obtenus avec les données météorologiques prévues à l'aide du modèle CEQUEAU avec les méthodes: a) sans mise à jour, b) avec mise à jour statistique et c) avec mise à jour déterministe.

Sur ces figures, on observe par comparaison des critères de Nash que la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision des débits prévus sauf pour l'année 1993 où on remarque que les débits prévus avec la mise à jour statistique sont moins précis que les débits prévus sans mise à jour. Par contre, si on compare les hydrogrammes, on observe très peu de différence entre la mise à jour statistique ou déterministe. Sur ces figures, on observe que les apports naturels reconstitués présentent des fluctuations ce qui explique la faiblesse des coefficients d'autocorrélation.

## 15.7 Application au bassin versant Petite Péribonca (PPER)

### 15.7.1 Prévision sans mise à jour

Les résultats de l'analyse des prévisions sans mise à jour sont présentés sur les tableaux 15.7.1 à 15.7.3. Le tableau 15.7.1 présente l'analyse des débits prévus pour le bassin versant Petite Péribonca à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour, pour la période de calibration et de

vérification. Les données météorologiques utilisées sont les données observées sur le bassin versant. Sur ce tableau, on observe, pour la période de calibration, que les erreurs quadratiques moyennes de PAYSAN ( $RMSE_{PAY}$ ) sont plus faibles que les erreurs quadratiques du modèle CEQUEAU pour les deux premiers jours. Pour la période de vérification, PAYSAN donne des erreurs plus faibles pour les trois premiers jours de prévision. Les coefficients de Nash, des débits prévus avec CEQUEAU sont constants pour les six jours et légèrement plus forts pour la période de calibration.

Le tableau 15.7.2 présente les statistiques des températures de l'air et des précipitations observées et prévues sur le bassin versant Petite Péribonca pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995. Comme pour les bassins versants précédents, l'erreur quadratique moyenne croît avec les jours, ce qui indique la dégradation dans le temps des prévisions des températures de l'air et des précipitations. Les précipitations prévues sont légèrement surestimées et les températures de l'air sont toujours surestimées d'environ  $6^{\circ}\text{C}$ .

Le tableau 15.7.3 montre les statistiques, des prévisions hydrologiques faites, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, avec les données météorologiques observées et prévues. L'analyse de ce tableau montre que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours ( $RMSE \approx 11$ ), par la suite la dégradation croît avec les jours. Le modèle PAYSAN donne des prévisions plus précises que CEQUEAU pour les trois premiers jours.

### **15.7.2 Prévision avec mise à jour statistique**

Le tableau 15.7.4 présente les coefficients d'autocorrélation des résidus, pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et pour la période complète (1985-1995). On observe sur ce tableau que les coefficients d'autocorrélation de la période de vérification sont plus élevés que ceux de la période de calibration, sauf pour le jour un où on observe des valeurs à peu près identiques.

Les simulations avec mise à jour statistique ont été faites avec les coefficients d'autocorrélation de la période de calibration. Les résultats sont donnés sur le tableau 15.7.5 pour la période de calibration et de vérification et sur le tableau 15.7.6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Ces tableaux montrent que la mise à jour statistique améliore les prévisions de tous les jours et que la précision des prévisions avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique est toujours meilleure qu'avec le modèle PAYSAN.

Pour la période de calibration, le coefficient de Nash du premier jour de prévision passe de 0,789 sans mise à jour à 0,976 pour les prévisions avec mise à jour statistique. Pour la période de vérification, l'amélioration est un peu plus importante, le coefficient de Nash du jour 1 passe de 0,779 sans mise à jour à 0,980 avec la mise à jour statistique. Pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, on observe une amélioration de la précision à peu près équivalente, soit de 0,746 à 0,974. Le coefficient d'autocorrélation élevé pour le jour 1, explique le gain de précision obtenue avec la mise à jour statistique.

### 15.7.3 Prévision avec mise à jour déterministe

Le seuil des précipitations antérieures a été fixé à 10 mm sur trois jours pour déterminer les coefficients de mise à jour déterministe. Les valeurs obtenues par optimisation des débits simulés pour la période de calibration (1985 à 1989) sont:

|          |       |
|----------|-------|
| CORNAP = | 50,08 |
| CORSOL = | 17,88 |
| FACTRA = | 1,306 |

Le tableau 15.7.7 montre les critères numériques des débits prévus avec PAYSAN et CEQUEAU avec mise à jour déterministe, pour les périodes de calibration et de vérification. Si on compare ce tableau avec le tableau 15.7.5 des prévisions avec mise à jour statistique, on observe que pour la période de calibration la mise à jour déterministe donne des résultats plus précis pour les jours 2 à 6. Pour la période de vérification, la mise à jour déterministe est plus précise pour les quatre premiers jours. Les statistiques des débits prévus, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenues avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et avec les données météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.7.8. Les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour le premier jour seulement et après la dégradation croît avec les jours.

### 15.7.4 Comparaison des méthodes de prévision

Les histogrammes des erreurs quadratiques moyennes de toutes les prévisions faites sur le bassin versant sont présentés sur la figure 15.7.1. Les deux premières parties de cette figure montrent les résultats pour la période de calibration et de vérification. L'erreur quadratique moyenne a été calculée pour les prévisions faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. La première partie de cette figure montre que pour la période de calibration la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision et l'erreur quadratique moyenne est à peu près la même pour les deux méthodes de mise à jour. Sur la deuxième partie de la figure, on observe que pour la période de vérification, la mise à jour déterministe donne de meilleurs résultats pour les quatre premiers jours.

La troisième partie de la figure 15.7.1 montre l'erreur quadratique moyenne des prévisions pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Dans ce cas, les prévisions ont été faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour en utilisant les données météorologiques observées ou prévues et finalement avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique ou déterministe avec les données météorologiques prévues. On observe sur cette figure que les meilleurs résultats des quatre premiers jours sont également obtenus avec la mise à jour déterministe. Pour les deux derniers jours, la mise à jour statistique permet d'obtenir des erreurs quadratiques légèrement plus faibles que celles obtenues avec la mise à jour déterministe. Les différences de précision entre les deux méthodes de mise à jour sont probablement non significatives.

Les figures N7.1 à N7.3 de l'annexe N montrent les hydrogrammes des débits journaliers prévus pour les jours 1, 3, et 6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenus à l'aide du modèle CEQUEAU, avec les données météorologiques prévues et pour les méthodes: a) sans mise à jour, b) avec mise à jour statistique et c) avec mise à jour déterministe.

Sur ces figures, on observe que la mise à jour peut quelquefois diminuer la précision des prévisions. Par exemple sur la figure N7.1, on observe que la première crue d'avril 1994 est bien reproduite par le modèle sans mise à jour, par contre, la même crue est surévaluée avec la mise à jour statistique ou déterministe.

Si on compare les hydrogrammes, on observe très peu de différence entre la mise à jour statistique ou déterministe. Sur ces figures, on observe que les débits observés ne présentent pas de fluctuations ce qui explique les coefficients d'autocorrélation élevés.

## 15.8 Application au bassin versant Mistassibi (MISBI)

### 15.8.1 Prévision sans mise à jour

Les résultats de l'analyse des prévisions sans mise à jour sont présentés sur les tableaux 15.8.1 à 15.8.3. Le tableau 15.8.1 présente l'analyse des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour, pour la période de calibration et de vérification. Les données météorologiques utilisées sont les données observées sur le bassin versant. Sur ce tableau, on observe, pour la période de calibration, que les erreurs quadratiques moyennes de PAYSAN ( $RMSE_{PAY}$ ) sont plus faibles que les erreurs quadratiques du modèle CEQUEAU pour les deux premiers jours. Pour la période de vérification, PAYSAN donne également des erreurs plus faibles pour les deux premiers jours de prévision. Les coefficients de Nash des débits prévus avec CEQUEAU, sont constants pour les six jours et plus forts pour la période de calibration.

Le tableau 15.8.2 présente les statistiques des températures de l'air et des précipitations observées et prévues sur le bassin versant Mistassibi pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995. Comme pour les bassins versants précédents, l'erreur quadratique moyenne croît avec les jours, ce qui indique la dégradation dans le temps des prévisions des températures de l'air et des précipitations. Les précipitations prévues sont légèrement surestimées et les températures de l'air sont surestimées de plus de 6°C.

Le tableau 15.8.3 montre les statistiques, des prévisions hydrologiques faites, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, avec les données météorologiques observées et prévues. L'analyse de ce tableau montre que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours ( $RMSE \approx 103$ ), par la suite la

dégradation croît avec les jours. Le modèle PAYSAN donne des prévisions plus précises que CEQUEAU pour les trois premiers jours.

### 15.8.2 Prévision avec mise à jour statistique

Le tableau 15.8.4 présente les coefficients d'autocorrélation des résidus, pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et pour la période complète (1985-1995). On observe sur ce tableau que les coefficients d'autocorrélation sont très élevés. Les coefficients des quatre premiers jours de la période de vérification sont légèrement plus élevés que ceux de la période de calibration.

Les simulations avec mise à jour statistique ont été faites avec les coefficients d'autocorrélation de la période de calibration. Les résultats sont donnés sur le tableau 15.8.5 pour la période de calibration et de vérification et sur le tableau 15.8.6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Ces tableaux montrent que la mise à jour statistique améliore les prévisions de tous les jours et que la précision des prévisions avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique est toujours meilleure qu'avec le modèle PAYSAN.

Pour la période de calibration, l'erreur quadratique moyenne du premier jour de prévision passe de 50 sans mise à jour à 16 pour les prévisions avec mise à jour statistique. Pour la période de vérification, l'amélioration est un peu plus importante, l'erreur quadratique moyenne du jour 1 passe de 80 sans mise à jour à 34 avec la mise à jour statistique. Pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, on observe une amélioration de la précision encore un peu plus importante soit de 103 à 28. Les coefficients d'autocorrélation élevés, expliquent le gain de précision obtenu avec la mise à jour statistique.

### 15.8.3 Prévision avec mise à jour déterministe

Le seuil des précipitations antérieures a été fixé à 10 mm sur trois jours pour déterminer les coefficients de mise à jour déterministe. Les valeurs obtenues par optimisation des débits simulés pour la période de calibration (1985 à 1989) sont:

|          |       |
|----------|-------|
| CORNAP = | 16,11 |
| CORSOL = | 0,00  |
| FACTRA = | 1,636 |

Si on tente de déterminer le paramètre CORSOL par optimisation, la valeur obtenue est négative. Compte tenu que cette valeur négative n'a pas de sens du point de vue physique, nous avons utilisé 0,0 comme valeur pour le paramètre CORSOL.

Le tableau 15.8.7 montre les critères numériques des débits prévus avec PAYSAN et CEQUEAU avec mise à jour déterministe, pour les périodes de calibration et de vérification. Si on compare ce tableau avec le tableau 15.8.5 des prévisions avec mise à jour statistique, on observe que pour la période de calibration la mise à jour déterministe donne des résultats équivalents pour tous les jours de prévision. Pour la période de vérification, la mise à jour

déterministe est un peu moins précise sauf pour le jour 1. Les statistiques des débits prévus, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenues avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et avec les données météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.8.8. Les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour le premier jour seulement et après la dégradation croît avec les jours.

#### 15.8.4 Comparaison des méthodes de prévision

Les histogrammes des erreurs quadratiques moyennes de toutes les prévisions faites sur le bassin versant sont présentés sur la figure 15.8.1. Les deux premières parties de cette figure montrent les résultats pour la période de calibration et de vérification. L'erreur quadratique moyenne a été calculée pour les prévisions faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. La première et deuxième partie de cette figure montrent que pour la période de calibration et de vérification la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision et l'erreur quadratique moyenne et la précision est à peu près la même pour les deux méthodes de mise à jour.

La troisième partie de la figure 15.8.1 montre l'erreur quadratique moyenne des prévisions pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Dans ce cas, les prévisions ont été faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour en utilisant les données météorologiques observées ou prévues et finalement avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique ou déterministe avec les données météorologiques prévues. On observe sur cette figure que les meilleurs résultats sont obtenus avec la mise à jour statistique.

Pour les trois périodes, les différences de précision entre les deux méthodes de mise à jour sont probablement non significatives.

Les figures N8.1 à N8.3 de l'annexe N montrent les hydrogrammes des débits journaliers prévus pour les jours 1, 3 et 6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenus à l'aide du modèle CEQUEAU, avec les données météorologiques prévues et pour les méthodes: a) sans mise à jour, b) avec mise à jour statistique et c) avec mise à jour déterministe.

Comme précédemment sur ces figures, on observe que la mise à jour peut, pour une crue particulière, diminuer la précision des prévisions. Par exemple, sur la figure N8.1, on observe que les pointes des crues d'avril et de la fin de septembre 1993 sont bien reproduites par le modèle sans mise à jour, par contre, les pointes des mêmes crues sont surévaluées avec la mise à jour statistique ou déterministe.

La comparaison des hydrogrammes montre très peu de différence entre la mise à jour statistique ou déterministe comme on l'a observé avec les coefficients de Nash et l'erreur quadratique moyenne. Sur ces figures, on observe que les débits observés ne présentent pas de fluctuations, ce qui explique les coefficients d'autocorrélation élevés.

## 15.9 Application au bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI)

### 15.9.1 Prévision sans mise à jour

Les résultats de l'analyse des prévisions sans mise à jour sont présentés sur les tableaux 15.9.1 à 15.9.3. Le tableau 15.9.1 présente l'analyse des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour, pour la période de calibration et de vérification. Les données météorologiques utilisées sont les données observées sur le bassin versant. Sur ce tableau, on observe, pour la période de calibration et de vérification, que les erreurs quadratiques moyennes de PAYSAN ( $RMSE_{PAY}$ ) sont plus faibles que les erreurs quadratiques du modèle CEQUEAU pour les premiers jours. Les coefficients de Nash, des débits prévus avec CEQUEAU sont constants et légèrement plus forts pour la période de calibration, soit 0,863 comparé à 0,781 pour la période de vérification.

Le tableau 15.9.2 présente les statistiques des températures de l'air et des précipitations observées et prévues sur le bassin versant Mistassini pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995. Les précipitations prévues sont légèrement surestimées et les températures de l'air sont surestimées de plus de 6°C.

Le tableau 15.9.3 montre les statistiques, des prévisions hydrologiques faites, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, avec les données météorologiques observées et prévues. L'analyse de ce tableau montre que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les trois premiers jours ( $RMSE \approx 127$ ), par la suite, la dégradation croît avec les jours. Le modèle PAYSAN donne des prévisions plus précises que CEQUEAU pour les quatre premiers jours.

### 15.9.2 Prévision avec mise à jour statistique

Le tableau 15.9.4 présente les coefficients d'autocorrélation des résidus, pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et pour la période complète (1985-1995). On observe sur ce tableau que les coefficients d'autocorrélation sont élevés et présentent peu de différence entre la période de calibration et de vérification.

Les résultats des simulations avec mise à jour statistique faites en utilisant les coefficients d'autocorrélation de la période de calibration sont donnés sur le tableau 15.9.5 pour la période de calibration et de vérification et sur le tableau 15.9.6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Ces tableaux montrent que la mise à jour statistique améliore les prévisions de tous les jours et que la précision des prévisions avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique est toujours meilleure qu'avec le modèle PAYSAN.

Pour la période de calibration, les coefficients de Nash des premiers jours de prévision passent de 0,863 sans mise à jour à 0,985 pour les prévisions avec mise à jour statistique. Pour la

période de vérification, le coefficient de Nash du jour 1 passe de 0,781 sans mise à jour à 0,978 avec la mise à jour statistique. Pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, on observe que pour le jour 1, le coefficient de Nash passe de 0,675 à 0,972.

### 15.9.3 Prévision avec mise à jour déterministe

Comme pour tous les bassins étudiés, le seuil des précipitations antérieures à 10 mm sur trois jours a été utilisé pour déterminer les coefficients de mise à jour déterministe. Les valeurs obtenues par optimisation des débits simulés pour la période de calibration (1985 à 1989) sont:

|          |        |
|----------|--------|
| CORNAP = | 11,626 |
| CORSOL = | 1,262  |
| FACTRA = | 1,438  |

Le tableau 15.9.7 montre, les critères numériques des débits prévus avec PAYSAN et CEQUEAU avec mise à jour déterministe, pour les périodes de calibration et de vérification. Si on compare ce tableau avec le tableau 15.9.5, des prévisions avec mise à jour statistique, on observe que pour la période de calibration et de vérification, la mise à jour déterministe est un peu plus précise. Les statistiques des débits prévus, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenues avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et avec les données météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.9.8. On observe sur ce tableau que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours et qu'après la dégradation croît avec les jours.

### 15.9.4 Comparaison des méthodes de prévision

Les histogrammes des erreurs quadratiques moyennes de toutes les prévisions faites sur le bassin versant sont présentés sur la figure 15.9.1. Les deux premières parties de cette figure montrent les résultats pour la période de calibration et de vérification. L'erreur quadratique moyenne a été calculée pour les prévisions faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. Ces deux premières parties de cette figure montrent que la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision et l'erreur quadratique moyenne. La mise à jour déterministe donne des résultats légèrement plus précis que la mise à jour statistique.

La troisième partie de la figure 15.9.1 montre l'erreur quadratique moyenne des prévisions pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Dans ce cas, les prévisions ont été faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour en utilisant les données météorologiques observées ou prévues et finalement avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique ou déterministe avec les données météorologiques prévues. On observe également sur cette figure que les meilleurs résultats sont obtenus avec la mise à jour déterministe.

Les figures N9.1 à N9.3 de l'annexe N montrent les hydrogrammes des débits journaliers prévus pour les jours 1,3 et 6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995 obtenus avec les

données météorologiques prévues à l'aide du modèle CEQUEAU avec les méthodes: a) sans mise à jour, b) avec mise à jour statistique et c) avec mise à jour déterministe.

Sur ces figures, on observe facilement que la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision des débits prévus mais qu'il y a très peu de différence entre la mise à jour statistique ou déterministe. Ces figures montrent que les débits observés ne présentent pas de fluctuation ce qui explique en partie les coefficients d'autocorrélation élevés calculés (tableau 15.9.4) pour ce bassin versant.

## **15.10 Application au bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV)**

### **15.10.1 Prévision sans mise à jour**

Les résultats de l'analyse des prévisions sans mise à jour sont présentés sur les tableaux 15.10.1 à 15.10.3. Le tableau 15.10.1 présente l'analyse des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan aval à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour, pour la période de calibration et de vérification. Les données météorologiques utilisées sont les données observées sur le bassin versant. Sur ce tableau, on observe pour la période de vérification, que les erreurs quadratiques moyennes de PAYSAN (RMSE PAY) sont plus faibles que les erreurs quadratiques du modèle CEQUEAU pour les deux premiers jours. Pour la période de vérification, le modèle PAYSAN donne des résultats plus précis pour les quatre premiers jours. Les coefficients de Nash des débits prévus avec CEQUEAU sont constants pour les six jours et plus élevés pour la période de calibration.

Le tableau 15.10.2 présente les statistiques des températures de l'air et des précipitations observées et prévues sur le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan aval pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995. Les précipitations prévues sont légèrement surestimées et les températures de l'air sont surestimées d'environ 6°C.

Le tableau 15.10.3 montre les statistiques, des prévisions hydrologiques faites, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, avec les données météorologiques observées et prévues. L'analyse de ce tableau montre que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours (RMSE  $\approx$  126), par la suite la dégradation croît avec les jours. Le modèle PAYSAN donne des prévisions plus précises que CEQUEAU pour les cinq premiers jours.

### **15.10.2 Prévision avec mise à jour statistique**

Le tableau 15.10.4 présente les coefficients d'autocorrélation des résidus, pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et pour la période complète (1985-1995).

On observe sur ce tableau que les coefficients d'autocorrélation sont élevés et que les coefficients de la période de vérification sont légèrement plus près de un que ceux de la période de calibration.

Les résultats des simulations faites avec la mise à jour statistique en utilisant les coefficients d'autocorrélation de la période de calibration sont donnés sur le tableau 15.10.5 pour la période de calibration et de vérification et sur le tableau 15.10.6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Ces tableaux montrent que la mise à jour statistique améliore les prévisions de tous les jours et que la précision des prévisions avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique est toujours meilleure qu'avec le modèle PAYSAN.

Pour la période de calibration le coefficient de Nash du premier jour de prévision passe de 0,926 sans mise à jour à 0,994 pour les prévisions avec mise à jour statistique. Pour la période de vérification, l'amélioration est un peu plus importante, le coefficient de Nash du jour 1 passe de 0,823 sans mise à jour à 0,993 avec la mise à jour statistique. Pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, on observe également une grande amélioration de la précision avec le coefficient de Nash qui passe de 0,765 à 0,992.

### 15.10.3 Prévision avec mise à jour déterministe

Comme pour les bassins versants précédents, nous avons fixé le seuil des précipitations antérieures à 10 mm sur trois jours pour déterminer les coefficients de mise à jour déterministe. Les valeurs obtenues par optimisation des débits simulés pour la période de calibration (1985 à 1989) sont:

|          |       |
|----------|-------|
| CORNAP = | 12,21 |
| CORSOL = | 6,40  |
| FACTRA = | 1.44  |

Le tableau 15.10.7 montre les critères numériques des débits prévus avec PAYSAN et CEQUEAU avec mise à jour déterministe, pour les périodes de calibration et de vérification. Si on compare ce tableau avec le tableau 15.10.5 des prévisions avec mise à jour statistique, on observe que pour la période de calibration la mise à jour déterministe donne des résultats très légèrement plus précis. Pour la période de vérification, la mise à jour statistique et déterministe donne des résultats équivalents pour les deux premiers jours, pour les jours suivant la mise à jour statistique est légèrement plus précise. Les statistiques des débits prévus, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenues avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et avec les données météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.10.8. Les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour le premier seulement après la dégradation croît avec les jours. Les prévisions avec la mise à jour statistique sont légèrement plus précises principalement pour les derniers jours.

### 15.10.4 Comparaison des méthodes de prévision

Les histogrammes des erreurs quadratiques moyennes de toutes les prévisions faites sur le bassin versant sont présentés sur la figure 15.10.1. Les deux premières parties de cette figure montrent les résultats pour la période de calibration et de vérification. L'erreur quadratique moyenne a été calculée pour les prévisions faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. Cette figure montre que la mise à jour statistique ou déterministe améliore la précision et l'erreur quadratique moyenne la plus faible est obtenue avec la mise à jour déterministe pour les premiers jours. Pour les derniers jours, les erreurs quadratiques moyennes sont plus faibles, avec la mise à jour statistique.

La troisième partie de la figure 15.10.1 montre l'erreur quadratique moyenne des prévisions pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Dans ce cas, les prévisions ont été faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour en utilisant les données météorologiques observées ou prévues et finalement avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique ou déterministe avec les données météorologiques prévues. Comme précédemment, on observe sur cette figure que les meilleurs résultats sont obtenus avec la mise à jour statistique sauf pour le premier jour de prévision.

Les figures N10.1 à N10.3 de l'annexe N montrent les hydrogrammes des débits journaliers prévus pour les jours 1,3 et 6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995 obtenus avec les données météorologiques prévues à l'aide du modèle CEQUEAU avec les méthodes: a) sans mise à jour, b) avec mise à jour statistique et c) avec mise à jour déterministe.

Sur ces figures, on observe qu'il y a très peu de différence de précision entre la mise à jour statistique ou déterministe. Ces figures montrent que les débits observés ne présentent pas de fluctuation ce qui explique en partie les coefficients d'autocorrélation élevés calculés (tableau 15.10.4) pour ce bassin versant.

## 15.11 Application au bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB)

### 15.11.1 Prévision sans mise à jour

Les résultats de l'analyse des prévisions sans mise à jour sont présentés sur les tableaux 15.11.1 à 15.11.3. Le tableau 15.11.1 présente l'analyse des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour, pour la période de calibration et de vérification. Les données météorologiques utilisées sont les données observées sur le bassin versant. Sur ce tableau, on observe pour la période de calibration, que les erreurs quadratiques moyennes de PAYSAN ( $RMSE_{PAY}$ ) sont plus faibles que les erreurs quadratiques du modèle CEQUEAU pour les deux premiers jours. Pour la période de vérification, PAYSAN donne des erreurs plus faibles pour les cinq premiers jours de prévision.

Les coefficients de Nash, des débits prévus avec CEQUEAU sont constants pour les six jours et plus forts pour la période de calibration.

Le tableau 15.11.2 présente les statistiques des températures de l'air et des précipitations observées et prévues sur le bassin versant Metabetchouane pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995. Comme pour les bassins versants précédents, l'erreur quadratique moyenne croît avec les jours, ce qui indique la dégradation dans le temps des prévisions des températures de l'air et des précipitations. Les précipitations prévues sont légèrement surestimées et les températures de l'air sont surestimées d'un peu moins que 6°C.

Le tableau 15.11.3 montre les statistiques, des prévisions hydrologiques faites, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, avec les données météorologiques observées et prévues. L'analyse de ce tableau montre que les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les quatre premiers jours ( $RMSE \approx 25$ ). Le modèle PAYSAN donne des prévisions plus précises que CEQUEAU pour les quatre premiers jours.

### **15.11.2 Prévision avec mise à jour statistique**

Le tableau 15.11.4 présente les coefficients d'autocorrélation des résidus, pour la période de calibration (1985-1989), de vérification (1990-1995) et pour la période complète (1985-1995). On observe sur ce tableau que les coefficients d'autocorrélation de la période de vérification sont beaucoup plus élevés que ceux de la période de calibration surtout pour les derniers jours.

Les simulations avec mise à jour statistique ont été faites avec les coefficients d'autocorrélation de la période de calibration. Les résultats sont donnés sur le tableau 15.11.5 pour la période de calibration et de vérification et sur le tableau 15.11.6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Ces tableaux montrent que la précision des prévisions avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique est toujours meilleure qu'avec le modèle PAYSAN.

Pour la période de calibration, le coefficient de Nash du premier jour de prévision passe de 0,826 sans mise à jour à 0,972 pour les prévisions avec mise à jour statistique. Pour la période de vérification, l'amélioration est un peu plus importante, le coefficient de Nash du jour 1 passe de 0,654 sans mise à jour à 0,974 avec la mise à jour statistique. Pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, on observe également une amélioration importante de la précision des prévisions, si on fait la mise à jour statistique, avec un coefficient de Nash qui passe de 0,703 à 0,969.

### **15.11.3 Prévision avec mise à jour déterministe**

Le seuil des précipitations antérieures a été fixé à 10 mm sur trois jours pour déterminer les coefficients de mise à jour déterministe. Les valeurs obtenues par optimisation des débits simulés pour la période de calibration (1985 à 1989) sont:

|          |       |
|----------|-------|
| CORNAP = | 19,74 |
| CORSOL = | 0,00  |
| FACTRA = | 1,455 |

Si on tente de déterminer le paramètre CORSOL par optimisation, la valeur obtenue est négative. Compte tenu que cette valeur négative n'a pas de sens physique, nous avons utilisé 0,0 comme valeur pour le paramètre CORSOL.

Le tableau 15.11.7 donne les critères numériques des débits prévus avec PAYSAN et CEQUEAU avec mise à jour déterministe, pour les périodes de calibration et de vérification. Si on compare ce tableau avec le tableau 15.7.5 des prévisions avec mise à jour statistique, on observe que pour la période de calibration la mise à jour déterministe donne des résultats plus précis pour les trois premiers jours. Pour la période de vérification, la prévision avec mise à jour déterministe est toujours plus précise. Les statistiques des débits prévus, pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenues avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et avec les données météorologiques observées et prévues sont données sur le tableau 15.7.8. Les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant permettent d'estimer les débits avec autant de précision qu'avec les données météorologiques observées pour les deux premiers jours seulement et après la dégradation croît avec les jours. Pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995 la mise à jour déterministe donne des prévisions plus précises pour les quatre premiers jours. Pour les jours 5 et 6, la mise à jour statistique donne des résultats légèrement plus précis.

#### **15.11.4 Comparaison des méthodes de prévision**

Les histogrammes des erreurs quadratiques moyennes de toutes les prévisions faites sur le bassin versant sont présentés sur la figure 15.11.1. Les deux premières parties de cette figure montrent les résultats pour la période de calibration et de vérification. L'erreur quadratique moyenne a été calculée pour les prévisions faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe. La première partie de cette figure montre que pour la période de calibration et de vérification, la mise à jour déterministe donne des erreurs quadratiques moyennes légèrement plus faibles, mais les différences ne sont pas significatives.

La troisième partie de la figure 15.11.1 montre l'erreur quadratique moyenne des prévisions pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995. Dans ce cas, les prévisions ont été faites avec le modèle PAYSAN, avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour en utilisant les données météorologiques observées ou prévues et finalement avec le modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique ou déterministe avec les données météorologiques prévues. Comme précédemment on observe aucune différence significative de précision entre les prévisions avec mise à jour statistique ou déterministe.

Les figures N11.1 à N11.3 de l'annexe N montrent les hydrogrammes des débits journaliers prévus pour les jours 1, 3, et 6 pour la période du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995, obtenus à l'aide du modèle CEQUEAU, avec les données météorologiques prévues et pour les méthodes: a) sans mise à jour, b) avec mise à jour statistique et c) avec mise à jour déterministe.

Si on compare les hydrogrammes sur ces figures, on observe très peu de différence entre la mise à jour statistique ou déterministe. Par contre, on observe un gain de précision. Sur ces figures, on observe que les débits observés ne présentent pas de fluctuations ce qui explique les coefficients d'autocorrélation élevés pour les premiers jours.

## 15.12 Conclusion

L'analyse des histogrammes des erreurs quadratiques moyennes des figures 15.1.1 à 15.11.1 a montré, que pour les premiers jours de prévision, le modèle PAYSAN donne des résultats plus précis que ceux obtenus avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour.

Pour tous les bassins versants, les prévisions les plus précises sont obtenues avec le modèle CEQUEAU avec la mise à jour statistique ou déterministe. Cependant, on observe sur ces figures qu'il y a très peu de différence de précision entre les prévisions faites avec la mise à jour statistique et celles faites avec la mise à jour déterministe.

L'analyse, pour chaque bassin versant, des tableaux et des figures nous a renseigné sur le gain de précision de chacune des trois méthodes de prévision des débits à court terme. On observe cependant que la précision des prévisions a été très variable d'un bassin versant à l'autre et il convient d'analyser l'ensemble des résultats.

Les coefficients d'autocorrélation des résidus sont de bons indices pour déterminer l'influence de la mise à jour statistique d'un bassin versant par rapport à un autre. Le tableau 15.12.1 montre les coefficients d'autocorrélation d'ordre 1 à 6 des résidus entre les débits observés et les débits simulés par le modèle CEQUEAU pour la période de calibration (1985-1989) de tous les bassins versants étudiés. L'analyse de ce tableau montre que les coefficients d'autocorrélation varient beaucoup d'un bassin versant à l'autre. Par exemple, le coefficient d'ordre 1 est de 0,180 pour le bassin versant du Lac Manouane (LM) et de 0,944 pour le bassin versant de la rivière Mistassibi. L'analyse des hydrogrammes des débits observés et calculés pour ces deux bassins versants nous permet d'expliquer cet écart. Les débits utilisés pour le bassin versant du Lac Manouane (chapitre 4) sont des apports naturels reconstitués et présentent beaucoup de fluctuations qui indiquent une très grande imprécision. Ces fluctuations diminuent l'autocorrélation des résidus. Pour le bassin versant de la rivière Mistassibi, les débits utilisés sont les débits naturels mesurés à la station de jaugeage et ne présentent pas de fluctuation. D'une façon générale, les bassins versants dont les débits utilisés sont des apports naturels reconstitués, ont des coefficients d'autocorrélation plus faibles que ceux obtenus sur les bassins versants ayant des débits naturels jaugés. Comme la mise à jour statistique utilise

directement les coefficients d'autocorrélation, pour calculer la correction des débits simulés, l'analyse du tableau 15.12.1 montre très bien le gain de précision que l'on peut obtenir sur chaque bassin versant si on fait la mise à jour statistique.

L'influence des paramètres de mise à jour déterministe sur le gain de précision des prévisions sur un bassin versant ou sur un bassin versant par rapport à un autre est beaucoup plus difficile. Le tableau 15.12.2 montre les trois paramètres de mise à jour déterministe estimés par optimisation, sur chaque bassin versant, de façon à minimiser les résidus entre les débits observés et les débits simulés par le modèle CEQUEAU pour la période de calibration (1985-1989). La variation des paramètres que l'on observe sur ce tableau ne permet pas de déterminer l'influence de la mise à jour déterministe d'un bassin versant à l'autre. Dans ce cas, il est préférable d'utiliser un critère numérique calculé avec les prévisions sans mise à jour et avec mise à jour déterministe. L'erreur quadratique moyenne ne peut pas être utilisée parce que les superficies des bassins versants étudiés sont très différentes ce qui implique que l'ordre de grandeur des débits varie d'un bassin versant à l'autre. Le critère de Nash par contre peut être utilisé puisqu'il est sans dimension.

Le tableau 15.12.3 montre, pour chaque bassin versant les coefficients de Nash des débits prévus avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec la mise à jour déterministe pour la période de vérification (1990-1995) pour les jours 1, 3 et 6. Sur ce tableau, on observe que les prévisions du bassin versant du Lac Manouane (LM) sont les moins précises et que la mise à jour statistique améliore très peu la précision puisque le coefficient de Nash passe de 0,477 à 0,482 pour le jour 1. Pour la mise à jour déterministe, la précision est légèrement meilleure avec un coefficient de Nash de 0,524. Les débits prévus sur le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) sont les plus précis avec un coefficient de Nash de 0,994 pour le jour 1 avec la mise à jour déterministe. Le plus grand gain de précision est obtenu sur le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) avec un coefficient de NASH qui a passé de 0,654 à 0,978 pour le jour 1.

Si on compare les coefficients de Nash (tableau 15.2.3) des débits prévus avec la mise à jour statistiques, avec les coefficients de Nash des débits prévus, avec la mise à jour déterministe, on observe que les coefficients sont à peu près équivalents. Si on analyse les valeurs absolues de ces coefficients, on observe que pour le jour 1, la méthode déterministe donne des résultats plus précis pour 10 bassins versants sur 11. Pour le jour 3, la méthode déterministe donne des résultats plus précis pour 6 bassins versants sur 11. Pour le jour 6, c'est la méthode statistique qui donne des résultats plus précis pour 7 bassins versants sur 11. Les différences entre les coefficients de Nash de ces deux méthodes de mise à jour sont très faibles et probablement pas significatives.

Si on analyse les simulations faites en utilisant les données météorologiques prévues, on observe que la précision des deux ou trois premiers jours est semblable à la précision des débits que l'on obtient avec les données météorologiques observées. Pour les jours suivants, l'erreur croît. La croissance de cette erreur dépend de deux facteurs:

- plus on s'éloigne du jour J, moins la mise à jour est efficace;
- la précision des prévisions météorologiques diminue si on s'éloigne du jour.

L'analyse des prévisions météorologiques par rapport aux données mesurées sur le bassin versant a montré que pour tous les bassins versants que:

- les précipitations sont légèrement surestimées et que l'erreur quadratique moyenne croît avec les jours;
- les températures de l'air sont surestimées d'environ 6°C et l'erreur quadratique moyenne croît également avec les jours.

La différence de 6°C entre la température de l'air observée et prévue est assez importante pour avoir un effet significatif sur les débits simulés principalement durant la fonte de neige. Comme on a pas observé d'erreur systématique pour les débits simulés avec les données météorologiques prévues, il serait utile d'analyser plus précisément les températures de l'air prévues pour déterminer si l'erreur est systématique ou concentrée sur une saison.

Suite à l'analyse des tableaux et figures de ce chapitre, on peut affirmer que:

- la précision des débits prévus est meilleure si on utilise le modèle CEQUEAU avec mise à jour;
- il n'y a pas de différence significative de précision entre les débits prévus avec mise à jour statistique et ceux prévus avec mise à jour déterministe;
- les données météorologiques prévues permettent d'obtenir des débits prévus comparables aux débits observés pour les premiers jours;
- la précision des débits prévus décroît de jour en jour.

Tableau 15.1.1 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 326,89 | 326,90 | 326,97 | 326,96 | 327,03 | 327,00 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 321,04 | 321,05 | 321,04 | 321,00 | 320,92 | 320,79 |
| RMSE<br>CEQ                           | 138,41 | 138,41 | 138,38 | 138,30 | 138,16 | 137,96 |
| RMSE PAY                              | 123,21 | 131,88 | 142,55 | 156,75 | 178,42 | 193,18 |
| NASH CEQ                              | 0,777  | 0,777  | 0,777  | 0,777  | 0,777  | 0,778  |
| NASH PAY                              | 0,823  | 0,797  | 0,763  | 0,714  | 0,630  | 0,566  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 385,66 | 385,70 | 385,76 | 385,80 | 385,81 | 385,93 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 376,33 | 376,35 | 376,36 | 376,34 | 376,27 | 376,17 |
| RMSE CEQ                              | 176,61 | 176,61 | 176,63 | 176,64 | 176,65 | 176,69 |
| RMSE PAY                              | 184,17 | 190,42 | 205,25 | 229,53 | 241,71 | 269,95 |
| NASH CEQ                              | 0,769  | 0,769  | 0,769  | 0,769  | 0,769  | 0,769  |
| NASH PAY                              | 0,748  | 0,731  | 0,687  | 0,609  | 0,544  | 0,459  |

Tableau 15.1.2 Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant amont (BAM).

| Jour | Température de l'air (°C) |                                     |      | Précipitation (mm)     |                                     |      |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|
|      | Moyenne val. observées    | Moyenne val. prévues <sup>(1)</sup> | RMSE | Moyenne val. observées | Moyenne val. prévues <sup>(2)</sup> | RMSE |
| 1    | -0,81                     | 5,10                                | 6,60 | 3,12                   | 3,33                                | 2,80 |
| 2    | -0,81                     | 5,07                                | 6,62 | 3,12                   | 3,47                                | 3,16 |
| 3    | -0,82                     | 5,19                                | 6,86 | 3,12                   | 3,42                                | 3,64 |
| 4    | -0,83                     | 5,17                                | 7,13 | 3,13                   | 3,46                                | 4,31 |
| 5    | -0,85                     | 5,24                                | 7,42 | 3,13                   | 3,20                                | 4,77 |
| 6    | -0,87                     | 5,63                                | 8,43 | 3,13                   | 3,53                                | 5,50 |

<sup>(1)</sup> Il y a 57 jours sans données de températures.

<sup>(2)</sup> Il y a 45 jours sans données de précipitation.

Tableau 15.1.3 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 429,75 | 429,81 | 429,96 | 430,09 | 430,17 | 430,39 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 429,84 | 429,84 | 430,02 | 429,82 | 429,8  | 429,78 |
|             |       | RMSE                   | 189,95 | 189,05 | 207,17 | 229,2  | 244,58 | 264,85 |
|             |       | NASH                   | 0,716  | 0,719  | 0,662  | 0,587  | 0,529  | 0,448  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 435,54 | 435,66 | 435,76 | 435,83 | 435,85 | 435,82 |
|             |       | RMSE                   | 211,16 | 211,15 | 211,16 | 211,18 | 211,18 | 211,26 |
|             |       | NASH                   | 0,649  | 0,649  | 0,649  | 0,649  | 0,648  | 0,648  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 435,5  | 436,13 | 438,64 | 443,41 | 450,14 | 458,19 |
|             |       | RMSE                   | 211,17 | 211,00 | 211,62 | 216,45 | 221,93 | 233,38 |
|             |       | NASH                   | 0,649  | 0,65   | 0,647  | 0,631  | 0,612  | 0,57   |

Tableau 15.1.4 Autocorrélation des résidus pour le bassin versant amont (BAM).

| Jour | PÉRIODES                 |                           |                     |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
|      | CALIBRATION<br>1985-1989 | VÉRIFICATION<br>1990-1995 | TOTALE<br>1985-1995 |
| 1    | 0,614                    | 0,472                     | 0,521               |
| 2    | 0,594                    | 0,493                     | 0,527               |
| 3    | 0,580                    | 0,490                     | 0,520               |
| 4    | 0,551                    | 0,429                     | 0,470               |
| 5    | 0,456                    | 0,403                     | 0,421               |
| 6    | 0,419                    | 0,336                     | 0,364               |
| 7    | 0,359                    | 0,302                     | 0,321               |

Tableau 15.1.5 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 326,89 | 326,90 | 326,97 | 326,96 | 327,03 | 327,00 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 325,29 | 325,17 | 325,06 | 324,82 | 324,08 | 323,70 |
| RMSE CEQ                              | 108,89 | 111,11 | 112,40 | 115,05 | 122,71 | 125,17 |
| RMSE PAY                              | 123,21 | 131,88 | 142,55 | 156,75 | 178,42 | 193,18 |
| NASH CEQ                              | 0,862  | 0,856  | 0,853  | 0,846  | 0,824  | 0,817  |
| NASH PAY                              | 0,823  | 0,797  | 0,763  | 0,714  | 0,630  | 0,566  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 385,66 | 385,70 | 385,76 | 385,80 | 385,81 | 385,93 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 384,74 | 384,48 | 384,30 | 383,88 | 382,52 | 381,91 |
| RMSE CEQ                              | 154,67 | 152,87 | 153,34 | 160,37 | 161,02 | 166,32 |
| RMSE PAY                              | 184,17 | 190,42 | 205,25 | 229,53 | 241,71 | 269,95 |
| NASH CEQ                              | 0,823  | 0,827  | 0,826  | 0,809  | 0,808  | 0,795  |
| NASH PAY                              | 0,748  | 0,731  | 0,687  | 0,609  | 0,544  | 0,459  |

Tableau 15.1.6 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 429,75 | 429,81 | 429,96 | 430,09 | 430,17 | 430,39 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 429,84 | 429,84 | 430,02 | 429,82 | 429,8  | 429,78 |
|             |       | RMSE                   | 189,95 | 189,05 | 207,17 | 229,20 | 244,58 | 264,85 |
|             |       | NASH                   | 0,716  | 0,719  | 0,662  | 0,587  | 0,529  | 0,448  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 434,75 | 434,9  | 435,03 | 435,15 | 435,36 | 435,40 |
|             |       | RMSE                   | 165,18 | 161,00 | 167,50 | 176,18 | 180,74 | 187,68 |
|             |       | NASH                   | 0,785  | 0,796  | 0,779  | 0,755  | 0,743  | 0,722  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 434,71 | 435,39 | 437,91 | 442,73 | 449,65 | 457,77 |
|             |       | RMSE                   | 165,23 | 161,49 | 170,38 | 186,00 | 196,83 | 215,88 |
|             |       | NASH                   | 0,785  | 0,795  | 0,771  | 0,727  | 0,695  | 0,632  |

Tableau 15.1.7 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 326,89 | 326,90 | 326,97 | 326,96 | 327,03 | 327,00 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 323,65 | 327,85 | 332,05 | 334,87 | 339,05 | 341,51 |
| RMSE CEQ                              | 96,77  | 100,82 | 105,40 | 111,55 | 118,22 | 122,37 |
| RMSE PAY                              | 123,21 | 131,88 | 142,55 | 156,75 | 178,42 | 193,18 |
| NASH CEQ                              | 0,890  | 0,881  | 0,869  | 0,854  | 0,836  | 0,824  |
| NASH PAY                              | 0,823  | 0,797  | 0,763  | 0,714  | 0,630  | 0,566  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 385,66 | 385,70 | 385,76 | 385,80 | 385,81 | 385,93 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 384,39 | 389,70 | 394,57 | 398,68 | 401,91 | 404,27 |
| RMSE CEQ                              | 123,29 | 135,51 | 142,49 | 150,80 | 156,69 | 163,33 |
| RMSE PAY                              | 184,17 | 190,42 | 205,25 | 229,53 | 241,71 | 269,95 |
| NASH CEQ                              | 0,857  | 0,850  | 0,835  | 0,818  | 0,808  | 0,794  |
| NASH PAY                              | 0,748  | 0,731  | 0,687  | 0,609  | 0,544  | 0,459  |

Tableau 15.1.8 Statistique des débits prévus pour le bassin versant amont (BAM) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 429,75 | 429,81 | 429,96 | 430,09 | 430,17 | 430,39 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 429,84 | 429,84 | 430,02 | 429,82 | 429,80 | 429,78 |
|             |       | RMSE                   | 189,95 | 189,05 | 207,17 | 229,20 | 244,58 | 264,85 |
|             |       | NASH                   | 0,716  | 0,719  | 0,662  | 0,587  | 0,529  | 0,448  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 429,46 | 436,12 | 442,26 | 447,55 | 451,78 | 454,93 |
|             |       | RMSE                   | 143,35 | 147,48 | 158,87 | 171,59 | 182,48 | 194,07 |
|             |       | NASH                   | 0,838  | 0,829  | 0,801  | 0,768  | 0,738  | 0,703  |
| Cequeau     | Prév, | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 429,42 | 436,58 | 445,09 | 455,07 | 466,02 | 477,25 |
|             |       | RMSE                   | 143,43 | 148,36 | 162,90 | 183,39 | 201,95 | 226,43 |
|             |       | NASH                   | 0,838  | 0,827  | 0,791  | 0,735  | 0,679  | 0,596  |

Tableau 15.2.1 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 109,15 | 109,12 | 109,13 | 109,13 | 109,12 | 109,12 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 102,56 | 102,54 | 102,52 | 102,49 | 102,44 | 102,38 |
| RMSE CEQ                              | 64,71  | 64,69  | 64,70  | 64,69  | 64,68  | 64,66  |
| RMSE PAY                              | 83,10  | 85,54  | 85,81  | 87,61  | 93,25  | 98,03  |
| NASH CEQ                              | 0,611  | 0,611  | 0,611  | 0,611  | 0,611  | 0,611  |
| NASH PAY                              | 0,358  | 0,320  | 0,316  | 0,288  | 0,194  | 0,109  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 125,00 | 124,99 | 124,94 | 125,04 | 125,01 | 125,03 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 121,84 | 121,84 | 121,84 | 121,82 | 121,79 | 121,74 |
| RMSE CEQ                              | 101,27 | 101,26 | 101,26 | 101,31 | 101,32 | 101,33 |
| RMSE PAY                              | 141,78 | 132,31 | 134,48 | 143,59 | 140,59 | 148,01 |
| NASH CEQ                              | 0,477  | 0,477  | 0,477  | 0,476  | 0,476  | 0,476  |
| NASH PAY                              | -0,028 | 0,105  | 0,075  | -0,054 | -0,011 | -0,120 |

Tableau 15.2.2 Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant Lac-Manouane (LM).

| Jour | Température de l'air (°C) |                                     |      | Précipitation (mm)     |                                     |      |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|
|      | Moyenne val. observées    | Moyenne val. prévues <sup>(1)</sup> | RMSE | Moyenne val. observées | Moyenne val. prévues <sup>(2)</sup> | RMSE |
| 1    | -0,82                     | 5,06                                | 6,57 | 3,09                   | 3,33                                | 3,00 |
| 2    | -0,82                     | 5,01                                | 6,58 | 3,09                   | 3,47                                | 3,35 |
| 3    | -0,82                     | 5,14                                | 6,82 | 3,09                   | 3,40                                | 3,76 |
| 4    | -0,83                     | 5,13                                | 7,10 | 3,09                   | 3,45                                | 4,39 |
| 5    | -0,85                     | 5,19                                | 7,38 | 3,09                   | 3,20                                | 4,76 |
| 6    | -0,88                     | 5,55                                | 8,37 | 3,09                   | 3,50                                | 5,28 |

<sup>(1)</sup> Il y a 57 jours sans données de températures.

<sup>(2)</sup> Il y a 45 jours sans données de précipitation.

Tableau 15.2.3 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 138,72 | 138,82 | 138,83 | 139,01 | 139,06 | 139,12 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 138,65 | 138,58 | 138,61 | 138,6  | 138,77 | 138,48 |
|             |       | RMSE                   | 131,41 | 121,39 | 125,03 | 132,75 | 127,31 | 138,38 |
|             |       | NASH                   | -0,05  | 0,106  | 0,052  | -0,07  | 0,017  | -0,161 |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 137,77 | 137,82 | 137,87 | 137,92 | 137,97 | 138,02 |
|             |       | RMSE                   | 94,25  | 94,26  | 94,26  | 94,38  | 94,39  | 94,4   |
|             |       | NASH                   | 0,411  | 0,410  | 0,410  | 0,409  | 0,409  | 0,409  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 137,84 | 138,55 | 140,20 | 142,37 | 144,76 | 146,79 |
|             |       | RMSE                   | 94,2   | 94,85  | 95,76  | 96,57  | 100,43 | 102,37 |
|             |       | NASH                   | 0,411  | 0,402  | 0,397  | 0,386  | 0,345  | 0,323  |

Tableau 15.2.4 Autocorrélation des résidus pour le bassin versant Lac Manouane (LM).

| Jour | PÉRIODES                 |                           |                     |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
|      | CALIBRATION<br>1985-1989 | VÉRIFICATION<br>1990-1995 | TOTALE<br>1985-1995 |
| 1    | 0,180                    | 0,024                     | 0,064               |
| 2    | 0,167                    | 0,173                     | 0,172               |
| 3    | 0,207                    | 0,178                     | 0,185               |
| 4    | 0,219                    | 0,092                     | 0,125               |
| 5    | 0,149                    | 0,173                     | 0,167               |
| 6    | 0,097                    | 0,104                     | 0,102               |
| 7    | 0,101                    | 0,115                     | 0,111               |

Tableau 15.2.5 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 109,15 | 109,12 | 109,13 | 109,13 | 109,12 | 109,12 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 104,18 | 104,08 | 104,46 | 104,59 | 103,93 | 103,45 |
| RMSE CEQ                              | 63,30  | 63,42  | 62,88  | 62,91  | 63,63  | 64,17  |
| RMSE PAY                              | 83,10  | 85,54  | 85,81  | 87,61  | 93,25  | 98,03  |
| NASH CEQ                              | 0,627  | 0,626  | 0,632  | 0,632  | 0,623  | 0,617  |
| NASH PAY                              | 0,358  | 0,320  | 0,316  | 0,288  | 0,194  | 0,109  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 125,00 | 124,99 | 124,97 | 125,04 | 125,01 | 125,03 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 124,33 | 124,16 | 124,71 | 124,86 | 123,86 | 123,09 |
| RMSE CEQ                              | 100,74 | 99,16  | 99,61  | 100,97 | 99,92  | 100,66 |
| RMSE PAY                              | 141,78 | 132,31 | 134,48 | 143,59 | 140,59 | 148,01 |
| NASH CEQ                              | 0,482  | 0,498  | 0,494  | 0,480  | 0,491  | 0,483  |
| NASH PAY                              | -0,028 | 0,105  | 0,075  | -0,054 | -0,011 | -0,120 |

Tableau 15.2.6 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 138,72 | 138,82 | 138,83 | 139,01 | 139,06 | 139,12 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 138,65 | 138,58 | 138,61 | 138,6  | 138,77 | 138,48 |
|             |       | RMSE                   | 131,41 | 121,39 | 125,03 | 132,75 | 127,31 | 138,38 |
|             |       | NASH                   | -0,05  | 0,106  | 0,052  | -0,07  | 0,017  | -0,161 |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 140,00 | 139,90 | 140,45 | 140,65 | 139,83 | 13902  |
|             |       | RMSE                   | 92,24  | 90,61  | 90,96  | 92,06  | 92,06  | 93,54  |
|             |       | NASH                   | 0,416  | 0,447  | 0,440  | 0,429  | 0,430  | 0,421  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 140,08 | 140,64 | 142,79 | 145,15 | 146,62 | 147,98 |
|             |       | RMSE                   | 92,19  | 91,27  | 92,65  | 94,58  | 98,39  | 101,67 |
|             |       | NASH                   | 0,416  | 0,438  | 0,424  | 0,402  | 0,362  | 0,332  |

Tableau 15.2.7 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 109,15 | 109,12 | 109,13 | 109,13 | 109,12 | 109,12 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 106,51 | 107,28 | 107,82 | 108,05 | 108,03 | 107,84 |
| RMSE CEQ                              | 57,24  | 57,60  | 57,99  | 58,57  | 59,23  | 59,83  |
| RMSE PAY                              | 83,10  | 85,54  | 85,81  | 87,61  | 93,25  | 98,03  |
| NASH CEQ                              | 0,652  | 0,649  | 0,646  | 0,640  | 0,631  | 0,625  |
| NASH PAY                              | 0,358  | 0,320  | 0,316  | 0,288  | 0,194  | 0,109  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 125,00 | 124,99 | 124,97 | 125,04 | 125,01 | 125,03 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 127,82 | 128,82 | 129,51 | 129,89 | 130,00 | 129,95 |
| RMSE CEQ                              | 82,67  | 83,54  | 85,52  | 86,76  | 87,50  | 88,48  |
| RMSE PAY                              | 141,78 | 132,31 | 134,48 | 143,59 | 140,59 | 148,01 |
| NASH CEQ                              | 0,524  | 0,523  | 0,506  | 0,497  | 0,493  | 0,483  |
| NASH PAY                              | -0,028 | 0,105  | 0,075  | -0,054 | -0,011 | -0,120 |

Tableau 15.2.8 Statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Manouane (LM) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 138,72 | 138,82 | 138,83 | 139,01 | 139,06 | 139,12 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 138,65 | 138,58 | 138,61 | 138,6  | 138,77 | 138,48 |
|             |       | RMSE                   | 131,41 | 121,39 | 125,03 | 132,75 | 127,31 | 138,38 |
|             |       | NASH                   | -0,05  | 0,106  | 0,052  | -0,070 | 0,017  | -0,161 |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 143,68 | 145,02 | 146,04 | 146,62 | 146,89 | 146,93 |
|             |       | RMSE                   | 85,43  | 86,17  | 88,77  | 90,81  | 92,16  | 93,92  |
|             |       | NASH                   | 0,481  | 0,484  | 0,459  | 0,443  | 0,434  | 0,416  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 143,76 | 145,78 | 148,40 | 151,15 | 153,75 | 155,80 |
|             |       | RMSE                   | 85,42  | 87,21  | 91,28  | 94,60  | 100,27 | 104,27 |
|             |       | NASH                   | 0,481  | 0,471  | 0,434  | 0,400  | 0,344  | 0,298  |

Tableau 15.3.1 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 218,13 | 218,12 | 218,18 | 218,20 | 218,26 | 218,23 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 200,65 | 200,72 | 200,75 | 200,86 | 200,93 | 200,99 |
| RMSE CEQ                              | 102,20 | 102,20 | 102,14 | 102,10 | 102,00 | 101,91 |
| RMSE PAY                              | 89,36  | 91,26  | 98,48  | 109,70 | 122,33 | 132,04 |
| NASH CEQ                              | 0,757  | 0,757  | 0,757  | 0,757  | 0,757  | 0,758  |
| NASH PAY                              | 0,814  | 0,806  | 0,774  | 0,720  | 0,652  | 0,594  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 260,80 | 260,82 | 260,88 | 260,93 | 260,96 | 261,01 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 246,51 | 246,52 | 246,52 | 246,49 | 246,44 | 246,36 |
| RMSE CEQ                              | 139,16 | 139,16 | 139,17 | 139,19 | 139,21 | 139,22 |
| RMSE PAY                              | 115,18 | 119,71 | 131,60 | 145,79 | 160,76 | 175,90 |
| NASH CEQ                              | 0,704  | 0,704  | 0,704  | 0,704  | 0,704  | 0,703  |
| NASH PAY                              | 0,797  | 0,780  | 0,735  | 0,674  | 0,604  | 0,526  |

Tableau 15.3.2 Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

| Jour | Température de l'air (°C) |                                     |      | Précipitation (mm)     |                                     |      |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|
|      | Moyenne val. observées    | Moyenne val. prévues <sup>(1)</sup> | RMSE | Moyenne val. observées | Moyenne val. prévues <sup>(2)</sup> | RMSE |
| 1    | -0,81                     | 5,12                                | 6,62 | 3,14                   | 3,33                                | 2,78 |
| 2    | -0,81                     | 5,09                                | 6,65 | 3,14                   | 3,46                                | 3,15 |
| 3    | -0,82                     | 5,21                                | 6,88 | 3,14                   | 3,42                                | 3,64 |
| 4    | -0,83                     | 5,19                                | 7,16 | 3,14                   | 3,47                                | 4,34 |
| 5    | -0,85                     | 5,27                                | 7,44 | 3,14                   | 3,19                                | 4,81 |
| 6    | -0,87                     | 5,67                                | 8,47 | 3,14                   | 3,53                                | 5,27 |

<sup>(1)</sup> Il y a 57 jours sans données de températures.

<sup>(2)</sup> Il y a 45 jours sans données de précipitation.

Tableau 15.3.3 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 291,46 | 291,46 | 291,54 | 291,56 | 291,63 | 291,68 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 291,36 | 291,41 | 291,46 | 291,78 | 291,7  | 291,55 |
|             |       | RMSE                   | 121,5  | 121    | 136,01 | 147,4  | 162,07 | 175,42 |
|             |       | NASH                   | 0,758  | 0,76   | 0,696  | 0,643  | 0,569  | 0,495  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 285,99 | 286,06 | 286,13 | 286,19 | 286,26 | 286,33 |
|             |       | RMSE                   | 175,18 | 175,17 | 175,18 | 175,17 | 175,19 | 175,2  |
|             |       | NASH                   | 0,514  | 0,514  | 0,514  | 0,514  | 0,514  | 0,513  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 285,94 | 286,37 | 288,03 | 291,03 | 295,08 | 299,57 |
|             |       | RMSE                   | 175,2  | 175,06 | 175,18 | 176,84 | 179,64 | 185,13 |
|             |       | NASH                   | 0,514  | 0,514  | 0,514  | 0,505  | 0,488  | 0,456  |

Tableau 15.3.4 Autocorrélation des résidus pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP).

| Jour | PÉRIODES                 |                           |                     |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
|      | CALIBRATION<br>1985-1989 | VÉRIFICATION<br>1990-1995 | TOTALE<br>1985-1995 |
| 1    | 0,610                    | 0,660                     | 0,645               |
| 2    | 0,612                    | 0,658                     | 0,644               |
| 3    | 0,582                    | 0,624                     | 0,611               |
| 4    | 0,524                    | 0,581                     | 0,564               |
| 5    | 0,455                    | 0,533                     | 0,509               |
| 6    | 0,422                    | 0,478                     | 0,461               |
| 7    | 0,368                    | 0,432                     | 0,413               |

Tableau 15.3.5 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 218,13 | 218,12 | 218,18 | 218,20 | 218,26 | 218,23 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 213,58 | 213,71 | 213,15 | 212,00 | 210,62 | 210,00 |
| RMSE CEQ                              | 76,21  | 76,65  | 79,23  | 83,38  | 87,15  | 89,13  |
| RMSE PAY                              | 89,36  | 91,26  | 98,48  | 109,70 | 122,33 | 132,04 |
| NASH CEQ                              | 0,851  | 0,850  | 0,842  | 0,821  | 0,810  | 0,804  |
| NASH PAY                              | 0,814  | 0,806  | 0,774  | 0,720  | 0,652  | 0,594  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 260,80 | 260,82 | 260,88 | 260,93 | 260,96 | 261,01 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 257,20 | 257,24 | 256,72 | 255,70 | 254,50 | 253,93 |
| RMSE CEQ                              | 99,36  | 100,12 | 104,49 | 109,92 | 115,00 | 119,34 |
| RMSE PAY                              | 115,18 | 119,71 | 131,60 | 145,79 | 160,76 | 175,90 |
| NASH CEQ                              | 0,839  | 0,836  | 0,823  | 0,805  | 0,789  | 0,773  |
| NASH PAY                              | 0,797  | 0,780  | 0,735  | 0,674  | 0,604  | 0,526  |

Tableau 15.3.6 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 291,46 | 291,46 | 291,54 | 291,56 | 291,63 | 291,68 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 291,36 | 291,41 | 291,46 | 291,78 | 291,70 | 291,55 |
|             |       | RMSE                   | 121,50 | 121,00 | 136,01 | 147,40 | 162,07 | 175,42 |
|             |       | NASH                   | 0,758  | 0,76   | 0,696  | 0,643  | 0,569  | 0,495  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 291,40 | 291,47 | 291,28 | 291,84 | 290,30 | 290,07 |
|             |       | RMSE                   | 114,61 | 114,04 | 123,17 | 130,76 | 139,01 | 145,12 |
|             |       | NASH                   | 0,786  | 0,787  | 0,754  | 0,724  | 0,690  | 0,662  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 291,77 | 291,18 | 293,53 | 295,16 | 299,77 | 303,77 |
|             |       | RMSE                   | 114,66 | 114,42 | 124,73 | 135,34 | 147,31 | 159,99 |
|             |       | NASH                   | 0,793  | 0,792  | 0,752  | 0,711  | 0,660  | 0,595  |

Tableau 15.3.7 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 218,13 | 218,12 | 218,18 | 218,20 | 218,26 | 218,23 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 213,70 | 215,64 | 217,42 | 218,73 | 219,54 | 219,99 |
| RMSE CEQ                              | 68,86  | 72,08  | 77,46  | 83,23  | 87,38  | 90,69  |
| RMSE PAY                              | 89,36  | 91,26  | 98,48  | 109,70 | 122,33 | 132,04 |
| NASH CEQ                              | 0,879  | 0,869  | 0,851  | 0,830  | 0,814  | 0,803  |
| NASH PAY                              | 0,814  | 0,806  | 0,774  | 0,720  | 0,652  | 0,594  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 260,80 | 260,82 | 260,88 | 260,93 | 260,96 | 261,01 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 256,74 | 260,45 | 263,68 | 266,21 | 268,01 | 269,24 |
| RMSE CEQ                              | 89,48  | 96,37  | 105,61 | 115,40 | 123,86 | 131,53 |
| RMSE PAY                              | 115,18 | 119,71 | 131,60 | 145,79 | 160,76 | 175,90 |
| NASH CEQ                              | 0,868  | 0,848  | 0,820  | 0,789  | 0,763  | 0,736  |
| NASH PAY                              | 0,797  | 0,780  | 0,735  | 0,674  | 0,604  | 0,526  |

Tableau 15.3.8 Statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-des-Passes (CDP) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 291,46 | 291,46 | 291,54 | 291,56 | 291,63 | 291,68 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 291,36 | 291,41 | 291,46 | 291,78 | 291,7  | 291,55 |
|             |       | RMSE                   | 121,5  | 121,00 | 136,01 | 147,40 | 162,07 | 175,42 |
|             |       | NASH                   | 0,758  | 0,760  | 0,696  | 0,643  | 0,569  | 0,495  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 288,95 | 294,18 | 298,63 | 302,30 | 305,04 | 307,01 |
|             |       | RMSE                   | 99,64  | 109,06 | 123,34 | 134,14 | 149,79 | 161,43 |
|             |       | NASH                   | 0,841  | 0,815  | 0,769  | 0,722  | 0,674  | 0,621  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 288,89 | 294,40 | 300,61 | 307,29 | 314,15 | 320,78 |
|             |       | RMSE                   | 99,75  | 109,93 | 126,64 | 145,50 | 164,80 | 185,90 |
|             |       | NASH                   | 0,840  | 0,811  | 0,756  | 0,684  | 0,600  | 0,490  |

Tableau 15.4.1 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 192,01 | 192,00 | 191,99 | 192,00 | 191,96 | 191,96 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 179,02 | 179,27 | 179,32 | 179,38 | 179,43 | 179,48 |
| RMSE CEQ                              | 62,30  | 62,30  | 62,30  | 62,31  | 62,32  | 62,33  |
| RMSE PAY                              | 42,44  | 63,25  | 82,50  | 97,93  | 110,53 | 120,62 |
| NASH CEQ                              | 0,886  | 0,886  | 0,886  | 0,886  | 0,886  | 0,886  |
| NASH PAY                              | 0,947  | 0,883  | 0,801  | 0,720  | 0,643  | 0,575  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 211,25 | 211,30 | 211,29 | 211,26 | 211,27 | 211,25 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 214,23 | 214,24 | 214,25 | 214,26 | 214,26 | 214,27 |
| RMSE CEQ                              | 71,78  | 71,81  | 71,83  | 71,87  | 71,93  | 72,00  |
| RMSE PAY                              | 46,29  | 70,29  | 91,80  | 108,44 | 122,76 | 135,98 |
| NASH CEQ                              | 0,898  | 0,898  | 0,898  | 0,898  | 0,898  | 0,898  |
| NASH PAY                              | 0,957  | 0,902  | 0,833  | 0,766  | 0,701  | 0,633  |

Tableau 15.4.2 Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant Chute du Diable (CD).

| Jour | Température de l'air (°C) |                                     |      | Précipitation (mm)     |                                     |      |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|
|      | Moyenne val. observées    | Moyenne val. prévues <sup>(1)</sup> | RMSE | Moyenne val. observées | Moyenne val. prévues <sup>(2)</sup> | RMSE |
| 1    | 1,12                      | 7,04                                | 6,54 | 3,37                   | 3,24                                | 2,71 |
| 2    | 1,11                      | 7,21                                | 6,75 | 3,37                   | 3,42                                | 3,24 |
| 3    | 1,11                      | 7,38                                | 7,03 | 3,37                   | 3,44                                | 3,74 |
| 4    | 1,10                      | 7,23                                | 7,19 | 3,37                   | 3,46                                | 4,70 |
| 5    | 1,08                      | 7,30                                | 7,49 | 3,37                   | 3,16                                | 5,11 |
| 6    | 1,05                      | 7,07                                | 7,94 | 3,37                   | 3,48                                | 5,69 |

<sup>(1)</sup> Il y a 57 jours sans données de températures.

<sup>(2)</sup> Il y a 45 jours sans données de précipitation.

Tableau 15.4.3 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 240,16 | 240,33 | 240,27 | 240,25 | 240,23 | 240,17 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 240,15 | 240,16 | 240,15 | 240,14 | 240,12 | 240,14 |
|             |       | RMSE                   | 49,69  | 75,6   | 99,08  | 116,57 | 130,33 | 141,74 |
|             |       | NASH                   | 0,95   | 0,884  | 0,802  | 0,725  | 0,657  | 0,594  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 253,31 | 253,30 | 253,30 | 253,30 | 253,30 | 253,29 |
|             |       | RMSE                   | 77,04  | 77,03  | 77,06  | 77,11  | 77,19  | 77,30  |
|             |       | NASH                   | 0,854  | 0,854  | 0,854  | 0,854  | 0,854  | 0,854  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 253,44 | 254,02 | 255,31 | 257,51 | 261,07 | 265,04 |
|             |       | RMSE                   | 77,23  | 77,77  | 79,34  | 82,33  | 87,55  | 93,88  |
|             |       | NASH                   | 0,853  | 0,851  | 0,844  | 0,829  | 0,800  | 0,765  |

Tableau 15.4.4 Autocorrélation des résidus pour le bassin versant Chute du Diable (CD).

| Jour | PÉRIODES                 |                           |                     |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
|      | CALIBRATION<br>1985-1989 | VÉRIFICATION<br>1990-1995 | TOTALE<br>1985-1995 |
| 1    | 0,811                    | 0,837                     | 0,829               |
| 2    | 0,685                    | 0,714                     | 0,707               |
| 3    | 0,559                    | 0,608                     | 0,595               |
| 4    | 0,463                    | 0,549                     | 0,523               |
| 5    | 0,387                    | 0,507                     | 0,469               |
| 6    | 0,347                    | 0,462                     | 0,427               |
| 7    | 0,316                    | 0,412                     | 0,384               |

Tableau 15.4.5 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 192,01 | 192,00 | 191,99 | 192,00 | 191,96 | 191,96 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 189,95 | 188,23 | 186,50 | 185,14 | 184,03 | 183,38 |
| RMSE CEQ                              | 35,41  | 44,42  | 50,53  | 54,09  | 56,30  | 57,36  |
| RMSE PAY                              | 42,44  | 63,25  | 82,50  | 97,93  | 110,53 | 120,62 |
| NASH CEQ                              | 0,963  | 0,942  | 0,924  | 0,913  | 0,906  | 0,903  |
| NASH PAY                              | 0,947  | 0,883  | 0,801  | 0,720  | 0,643  | 0,575  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 211,25 | 211,30 | 211,29 | 211,26 | 211,27 | 211,25 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 212,01 | 212,31 | 212,58 | 212,77 | 212,88 | 212,88 |
| RMSE CEQ                              | 38,95  | 49,95  | 56,82  | 60,09  | 62,32  | 64,11  |
| RMSE PAY                              | 46,29  | 70,29  | 91,80  | 108,44 | 122,76 | 135,98 |
| NASH CEQ                              | 0,970  | 0,950  | 0,936  | 0,928  | 0,923  | 0,918  |
| NASH PAY                              | 0,957  | 0,902  | 0,833  | 0,766  | 0,701  | 0,633  |

Tableau 15.4.6 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 240,16 | 240,33 | 240,27 | 240,25 | 240,23 | 240,17 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 240,15 | 240,16 | 240,15 | 240,14 | 240,12 | 240,14 |
|             |       | RMSE                   | 49,69  | 75,6   | 99,08  | 116,57 | 130,33 | 141,74 |
|             |       | NASH                   | 0,95   | 0,884  | 0,802  | 0,725  | 0,657  | 0,594  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 242,96 | 244,48 | 245,99 | 247,11 | 247,97 | 248,34 |
|             |       | RMSE                   | 42,79  | 56,03  | 65,45  | 70,19  | 72,99  | 74,75  |
|             |       | NASH                   | 0,963  | 0,936  | 0,913  | 0,900  | 0,892  | 0,887  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 243,09 | 245,18 | 247,98 | 251,32 | 255,76 | 260,14 |
|             |       | RMSE                   | 43,04  | 56,67  | 68,42  | 78,39  | 89,83  | 100,57 |
|             |       | NASH                   | 0,963  | 0,935  | 0,905  | 0,876  | 0,837  | 0,795  |

Tableau 15.4.7 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 192,01 | 192,00 | 191,99 | 192,00 | 191,96 | 191,96 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 189,15 | 190,26 | 191,10 | 191,70 | 191,99 | 192,02 |
| RMSE CEQ                              | 36,36  | 45,03  | 51,03  | 54,52  | 56,23  | 56,90  |
| RMSE PAY                              | 42,44  | 63,25  | 82,50  | 97,93  | 110,53 | 120,62 |
| NASH CEQ                              | 0,961  | 0,940  | 0,923  | 0,912  | 0,906  | 0,904  |
| NASH PAY                              | 0,947  | 0,883  | 0,801  | 0,720  | 0,643  | 0,575  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 211,25 | 211,30 | 211,29 | 211,26 | 211,27 | 211,25 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 210,07 | 212,89 | 215,30 | 217,32 | 218,87 | 219,95 |
| RMSE CEQ                              | 39,80  | 51,62  | 58,23  | 60,67  | 62,08  | 63,83  |
| RMSE PAY                              | 46,29  | 70,29  | 91,80  | 108,44 | 122,76 | 135,98 |
| NASH CEQ                              | 0,968  | 0,947  | 0,932  | 0,927  | 0,923  | 0,919  |
| NASH PAY                              | 0,957  | 0,902  | 0,833  | 0,766  | 0,701  | 0,633  |

Tableau 15.4.8 Statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute du Diable (CD) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 240,16 | 240,33 | 240,27 | 240,25 | 240,23 | 240,17 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 240,15 | 240,16 | 240,15 | 240,14 | 240,12 | 240,14 |
|             |       | RMSE                   | 49,69  | 75,6   | 99,08  | 116,57 | 130,33 | 141,74 |
|             |       | NASH                   | 0,95   | 0,884  | 0,802  | 0,725  | 0,657  | 0,594  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 239,37 | 242,68 | 245,40 | 247,55 | 249,20 | 250,41 |
|             |       | RMSE                   | 44,35  | 59,61  | 69,42  | 73,45  | 74,54  | 75,45  |
|             |       | NASH                   | 0,960  | 0,928  | 0,903  | 0,892  | 0,889  | 0,887  |
| Cequeau     | Prév, | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 239,49 | 243,33 | 240,29 | 251,63 | 256,84 | 262,01 |
|             |       | RMSE                   | 44,19  | 60,18  | 72,39  | 81,85  | 92,17  | 102,46 |
|             |       | NASH                   | 0,960  | 0,927  | 0,894  | 0,864  | 0,828  | 0,788  |

Tableau 15.5.1 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | JOURS |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 29,75 | 29,75 | 29,75 | 29,74 | 29,76 | 29,75 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 25,90 | 25,90 | 25,89 | 25,88 | 25,87 | 25,85 |
| RMSE CEQ                              | 16,91 | 16,91 | 16,91 | 16,91 | 16,91 | 16,90 |
| RMSE PAY                              | 14,73 | 17,04 | 19,37 | 21,34 | 23,10 | 24,66 |
| NASH CEQ                              | 0,668 | 0,668 | 0,668 | 0,668 | 0,668 | 0,668 |
| NASH PAY                              | 0,748 | 0,663 | 0,565 | 0,471 | 0,381 | 0,294 |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |       |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 31,22 | 31,22 | 31,21 | 31,23 | 31,23 | 31,24 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 28,85 | 28,85 | 28,85 | 28,85 | 28,85 | 28,85 |
| RMSE CEQ                              | 21,30 | 21,30 | 21,30 | 21,30 | 21,29 | 21,28 |
| RMSE PAY                              | 14,63 | 16,98 | 19,39 | 21,18 | 23,06 | 24,55 |
| NASH CEQ                              | 0,610 | 0,610 | 0,610 | 0,610 | 0,610 | 0,611 |
| NASH PAY                              | 0,816 | 0,752 | 0,676 | 0,614 | 0,542 | 0,481 |

Tableau 15.5.2 Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant Chute-à-la-Savane (CS).

| Jour | Température de l'air (°C) |                                     |      | Précipitation (mm)     |                                     |      |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|
|      | Moyenne val. observées    | Moyenne val. prévues <sup>(1)</sup> | RMSE | Moyenne val. observées | Moyenne val. prévues <sup>(2)</sup> | RMSE |
| 1    | 2,30                      | 7,81                                | 6,20 | 2,83                   | 3,13                                | 2,78 |
| 2    | 2,29                      | 8,05                                | 6,48 | 2,83                   | 3,39                                | 3,22 |
| 3    | 2,29                      | 8,26                                | 6,80 | 2,83                   | 3,44                                | 3,67 |
| 4    | 2,28                      | 8,06                                | 6,96 | 2,83                   | 3,43                                | 4,52 |
| 5    | 2,26                      | 8,12                                | 7,25 | 2,83                   | 3,16                                | 4,90 |
| 6    | 2,23                      | 8,46                                | 8,15 | 2,83                   | 3,47                                | 5,48 |

<sup>(1)</sup> Il y a 57 jours sans données de températures.

<sup>(2)</sup> Il y a 45 jours sans données de précipitation.

Tableau 15.5.3 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 40,83 | 40,81 | 40,82 | 40,83 | 40,85 | 40,86 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 40,77 | 40,75 | 40,76 | 40,74 | 40,73 | 40,73 |
|             |       | RMSE                   | 16,14 | 19,36 | 21,99 | 24,08 | 25,91 | 27,4  |
|             |       | NASH                   | 0,777 | 0,68  | 0,587 | 0,505 | 0,426 | 0,358 |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 32,83 | 32,83 | 32,84 | 32,84 | 32,84 | 32,85 |
|             |       | RMSE                   | 22,79 | 22,79 | 22,79 | 22,8  | 22,8  | 22,79 |
|             |       | NASH                   | 0,563 | 0,563 | 0,563 | 0,563 | 0,563 | 0,563 |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 32,89 | 33,14 | 33,67 | 34,42 | 35,23 | 35,95 |
|             |       | RMSE                   | 22,76 | 22,7  | 23,1  | 23,74 | 24,19 | 25,27 |
|             |       | NASH                   | 0,564 | 0,556 | 0,551 | 0,526 | 0,506 | 0,459 |

Tableau 15.5.4 Autocorrélation des résidus pour le bassin versant Chute-à-la-Savane (CS).

| Jour | PÉRIODES                 |                           |                     |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
|      | CALIBRATION<br>1985-1989 | VÉRIFICATION<br>1990-1995 | TOTALE<br>1985-1995 |
| 1    | 0,611                    | 0,770                     | 0,717               |
| 2    | 0,515                    | 0,709                     | 0,644               |
| 3    | 0,420                    | 0,639                     | 0,566               |
| 4    | 0,353                    | 0,589                     | 0,511               |
| 5    | 0,302                    | 0,528                     | 0,453               |
| 6    | 0,260                    | 0,482                     | 0,409               |
| 7    | 0,264                    | 0,414                     | 0,365               |

Tableau 15.5.5 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | JOURS |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 29,75 | 29,75 | 29,75 | 29,74 | 29,76 | 29,75 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 28,37 | 27,98 | 27,59 | 27,31 | 27,10 | 26,95 |
| RMSE CEQ                              | 12,92 | 14,17 | 15,04 | 15,52 | 15,87 | 16,08 |
| RMSE PAY                              | 14,73 | 17,04 | 19,37 | 21,34 | 23,10 | 24,66 |
| NASH CEQ                              | 0,806 | 0,767 | 0,737 | 0,720 | 0,707 | 0,699 |
| NASH PAY                              | 0,748 | 0,663 | 0,565 | 0,471 | 0,381 | 0,294 |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |       |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 31,23 | 31,22 | 31,21 | 31,23 | 31,23 | 31,24 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 30,67 | 30,39 | 30,11 | 29,90 | 29,75 | 29,63 |
| RMSE CEQ                              | 13,87 | 15,59 | 17,00 | 17,96 | 18,71 | 19,24 |
| RMSE PAY                              | 14,63 | 16,98 | 19,39 | 21,18 | 23,06 | 24,55 |
| NASH CEQ                              | 0,835 | 0,791 | 0,752 | 0,723 | 0,699 | 0,681 |
| NASH PAY                              | 0,816 | 0,752 | 0,676 | 0,614 | 0,542 | 0,481 |

Tableau 15.5.6 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 40,83 | 40,81 | 40,82 | 40,83 | 40,85 | 40,86 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 40,77 | 40,75 | 40,76 | 40,74 | 40,73 | 40,73 |
|             |       | RMSE                   | 16,14 | 19,36 | 21,99 | 24,08 | 25,91 | 27,40 |
|             |       | NASH                   | 0,777 | 0,68  | 0,587 | 0,505 | 0,426 | 0,358 |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 37,84 | 37,05 | 36,28 | 35,73 | 35,21 | 34,98 |
|             |       | RMSE                   | 14,95 | 17,10 | 18,52 | 19,50 | 20,17 | 20,70 |
|             |       | NASH                   | 0,805 | 0,75  | 0,708 | 0,677 | 0,654 | 0,637 |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 37,89 | 37,35 | 37,11 | 37,31 | 37,71 | 38,08 |
|             |       | RMSE                   | 14,94 | 17,10 | 19,08 | 20,83 | 22,07 | 23,86 |
|             |       | NASH                   | 0,806 | 0,749 | 0,690 | 0,632 | 0,586 | 0,516 |

Tableau 15.5.7 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | JOURS |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 29,75 | 29,75 | 29,75 | 29,74 | 29,76 | 29,75 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 28,57 | 28,91 | 29,11 | 29,15 | 29,06 | 28,92 |
| RMSE CEQ                              | 12,09 | 13,43 | 14,32 | 14,97 | 15,45 | 15,77 |
| RMSE PAY                              | 14,73 | 17,04 | 19,37 | 21,34 | 23,10 | 24,66 |
| NASH CEQ                              | 0,816 | 0,774 | 0,744 | 0,724 | 0,708 | 0,697 |
| NASH PAY                              | 0,748 | 0,663 | 0,565 | 0,471 | 0,381 | 0,294 |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |       |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 31,23 | 31,22 | 31,21 | 31,23 | 31,23 | 31,24 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 30,51 | 30,97 | 31,31 | 31,47 | 31,46 | 31,36 |
| RMSE CEQ                              | 12,24 | 14,24 | 16,05 | 17,54 | 18,69 | 19,46 |
| RMSE PAY                              | 14,63 | 16,98 | 19,39 | 21,18 | 23,06 | 24,55 |
| NASH CEQ                              | 0,860 | 0,819 | 0,779 | 0,739 | 0,703 | 0,674 |
| NASH PAY                              | 0,816 | 0,752 | 0,676 | 0,614 | 0,542 | 0,481 |

Tableau 15.5.8 Statistique des débits prévus pour le bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |           |                        | JOURS |       |       |       |       |        |
|-------------|-----------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Modèle      | Météo     | Paramètres             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      |
|             |           | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 40,83 | 40,81 | 40,82 | 40,83 | 40,85 | 40,86  |
| Paysan      |           | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 40,77 | 40,75 | 40,76 | 40,74 | 40,73 | 40,73  |
|             |           | RMSE                   | 16,14 | 19,36 | 21,99 | 24,08 | 25,91 | 27,4   |
|             |           | NASH                   | 0,777 | 0,680 | 0,587 | 0,505 | 0,426 | 0,358  |
| Cequeau     | Obs.      | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 38,57 | 38,64 | 38,59 | 38,34 | 37,95 | 37,501 |
|             |           | RMSE                   | 14,25 | 16,19 | 17,84 | 19,15 | 20,17 | 20,87  |
|             |           | NASH                   | 0,823 | 0,780 | 0,738 | 0,791 | 0,668 | 0,641  |
| Cequeau     | Prév. (1) | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 38,63 | 38,95 | 39,46 | 40,04 | 40,56 | 40,93  |
|             |           | RMSE                   | 14,25 | 16,24 | 18,62 | 20,95 | 22,81 | 24,95  |
|             |           | NASH                   | 0,823 | 0,778 | 0,714 | 0,639 | 0,568 | 0,475  |

Tableau 15.6.1 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 781,67 | 781,58 | 781,56 | 781,53 | 781,55 | 781,57 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 768,69 | 768,87 | 769,05 | 769,23 | 769,43 | 769,63 |
| RMSE CEQ                              | 300,39 | 300,39 | 300,36 | 300,24 | 299,96 | 299,56 |
| RMSE PAY                              | 302,35 | 307,79 | 342,65 | 379,95 | 428,30 | 462,44 |
| NASH CEQ                              | 0,838  | 0,838  | 0,838  | 0,838  | 0,838  | 0,838  |
| NASH PAY                              | 0,836  | 0,830  | 0,789  | 0,741  | 0,671  | 0,617  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 854,81 | 854,85 | 854,88 | 854,89 | 854,89 | 854,84 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 886,18 | 886,20 | 886,17 | 886,04 | 885,76 | 885,34 |
| RMSE CEQ                              | 369,64 | 369,64 | 369,65 | 369,61 | 369,41 | 369,06 |
| RMSE PAY                              | 293,03 | 324,33 | 375,81 | 432,86 | 485,10 | 531,98 |
| NASH CEQ                              | 0,804  | 0,804  | 0,804  | 0,804  | 0,805  | 0,805  |
| NASH PAY                              | 0,877  | 0,849  | 0,797  | 0,731  | 0,663  | 0,594  |

Tableau 15.6.2 Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ).

| Jour | Température de l'air (°C) |                                     |      | Précipitation (mm)     |                                     |      |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|
|      | Moyenne val. observées    | Moyenne val. prévues <sup>(1)</sup> | RMSE | Moyenne val. observées | Moyenne val. prévues <sup>(2)</sup> | RMSE |
| 1    | 1,10                      | 7,24                                | 6,78 | 2,88                   | 3,10                                | 2,28 |
| 2    | 1,09                      | 7,46                                | 7,03 | 2,88                   | 3,39                                | 2,83 |
| 3    | 1,08                      | 7,62                                | 7,31 | 2,88                   | 3,45                                | 3,36 |
| 4    | 1,06                      | 7,45                                | 7,46 | 2,88                   | 3,41                                | 4,20 |
| 5    | 1,05                      | 7,53                                | 7,77 | 2,88                   | 3,13                                | 4,50 |
| 6    | 1,03                      | 7,47                                | 8,35 | 2,88                   | 3,49                                | 5,06 |

<sup>(1)</sup> Il y a 57 jours sans données de températures.

<sup>(2)</sup> Il y a 45 jours sans données de précipitation.

Tableau 15.6.3 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac-Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS   |         |         |         |         |         |
|-------------|-------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 965,22  | 965,55  | 965,61  | 965,67  | 965,83  | 965,99  |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 964,9   | 964,9   | 964,93  | 964,87  | 964,48  | 964,32  |
|             |       | RMSE                   | 310,66  | 364,92  | 400,69  | 454,96  | 509,96  | 509,54  |
|             |       | NASH                   | 0,859   | 0,824   | 0,766   | 0,698   | 0,621   | 0,553   |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 1004,10 | 1004,30 | 1004,40 | 1004,40 | 1004,80 | 1004,90 |
|             |       | RMSE                   | 393,97  | 393,93  | 393,96  | 394     | 393,93  | 393,74  |
|             |       | NASH                   | 0,774   | 0,775   | 0,775   | 0,775   | 0,775   | 0,774   |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 1004,3  | 1004,8  | 1013,4  | 1032    | 1057,9  | 1083,8  |
|             |       | RMSE                   | 394,21  | 395,95  | 408,16  | 439,12  | 487,81  | 538,84  |
|             |       | NASH                   | 0,773   | 0,771   | 0,757   | 0,720   | 0,655   | 0,578   |

Tableau 15.6.4 Autocorrélation des résidus pour le bassin versant Lac-Saint-Jean (LSJ).

| Jour | PÉRIODES                 |                           |                     |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
|      | CALIBRATION<br>1985-1989 | VÉRIFICATION<br>1990-1995 | TOTALE<br>1985-1995 |
| 1    | 0,502                    | 0,703                     | 0,633               |
| 2    | 0,527                    | 0,693                     | 0,635               |
| 3    | 0,487                    | 0,660                     | 0,600               |
| 4    | 0,452                    | 0,609                     | 0,555               |
| 5    | 0,363                    | 0,553                     | 0,487               |
| 6    | 0,335                    | 0,493                     | 0,439               |
| 7    | 0,282                    | 0,436                     | 0,383               |

Tableau 15.6.5 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |         |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |         |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6       |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 781,67 | 781,58 | 781,56 | 781,53 | 781,55 | 781,57  |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 775,94 | 776,25 | 776,05 | 775,72 | 774,63 | 774,431 |
| RMSE CEQ                              | 259,25 | 254,80 | 261,91 | 267,59 | 279,26 | 281,97  |
| RMSE PAY                              | 302,35 | 307,79 | 342,65 | 379,95 | 428,30 | 462,44  |
| NASH CEQ                              | 0,879  | 0,883  | 0,877  | 0,871  | 0,860  | 0,857   |
| NASH PAY                              | 0,836  | 0,830  | 0,789  | 0,741  | 0,671  | 0,617   |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |         |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6       |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 854,81 | 854,85 | 854,88 | 854,89 | 854,89 | 854,84  |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 871,65 | 870,96 | 872,10 | 873,12 | 875,65 | 876,47  |
| RMSE CEQ                              | 272,22 | 272,44 | 284,38 | 298,80 | 315,35 | 325,38  |
| RMSE PAY                              | 293,03 | 324,33 | 375,81 | 432,86 | 485,10 | 531,98  |
| NASH CEQ                              | 0,894  | 0,894  | 0,884  | 0,872  | 0,857  | 0,848   |
| NASH PAY                              | 0,877  | 0,849  | 0,797  | 0,731  | 0,663  | 0,594   |

Tableau 15.6.6 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac-Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |         |         |         |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4       | 5       | 6       |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 965,22 | 965,55 | 965,61 | 965,67  | 965,83  | 965,99  |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 964,90 | 964,90 | 964,93 | 964,87  | 964,48  | 964,32  |
|             |       | RMSE                   | 310,66 | 364,92 | 400,69 | 454,96  | 509,96  | 509,54  |
|             |       | NASH                   | 0,859  | 0,824  | 0,766  | 0,698   | 0,621   | 0,553   |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 986,25 | 985,48 | 987,02 | 988,48  | 991,83  | 992,97  |
|             |       | RMSE                   | 287,96 | 287,98 | 300,69 | 314,23  | 335,01  | 345,7   |
|             |       | NASH                   | 0,879  | 0,879  | 0,868  | 0,856   | 0,836   | 0,825   |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 986,39 | 987,06 | 996,09 | 1016,20 | 1045,60 | 1073,10 |
|             |       | RMSE                   | 288,17 | 289,99 | 316,4  | 361,8   | 432,78  | 495,74  |
|             |       | NASH                   | 0,879  | 0,877  | 0,854  | 0,809   | 0,727   | 0,642   |

Tableau 15.6.7 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 781,67 | 781,58 | 781,56 | 781,53 | 781,55 | 781,57 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 770,54 | 779,00 | 786,43 | 792,13 | 795,93 | 798,20 |
| RMSE CEQ                              | 229,14 | 235,40 | 247,81 | 259,41 | 270,37 | 276,26 |
| RMSE PAY                              | 302,35 | 307,79 | 342,65 | 379,95 | 428,30 | 462,44 |
| NASH CEQ                              | 0,905  | 0,899  | 0,888  | 0,878  | 0,867  | 0,862  |
| NASH PAY                              | 0,836  | 0,830  | 0,789  | 0,741  | 0,671  | 0,617  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 854,81 | 854,85 | 854,88 | 854,89 | 854,89 | 854,84 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 859,79 | 877,50 | 884,24 | 894,44 | 903,08 | 910,11 |
| RMSE CEQ                              | 242,03 | 269,15 | 300,97 | 334,13 | 364,25 | 390,07 |
| RMSE PAY                              | 293,03 | 324,33 | 375,81 | 432,86 | 485,10 | 531,98 |
| NASH CEQ                              | 0,918  | 0,903  | 0,884  | 0,860  | 0,834  | 0,807  |
| NASH PAY                              | 0,877  | 0,849  | 0,797  | 0,731  | 0,663  | 0,594  |

Tableau 15.6.8 Statistique des débits prévus pour le bassin versant Lac-Saint-Jean (LSJ) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |         |         |         |         |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3       | 4       | 5       | 6       |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 965,22 | 965,55 | 965,61  | 965,67  | 965,83  | 965,99  |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 964,90 | 964,90 | 964,93  | 964,87  | 964,48  | 964,32  |
|             |       | RMSE                   | 310,66 | 364,92 | 400,69  | 454,96  | 509,96  | 509,54  |
|             |       | NASH                   | 0,859  | 0,824  | 0,766   | 0,698   | 0,621   | 0,553   |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 975,19 | 990,43 | 1004,60 | 1017,10 | 1028,30 | 1037,80 |
|             |       | RMSE                   | 250,42 | 273,99 | 304,17  | 340,48  | 377,97  | 412,07  |
|             |       | NASH                   | 0,908  | 0,890  | 0,865   | 0,831   | 0,792   | 0,754   |
| Cequeau     | Prév, | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 975,32 | 991,89 | 1013,40 | 1044,20 | 1081,50 | 1117,70 |
|             |       | RMSE                   | 259,43 | 292,99 | 348,75  | 429,85  | 526,97  | 617,14  |
|             |       | NASH                   | 0,908  | 0,889  | 0,849   | 0,774   | 0,652   | 0,509   |

Tableau 15.7.1 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | JOURS |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 18,21 | 18,21 | 18,21 | 18,21 | 18,21 | 18,21 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 17,91 | 17,91 | 17,91 | 17,90 | 17,90 | 17,89 |
| RMSE CEQ                              | 9,06  | 9,06  | 9,06  | 9,05  | 9,04  | 9,02  |
| RMSE PAY                              | 4,02  | 6,90  | 9,11  | 10,92 | 12,40 | 13,61 |
| NASH CEQ                              | 0,789 | 0,789 | 0,789 | 0,790 | 0,790 | 0,791 |
| NASH PAY                              | 0,958 | 0,878 | 0,787 | 0,694 | 0,606 | 0,525 |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |       |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 18,71 | 18,71 | 18,71 | 18,71 | 18,71 | 18,71 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 20,69 | 20,69 | 20,68 | 20,68 | 20,67 | 20,65 |
| RMSE CEQ                              | 10,29 | 10,28 | 10,28 | 10,27 | 10,26 | 10,24 |
| RMSE PAY                              | 4,02  | 7,03  | 9,43  | 11,41 | 13,08 | 14,54 |
| NASH CEQ                              | 0,779 | 0,779 | 0,779 | 0,780 | 0,780 | 0,781 |
| NASH PAY                              | 0,966 | 0,896 | 0,814 | 0,727 | 0,642 | 0,557 |

Tableau 15.7.2 Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER).

| Jour | Température de l'air (°C) |                                     |      | Précipitation (mm)     |                                     |      |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|
|      | Moyenne val. observées    | Moyenne val. prévues <sup>(1)</sup> | RMSE | Moyenne val. observées | Moyenne val. prévues <sup>(2)</sup> | RMSE |
| 1    | 2,26                      | 7,86                                | 6,33 | 2,93                   | 3,13                                | 2,97 |
| 2    | 2,25                      | 8,11                                | 6,61 | 2,93                   | 3,39                                | 3,49 |
| 3    | 2,25                      | 8,31                                | 6,93 | 2,93                   | 3,45                                | 3,91 |
| 4    | 2,24                      | 8,11                                | 7,09 | 2,93                   | 3,42                                | 4,77 |
| 5    | 2,22                      | 8,17                                | 7,38 | 2,93                   | 3,16                                | 5,19 |
| 6    | 2,19                      | 8,42                                | 8,21 | 2,94                   | 3,48                                | 5,68 |

<sup>(1)</sup> Il y a 57 jours sans données de températures.

<sup>(2)</sup> Il y a 45 jours sans données de précipitation.

Tableau 15.7.3 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 22,07 | 22,07 | 22,08 | 22,09 | 22,09 | 22,09 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 22,02 | 22    | 21,97 | 21,94 | 21,9  | 21,87 |
|             |       | RMSE                   | 4,53  | 7,78  | 10,31 | 12,31 | 13,89 | 15,17 |
|             |       | NASH                   | 0,957 | 0,872 | 0,776 | 0,681 | 0,594 | 0,516 |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 23,03 | 23,02 | 23,01 | 22,99 | 22,97 | 22,94 |
|             |       | RMSE                   | 11,01 | 11    | 10,99 | 10,97 | 10,94 | 10,9  |
|             |       | NASH                   | 0,745 | 0,745 | 0,746 | 0,746 | 0,748 | 0,749 |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 23,09 | 23,31 | 23,73 | 24,27 | 24,75 | 25,1  |
|             |       | RMSE                   | 10,98 | 11,13 | 11,57 | 12,19 | 12,7  | 13,47 |
|             |       | NASH                   | 0,746 | 0,739 | 0,718 | 0,687 | 0,66  | 0,617 |

Tableau 15.7.4 Autocorrélation des résidus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER).

| Jour | PÉRIODES                 |                           |                     |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
|      | CALIBRATION<br>1985-1989 | VÉRIFICATION<br>1990-1995 | TOTALE<br>1985-1995 |
| 1    | 0,940                    | 0,950                     | 0,947               |
| 2    | 0,837                    | 0,864                     | 0,855               |
| 3    | 0,722                    | 0,771                     | 0,755               |
| 4    | 0,600                    | 0,680                     | 0,653               |
| 5    | 0,484                    | 0,595                     | 0,557               |
| 6    | 0,384                    | 0,518                     | 0,472               |
| 7    | 0,295                    | 0,446                     | 0,395               |

Tableau 15.7.5 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | JOURS |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 18,21 | 18,21 | 18,21 | 18,21 | 18,21 | 18,21 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 18,19 | 18,16 | 18,12 | 18,08 | 18,04 | 18,00 |
| RMSE CEQ                              | 3,08  | 4,96  | 6,26  | 7,24  | 7,91  | 8,33  |
| RMSE PAY                              | 4,02  | 6,90  | 9,11  | 10,92 | 12,40 | 13,61 |
| NASH CEQ                              | 0,976 | 0,937 | 0,899 | 0,865 | 0,839 | 0,822 |
| NASH PAY                              | 0,958 | 0,878 | 0,787 | 0,694 | 0,606 | 0,525 |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |       |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 18,71 | 18,71 | 18,71 | 18,71 | 18,71 | 18,71 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 18,82 | 19,02 | 19,25 | 19,49 | 19,71 | 19,90 |
| RMSE CEQ                              | 3,06  | 5,04  | 6,43  | 7,44  | 8,19  | 8,75  |
| RMSE PAY                              | 4,02  | 7,03  | 9,43  | 11,41 | 13,08 | 14,54 |
| NASH CEQ                              | 0,980 | 0,947 | 0,914 | 0,884 | 0,860 | 0,840 |
| NASH PAY                              | 0,966 | 0,896 | 0,814 | 0,727 | 0,642 | 0,557 |

Tableau 15.7.6 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 22,07 | 22,07 | 22,08 | 22,09 | 22,09 | 22,09 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 22,02 | 22,00 | 21,97 | 21,94 | 21,9  | 21,87 |
|             |       | RMSE                   | 4,53  | 7,78  | 10,31 | 12,31 | 13,89 | 15,17 |
|             |       | NASH                   | 0,957 | 0,872 | 0,776 | 0,681 | 0,594 | 0,516 |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 22,09 | 22,19 | 22,29 | 22,40 | 22,50 | 22,57 |
|             |       | RMSE                   | 3,59  | 5,66  | 7,15  | 8,22  | 8,99  | 9,55  |
|             |       | NASH                   | 0,974 | 0,933 | 0,892 | 0,858 | 0,83  | 0,808 |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 22,15 | 22,48 | 23,02 | 23,68 | 24,28 | 24,73 |
|             |       | RMSE                   | 3,50  | 5,98  | 8,05  | 9,83  | 11,17 | 12,56 |
|             |       | NASH                   | 0,974 | 0,925 | 0,864 | 0,797 | 0,737 | 0,668 |

Tableau 15.7.7 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | JOURS |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 18,21 | 18,21 | 18,21 | 18,21 | 18,21 | 18,21 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 18,04 | 18,10 | 18,17 | 18,22 | 18,25 | 18,27 |
| RMSE CEQ                              | 3,17  | 4,80  | 6,05  | 7,07  | 7,83  | 8,34  |
| RMSE PAY                              | 4,02  | 6,90  | 9,11  | 10,92 | 12,40 | 13,61 |
| NASH CEQ                              | 0,974 | 0,941 | 0,909 | 0,872 | 0,842 | 0,821 |
| NASH PAY                              | 0,958 | 0,878 | 0,787 | 0,694 | 0,606 | 0,525 |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |       |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 18,70 | 18,70 | 18,70 | 18,70 | 18,70 | 18,70 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 18,69 | 18,92 | 19,15 | 19,36 | 19,54 | 19,68 |
| RMSE CEQ                              | 2,72  | 4,63  | 6,15  | 7,36  | 8,27  | 8,94  |
| RMSE PAY                              | 4,02  | 7,03  | 9,43  | 11,41 | 13,08 | 14,54 |
| NASH CEQ                              | 0,985 | 0,955 | 0,921 | 0,887 | 0,857 | 0,833 |
| NASH PAY                              | 0,966 | 0,896 | 0,814 | 0,727 | 0,642 | 0,557 |

Tableau 15.7.8 Statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 22,06 | 22,07 | 22,08 | 22,09 | 22,09 | 22,09 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 22,02 | 22,00 | 21,97 | 21,94 | 21,90 | 21,87 |
|             |       | RMSE                   | 4,53  | 7,78  | 10,31 | 12,31 | 13,89 | 15,17 |
|             |       | NASH                   | 0,957 | 0,872 | 0,776 | 0,681 | 0,594 | 0,516 |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 21,94 | 22,10 | 22,24 | 22,37 | 22,46 | 22,52 |
|             |       | RMSE                   | 3,15  | 5,19  | 6,79  | 8,05  | 8,98  | 9,69  |
|             |       | NASH                   | 0,979 | 0,943 | 0,903 | 0,863 | 0,830 | 0,802 |
| Cequeau     | Prév, | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 22,01 | 22,38 | 22,96 | 23,64 | 24,22 | 24,65 |
|             |       | RMSE                   | 3,13  | 5,46  | 7,72  | 9,73  | 11,23 | 12,75 |
|             |       | NASH                   | 0,979 | 0,937 | 0,874 | 0,800 | 0,734 | 0,657 |

Tableau 15.8.1 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 185,97 | 185,97 | 185,97 | 185,96 | 185,96 | 185,96 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 174,17 | 174,17 | 174,17 | 174,15 | 174,11 | 174,04 |
| RMSE CEQ                              | 50,04  | 50,04  | 50,03  | 50,01  | 49,98  | 49,94  |
| RMSE PAY                              | 24,51  | 45,44  | 63,02  | 77,94  | 90,82  | 102,18 |
| NASH CEQ                              | 0,920  | 0,920  | 0,920  | 0,920  | 0,920  | 0,920  |
| NASH PAY                              | 0,981  | 0,934  | 0,873  | 0,805  | 0,736  | 0,665  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 207,94 | 207,98 | 208,88 | 208,02 | 208,04 | 208,06 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 210,49 | 210,49 | 210,49 | 210,47 | 210,42 | 210,35 |
| RMSE CEQ                              | 80,02  | 80,02  | 80,03  | 80,05  | 80,10  | 80,16  |
| RMSE PAY                              | 34,06  | 62,40  | 84,90  | 103,20 | 118,84 | 132,41 |
| NASH CEQ                              | 0,859  | 0,860  | 0,860  | 0,860  | 0,860  | 0,860  |
| NASH PAY                              | 0,974  | 0,914  | 0,841  | 0,765  | 0,688  | 0,613  |

Tableau 15.8.2 Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI).

| Jour | Température de l'air (°C) |                                     |      | Précipitation (mm)     |                                     |      |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|
|      | Moyenne val. observées    | Moyenne val. prévues <sup>(1)</sup> | RMSE | Moyenne val. observées | Moyenne val. prévues <sup>(2)</sup> | RMSE |
| 1    | 0,52                      | 6,83                                | 6,94 | 3,07                   | 3,21                                | 2,41 |
| 2    | 0,51                      | 7,00                                | 7,15 | 3,07                   | 3,41                                | 2,89 |
| 3    | 0,51                      | 7,16                                | 7,42 | 3,07                   | 3,42                                | 3,44 |
| 4    | 0,50                      | 7,01                                | 7,58 | 3,07                   | 3,44                                | 4,39 |
| 5    | 0,48                      | 7,10                                | 7,89 | 3,07                   | 3,11                                | 4,71 |
| 6    | 0,45                      | 6,86                                | 8,35 | 3,07                   | 3,49                                | 5,19 |

<sup>(1)</sup> Il y a 57 jours sans données de températures.

<sup>(2)</sup> Il y a 45 jours sans données de précipitation.

Tableau 15.8.3 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 239,61 | 239,69 | 239,77 | 239,85 | 239,92 | 239,99 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 239,52 | 239,44 | 239,35 | 239,26 | 239,17 | 239,08 |
|             |       | RMSE                   | 35,39  | 64,73  | 88,03  | 106,79 | 122,55 | 135,98 |
|             |       | NASH                   | 0,972  | 0,906  | 0,825  | 0,743  | 0,662  | 0,583  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 246,32 | 246,35 | 246,38 | 246,4  | 246,39 | 246,34 |
|             |       | RMSE                   | 103,25 | 103,26 | 103,27 | 103,3  | 103,35 | 103,42 |
|             |       | NASH                   | 0,76   | 0,76   | 0,759  | 0,759  | 0,759  | 0,758  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 246,35 | 246,54 | 247,22 | 249,11 | 252,98 | 258,2  |
|             |       | RMSE                   | 103,36 | 103,88 | 104,97 | 106,99 | 110,07 | 116,23 |
|             |       | NASH                   | 0,759  | 0,757  | 0,751  | 0,742  | 0,726  | 0,695  |

Tableau 15.8.4 Autocorrélation des résidus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI).

| Jour | PÉRIODES                 |                           |                     |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
|      | CALIBRATION<br>1985-1989 | VÉRIFICATION<br>1990-1995 | TOTALE<br>1985-1995 |
| 1    | 0,944                    | 0,953                     | 0,951               |
| 2    | 0,842                    | 0,861                     | 0,858               |
| 3    | 0,756                    | 0,774                     | 0,772               |
| 4    | 0,693                    | 0,695                     | 0,698               |
| 5    | 0,642                    | 0,614                     | 0,625               |
| 6    | 0,598                    | 0,533                     | 0,553               |
| 7    | 0,555                    | 0,462                     | 0,489               |

Tableau 15.8.5 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 185,97 | 185,97 | 185,97 | 185,97 | 185,97 | 185,97 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 185,31 | 184,11 | 183,09 | 182,33 | 181,68 | 181,10 |
| RMSE CEQ                              | 16,02  | 26,29  | 31,96  | 35,24  | 37,47  | 39,23  |
| RMSE PAY                              | 24,51  | 45,44  | 63,02  | 77,94  | 90,82  | 102,18 |
| NASH CEQ                              | 0,992  | 0,978  | 0,967  | 0,960  | 0,955  | 0,951  |
| NASH PAY                              | 0,981  | 0,934  | 0,873  | 0,805  | 0,736  | 0,665  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 207,95 | 207,98 | 208,00 | 208,02 | 208,04 | 208,06 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 208,84 | 208,35 | 208,56 | 208,70 | 208,79 | 208,83 |
| RMSE CEQ                              | 24,33  | 40,77  | 50,68  | 57,51  | 63,24  | 67,98  |
| RMSE PAY                              | 34,06  | 62,40  | 84,90  | 103,20 | 118,84 | 132,41 |
| NASH CEQ                              | 0,987  | 0,963  | 0,943  | 0,927  | 0,912  | 0,898  |
| NASH PAY                              | 0,974  | 0,914  | 0,841  | 0,765  | 0,688  | 0,613  |

Tableau 15.8.6 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 239,61 | 239,69 | 239,77 | 239,85 | 239,92 | 239,99 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 239,52 | 239,44 | 239,35 | 239,26 | 239,17 | 239,08 |
|             |       | RMSE                   | 35,39  | 64,73  | 88,03  | 106,79 | 122,55 | 135,98 |
|             |       | NASH                   | 0,972  | 0,906  | 0,825  | 0,743  | 0,662  | 0,583  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 239,93 | 240,65 | 241,27 | 241,71 | 242,04 | 242,29 |
|             |       | RMSE                   | 27,90  | 47,85  | 60,61  | 69,45  | 76,60  | 82,62  |
|             |       | NASH                   | 0,982  | 0,948  | 0,917  | 0,891  | 0,867  | 0,846  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 239,96 | 240,84 | 242,11 | 244,42 | 248,63 | 254,15 |
|             |       | RMSE                   | 27,98  | 48,59  | 62,76  | 74,32  | 86,17  | 100,79 |
|             |       | NASH                   | 0,982  | 0,947  | 0,911  | 0,875  | 0,832  | 0,77   |

Tableau 15.8.7 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 185,97 | 185,97 | 185,97 | 185,97 | 185,97 | 185,97 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 185,50 | 185,95 | 186,43 | 186,77 | 187,01 | 187,17 |
| RMSE CEQ                              | 13,72  | 24,74  | 31,27  | 34,59  | 36,68  | 38,09  |
| RMSE PAY                              | 24,51  | 45,44  | 63,02  | 77,94  | 90,82  | 102,18 |
| NASH CEQ                              | 0,994  | 0,980  | 0,969  | 0,962  | 0,957  | 0,953  |
| NASH PAY                              | 0,981  | 0,934  | 0,873  | 0,805  | 0,736  | 0,665  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 207,95 | 207,98 | 208,00 | 208,02 | 208,04 | 208,06 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 207,77 | 209,34 | 210,96 | 212,66 | 214,37 | 215,92 |
| RMSE CEQ                              | 22,43  | 41,60  | 54,64  | 63,62  | 71,71  | 79,08  |
| RMSE PAY                              | 34,06  | 62,40  | 84,90  | 103,20 | 118,84 | 132,41 |
| NASH CEQ                              | 0,989  | 0,962  | 0,934  | 0,911  | 0,887  | 0,862  |
| NASH PAY                              | 0,974  | 0,914  | 0,841  | 0,765  | 0,688  | 0,613  |

Tableau 15.8.8 Statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 239,61 | 239,69 | 239,77 | 239,85 | 239,92 | 239,99 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 239,52 | 239,44 | 239,35 | 239,26 | 239,17 | 239,08 |
|             |       | RMSE                   | 35,39  | 64,73  | 88,03  | 106,79 | 122,55 | 135,98 |
|             |       | NASH                   | 0,972  | 0,906  | 0,825  | 0,743  | 0,662  | 0,583  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 238,86 | 239,91 | 240,94 | 241,91 | 242,89 | 243,83 |
|             |       | RMSE                   | 23,07  | 45,86  | 61,36  | 70,78  | 78,55  | 85,60  |
|             |       | NASH                   | 0,988  | 0,953  | 0,915  | 0,887  | 0,861  | 0,834  |
| Cequeau     | Prév, | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 238,89 | 240,09 | 241,76 | 244,58 | 249,46 | 255,73 |
|             |       | RMSE                   | 23,14  | 46,66  | 63,72  | 76,06  | 88,47  | 103,47 |
|             |       | NASH                   | 0,988  | 0,951  | 0,908  | 0,869  | 0,823  | 0,757  |

Tableau 15.9.1 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 181,25 | 181,25 | 181,26 | 181,26 | 181,27 | 181,27 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 171,00 | 170,99 | 170,98 | 170,96 | 170,93 | 170,88 |
| RMSE CEQ                              | 68,61  | 68,61  | 68,61  | 68,59  | 68,56  | 68,51  |
| RMSE PAY                              | 29,97  | 54,25  | 74,85  | 91,93  | 106,49 | 119,0  |
| NASH CEQ                              | 0,863  | 0,863  | 0,863  | 0,863  | 0,863  | 0,863  |
| NASH PAY                              | 0,974  | 0,914  | 0,837  | 0,755  | 0,671  | 0,589  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 204,06 | 204,17 | 204,23 | 204,28 | 204,34 | 204,40 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 209,63 | 209,76 | 209,80 | 209,83 | 209,83 | 209,82 |
| RMSE CEQ                              | 105,15 | 105,21 | 105,25 | 105,31 | 105,38 | 105,44 |
| RMSE PAY                              | 42,59  | 76,29  | 101,98 | 122,42 | 139,58 | 154,41 |
| NASH CEQ                              | 0,781  | 0,781  | 0,781  | 0,780  | 0,780  | 0,780  |
| NASH PAY                              | 0,964  | 0,885  | 0,794  | 0,703  | 0,614  | 0,527  |

Tableau 15.9.2 Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant de rivière Mistassini (MISNI).

| Jour | Température de l'air (°C) |                                     |      | Précipitation (mm)     |                                     |      |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|
|      | Moyenne val. observées    | Moyenne val. prévues <sup>(1)</sup> | RMSE | Moyenne val. observées | Moyenne val. prévues <sup>(2)</sup> | RMSE |
| 1    | 0,50                      | 6,99                                | 7,18 | 2,9                    | 3,10                                | 2,63 |
| 2    | 0,49                      | 7,19                                | 7,42 | 2,9                    | 3,37                                | 3,11 |
| 3    | 0,49                      | 7,34                                | 7,68 | 2,9                    | 3,41                                | 3,67 |
| 4    | 0,48                      | 7,18                                | 7,83 | 2,9                    | 3,39                                | 4,54 |
| 5    | 0,46                      | 7,27                                | 8,15 | 2,9                    | 3,07                                | 4,74 |
| 6    | 0,43                      | 7,32                                | 8,82 | 2,9                    | 3,47                                | 5,22 |

<sup>(1)</sup> Il y a 57 jours sans données de températures.

<sup>(2)</sup> Il y a 45 jours sans données de précipitation.

Tableau 15.9.3 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 235,56 | 235,74 | 235,93 | 236,11 | 236,29 | 236,48 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 235,42 | 235,27 | 235,1  | 234,93 | 234,75 | 234,57 |
|             |       | RMSE                   | 44,61  | 79,65  | 105,93 | 126,5  | 143,22 | 157,39 |
|             |       | NASH                   | 0,960  | 0,872  | 0,774  | 0,677  | 0,586  | 0,501  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 245,83 | 245,99 | 246,16 | 246,31 | 246,45 | 246,57 |
|             |       | RMSE                   | 127,01 | 127,07 | 127,14 | 127,23 | 127,33 | 127,45 |
|             |       | NASH                   | 0,675  | 0,675  | 0,674  | 0,674  | 0,674  | 0,673  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 245,89 | 246,49 | 248,3  | 251,76 | 256,32 | 261,15 |
|             |       | RMSE                   | 127,00 | 127,13 | 127,77 | 129,81 | 134,21 | 140,98 |
|             |       | NASH                   | 0,675  | 0,674  | 0,671  | 0,661  | 0,637  | 0,600  |

Tableau 15.9.4 Autocorrélation des résidus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI).

| Jour | PÉRIODES                 |                           |                     |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
|      | CALIBRATION<br>1985-1989 | VÉRIFICATION<br>1990-1995 | TOTALE<br>1985-1995 |
| 1    | 0,942                    | 0,948                     | 0,927               |
| 2    | 0,830                    | 0,842                     | 0,841               |
| 3    | 0,701                    | 0,730                     | 0,725               |
| 4    | 0,585                    | 0,623                     | 0,616               |
| 5    | 0,488                    | 0,526                     | 0,520               |
| 6    | 0,417                    | 0,439                     | 0,438               |
| 7    | 0,364                    | 0,366                     | 0,371               |

Tableau 15.9.5 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 181,25 | 181,25 | 181,26 | 181,26 | 181,27 | 181,27 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 180,63 | 179,48 | 178,16 | 176,97 | 175,97 | 175,24 |
| RMSE CEQ                              | 22,74  | 37,84  | 48,46  | 55,18  | 59,45  | 61,95  |
| RMSE PAY                              | 29,97  | 54,25  | 74,85  | 91,93  | 106,49 | 119,0  |
| NASH CEQ                              | 0,985  | 0,958  | 0,932  | 0,911  | 0,897  | 0,888  |
| NASH PAY                              | 0,974  | 0,914  | 0,837  | 0,755  | 0,671  | 0,589  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 204,06 | 204,11 | 204,17 | 204,23 | 204,29 | 204,35 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 204,33 | 204,99 | 204,74 | 206,43 | 207,03 | 207,51 |
| RMSE CEQ                              | 33,36  | 56,42  | 71,70  | 82,17  | 89,40  | 94,40  |
| RMSE PAY                              | 42,59  | 76,29  | 101,98 | 122,42 | 139,58 | 154,41 |
| NASH CEQ                              | 0,978  | 0,937  | 0,898  | 0,866  | 0,842  | 0,824  |
| NASH PAY                              | 0,964  | 0,885  | 0,794  | 0,703  | 0,614  | 0,527  |

Tableau 15.9.6 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 235,56 | 235,74 | 235,93 | 236,11 | 236,29 | 236,48 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 235,42 | 235,27 | 235,1  | 234,93 | 234,75 | 234,57 |
|             |       | RMSE                   | 44,61  | 79,65  | 105,93 | 126,5  | 143,22 | 157,39 |
|             |       | NASH                   | 0,960  | 0,872  | 0,774  | 0,677  | 0,586  | 0,501  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 236,01 | 237,23 | 238,65 | 239,96 | 241,08 | 241,91 |
|             |       | RMSE                   | 37,08  | 63,34  | 81,10  | 93,87  | 103,25 | 110,19 |
|             |       | NASH                   | 0,972  | 0,919  | 0,868  | 0,823  | 0,785  | 0,756  |
| Cequeau     | Prév, | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 236,08 | 237,73 | 240,79 | 245,40 | 250,95 | 256,50 |
|             |       | RMSE                   | 37,10  | 63,75  | 82,80  | 98,55  | 113,22 | 127,53 |
|             |       | NASH                   | 0,972  | 0,918  | 0,862  | 0,804  | 0,742  | 0,673  |

Tableau 15.9.7 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 181,25 | 181,25 | 181,26 | 181,26 | 181,27 | 181,27 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 179,41 | 178,51 | 177,75 | 177,09 | 176,49 | 175,97 |
| RMSE CEQ                              | 20,58  | 34,78  | 46,20  | 53,98  | 59,28  | 62,37  |
| RMSE PAY                              | 29,97  | 54,25  | 74,85  | 91,93  | 106,49 | 119,0  |
| NASH CEQ                              | 0,988  | 0,965  | 0,938  | 0,915  | 0,898  | 0,887  |
| NASH PAY                              | 0,974  | 0,914  | 0,837  | 0,755  | 0,671  | 0,589  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 204,06 | 204,11 | 204,17 | 204,23 | 204,28 | 204,34 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 203,10 | 203,77 | 204,46 | 205,23 | 206,03 | 206,82 |
| RMSE CEQ                              | 29,38  | 53,06  | 69,40  | 80,85  | 89,11  | 95,16  |
| RMSE PAY                              | 42,59  | 76,29  | 101,98 | 122,42 | 139,58 | 154,41 |
| NASH CEQ                              | 0,983  | 0,944  | 0,905  | 0,871  | 0,843  | 0,821  |
| NASH PAY                              | 0,964  | 0,885  | 0,794  | 0,703  | 0,614  | 0,527  |

Tableau 15.9.8 Statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 235,56 | 235,74 | 235,93 | 236,11 | 236,29 | 236,48 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 235,42 | 235,27 | 235,10 | 234,93 | 234,75 | 234,57 |
|             |       | RMSE                   | 44,61  | 79,65  | 105,93 | 126,5  | 143,22 | 157,39 |
|             |       | NASH                   | 0,960  | 0,872  | 0,774  | 0,677  | 0,586  | 0,501  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 234,52 | 235,50 | 236,49 | 237,64 | 238,91 | 240,19 |
|             |       | RMSE                   | 31,01  | 57,41  | 75,76  | 89,35  | 99,61  | 107,58 |
|             |       | NASH                   | 0,981  | 0,934  | 0,884  | 0,839  | 0,800  | 0,767  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 234,58 | 235,99 | 238,60 | 243,03 | 248,72 | 254,77 |
|             |       | RMSE                   | 30,98  | 57,74  | 77,40  | 94,25  | 110,27 | 126,16 |
|             |       | NASH                   | 0,981  | 0,933  | 0,879  | 0,821  | 0,755  | 0,680  |

Tableau 15.10,1 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 278,62 | 278,63 | 278,64 | 278,65 | 278,66 | 278,67 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 272,94 | 272,97 | 272,99 | 272,98 | 272,96 | 272,91 |
| RMSE CEQ                              | 64,25  | 64,25  | 64,22  | 64,17  | 64,09  | 64,00  |
| RMSE PAY                              | 27,04  | 50,97  | 71,60  | 89,53  | 105,19 | 119,15 |
| NASH CEQ                              | 0,926  | 0,926  | 0,926  | 0,926  | 0,926  | 0,927  |
| NASH PAY                              | 0,987  | 0,954  | 0,908  | 0,857  | 0,802  | 0,747  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 299,40 | 299,42 | 299,43 | 299,44 | 299,45 | 299,46 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 308,27 | 308,27 | 308,24 | 308,20 | 308,13 | 308,03 |
| RMSE CEQ                              | 113,46 | 113,46 | 113,47 | 113,49 | 113,51 | 113,52 |
| RMSE PAY                              | 33,18  | 61,94  | 86,43  | 107,51 | 125,98 | 142,47 |
| NASH CEQ                              | 0,823  | 0,823  | 0,823  | 0,823  | 0,823  | 0,823  |
| NASH PAY                              | 0,985  | 0,947  | 0,897  | 0,841  | 0,781  | 0,720  |

Tableau 15.10,2 Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV).

| Jour | Température de l'air (°C) |                                     |      | Précipitation (mm)     |                                     |      |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|
|      | Moyenne val. observées    | Moyenne val. prévues <sup>(1)</sup> | RMSE | Moyenne val. observées | Moyenne val. prévues <sup>(2)</sup> | RMSE |
| 1    | 0,84                      | 7,05                                | 6,91 | 2,81                   | 3,04                                | 2,65 |
| 2    | 0,83                      | 7,25                                | 7,15 | 2,82                   | 3,36                                | 3,17 |
| 3    | 0,83                      | 7,40                                | 7,40 | 2,82                   | 3,45                                | 3,74 |
| 4    | 0,81                      | 7,23                                | 7,57 | 2,82                   | 3,39                                | 4,51 |
| 5    | 0,79                      | 7,33                                | 7,90 | 2,82                   | 3,11                                | 4,77 |
| 6    | 0,77                      | 6,97                                | 8,28 | 2,82                   | 3,49                                | 5,27 |

<sup>(1)</sup> Il y a 57 jours sans données de températures.

<sup>(2)</sup> Il y a 45 jours sans données de précipitation.

Tableau 15.10,3 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Asuapmushuan Aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |         |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2       | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 332,53 | 332,59  | 332,65 | 332,7  | 332,75 | 332,79 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 332,46 | 332,36  | 332,25 | 332,15 | 332,06 | 331,97 |
|             |       | RMSE                   | 32,3   | 59,64   | 82,5   | 101,7  | 118,09 | 132,28 |
|             |       | NASH                   | 0,985  | 0,948   | 0,9    | 0,848  | 0,795  | 0,742  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 343,36 | 343,38  | 343,4  | 343,4  | 343,37 | 343,32 |
|             |       | RMSE                   | 126,27 | 126,28  | 126,3  | 126,32 | 126,36 | 126,38 |
|             |       | NASH                   | 0,765  | 0,765   | 0,765  | 0,765  | 0,765  | 0,765  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 343,45 | 344,,54 | 347,49 | 351,93 | 357,09 | 361,9  |
|             |       | RMSE                   | 126,39 | 126,97  | 129,05 | 132,9  | 138,86 | 145,9  |
|             |       | NASH                   | 0,765  | 0,763   | 0,755  | 0,74   | 0,716  | 0,686  |

Tableau 15.10,4 Autocorrélation des résidus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV).

| Jour | PÉRIODES                 |                           |                     |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
|      | CALIBRATION<br>1985-1989 | VÉRIFICATION<br>1990-1995 | TOTALE<br>1985-1995 |
| 1    | 0,962                    | 0,979                     | 0,979               |
| 2    | 0,883                    | 0,936                     | 0,926               |
| 3    | 0,796                    | 0,890                     | 0,871               |
| 4    | 0,712                    | 0,841                     | 0,815               |
| 5    | 0,636                    | 0,788                     | 0,758               |
| 6    | 0,572                    | 0,728                     | 0,697               |
| 7    | 0,513                    | 0,664                     | 0,635               |

Tableau 15.10,5 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 278,62 | 278,63 | 278,64 | 278,65 | 278,66 | 278,67 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 278,42 | 278,00 | 277,52 | 277,04 | 276,58 | 276,17 |
| RMSE CEQ                              | 17,50  | 30,07  | 38,74  | 44,91  | 49,24  | 52,27  |
| RMSE PAY                              | 27,04  | 50,97  | 71,60  | 89,53  | 105,19 | 119,15 |
| NASH CEQ                              | 0,994  | 0,984  | 0,973  | 0,964  | 0,957  | 0,951  |
| NASH PAY                              | 0,987  | 0,954  | 0,908  | 0,857  | 0,802  | 0,747  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 299,40 | 299,42 | 299,43 | 299,44 | 299,45 | 299,46 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 299,72 | 300,42 | 301,17 | 301,87 | 302,47 | 302,95 |
| RMSE CEQ                              | 22,98  | 40,17  | 52,74  | 62,85  | 71,69  | 79,45  |
| RMSE PAY                              | 33,18  | 61,94  | 86,43  | 107,51 | 125,98 | 142,47 |
| NASH CEQ                              | 0,993  | 0,978  | 0,962  | 0,946  | 0,929  | 0,913  |
| NASH PAY                              | 0,985  | 0,947  | 0,897  | 0,841  | 0,781  | 0,720  |

Tableau 15.10,6 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 332,53 | 332,59 | 332,65 | 332,7  | 332,75 | 332,79 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 332,46 | 332,36 | 332,25 | 332,15 | 332,06 | 331,97 |
|             |       | RMSE                   | 32,30  | 59,64  | 82,50  | 101,70 | 118,09 | 132,28 |
|             |       | NASH                   | 0,985  | 0,948  | 0,90   | 0,848  | 0,795  | 0,742  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 332,9  | 333,79 | 334,75 | 335,66 | 336,46 | 337,10 |
|             |       | RMSE                   | 23,12  | 40,83  | 54,56  | 66,00  | 76,05  | 84,71  |
|             |       | NASH                   | 0,992  | 0,975  | 0,956  | 0,936  | 0,915  | 0,894  |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 332,99 | 334,95 | 338,84 | 344,19 | 350,18 | 355,68 |
|             |       | RMSE                   | 23,36  | 43,24  | 61,67  | 79,35  | 97,12  | 113,45 |
|             |       | NASH                   | 0,992  | 0,972  | 0,944  | 0,907  | 0,861  | 0,810  |

Tableau 15.10,7 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | JOURS  |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 278,62 | 278,63 | 278,64 | 278,65 | 278,66 | 278,67 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 277,90 | 277,82 | 277,75 | 277,67 | 277,58 | 277,49 |
| RMSE CEQ                              | 14,45  | 27,68  | 37,16  | 43,82  | 48,73  | 52,03  |
| RMSE PAY                              | 27,04  | 50,97  | 71,60  | 89,53  | 105,19 | 119,15 |
| NASH CEQ                              | 0,996  | 0,986  | 0,975  | 0,966  | 0,958  | 0,952  |
| NASH PAY                              | 0,987  | 0,954  | 0,908  | 0,857  | 0,802  | 0,747  |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |        |        |        |        |        |        |
|                                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 299,40 | 299,42 | 299,43 | 299,44 | 299,45 | 299,46 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 299,11 | 300,09 | 301,22 | 302,40 | 303,56 | 304,66 |
| RMSE CEQ                              | 20,43  | 41,13  | 57,16  | 69,55  | 80,15  | 89,84  |
| RMSE PAY                              | 33,18  | 61,94  | 86,43  | 107,51 | 125,98 | 142,47 |
| NASH CEQ                              | 20,43  | 41,13  | 57,16  | 69,55  | 80,15  | 89,84  |
| NASH PAY                              | 0,985  | 0,947  | 0,897  | 0,841  | 0,781  | 0,720  |

Tableau 15.10,8 Statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS  |        |        |        |        |        |
|-------------|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 332,53 | 332,59 | 332,65 | 332,70 | 332,75 | 332,79 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 332,46 | 332,36 | 332,25 | 332,15 | 332,06 | 331,97 |
|             |       | RMSE                   | 32,30  | 59,64  | 82,50  | 101,70 | 118,09 | 132,28 |
|             |       | NASH                   | 0,985  | 0,948  | 0,900  | 0,848  | 0,795  | 0,742  |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 332,24 | 333,46 | 334,85 | 336,29 | 337,71 | 339,07 |
|             |       | RMSE                   | 21,25  | 41,71  | 58,40  | 72,40  | 85,03  | 96,40  |
|             |       | NASH                   | 0,993  | 0,974  | 0,950  | 0,923  | 0,893  | 0,863  |
| Cequeau     | Prév, | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 332,32 | 334,59 | 338,92 | 344,82 | 351,44 | 357,67 |
|             |       | RMSE                   | 21,56  | 44,22  | 65,57  | 85,98  | 106,49 | 125,52 |
|             |       | NASH                   | 0,993  | 0,971  | 0,937  | 0,891  | 0,833  | 0,768  |

Tableau 15.11.1 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | JOURS |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 46,54 | 46,54 | 46,54 | 46,54 | 46,54 | 46,54 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 46,50 | 46,50 | 46,50 | 46,49 | 46,48 | 46,46 |
| RMSE CEQ                              | 20,17 | 20,17 | 20,17 | 20,17 | 20,16 | 20,15 |
| RMSE PAY                              | 9,91  | 17,20 | 22,62 | 27,18 | 31,02 | 34,27 |
| NASH CEQ                              | 0,826 | 0,826 | 0,826 | 0,826 | 0,826 | 0,827 |
| NASH PAY                              | 0,958 | 0,874 | 0,782 | 0,685 | 0,589 | 0,499 |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |       |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 48,75 | 48,75 | 48,75 | 48,76 | 48,76 | 48,76 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 46,03 | 46,03 | 46,02 | 46,01 | 45,99 | 45,97 |
| RMSE CEQ                              | 27,78 | 27,78 | 27,78 | 27,78 | 27,78 | 27,78 |
| RMSE PAY                              | 8,68  | 14,95 | 19,87 | 24,13 | 27,71 | 30,71 |
| NASH CEQ                              | 0,654 | 0,654 | 0,654 | 0,654 | 0,654 | 0,654 |
| NASH PAY                              | 0,966 | 0,900 | 0,823 | 0,739 | 0,655 | 0,577 |

Tableau 15.11.2 Caractéristiques des températures moyennes de l'air et des précipitations observées et prévues pour la période du 3 avril 1993 au 31 décembre 1995 pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB).

| Jour | Température de l'air (°C) |                                     |      | Précipitation (mm)     |                                     |      |
|------|---------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|
|      | Moyenne val. observées    | Moyenne val. prévues <sup>(1)</sup> | RMSE | Moyenne val. observées | Moyenne val. prévues <sup>(2)</sup> | RMSE |
| 1    | 2,55                      | 7,99                                | 6,09 | 2,99                   | 3,09                                | 3,89 |
| 2    | 2,54                      | 8,26                                | 6,40 | 2,99                   | 3,45                                | 4,46 |
| 3    | 2,54                      | 8,47                                | 6,73 | 3,00                   | 3,49                                | 4,85 |
| 4    | 2,53                      | 8,26                                | 6,86 | 3,00                   | 3,46                                | 5,28 |
| 5    | 2,51                      | 8,30                                | 7,11 | 3,00                   | 3,25                                | 5,83 |
| 6    | 2,49                      | 8,36                                | 7,79 | 3,00                   | 3,49                                | 6,36 |

<sup>(1)</sup> Il y a 57 jours sans données de températures.

<sup>(2)</sup> Il y a 45 jours sans données de précipitation.

Tableau 15.11.3 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU sans mise à jour avec les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin versant pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 52,91 | 52,93 | 52,94 | 52,95 | 52,96 | 52,97 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 52,9  | 52,88 | 52,87 | 52,85 | 52,84 | 52,82 |
|             |       | RMSE                   | 9,33  | 15,46 | 19,96 | 23,67 | 26,61 | 29,07 |
|             |       | NASH                   | 0,96  | 0,889 | 0,815 | 0,74  | 0,671 | 0,607 |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 46,01 | 45,98 | 45,95 | 45,91 | 45,87 | 45,82 |
|             |       | RMSE                   | 25,31 | 25,29 | 25,27 | 25,25 | 25,24 | 25,22 |
|             |       | NASH                   | 0,702 | 0,703 | 0,703 | 0,703 | 0,703 | 0,704 |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 46,32 | 47,16 | 48,35 | 49,66 | 50,82 | 51,79 |
|             |       | RMSE                   | 25,27 | 25,24 | 25,47 | 25,85 | 26,27 | 27,07 |
|             |       | NASH                   | 0,703 | 0,704 | 0,698 | 0,689 | 0,679 | 0,659 |

Tableau 15.11.4 Autocorrélation des résidus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB).

| Jour | PÉRIODES                 |                           |                     |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
|      | CALIBRATION<br>1985-1989 | VÉRIFICATION<br>1990-1995 | TOTALE<br>1985-1995 |
| 1    | 0,915                    | 0,963                     | 0,948               |
| 2    | 0,766                    | 0,896                     | 0,856               |
| 3    | 0,624                    | 0,825                     | 0,764               |
| 4    | 0,484                    | 0,749                     | 0,669               |
| 5    | 0,363                    | 0,680                     | 0,584               |
| 6    | 0,268                    | 0,619                     | 0,512               |
| 7    | 0,190                    | 0,566                     | 0,451               |

Tableau 15.11.5 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour statistique et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | JOURS |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 46,54 | 46,54 | 46,54 | 46,54 | 46,54 | 46,54 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 46,54 | 46,53 | 46,52 | 46,51 | 46,49 | 46,48 |
| RMSE CEQ                              | 8,15  | 12,97 | 15,76 | 17,64 | 18,78 | 19,42 |
| RMSE PAY                              | 9,91  | 17,20 | 22,62 | 27,18 | 31,02 | 34,27 |
| NASH CEQ                              | 0,972 | 0,928 | 0,894 | 0,867 | 0,849 | 0,839 |
| NASH PAY                              | 0,958 | 0,874 | 0,782 | 0,685 | 0,589 | 0,499 |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |       |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s )               | 48,75 | 48,75 | 48,75 | 48,76 | 48,76 | 48,76 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s )               | 48,51 | 48,10 | 47,71 | 47,32 | 46,98 | 46,70 |
| RMSE CEQ                              | 7,59  | 12,79 | 16,61 | 19,77 | 22,14 | 23,86 |
| RMSE PAY                              | 8,68  | 14,95 | 19,87 | 24,13 | 27,71 | 30,71 |
| NASH CEQ                              | 0,974 | 0,927 | 0,876 | 0,825 | 0,780 | 0,745 |
| NASH PAY                              | 0,966 | 0,900 | 0,823 | 0,739 | 0,655 | 0,577 |

Tableau 15.11.6 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour statistique et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 52,91 | 52,93 | 52,94 | 52,95 | 52,96 | 52,97 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 52,90 | 52,88 | 52,87 | 52,85 | 52,84 | 52,82 |
|             |       | RMSE                   | 9,33  | 15,46 | 19,96 | 23,67 | 26,61 | 29,07 |
|             |       | NASH                   | 0,960 | 0,889 | 0,815 | 0,740 | 0,671 | 0,607 |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 52,28 | 51,23 | 50,23 | 49,23 | 48,36 | 47,66 |
|             |       | RMSE                   | 8,2   | 12,98 | 16,14 | 18,61 | 20,43 | 21,79 |
|             |       | NASH                   | 0,969 | 0,922 | 0,879 | 0,839 | 0,806 | 0,779 |
| Cequeau     | Prév. | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 52,59 | 52,42 | 52,63 | 52,98 | 53,31 | 53,63 |
|             |       | RMSE                   | 8,19  | 13,02 | 16,55 | 19,58 | 21,94 | 24,17 |
|             |       | NASH                   | 0,969 | 0,921 | 0,873 | 0,822 | 0,776 | 0,728 |

Tableau 15.11.7 Analyse statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU avec mise à jour déterministe et les données météorologiques observées sur le bassin versant.

| PÉRIODE DE CALIBRATION (1985 - 1989)  |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | JOURS |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 46,54 | 46,54 | 46,54 | 46,54 | 46,54 | 46,54 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 46,09 | 46,09 | 46,09 | 46,09 | 46,08 | 46,05 |
| RMSE CEQ                              | 7,40  | 12,61 | 15,46 | 17,62 | 18,99 | 19,68 |
| RMSE PAY                              | 9,91  | 17,20 | 22,62 | 27,18 | 31,02 | 34,27 |
| NASH CEQ                              | 0,977 | 0,932 | 0,898 | 0,867 | 0,846 | 0,835 |
| NASH PAY                              | 0,958 | 0,874 | 0,782 | 0,685 | 0,589 | 0,499 |
| PÉRIODE DE VÉRIFICATION (1990 - 1995) |       |       |       |       |       |       |
|                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Qo (m <sup>3</sup> /s)                | 48,75 | 48,75 | 48,75 | 48,76 | 48,76 | 48,76 |
| Qc (m <sup>3</sup> /s)                | 48,16 | 48,02 | 47,92 | 47,86 | 47,81 | 47,77 |
| RMSE CEQ                              | 6,96  | 12,10 | 15,92 | 19,06 | 21,50 | 23,33 |
| RMSE PAY                              | 8,68  | 14,95 | 19,87 | 24,13 | 27,71 | 30,71 |
| NASH CEQ                              | 0,978 | 0,934 | 0,886 | 0,837 | 0,793 | 0,756 |
| NASH PAY                              | 0,966 | 0,900 | 0,823 | 0,739 | 0,655 | 0,577 |

Tableau 15.11.8 Statistique des débits prévus pour le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB) à l'aide du modèle CEQUEAU et PAYSAN avec mise à jour déterministe et les prévisions météorologiques moyennes sur le bassin, pour la période du 03 avril 1993 au 25 décembre 1995.

| DESCRIPTION |       |                        | JOURS |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Modèle      | Météo | Paramètres             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|             |       | Qo (m <sup>3</sup> /s) | 52,91 | 52,93 | 52,94 | 52,95 | 52,96 | 52,97 |
| Paysan      |       | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 52,90 | 52,88 | 52,87 | 52,85 | 52,84 | 52,82 |
|             |       | RMSE                   | 9,33  | 15,46 | 19,96 | 23,67 | 26,61 | 29,07 |
|             |       | NASH                   | 0,960 | 0,889 | 0,815 | 0,740 | 0,671 | 0,607 |
| Cequeau     | Obs.  | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 51,86 | 51,26 | 50,73 | 50,27 | 49,85 | 49,48 |
|             |       | RMSE                   | 7,70  | 12,62 | 15,95 | 18,48 | 20,34 | 21,71 |
|             |       | NASH                   | 0,972 | 0,926 | 0,882 | 0,841 | 0,807 | 0,781 |
| Cequeau     | Prév, | Qc (m <sup>3</sup> /s) | 52,16 | 52,44 | 53,14 | 54,03 | 54,82 | 55,50 |
|             |       | RMSE                   | 7,66  | 12,60 | 16,31 | 19,48 | 22,05 | 24,47 |
|             |       | NASH                   | 0,973 | 0,926 | 0,876 | 0,823 | 0,774 | 0,721 |

Tableau 15.12.1 Coefficients d'autocorrélation d'ordre 1 à 6 des résidus entre les débits observés et les débits simulés par le modèle CEQUEAU pour la période de calibration (1985-1989) de tous les bassins versants étudiés.

| Bassin versant | Ordres |       |       |       |       |       |
|----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| BAM            | 0,614  | 0,594 | 0,580 | 0,551 | 0,456 | 0,419 |
| LM             | 0,180  | 0,167 | 0,207 | 0,219 | 0,149 | 0,097 |
| CDP            | 0,610  | 0,612 | 0,582 | 0,524 | 0,455 | 0,422 |
| CD             | 0,811  | 0,685 | 0,559 | 0,463 | 0,387 | 0,347 |
| CS             | 0,611  | 0,515 | 0,420 | 0,353 | 0,302 | 0,260 |
| LSJ            | 0,502  | 0,527 | 0,487 | 0,452 | 0,363 | 0,335 |
| PPER           | 0,940  | 0,837 | 0,722 | 0,600 | 0,484 | 0,384 |
| MISBI          | 0,944  | 0,842 | 0,756 | 0,693 | 0,642 | 0,598 |
| MISNI          | 0,942  | 0,830 | 0,701 | 0,585 | 0,488 | 0,417 |
| ASHAV          | 0,962  | 0,883 | 0,796 | 0,712 | 0,636 | 0,572 |
| METAB          | 0,915  | 0,766 | 0,624 | 0,484 | 0,363 | 0,268 |

Tableau 15.12.2 Paramètres de mise à jour déterministe estimés, par optimisation pour tous les bassins versants, pour la période de calibration (1985-1989).

| Bassin versant | CORNAP  | CORSOL  | FACTRA |
|----------------|---------|---------|--------|
| BAM            | 21,7001 | 9,3603  | 0,364  |
| LM             | 12,0717 | 5,3584  | 0,2453 |
| CDP            | 5,7432  | 12,2717 | 0,4367 |
| CD             | 22,3583 | 2,6733  | 0,8110 |
| CS             | 6,0803  | 5,9302  | 0,5970 |
| LSJ            | 27,1745 | 6,5712  | 0,3467 |
| PPER           | 50,0771 | 17,8765 | 1,3059 |
| MISBI          | 16,1106 |         | 1,636  |
| MISNI          | 11,6263 | 1,2620  | 1,4378 |
| ASHAV          | 12,2117 | 6,40    | 1,4404 |
| METAB          | 19,7413 |         | 1,4548 |
|                |         |         |        |

Tableau 15.12.3 Coefficients de Nash des débits prévus avec le modèle CEQUEAU sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec la mise à jour déterministe pour la période de vérification (1990-1995) pour des jours 1, 3 et 6.

| Bassin<br>versant | JOUR 1 |       |       | JOUR 3 |       |       | JOUR 6 |       |       |
|-------------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
|                   | a)     | b)    | c)    | a)     | b)    | c)    | a)     | b)    | c)    |
| BAM               | 0,769  | 0,823 | 0,867 | 0,769  | 0,826 | 0,845 | 0,769  | 0,795 | 0,797 |
| LM                | 0,477  | 0,482 | 0,524 | 0,476  | 0,494 | 0,506 | 0,476  | 0,483 | 0,483 |
| CDP               | 0,704  | 0,843 | 0,873 | 0,704  | 0,826 | 0,823 | 0,704  | 0,773 | 0,725 |
| CD                | 0,898  | 0,970 | 0,968 | 0,898  | 0,936 | 0,932 | 0,897  | 0,918 | 0,919 |
| CS                | 0,610  | 0,835 | 0,864 | 0,610  | 0,752 | 0,766 | 0,610  | 0,682 | 0,656 |
| LSJ               | 0,804  | 0,894 | 0,915 | 0,804  | 0,884 | 0,869 | 0,805  | 0,848 | 0,780 |
| PPER              | 0,779  | 0,980 | 0,985 | 0,779  | 0,914 | 0,921 | 0,781  | 0,840 | 0,833 |
| MISBI             | 0,859  | 0,987 | 0,989 | 0,860  | 0,943 | 0,934 | 0,860  | 0,898 | 0,862 |
| MISNI             | 0,781  | 0,978 | 0,983 | 0,781  | 0,898 | 0,905 | 0,780  | 0,824 | 0,821 |
| ASHAV             | 0,823  | 0,993 | 0,994 | 0,823  | 0,962 | 0,956 | 0,823  | 0,913 | 0,892 |
| METAB             | 0,654  | 0,974 | 0,978 | 0,654  | 0,876 | 0,886 | 0,654  | 0,745 | 0,756 |
|                   |        |       |       |        |       |       |        |       |       |

- a) Prévision avec CEQUEAU sans mise à jour
- b) Prévision avec CEQUEAU avec mise à jour statistique
- c) Prévision avec CEQUEAU avec mise à jour déterministe

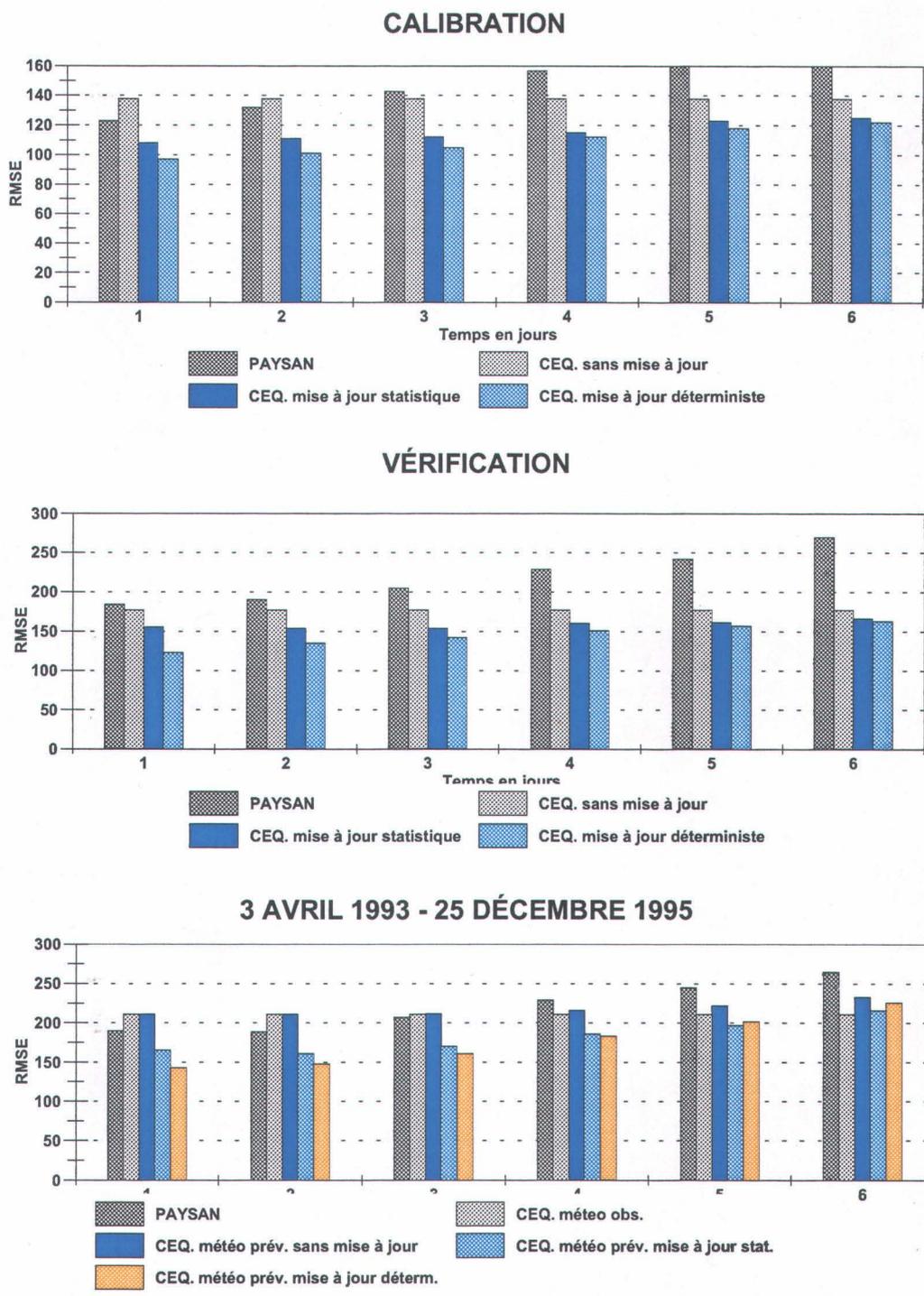
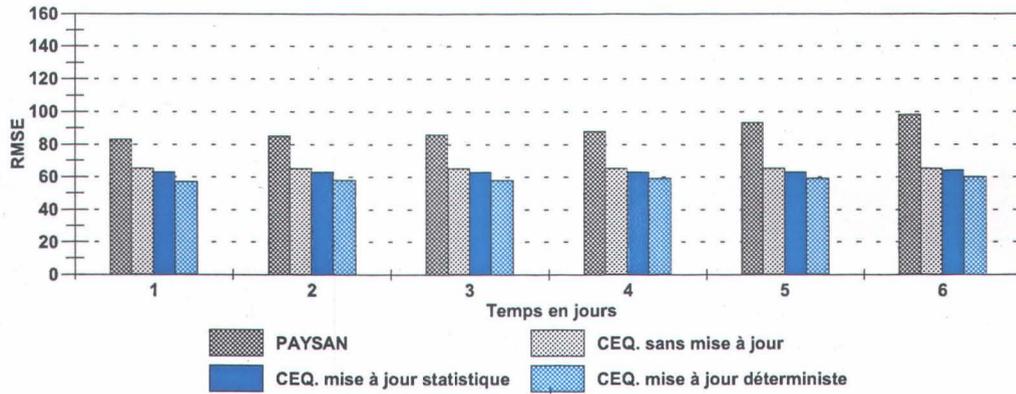
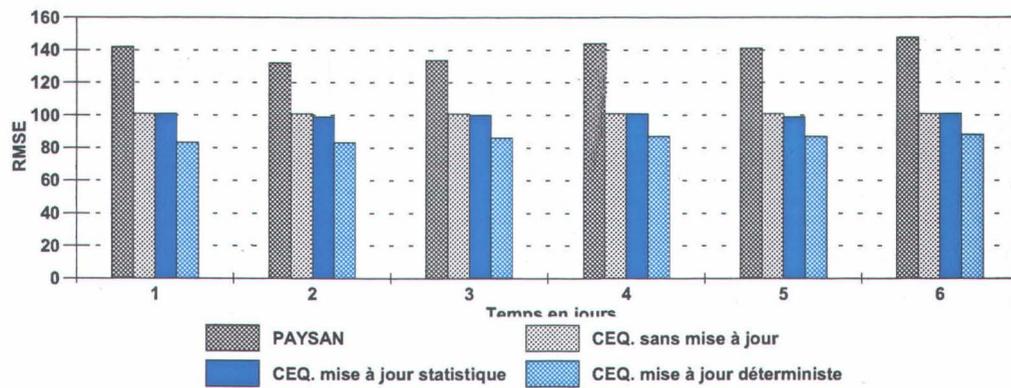


Figure 15.1.1 Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin BAM pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995.

### CALIBRATION



### VÉRIFICATION



### 3 AVRIL 1993 - 25 DÉCEMBRE 1995

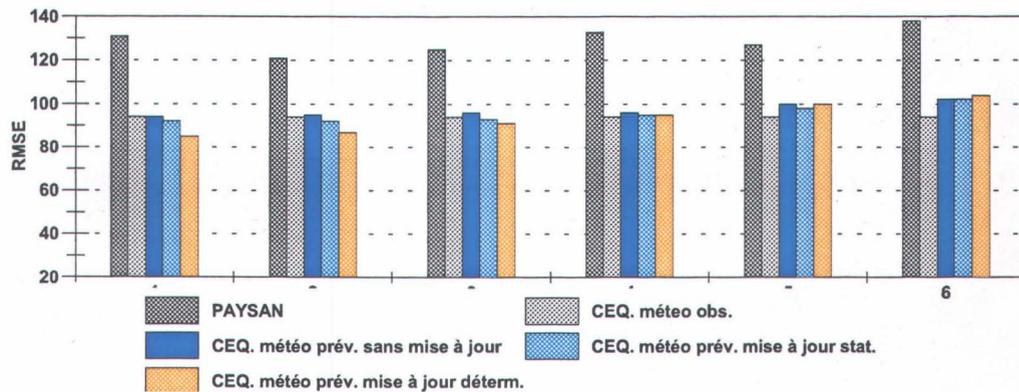
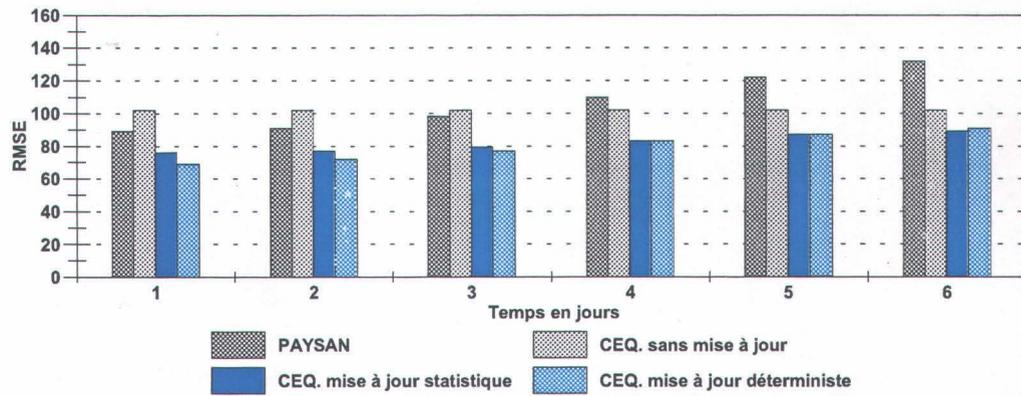
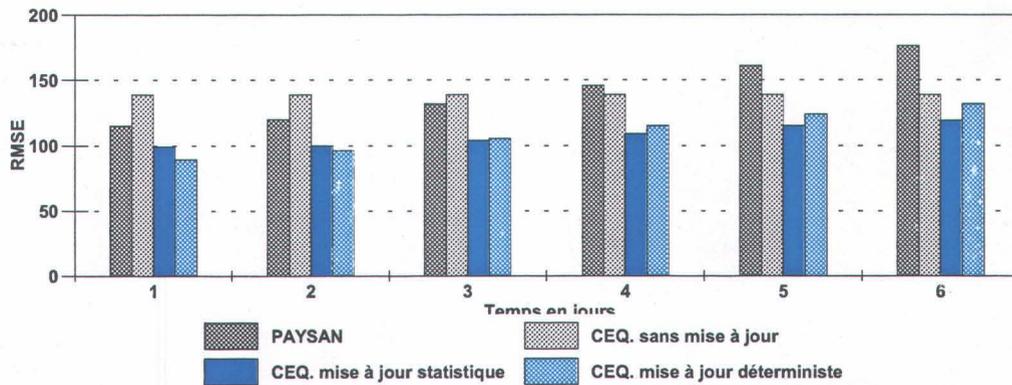


Figure 15.2.1 Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin LM pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995.

### CALIBRATION



### VÉRIFICATION



### 3 AVRIL 1993 - 25 DÉCEMBRE 1995

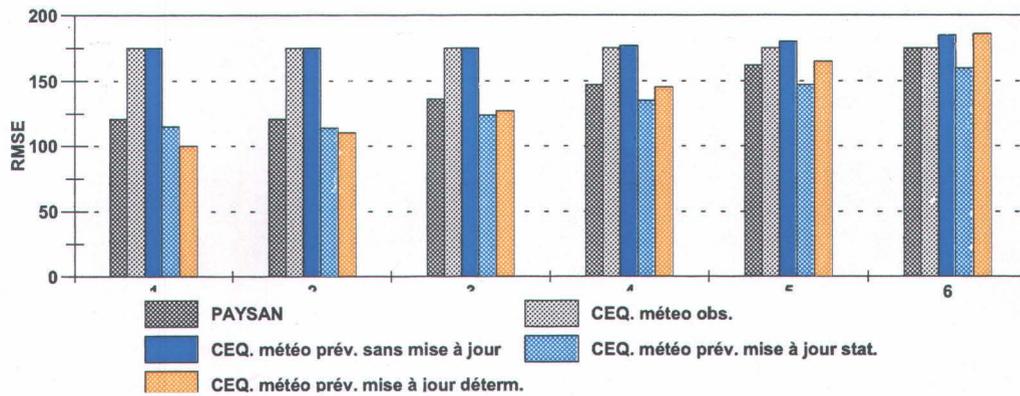
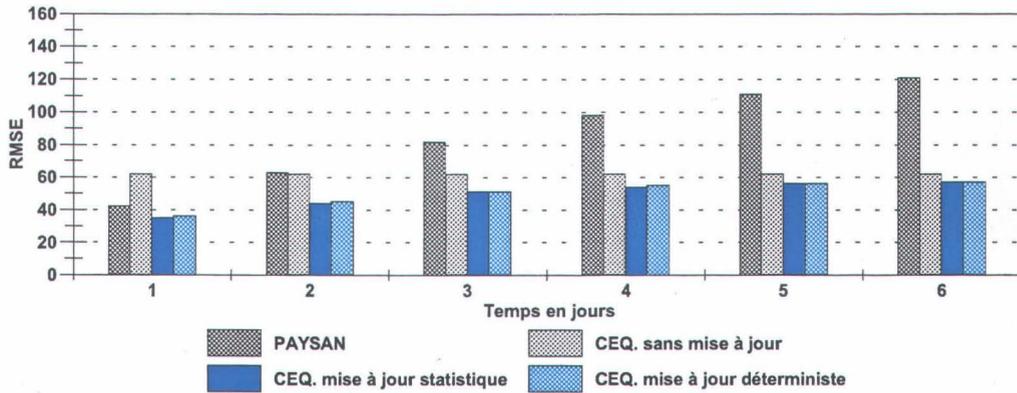
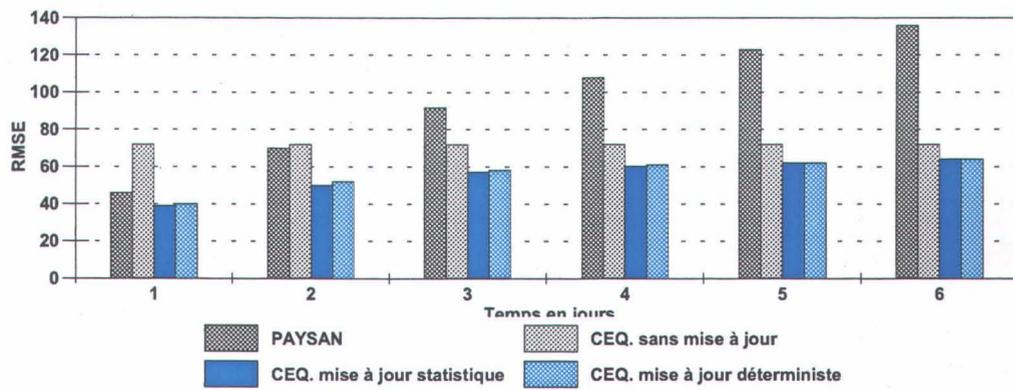


Figure 15.3.1 Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin CDP pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995.

### CALIBRATION



### VÉRIFICATION



### 3 AVRIL 1993 - 25 DÉCEMBRE 1995

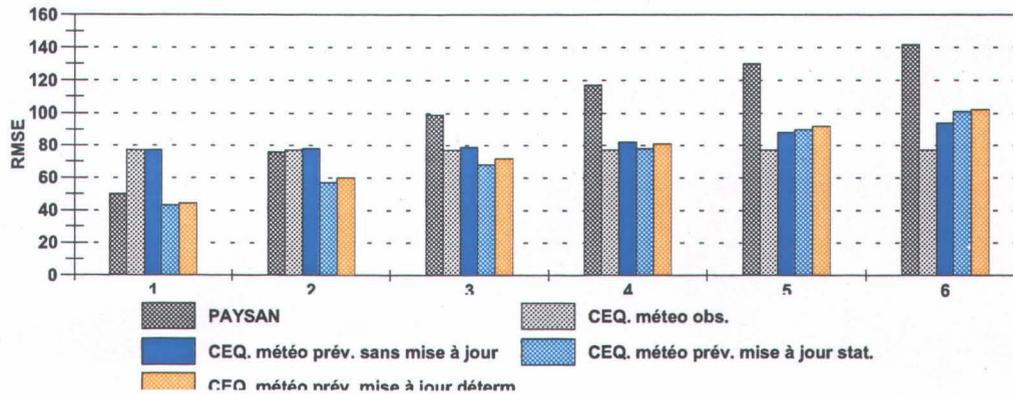
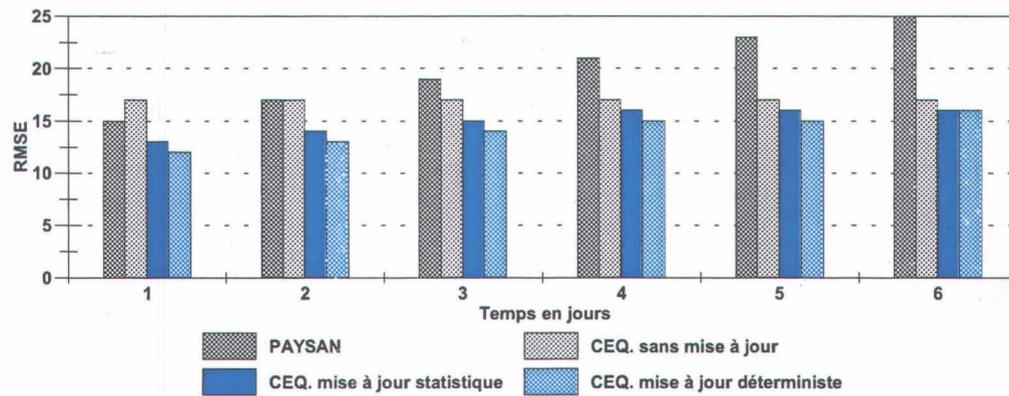
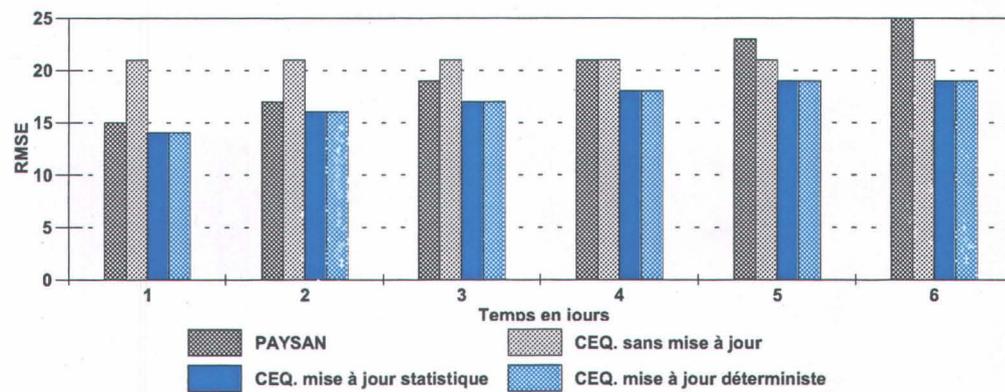


Figure 15.4.1 Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin CD pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995.

### CALIBRATION



### VÉRIFICATION



### 3 AVRIL 1993 - 25 DÉCEMBRE 1995

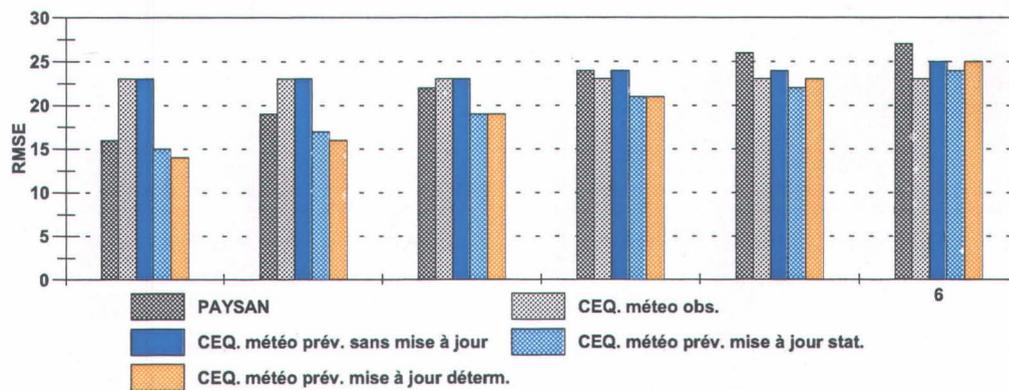
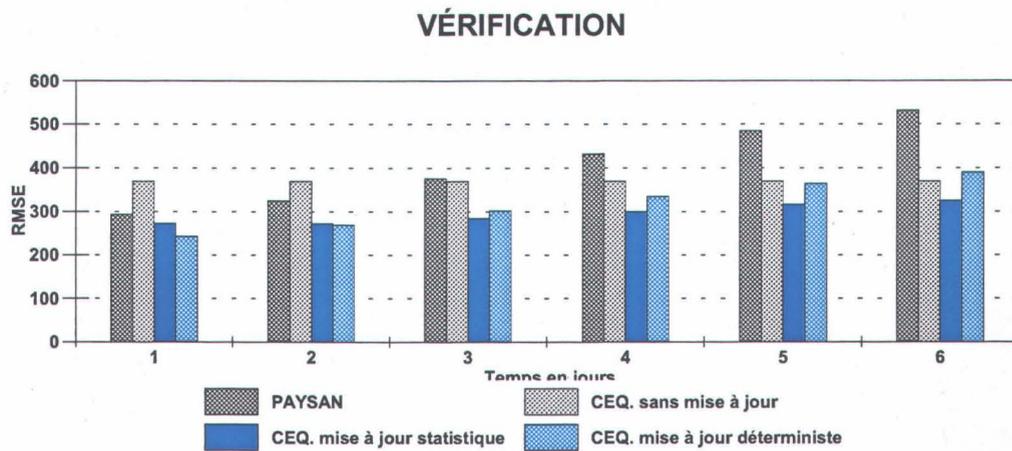
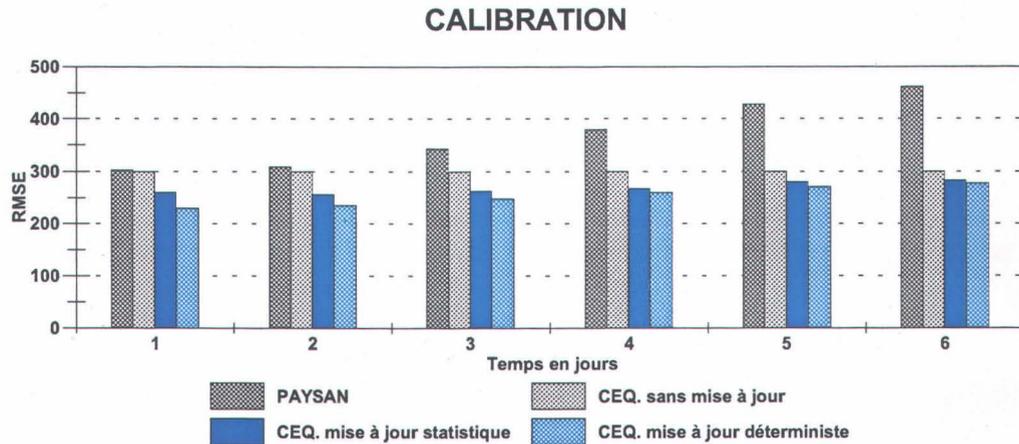


Figure 15.5.1 Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin CS pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995.



### 3 AVRIL 1993 - 25 DÉCEMBRE 1995

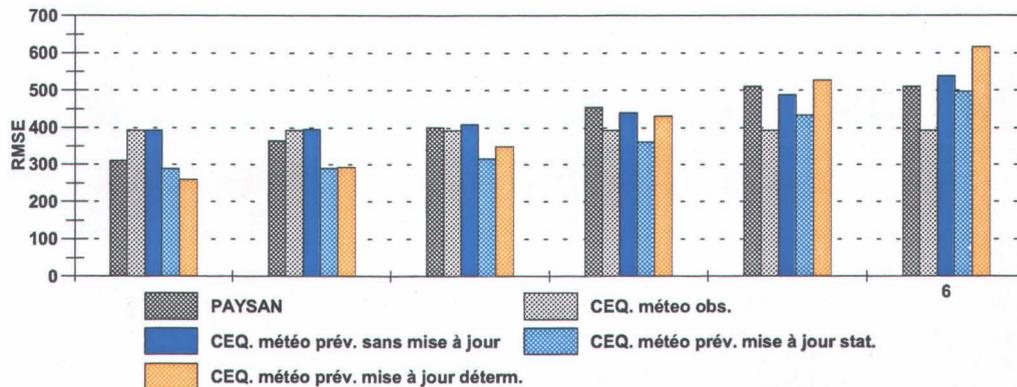
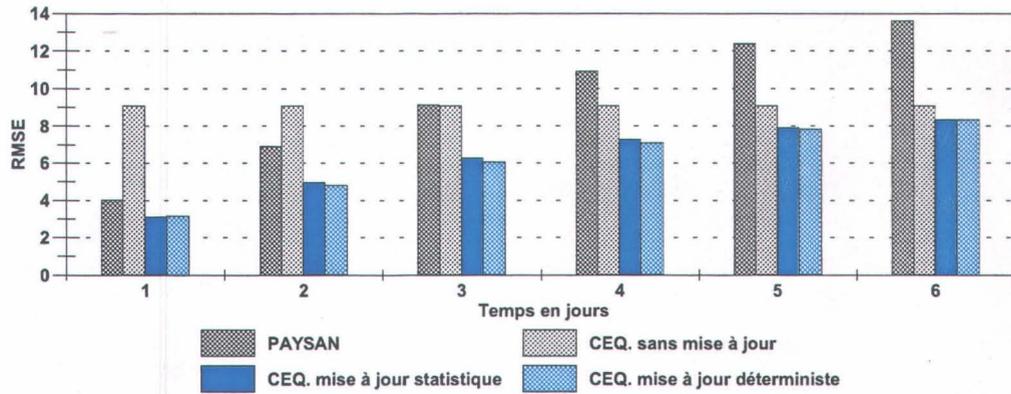
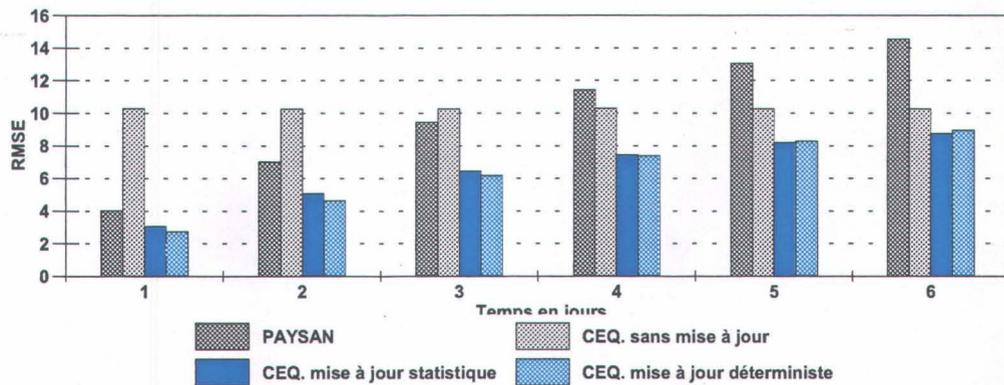


Figure 15.6.1 Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin LSJ pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995.

### CALIBRATION



### VÉRIFICATION



### 3 AVRIL 1993 - 25 DÉCEMBRE 1995

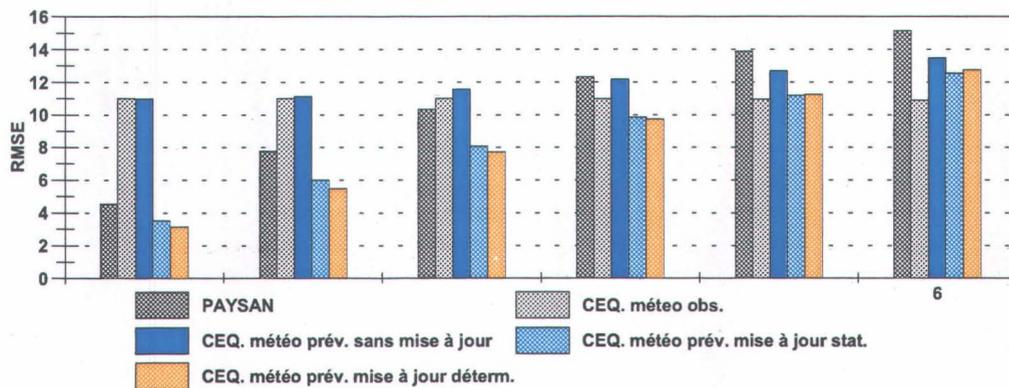
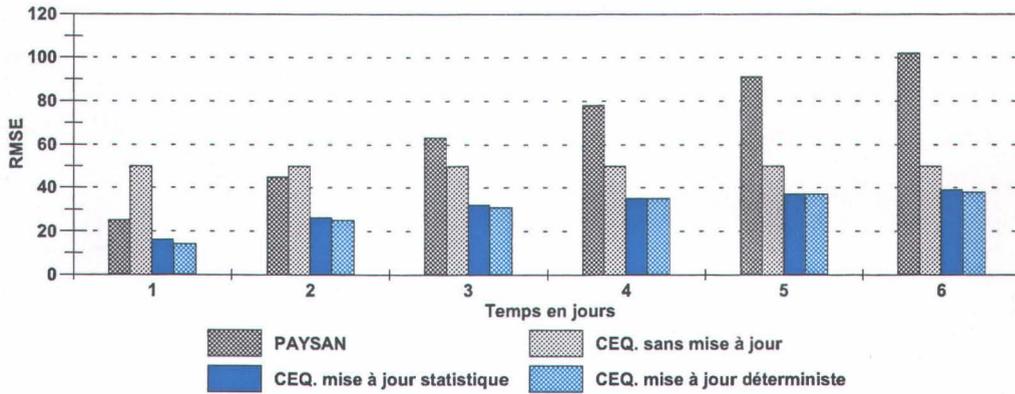
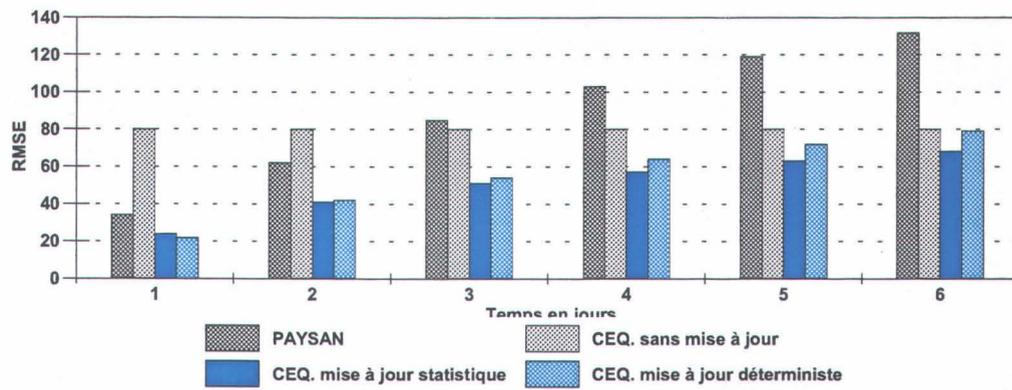


Figure 15.7.1 Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin PPER pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995.

### CALIBRATION



### VÉRIFICATION



### 3 AVRIL 1993 - 25 DÉCEMBRE 1995

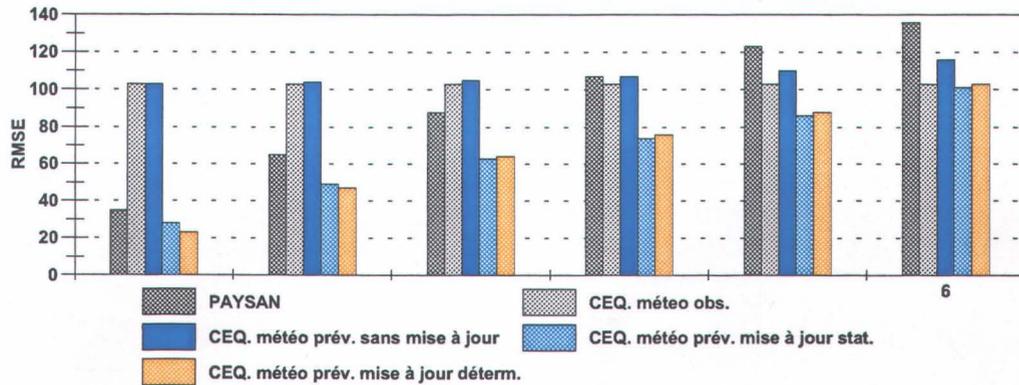
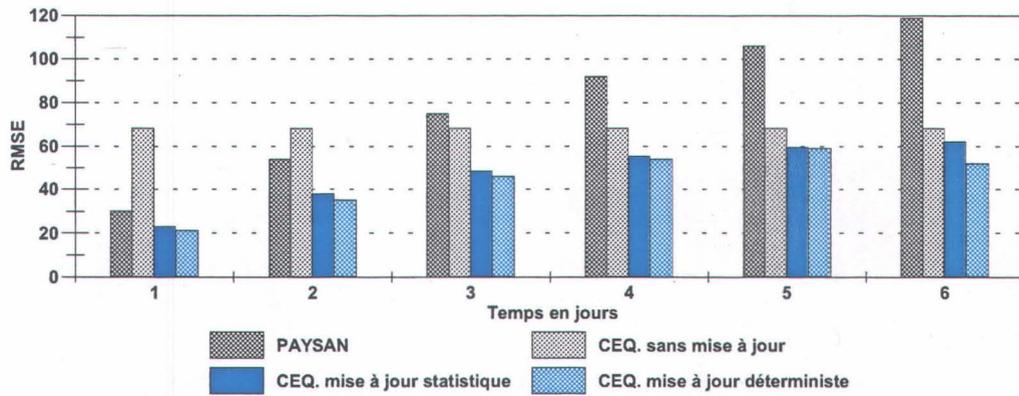
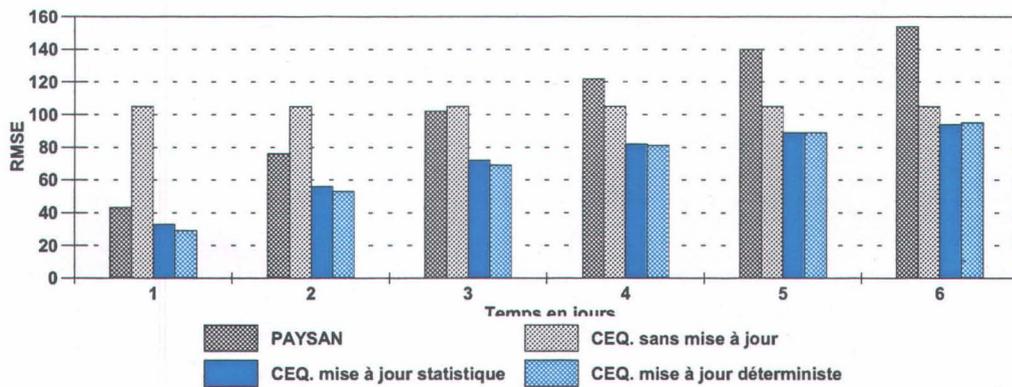


Figure 15.8.1 Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin MISBI pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995.

### CALIBRATION



### VÉRIFICATION



### 3 AVRIL 1993 - 25 DÉCEMBRE 1995

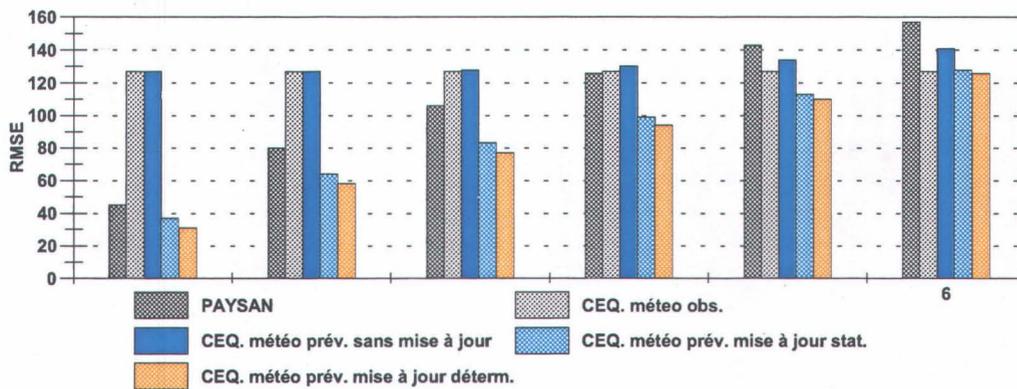
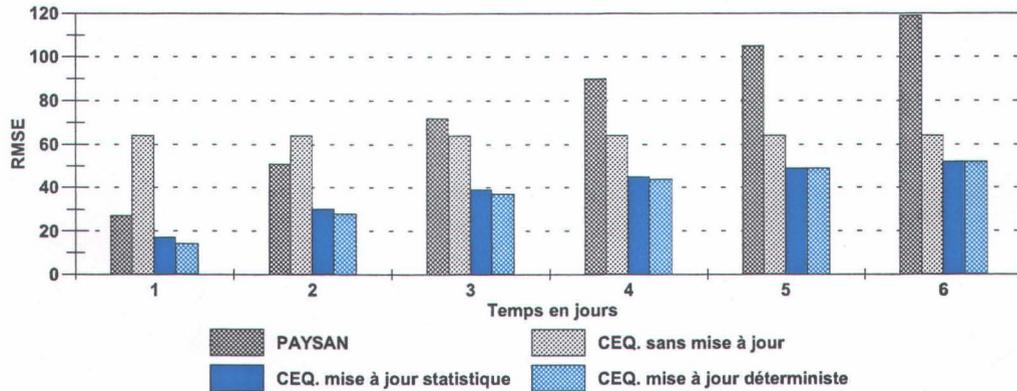
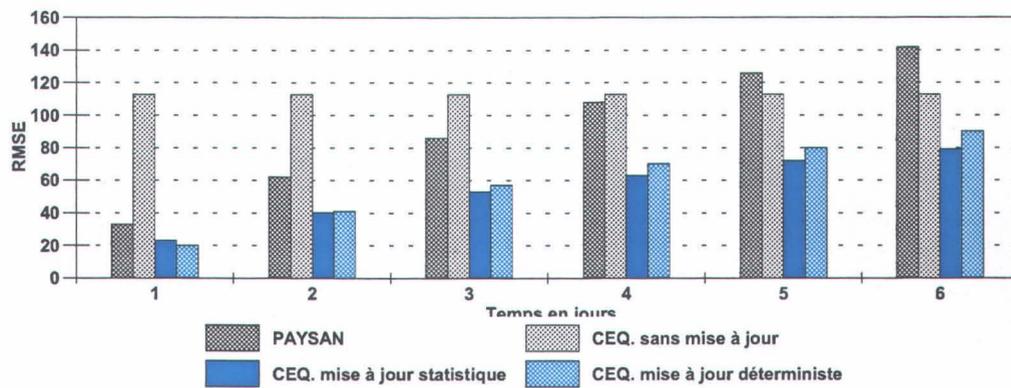


Figure 15.9.1 Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin MISNI pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995.

### CALIBRATION



### VÉRIFICATION



### 3 AVRIL 1993 - 25 DÉCEMBRE 1995

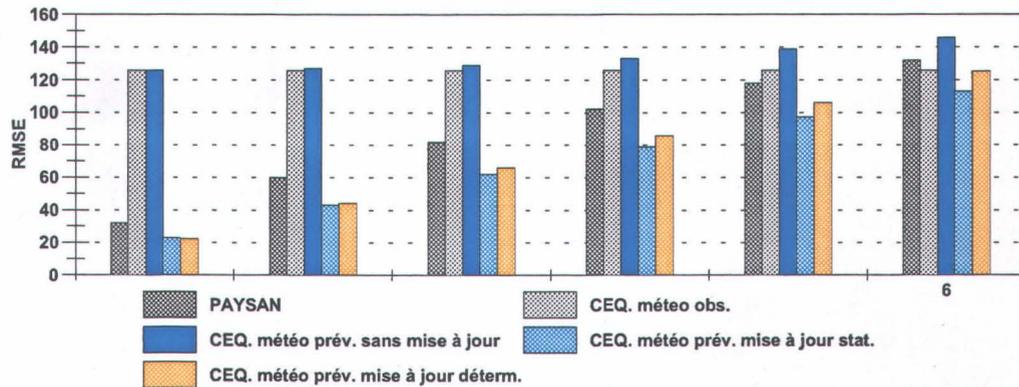
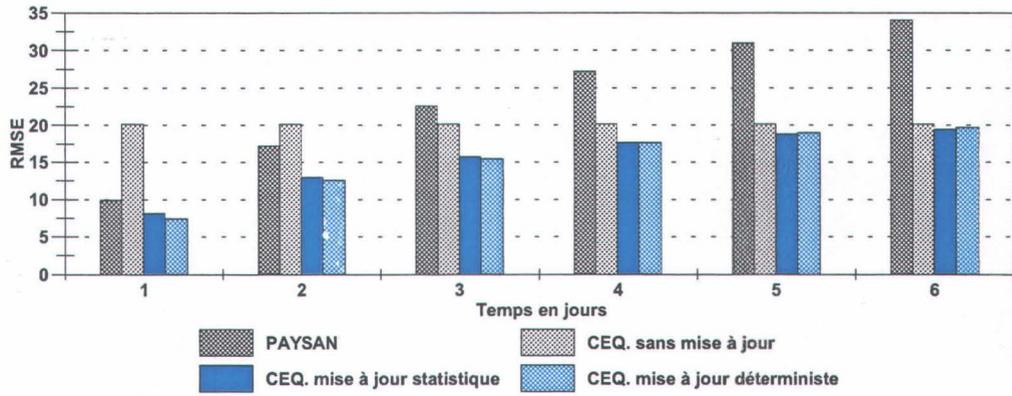


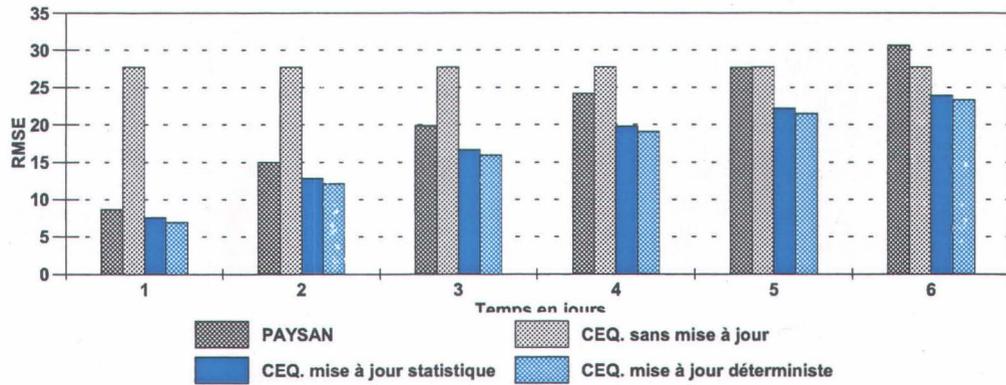
Figure 15.10.1

Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin ASHAV pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995.

### CALIBRATION



### VÉRIFICATION



### 3 AVRIL 1993 - 25 DÉCEMBRE 1995

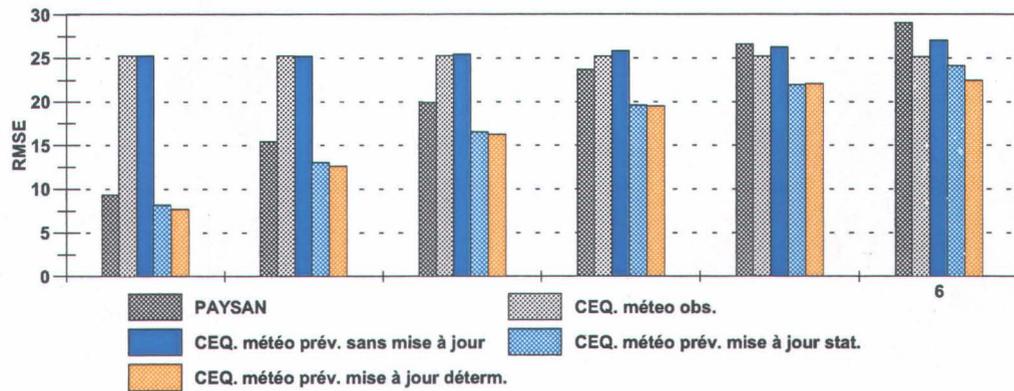


Figure 15.11.1

Histogramme des erreurs quadratiques moyennes des débits prévus par les modèles PAYSAN et CEQUEAU avec et sans mise à jour pour le bassin METAB pour les périodes de calibration, de vérification et du 3 avril 1993 au 25 décembre 1995.



# 16

## PRÉVISION DES DÉBITS À MOYEN TERME

---

Ce chapitre a pour but de décrire les résultats de l'utilisation du modèle CEQUEAU pour la prévision des débits à moyen terme. La prévision à moyen terme est faite immédiatement après la prévision à court terme et peut varier de quelques jours à quelques mois selon le bassin versant et la date de prévision.

Les prévisions météorologiques n'étant pas disponibles pour des périodes aussi longues, la procédure consiste à utiliser les données météorologiques historiques pour simuler plusieurs séries de débits, susceptibles de se produire à partir d'une date donnée.

Pour chaque année, les débits simulés comme prévision à partir d'une date donnée seront différents des débits simulés précédemment, car les simulations pour la prévision tiennent compte des réserves d'eau dans les réservoirs et de la quantité de neige au sol au début de la prévision à moyen terme.

La figure 16.1 illustre la prévision à moyen terme que l'on peut obtenir avec le modèle CEQUEAU. Sur cette figure, on observe trois périodes.

La première période est la partie avant la période ombragée. Les lignes continue et pointillée montrent respectivement les débits observés et les débits simulés. Les données utilisées pour le calcul des débits de cette période sont les données météorologiques mesurées aux stations. La mise à jour déterministe automatique ou manuelle est faite pour cette période pour obtenir des débits simulés le plus près possible des débits observés. Si les débits simulés sont semblables à ceux observés, on suppose que les variables d'états c'est-à-dire les volumes d'eau dans les réservoirs, SOL, NAPPE et TRANSFERT représentent bien les stocks d'eau emmagasinés dans le sol et dans les tronçons de la rivière au début de la période de prévision à court terme.

La deuxième période est la partie ombragée et représente les débits prévus à court terme. Normalement, les données météorologiques utilisées pour cette période sont les données

météorologiques prévues, moyennes sur le bassin versant ou aux points de grille. Pour notre étude, nous utiliserons les données historiques moyennes observées sur le bassin versant. Les

débits simulés pour cette période sont également dépendants des variables d'états au début de la période de prévision.

La troisième période est située après la partie ombragée et représente les prévisions à moyen terme. Pour cette période, chaque ligne représente les débits simulés pour une année particulière en utilisant les données météorologiques historiques de cette année. Le nombre de lignes dépend du nombre d'années demandées dans le fichier des paramètres hydrologiques (\*.PAH). Le nombre maximum d'années est le nombre d'années disponibles dans le fichier des données météorologiques historiques (\*.HIS).

Si on considère une année particulière, les débits simulés avec la météo correspondante seront différents des débits observés ou simulés antérieurement pour cette même année car les simulations pour la période de prévision à moyen terme tiennent compte des variables d'états estimées par le modèle au début de la période de prévision. Les variables d'états du modèle sont la quantité d'eau dans les réservoirs et la quantité de neige au sol et de son état de mûrissement. En fonction de la superficie, de la topographie et des paramètres hydrologiques du bassin versant, cette différence sera perceptible plus ou moins longtemps mais devrait complètement disparaître après un certain nombre de jours de simulation si ce nombre de jours est suffisamment grand.

Pour cette étude, sur la "mémoire du système hydrique" nous utiliserons deux bassins versants seulement, soit les bassins du lac St-Jean (LSJ) qui a une superficie de 46,000 km<sup>2</sup> et le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) dont la superficie est de 9340 km<sup>2</sup>. Compte tenu de la variation dans le temps des réserves d'eau et du stock de neige au sol, nous étudierons pour chaque bassin versant six cas différents.

Pour déterminer l'influence du stock de neige au sol les calculs seront faits en utilisant parmi les données historiques l'année ayant le moins de neige au sol, l'année ayant un couvert neigeux moyen et l'année ayant le maximum de neige au sol.

Pour déterminer l'influence des autres variables d'états, c'est-à-dire les réserves d'eau dans les réservoirs SOL, NAPPE, et TRANSFERT, les calculs seront faits en choisissant parmi les données historiques l'année ayant le débit minimum durant la période juillet à octobre. Les calculs seront également faits avec l'année représentant le débit moyen et avec l'année ayant le débit maximum durant la même période.

Pour éliminer les erreurs qu'on observe entre les débits observés et simulés, les calculs seront faits avec les débits simulés seulement et dans toutes les simulations on utilise les données météorologiques moyennes sur le bassin versant. La procédure est la suivante:

- on simule premièrement les débits pour toute la période historique en utilisant les données météorologiques moyennes sur le bassin versant. Ces débits simulés seront les débits de référence;
- on fait une simulation de préviation à moyen terme pour chacune des années représentant les six cas expliqués précédemment;
- on compare les débits moyens inter annuel simulés pour la période de préviation à moyen terme avec les débits de référence.

## 16.1 Préviation des débits à moyen terme sur le bassin versant LSJ

Pour ce bassin versant la période des données météorologiques historiques disponibles sont de janvier 1953 à décembre 1995. Le pas de temps de ces données est journalier et les données météorologiques disponibles sont, les températures maximum et minimum moyennes sur le bassin versant et les précipitations liquide et solide moyennes sur le bassin versant.

### 16.1.1 Influence de la neige au sol

La première date retenue pour le calcul de l'influence de la neige au sol est le 19 mars 1987 et concerne l'année avec le minimum de neige au sol au début de la fonte printanière. Le couvert neigeux pour cette date est de 135 mm d'équivalent en eau.

La simulation a été faite à partir de janvier 1985 pour minimiser l'influence des conditions initiales imposées au modèle et la préviation à moyen terme a été demandée pour 200 jours à partir du 19 mars pour les années 1953 à 1995.

Les résultats de cette simulation sont montrés sur les figures 16.2 A), B) et C). La ligne continue de la figure 16.2 A) représente les débits moyens inter annuel simulés pour la période de 1953 à 1995 et représente les débits de références. La ligne pointillée représente les 200 débits moyens inter annuel prévus à partir du 19 mars 1987 en utilisant les données météorologiques des années 1953 à 1995. La figure 16.2 B) montre sous forme d'histogramme les écarts entre les deux lignes de la figure A). La figure 16.2 C) montre également sous forme d'histogramme les écarts en pourcentage par rapport aux débits observés.

Sur la figure 16.2 B) on observe que pour le début de la crue de fonte de neige (du 19 mars au 25 avril) les débits prévus en valeur absolue sont peu influencés par un stock de neige faible. Par contre en pourcentage l'écart varie de -20% à +5%. Par la suite, l'écart négatif entre les débits de référence et les débits prévus croît régulièrement pour environ 30 jours. Par la suite, sur une période d'environ 120 jours, l'écart négatif décroît de  $-1135 \text{ m}^3/\text{s}$  à  $-40 \text{ m}^3/\text{s}$  en valeur

absolue ou de -46% à -5% en écarts relatifs. Sur la figure B) montrant les écarts absolus, on voit que l'écart décroît à peu près régulièrement alors que sur la figure C) on observe qu'en pourcentage l'influence ne décroît pas régulièrement. Par exemple, on observe que vers le 8 juillet, l'écart en pourcentage était plus important que celui observé vers le 20 juin. Cette variation s'explique par le fait que le débit de référence varie plus que l'écart absolu. Comme l'écart en pourcentage obtenu par le rapport de l'écart absolu sur le débit de référence on observe des variations non régulières.

La seconde date retenue pour le calcul de l'influence de la neige au sol est le 7 avril 1971 et représente l'année avec un couvert neigeux moyen au début de la fonte printanière. Le couvert neigeux pour cette date est de 233 mm d'équivalent en eau.

Les résultats de cette simulation sont montrés sur les figures 16.3 A) B) et C). Ces figures montrent que les variations de débits sont relativement faibles et qu'il y a compensation, c'est-à-dire que les écarts négatifs du début sont suivi par des écarts positifs.

La troisième date retenue pour le calcul de l'influence de la neige au sol est le 28 avril 1974 et concerne l'année avec le maximum de neige au sol au début de la fonte printanière. Le couvert neigeux pour cette date est de 381 mm d'équivalent en eau.

Les résultats obtenus sont présentés sur les figures 16.4 A), B) et C). L'analyse de ces figures montre que la crue printanière est beaucoup plus importante que la crue de référence et est décalée dans le temps. Le décalage s'explique par le fait qu'avec un stock de neige important au sol, il faut accumuler plus d'énergie pour mûrir le stock de neige avant d'avoir une fonte efficace, c'est-à-dire qui va amener de l'eau du sol. Comme précédemment, les écarts absolus semblent diminuer régulièrement mais restent perceptibles pour quelques mois.

On remarque que dans les trois cas, l'écart est beaucoup moindre à partir du 15 juin.

### **16.1.2 Influence des réserves d'eau dans les réservoirs**

La première date retenue pour le calcul de l'influence des réserves d'eau dans les réservoirs SOL, NAPPE et TRANSFERT est le 6 septembre 1953 et concerne l'année avec un débit d'automne faible. Le débit pour cette date est de 178 m<sup>3</sup>/s.

La simulation a été faite à partir de janvier 1953 et la prévision historique a été réalisée pour 200 jours à partir du 6 septembre pour les années 1953 à 1994.

Les résultats de cette simulation sont montrés sur les figures 16.5 A), B) et C). Sur ces figures, on observe que les débits prévus en moyenne sont beaucoup plus faibles que les débits de références. Les écarts entre les débits de références et les débits prévus (figure 16.5 B)

diminuent continuellement mais reste visibles jusqu'à la fin de mars. Les écarts en pourcentage (figure 16.5 C) diminuent au début mais restent à environ -15% pour les 4 derniers mois. Ce pourcentage constant s'explique par le fait que les débits de référence diminuent en même temps que les écarts absolus.

La seconde date retenue pour le calcul de l'influence des réserves d'eau dans les réservoirs est le 15 septembre 1968 et concerne l'année avec un débit d'automne moyen. Le débit pour cette date est de 647 m<sup>3</sup>/s.

La simulation a été faite à partir de janvier 1965 et la prédiction à moyen terme a été réalisée pour 200 jours à partir du 15 septembre pour les années 1953 à 1994.

Les résultats de cette simulation sont montrés sur les figures 16.6 A), B) et C). Les écarts entre les débits de référence et les débits prévus sont très faibles sauf pour une dizaine de jours au début de la prédiction. L'écart en pourcentage est d'environ 5% pour une longue période sauf pour la fin de mars où l'écart diminue à 2.5%, parce que les débits augmentent comme on peut le voir sur la figure A).

La troisième date retenue pour le calcul de l'influence des réserves d'eau dans les réservoirs est le 22 octobre 1967 et concerne l'année avec un débit d'automne très fort. Le débit pour cette date est de 2912 m<sup>3</sup>/s.

La simulation a été faite à partir de janvier 1965 et la prédiction historique a été réalisée pour 200 jours à partir du 22 octobre pour les années 1953 à 1994. Les résultats de cette simulation sont montrés sur les figures 16.7 A), B) et C). On observe sur ces figures que les écarts entre les débits de référence et les débits prévus sont très grands pour les premiers jours mais décroissent très rapidement. Cette décroissance rapide s'explique par le fait que pour un grand débit, l'eau provient du réservoir SOL et que les coefficients de vidange de ce réservoir sont grands d'où une convergence rapide vers un niveau d'eau plus bas.

## **16.2 Prédiction des débits à moyen terme sur le bassin versant MISBI.**

Pour ce bassin versant, la période des données météorologiques historiques disponibles sont également de janvier 1953 à décembre 1995. Le pas de temps de ces données est journalier et les données météorologiques disponibles sont, les températures maximum et minimum moyennes sur le bassin versant et les précipitations liquide et solide moyennes sur le bassin versant.

### 16.2.1 Influence de la neige au sol

La première date retenue pour le calcul de l'influence de la neige au sol est le 19 mars 1987 et concerne l'année avec le minimum de neige au sol au début de la fonte printanière. Le couvert neigeux pour cette date est de 160 mm d'équivalent en eau.

La simulation a été faite à partir de janvier 1983 pour minimiser l'influence des conditions initiales imposées au modèle et la prévision historique a été réalisée pour 200 jours à partir du 19 mars pour les années 1953 à 1995.

Les résultats de cette simulation sont montrés sur les figures 16.8 A), B) et C). Dans ce cas, la crue prévue est beaucoup plus faible que la crue de référence et la pointe est un peu plus tôt. Les écarts diminuent très rapidement et on voit peu de différence après une centaine de jours.

La seconde date retenue pour le calcul de l'influence de la neige au sol est le 16 avril 1971 et représente l'année avec un couvert neigeux moyen au début de la fonte printanière. Le couvert neigeux pour cette date est de 280 mm d'équivalent en eau.

Les résultats de cette simulation sont montrés sur les figures 16.9 A) B) et C). Ces figures montrent que les variations de débits sont faibles et que les écarts sont négatifs en avril et en juin et positifs en mai. Ces écarts ne sont pas très significatifs et existent parce qu'il n'a pas été possible de trouver une année qui représente bien la moyenne pour une période assez longue. Avoir choisi une autre année avec un couvert nival à peu près équivalent c'est-à-dire d'environ 280 mm, on pourrait obtenir des résultats très différents. On observe quand même sur ces figures que l'influence est très limitée dans le temps.

La troisième date retenue pour le calcul de l'influence de la neige au sol est le 25 avril 1974 et concerne l'année avec le maximum de neige au sol au début de la fonte printanière. Le couvert neigeux pour cette date est de 449 mm d'équivalent en eau.

Les résultats obtenus sont présentés sur les figures 16.10 A), B) et C). L'analyse de ces figures montre que la crue printanière est beaucoup plus importante que la crue de référence et est décalée dans le temps. Comme pour le bassin versant LSJ, le décalage s'explique par le fait qu'avec un stock de neige important au sol, il faut accumuler plus d'énergie pour mûrir le stock de neige avant d'avoir une fonte efficace, c'est-à-dire qui va amener de l'eau du sol. Les écarts ont grandement diminués à partir du 20 juin.

## 16.2.2 Influence des réserves d'eau dans les réservoirs

La première date retenue pour le calcul de l'influence des réserves d'eau dans les réservoirs SOL, NAPPE et TRANSFERT est le 1<sup>er</sup> septembre 1953 et concerne l'année avec un débit d'automne faible. Le débit pour cette date est de 50 m<sup>3</sup>/s.

La simulation a été faite à partir de janvier 1953 et la prévision historique a été réalisée pour 200 jours pour les années 1953 à 1994.

Les résultats de cette simulation sont montrés sur les figures 16.11 A), B) et C). Sur ces figures, on observe que les débits prévus en moyenne sont beaucoup plus faibles que les débits de références. Les écarts entre les débits de références et les débits prévus (figure 16.11 B) ne diminuent pas régulièrement, on observe entre autre que vers le 10 novembre, il y a une légère augmentation de l'écart. L'analyse des chiffres nous montre que le 8 novembre l'écart était de -24.56 m<sup>3</sup>/s alors que le 9 novembre l'écart a augmenté très légèrement pour -24.69 m<sup>3</sup>/s. Les écarts restent visibles jusqu'à la fin de mars. Les écarts en pourcentage (figure 16.11 C) diminuent rapidement au début mais restent à environ -15% pour les 6 derniers mois. Ce pourcentage constant s'explique par le fait que les débits de référence diminuent en même temps que les écarts absolus.

La seconde date retenue pour le calcul de l'influence des réserves d'eau dans les réservoirs est le 1<sup>er</sup> août 1993 et concerne l'année avec un débit d'automne moyen. Le débit pour cette date est de 200 m<sup>3</sup>/s.

Les résultats de cette simulation sont montrés sur les figures 16.12 A), B) et C). Les écarts entre les débits de référence et les débits prévus sont très faibles sauf pour quelques jours au début de la prévision. L'écart en pourcentage est inférieur à 2% pour presque toute la période.

La troisième date retenue pour le calcul de l'influence des réserves d'eau dans les réservoirs est le 19 septembre 1990 et concerne l'année avec un débit d'automne très fort. Le débit pour cette date est de 729 m<sup>3</sup>/s.

Les résultats de cette simulation sont montrés sur les figures 16.13 A), B) et C). On observe sur ces figures que les écarts entre les débits de références et les débits prévus sont très grands au début de la prévision et deviennent à peu près nuls après une quinzaine de jours.

## 16.3 Conclusion

L'analyse des écarts entre les débits de références et les débits prévus montre que les variables d'états au début de la prévision ont une grande influence sur les débits prévus mais que cette influence est très variable.

Par exemple, on observe que les écarts négatifs provenant d'un stock de neige faible (figures 16.2 et 16.8) se prolongent plus longtemps que les écarts positifs causés par un couvert neigeux important (figures 16.4 et 16.10).

Lorsque les stocks de neige au sol sont très importants on observe, que par rapport aux débits de références, les débits prévus sont faibles au début de la crue avant de devenir plus grands (figures 16.4 et 16.10)

Les écarts des prévisions faites à la fin de l'été diminuent lentement et se prolongent jusqu'au début de la crue printanière principalement lorsque le débit est faible (figures 16.5 et 16.12). Dans ce cas, les écarts en pourcentage ont tendance à être constants pour les derniers mois avant la crue.

On observe que pour l'ensemble des simulations que les écarts absolus moyens inter annuel semblent diminuer continuellement sauf pour la prévision du 1<sup>er</sup> septembre 1953 pour le bassin versant MISBI (figure 16.11). Pour comprendre le comportement du modèle, l'analyse des écarts a été faite, année par année, pour chaque bassin versant. Sur les deux bassins versants étudiés, on a observé plusieurs années dont les écarts absolus ont augmenté et les figures 16.14 et 16.15 montrent, à titre d'exemple, une année de prévision pour chaque bassin versant étudié.

La figure 16.14 montre les prévisions faites le 6 septembre de l'année 1989 pour le bassin versant LSJ et la figure 16.15 montre les prévisions faites le 1<sup>er</sup> septembre 1967 pour le bassin versant MISBI. Dans les deux cas, on observe des variations importantes des écarts absolus.

Si on observe sur ces deux figures le synchronisme des écarts, (figure 16.14B et 16.15B) et les débits calculés, (figure 16.14A et 16.15A), on voit que les variations des écarts se produisent lorsqu'il y a une augmentation ou diminution des débits. Cette observation nous permet de supposer que les variations des écarts sont causées par les coefficients des orifices du schéma de production. Par exemple, pour le bassin versant MISBI, supposons qu'avec les données originales, le niveau d'eau dans le réservoir SOL vers le 15 octobre 1967, était près du niveau de vidange intermédiaire. Une pluie se produit et il y a débordement par la vidange intermédiaire qui a un coefficient fort, ce qui implique une augmentation importante du débit. Les prévisions de l'année 1967 ont été faites avec des variables d'état plus faibles que les données originales, d'où moins d'eau dans les réservoirs et par conséquent moins d'eau évacuée par la vidange intermédiaire du réservoir SOL, ce qui explique une différence accrue entre les débits de références et les débits prévus.

L'analyse des prévisions à moyen terme pour différentes conditions des variables d'états a montré pour les deux bassins versants étudiés que:

- plus on s'éloigne du début de la prévision, plus les écarts diminuent;

- 
- qu'en crue, les écarts ont diminué de façon appréciable vers le 15 ou 20 juin;
  - qu'en été-automne, les écarts ont diminué de façon appréciable après une quinzaine de jours;
  - les grands écarts positifs diminuent plus rapidement que les écarts négatifs;
  - que les écarts absolus semblent diminuer continuellement, sur les moyennes inter annuel sauf pour la prévision du 1<sup>er</sup> septembre 1953 pour le bassin versant MISBI (figure 16.11), mais l'étude annuelle montre qu'il peut y avoir des variations importantes pour des années particulières;
  - que les écarts en pourcentage peuvent augmenter en fonction de la variation des débits de références.

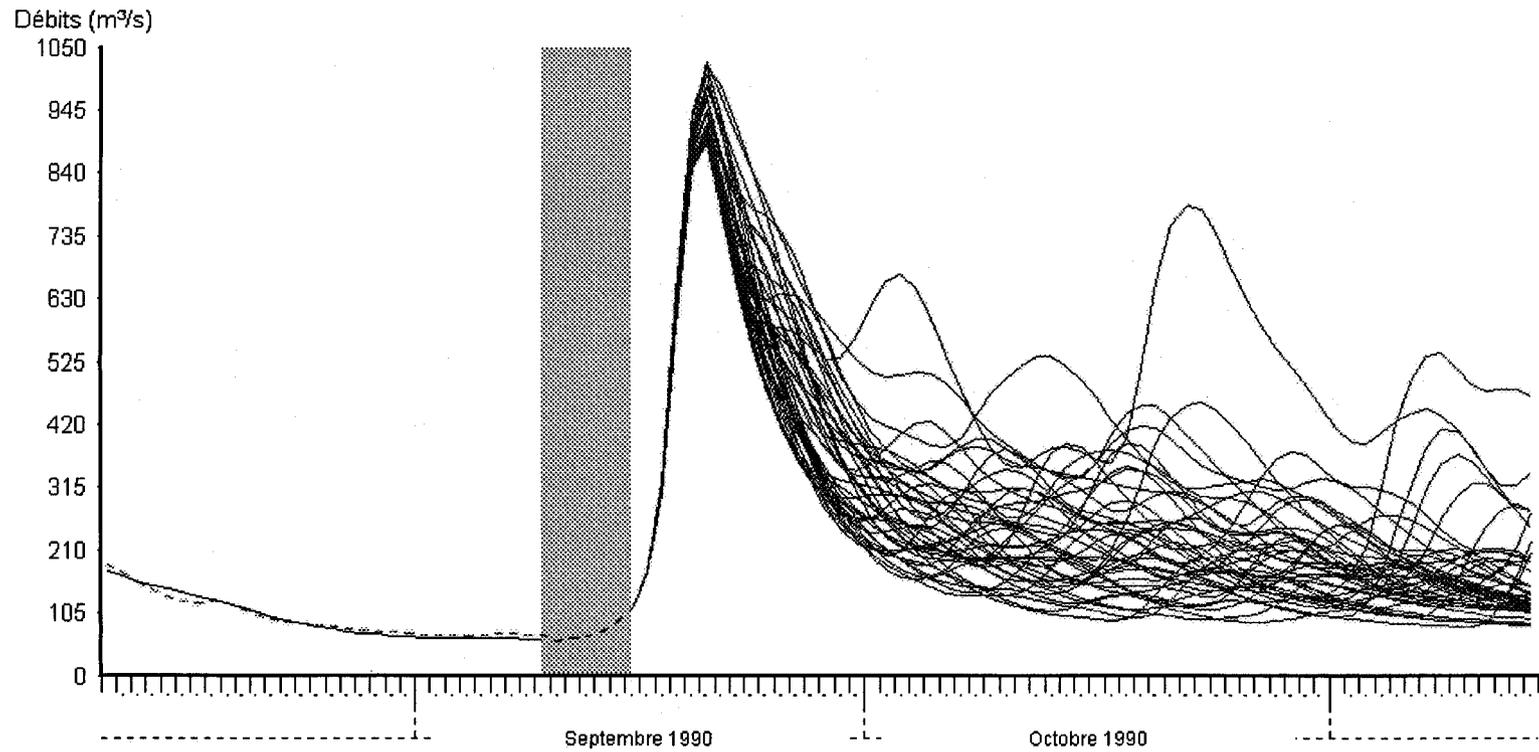
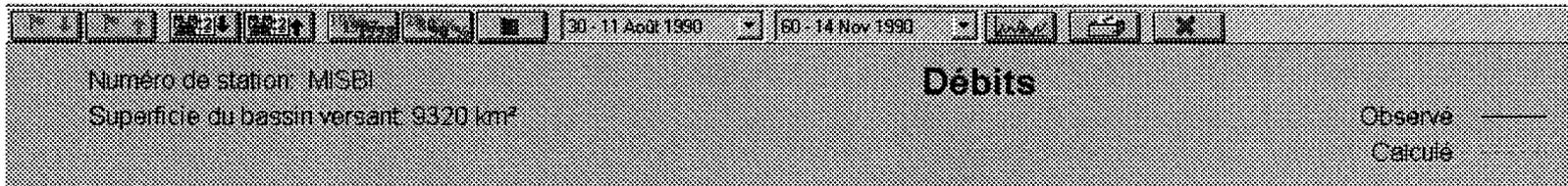


Figure 16.1 Exemple de graphique de prévision à moyen terme produit par le modèle CEQUEAU

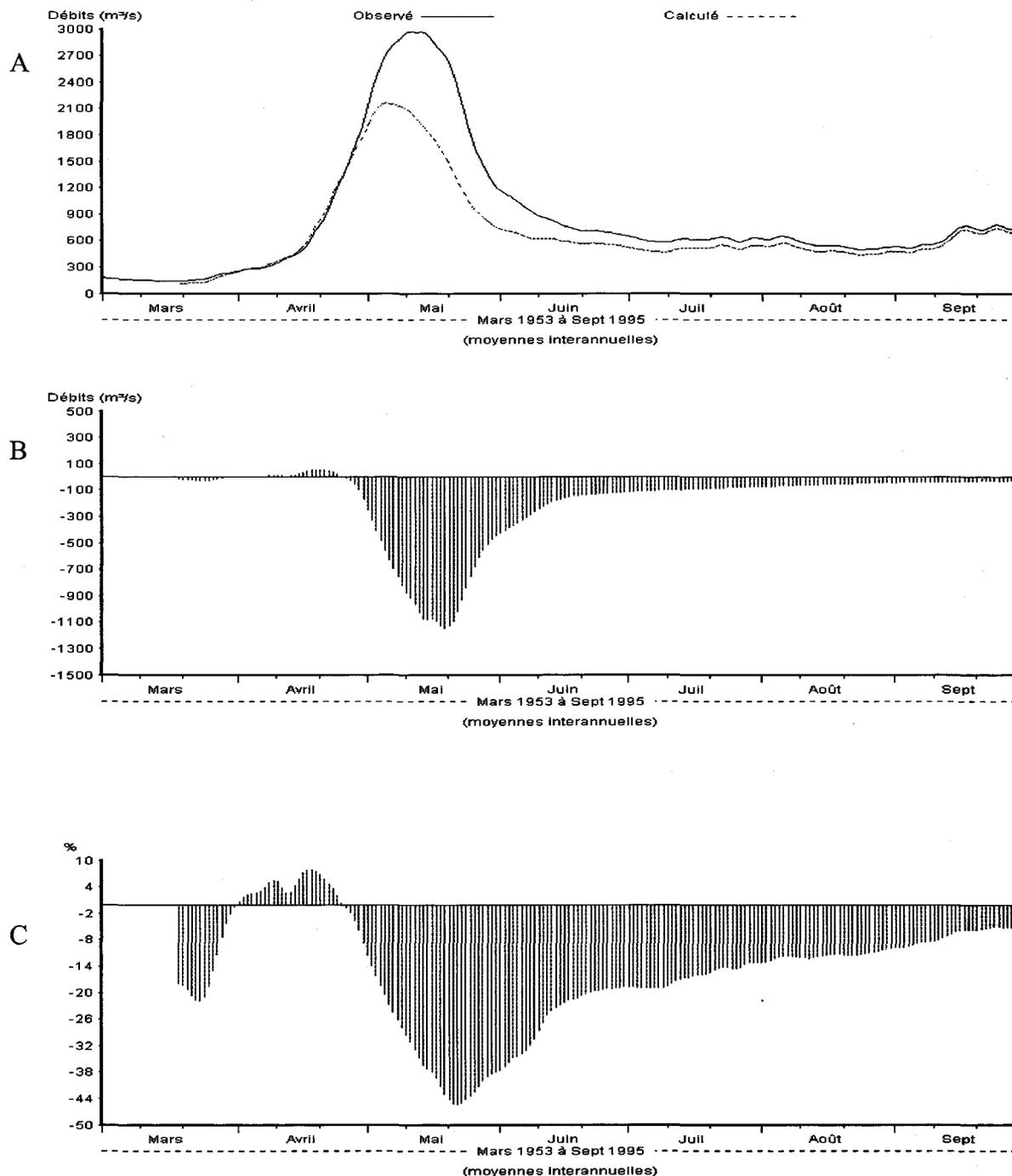


Figure 16.2 Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 19 mars 1987 (neige minimal au sol 135 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Écarts absolus. C) Écarts en pourcentage

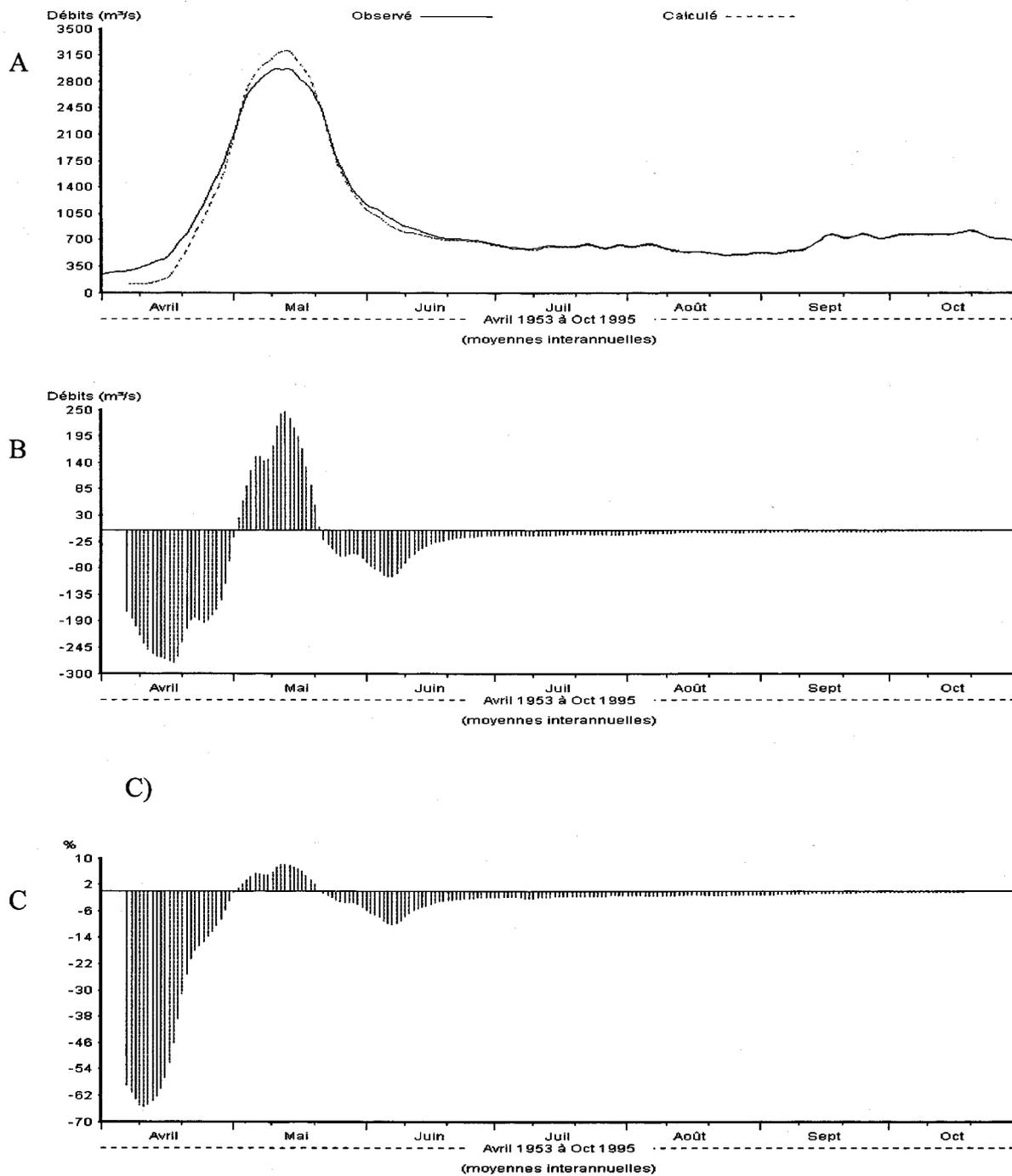


Figure 16.3 Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 7 avril 1971 (neige moyenne au sol 233 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Écarts absolus. C) Écarts en pourcentage.

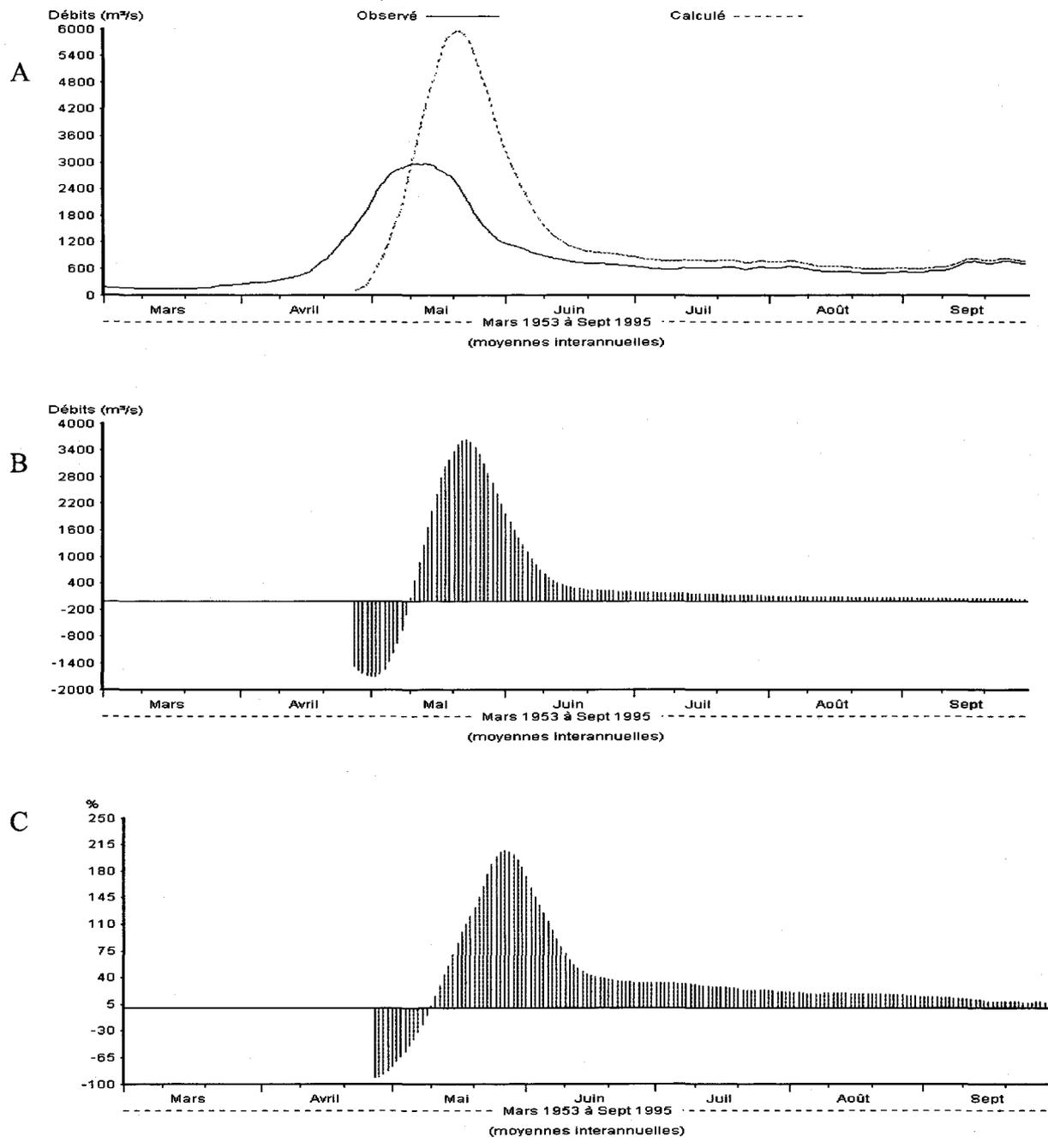


Figure 16.4 Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 28 avril 1974 (neige maximal au sol 381 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Écart absolu. C) Écart en pourcentage.

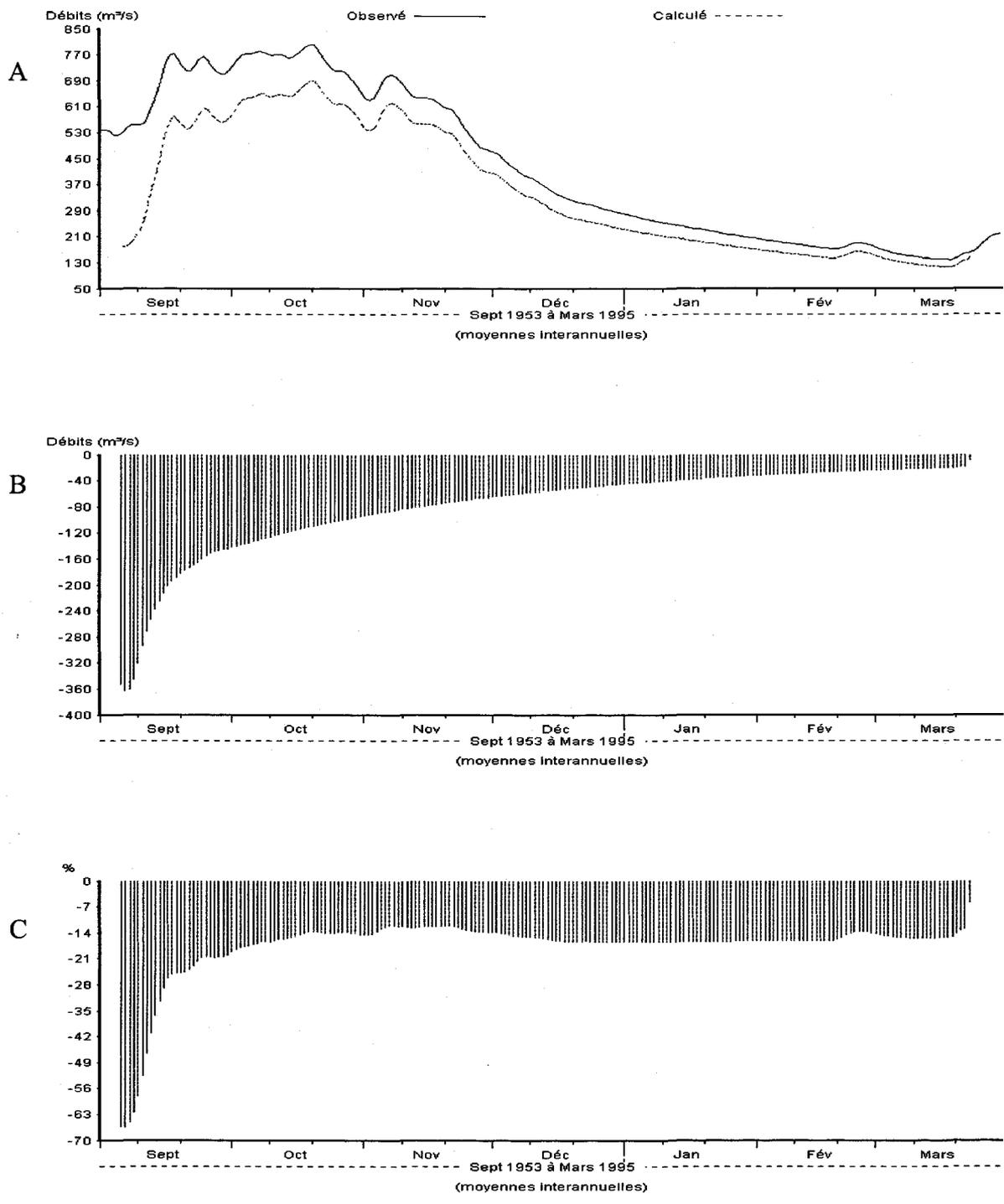


Figure 16.5 Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 6 septembre 1953 (débits d'automne faible 178 n<sup>3</sup>/s). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage.

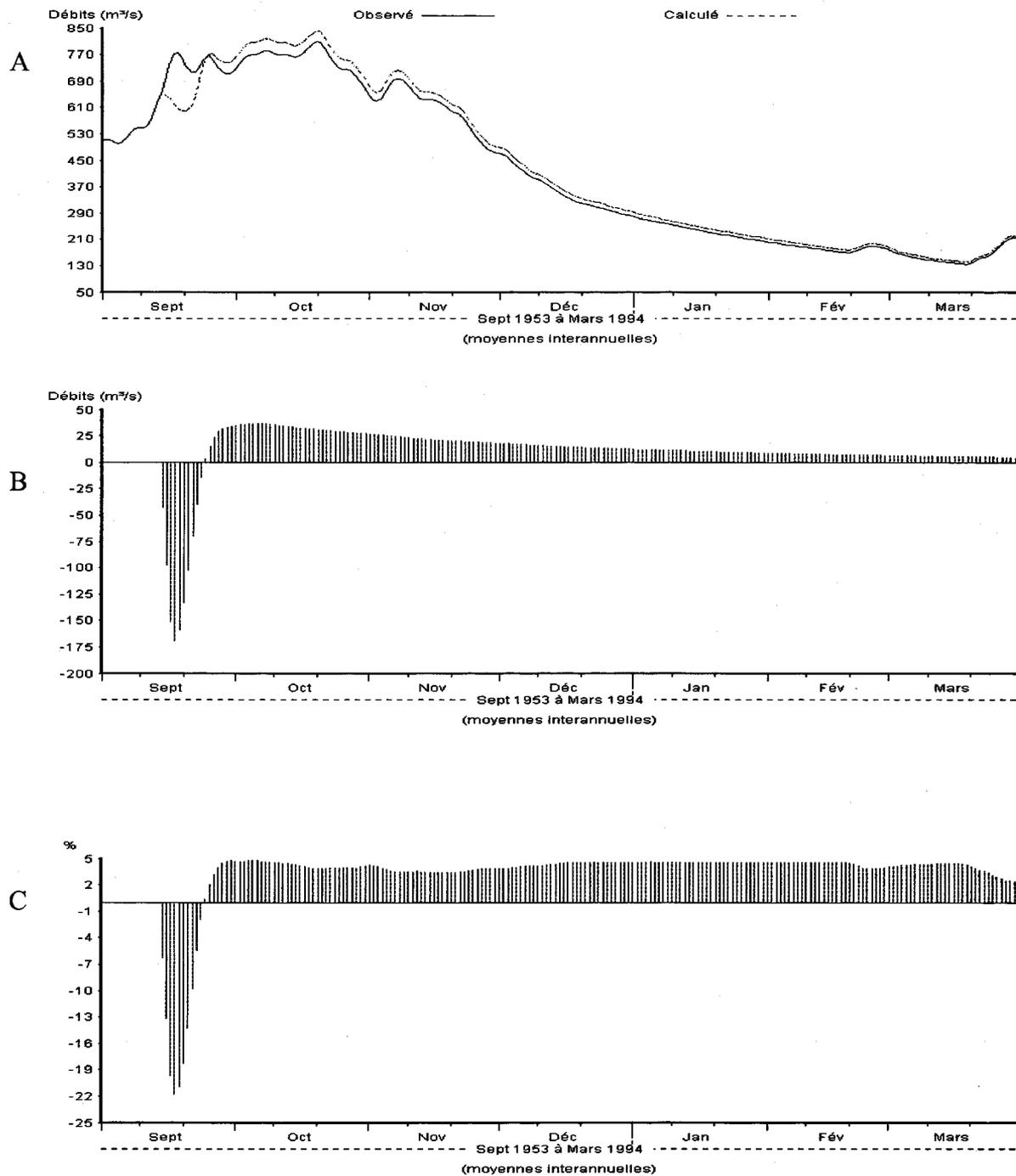


Figure 16.6 Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 15 septembre 1968 (débits d'automne moyens  $647 \text{ m}^3/\text{s}$ ). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage.

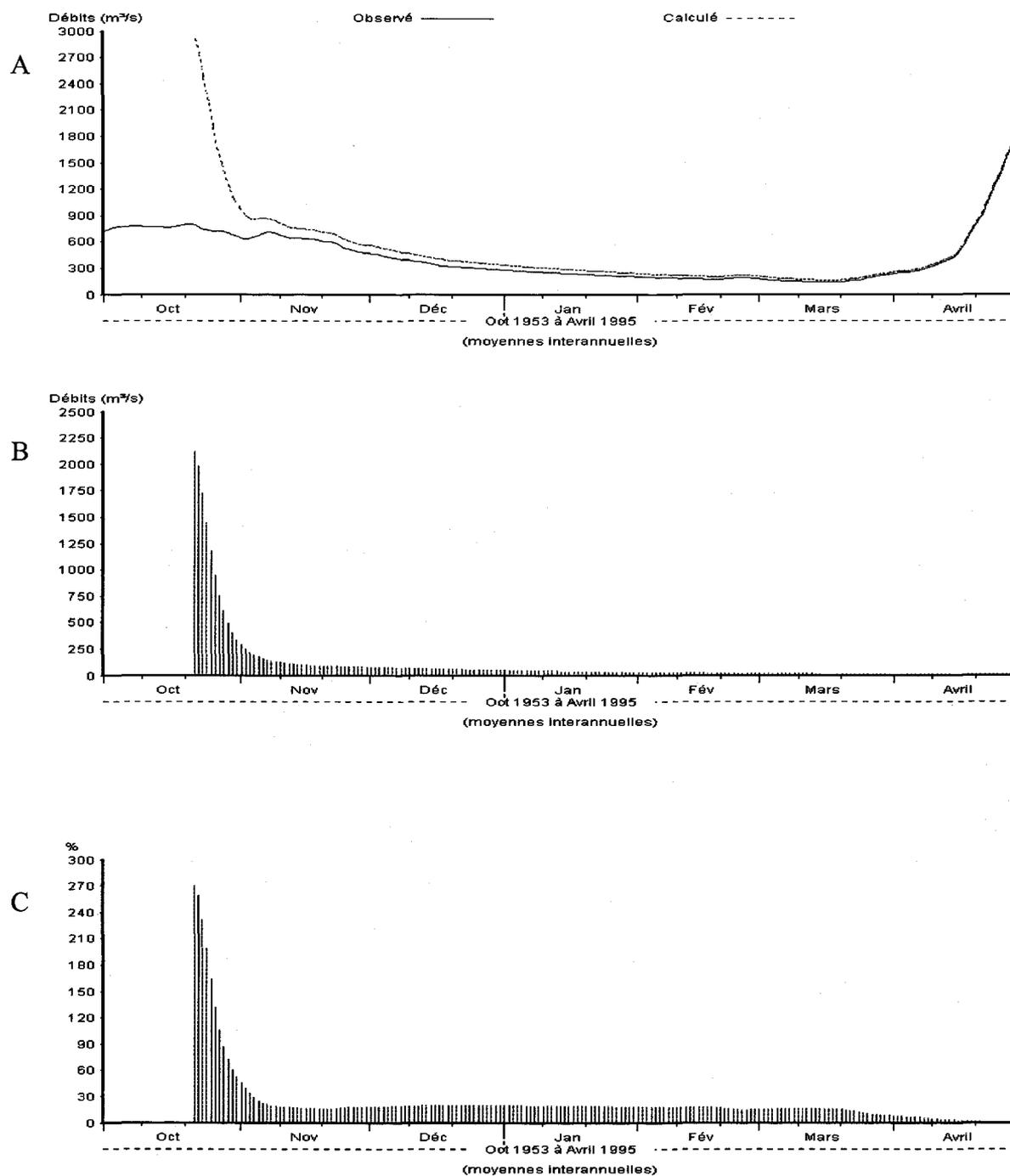


Figure 16.7 Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 22 octobre 1967 (débits d'automne forts 2912  $m^3/s$ ). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage.

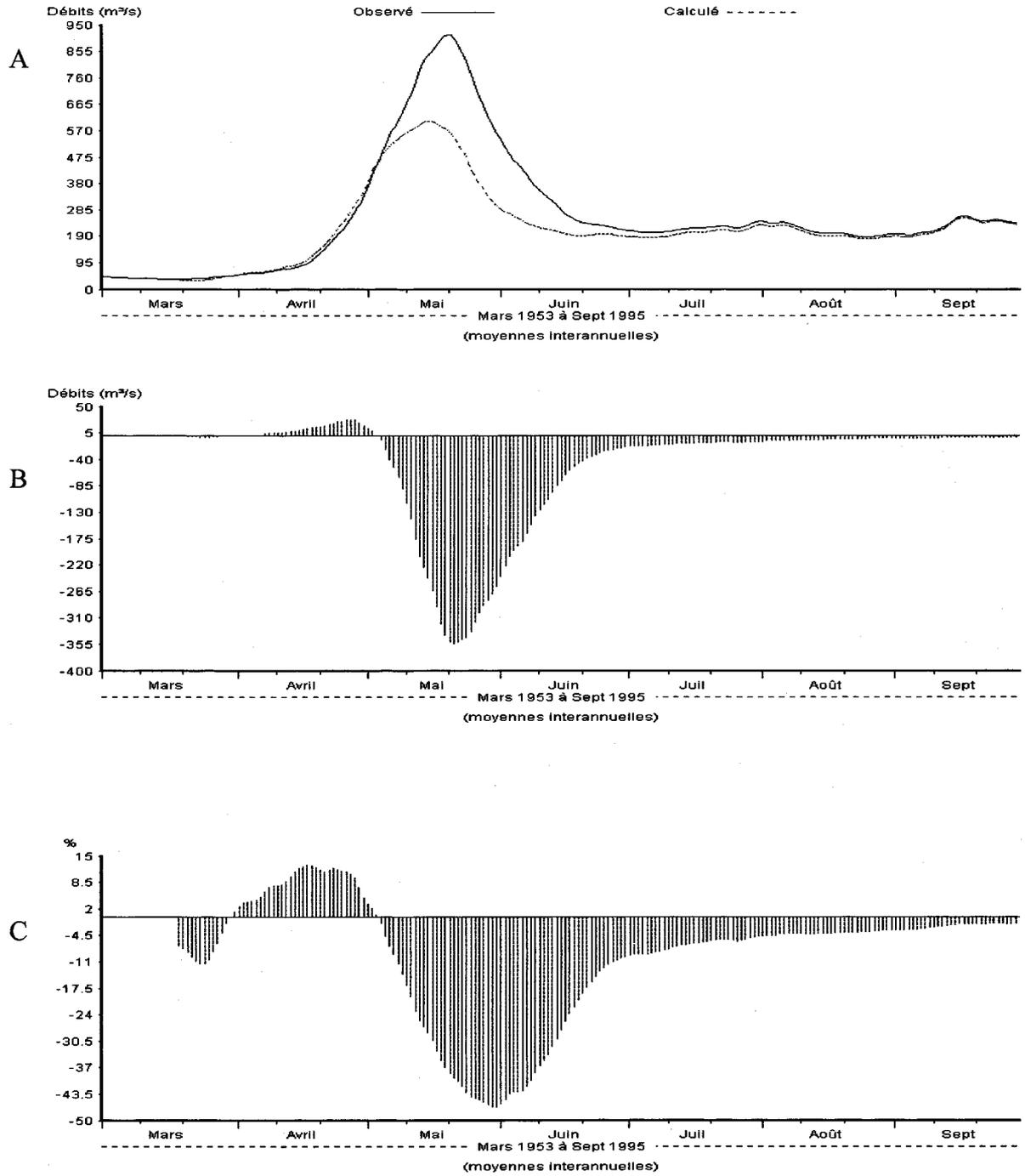


Figure 16.8 Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 19 mars 1987 (neige au sol faible 160 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage.

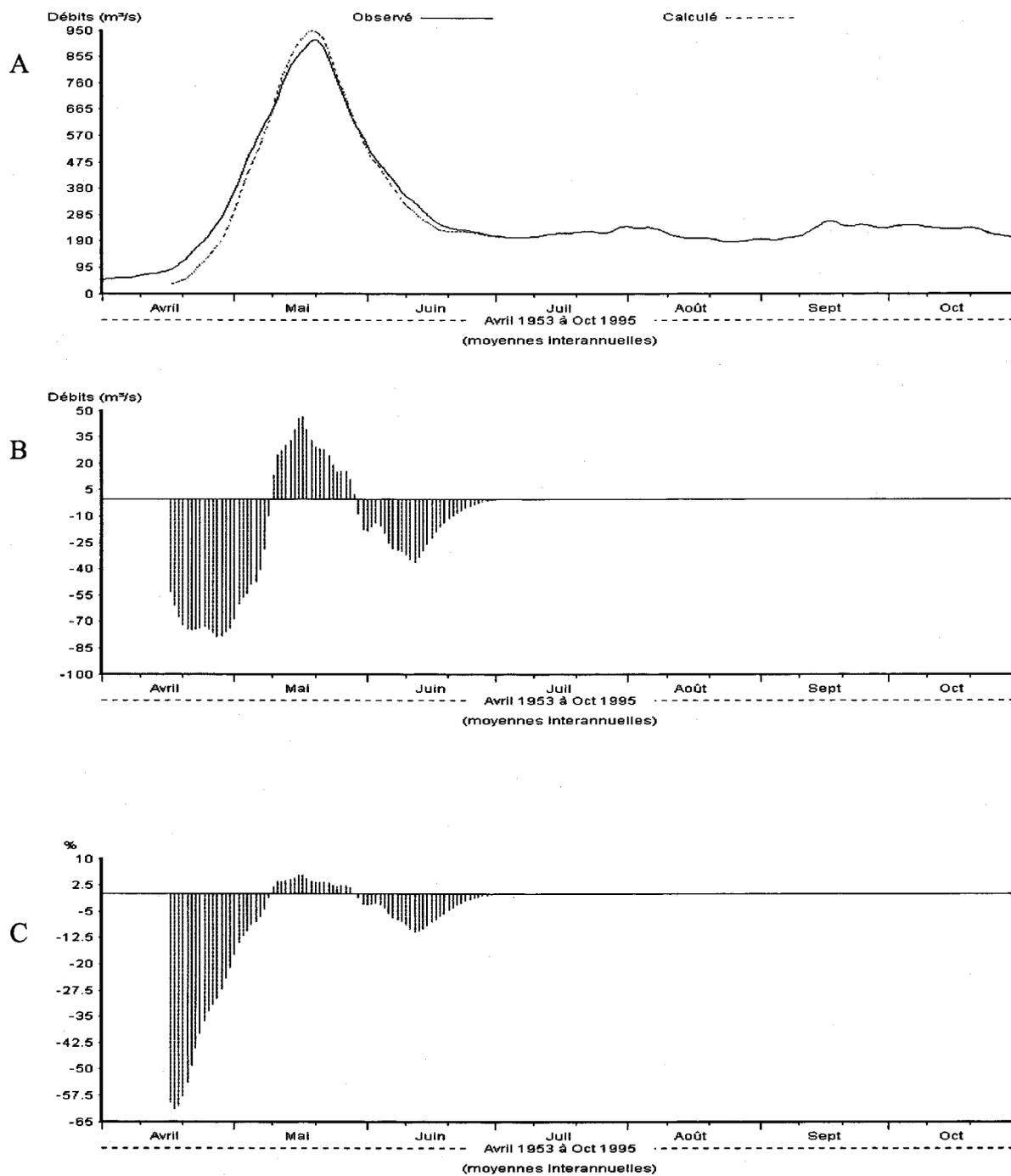


Figure 16.9 Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 16 avril 1971 (neige au sol moyenne 280 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage.

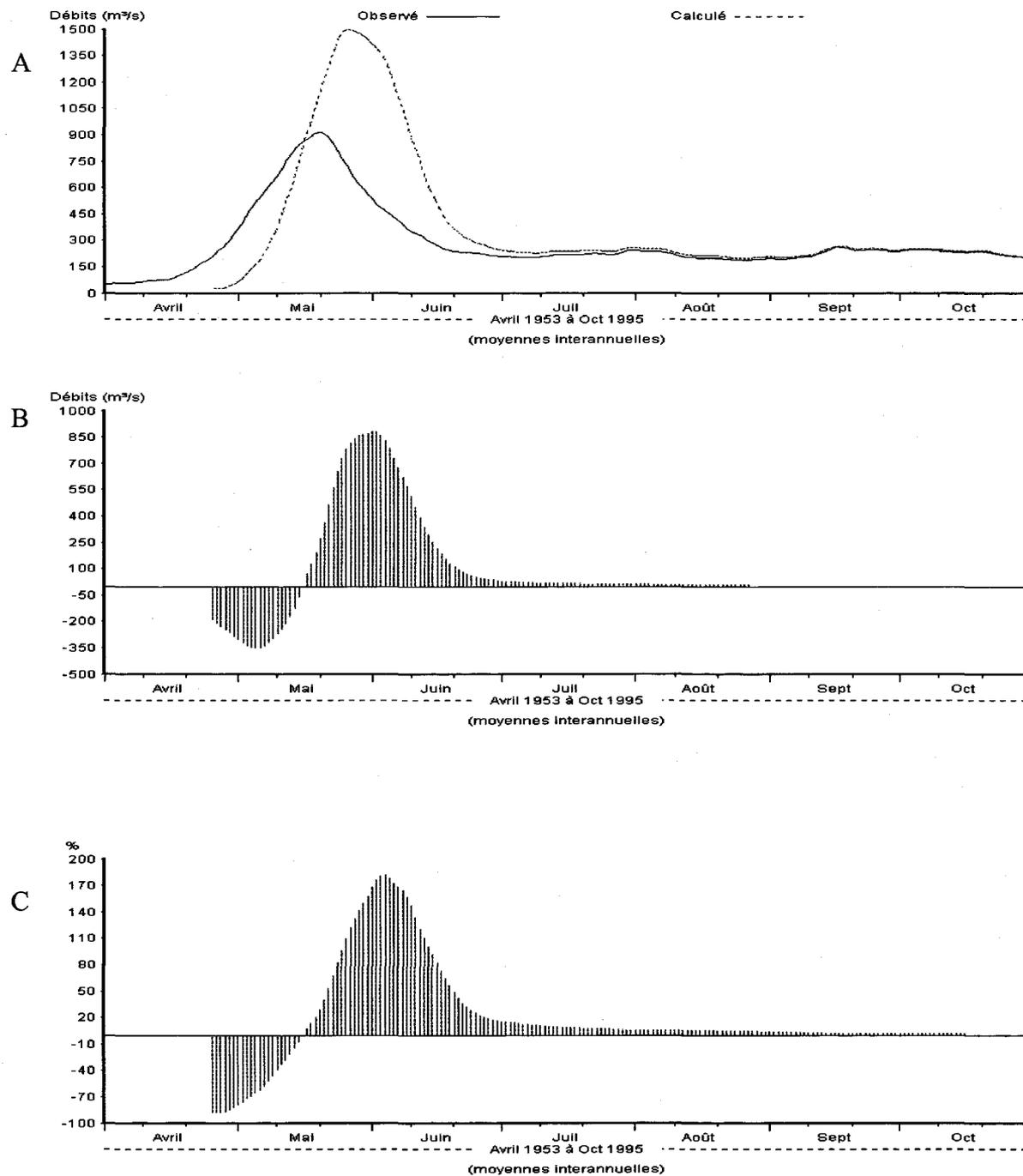


Figure 16.10 Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 25 avril 1974 (neige au sol abondante 449 mm). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage.

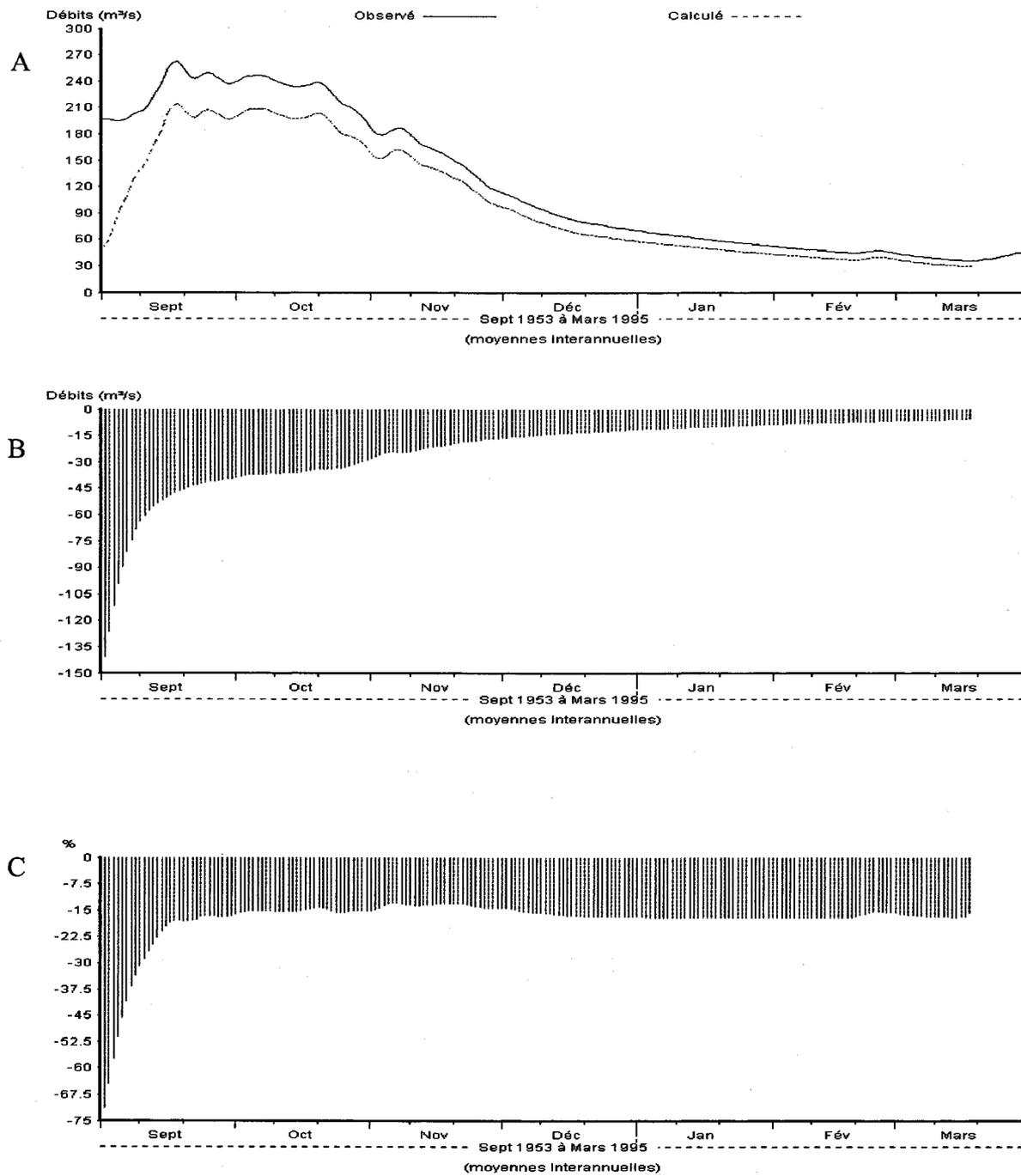


Figure 16.11 Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 1<sup>er</sup> septembre 1953 (débits d'automne faible 50 m<sup>3</sup>/s). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage.

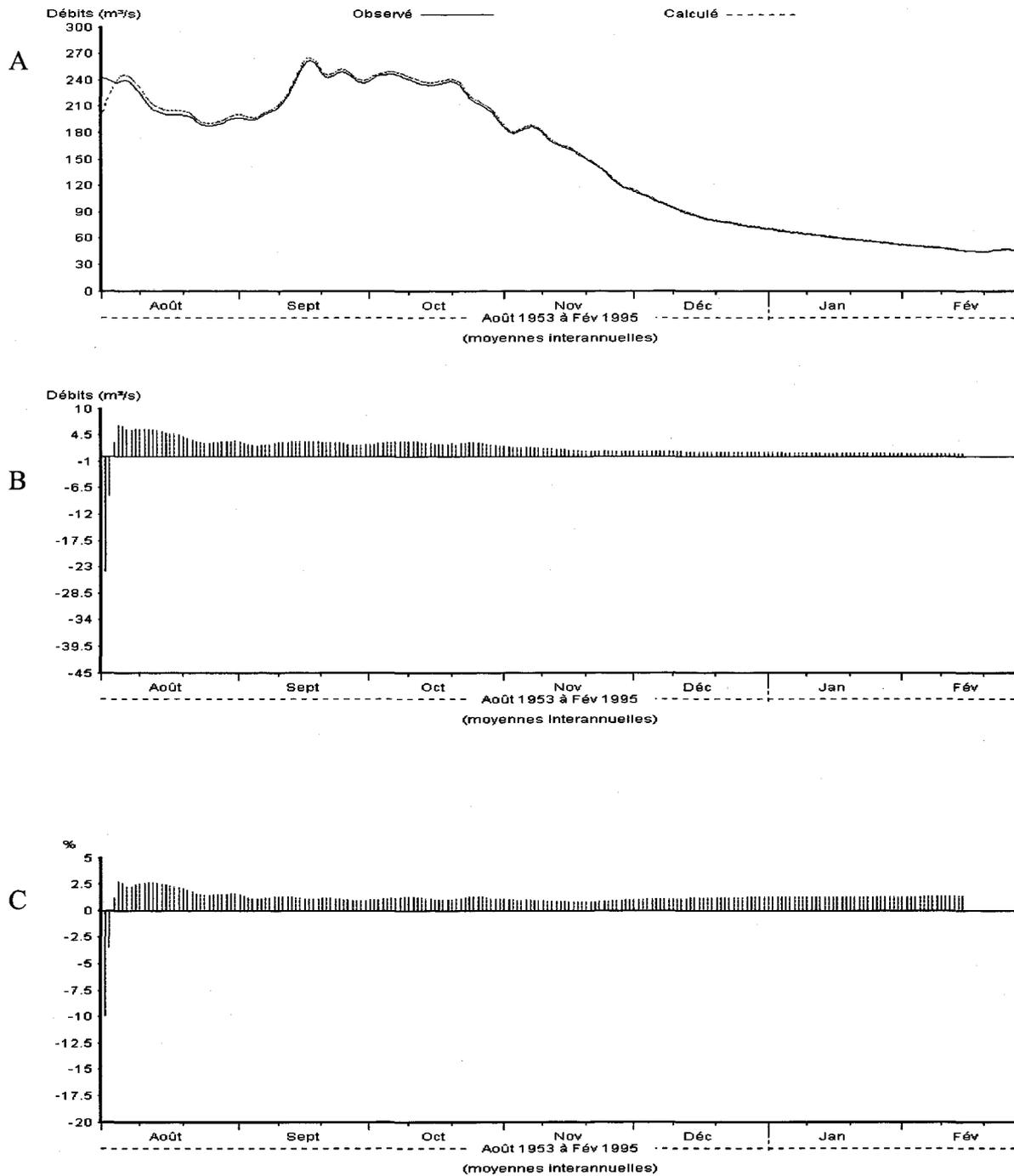


Figure 16.12 Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 1<sup>er</sup> août 1993 (débits d'automne moyen 200  $m^3/s$ ). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage.

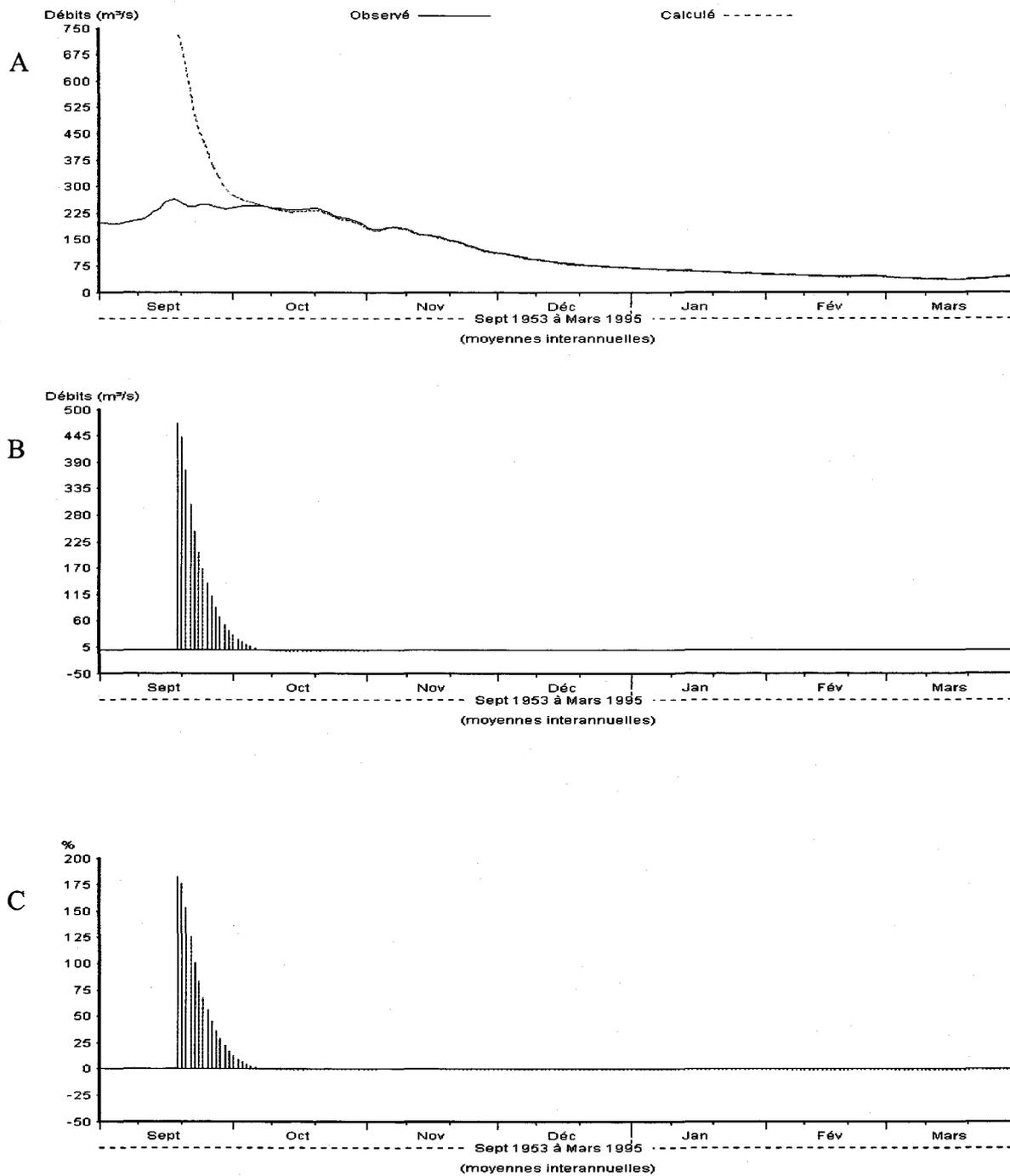


Figure 16.13 Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 19 septembre 1990 (débits d'automne forts 729 m<sup>3</sup>/s). A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage.

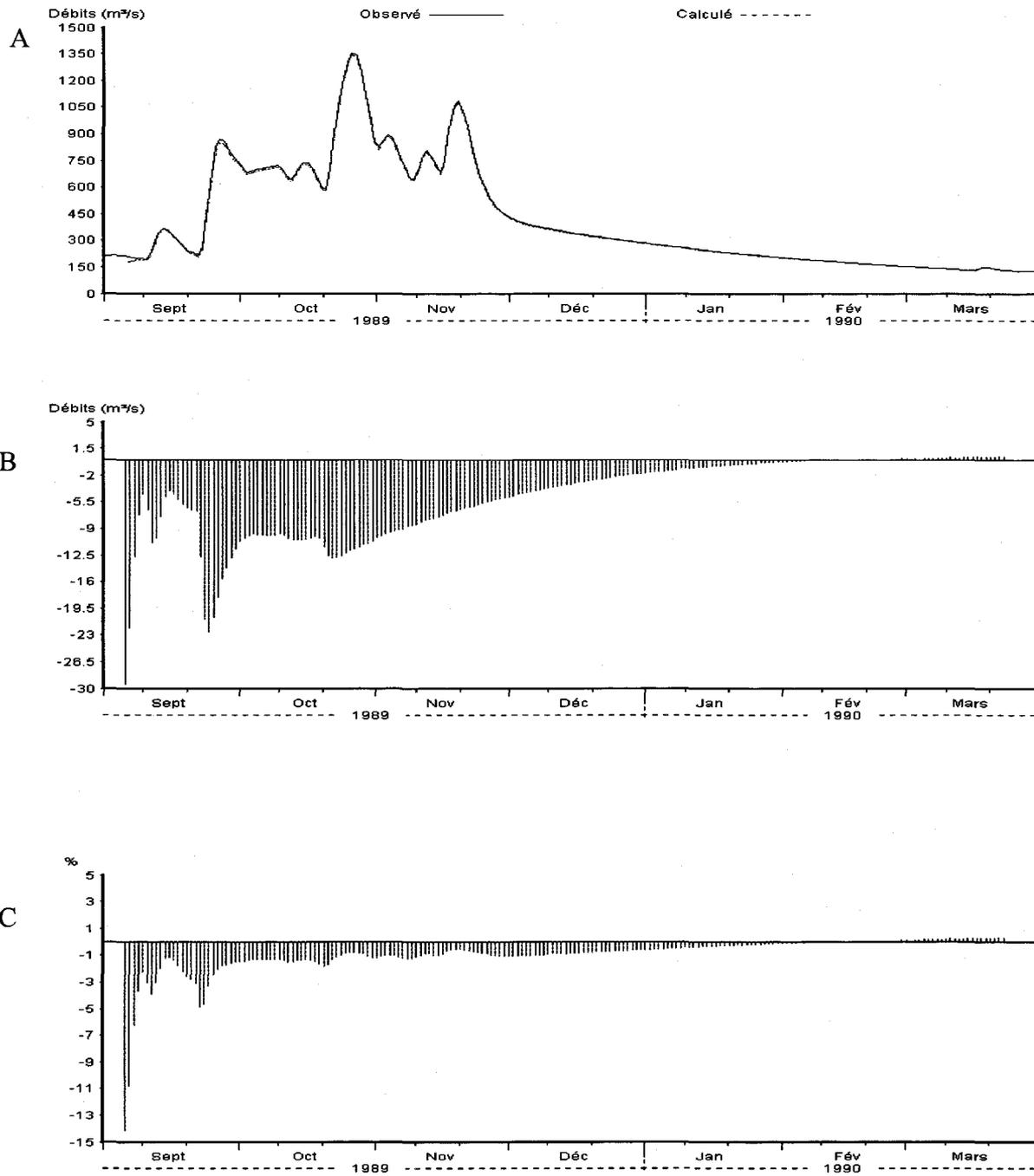


Figure 16.14 Bassin versant LSJ, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 6 septembre 1989. A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage.

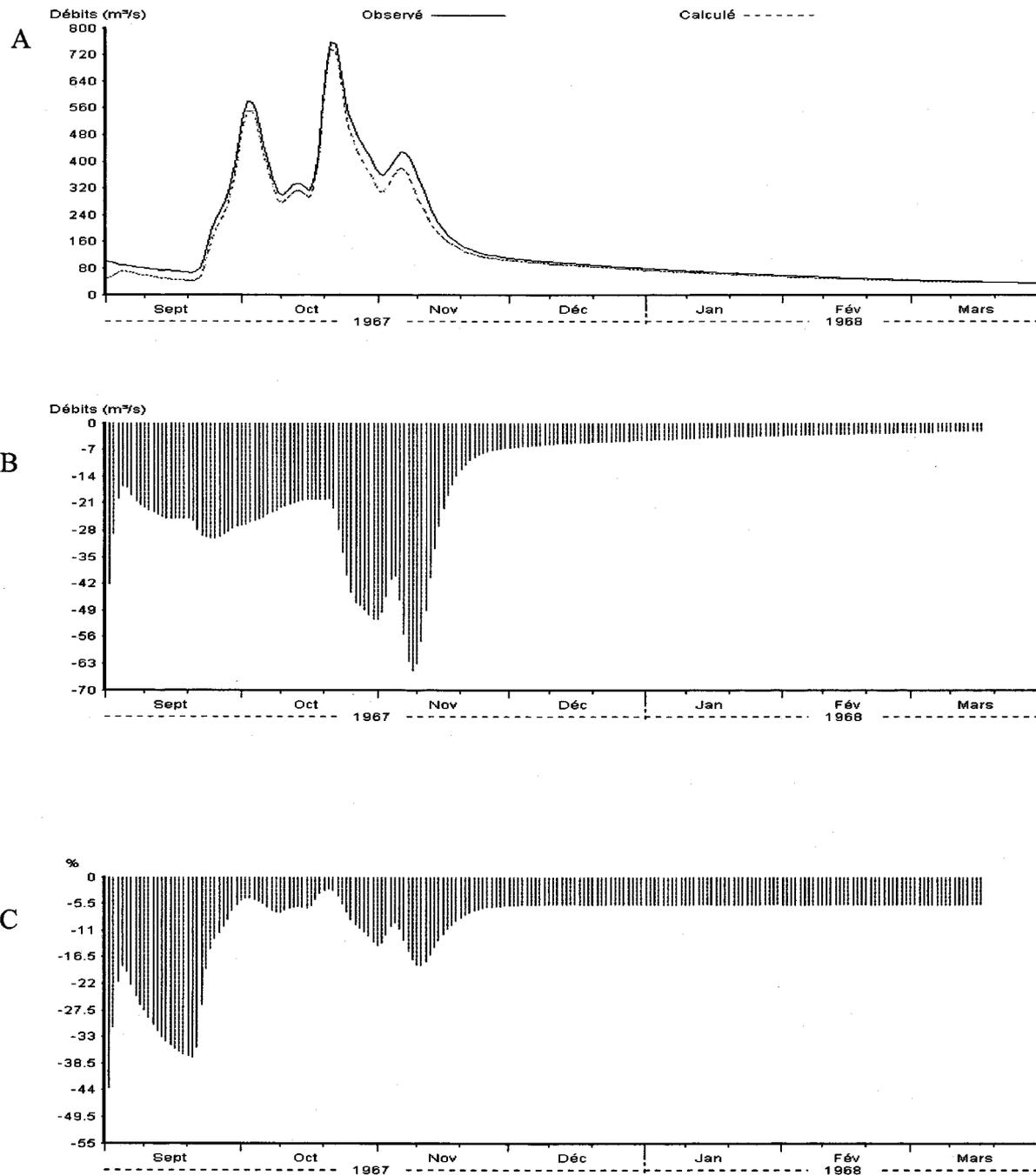


Figure 16.15 Bassin versant MISBI, débits historiques calculés et débits prévus à partir du 1<sup>er</sup> septembre 1967. A) Débits calculés de référence et débits prévus. B) Ecart absolu. C) Ecart en pourcentage.

**MODÉLISATION HYDROLOGIQUE ET PRÉVISION  
EN TEMPS RÉEL DES APPORTS DES BASSINS  
VERSANTS EN AMONT DE LA CENTRALE  
SHIPSHAW À L'AIDE DU MODÈLE CEQUEAU.  
ANNEXES A À N.**

*Février 2002*

# **ANNEXE A**

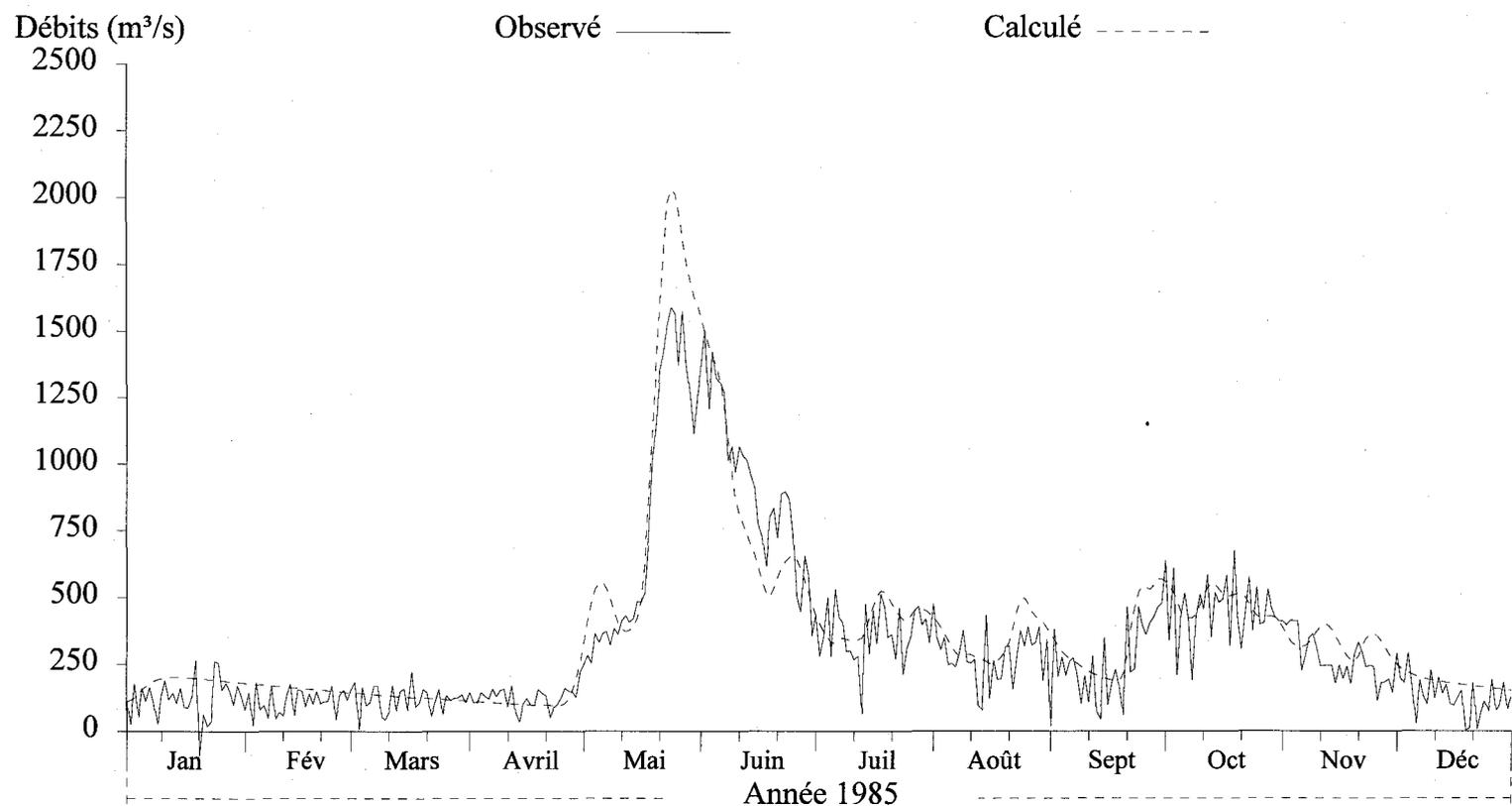
---

**Débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant BAM pour les années 1985 à 1995.**

## Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8374

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 330.1 • cal.: 376.11  
Lame (mm) obs.: 650.63 • cal.: 741.32



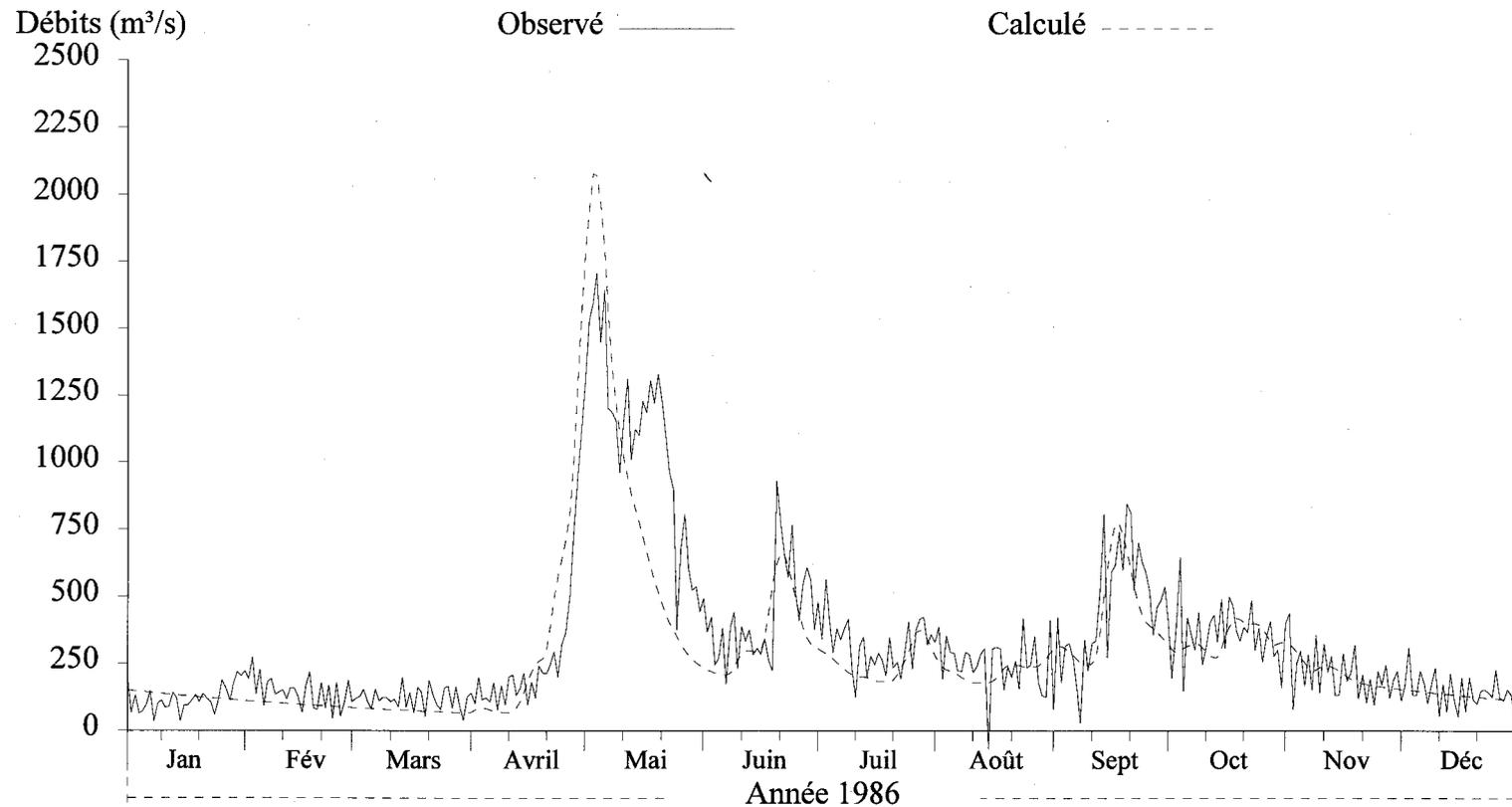
CEQUEAU INRS - Eau

Figure A1 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6978

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 327.43 • cal.: 291.66  
Lame (mm) obs.: 645.36 • cal.: 574.86



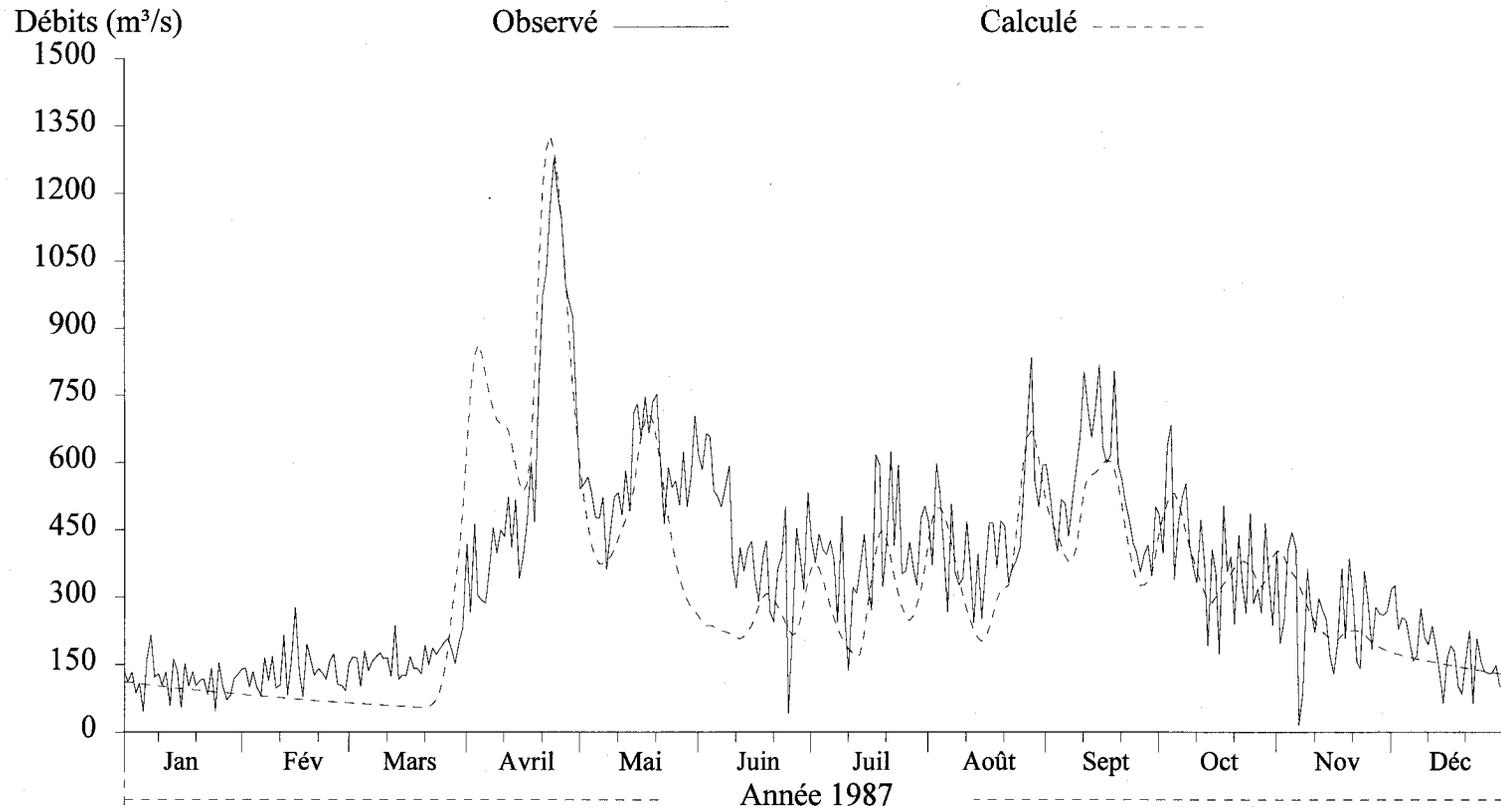
CEQUEAU INRS - Eau

Figure A2 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour l'année 1986.

# Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5752

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 355.33 • cal.: 315.87  
Lame (mm) obs.: 700.36 • cal.: 622.59



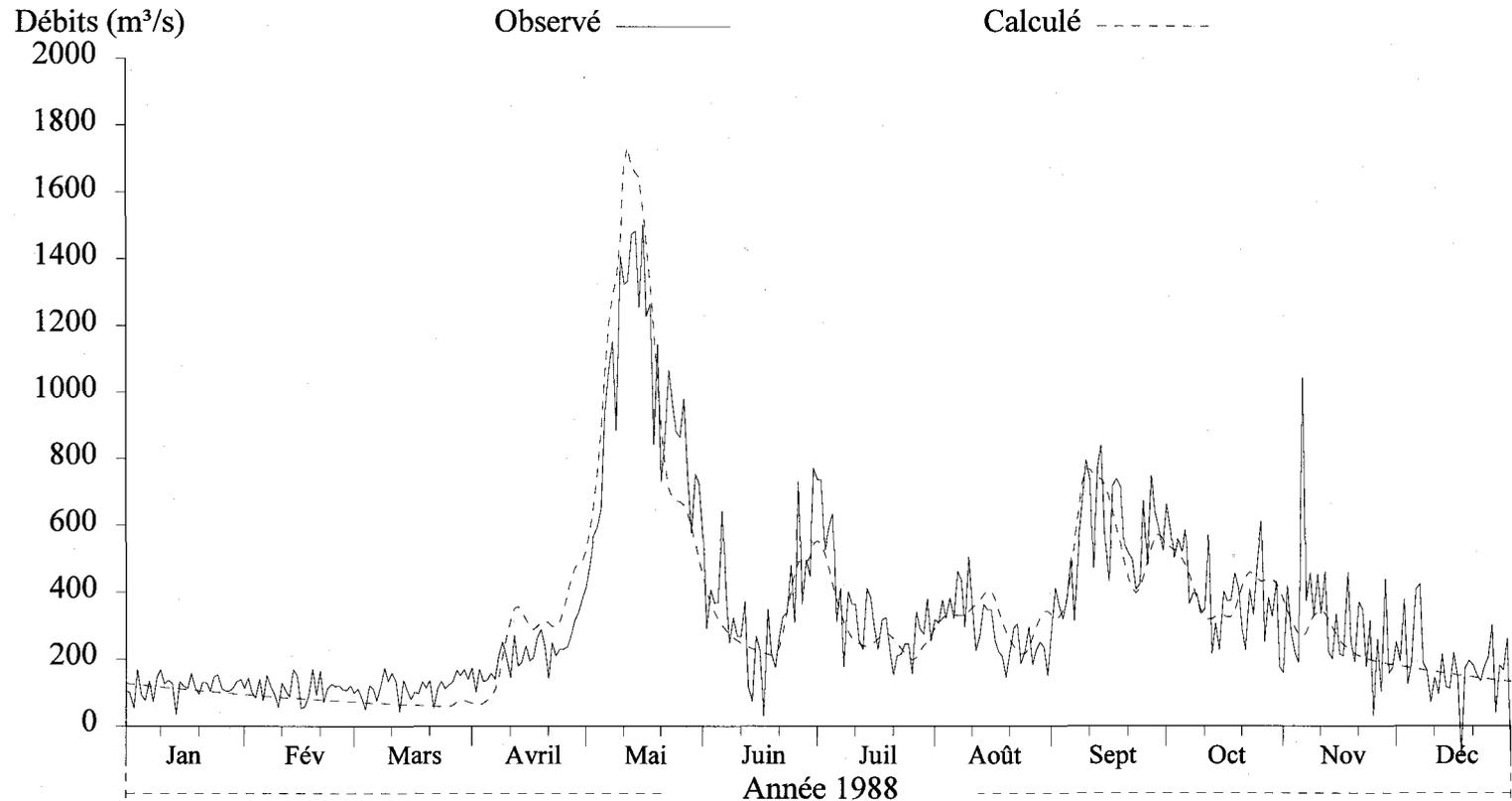
CEQUEAU INRS - Eau

Figure A3 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8072

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 330.39 • cal.: 323.56  
Lame (mm) obs.: 652.98 • cal.: 639.49



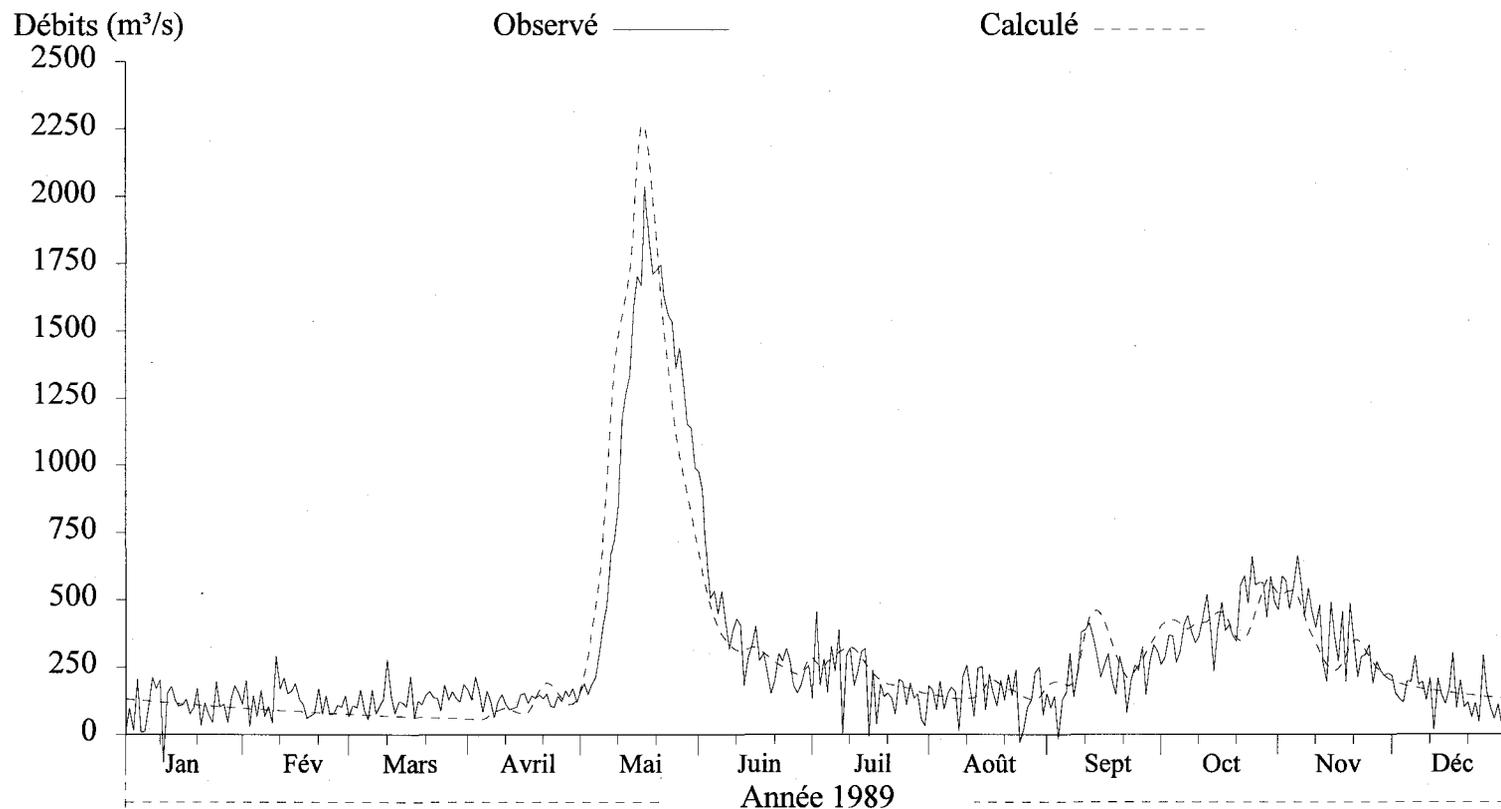
CEQUEAU INRS - Eau

Figure A4 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8466

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 291.19 • cal.: 297.97  
Lame (mm) obs.: 573.93 • cal.: 587.3



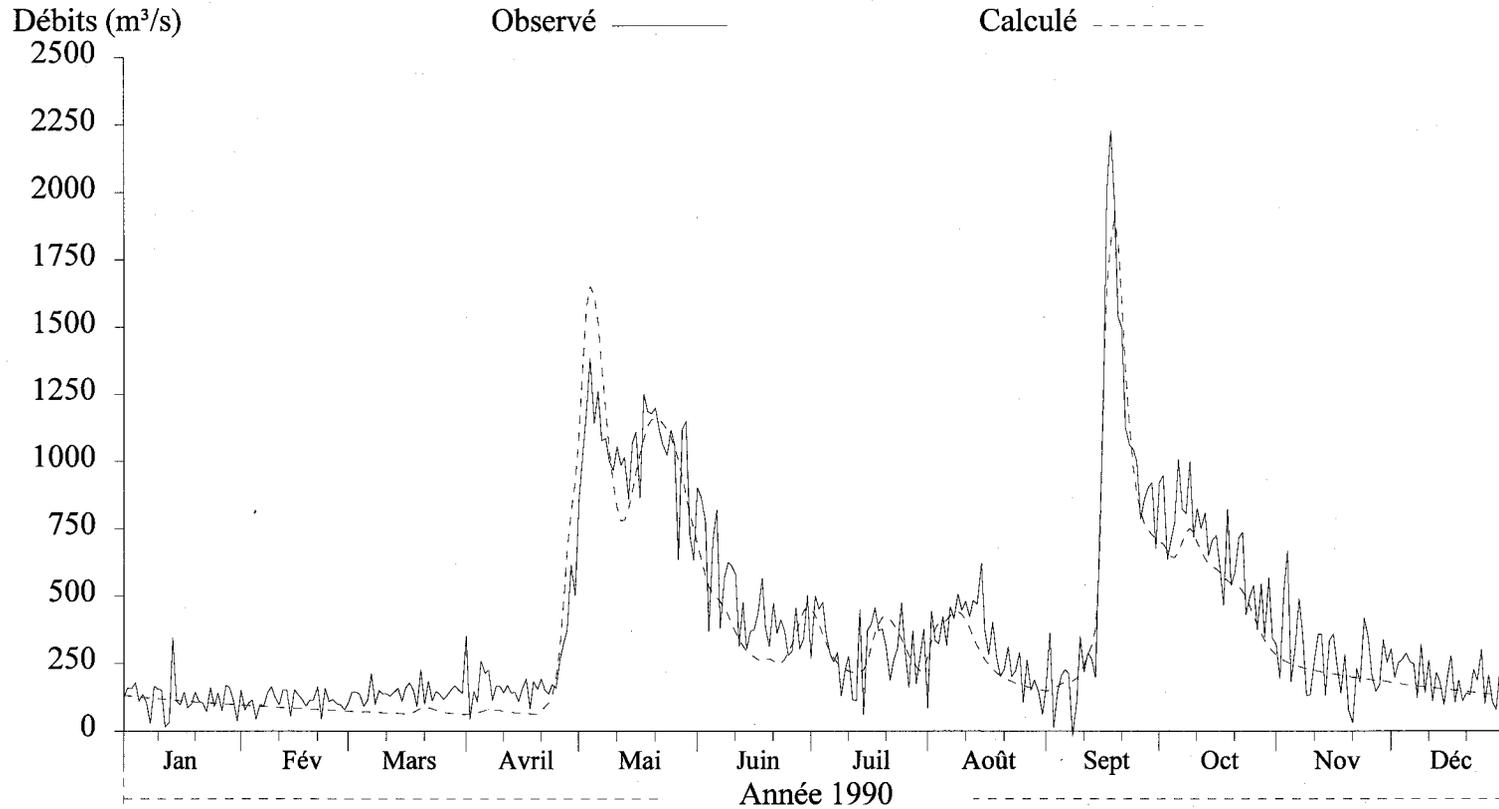
CEQUEAU INRS - Eau

Figure A5 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour l'année 1989.

# Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8699

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 385.93 • cal.: 348.85  
Lame (mm) obs.: 760.68 • cal.: 687.59



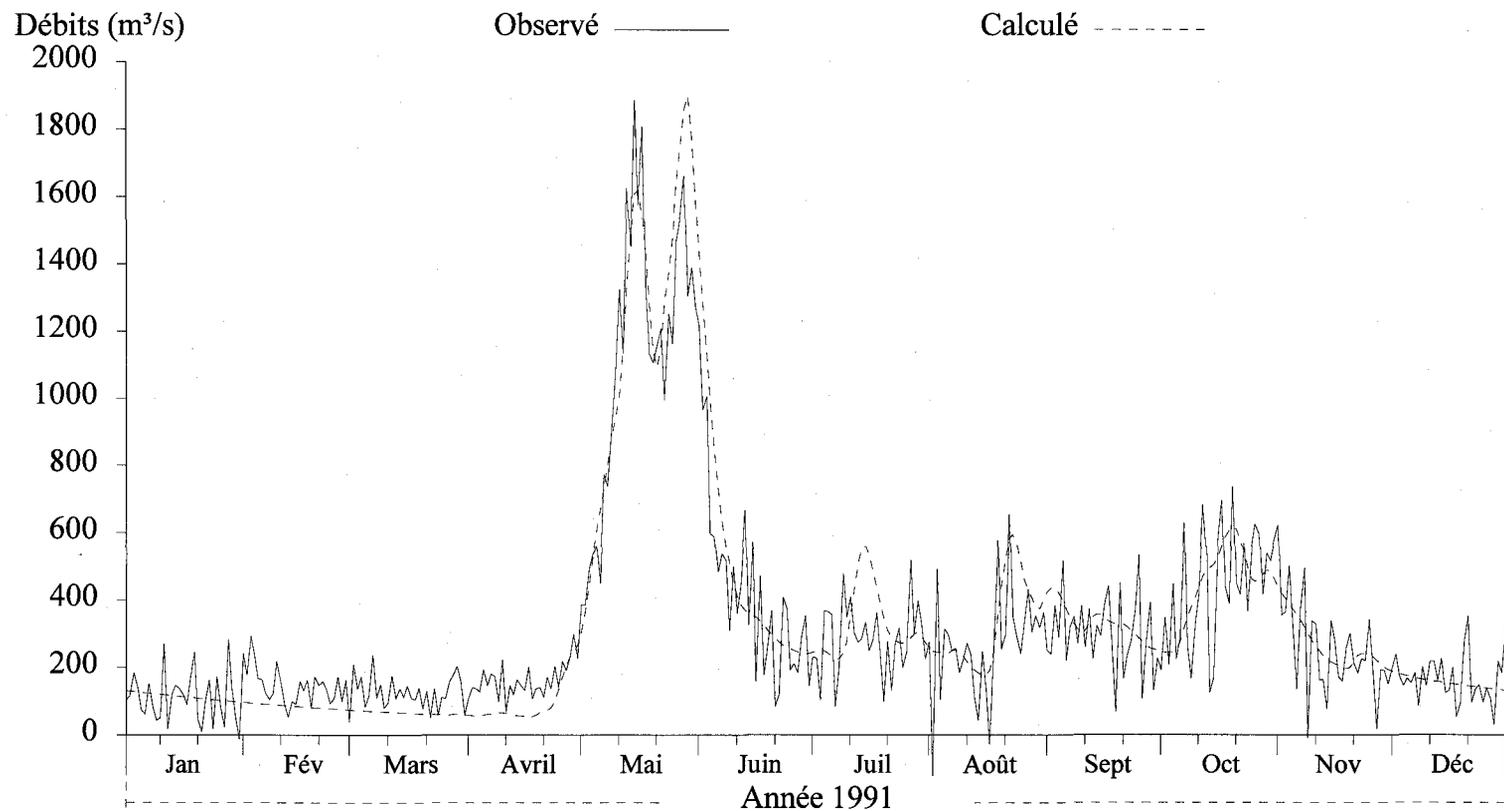
CEQUEAU INRS - Eau

Figure A6 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8382

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 319.21 • cal.: 325.13  
Lame (mm) obs.: 629.15 • cal.: 640.83



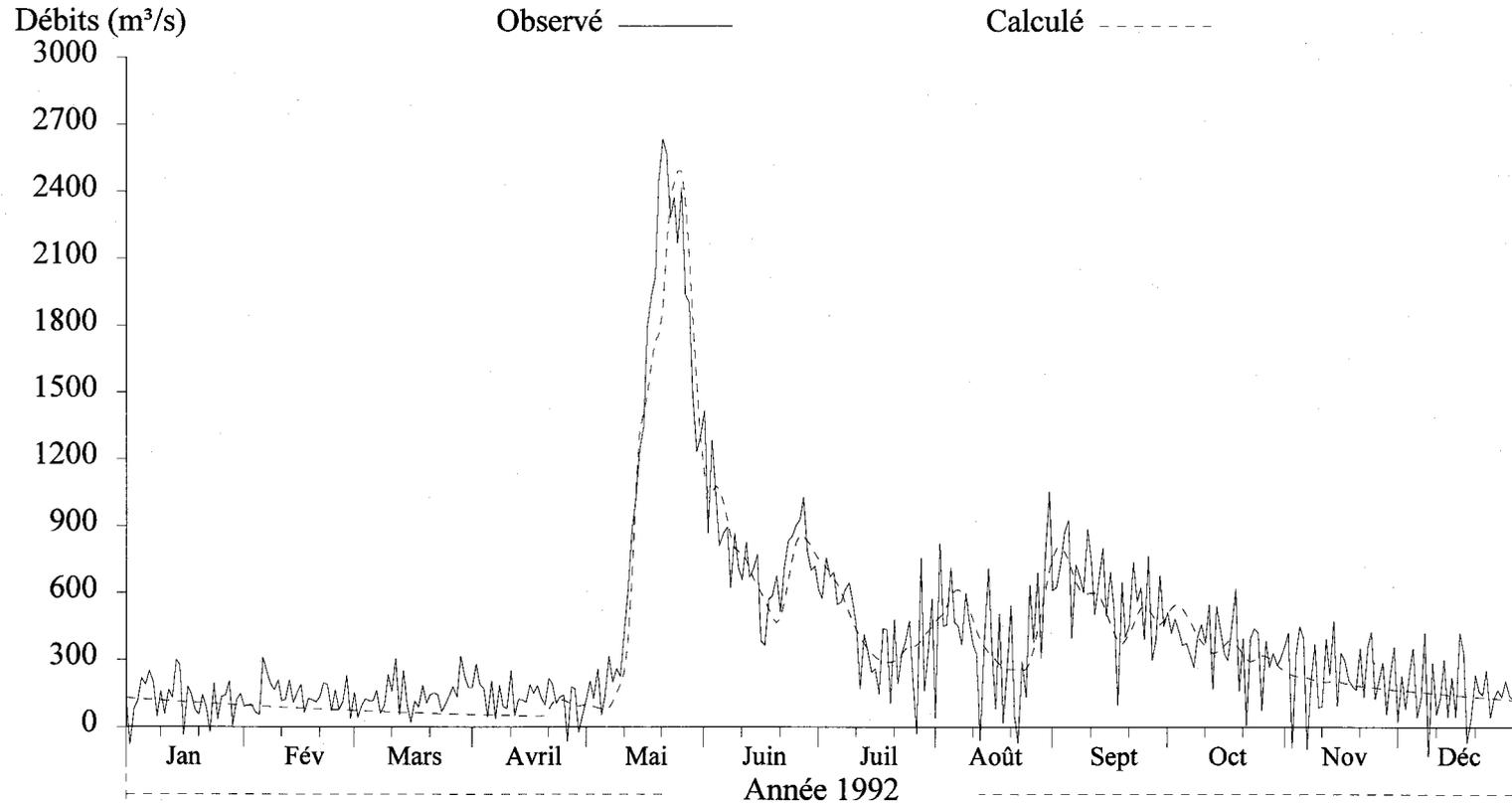
CEQUEAU INRS - Eau

Figure A7 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.871

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 395.68 • cal.: 367.52  
Lame (mm) obs.: 782.02 • cal.: 726.36



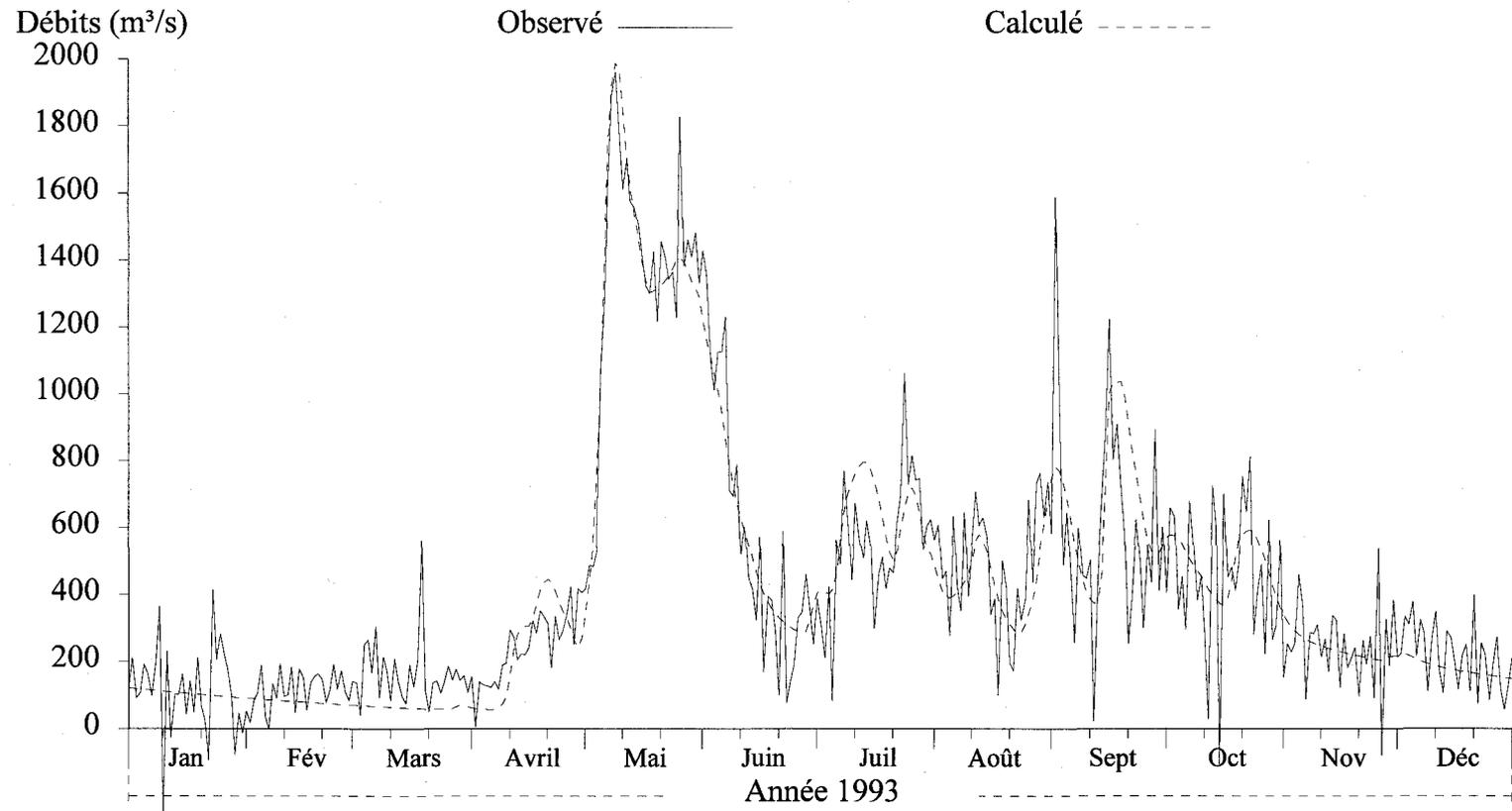
CEQU *Logo* INRS - Eau

Figure A8 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8463

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 430.5 • cal.: 422.11  
Lame (mm) obs.: 848.51 • cal.: 831.98



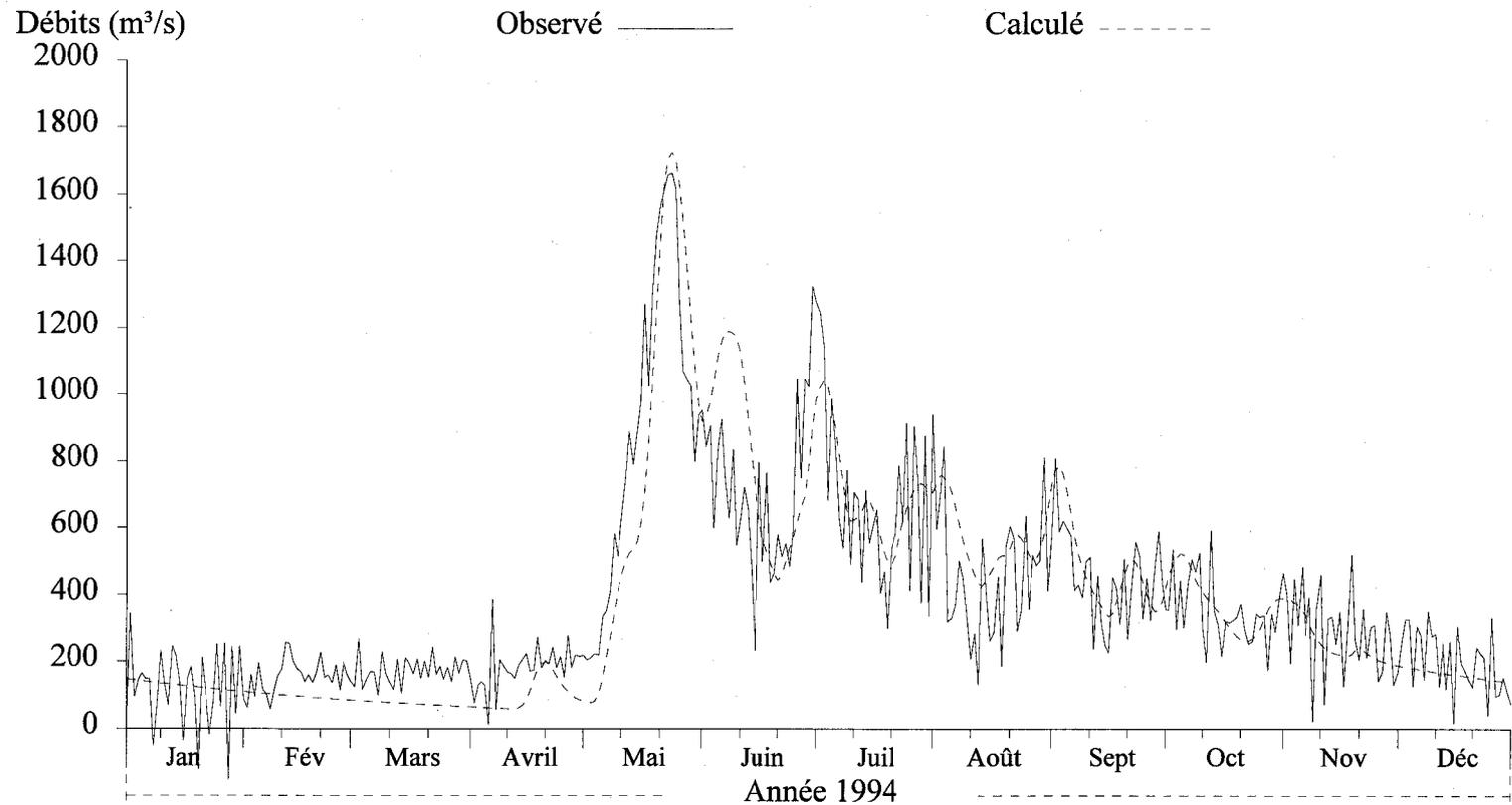
CEQUEAU INRS - Eau

Figure A9 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7326

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 389.86 • cal.: 382.33  
Lame (mm) obs.: 768.41 • cal.: 753.58



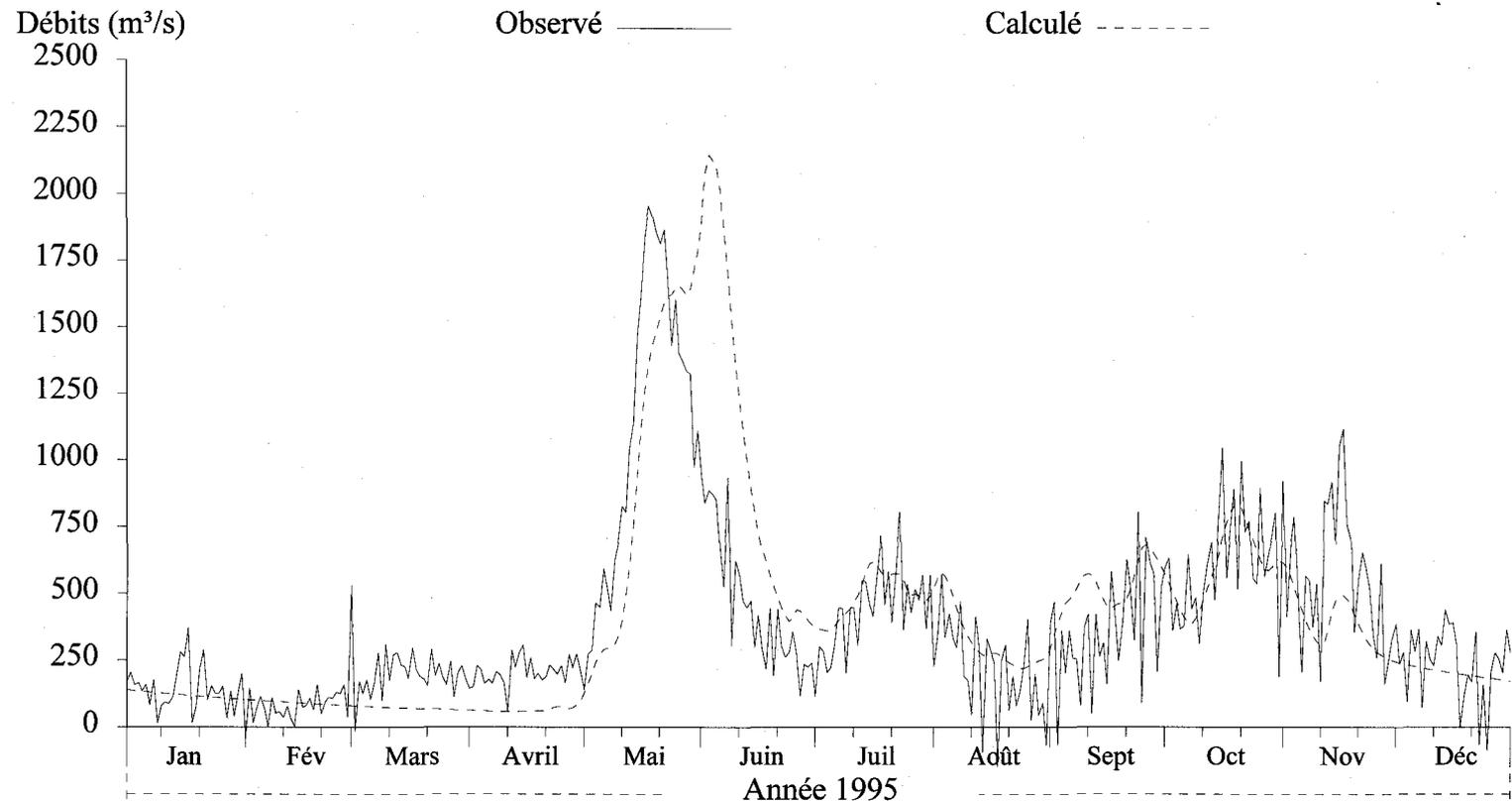
CEQUEAU INRS - Eau

Figure A10 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.3776

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 390.75 • cal.: 408.77  
Lame (mm) obs.: 770.16 • cal.: 805.68



CEQUEAU INRS - Eau

Figure A11 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant amont (BAM) pour l'année 1995.

# **ANNEXE B**

---

**Débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant LM pour les années 1985 à 1995.**

## Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7255

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 113.64 • cal.: 111.01  
Lame (mm) obs.: 716.77 • cal.: 700.16

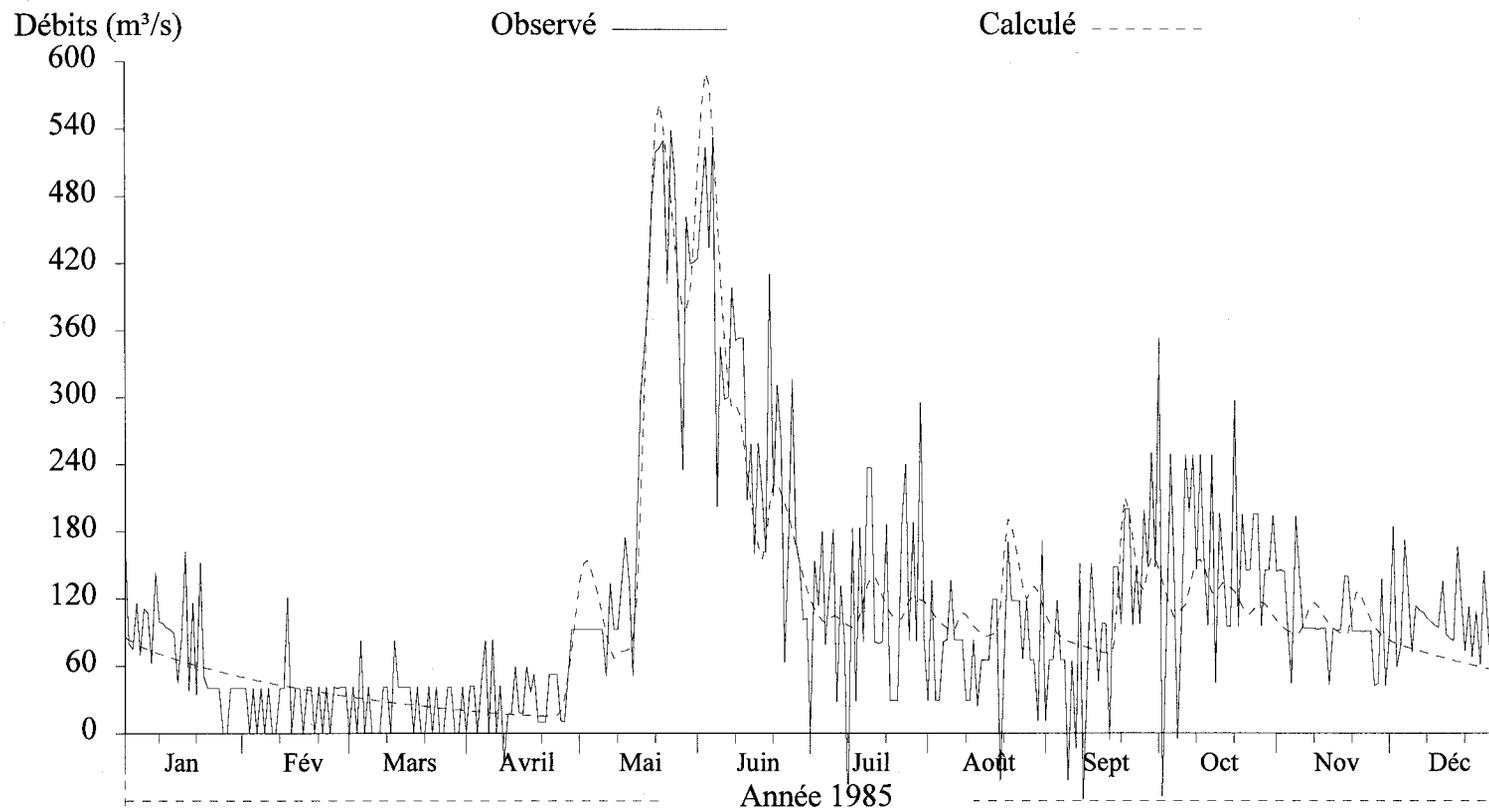


Figure B1 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5852

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 109.01 • cal.: 91.544  
Lame (mm) obs.: 687.57 • cal.: 577.38

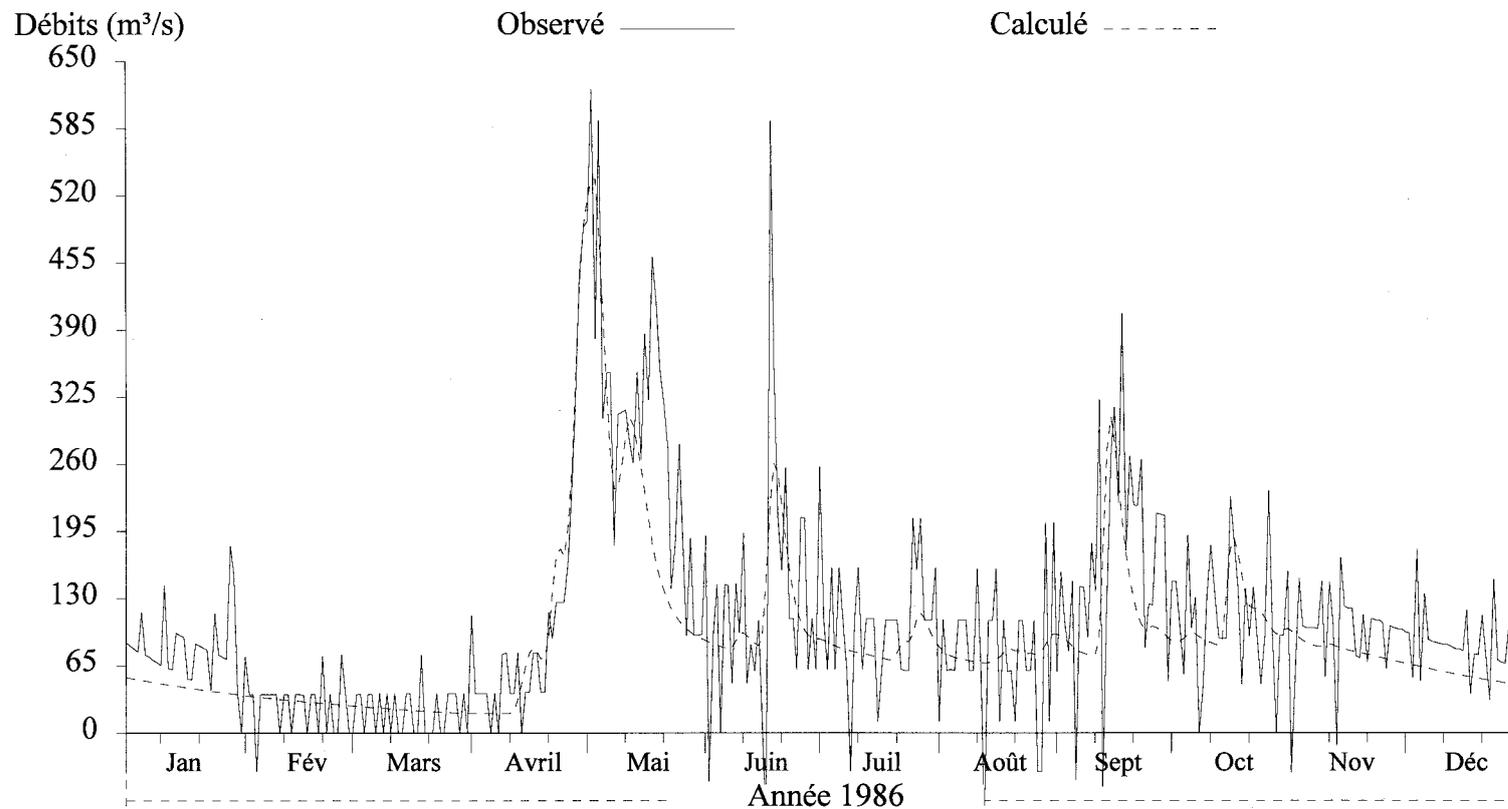


Figure B2 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4852

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 115.78 • cal.: 103.1  
Lame (mm) obs.: 730.27 • cal.: 650.3

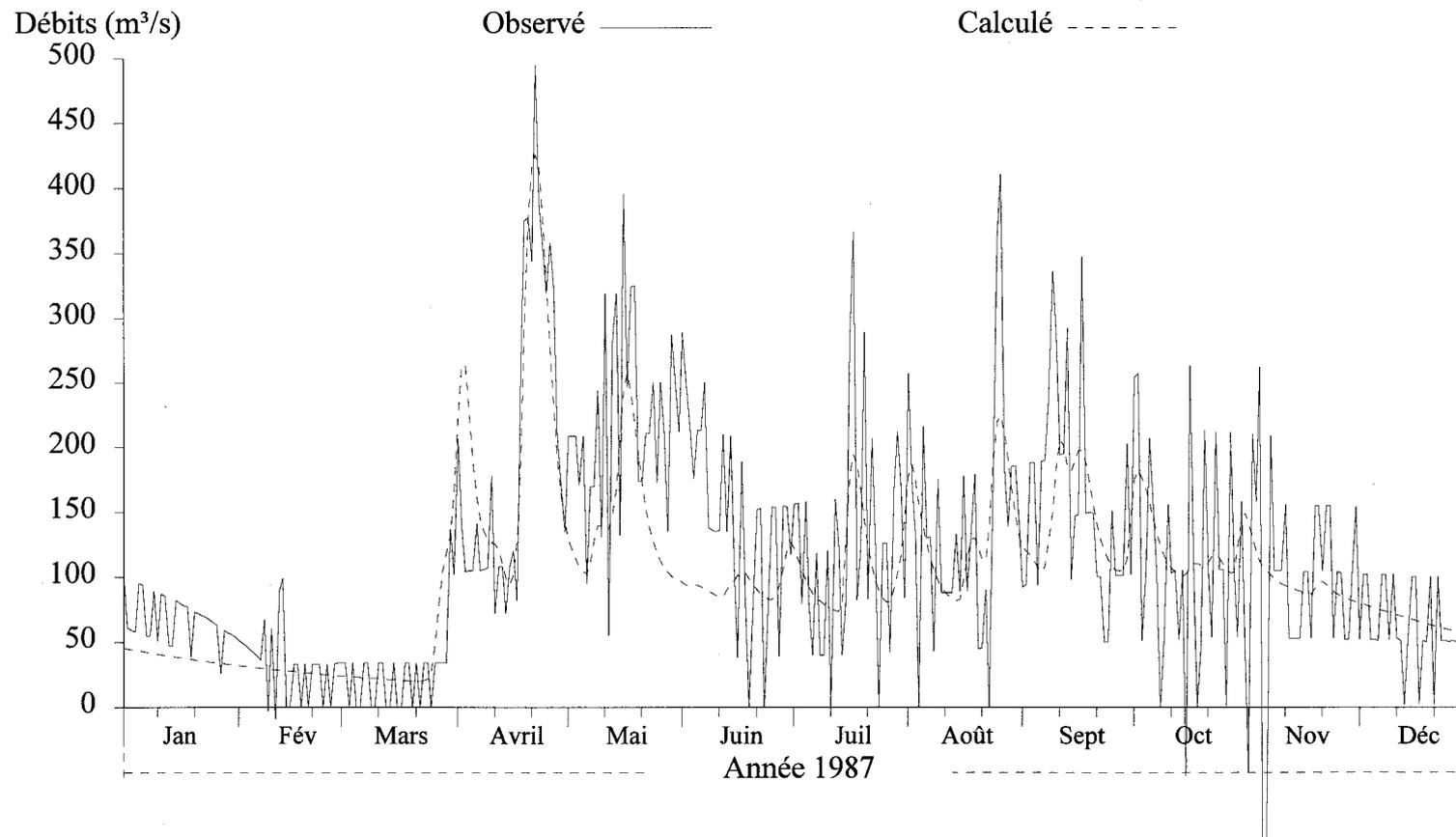


Figure B3 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5401\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 104.56\* • cal.: 107.07  
Lame (mm) obs.: 657.66\* • cal.: 677.13

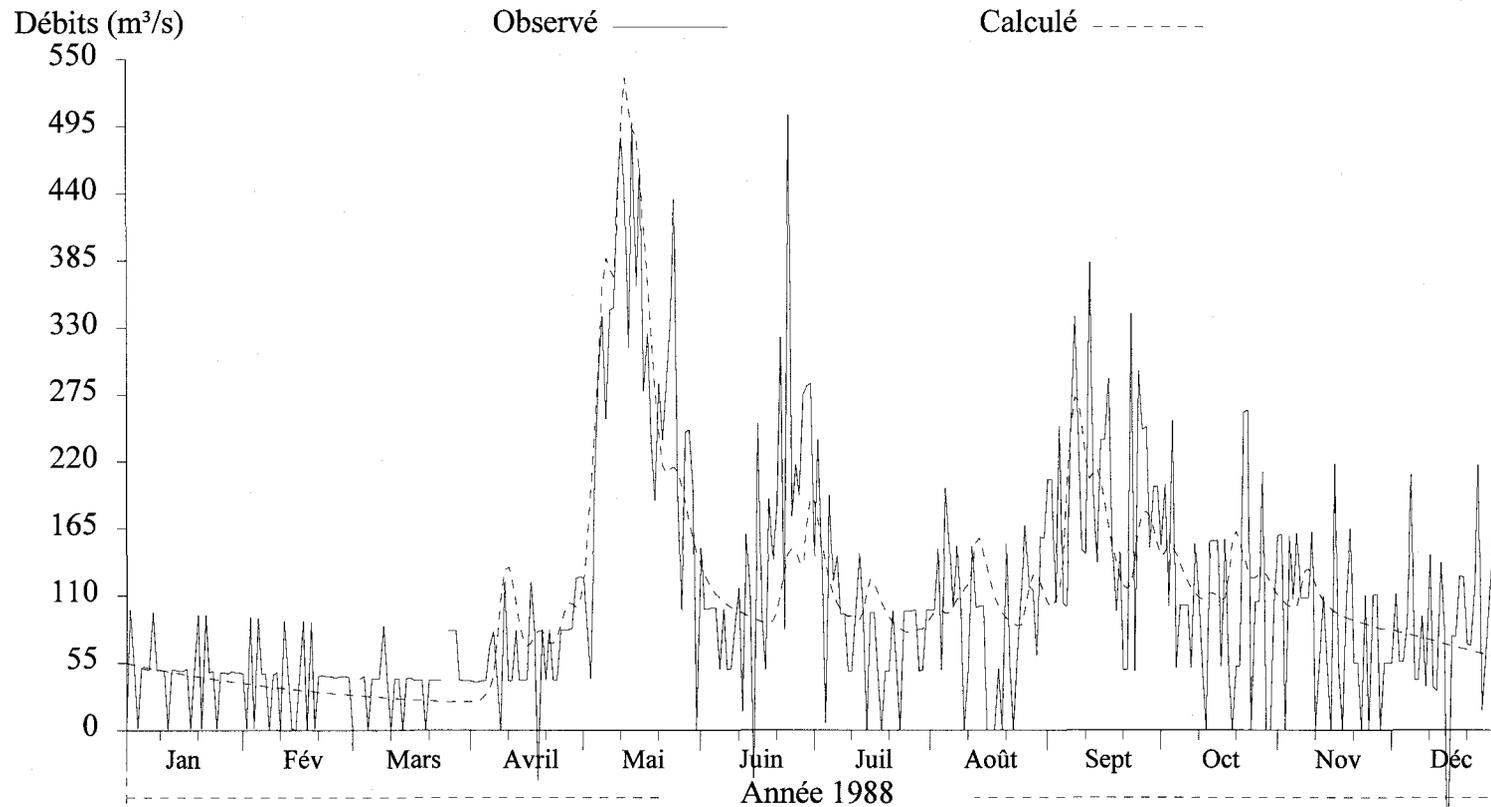


Figure B4 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6549

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 102.74 • cal.: 99.636  
Lame (mm) obs.: 647.98 • cal.: 628.43

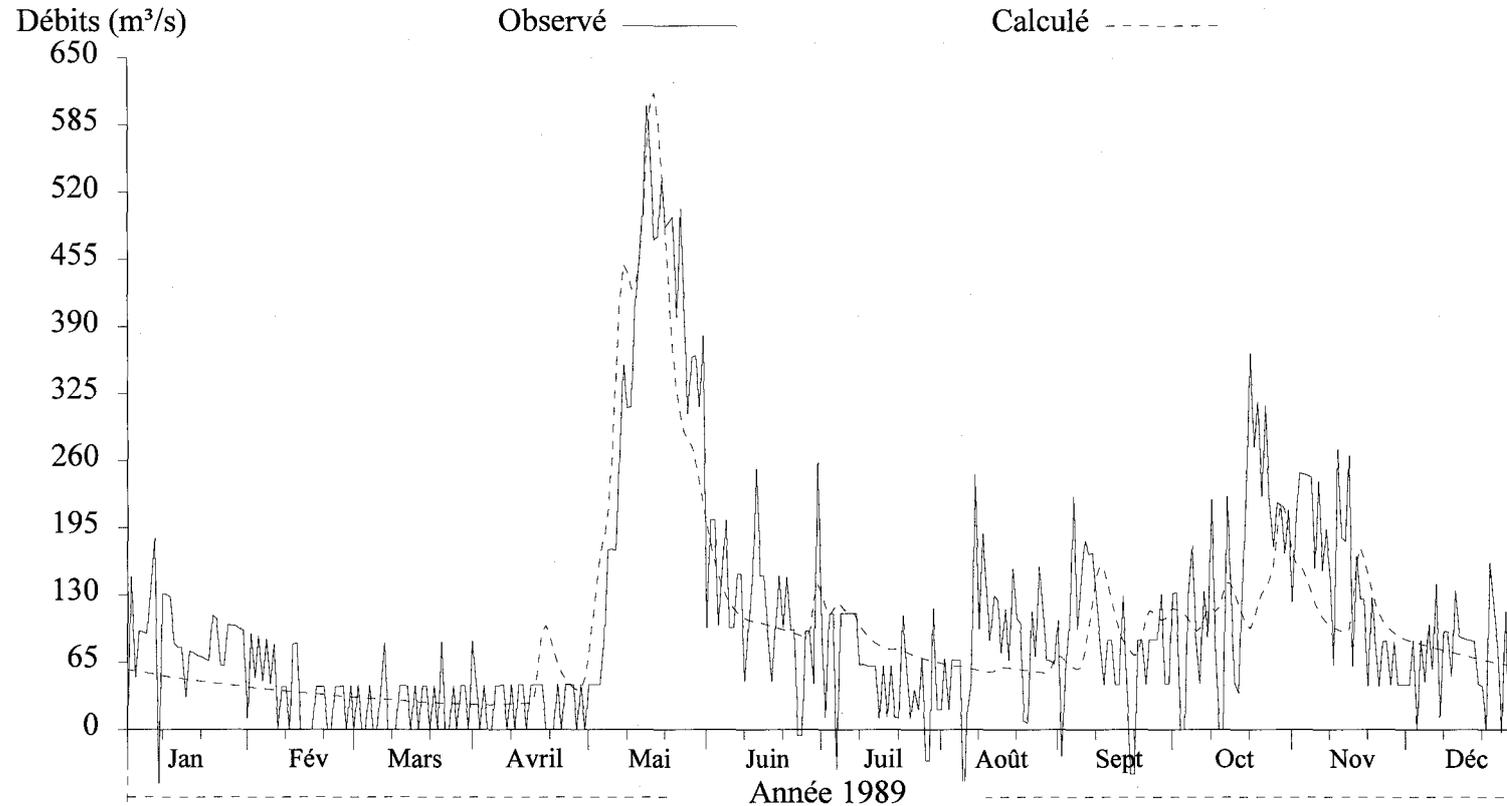


Figure B5 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.607

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 120.66 • cal.: 109.35  
Lame (mm) obs.: 761.05 • cal.: 689.67

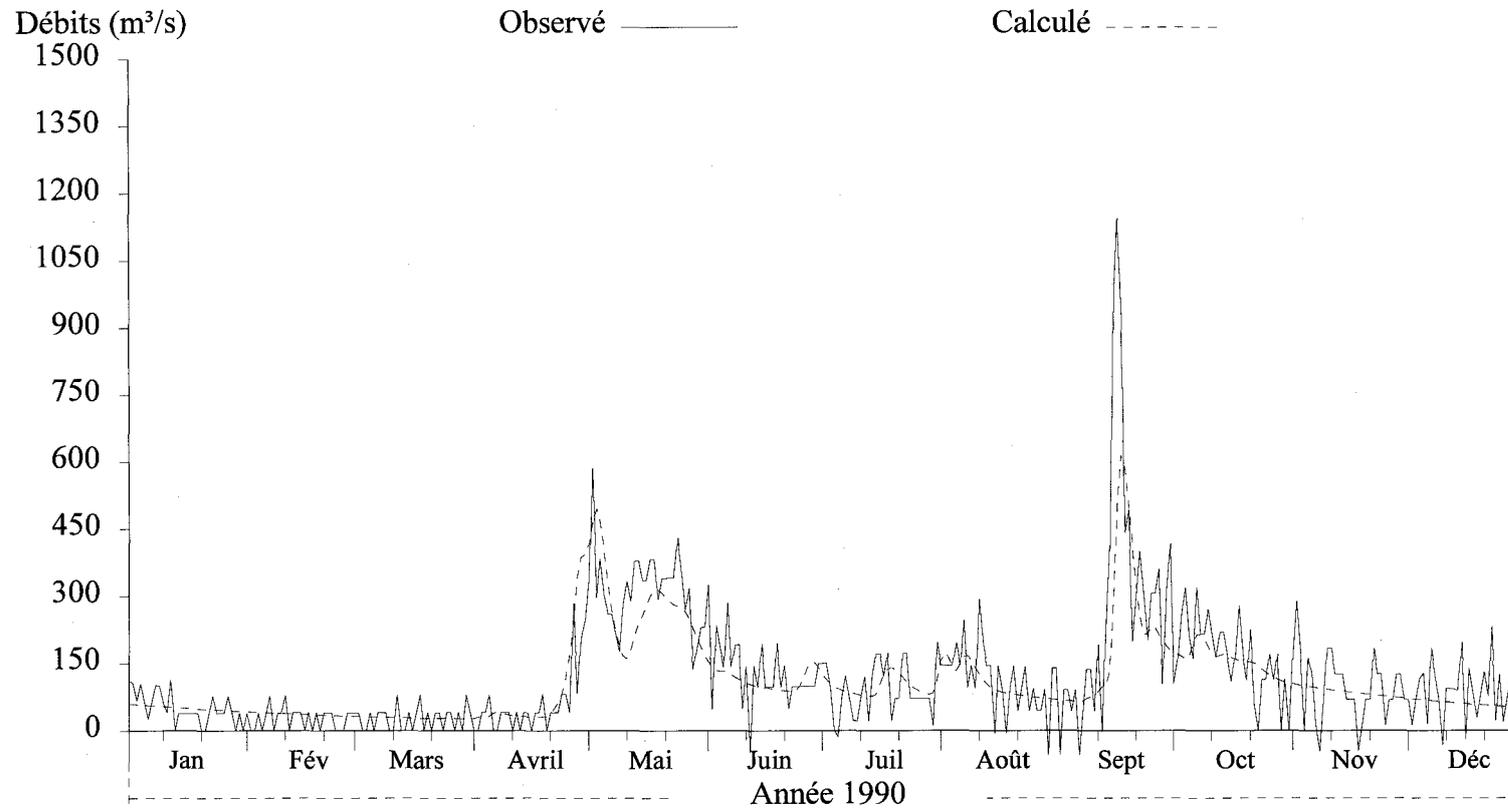


Figure B6 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.3912

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 110.79 • cal.: 105.58  
Lame (mm) obs.: 698.79 • cal.: 665.89

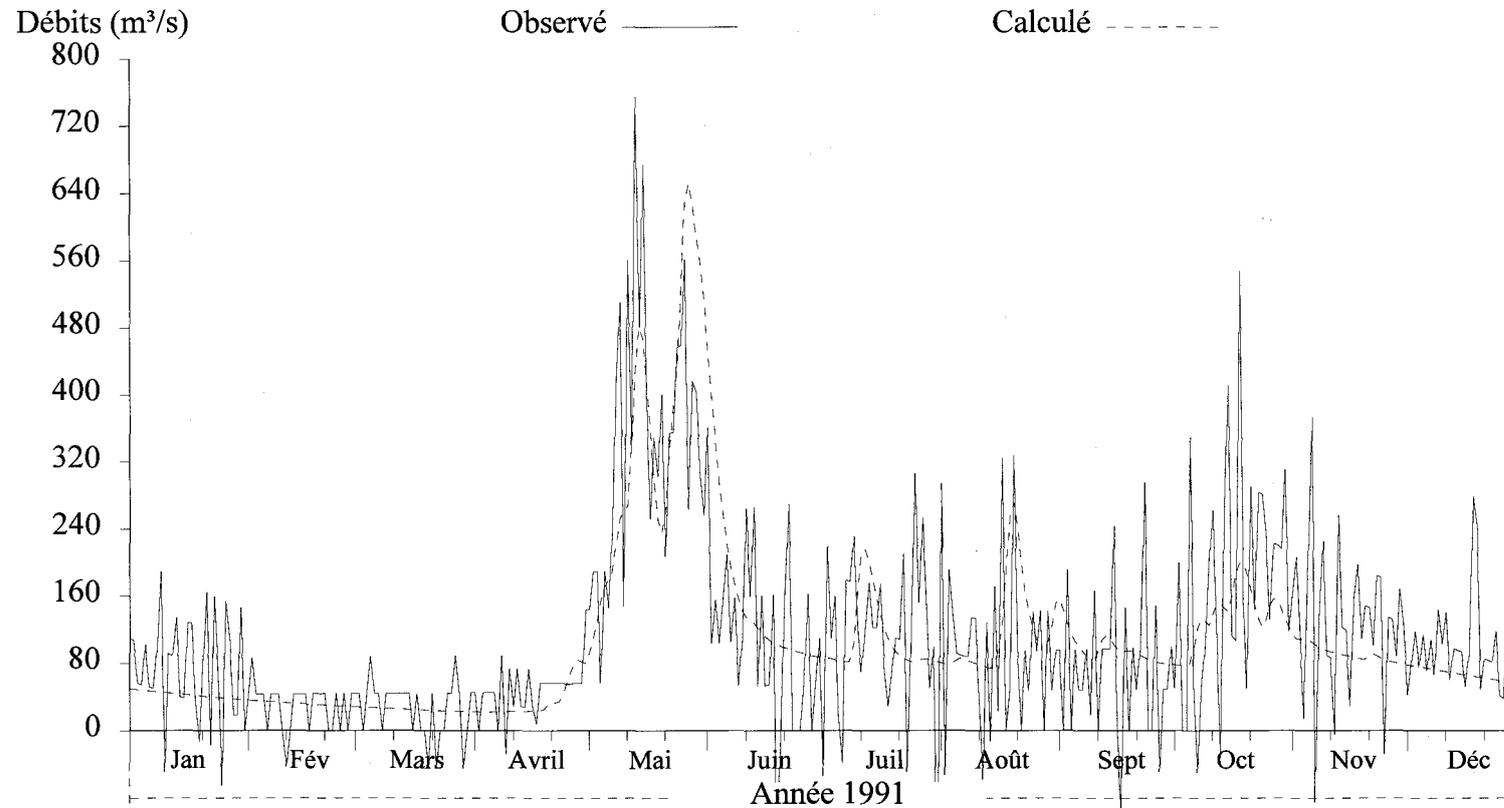


Figure B7 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5449

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 125.97 • cal.: 120.18  
Lame (mm) obs.: 796.69 • cal.: 760.05

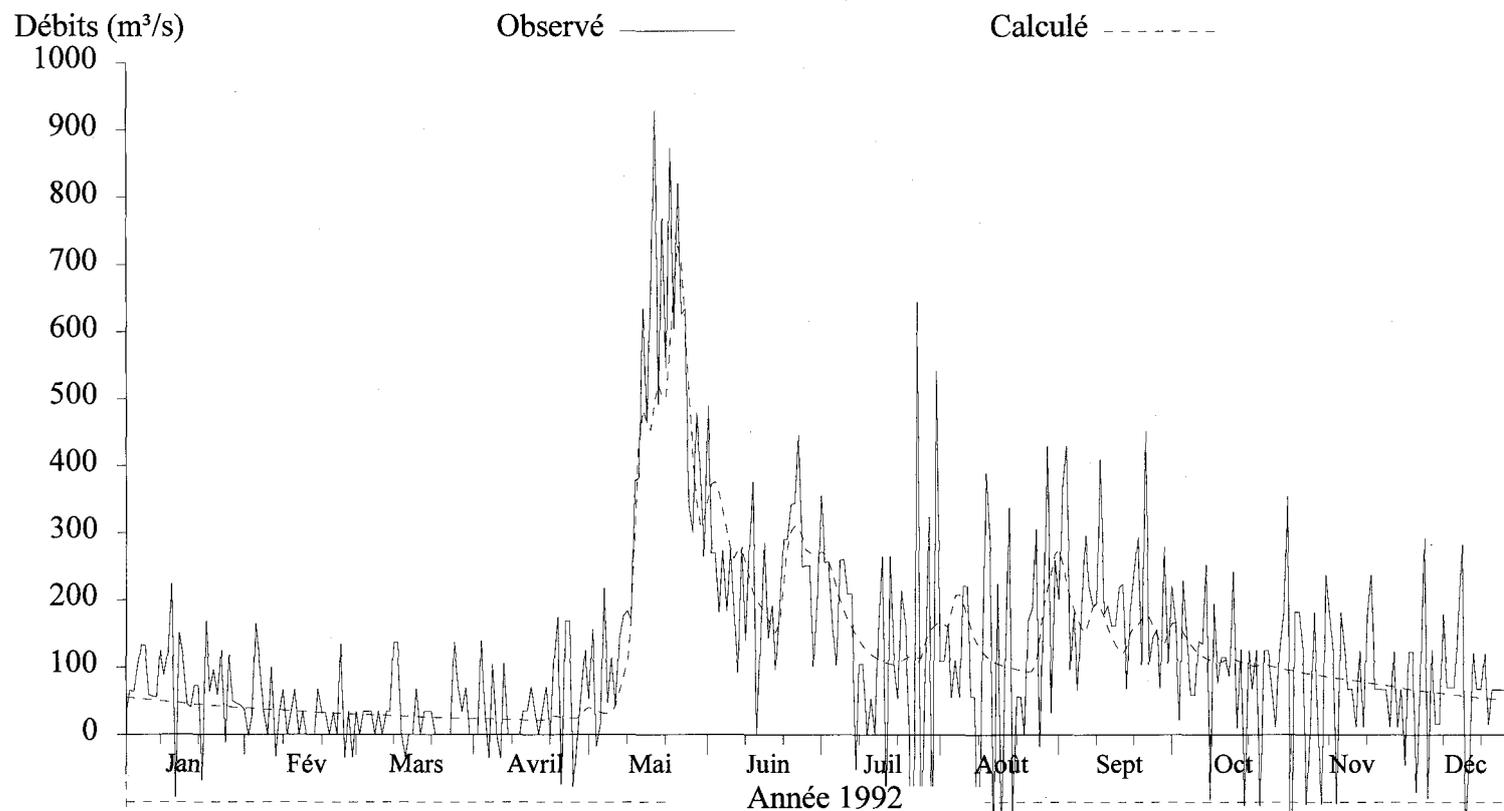


Figure B8 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5104

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 142.53 • cal.: 138.17  
Lame (mm) obs.: 898.97 • cal.: 871.47

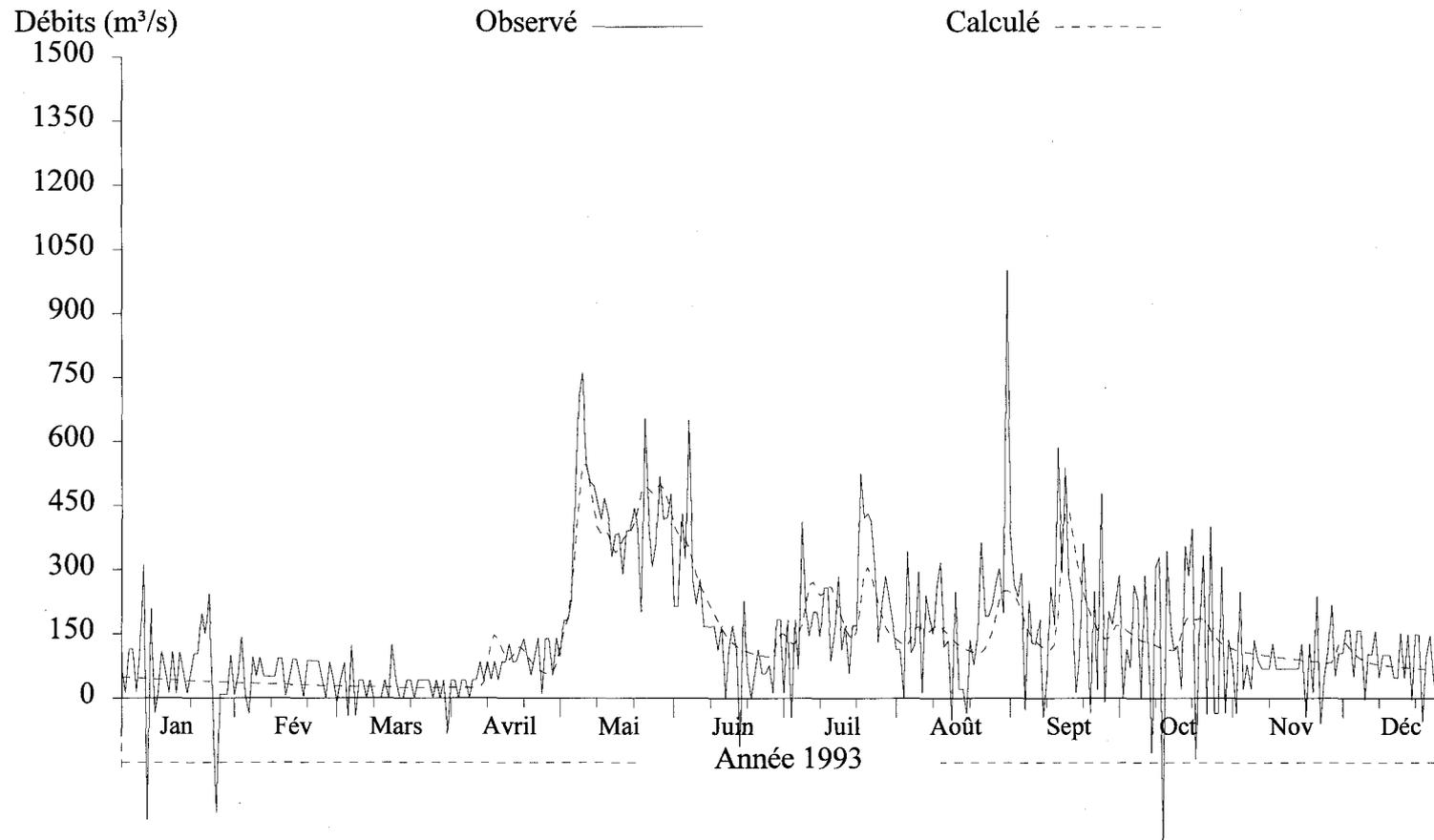


Figure B9 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5476

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 126.21 • cal.: 123.96  
Lame (mm) obs.: 796 • cal.: 781.86

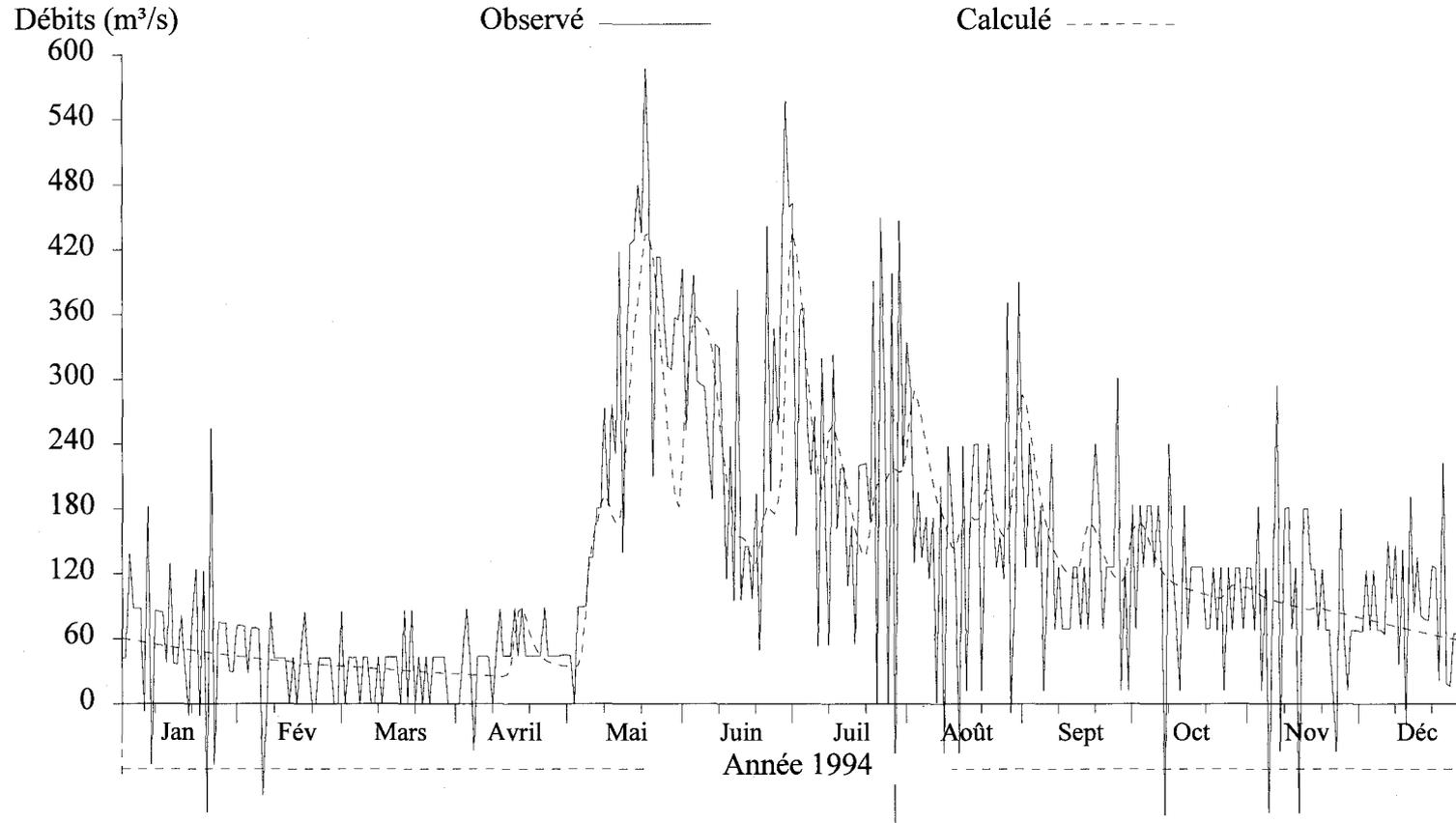


Figure B10 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.1562

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 123.33 • cal.: 132.94  
Lame (mm) obs.: 777.86 • cal.: 838.49

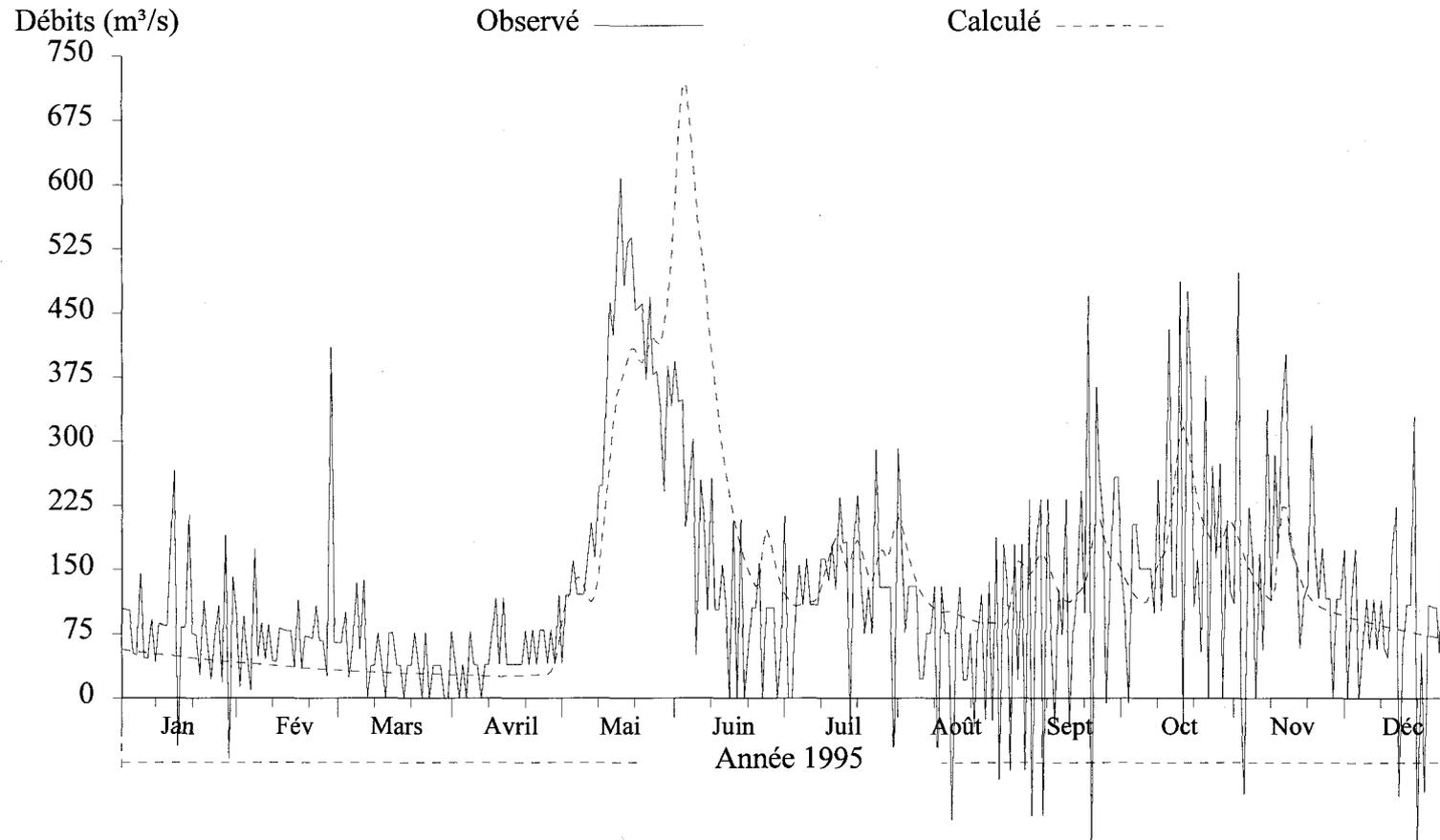


Figure B11 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1995.

# **ANNEXE C**

---

**Débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant CDP pour les années 1985 à 1995.**

# Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7927

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 216.61 • cal.: 226.24  
Lame (mm) obs.: 621 • cal.: 648.62

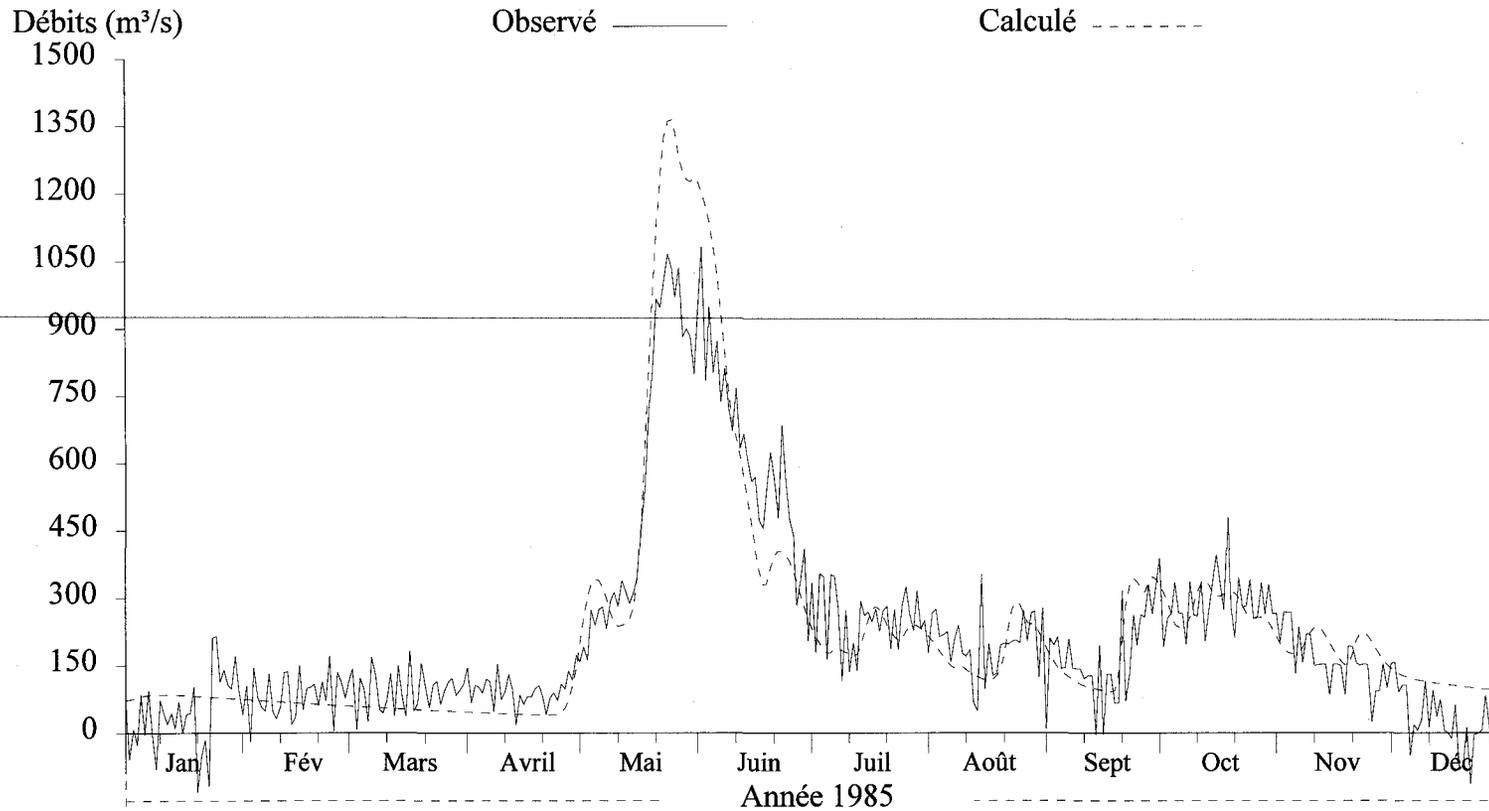


Figure C1 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6605\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 218.87\* • cal.: 182.77  
Lame (mm) obs.: 625.75\* • cal.: 523.97

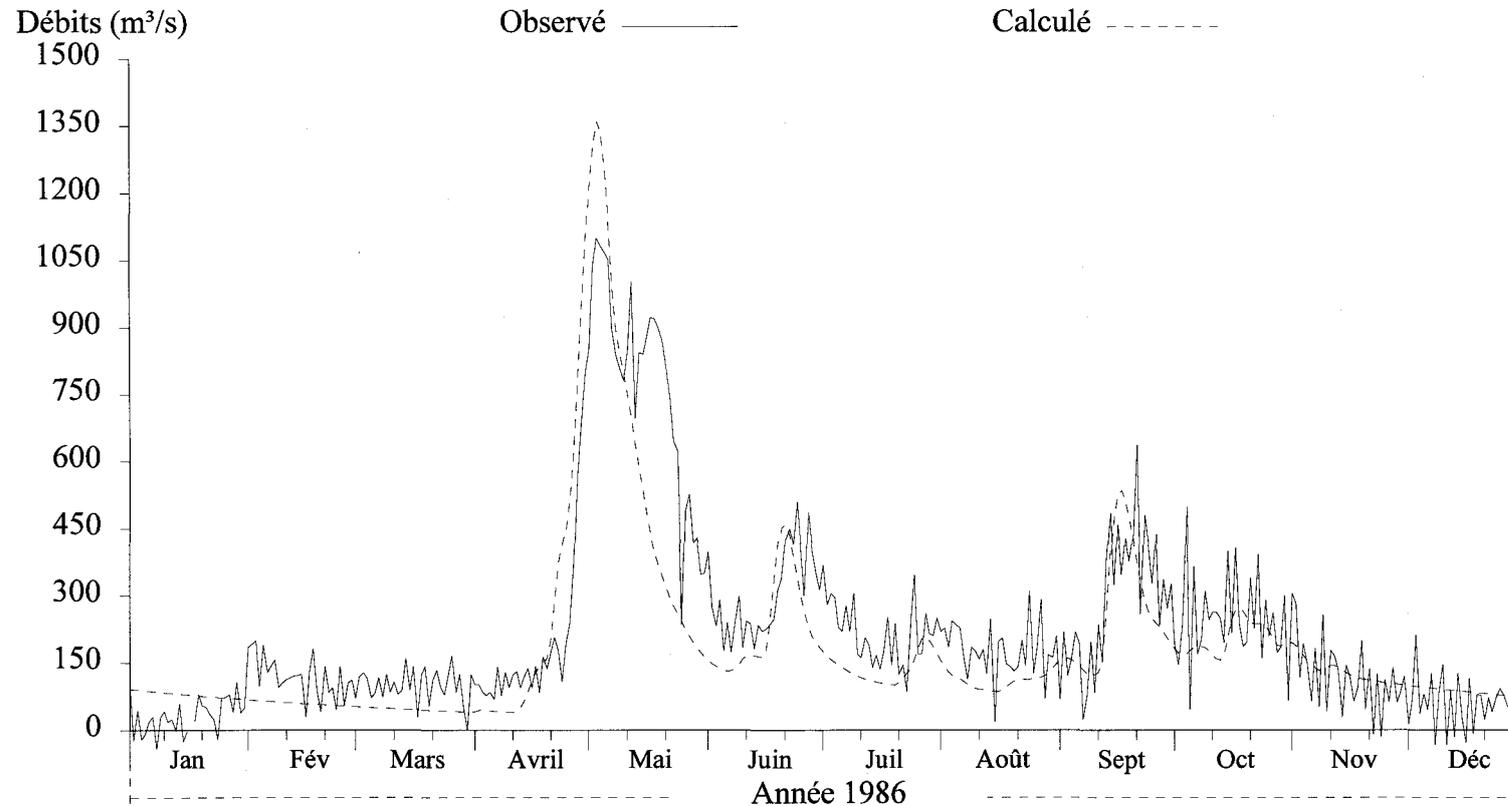


Figure C2 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4928

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 239.48 • cal.: 199.77  
Lame (mm) obs.: 686.56 • cal.: 572.72

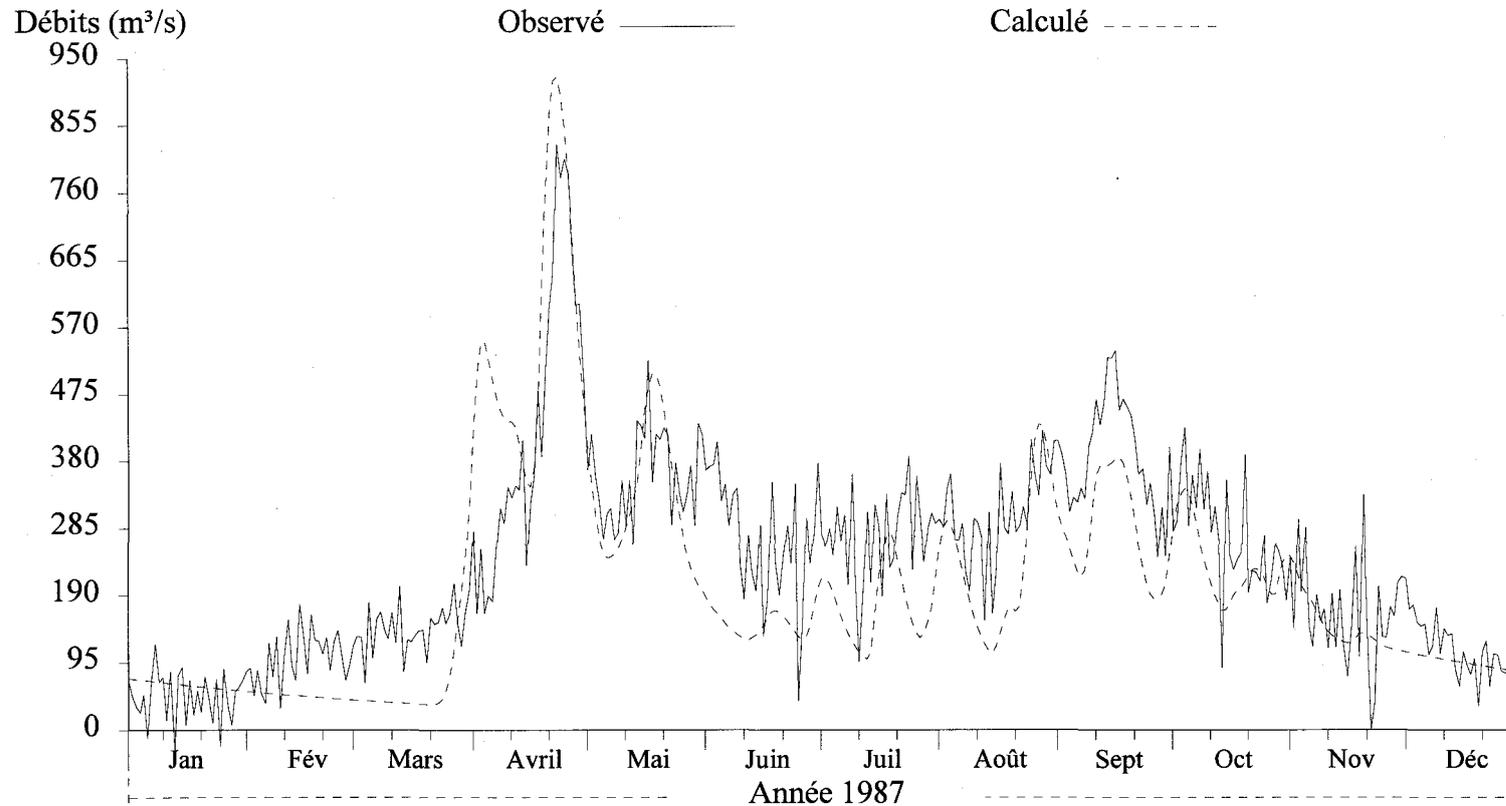


Figure C3 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7847\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 227.06\* • cal.: 206.09  
Lame (mm) obs.: 650.96\* • cal.: 592.47

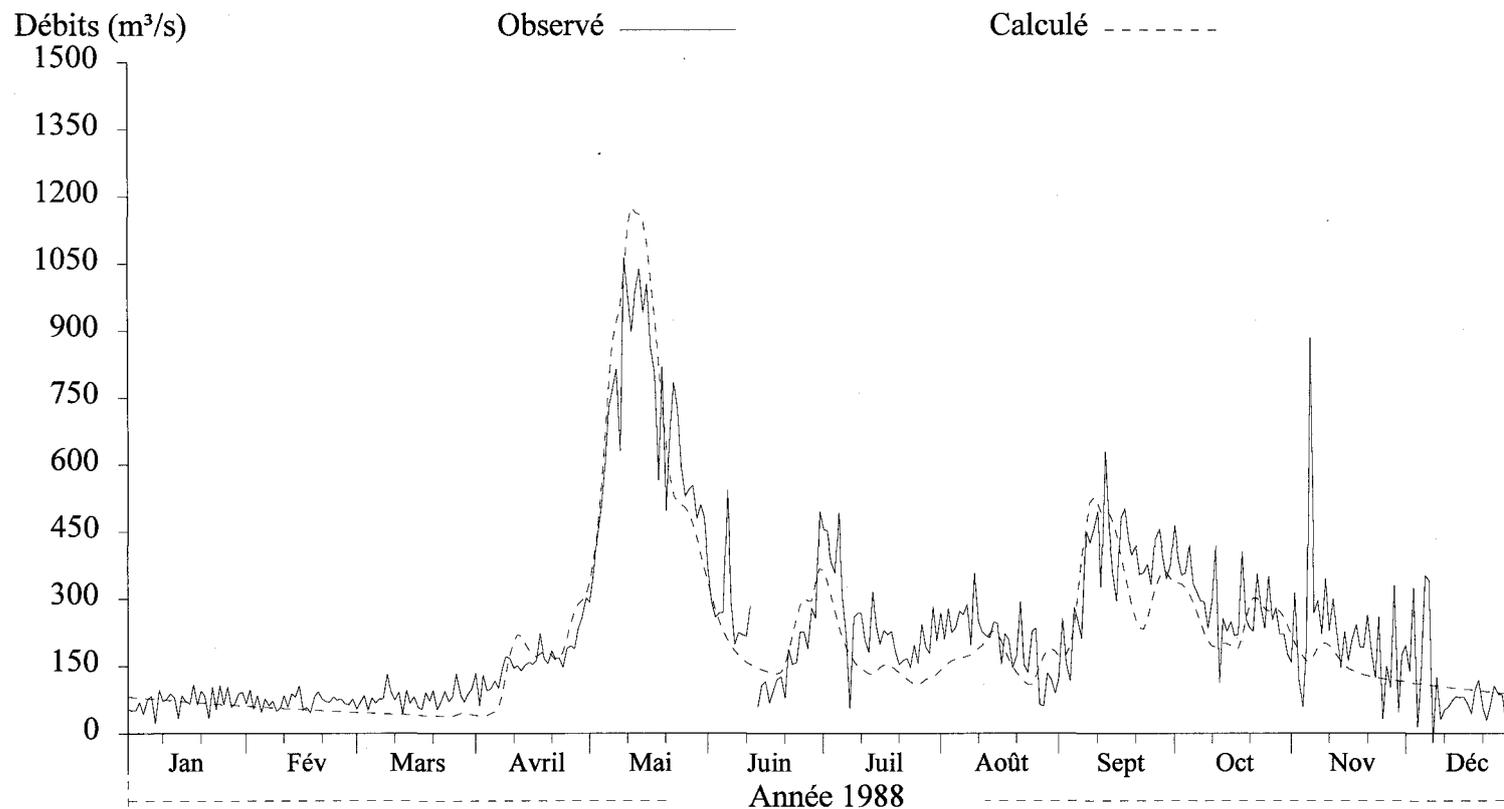


Figure C4 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8759

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 188.65 • cal.: 188.37  
Lame (mm) obs.: 540.83 • cal.: 540.03

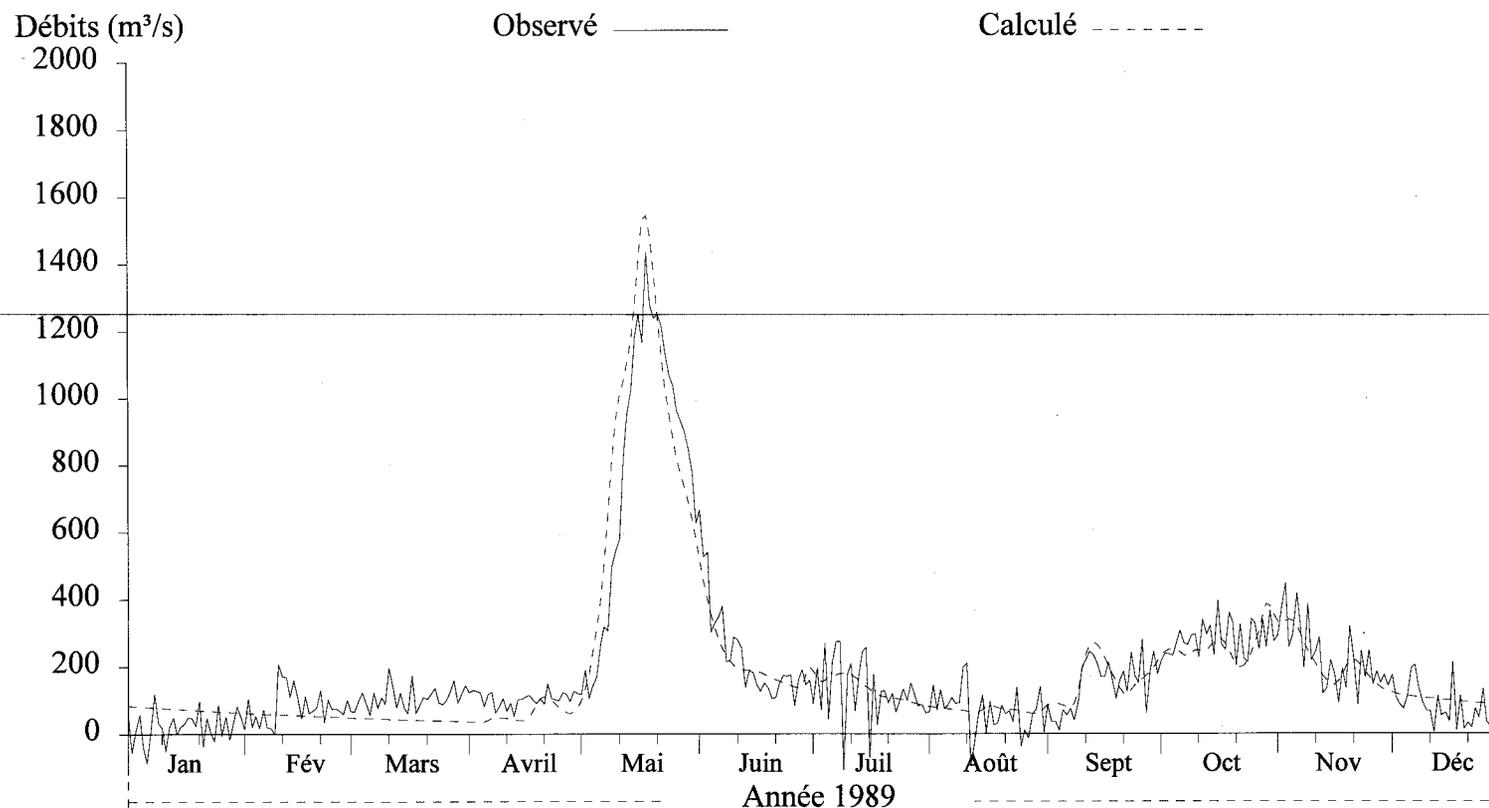


Figure C5 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8287

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 265.12 • cal.: 231.95  
Lame (mm) obs.: 760.06 • cal.: 664.99

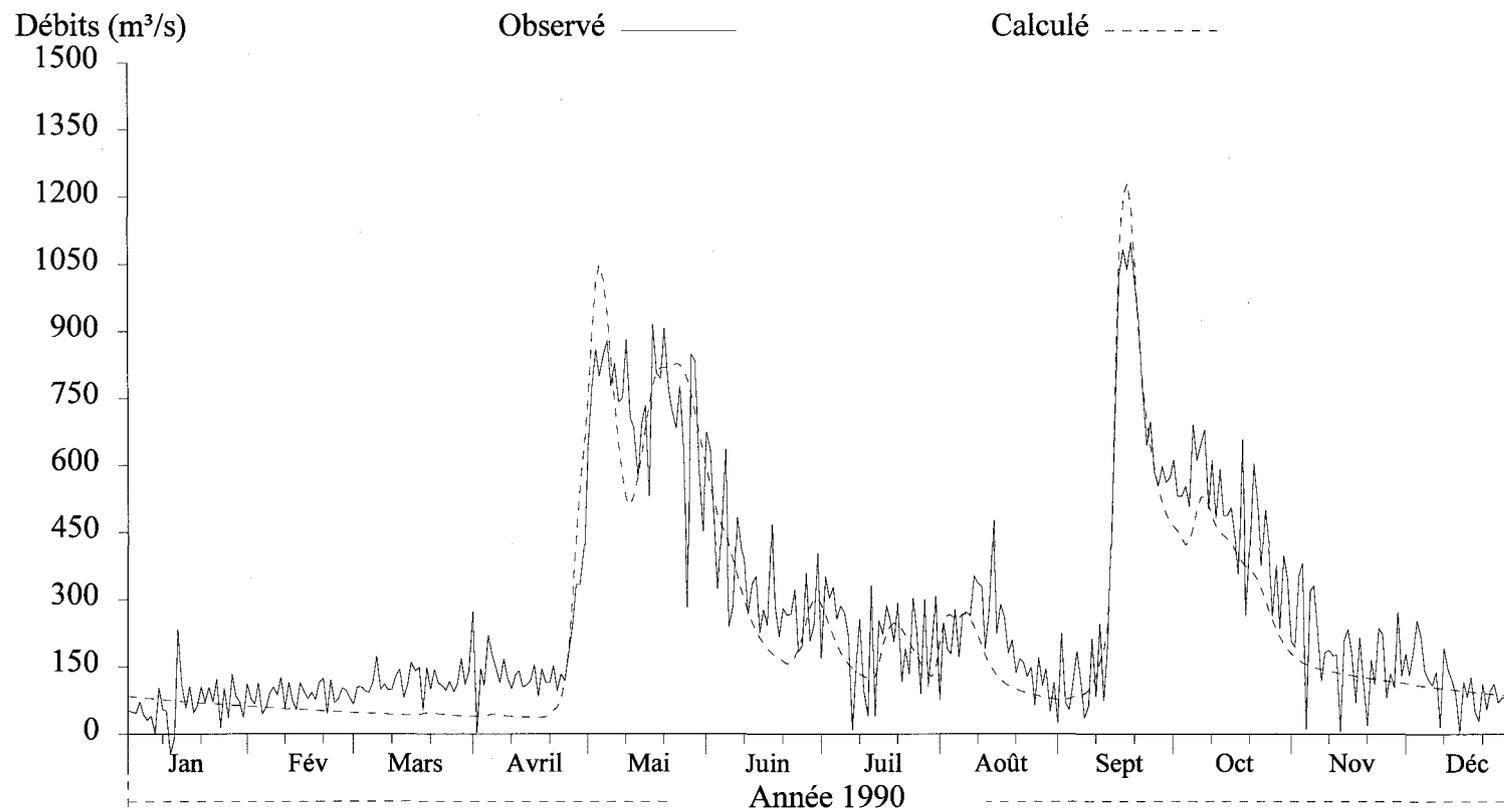


Figure C6 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8532

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 208.07 • cal.: 208.89  
Lame (mm) obs.: 596.51 • cal.: 598.86

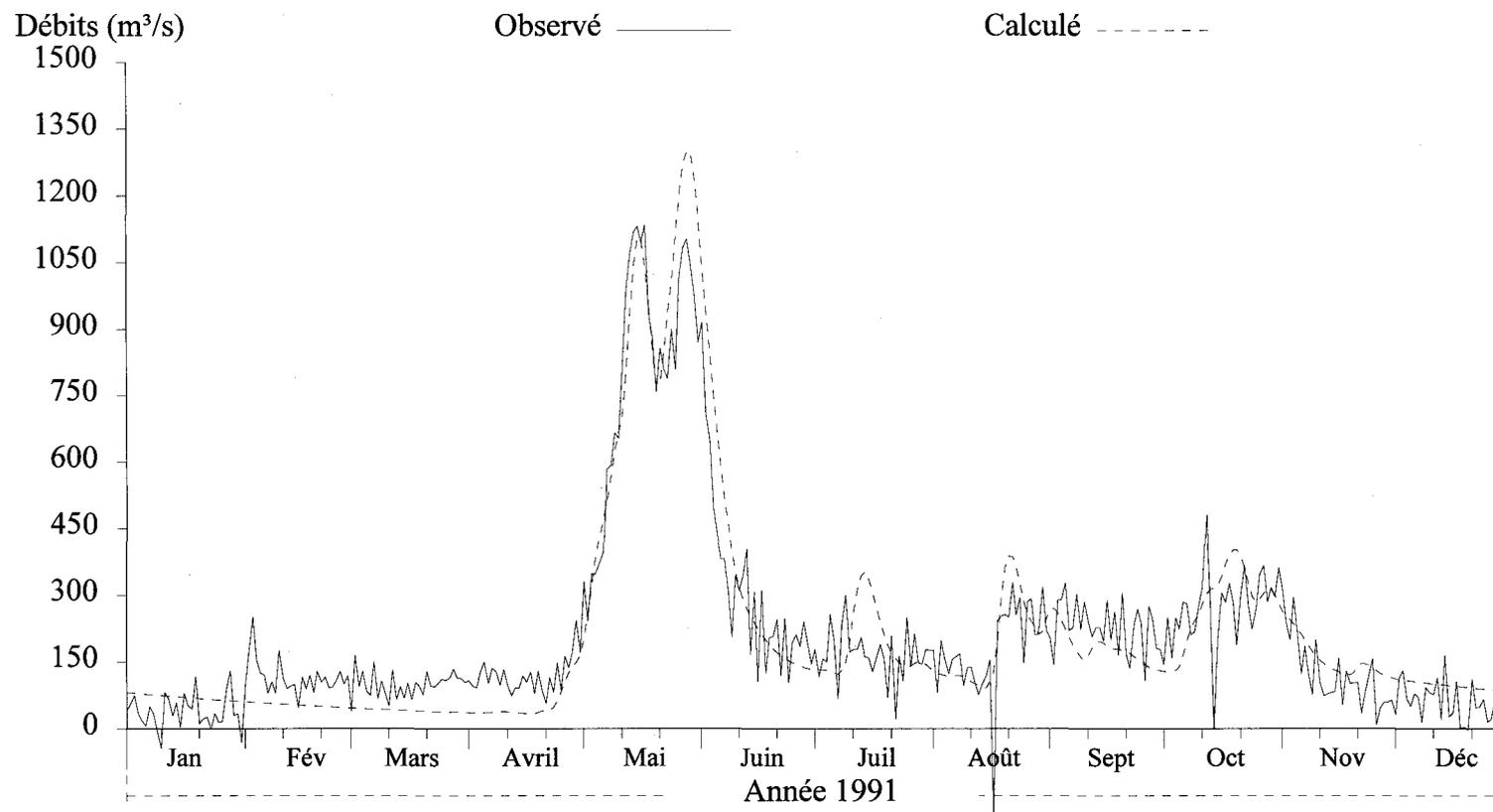


Figure C7 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8774

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 270.22 • cal.: 239.74  
Lame (mm) obs.: 776.81 • cal.: 689.19

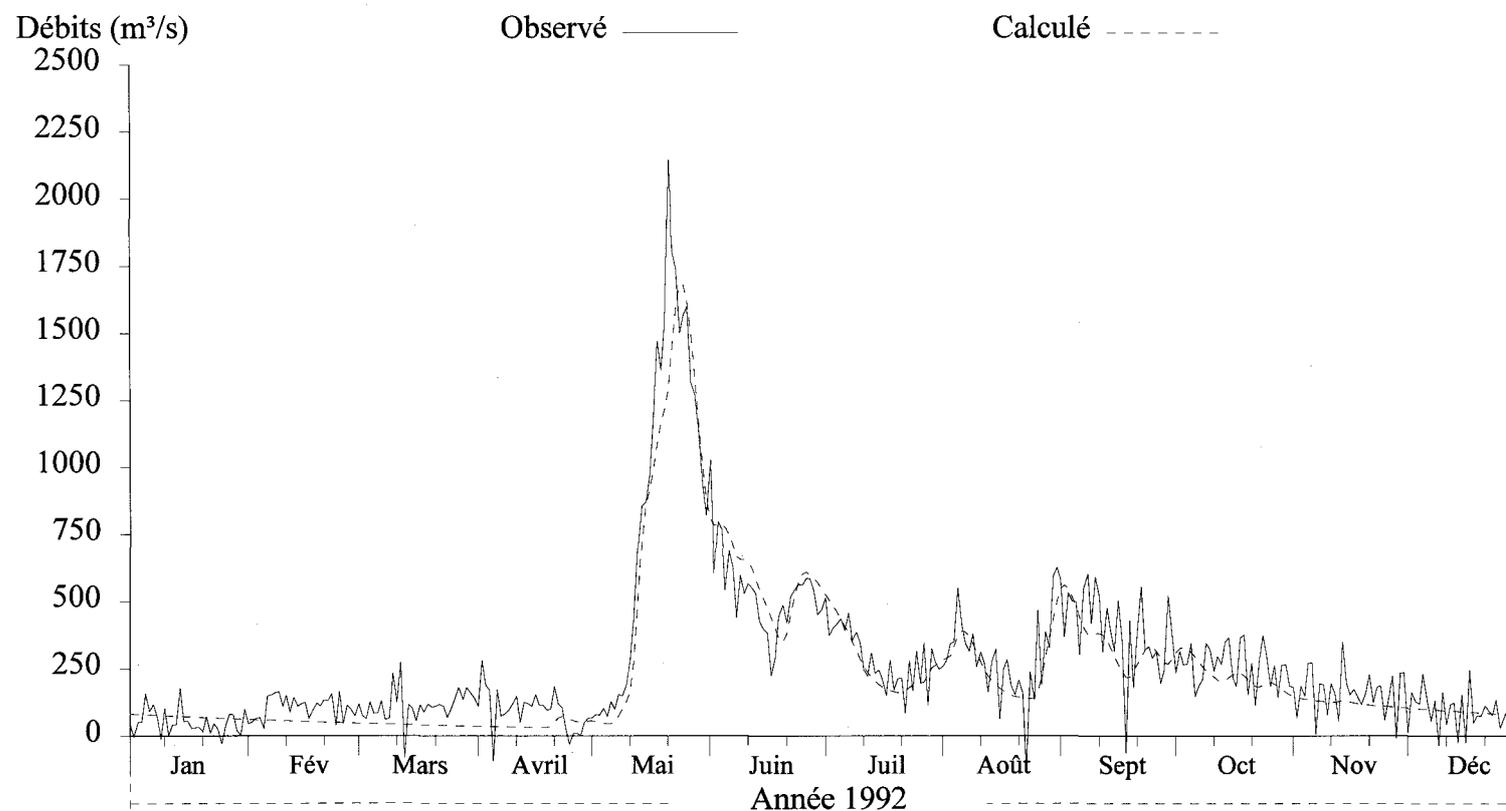


Figure C8 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8553

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 288.11 • cal.: 276.37  
Lame (mm) obs.: 825.98 • cal.: 792.32

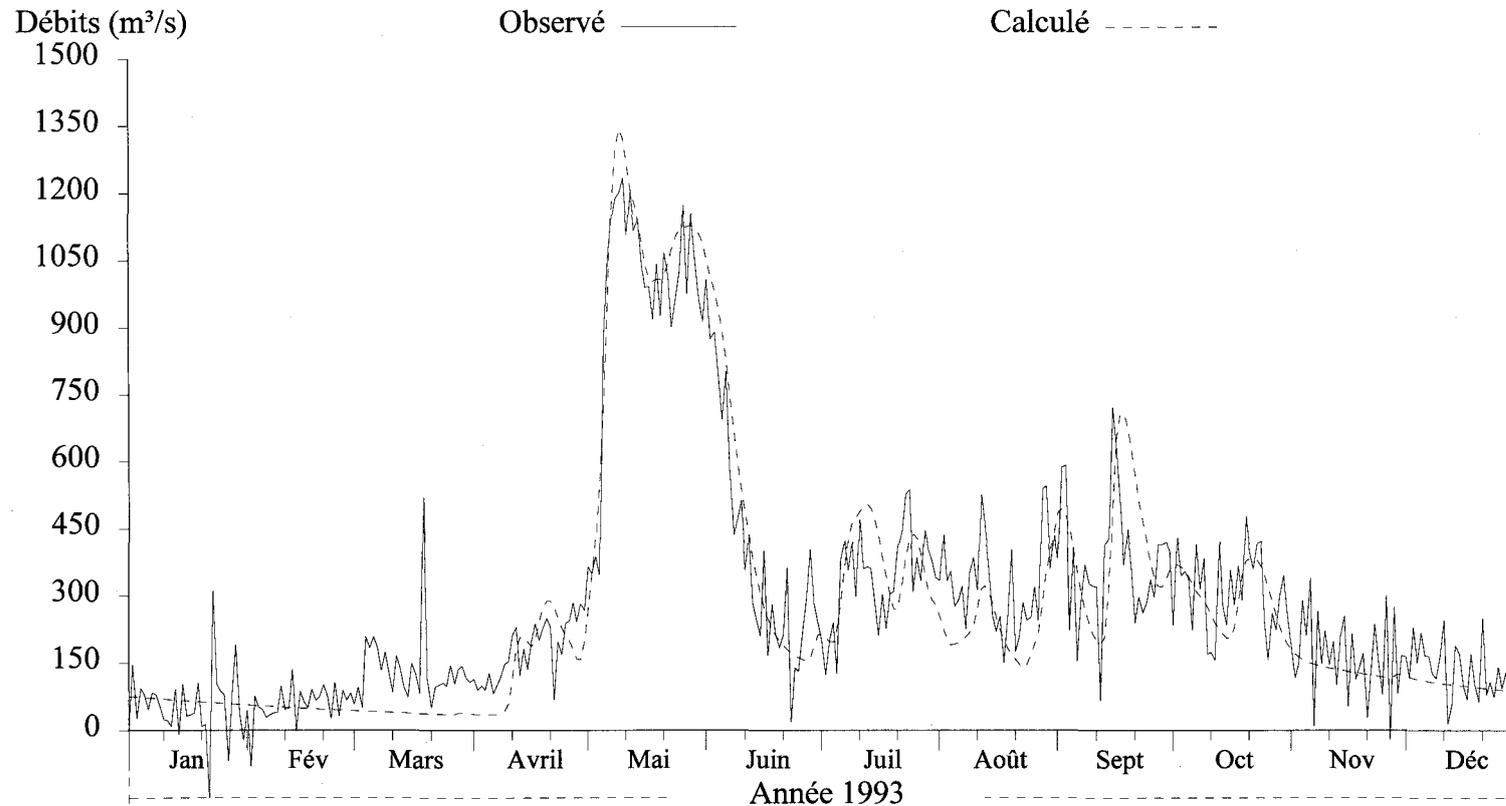


Figure C9 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5944\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 264.2\* • cal.: 249.32  
Lame (mm) obs.: 755.35\* • cal.: 714.79

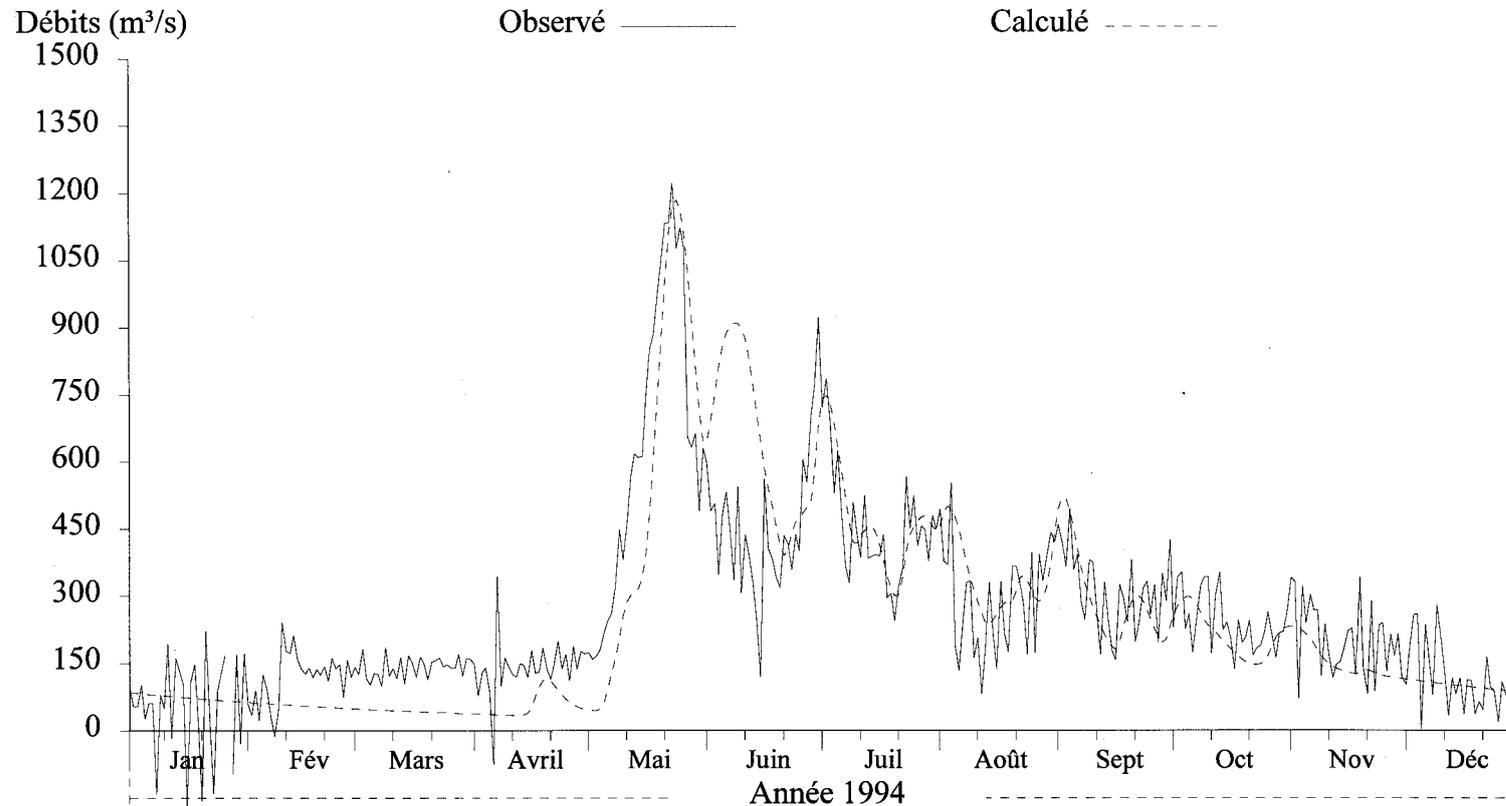


Figure C10 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.1471

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 267.39 • cal.: 269.96  
Lame (mm) obs.: 766.58 • cal.: 773.96

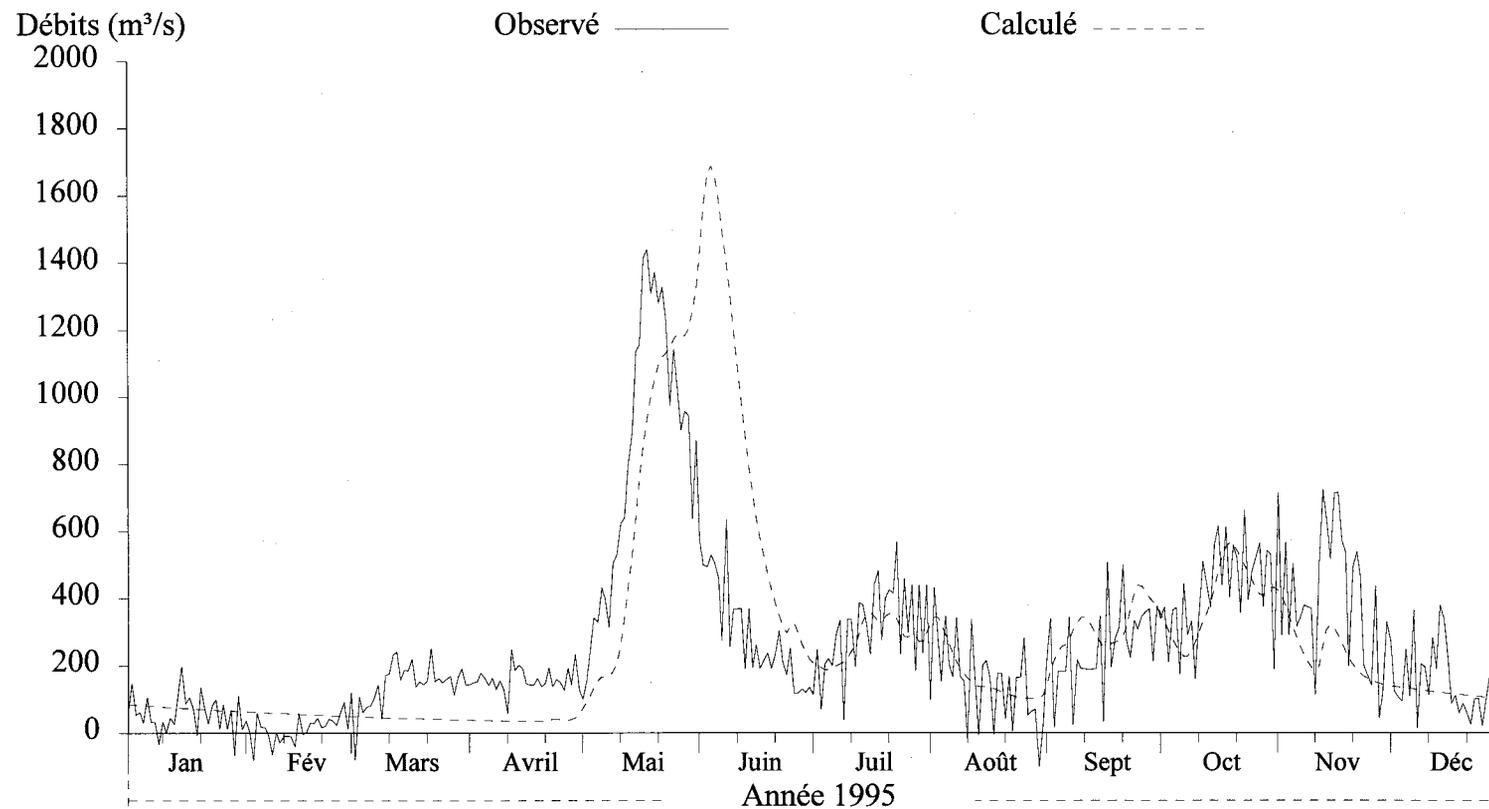


Figure C11 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1995.

# **ANNEXE D**

---

**Débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant CD et aux stations 062209 et 062214 des rivières Manouane et Serpent pour les années 1985 à 1995.**

## Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9192\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 197.86\* • cal.: 186.8  
Lame (mm) obs.: 641.52\* • cal.: 607.32

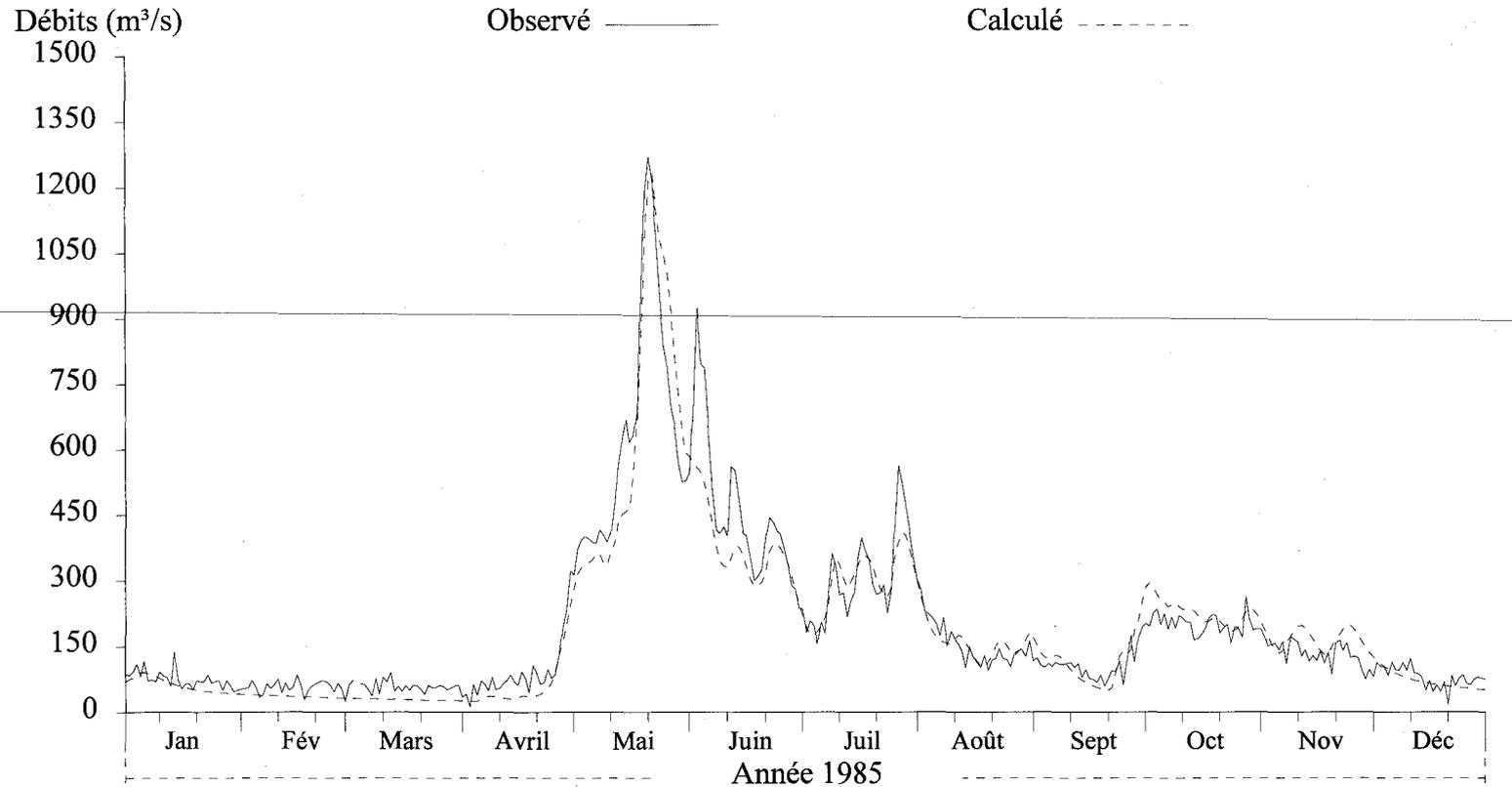


Figure D1 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9143

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 189.89 • cal.: 171.44  
Lame (mm) obs.: 617.37 • cal.: 557.37

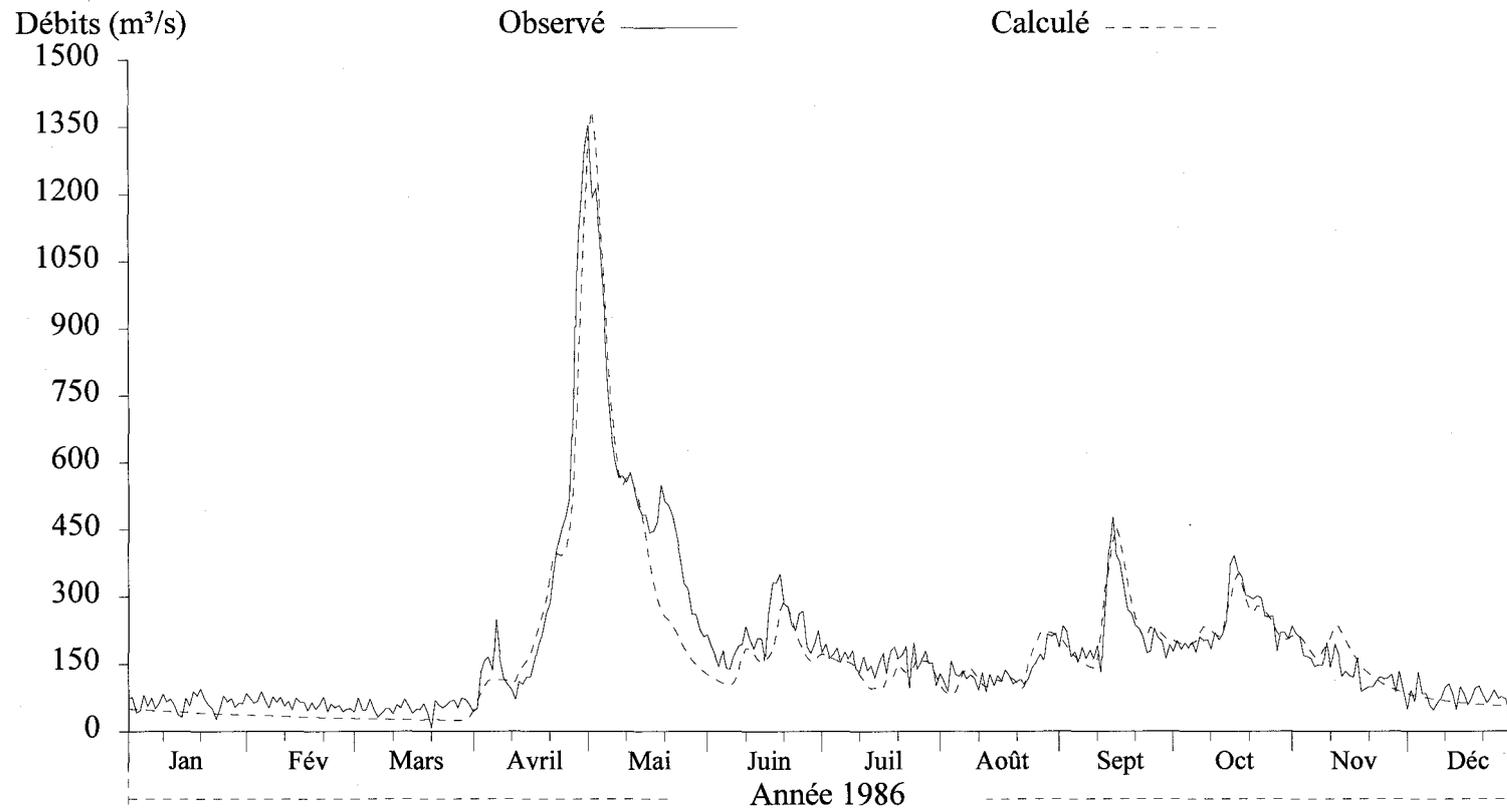


Figure D2 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 173.36 • cal.: 152.45  
Lame (mm) obs.: 563.6 • cal.: 495.63

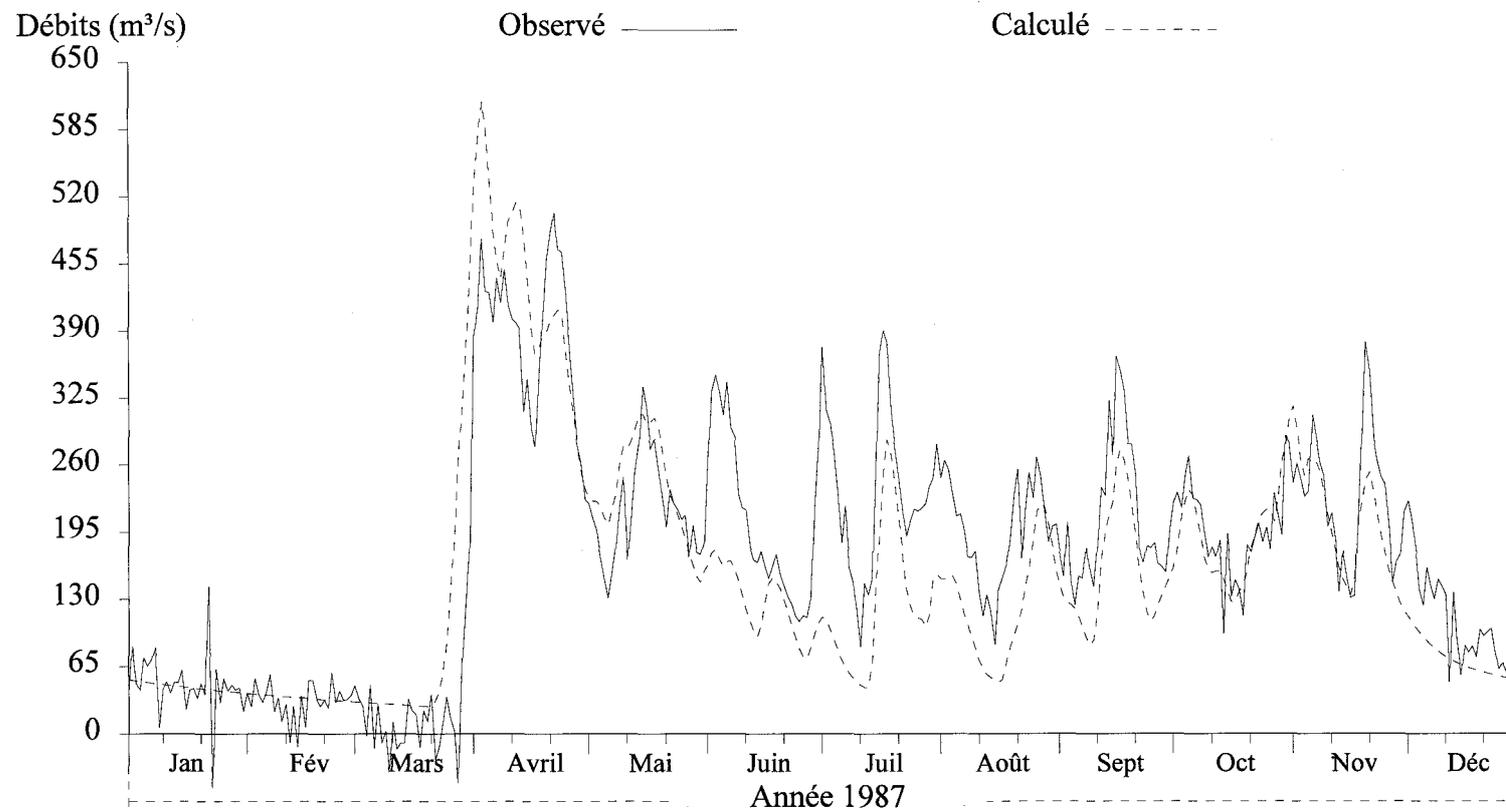


Figure D3 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8978

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 197.83 • cal.: 200.4  
Lame (mm) obs.: 644.94 • cal.: 653.32

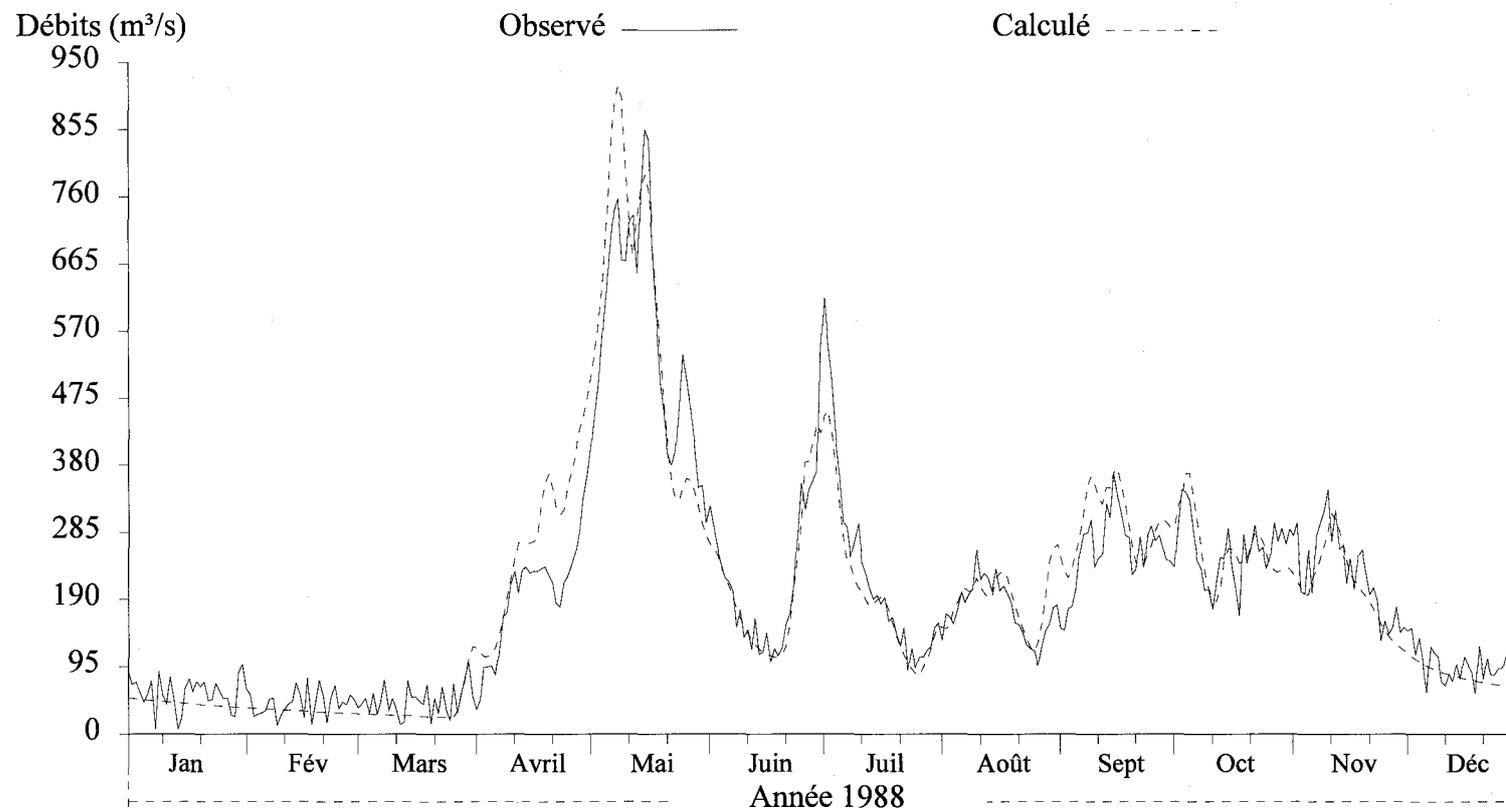


Figure D4 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9057

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 201.12 • cal.: 182.81  
Lame (mm) obs.: 653.86 • cal.: 594.32

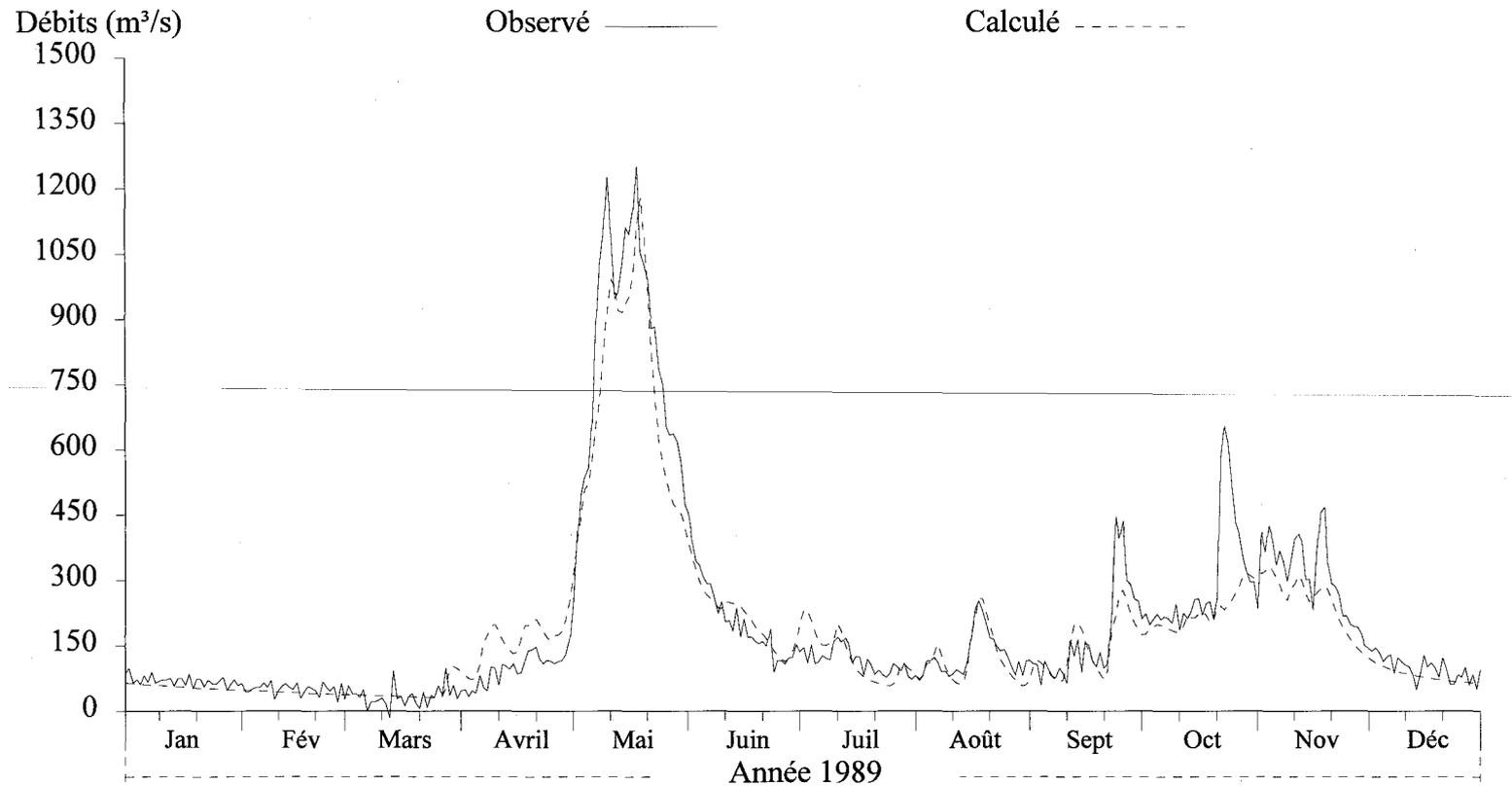


Figure D5 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8792\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 186.18\* • cal.: 191.78  
Lame (mm) obs.: 603.64\* • cal.: 623.49

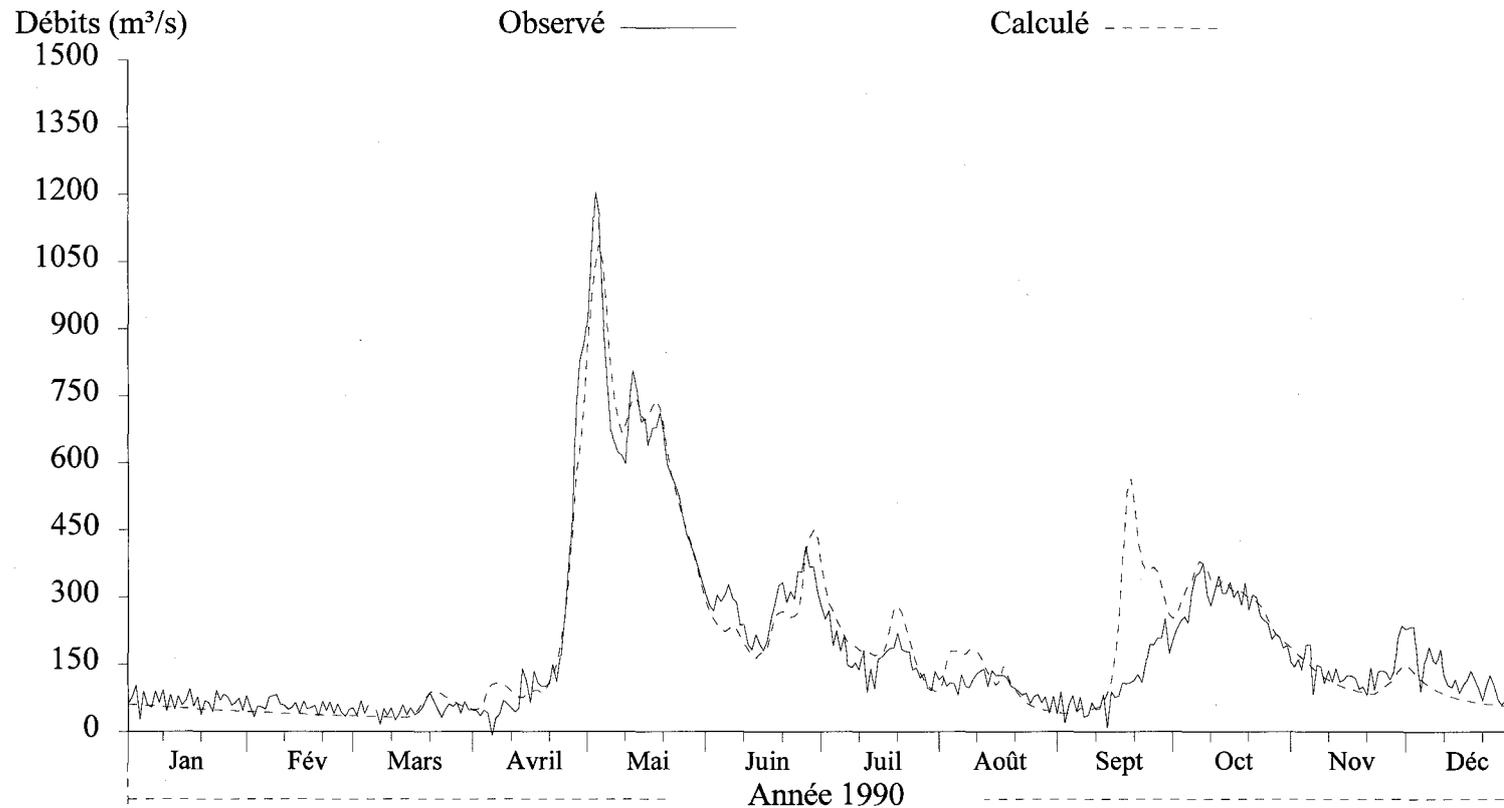


Figure D6 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.95

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 178.02 • cal.: 181.51  
Lame (mm) obs.: 578.77 • cal.: 590.1

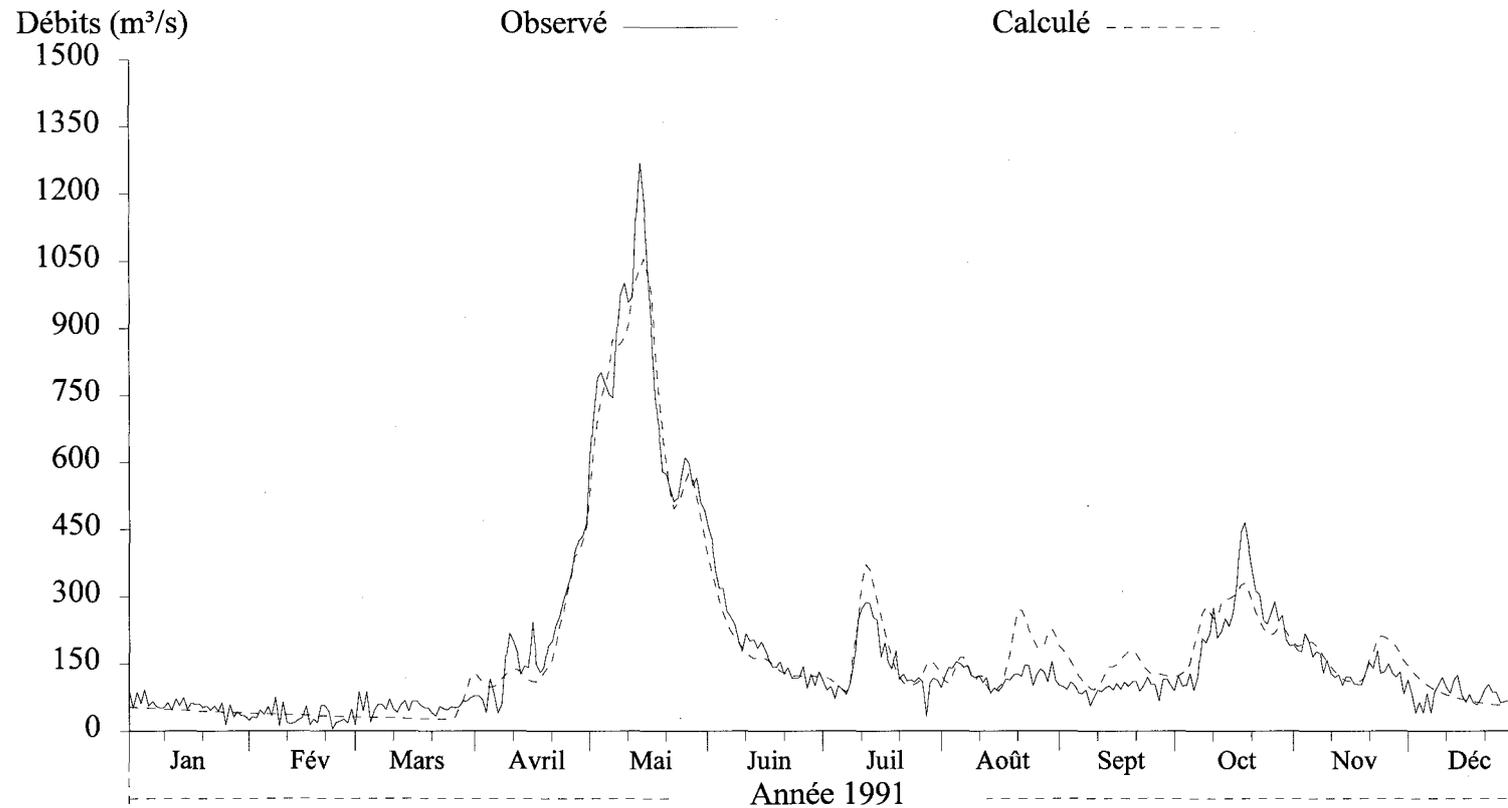


Figure D7 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9425

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 232.98 • cal.: 205.52  
Lame (mm) obs.: 759.54 • cal.: 669.99

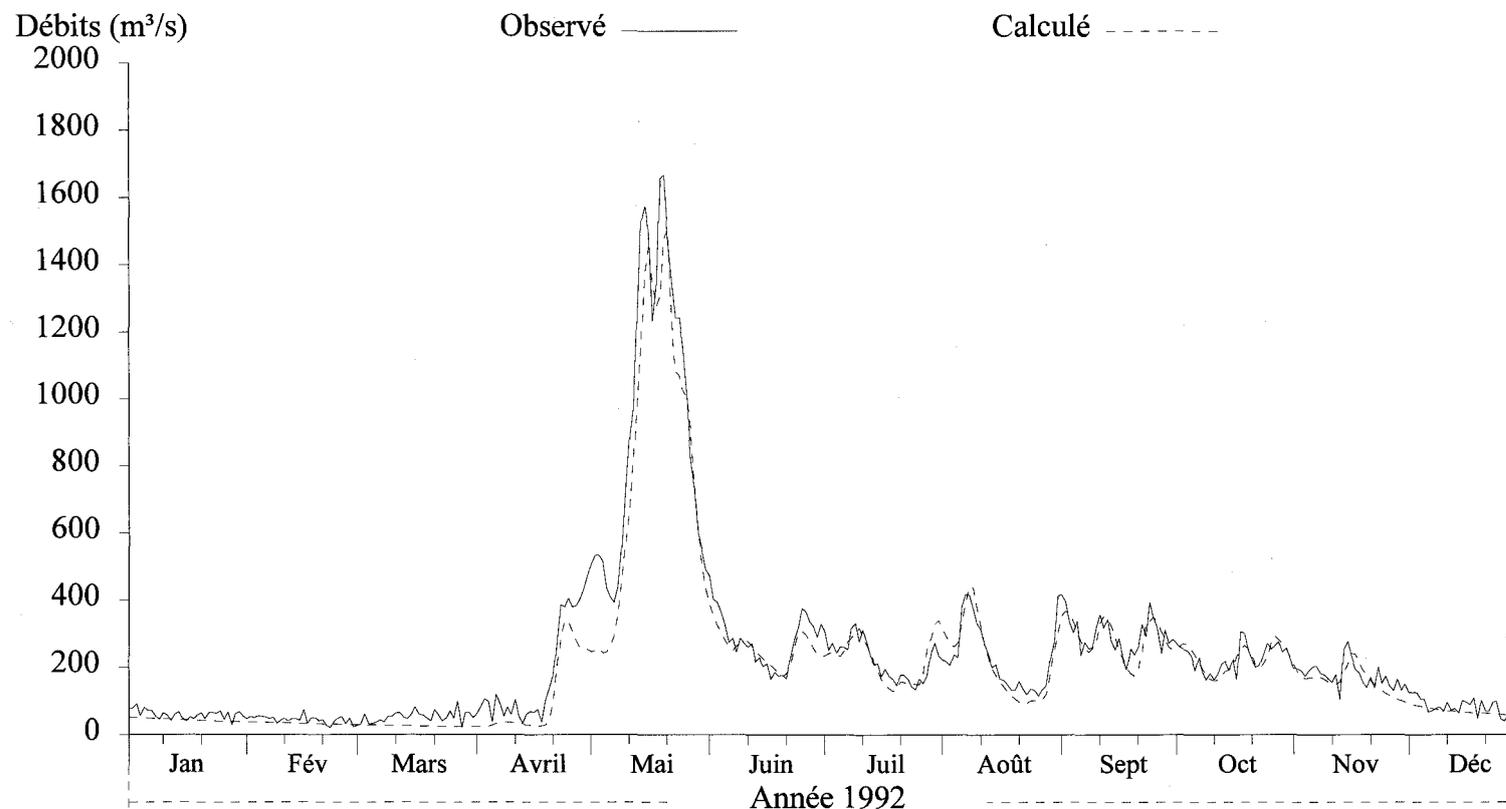


Figure D8 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8929

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 234.37 • cal.: 243.15  
Lame (mm) obs.: 761.96 • cal.: 790.51

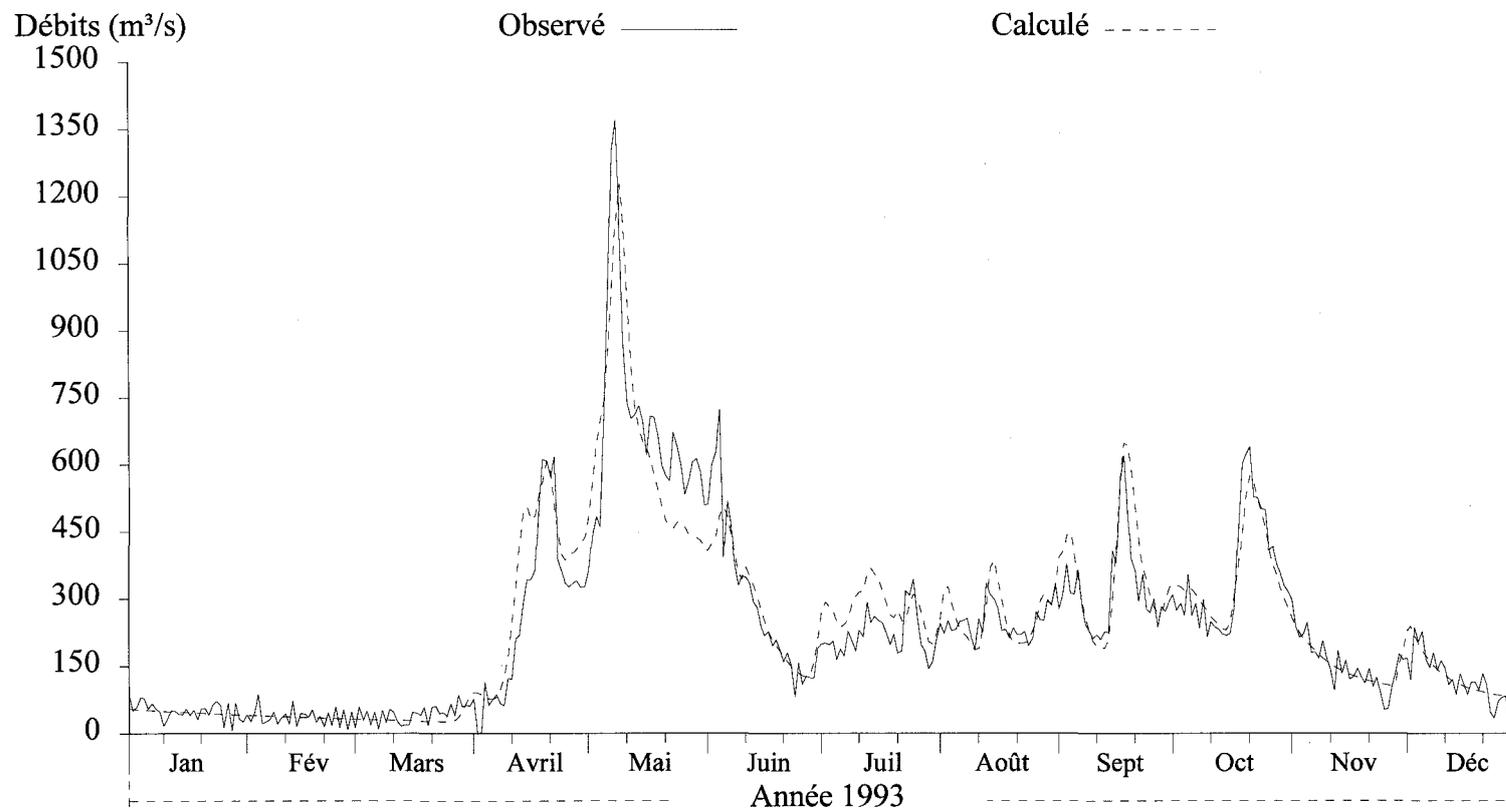


Figure D9 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8713

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 220.48 • cal.: 232.58  
Lame (mm) obs.: 716.81 • cal.: 756.16

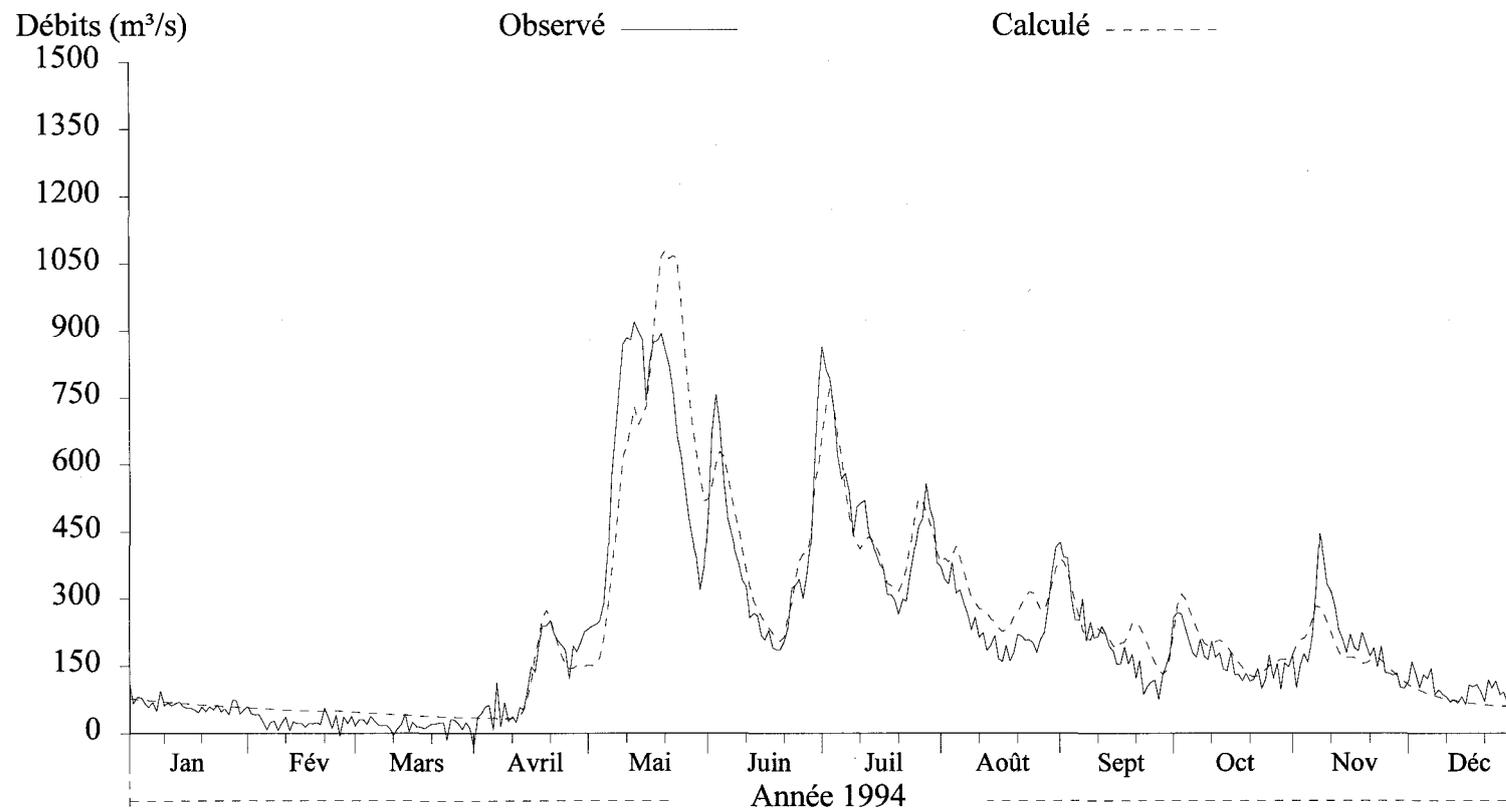


Figure D10 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8336

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 212.94 • cal.: 225.9  
Lame (mm) obs.: 692.3 • cal.: 734.45

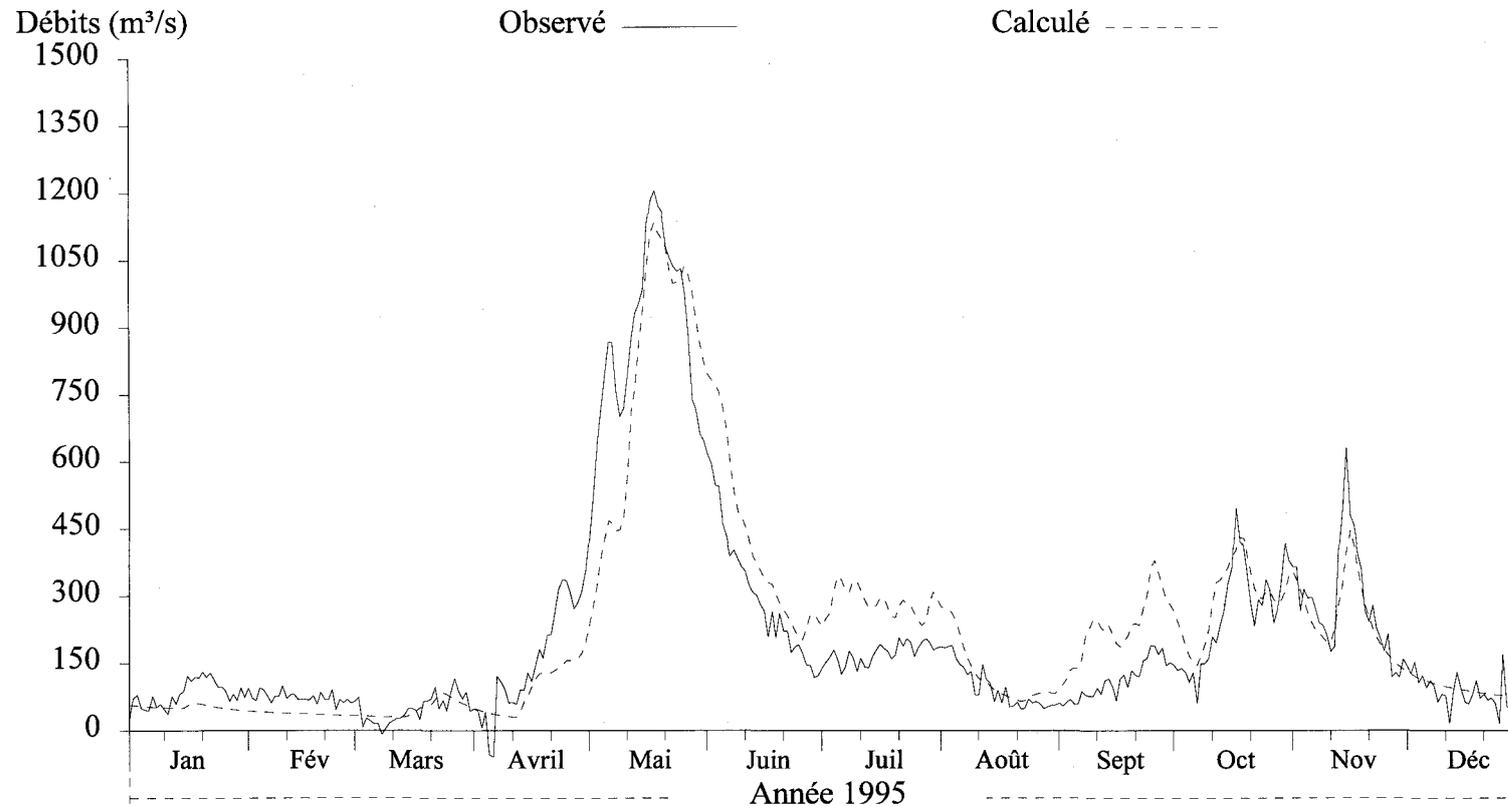


Figure D11 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute du Diable (CD) pour l'année 1995.

## Débits journaliers

Numéro de station: MANOU  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8691

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 75.176 • cal.: 69.698  
Lame (mm) obs.: 658.54 • cal.: 610.56

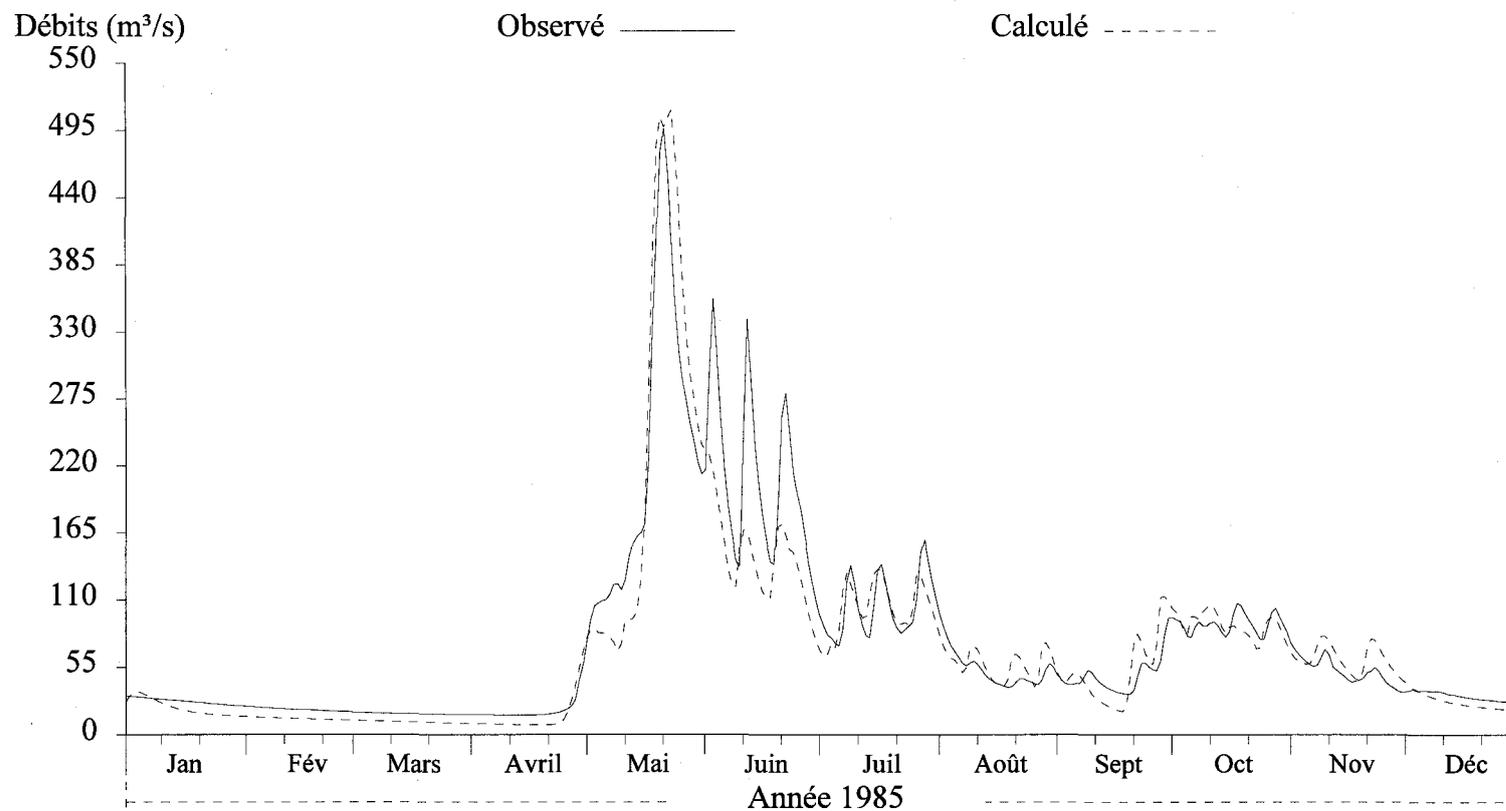


Figure D12 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: MANOU  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8952

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 69.008 • cal.: 60.735  
Lame (mm) obs.: 604.51 • cal.: 532.04

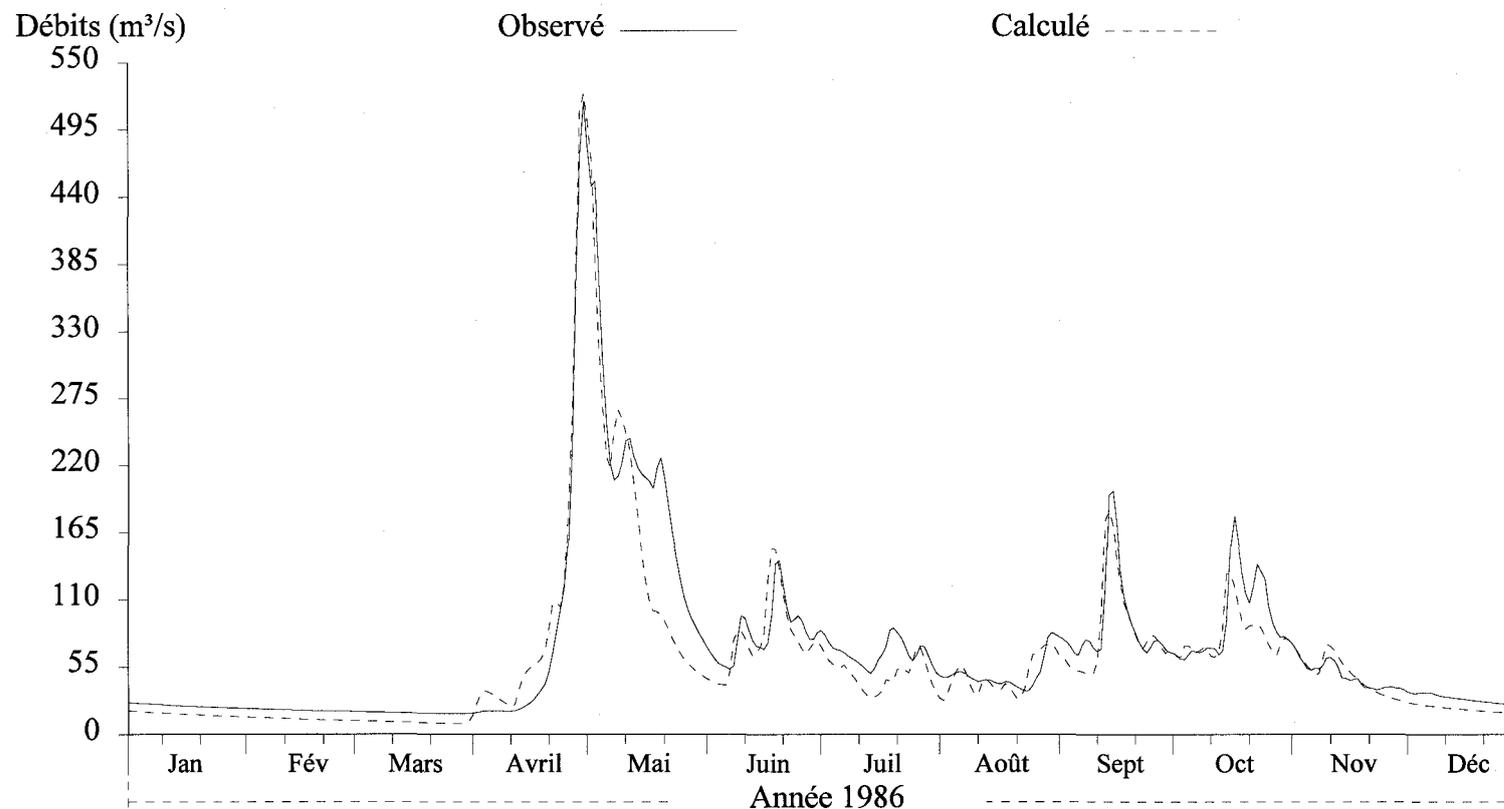


Figure D13 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: MANOU  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4209

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 74.408 • cal.: 59.69  
Lame (mm) obs.: 651.82 • cal.: 522.88

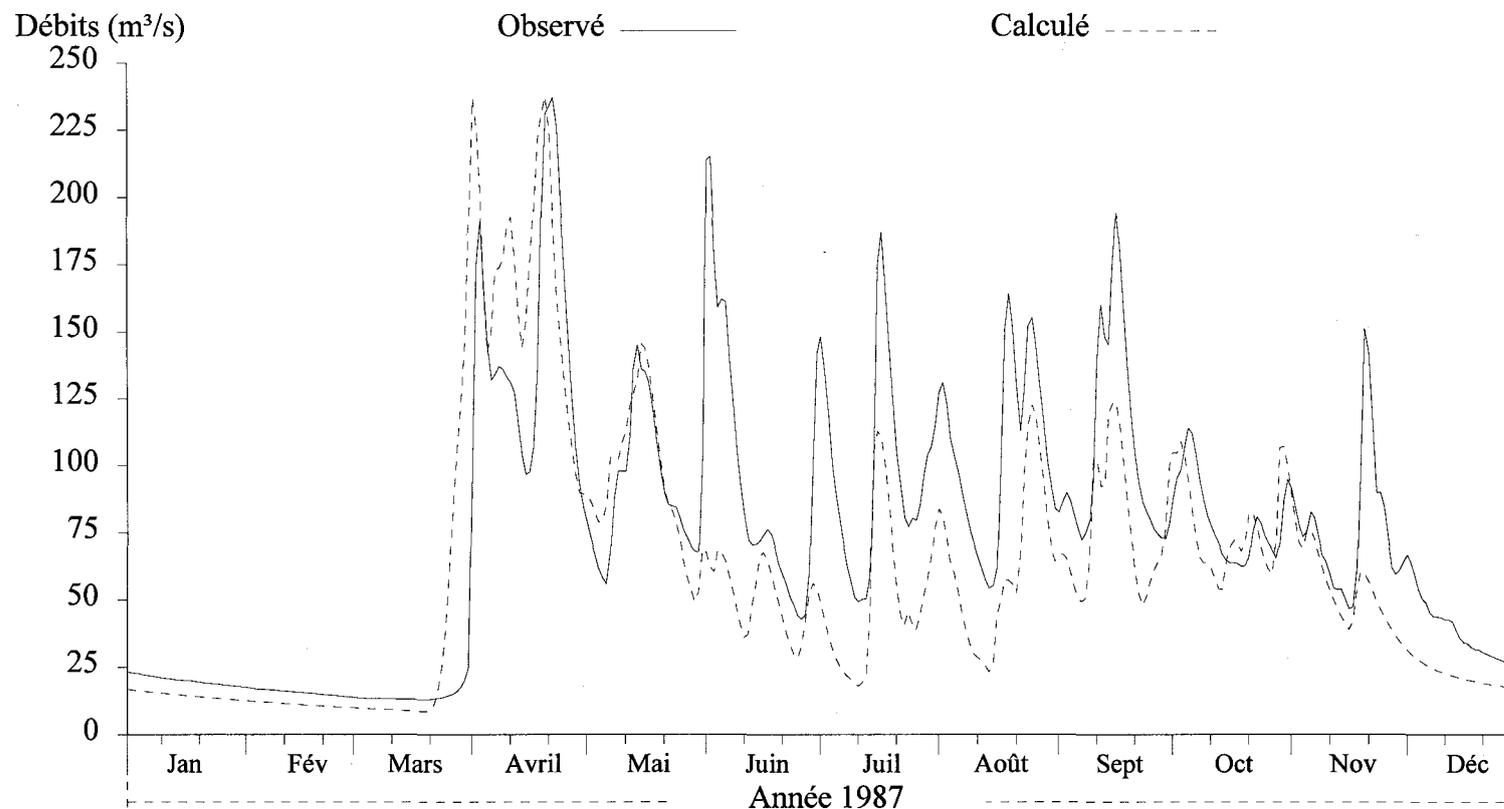


Figure D14 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: MANOU  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8499

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 76.689 • cal.: 71.748  
Lame (mm) obs.: 673.64 • cal.: 630.23

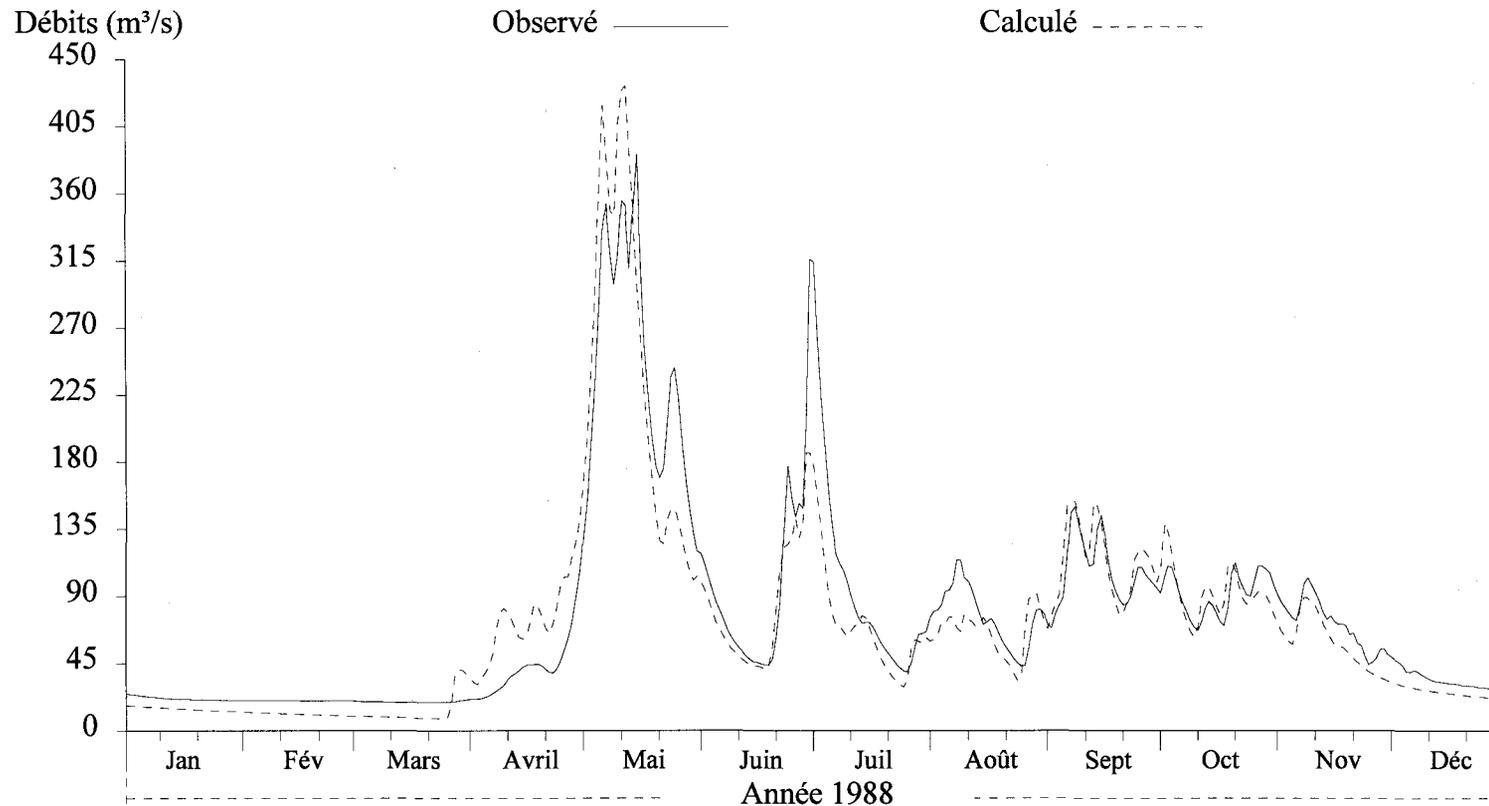


Figure D15 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: MANOU  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8666

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 77.83 • cal.: 64.073  
Lame (mm) obs.: 681.79 • cal.: 561.28

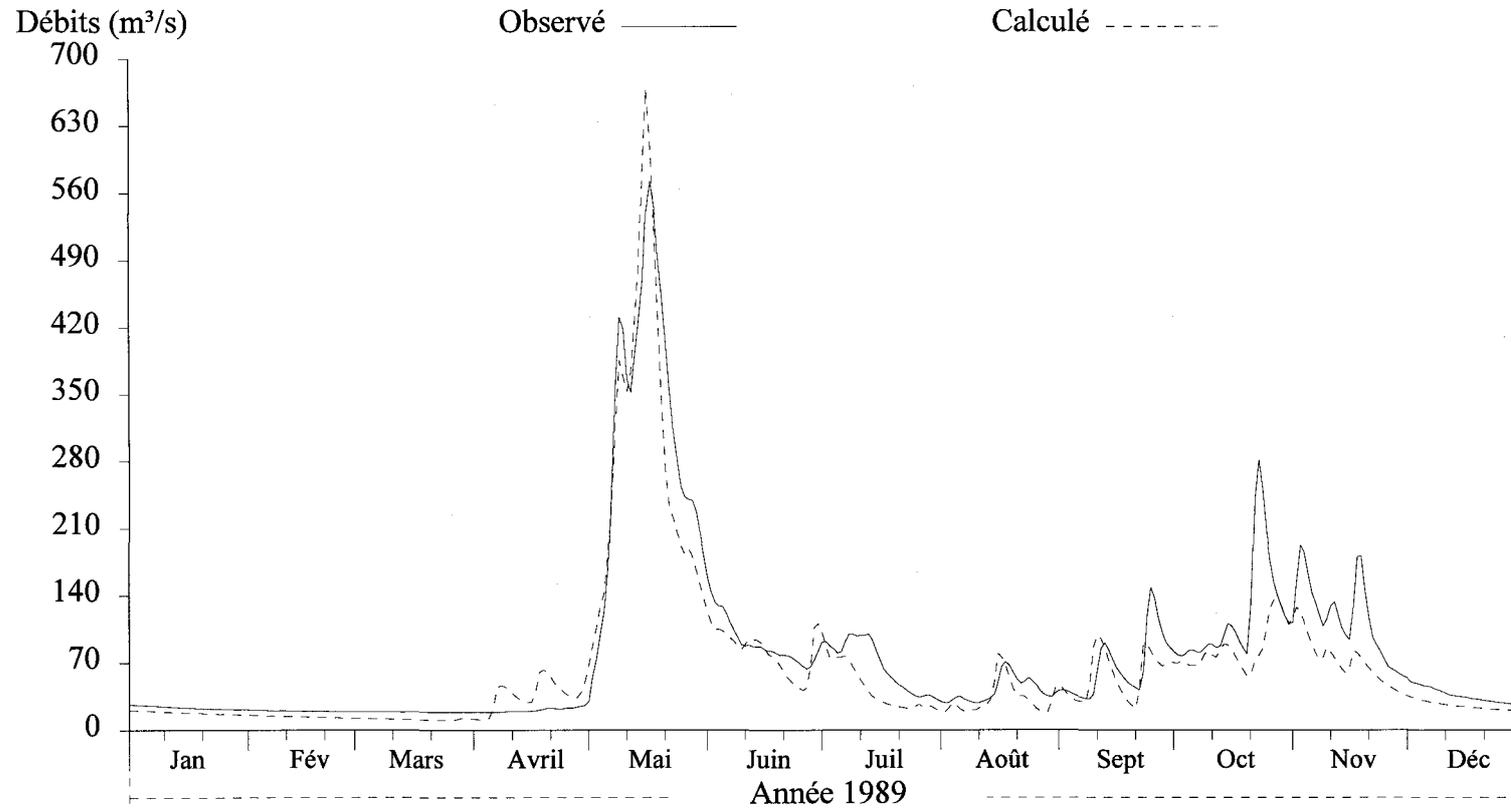


Figure D16 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: MANOU  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7254

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 69.727 • cal.: 73.169  
Lame (mm) obs.: 610.81 • cal.: 640.96

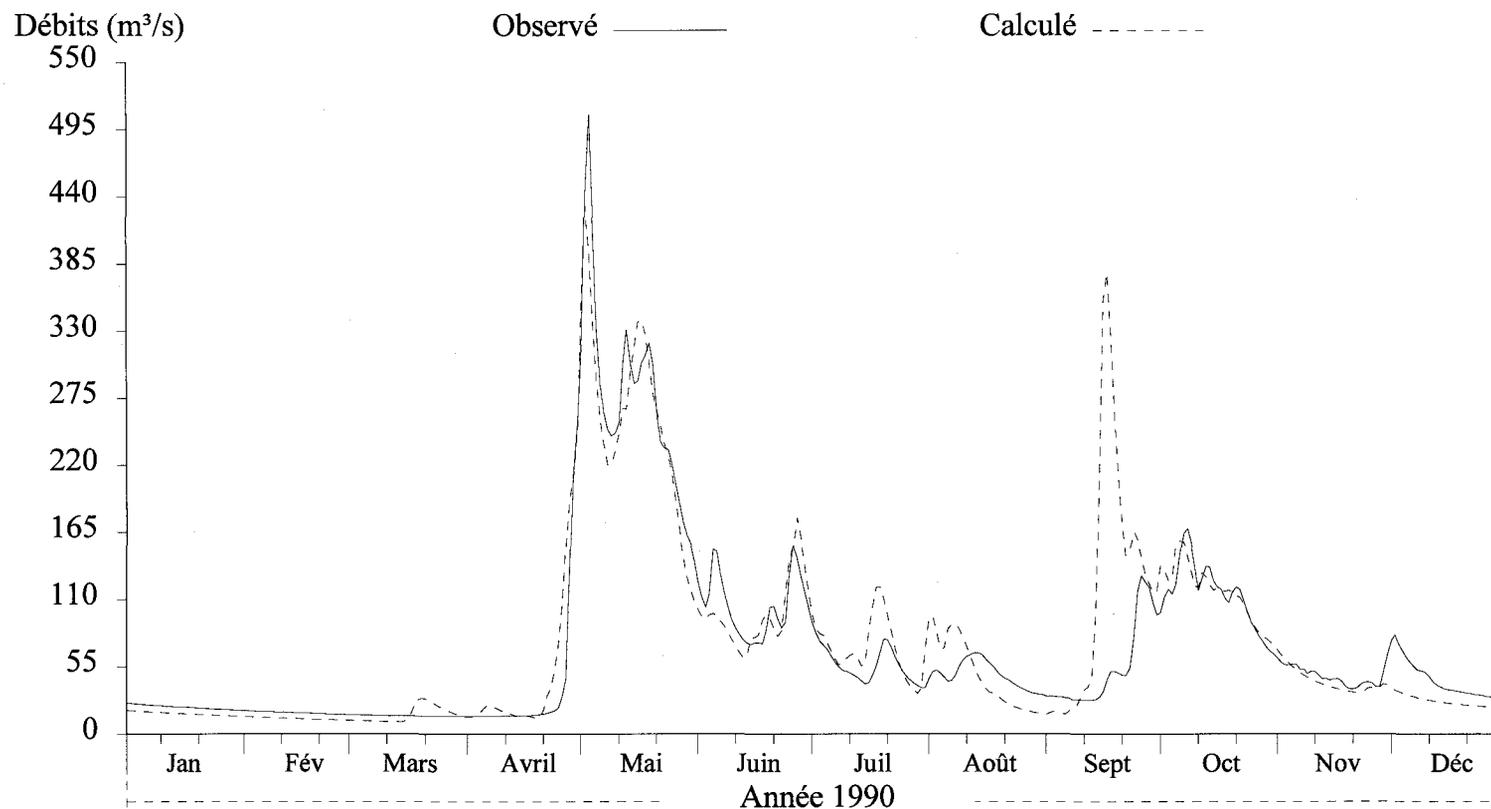


Figure D17 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: MANOU  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9311

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 69.608 • cal.: 65.741  
Lame (mm) obs.: 609.77 • cal.: 575.89

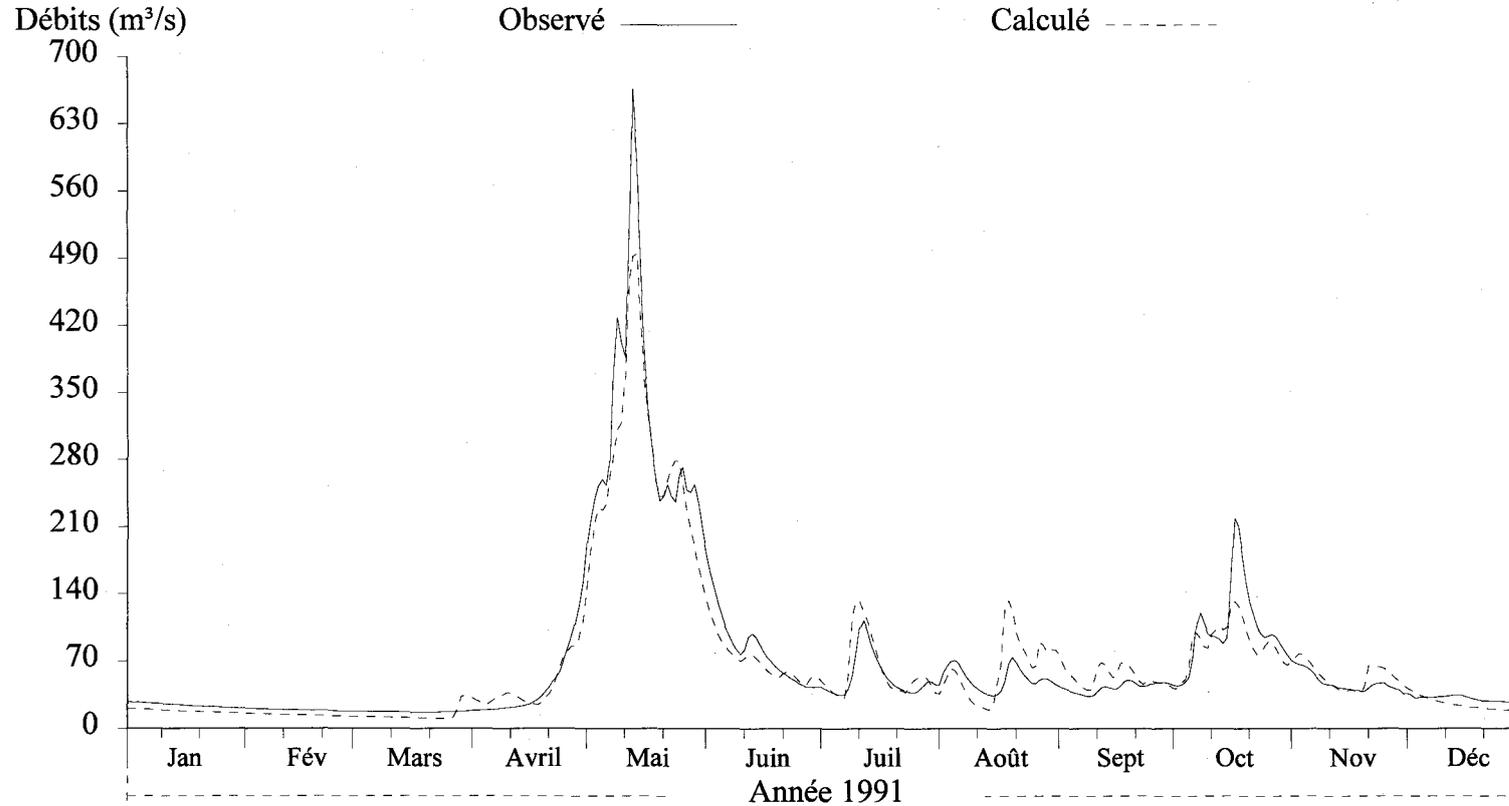


Figure D18 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: MANOU  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8952

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 94.217 • cal.: 74.199  
Lame (mm) obs.: 827.6 • cal.: 651.77

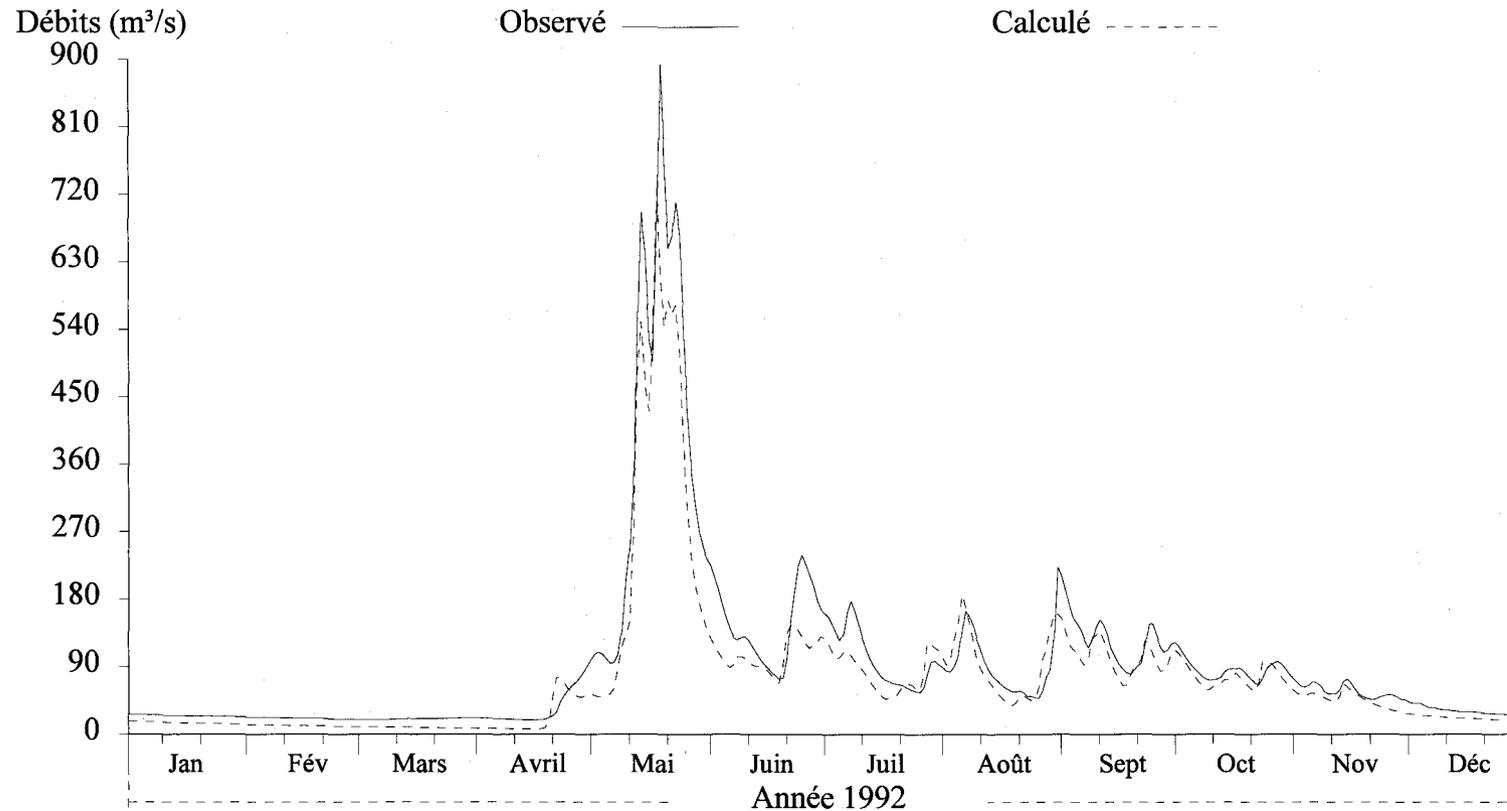


Figure D19 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: MANOU  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8901

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 97.215 • cal.: 91.922  
Lame (mm) obs.: 851.6 • cal.: 805.24

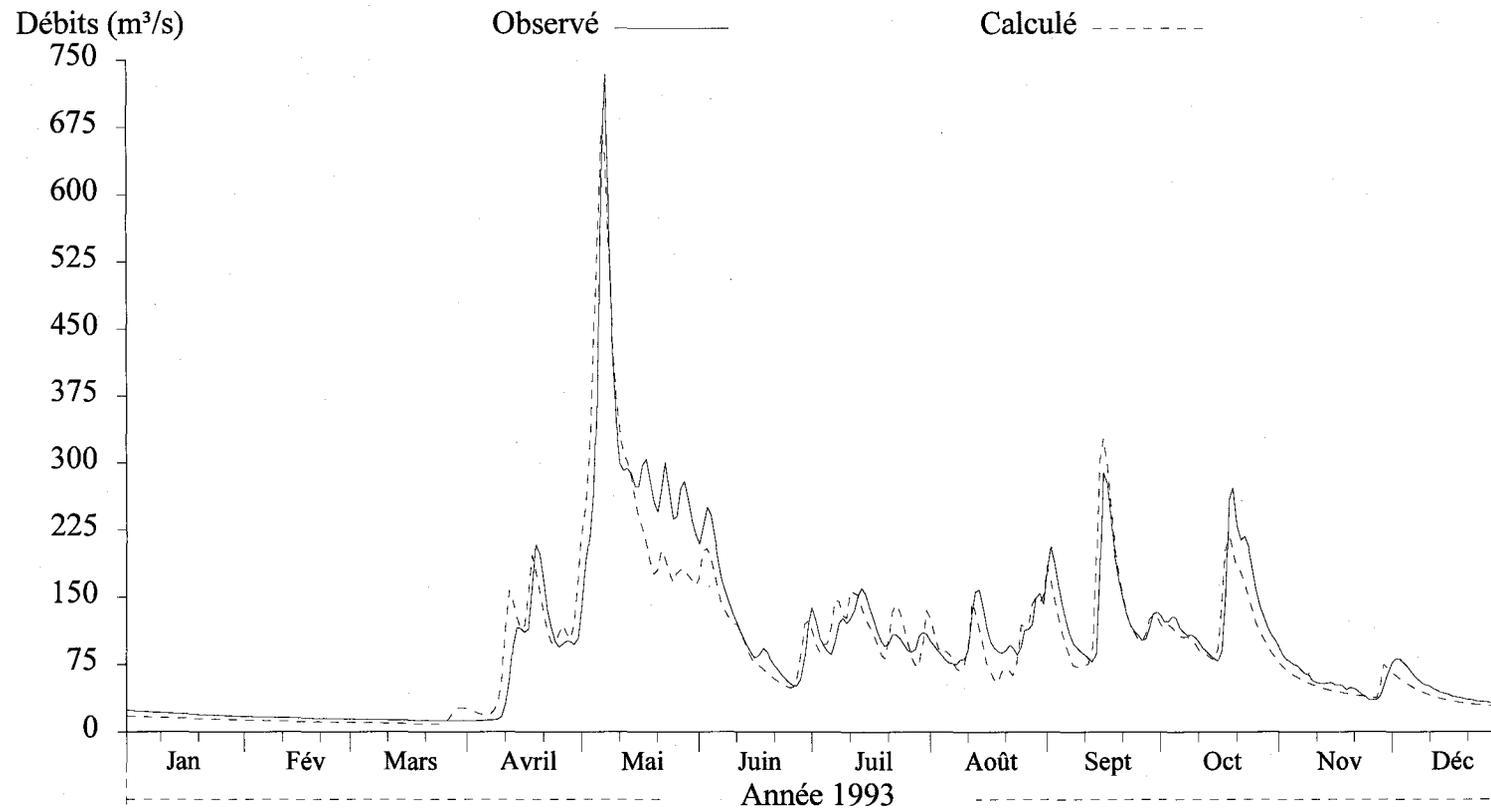


Figure D20 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: MANOU  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8223

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 88.373 • cal.: 83.344  
Lame (mm) obs.: 774.14 • cal.: 730.09

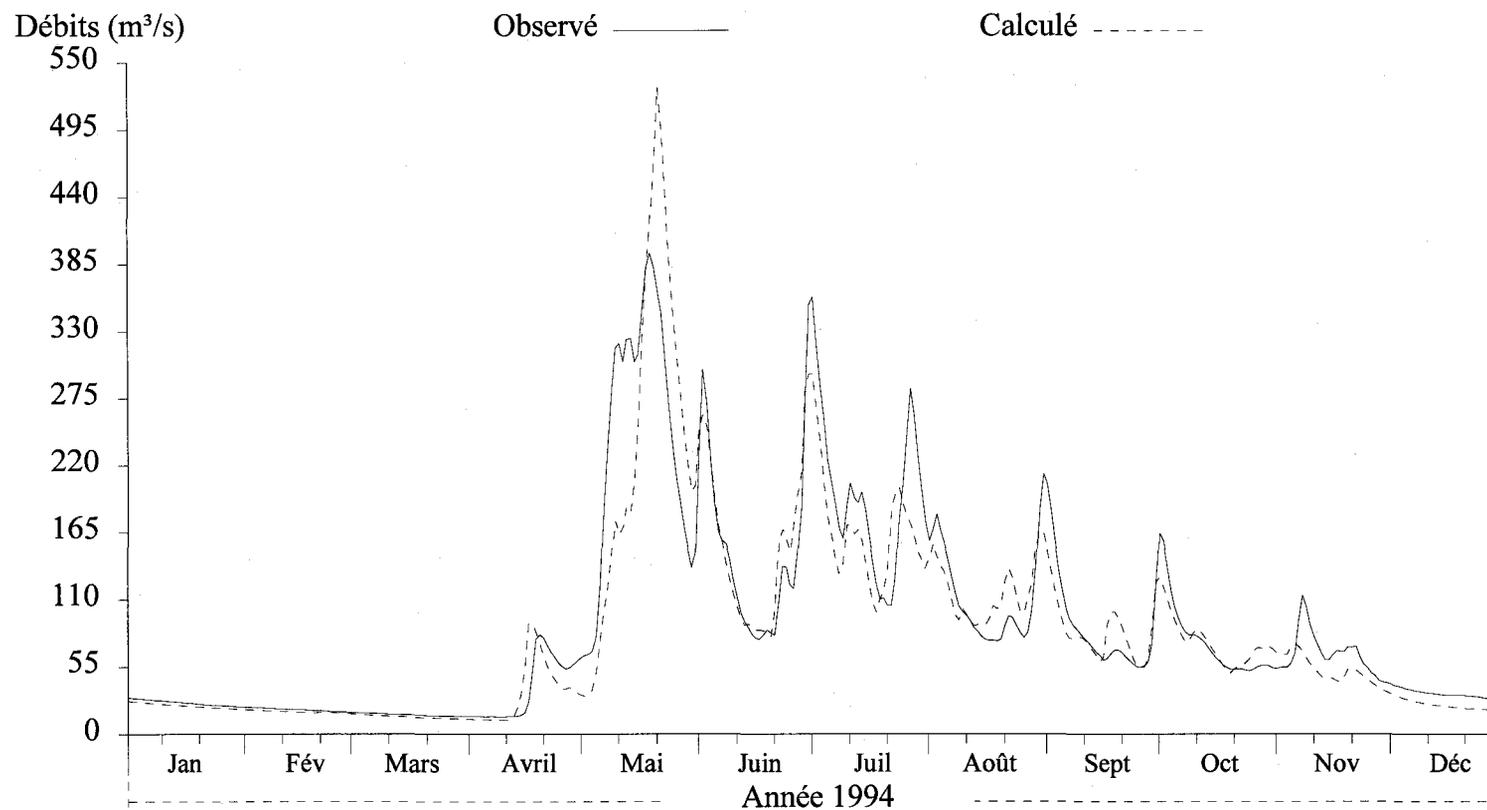


Figure D21 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: MANOU  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7648

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 89.475 • cal.: 83.442  
Lame (mm) obs.: 783.8 • cal.: 730.95

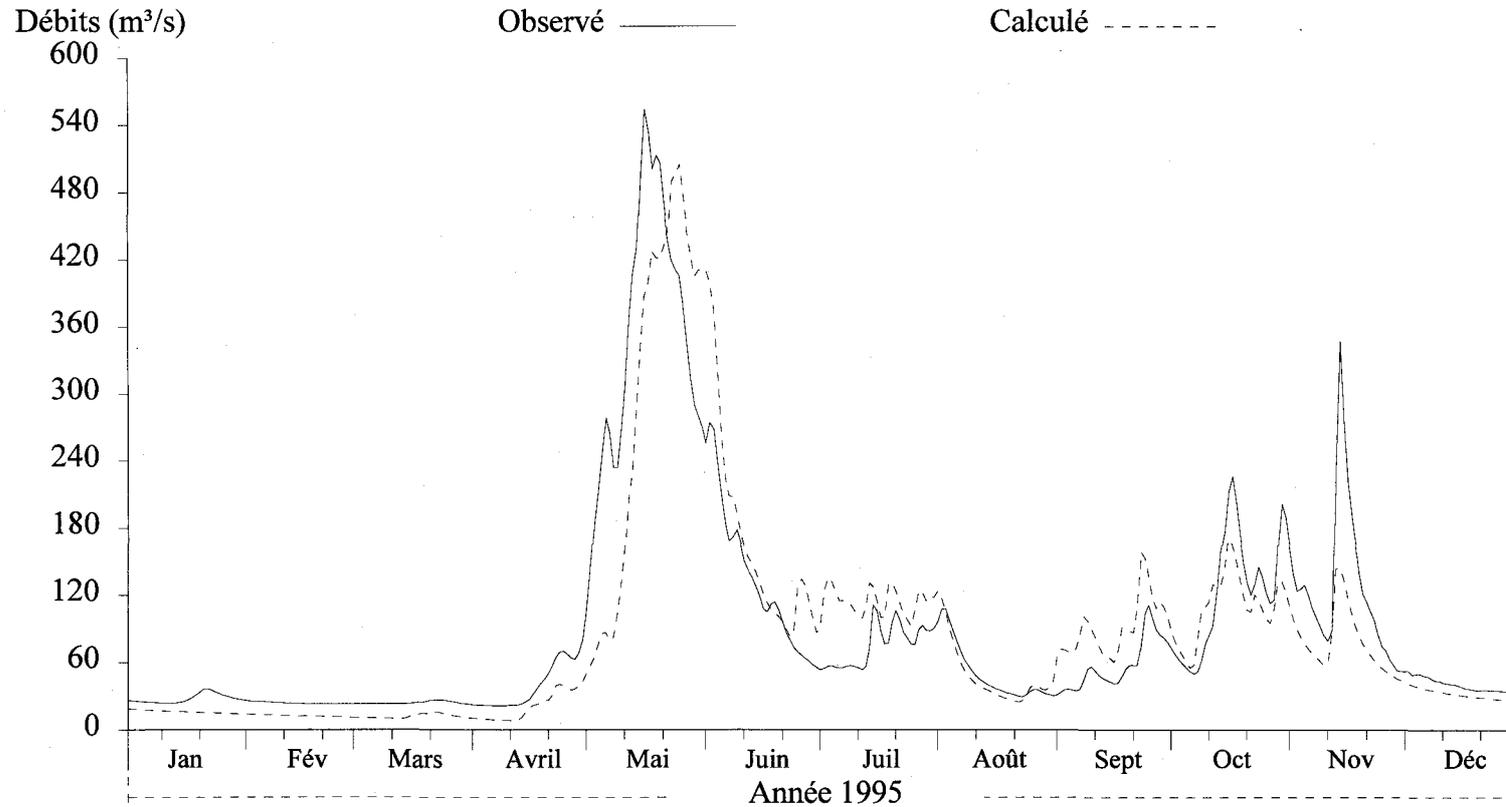


Figure D22 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU) pour l'année 1995.

## Débits journaliers

Numéro de station: SERP  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7109\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 35.234\* • cal.: 43.22  
Lame (mm) obs.: 309.96\* • cal.: 619.55

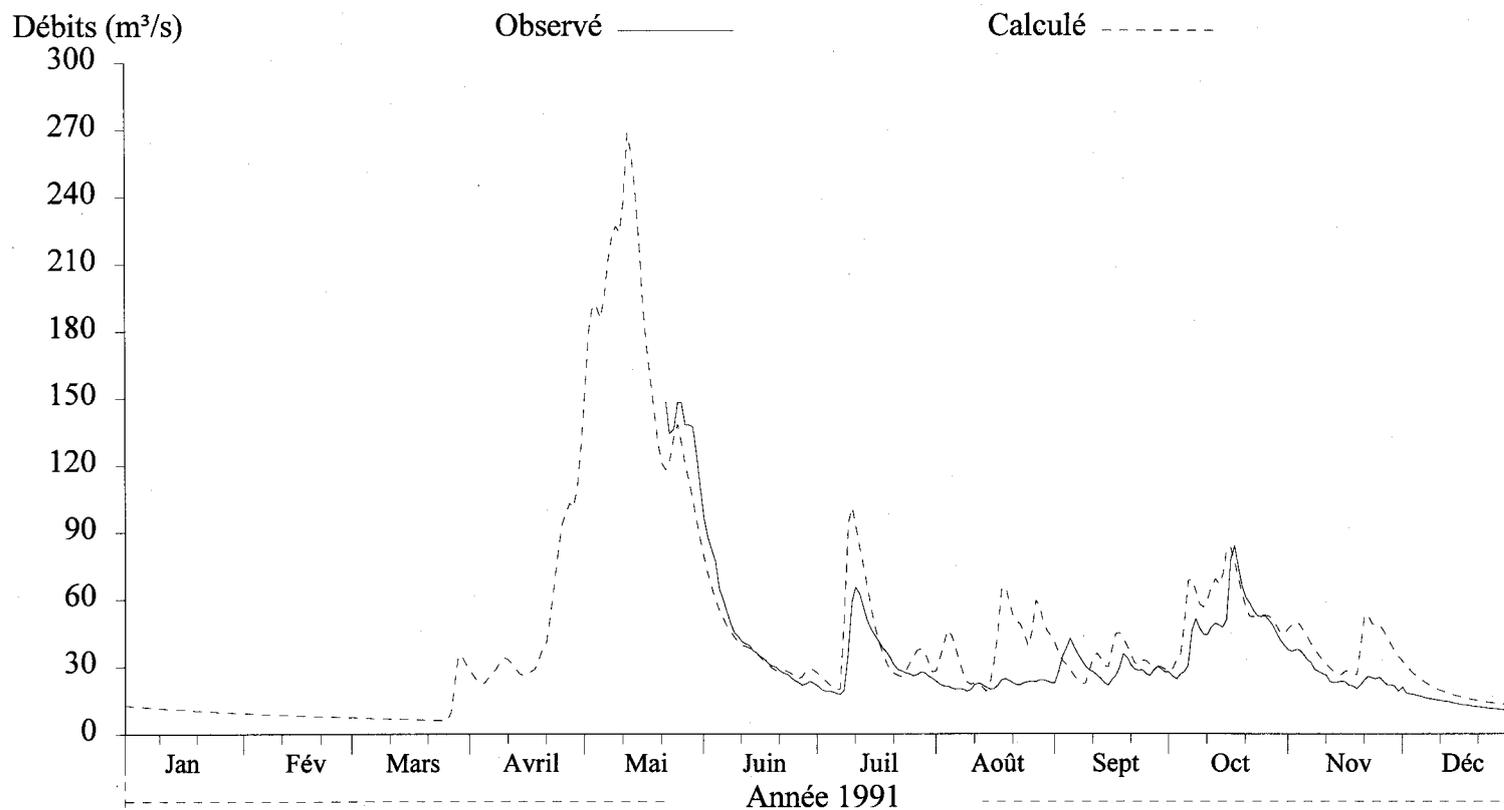


Figure D23 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: SERP  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8944

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 45.312 • cal.: 49.126  
Lame (mm) obs.: 651.3 • cal.: 706.13

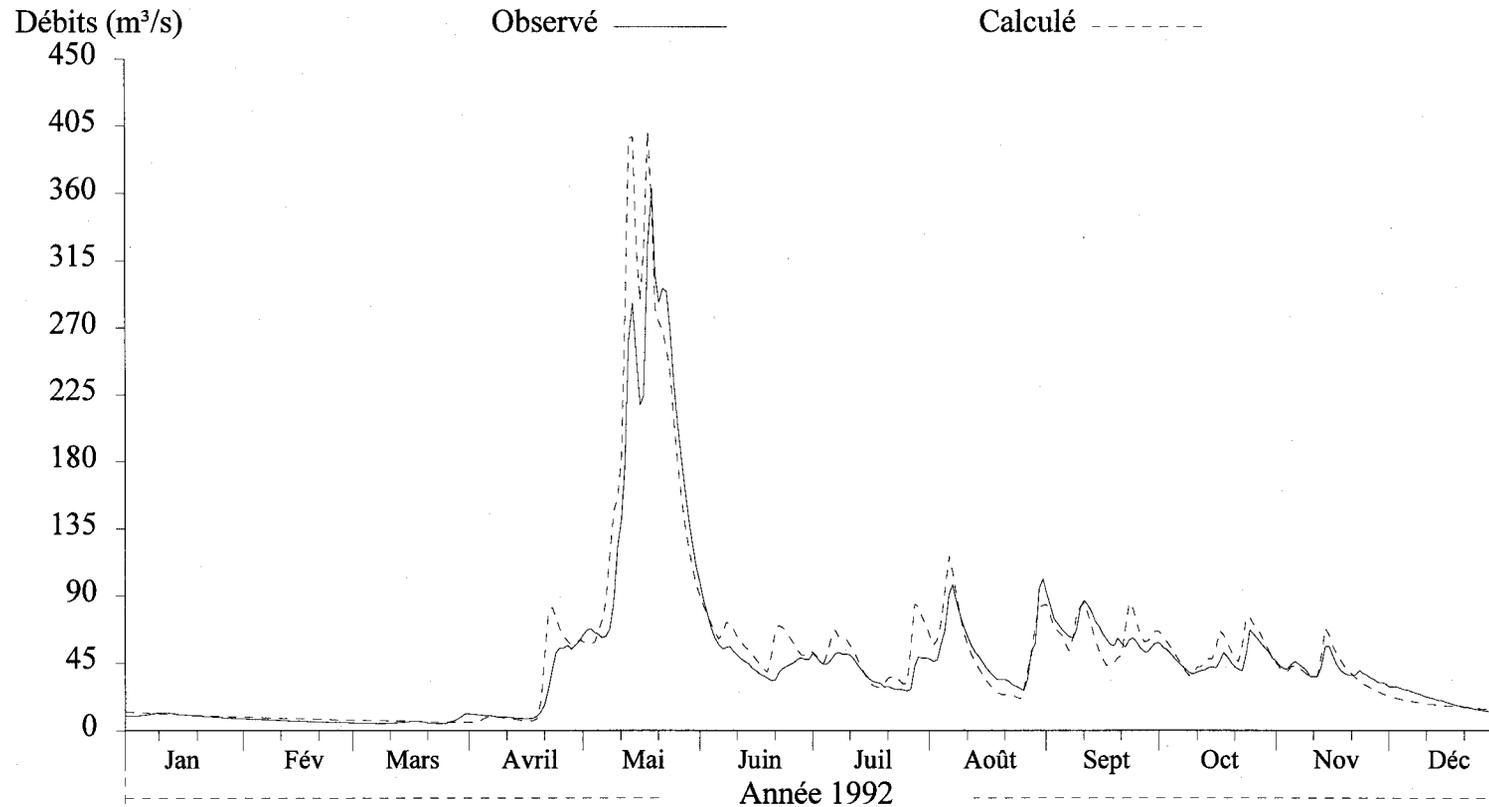


Figure D24 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: SERP  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7546

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 46.589 • cal.: 58.516  
Lame (mm) obs.: 667.83 • cal.: 838.8

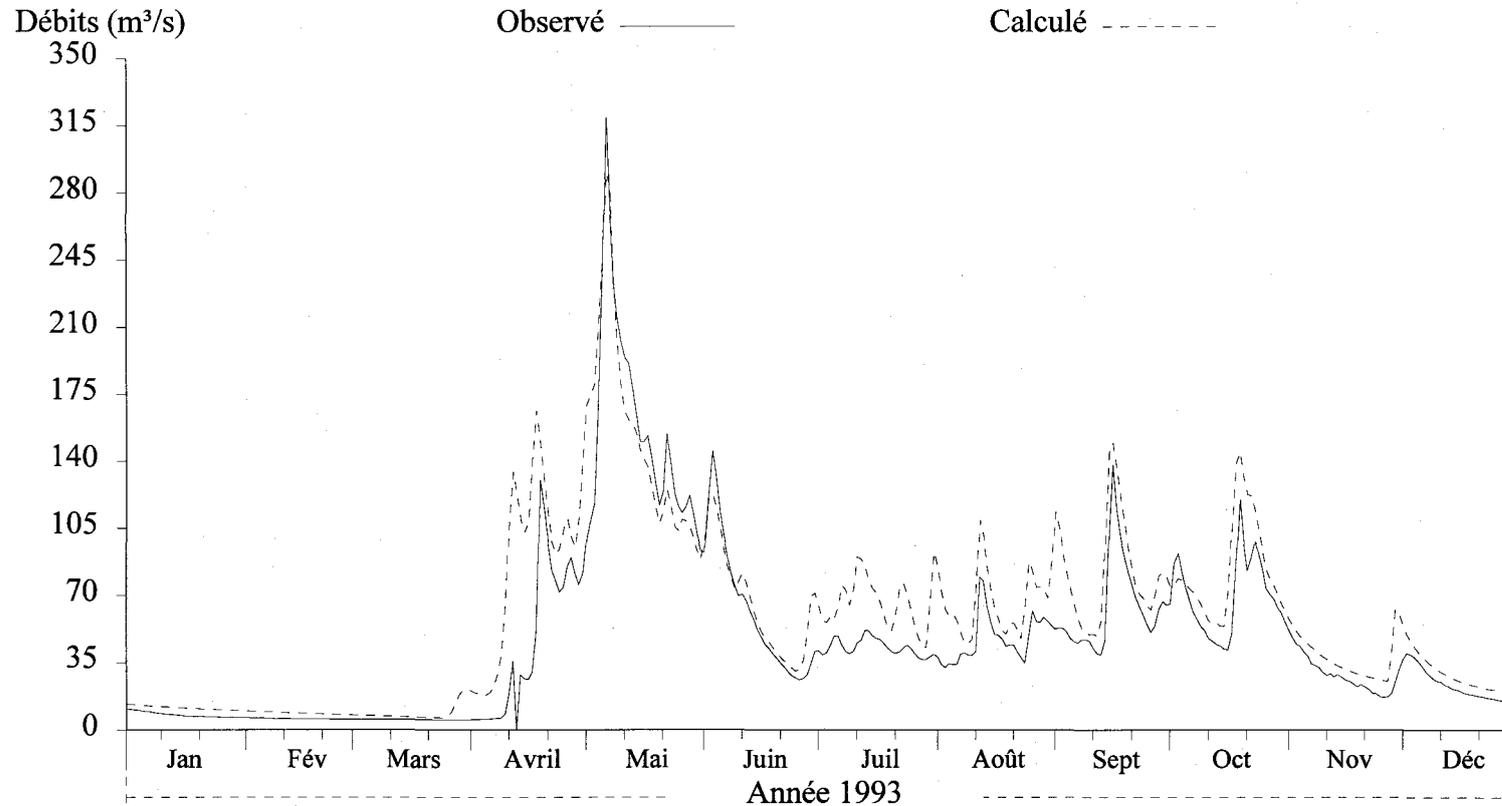


Figure D25 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: SERP  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7912

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 44.063 • cal.: 56.824  
Lame (mm) obs.: 631.62 • cal.: 814.54

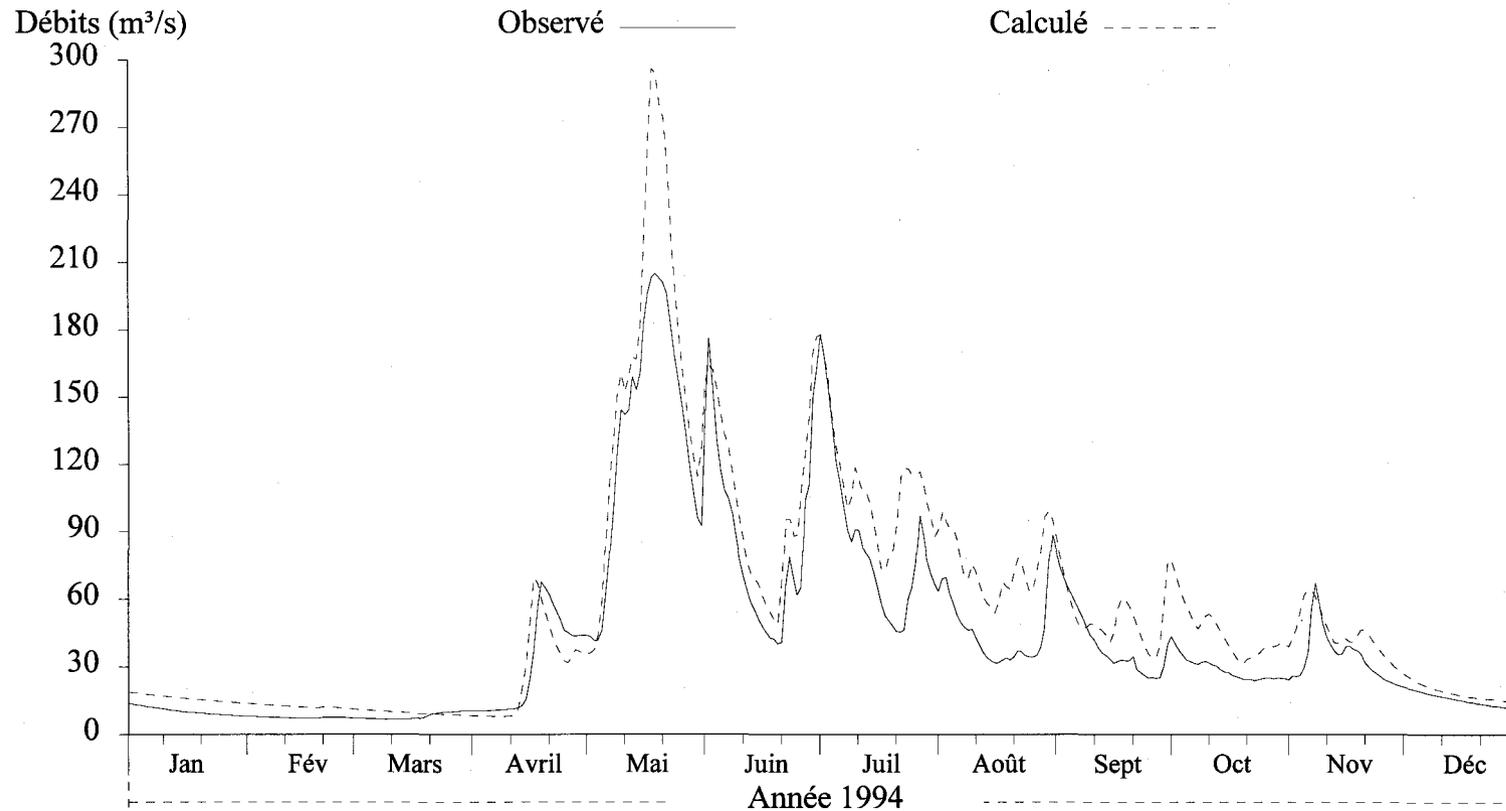


Figure D26 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: SERP  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7698

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 45.08 • cal.: 54.292  
Lame (mm) obs.: 646.21 • cal.: 778.25

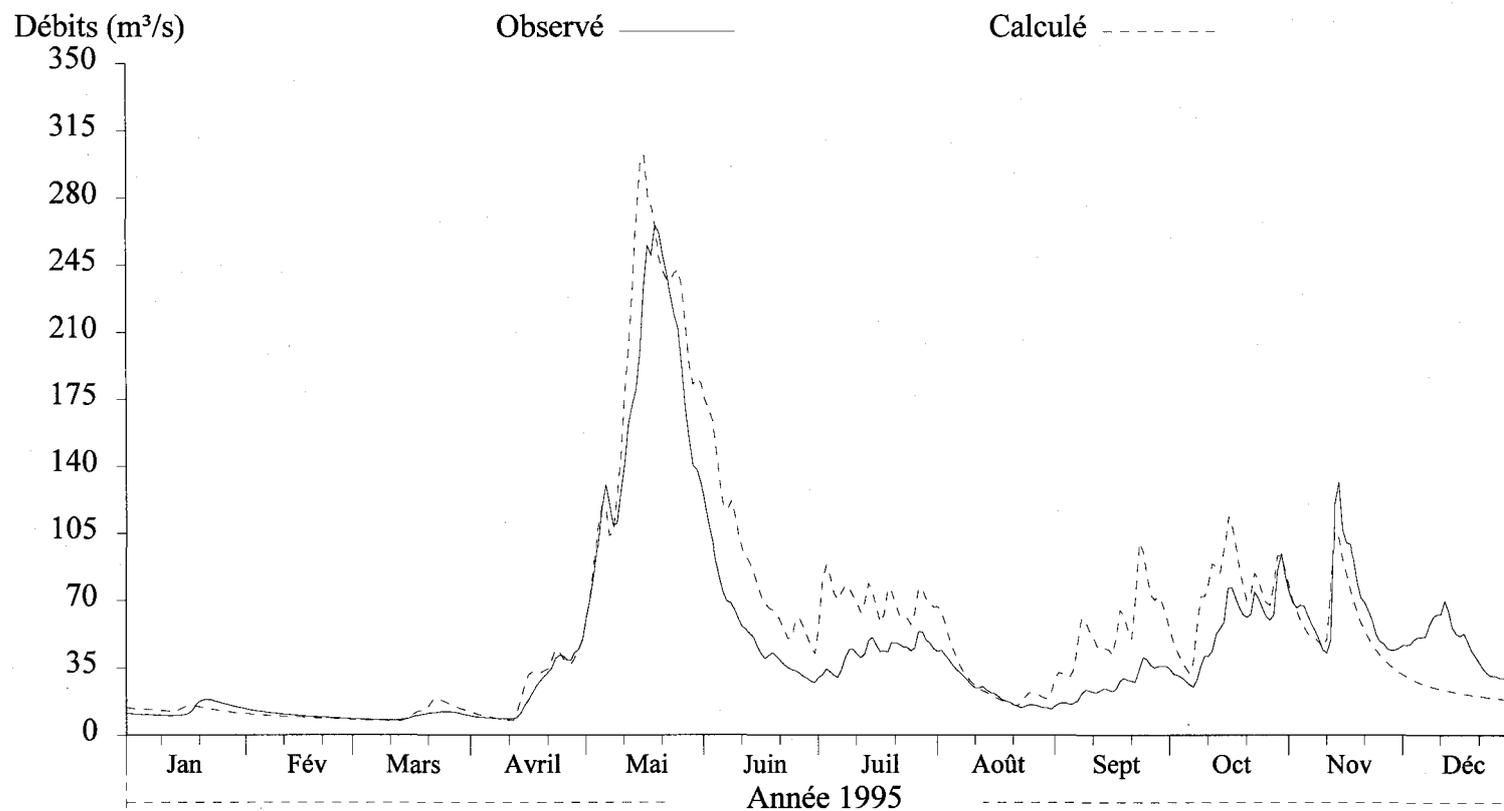


Figure D27 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP) pour l'année 1995.

# **ANNEXE E**

---

**Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant CS pour les années 1985 à 1995.**

## Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6952\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 32.593\* • cal.: 27.059  
Lame (mm) obs.: 788.5\* • cal.: 656.41

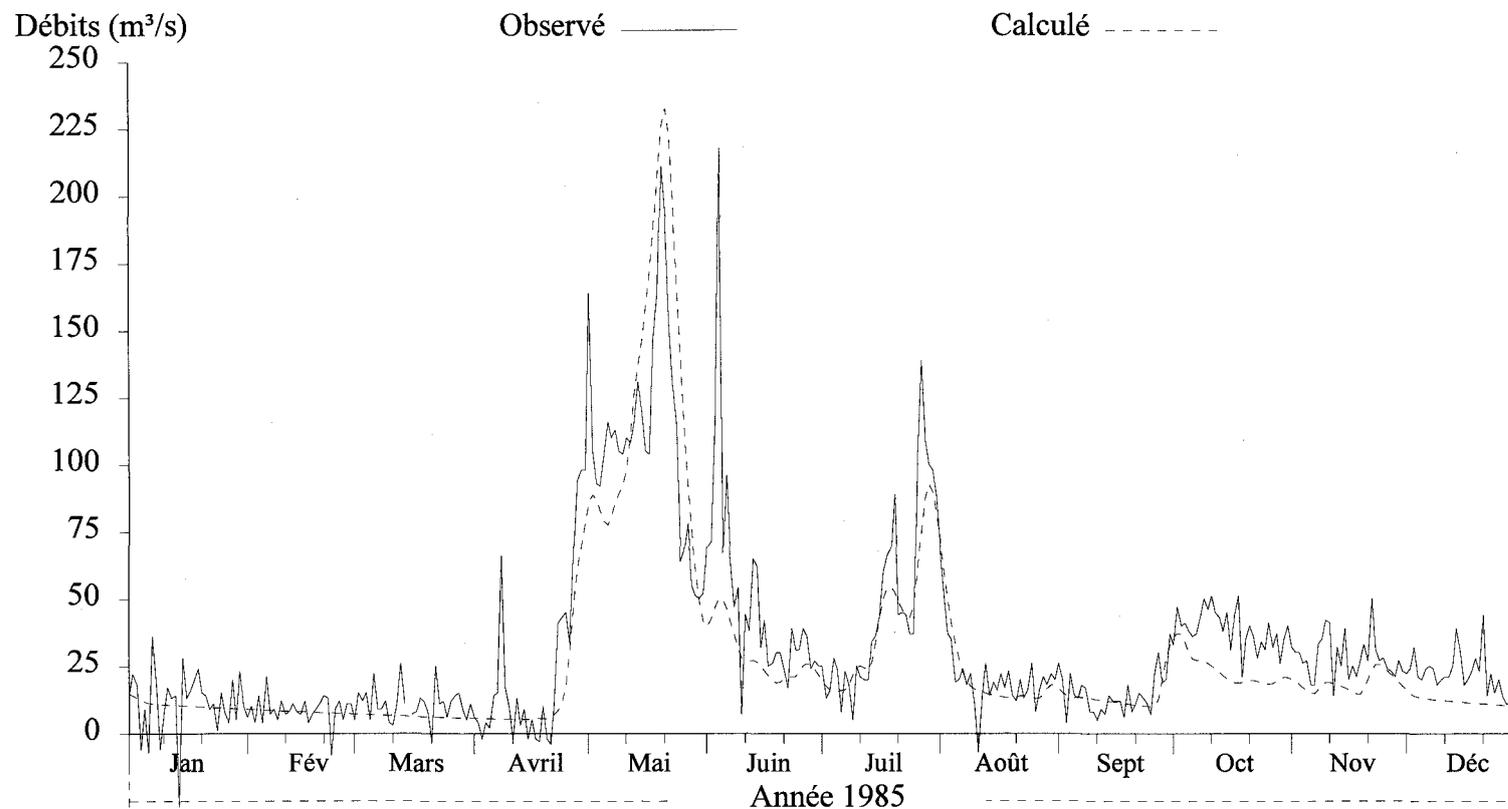


Figure E1 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6876\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 30.813\* • cal.: 26.144  
Lame (mm) obs.: 743.37\* • cal.: 634.21

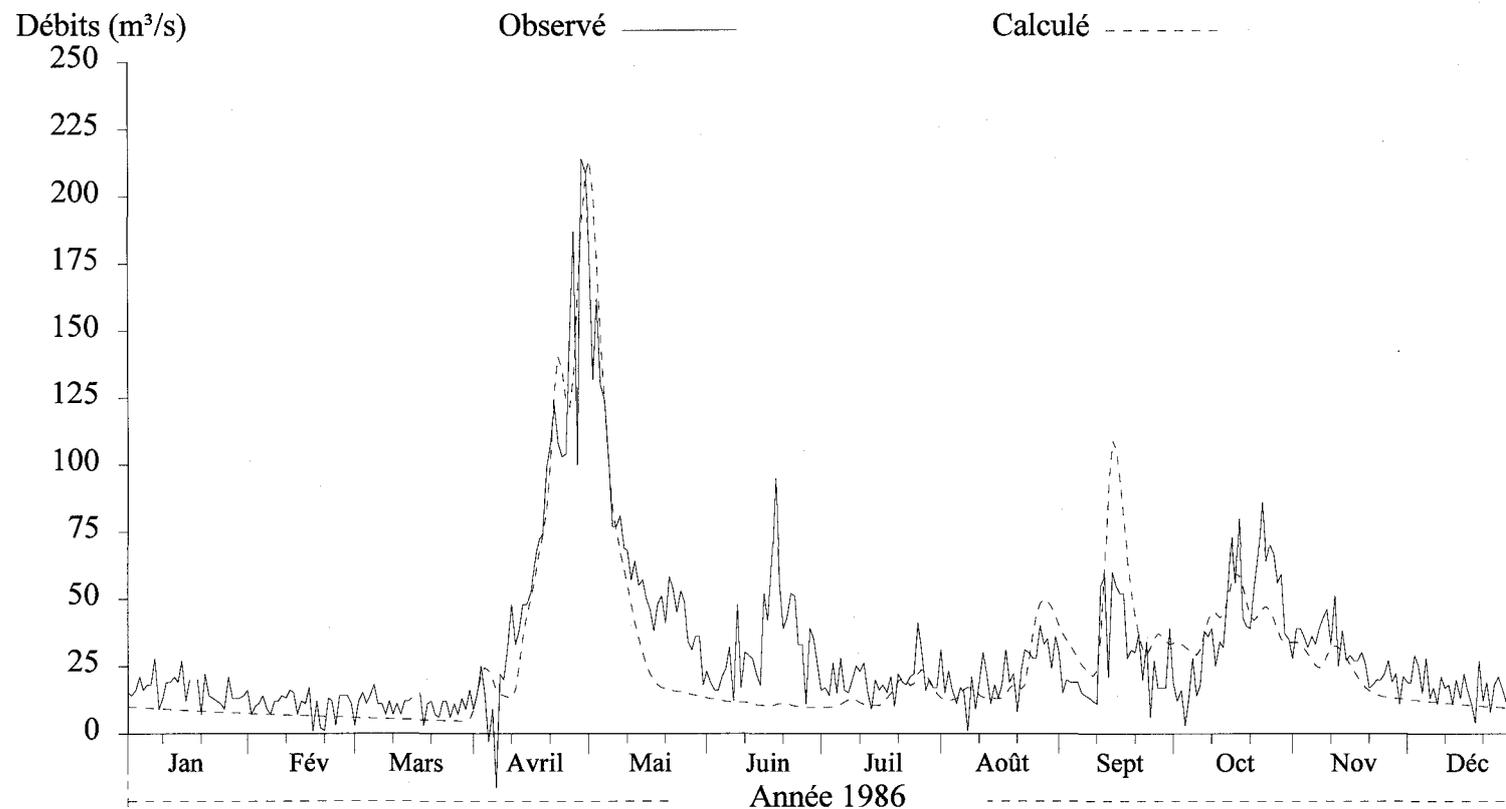


Figure E2 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4146\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 25.379\* • cal.: 19.434  
Lame (mm) obs.: 613.97\* • cal.: 471.44

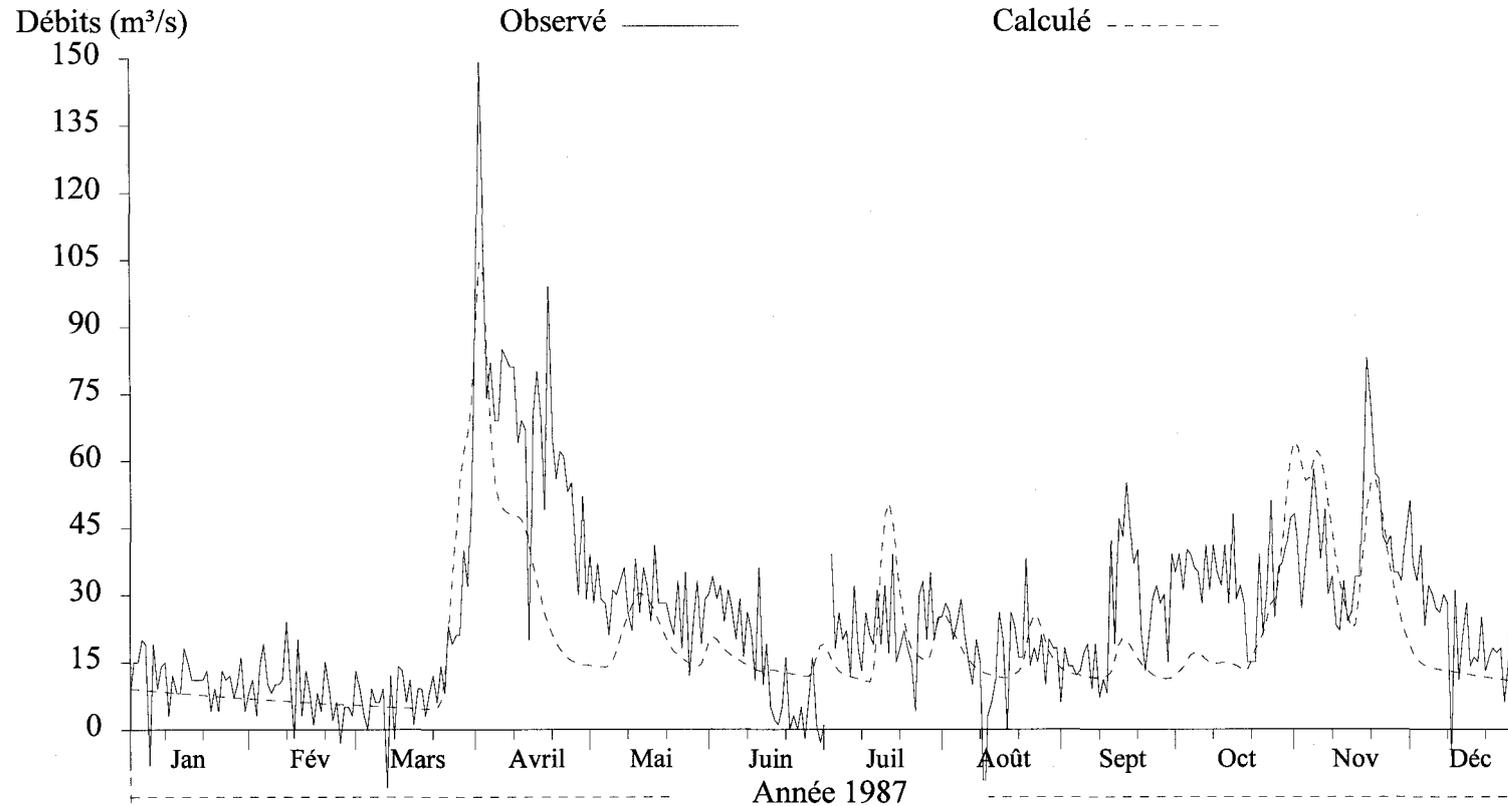


Figure E3 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5536\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 30.882\* • cal.: 29.366  
Lame (mm) obs.: 749.15\* • cal.: 714.32

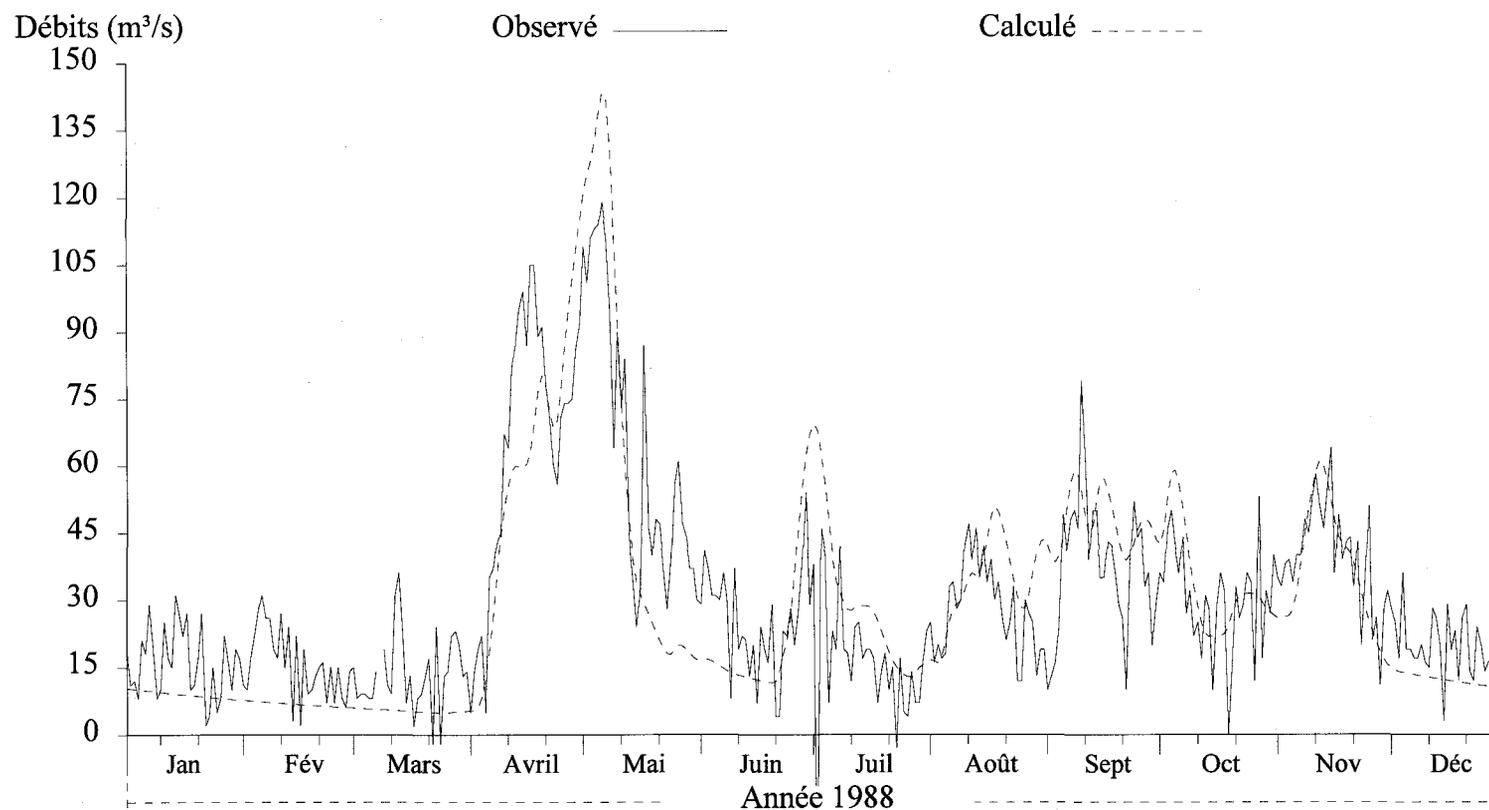


Figure E4 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7559\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 29.1\* • cal.: 27.019  
Lame (mm) obs.: 696.25\* • cal.: 655.43

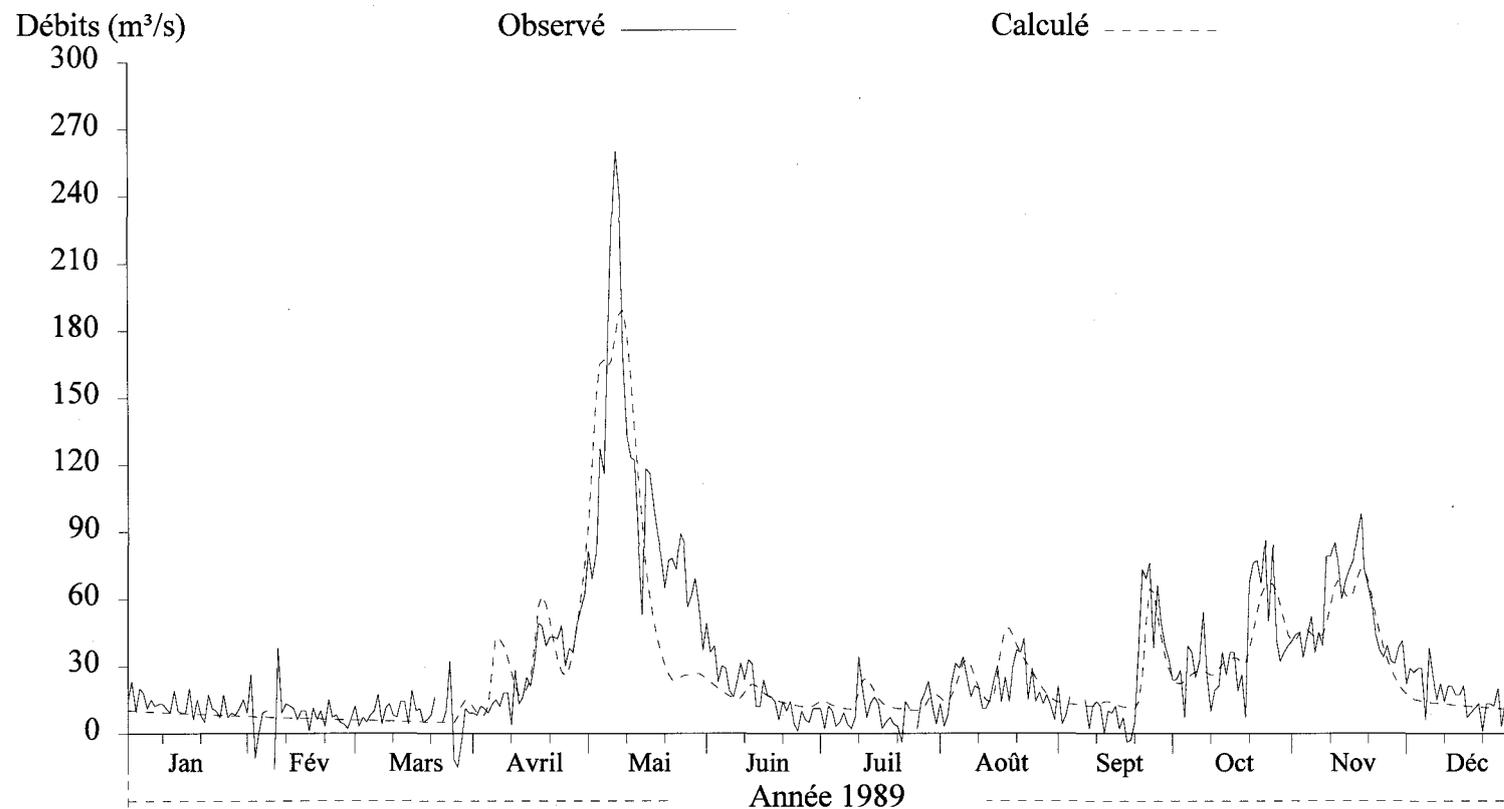


Figure E5 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.693\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 25.43\* • cal.: 25.122  
Lame (mm) obs.: 613.51\* • cal.: 609.41

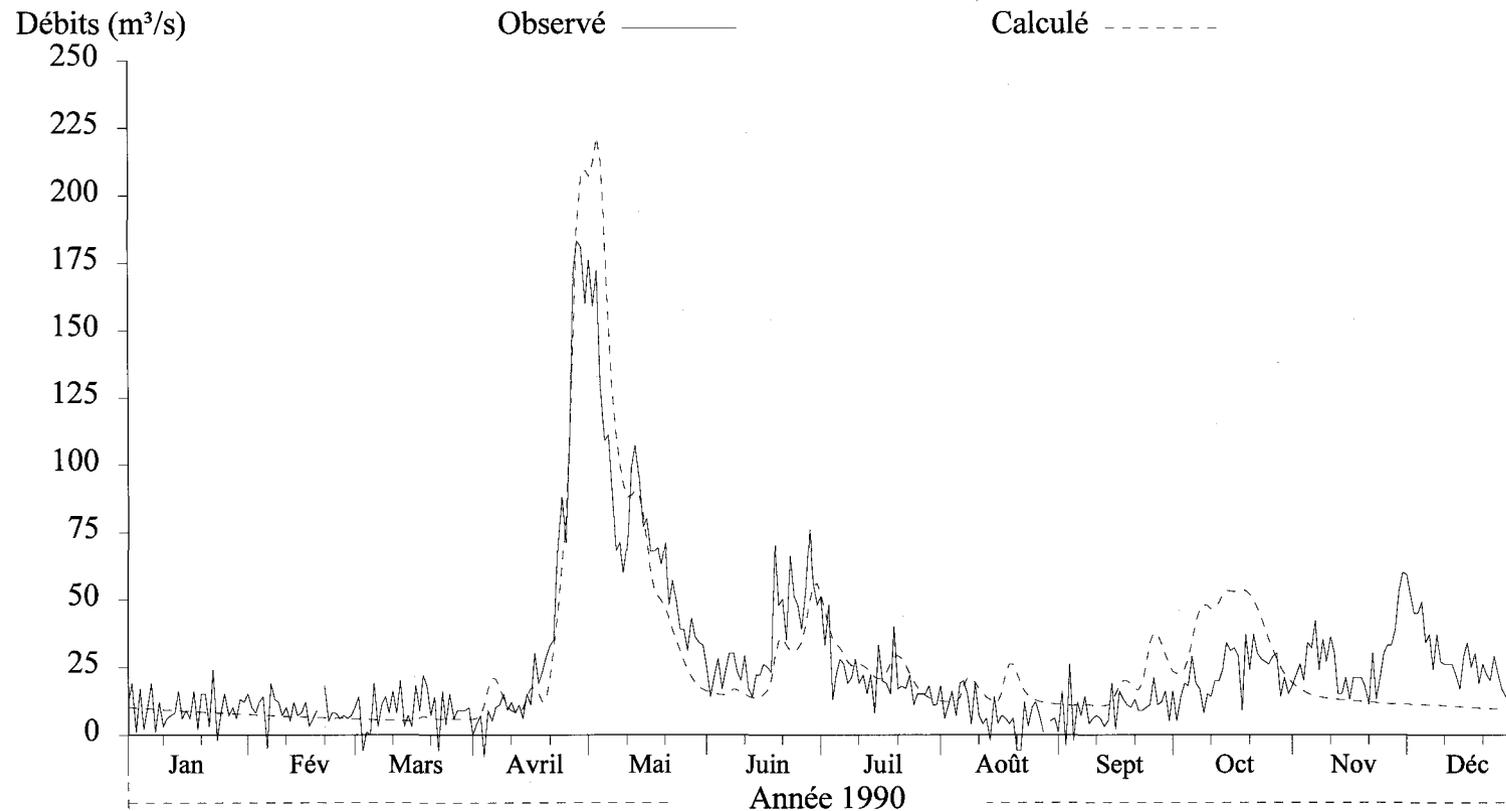


Figure E6 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.3572\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 22.614\* • cal.: 26.927  
Lame (mm) obs.: 541.06\* • cal.: 653.2

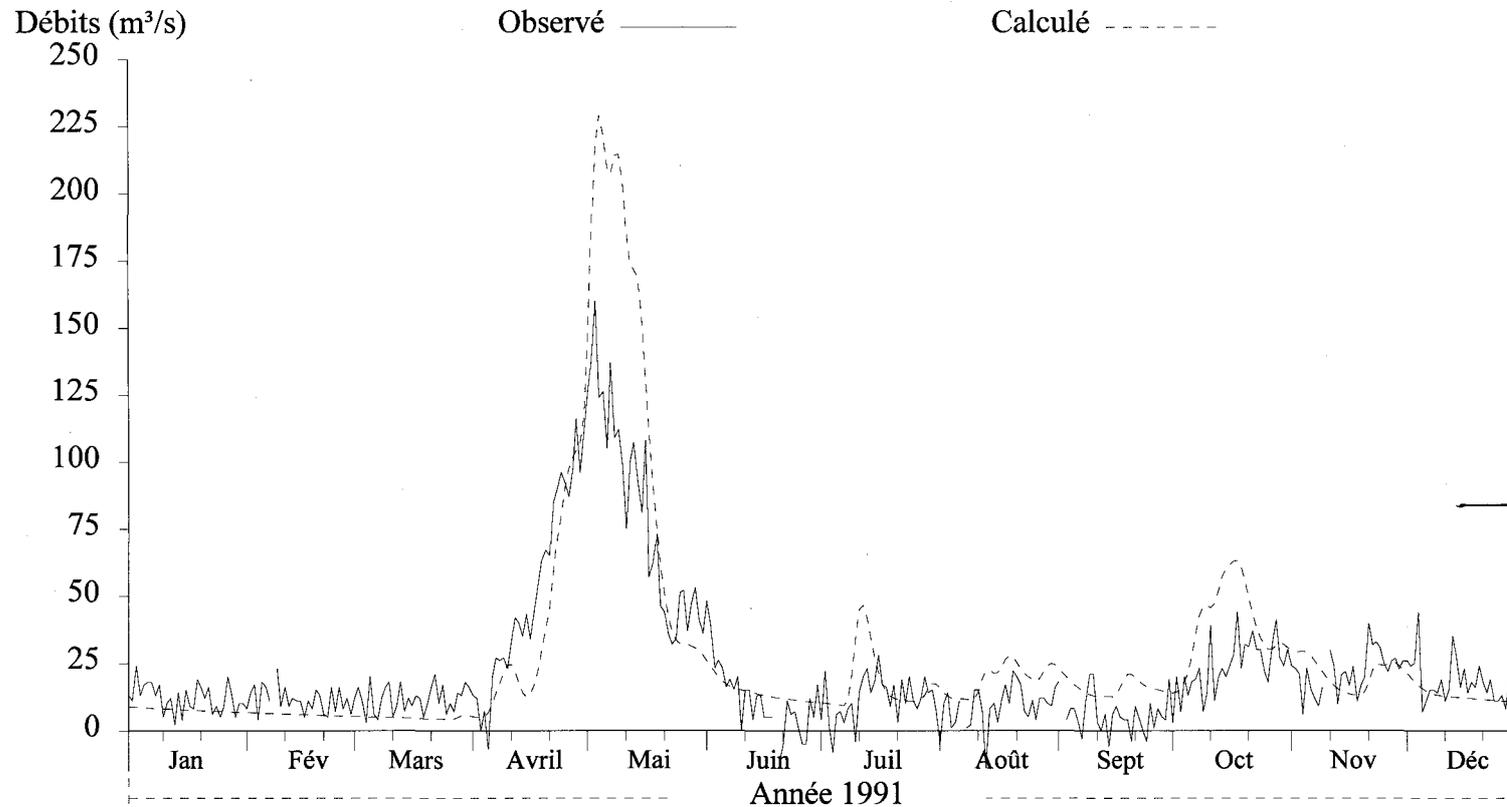


Figure E7 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6486\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 26.171\* • cal.: 29.215  
Lame (mm) obs.: 631.38\* • cal.: 710.65

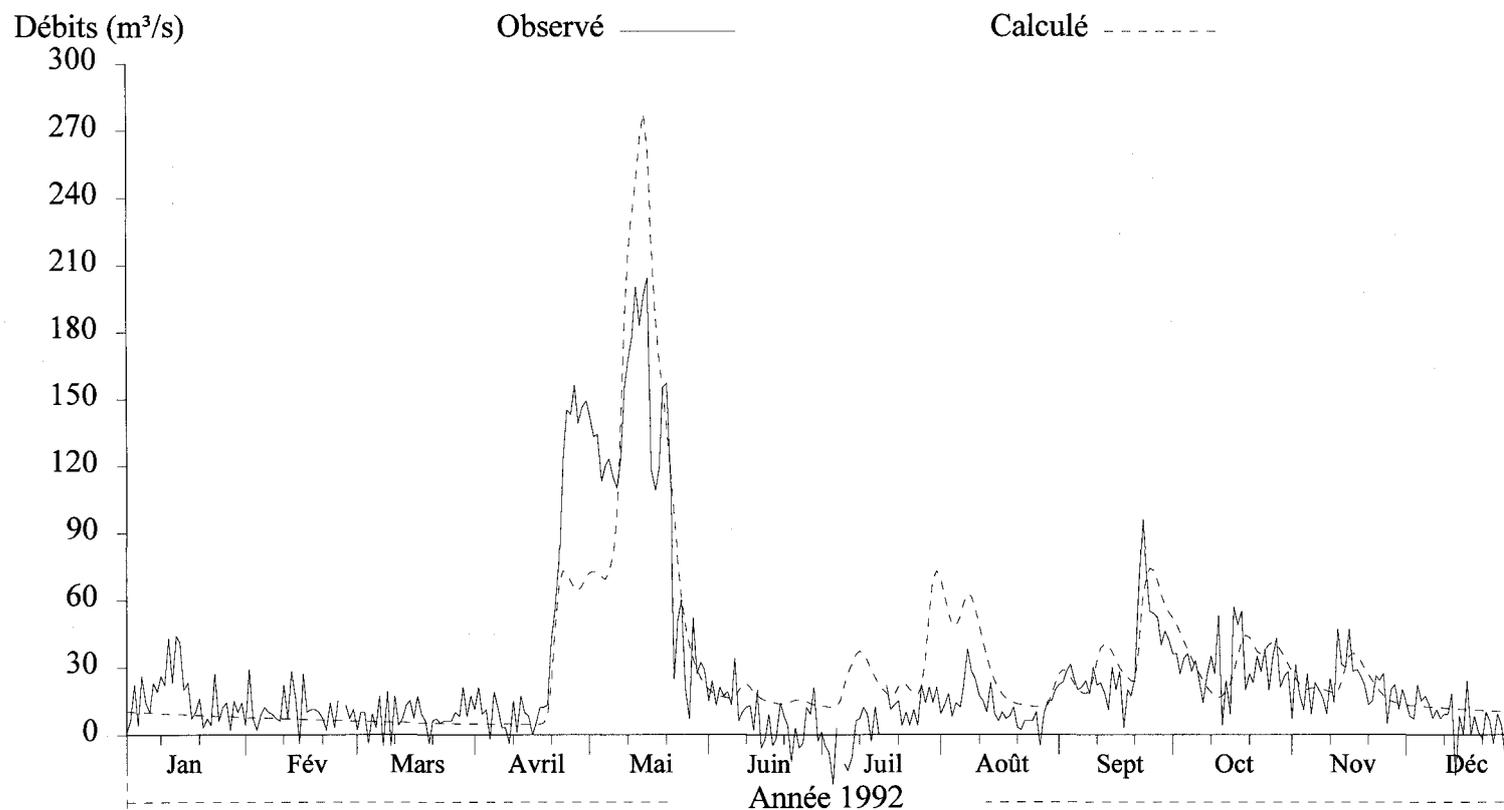


Figure E8 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5765\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 36.881\* • cal.: 29.639  
Lame (mm) obs.: 887.33\* • cal.: 719

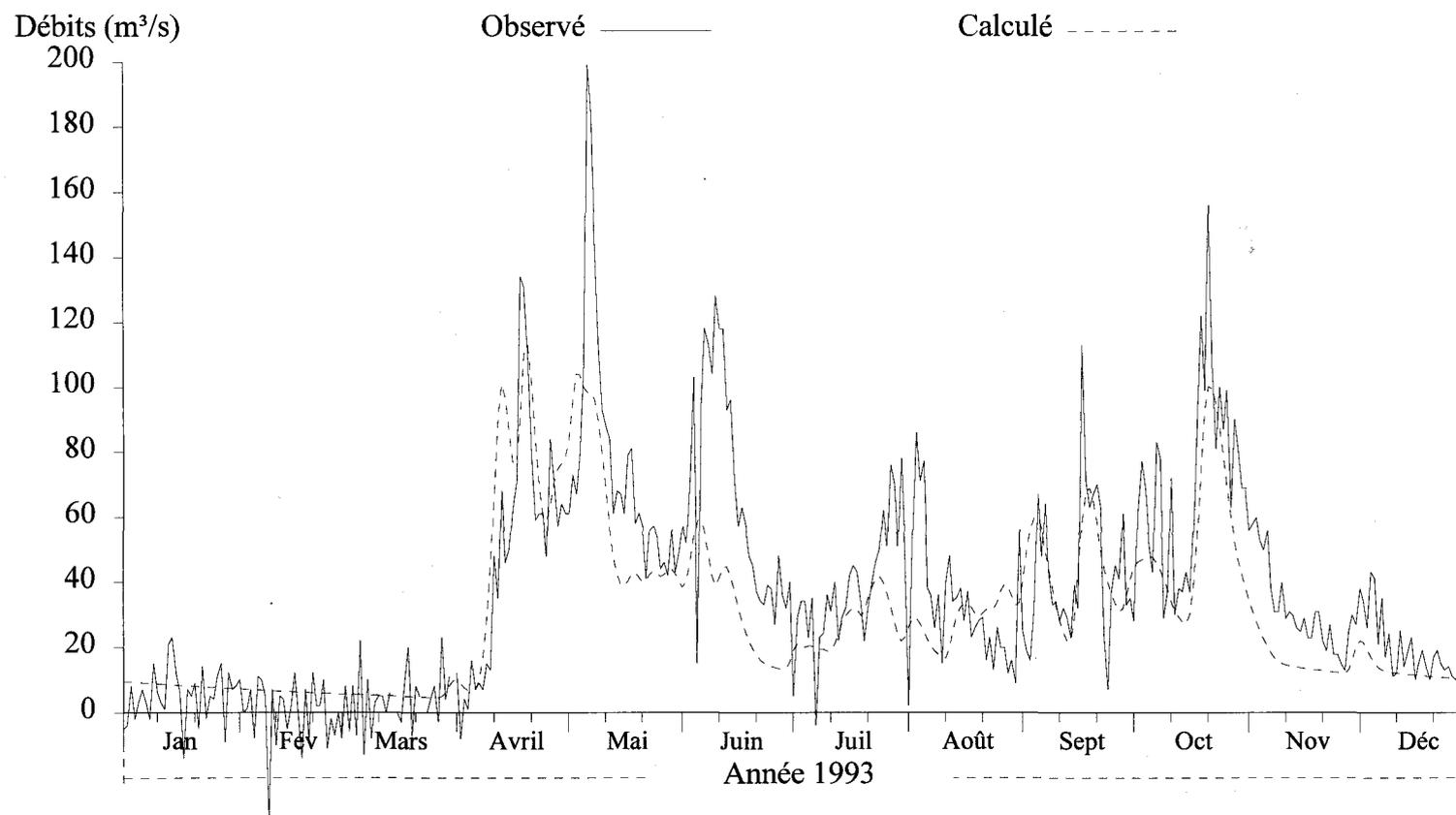


Figure E9 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7215\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 39.647\* • cal.: 31.44  
Lame (mm) obs.: 956.51\* • cal.: 762.69

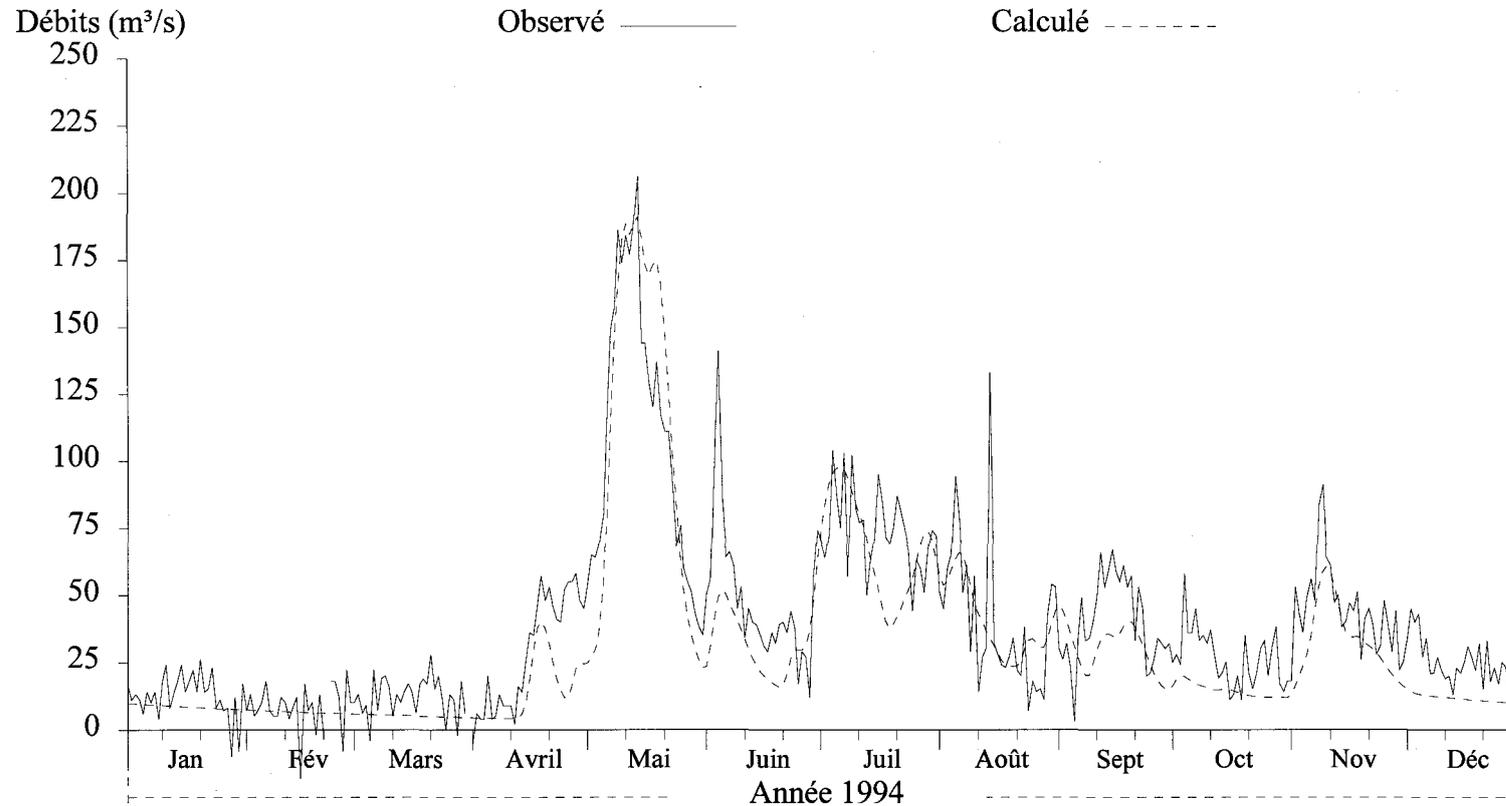


Figure E10 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4951\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 36.25\* • cal.: 30.465  
Lame (mm) obs.: 876.96\* • cal.: 739.03

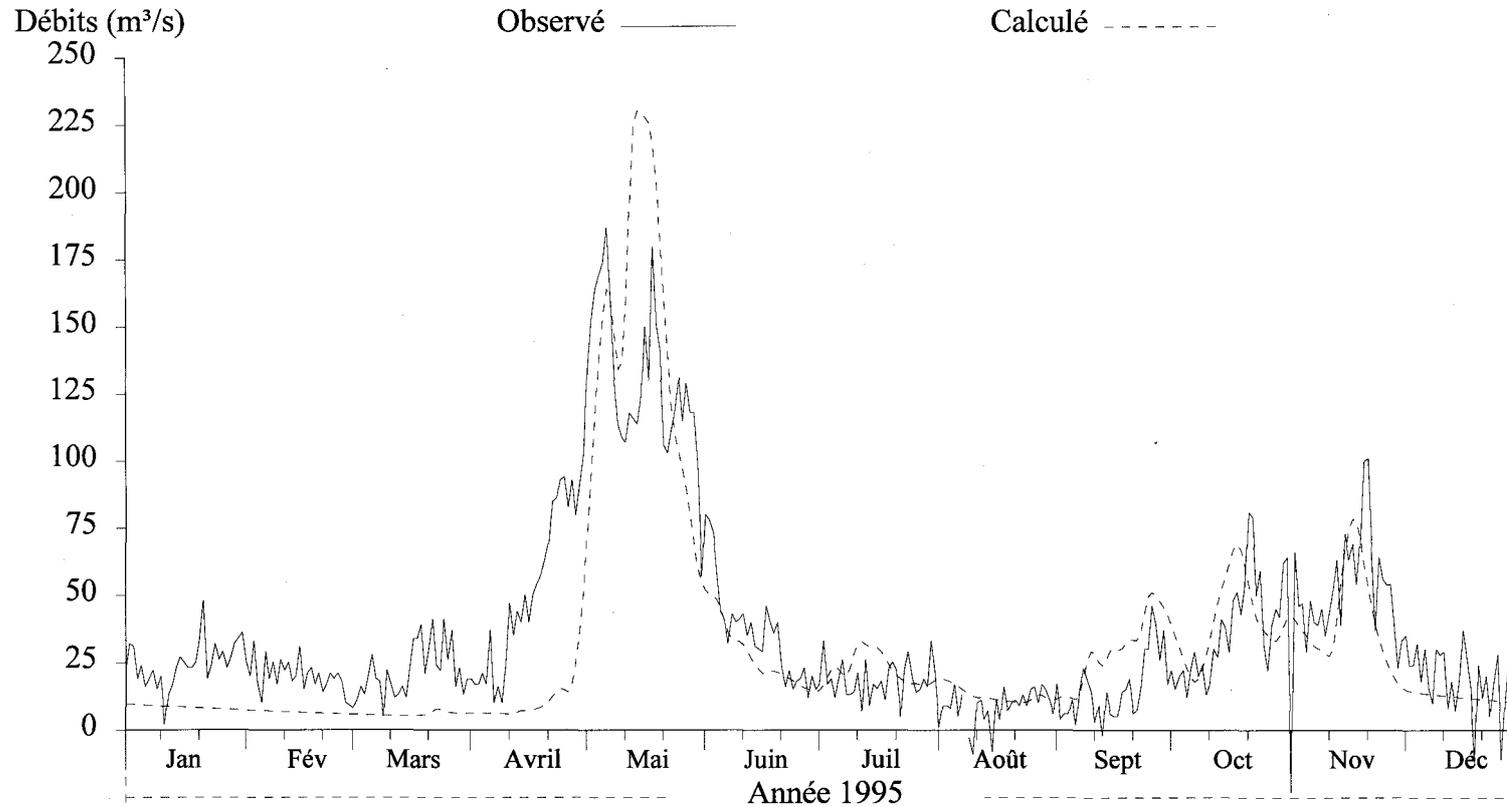


Figure E11 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) pour l'année 1995.

# **ANNEXE F**

---

**Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant LSJ pour les années 1985 à 1995.**

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8111

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 771.7 • cal.: 836.72  
Lame (mm) obs.: 529.05 • cal.: 573.62

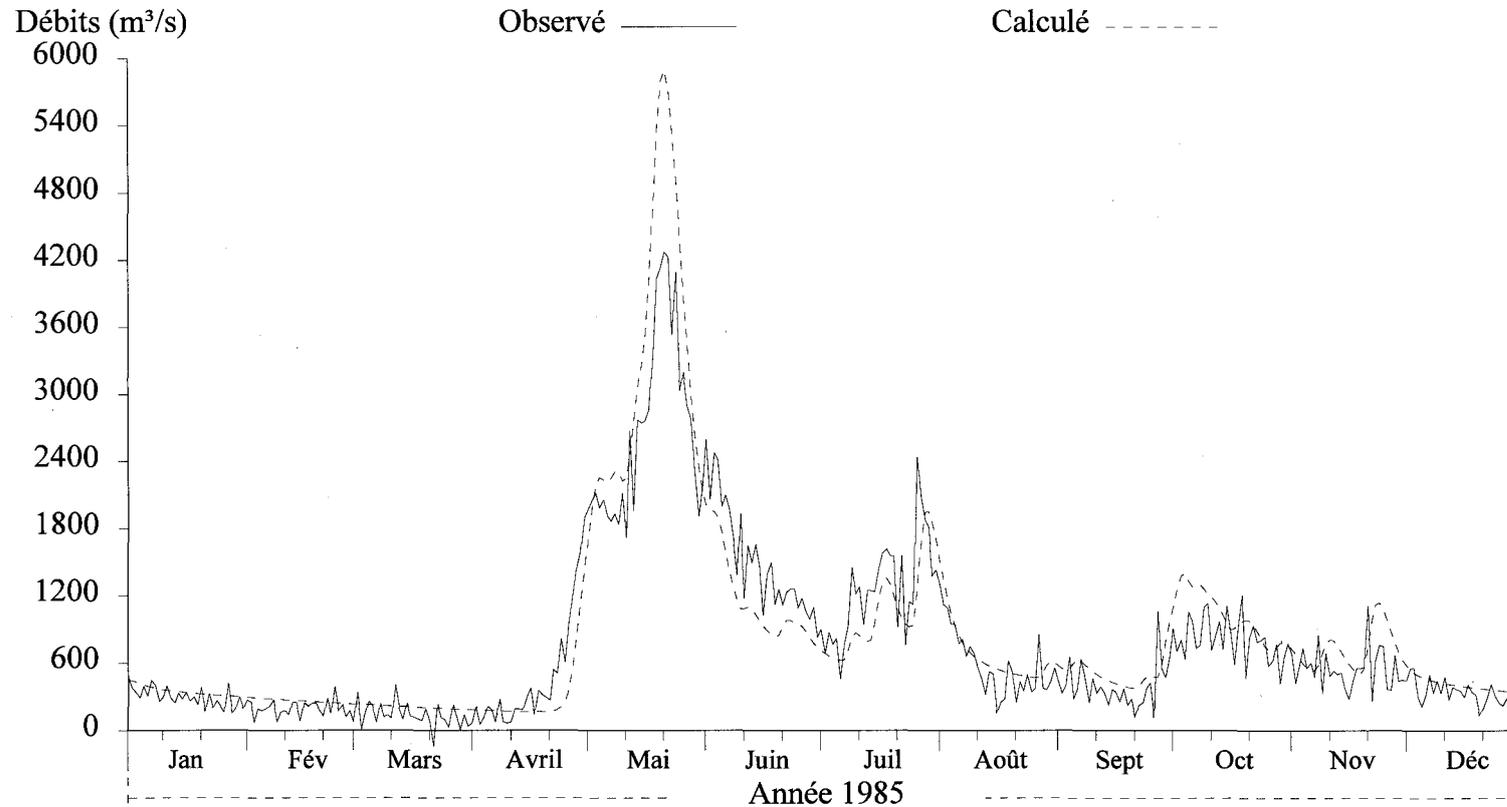


Figure F1 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8804

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 820.08 • cal.: 797.33  
Lame (mm) obs.: 562.22 • cal.: 546.62

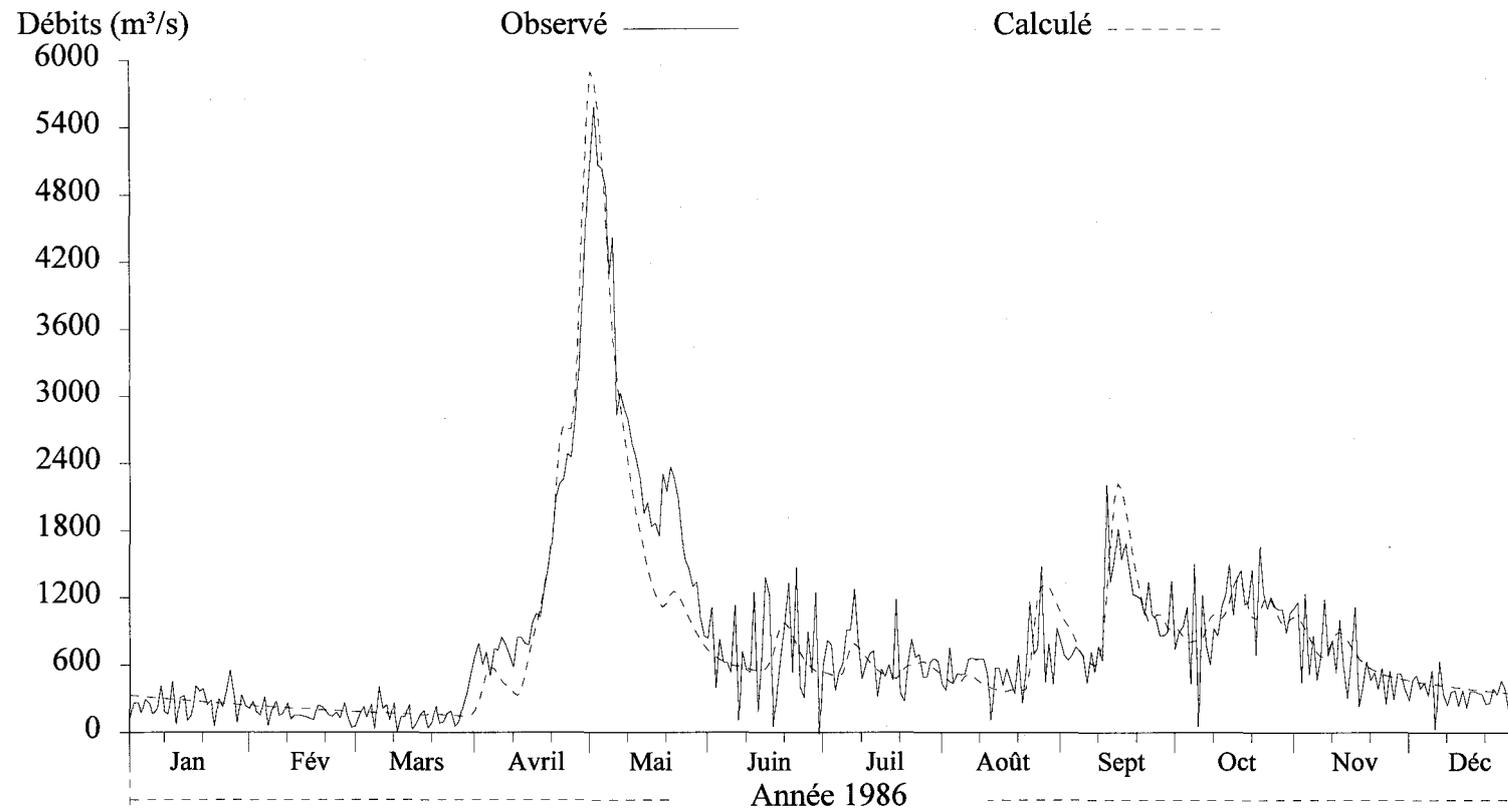


Figure F2 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6061

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 653.35 • cal.: 617.31  
Lame (mm) obs.: 447.91 • cal.: 423.2

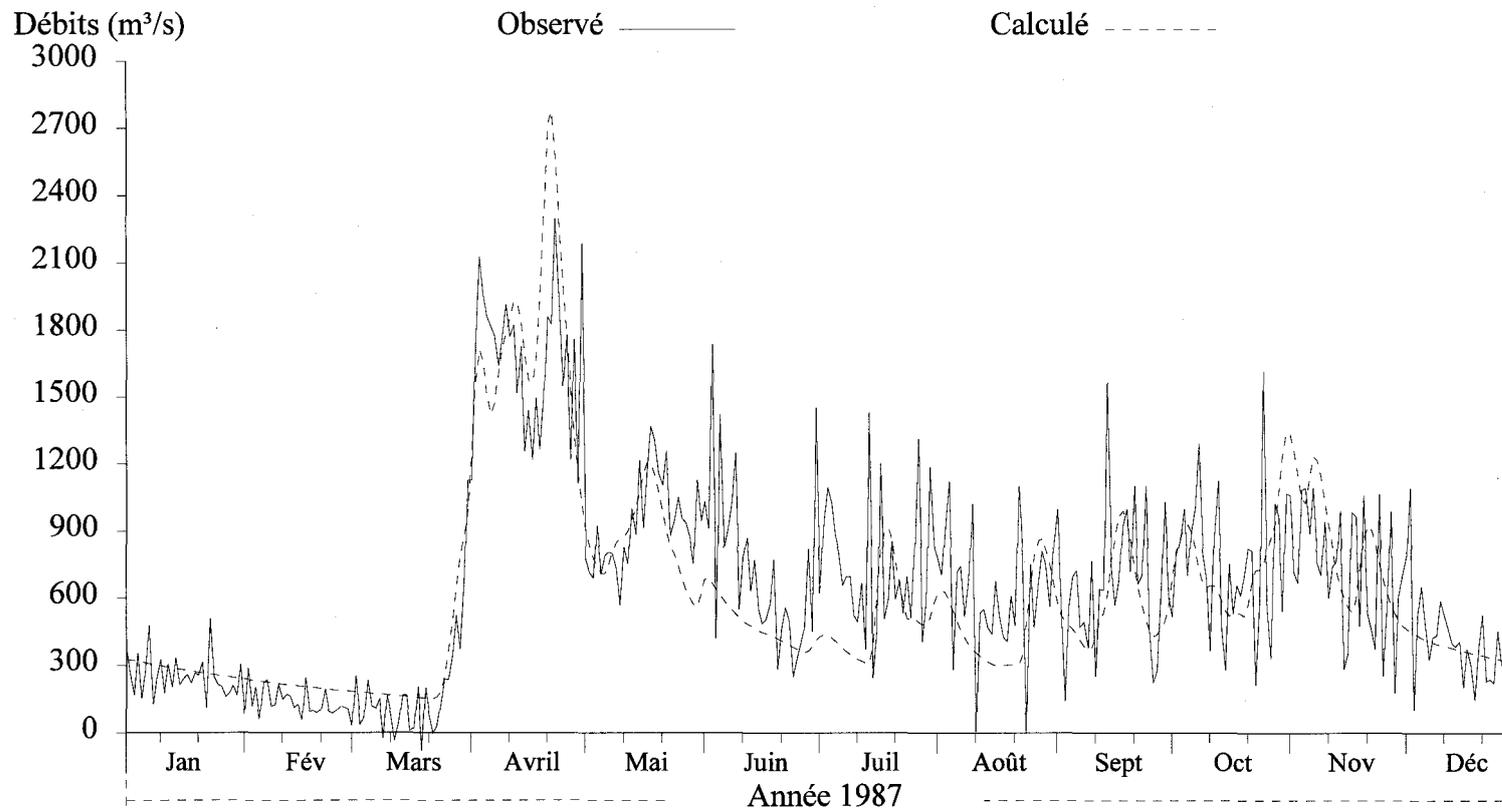


Figure F3 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.809

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 860.22 • cal.: 814.77  
Lame (mm) obs.: 591.35 • cal.: 560.11

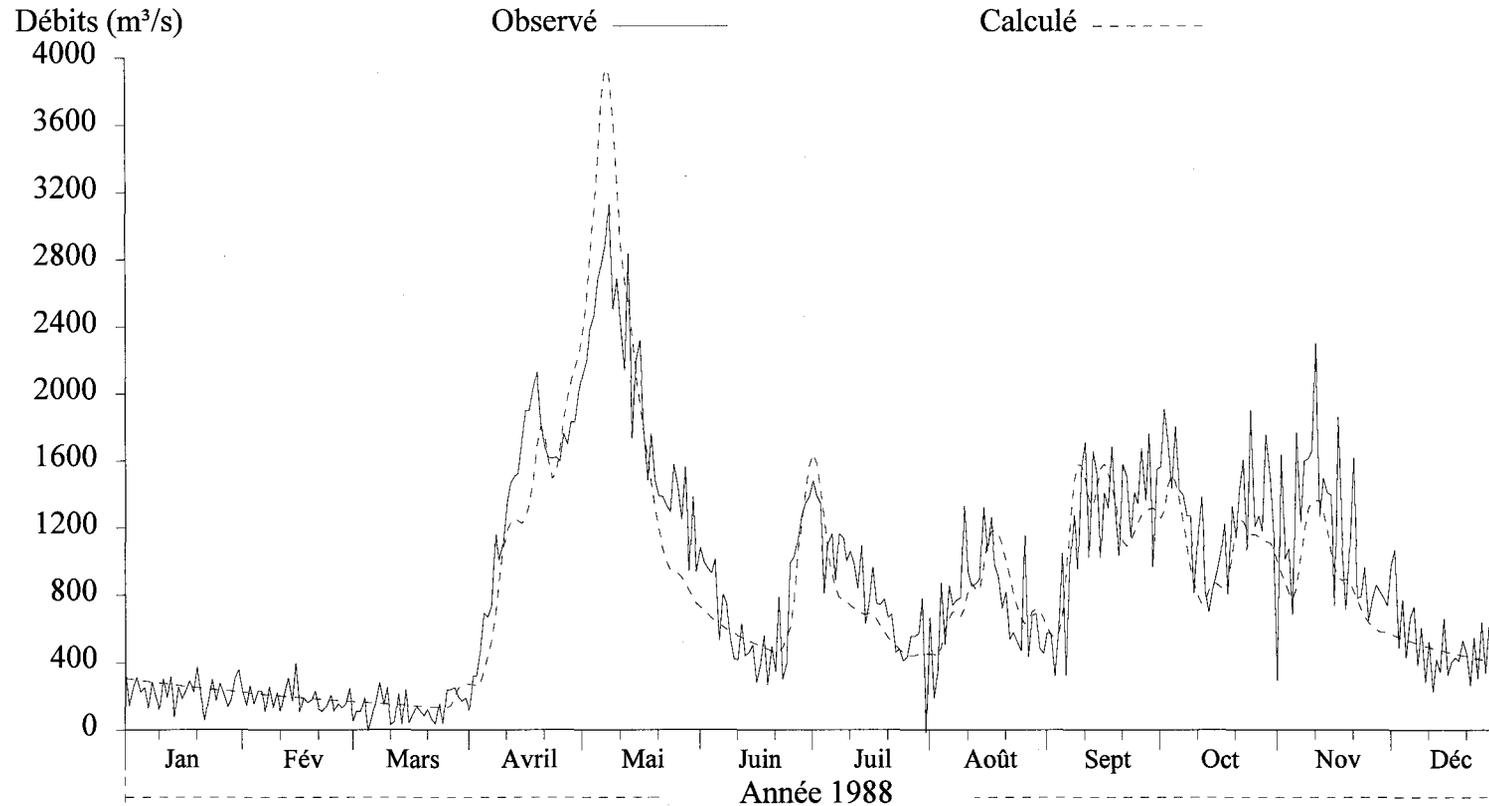


Figure F4 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8955

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 802.8 • cal.: 777.25  
Lame (mm) obs.: 550.37 • cal.: 532.86

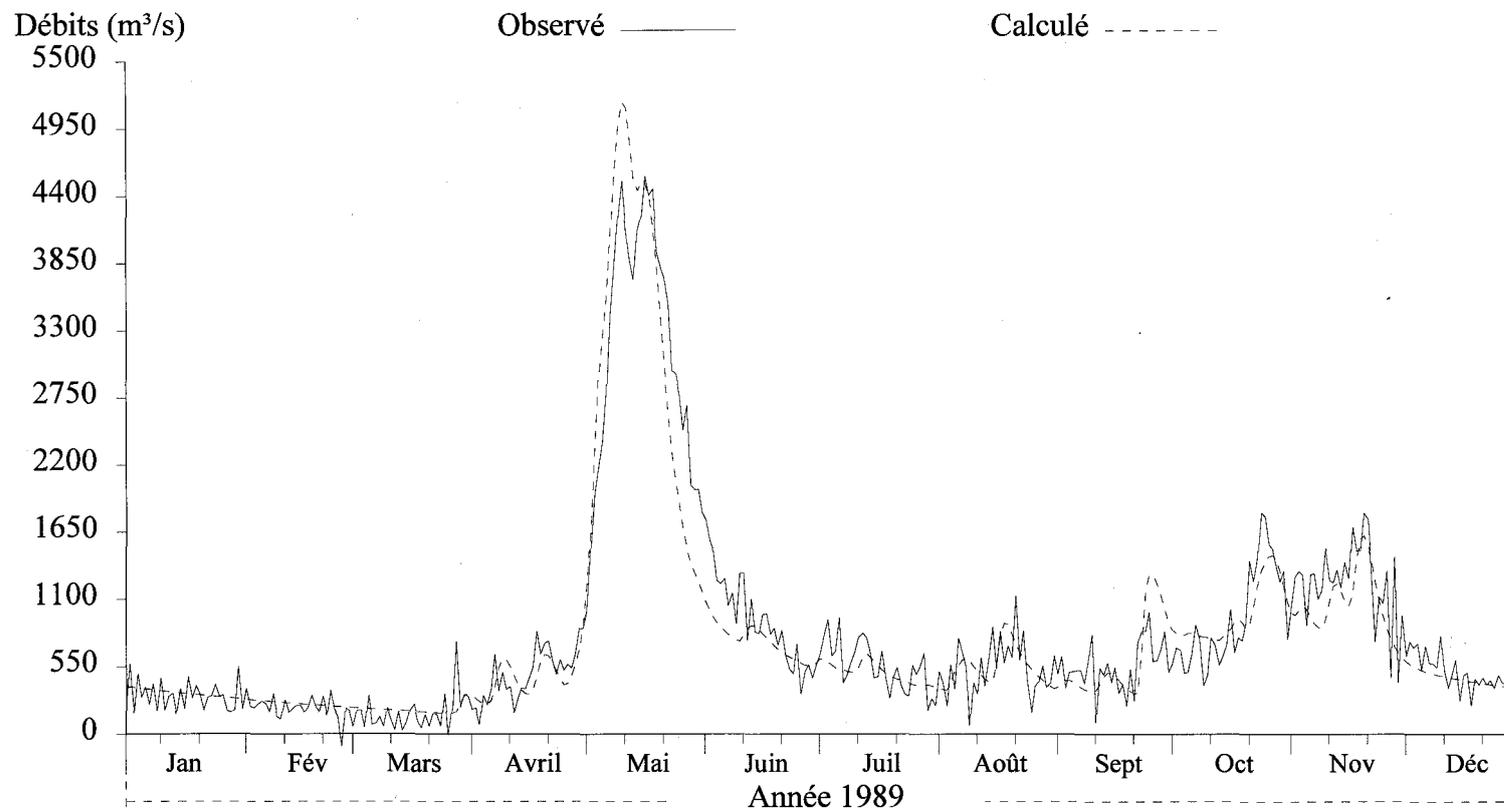


Figure F5 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8731

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 832.4 • cal.: 805.85  
Lame (mm) obs.: 570.66 • cal.: 552.46

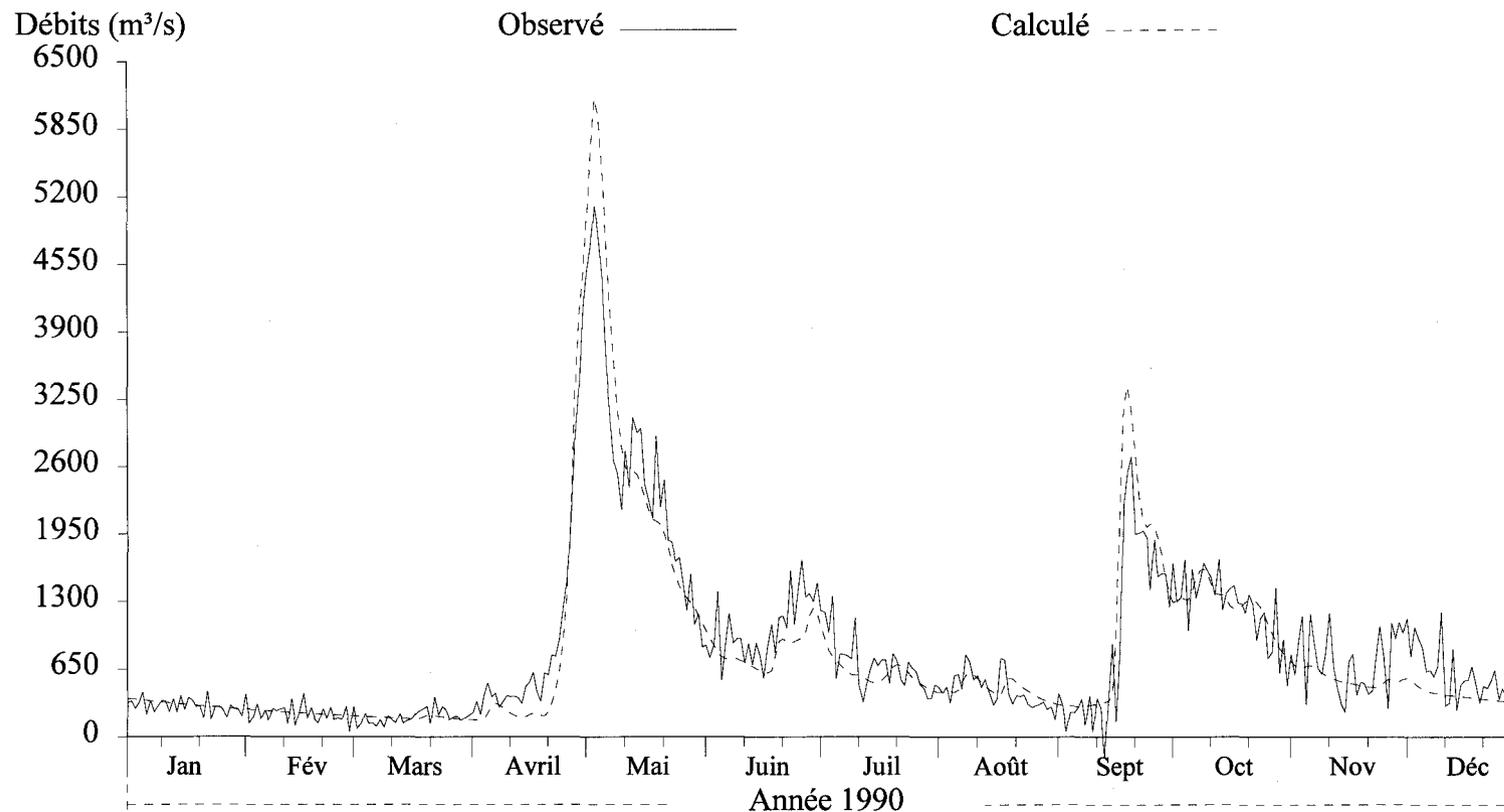


Figure F6 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7502

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 702.32 • cal.: 795.68  
Lame (mm) obs.: 481.48 • cal.: 545.49

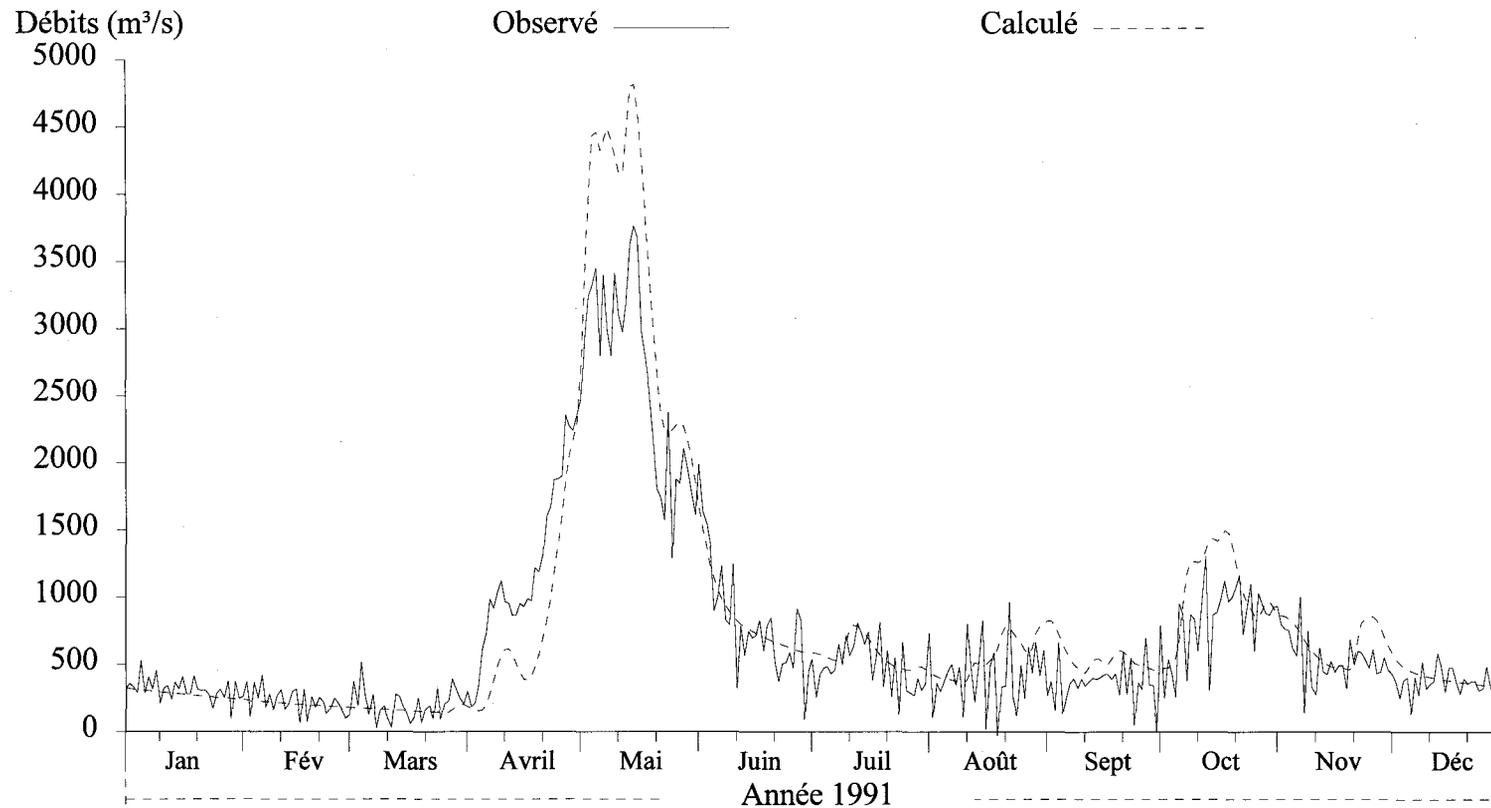


Figure F7 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8147

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 887.3 • cal.: 899.76  
Lame (mm) obs.: 609.97 • cal.: 618.53

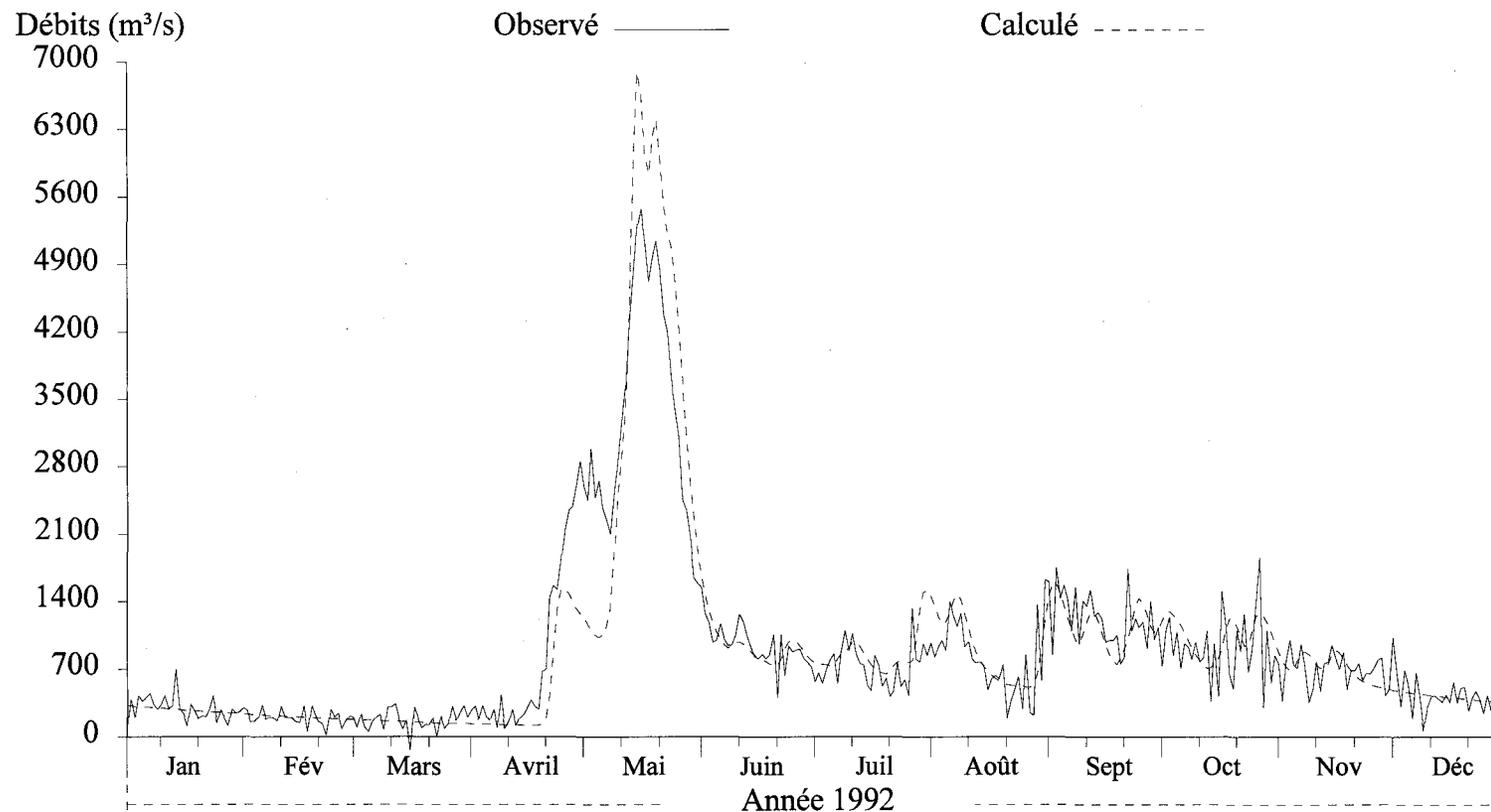


Figure F8 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8746\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 910.49\* • cal.: 938.64  
Lame (mm) obs.: 622.49\* • cal.: 643.5

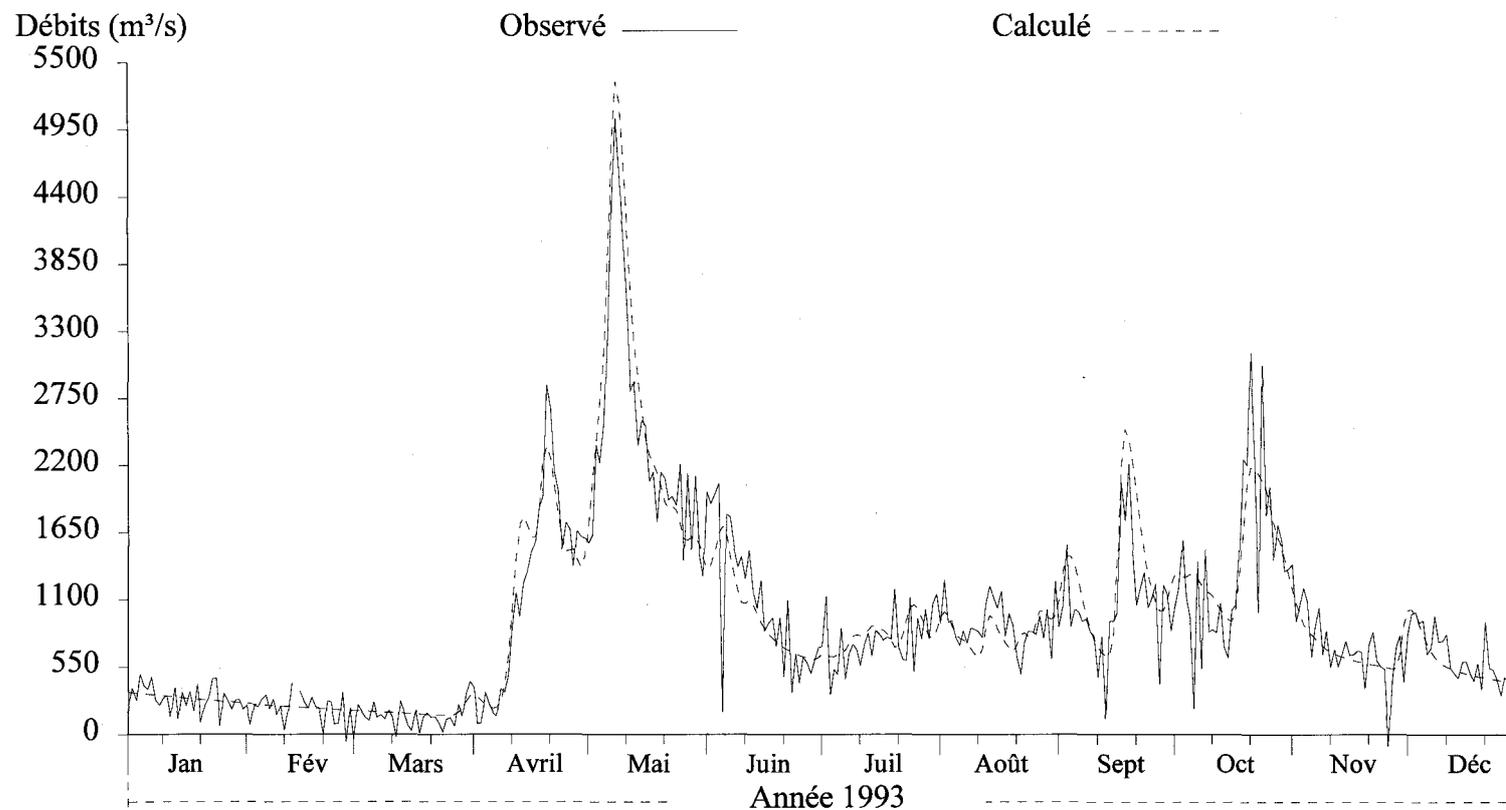


Figure F9 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7995

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 932.41 • cal.: 939.92  
Lame (mm) obs.: 639.22 • cal.: 644.38

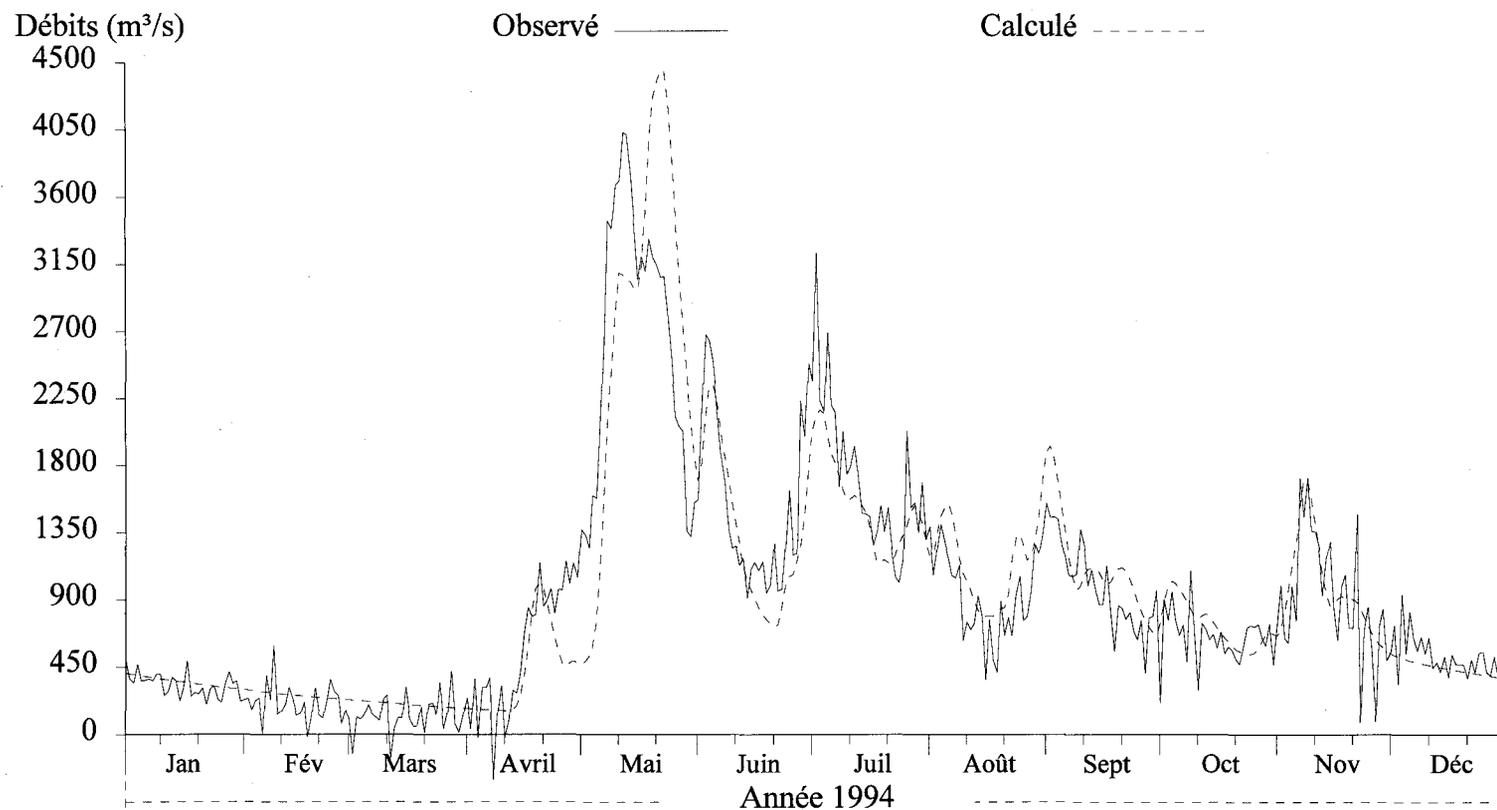


Figure F10 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7155

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 855.63 • cal.: 927.24  
Lame (mm) obs.: 586.59 • cal.: 635.69

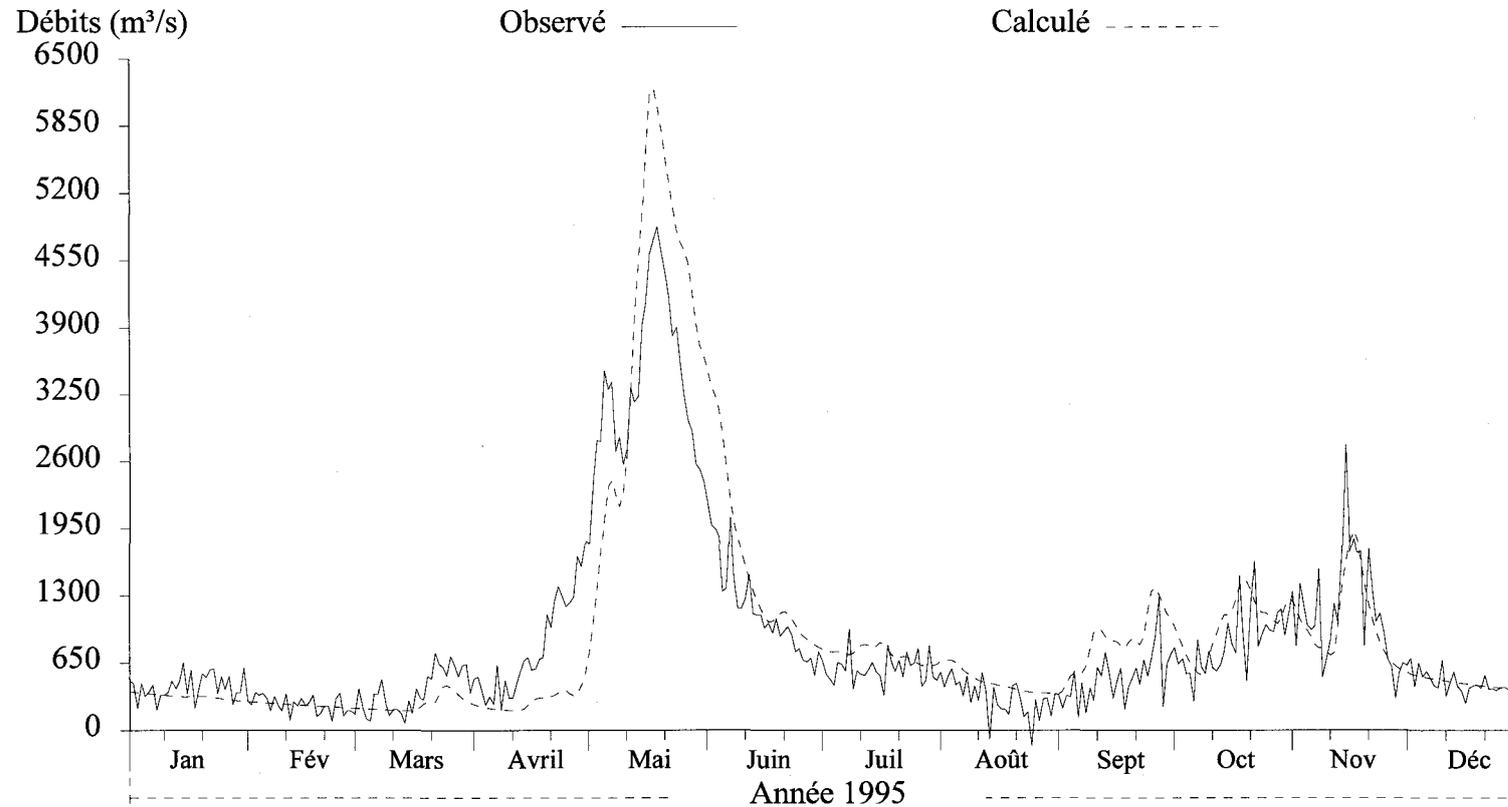


Figure F11 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) pour l'année 1995.

# **ANNEXE G**

---

**Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant PPER pour les années 1985 à 1995.**

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8453

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 18.437 • cal.: 18.293  
Lame (mm) obs.: 533.42 • cal.: 529.25

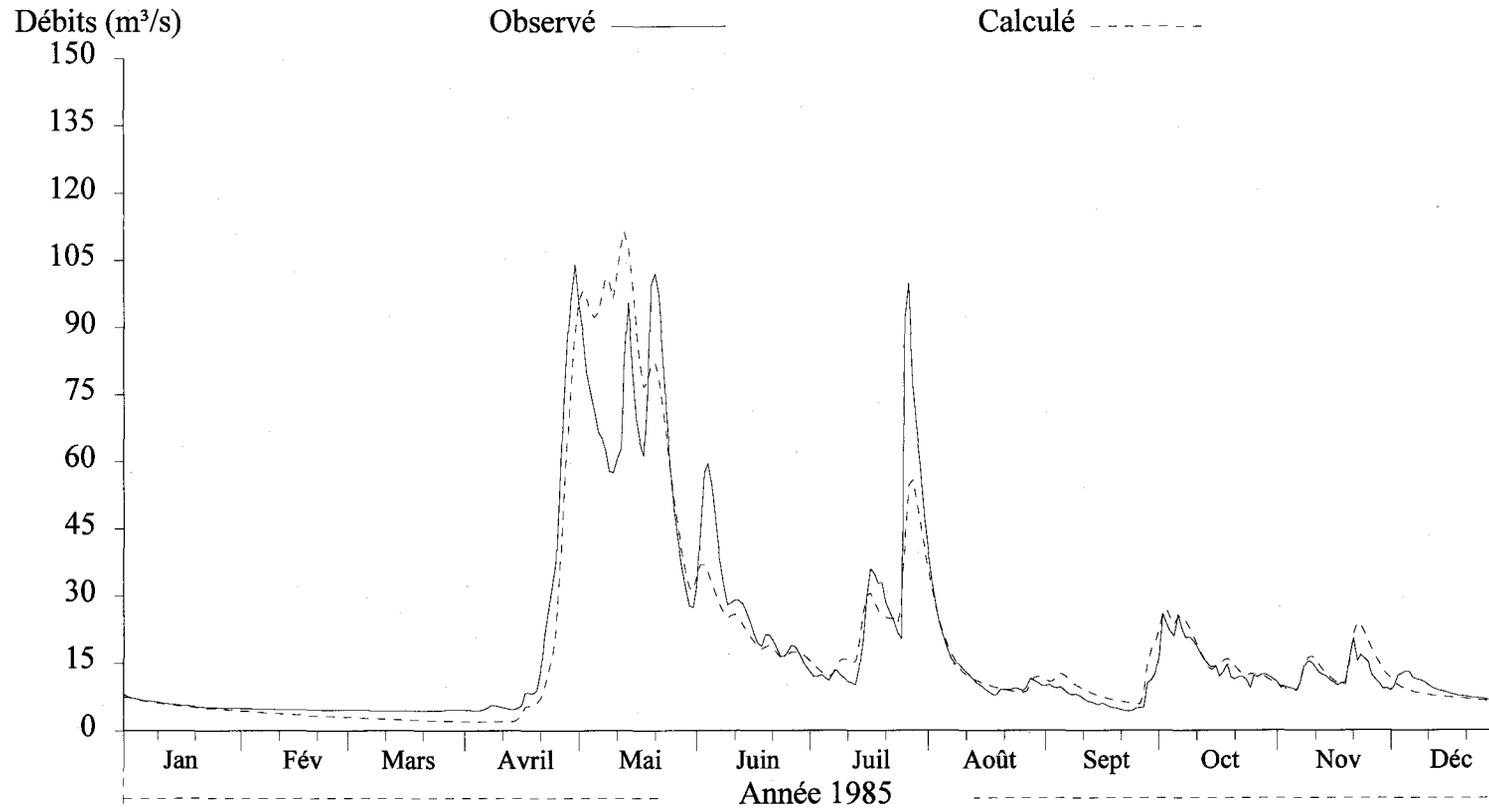


Figure G1 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7088

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 18.046 • cal.: 18.327  
Lame (mm) obs.: 522.11 • cal.: 530.24

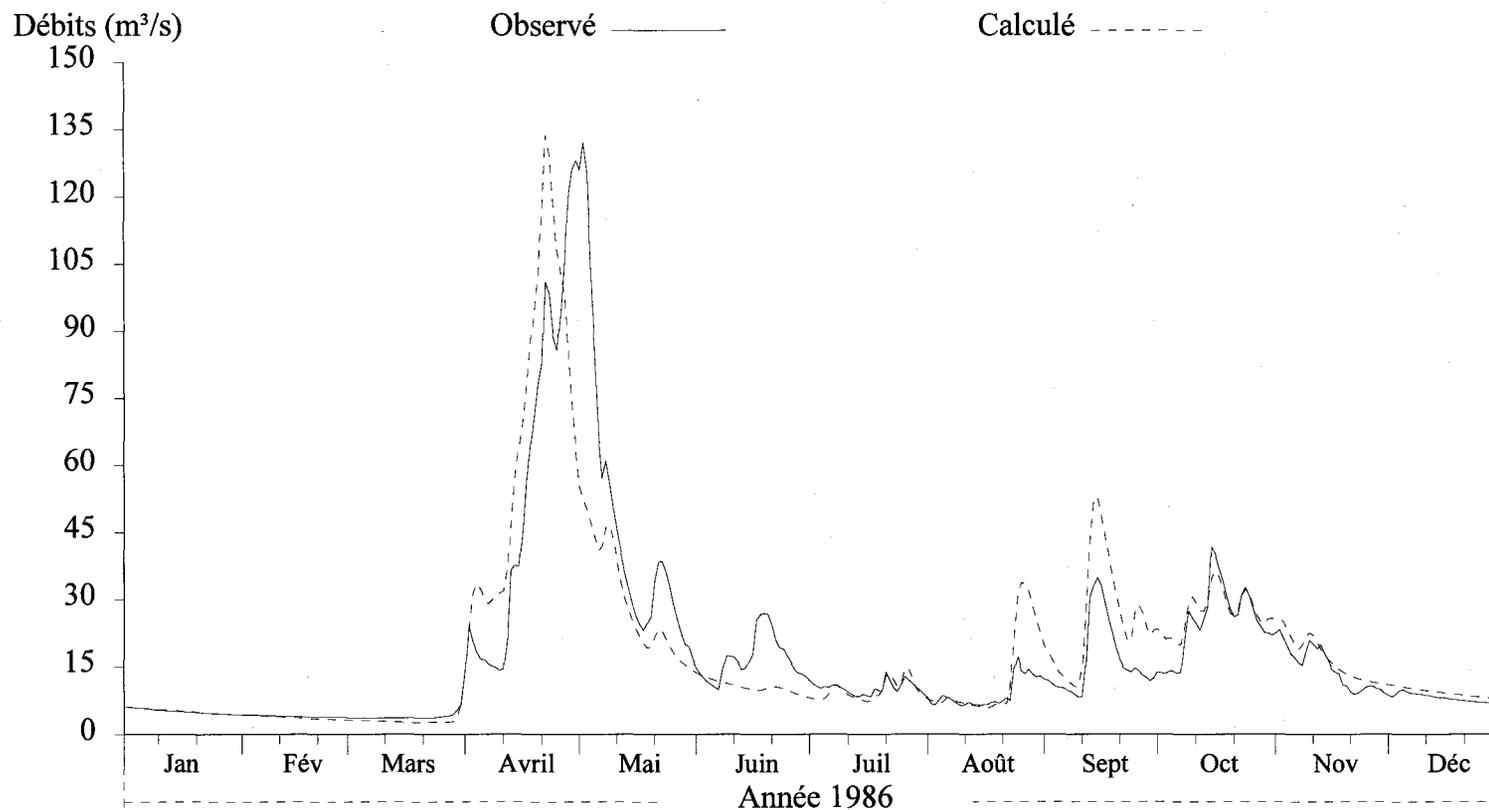


Figure G2 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.596

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 14.654 • cal.: 13.125  
Lame (mm) obs.: 423.98 • cal.: 379.74

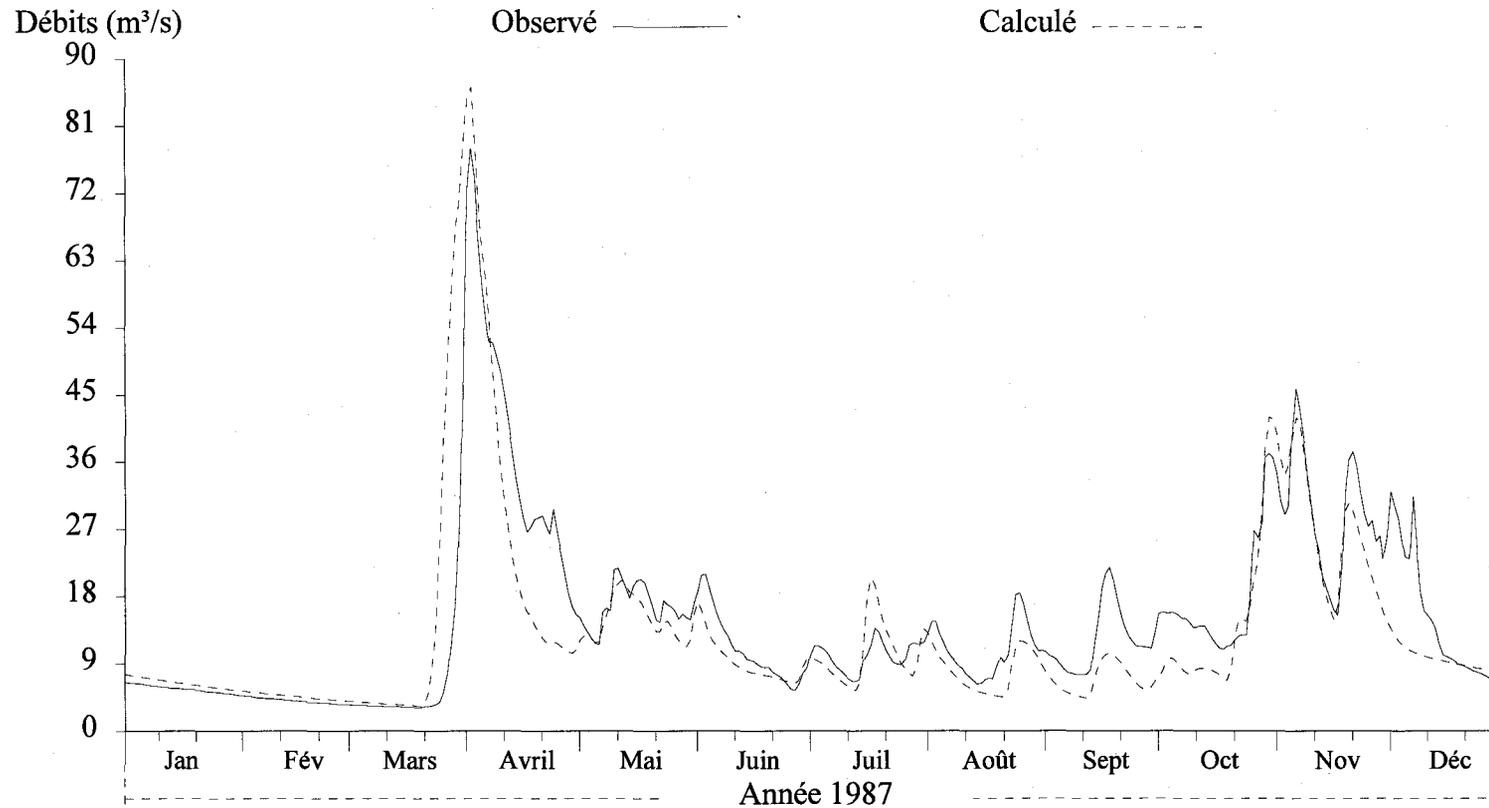


Figure G3 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8606

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 19.184 • cal.: 20.558  
Lame (mm) obs.: 556.54 • cal.: 596.42

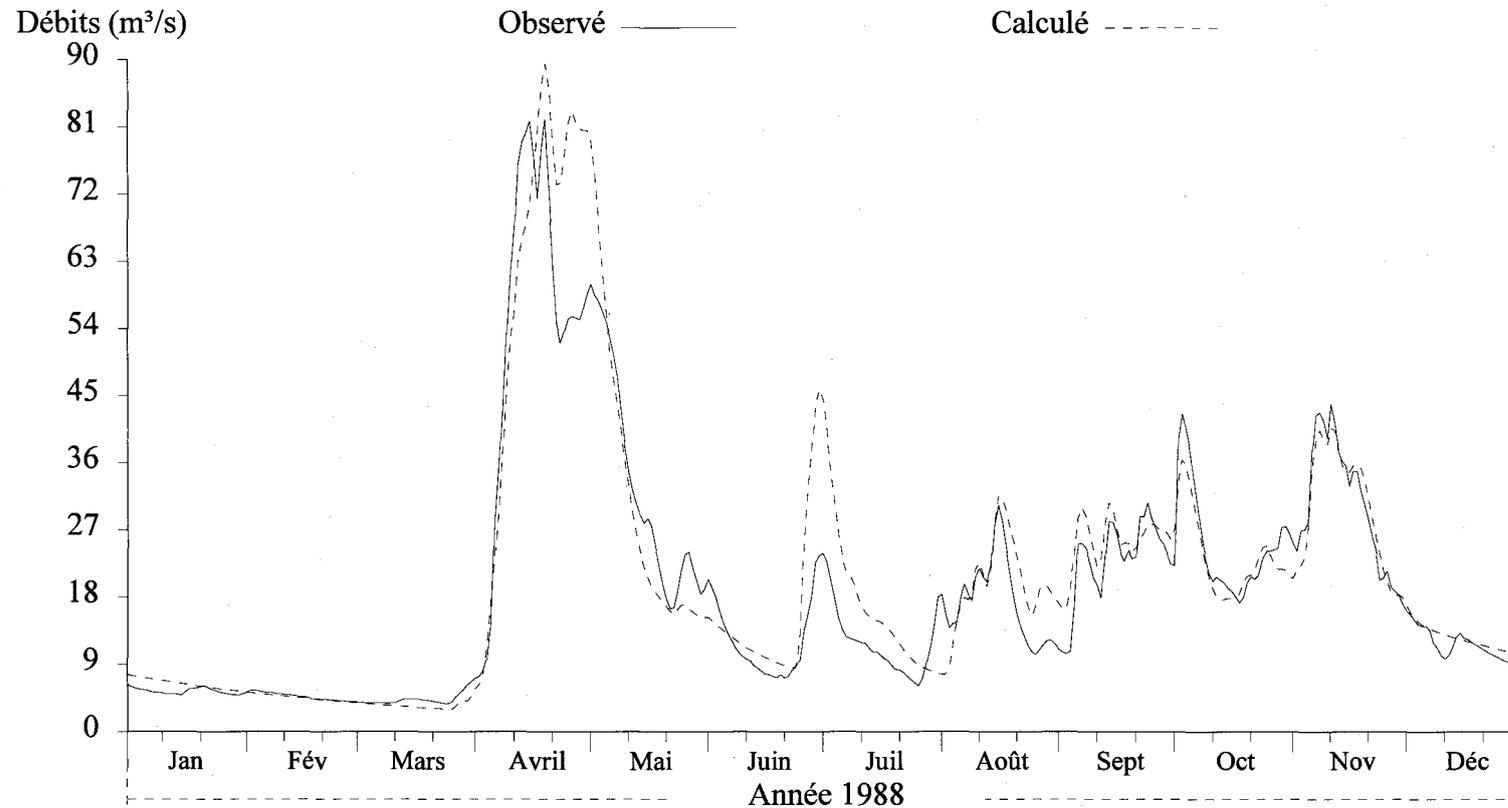


Figure G4 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.821

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 20.717 • cal.: 19.234  
Lame (mm) obs.: 599.39 • cal.: 556.47

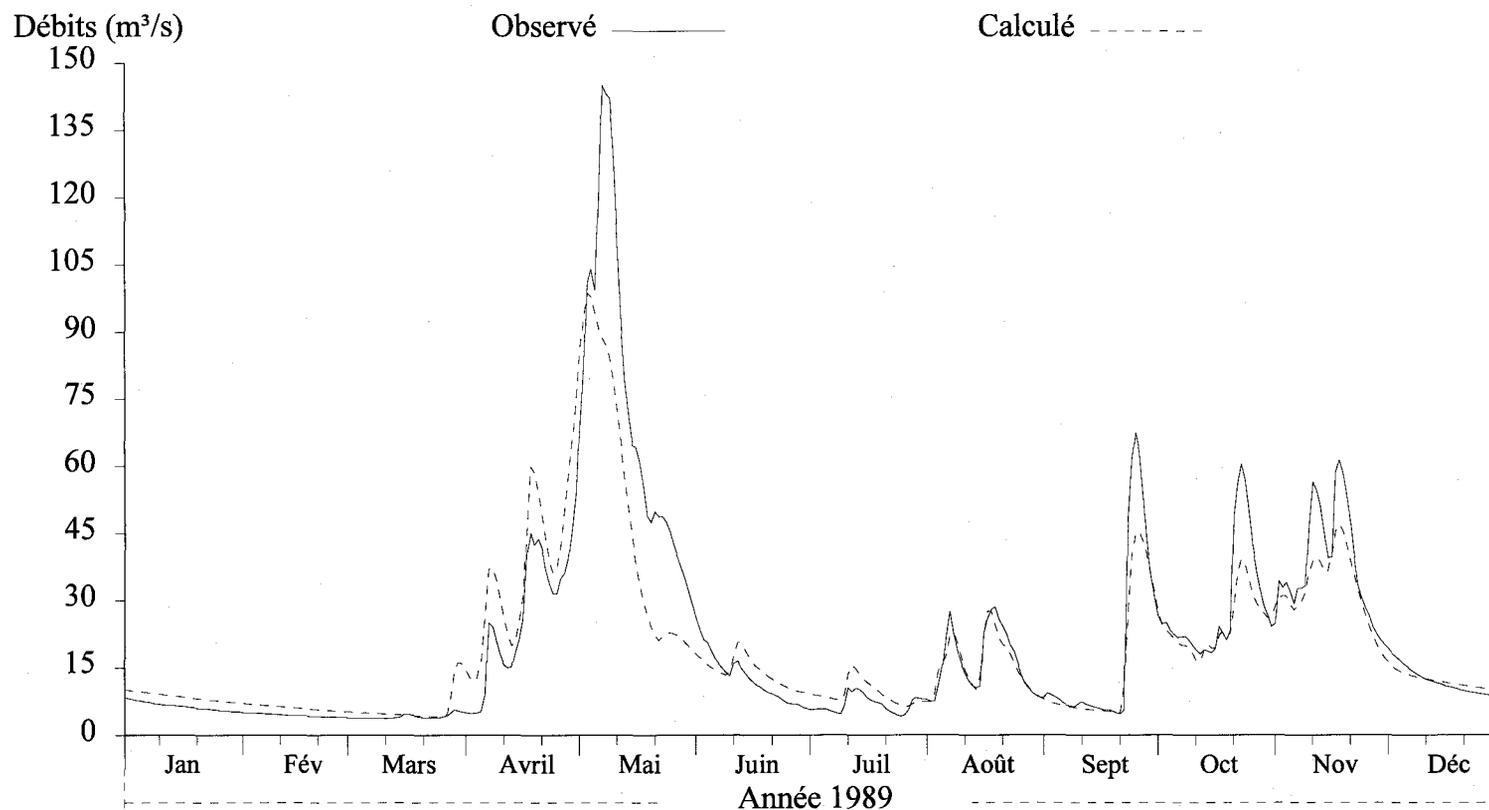


Figure G5 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8574

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 16.144 • cal.: 17.852  
Lame (mm) obs.: 467.08 • cal.: 516.5

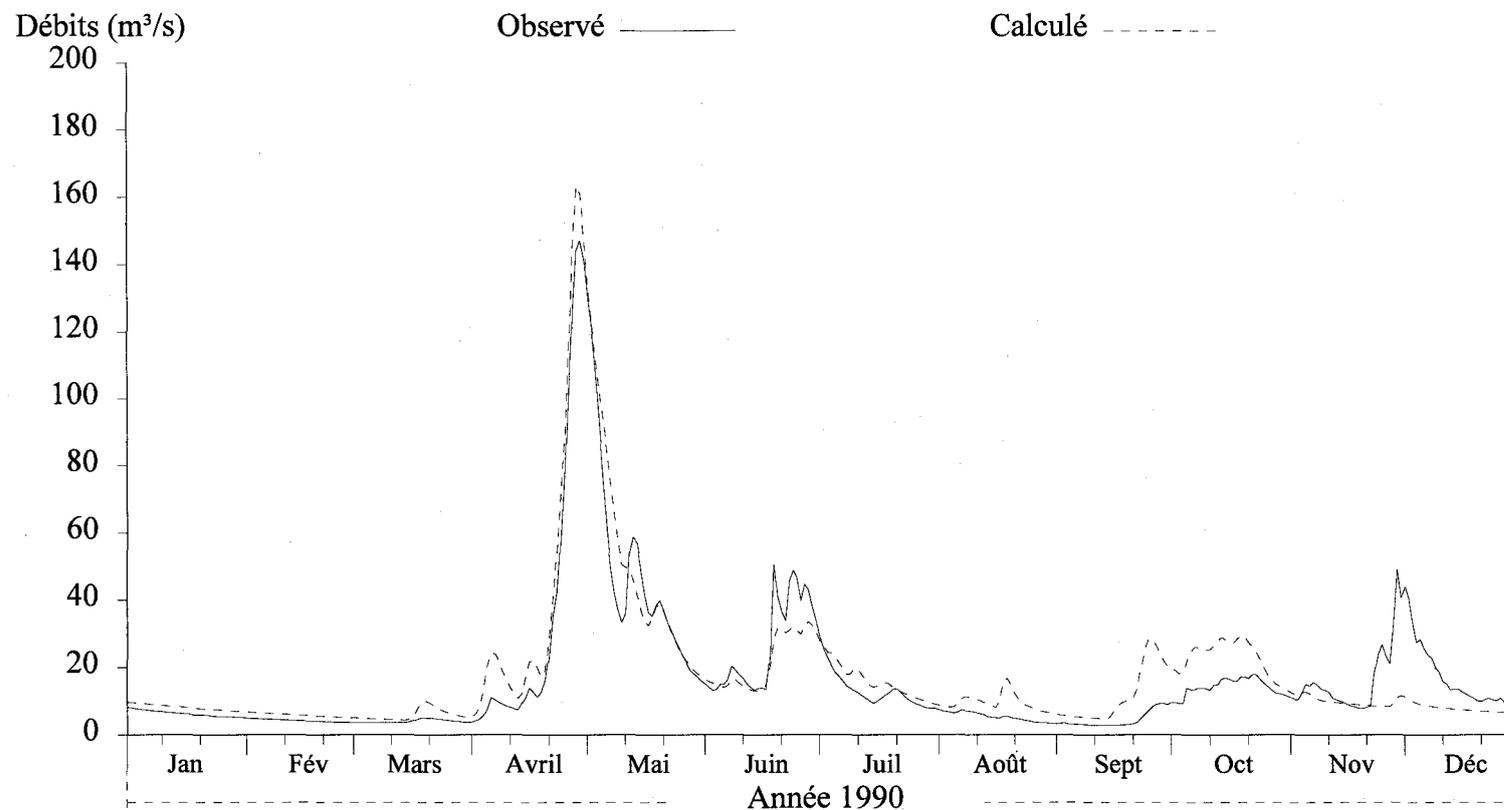


Figure G6 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4537

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 14.53 • cal.: 19.329  
Lame (mm) obs.: 420.38 • cal.: 559.24

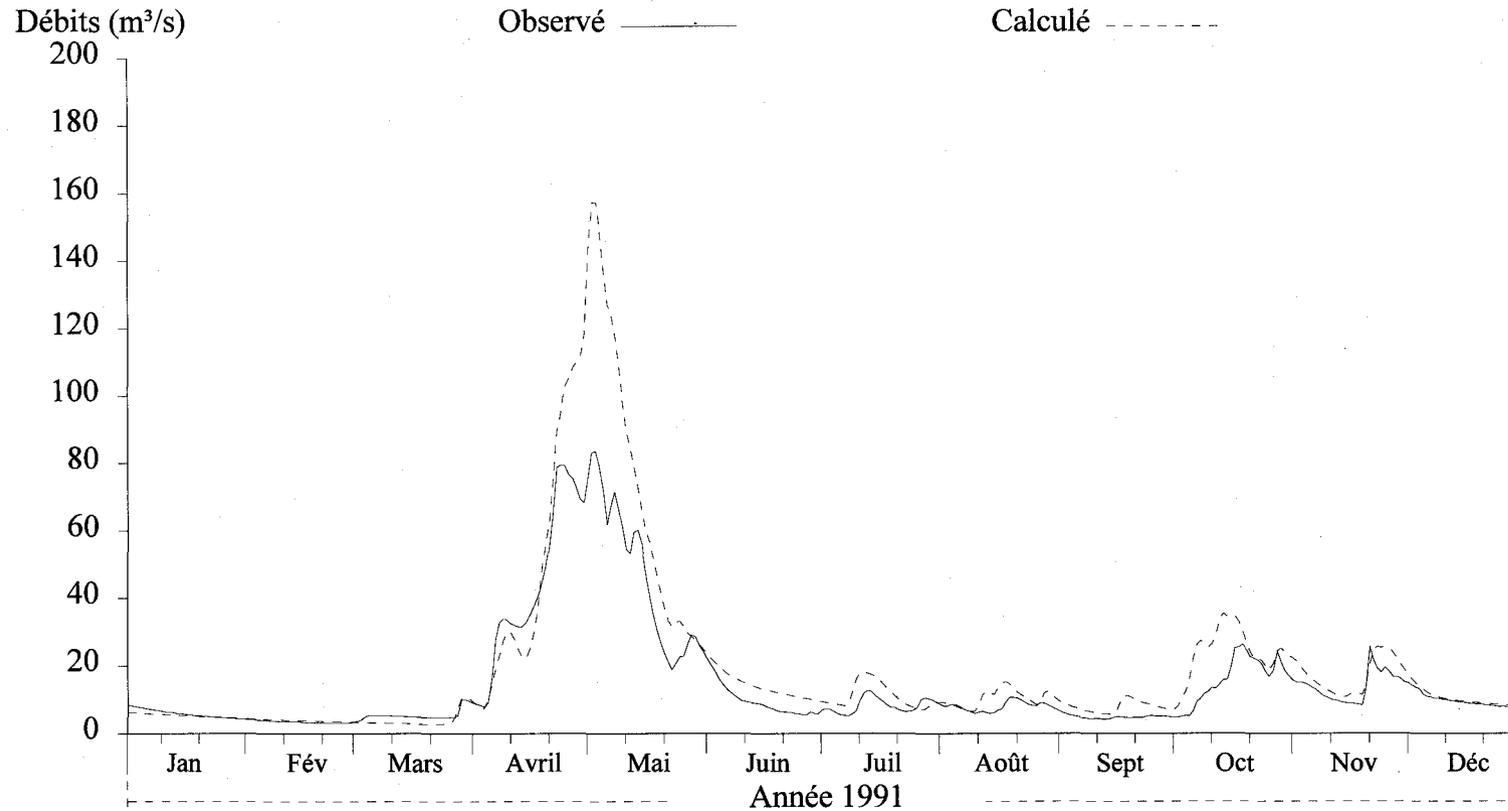


Figure G7 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.893

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 19.945 • cal.: 21.856  
Lame (mm) obs.: 578.64 • cal.: 634.07

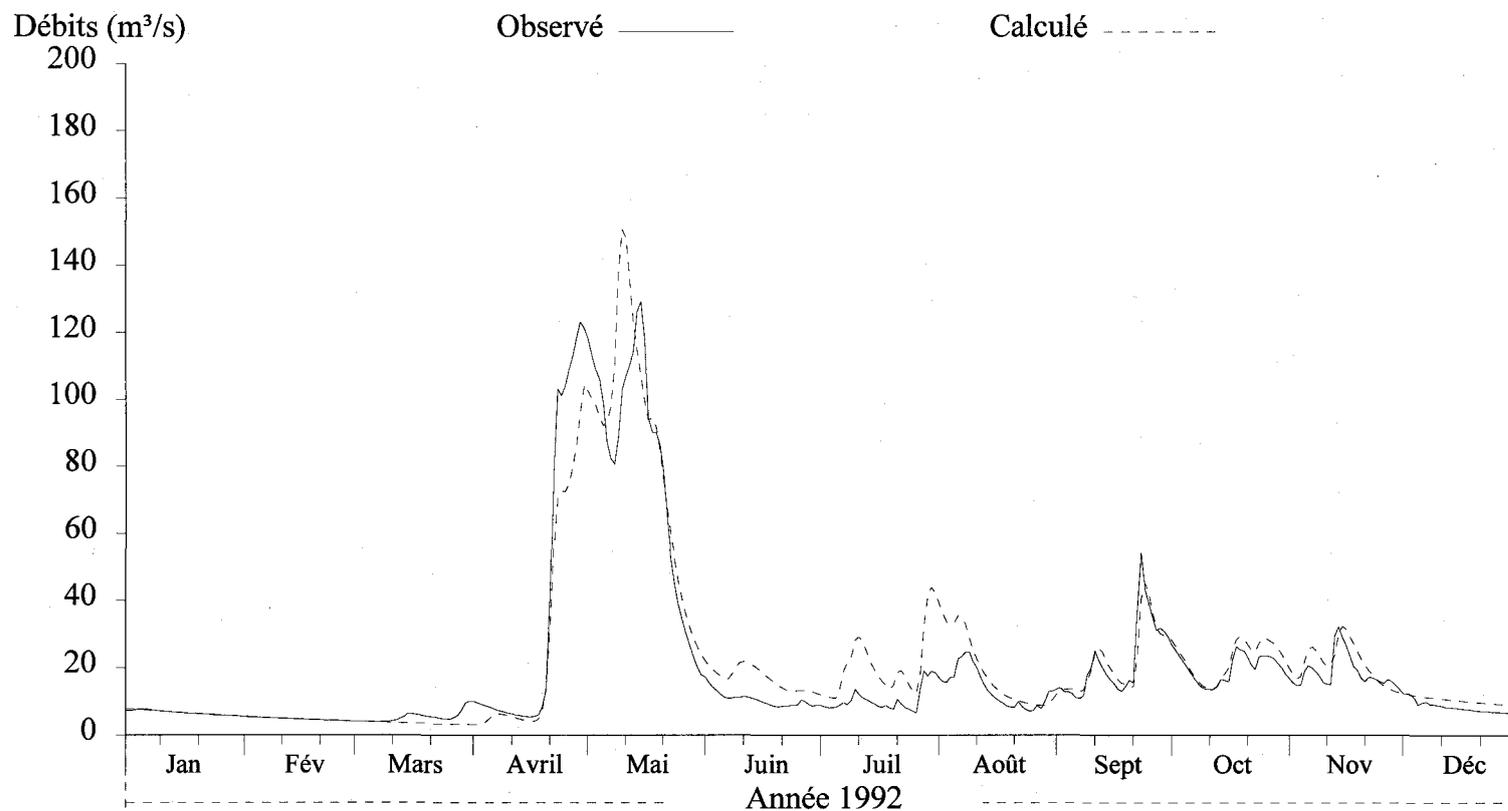


Figure G8 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6857

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 20.271 • cal.: 20.317  
Lame (mm) obs.: 586.49 • cal.: 587.81

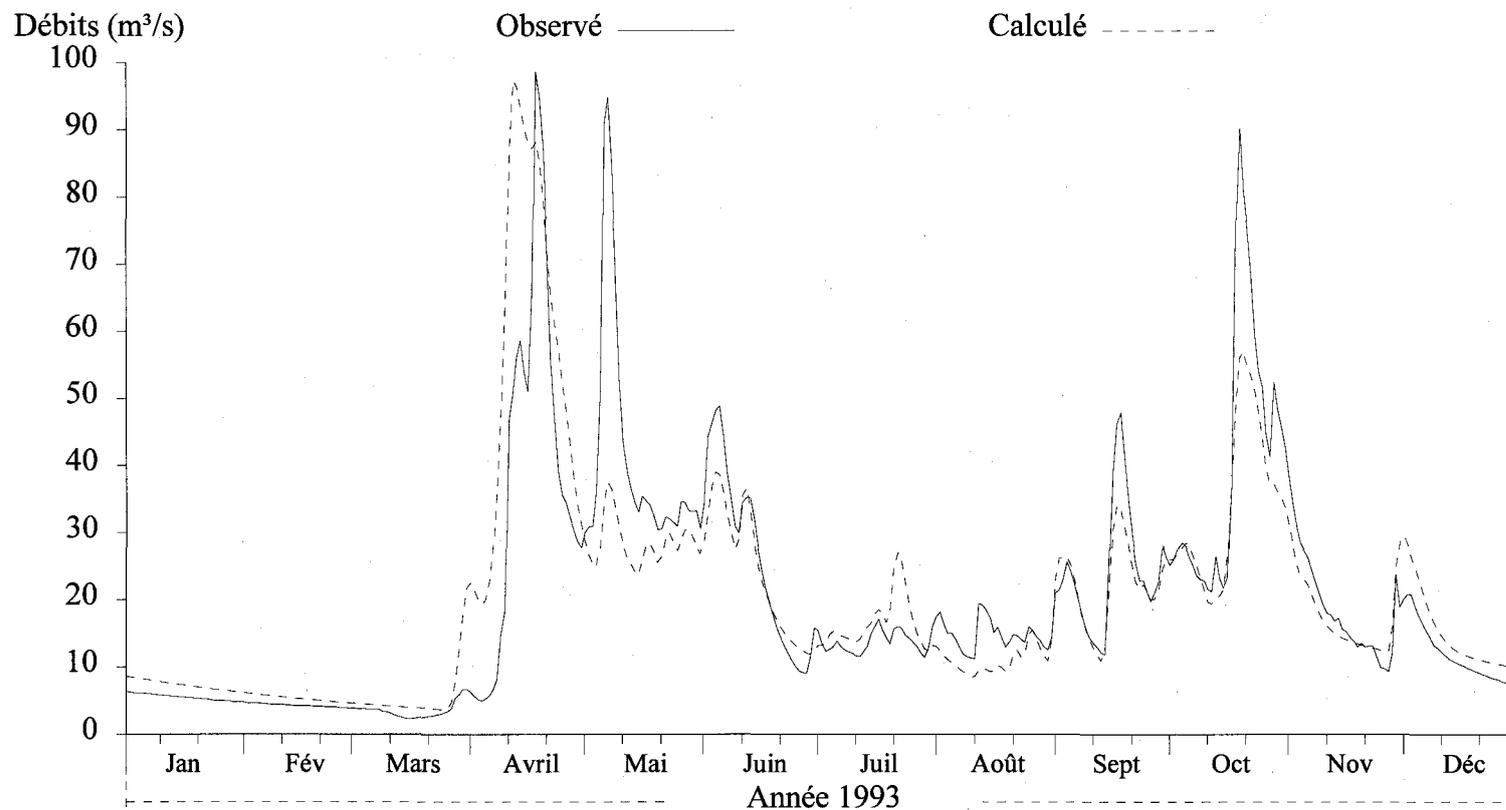


Figure G9 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9258

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 22.165 • cal.: 22.517  
Lame (mm) obs.: 641.28 • cal.: 651.45

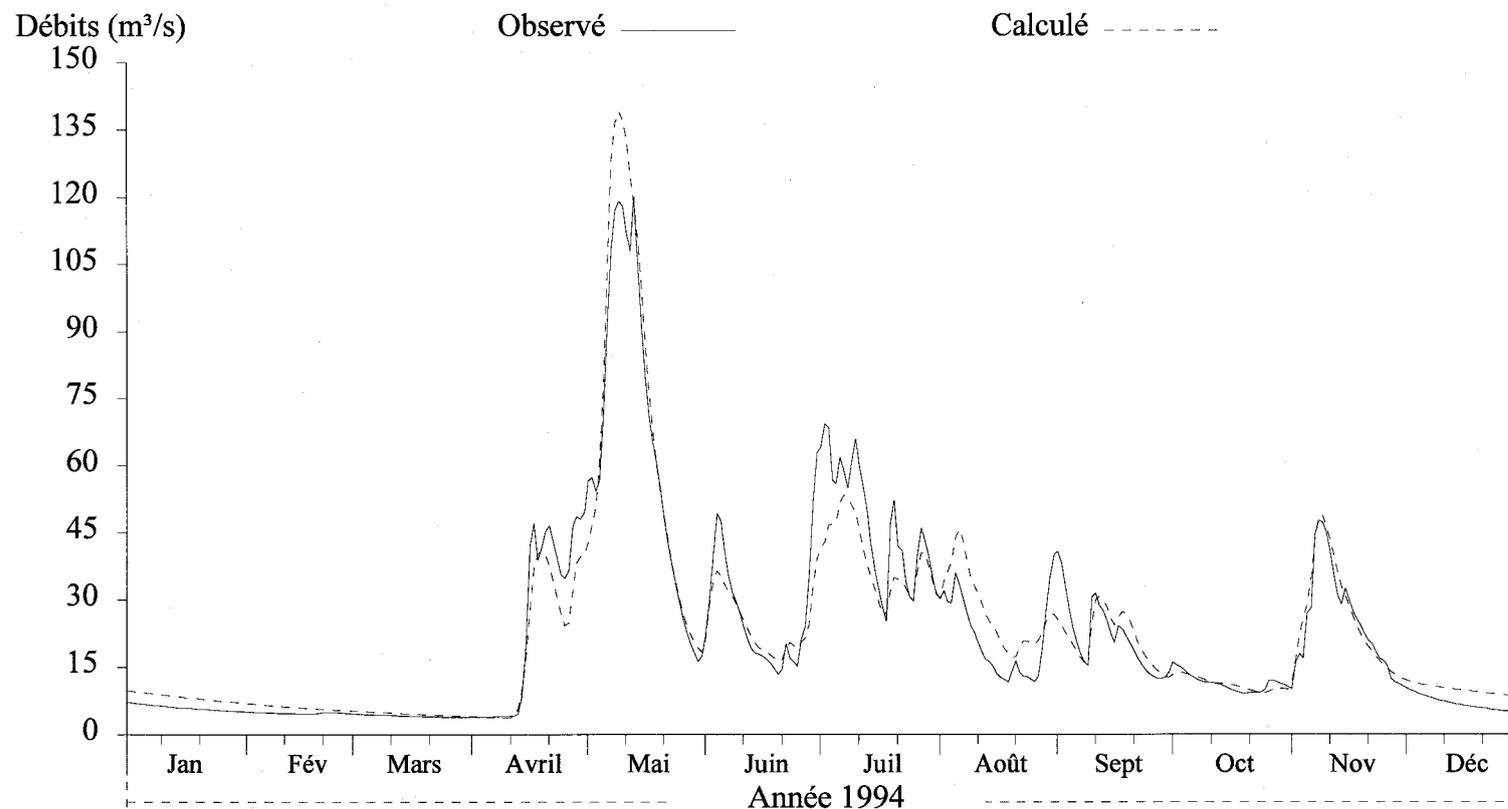


Figure G10 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6372\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 19.054\* • cal.: 21.933  
Lame (mm) obs.: 537.68\* • cal.: 634.57

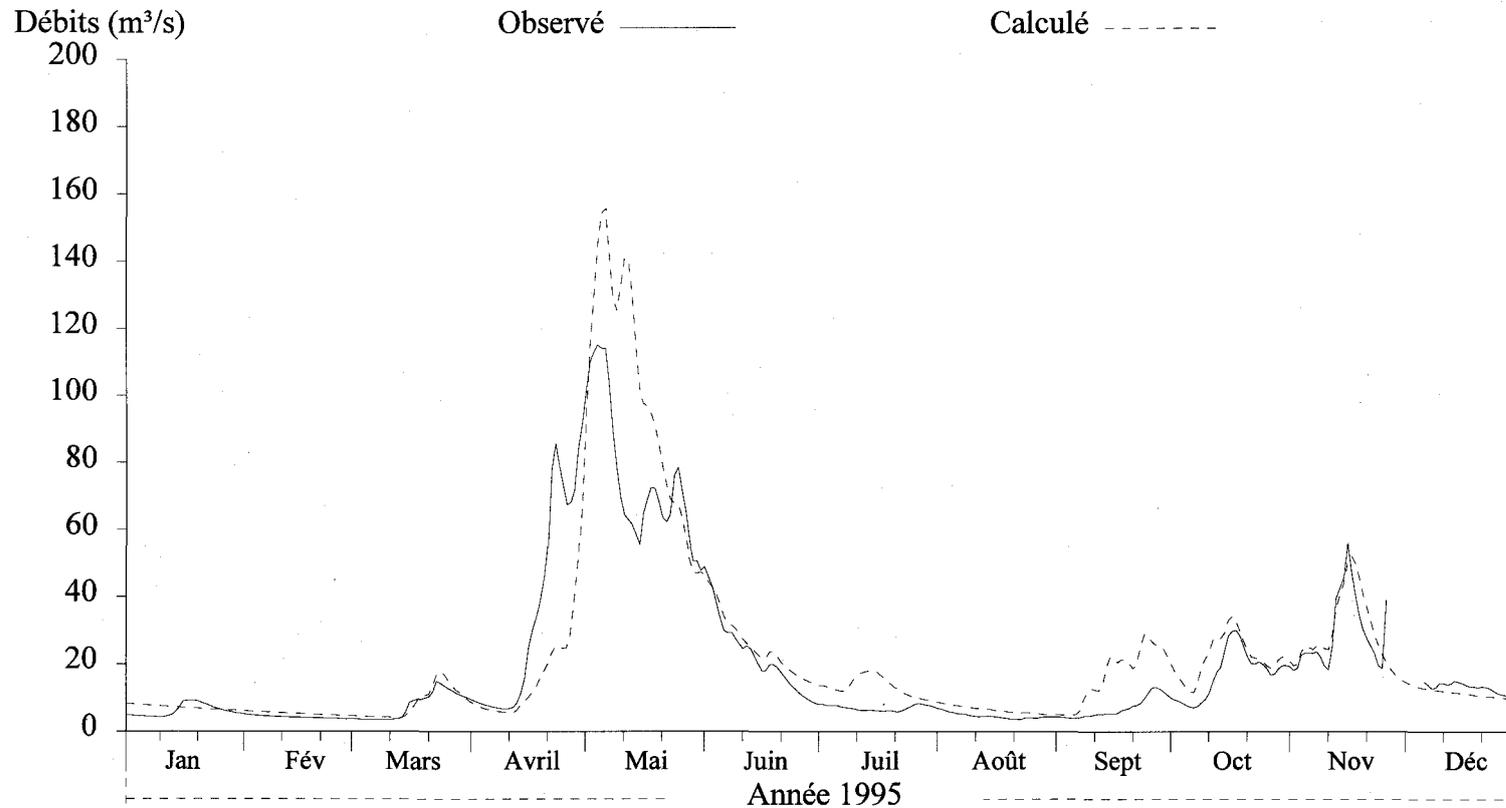


Figure G11 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER) pour l'année 1995.

# **ANNEXE H**

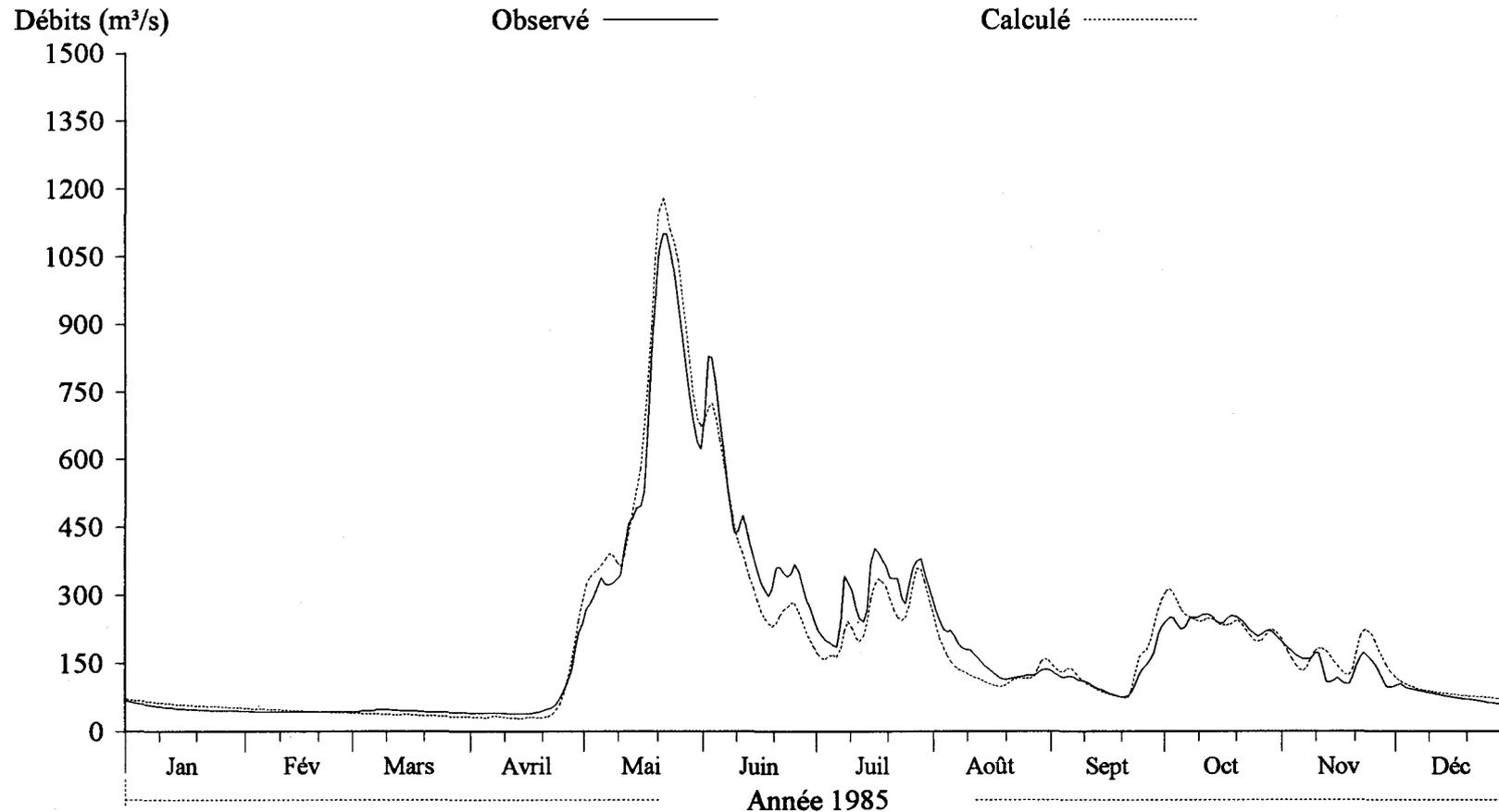
---

**Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant MISBI pour les années 1985 à 1995.**

# Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9644

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 192.91 • cal.: 190.24  
Lame (mm) obs.: 652.74 • cal.: 643.73



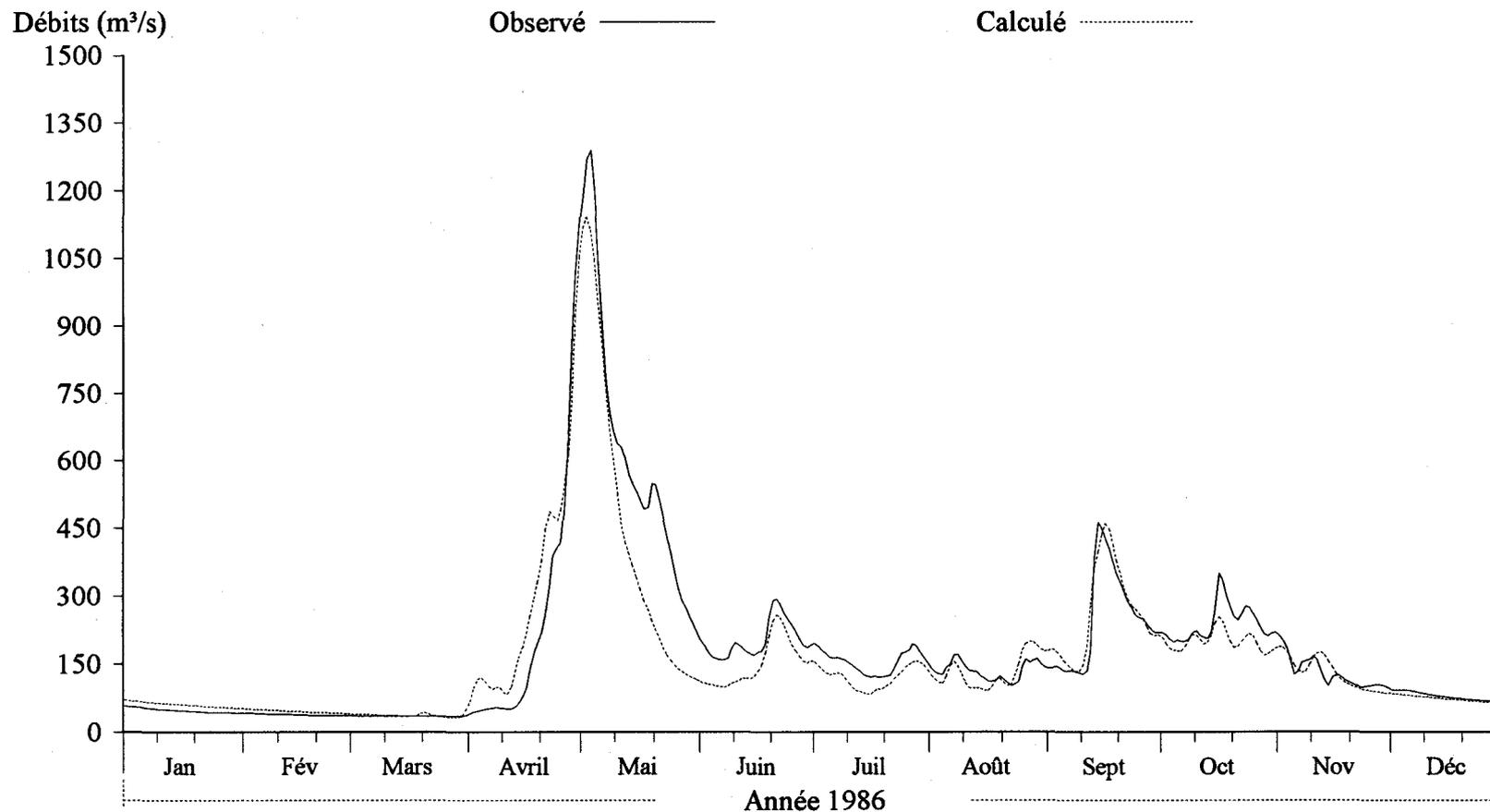
CEQUEAU INRS - Eau

H1 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour l'année 1985.

# Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.89

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 181.87 • cal.: 164.58  
Lame (mm) obs.: 615.39 • cal.: 556.88



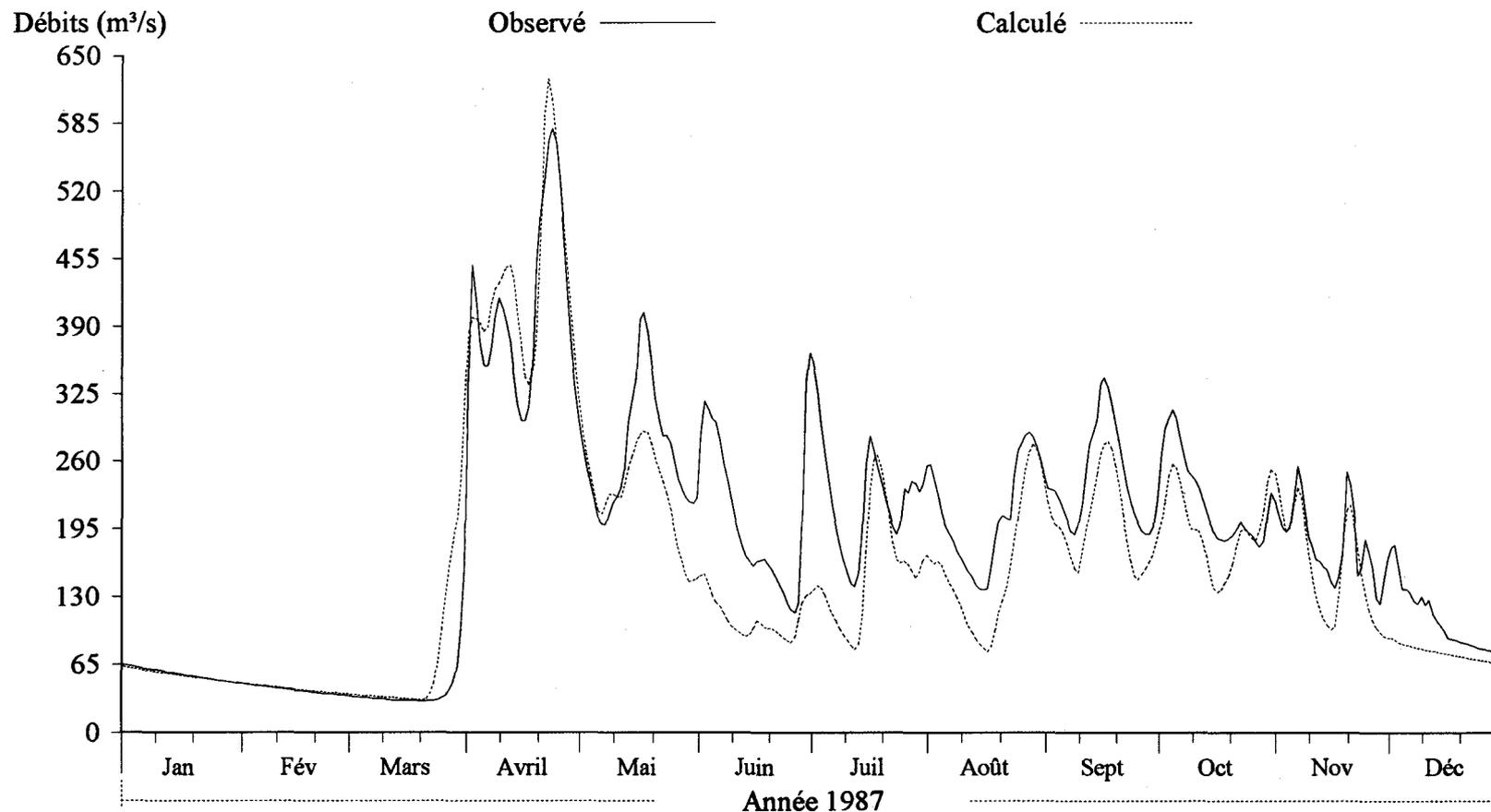
CEQUEAU INRS - Eau

H2 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7462

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 184.25 • cal.: 156.7  
Lame (mm) obs.: 623.46 • cal.: 530.22



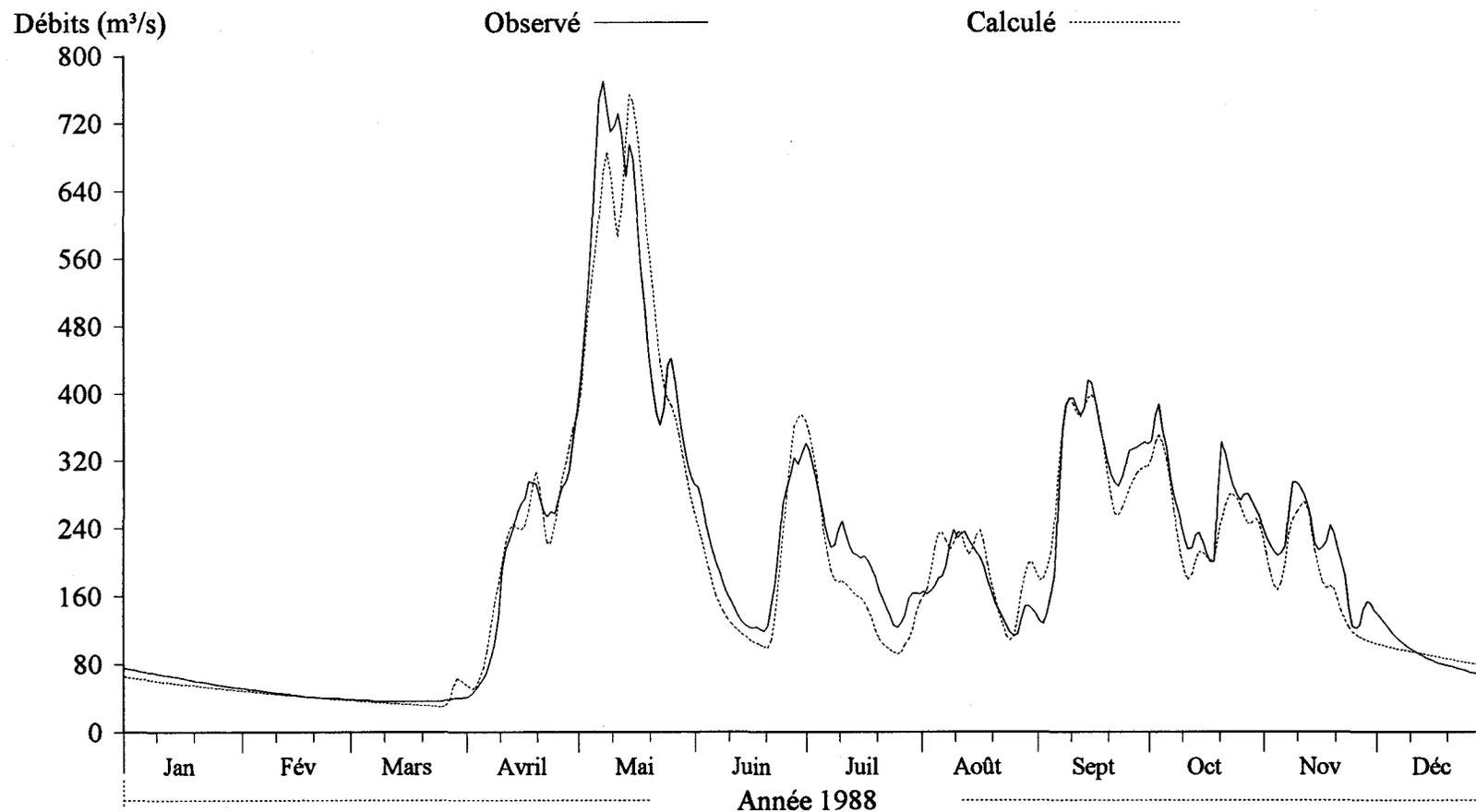
CEQUEAU INRS - Eau

H3 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9467

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 197.01 • cal.: 187.63  
Lame (mm) obs.: 668.44 • cal.: 636.61



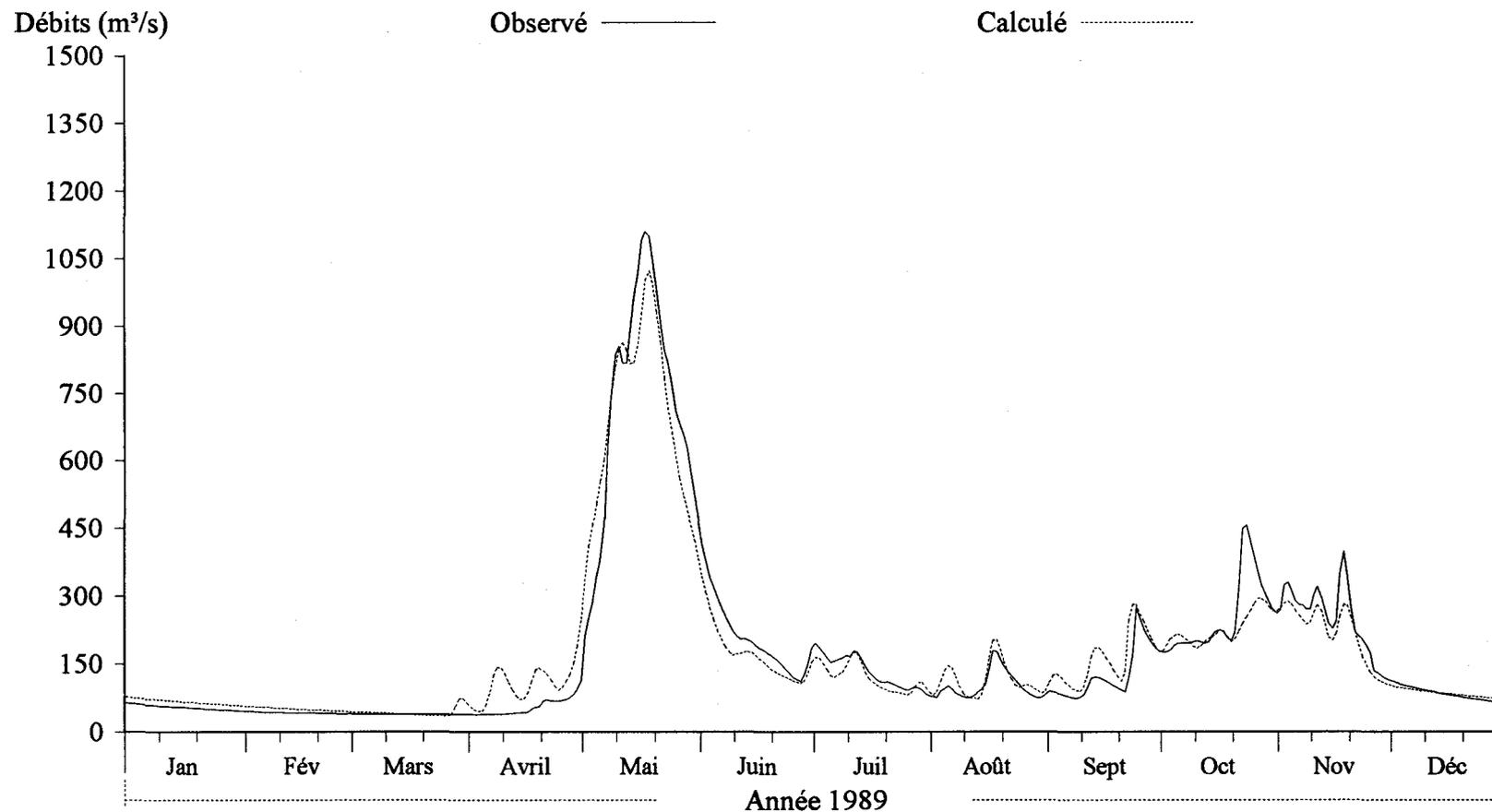
CEQUEAU INRS - Eau

H4 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9446

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 173.78 • cal.: 172.86  
Lame (mm) obs.: 588.02 • cal.: 584.92



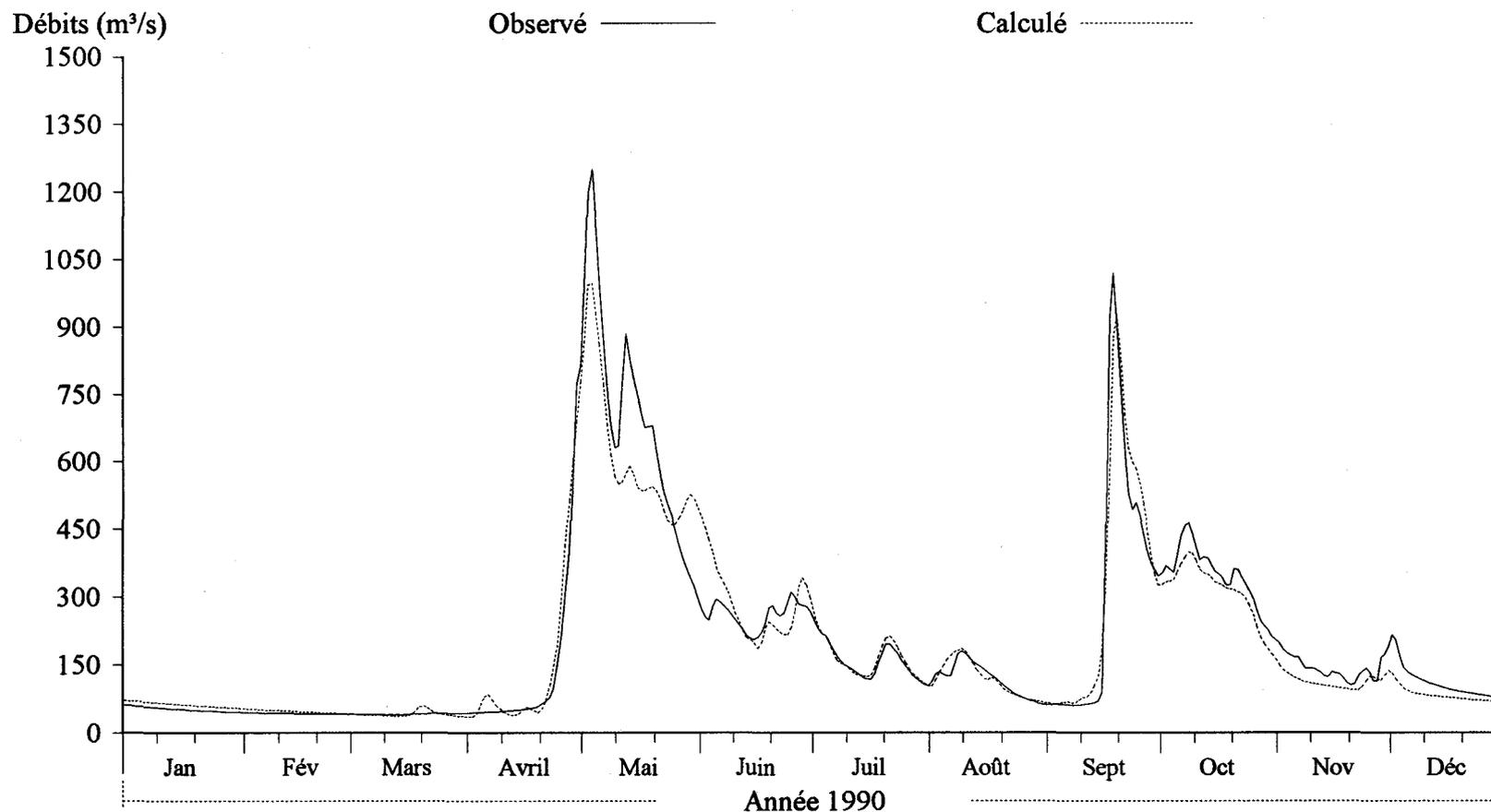
CEQUEAU INRS - Eau

H5 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9263

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 202.93 • cal.: 194.28  
Lame (mm) obs.: 686.66 • cal.: 657.39



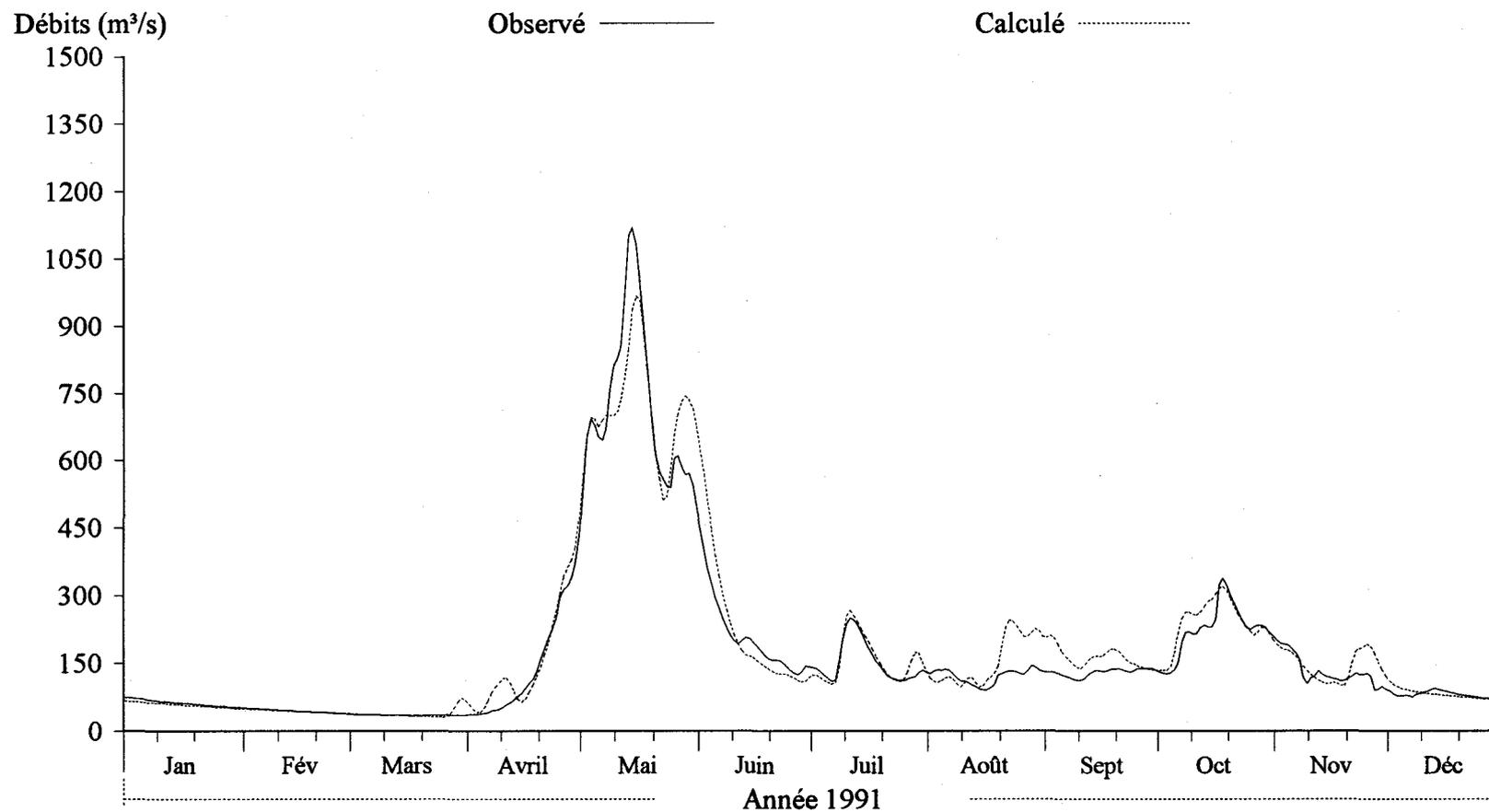
CEQUE ~~eau~~ INRS - Eau

H6 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9437

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 172.39 • cal.: 183.19  
Lame (mm) obs.: 583.33 • cal.: 619.84



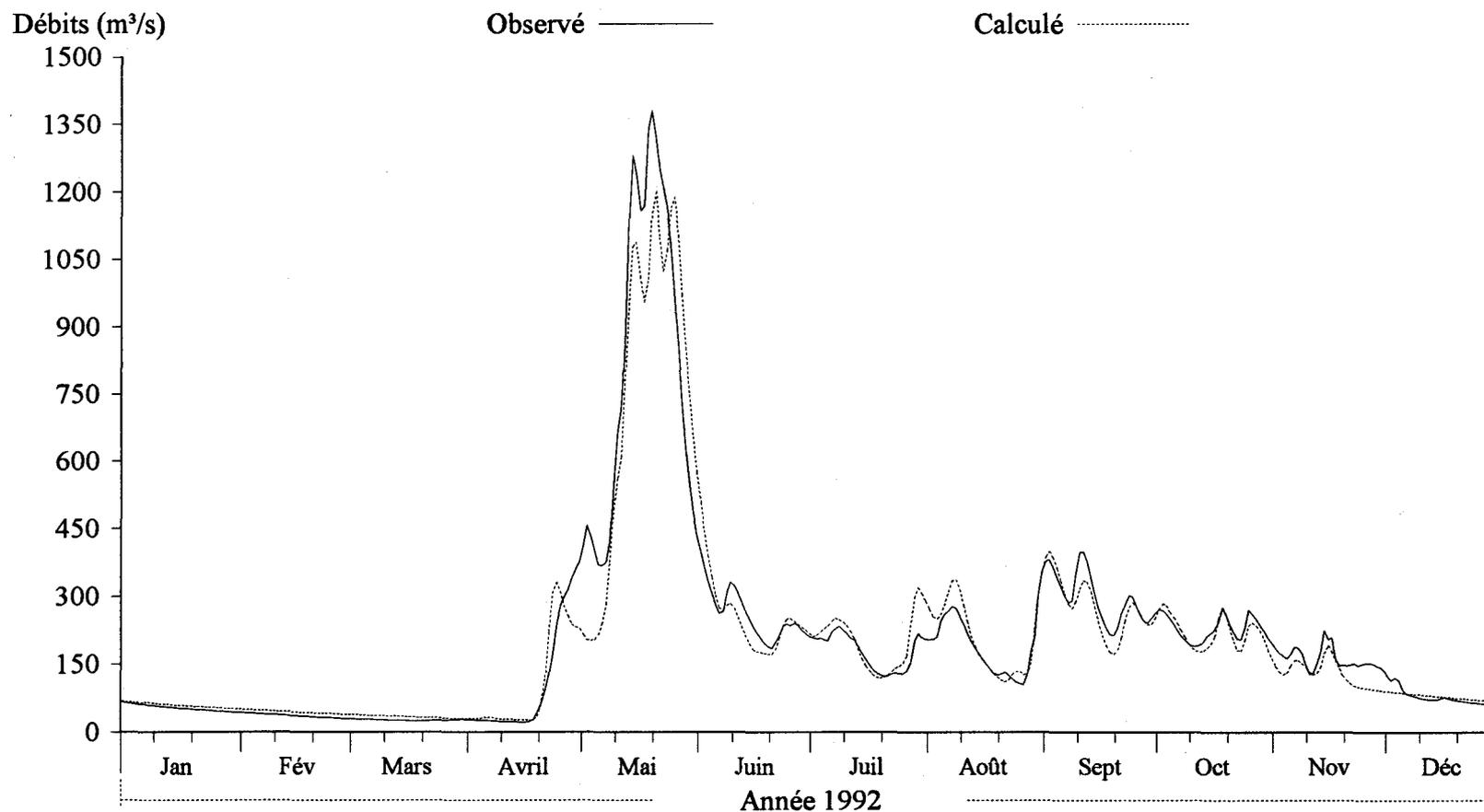
CEQUEAU INRS - Eau

H7 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9356

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 204.41 • cal.: 197.95  
Lame (mm) obs.: 693.55 • cal.: 671.65



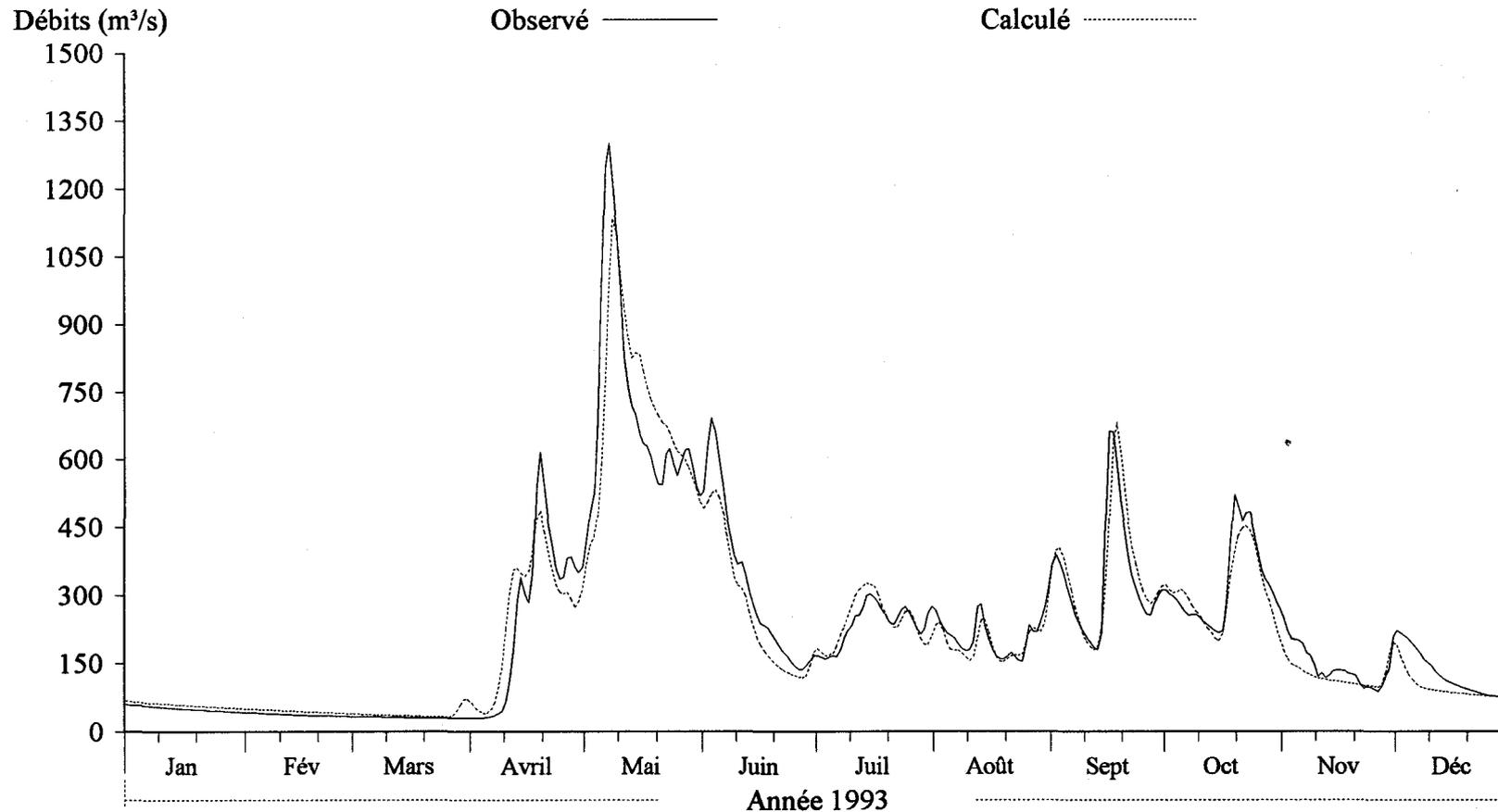
CEQU ~~2000~~ INRS - Eau

H8 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9171

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 232.66 • cal.: 225.98  
Lame (mm) obs.: 787.24 • cal.: 764.64



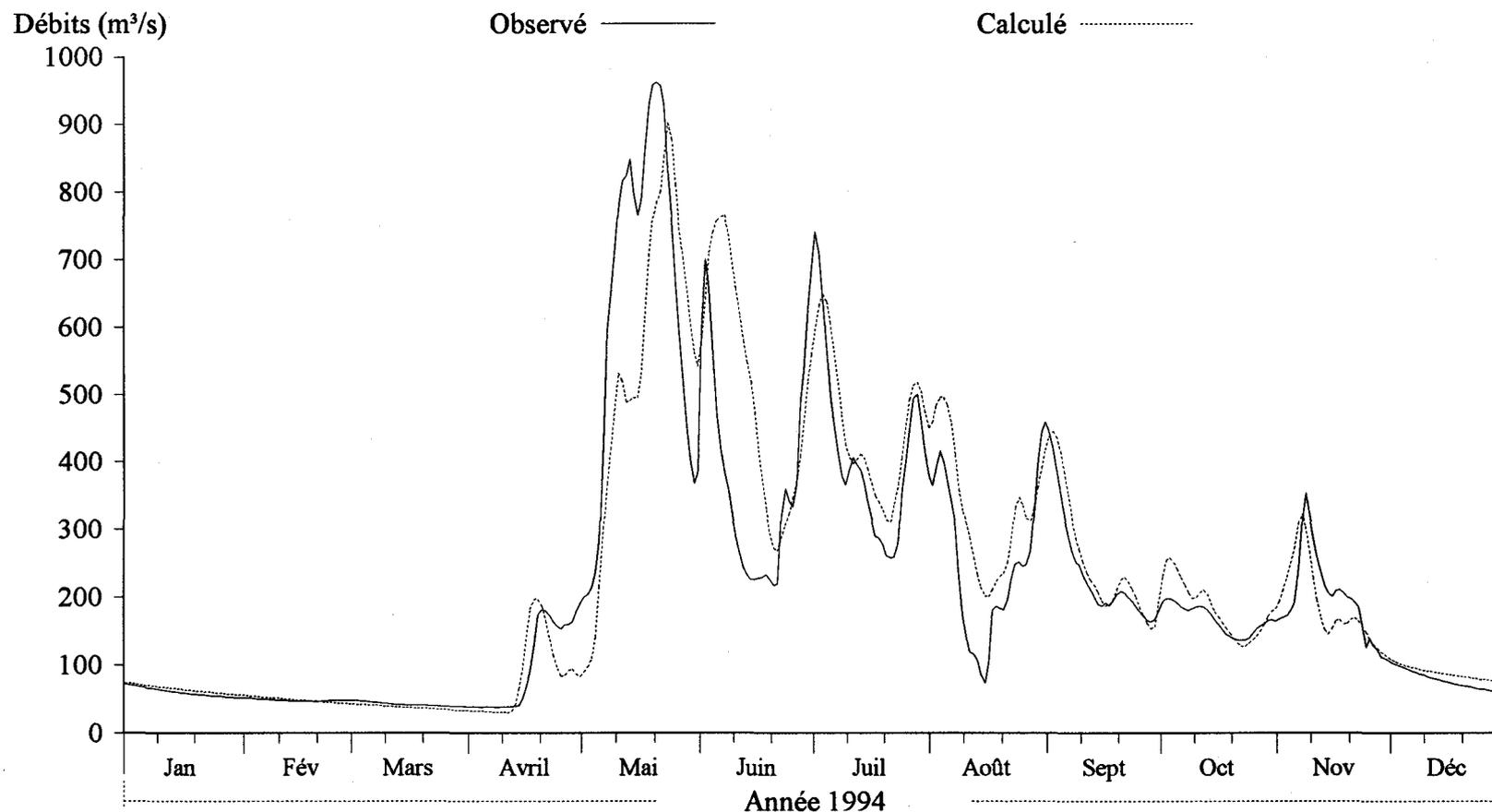
CEQUEAU INRS - Eau

H9 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7797

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 218.25 • cal.: 232.91  
Lame (mm) obs.: 738.49 • cal.: 788.09



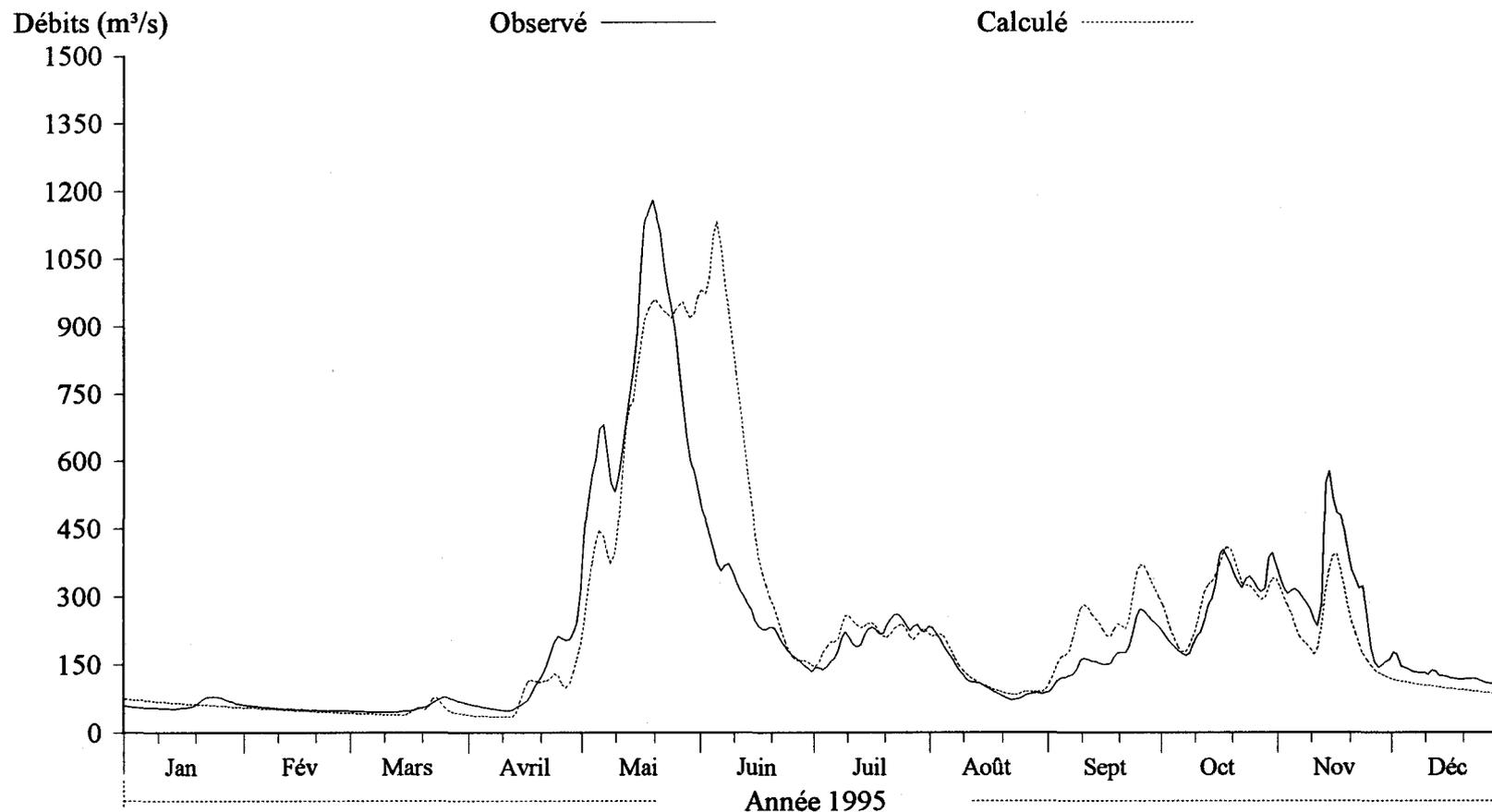
CEQUEAU INRS - Eau

H10 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6335

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 215.41 • cal.: 228.17  
Lame (mm) obs.: 728.88 • cal.: 772.06



CEQUEAU INRS - Eau

H11 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI) pour l'année 1995.

# **ANNEXE I**

---

**Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant MISNI pour les années 1985 à 1995.**

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.869

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 185.54 • cal.: 186.13  
Lame (mm) obs.: 593.53 • cal.: 595.4

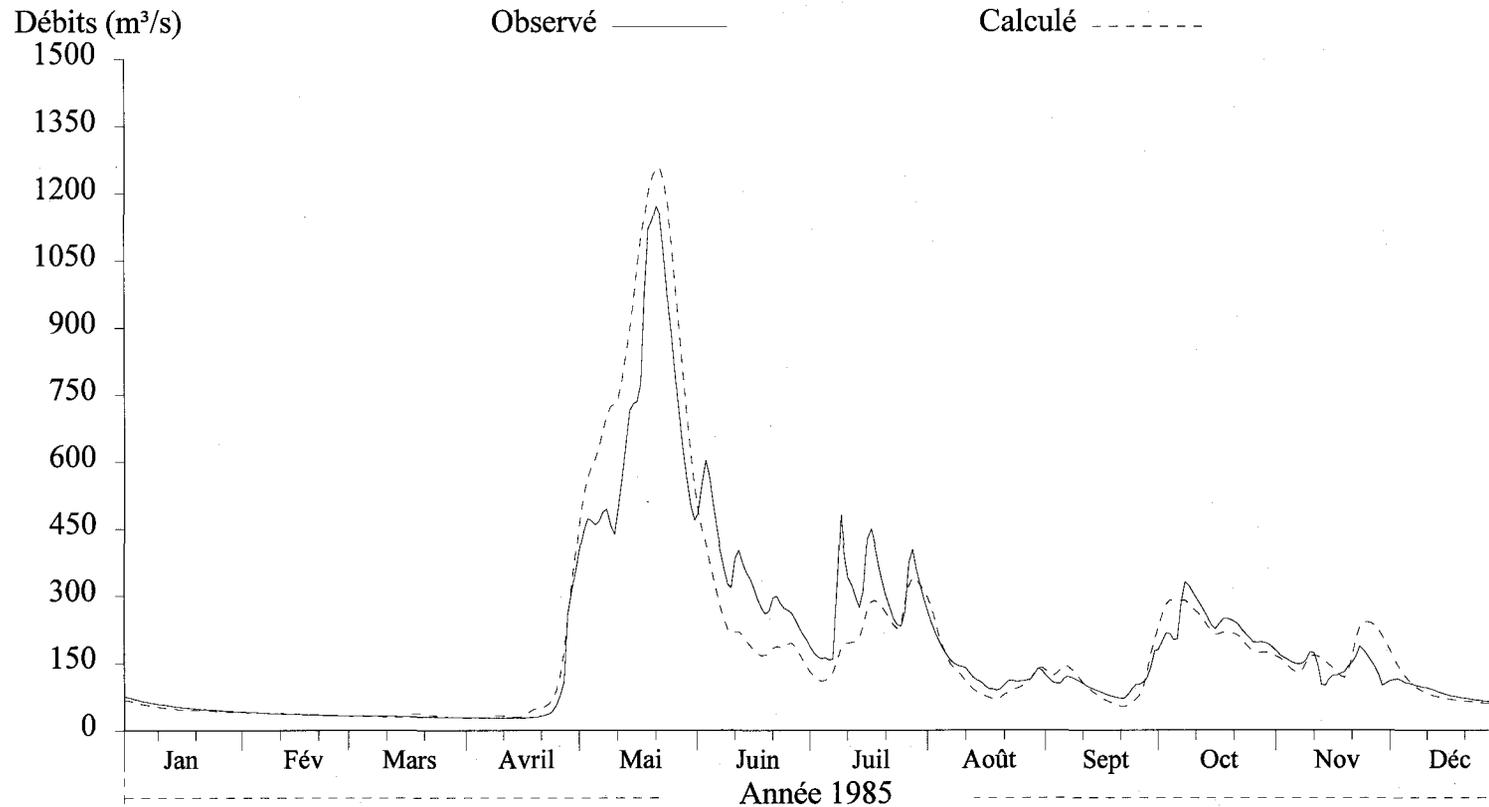


Figure II Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8609

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 179.43 • cal.: 171.22  
Lame (mm) obs.: 573.98 • cal.: 547.72

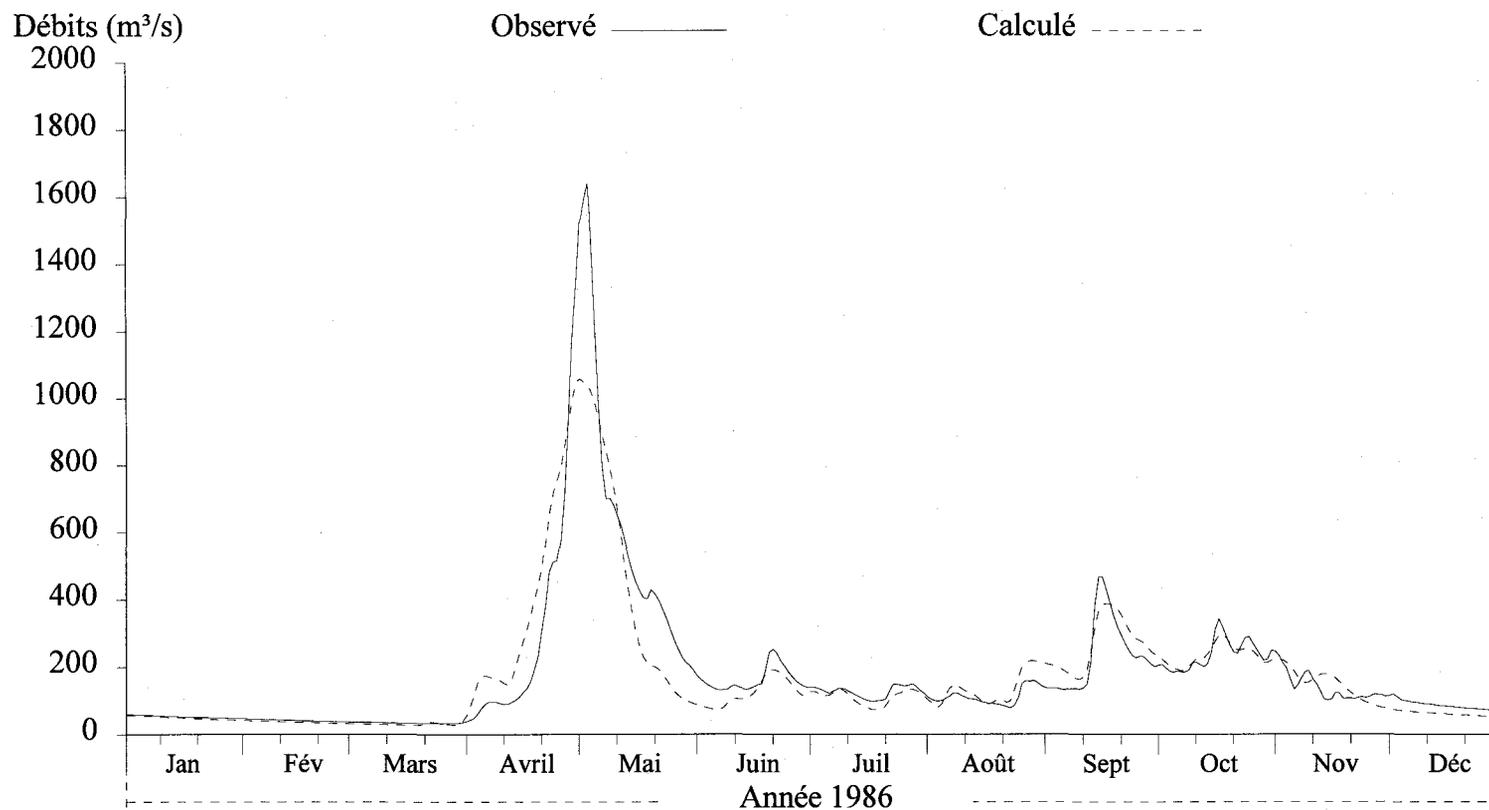


Figure I2 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6969

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 164.82 • cal.: 147.41  
Lame (mm) obs.: 527.23 • cal.: 471.54

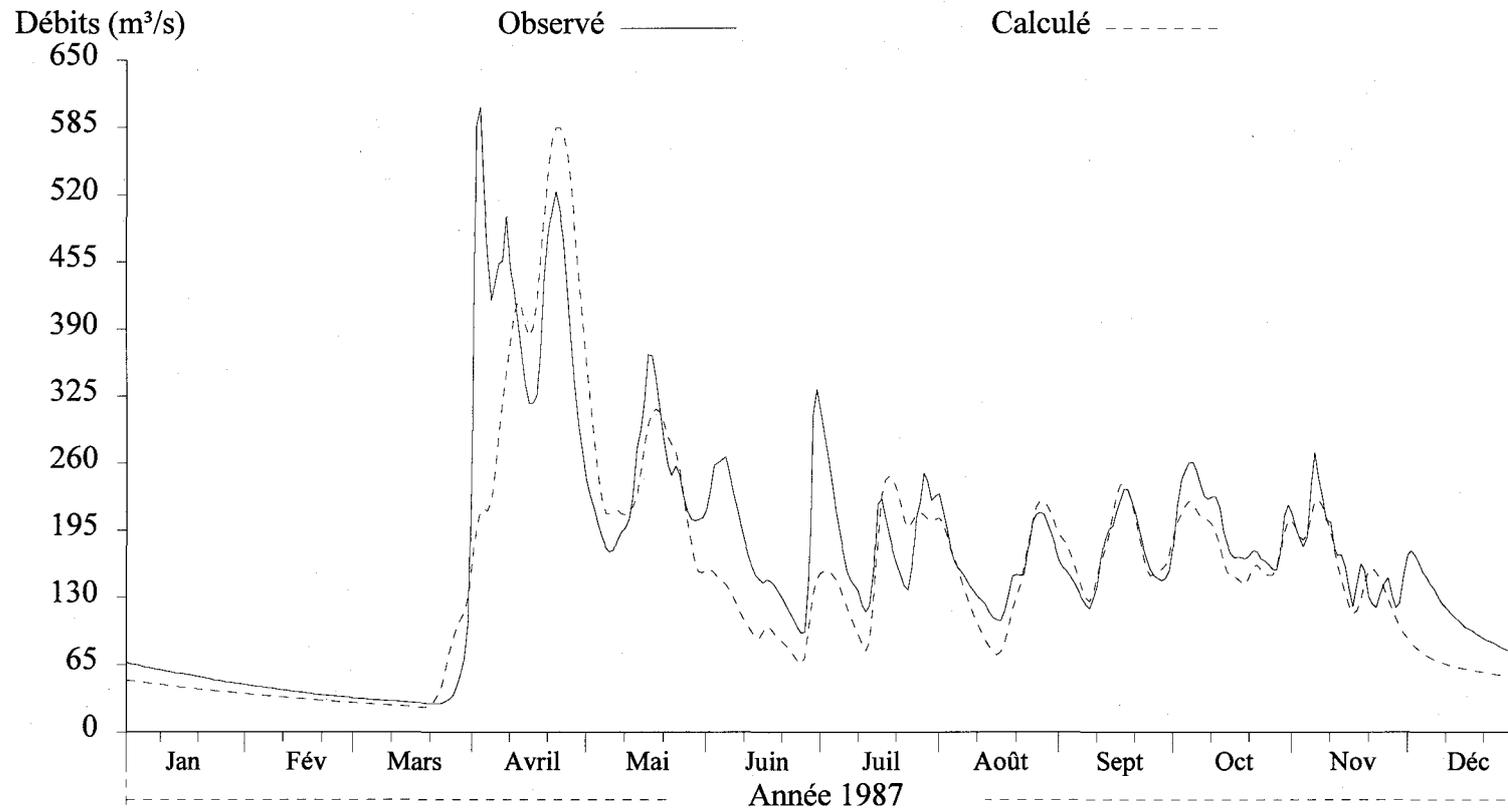


Figure I3 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8998

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 196.61 • cal.: 182.61  
Lame (mm) obs.: 630.66 • cal.: 585.75

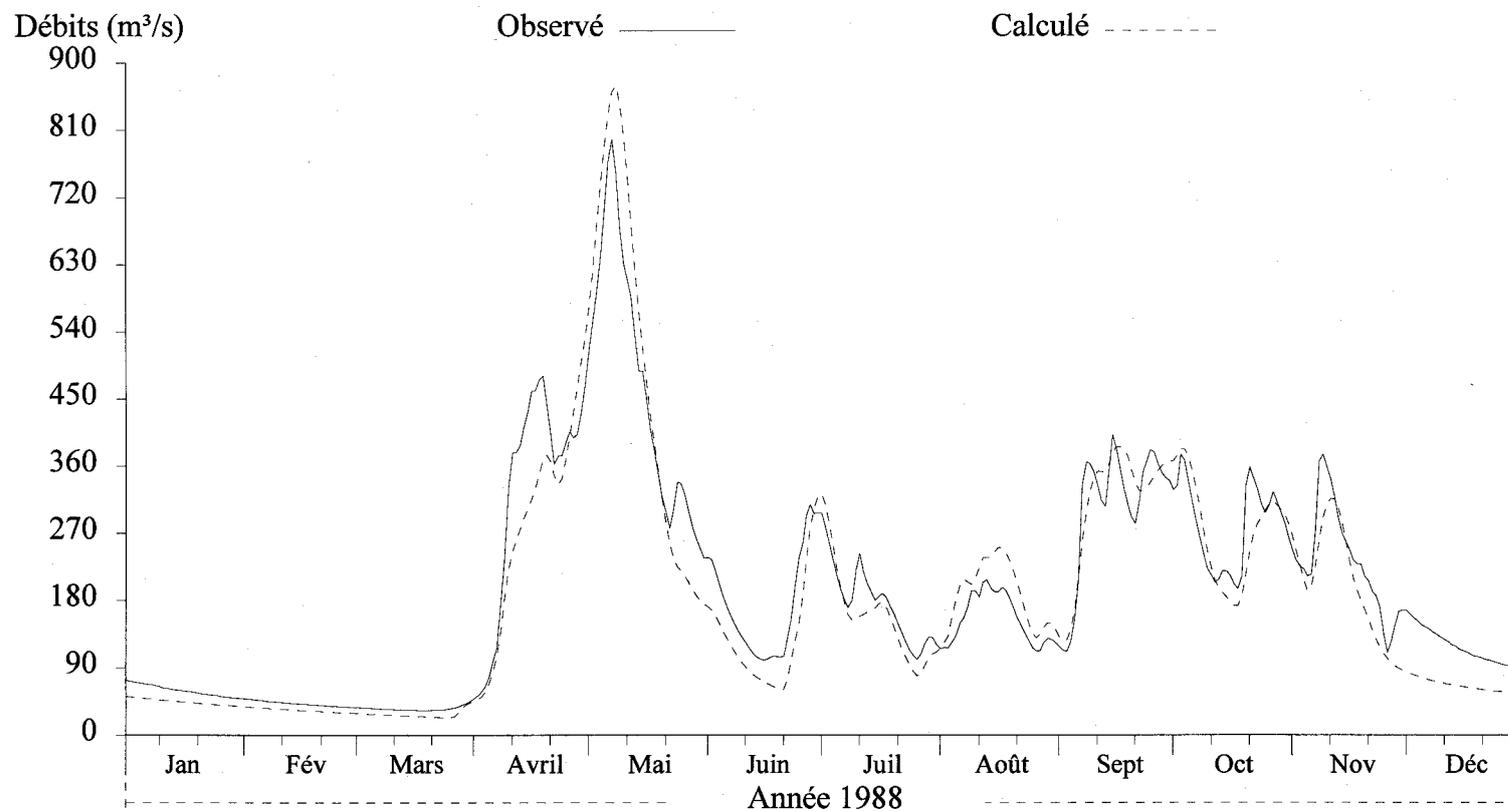


Figure I4 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8851

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 179.79 • cal.: 167.59  
Lame (mm) obs.: 575.11 • cal.: 536.09

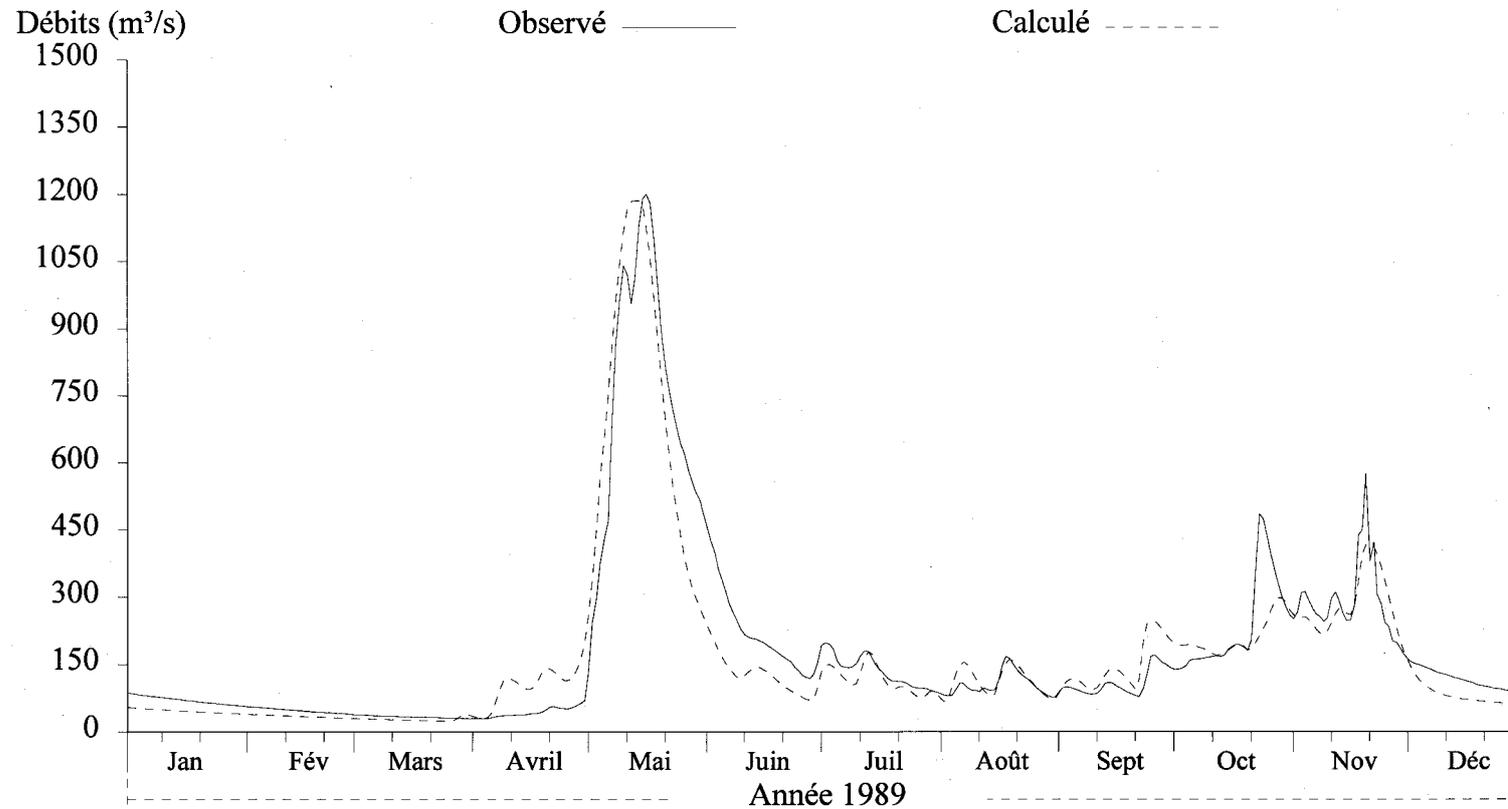


Figure I5 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8794

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 193.39 • cal.: 185.4  
Lame (mm) obs.: 618.62 • cal.: 593.06

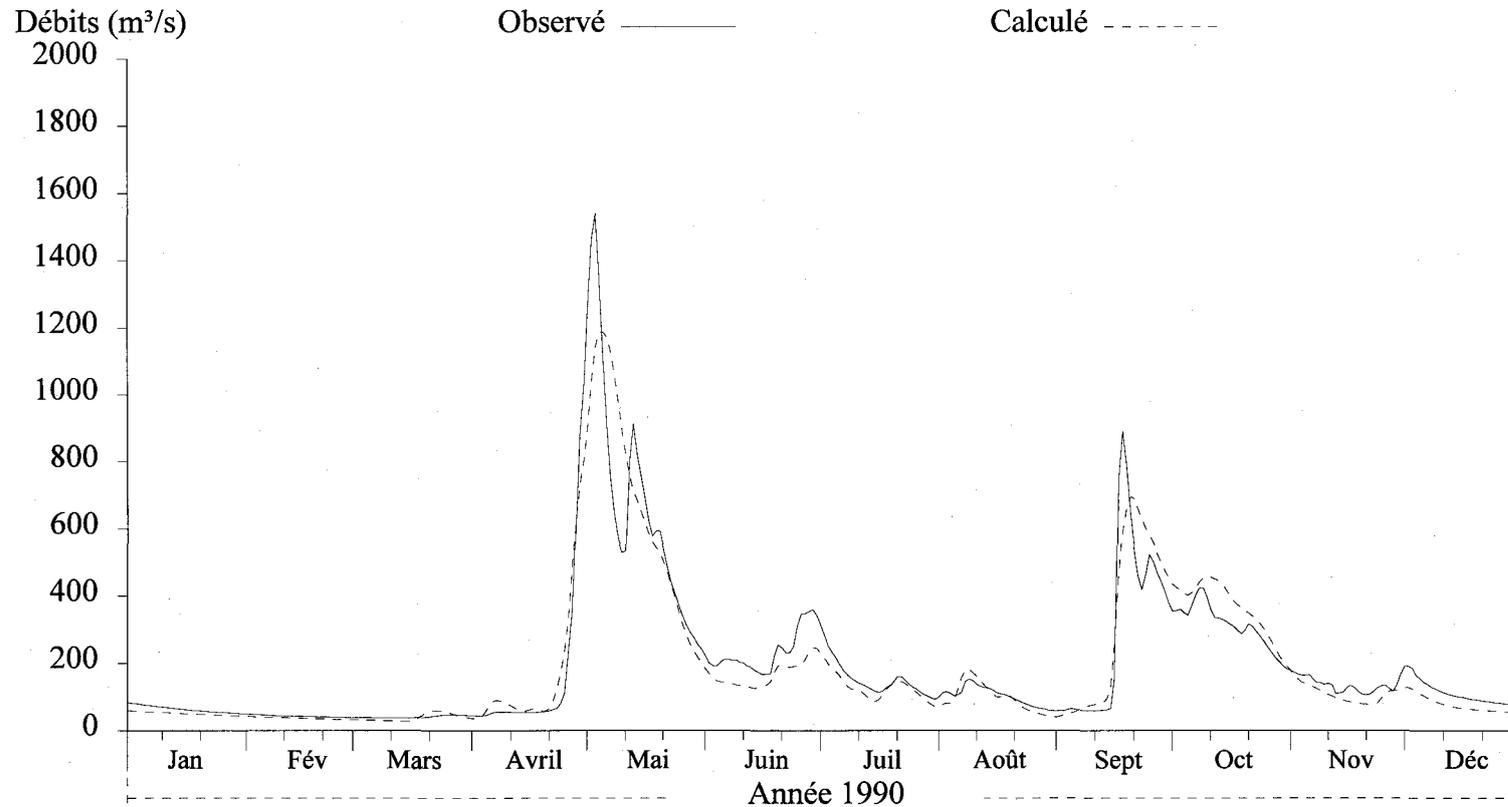


Figure I6 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9108

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 166.28 • cal.: 176.76  
Lame (mm) obs.: 531.91 • cal.: 565.44

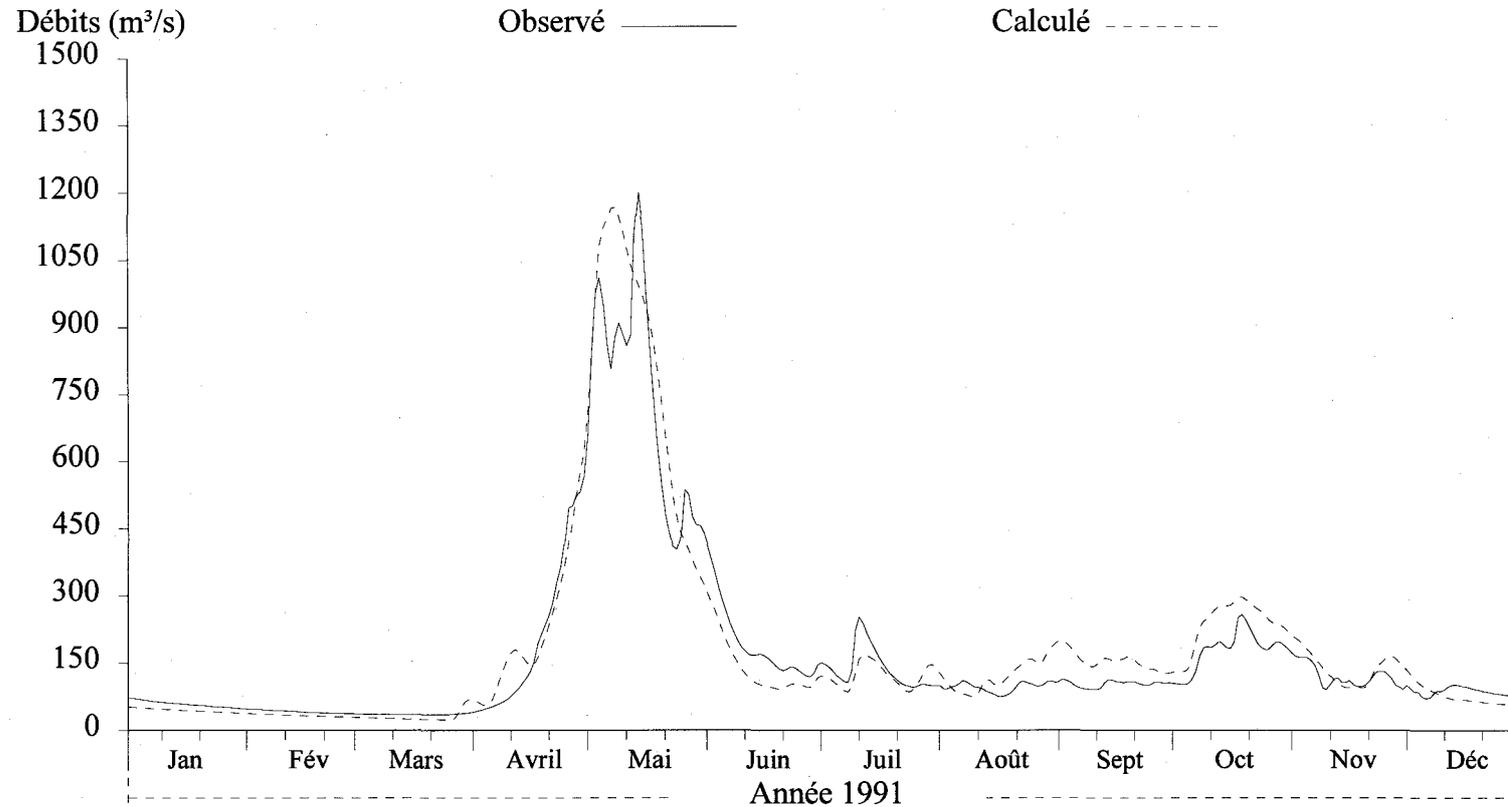


Figure I7 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8032

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 208.66 • cal.: 212.78  
Lame (mm) obs.: 669.32 • cal.: 682.52

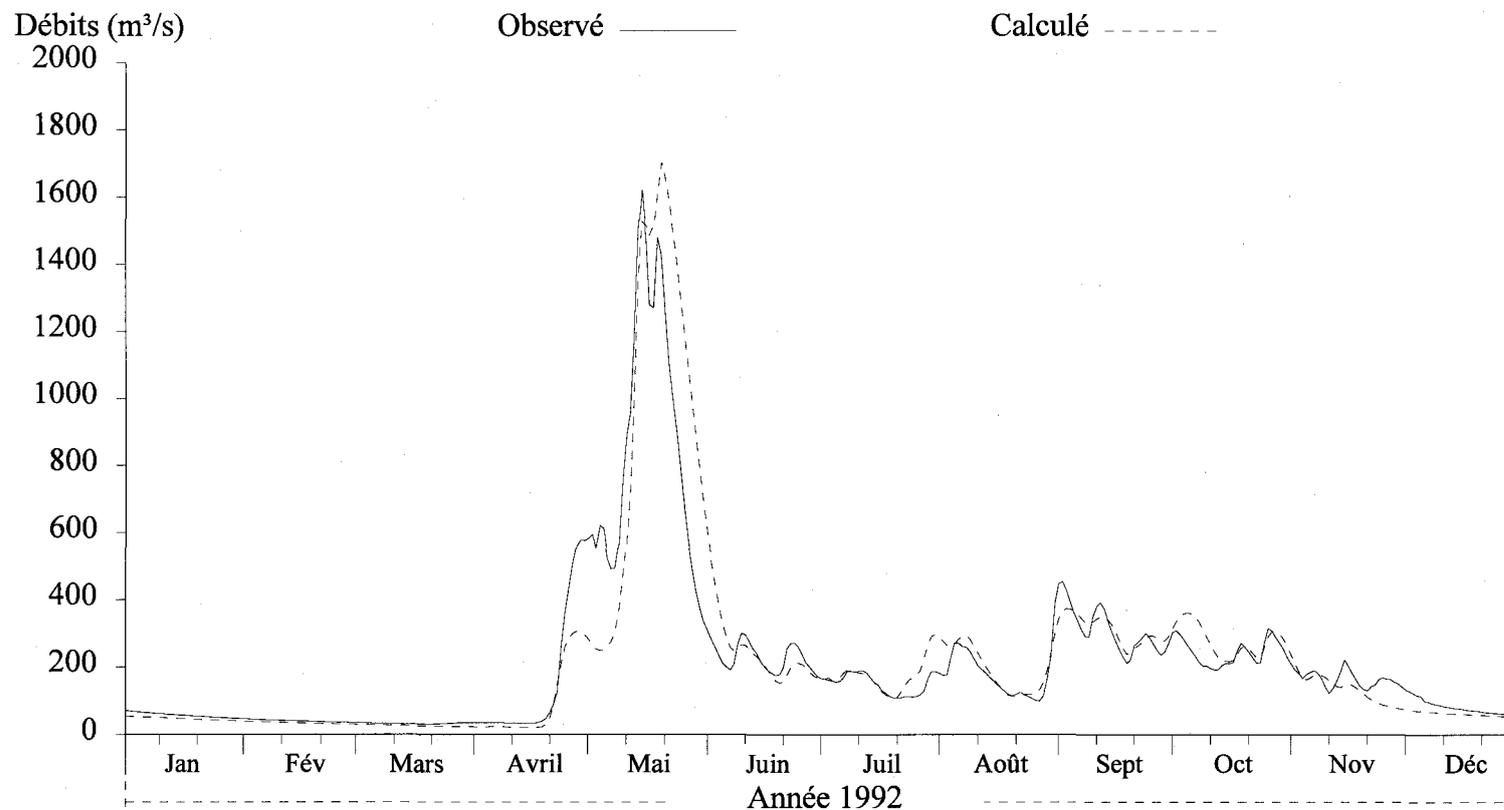


Figure 18 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7775

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 228.32 • cal.: 227.24  
Lame (mm) obs.: 730.37 • cal.: 726.91

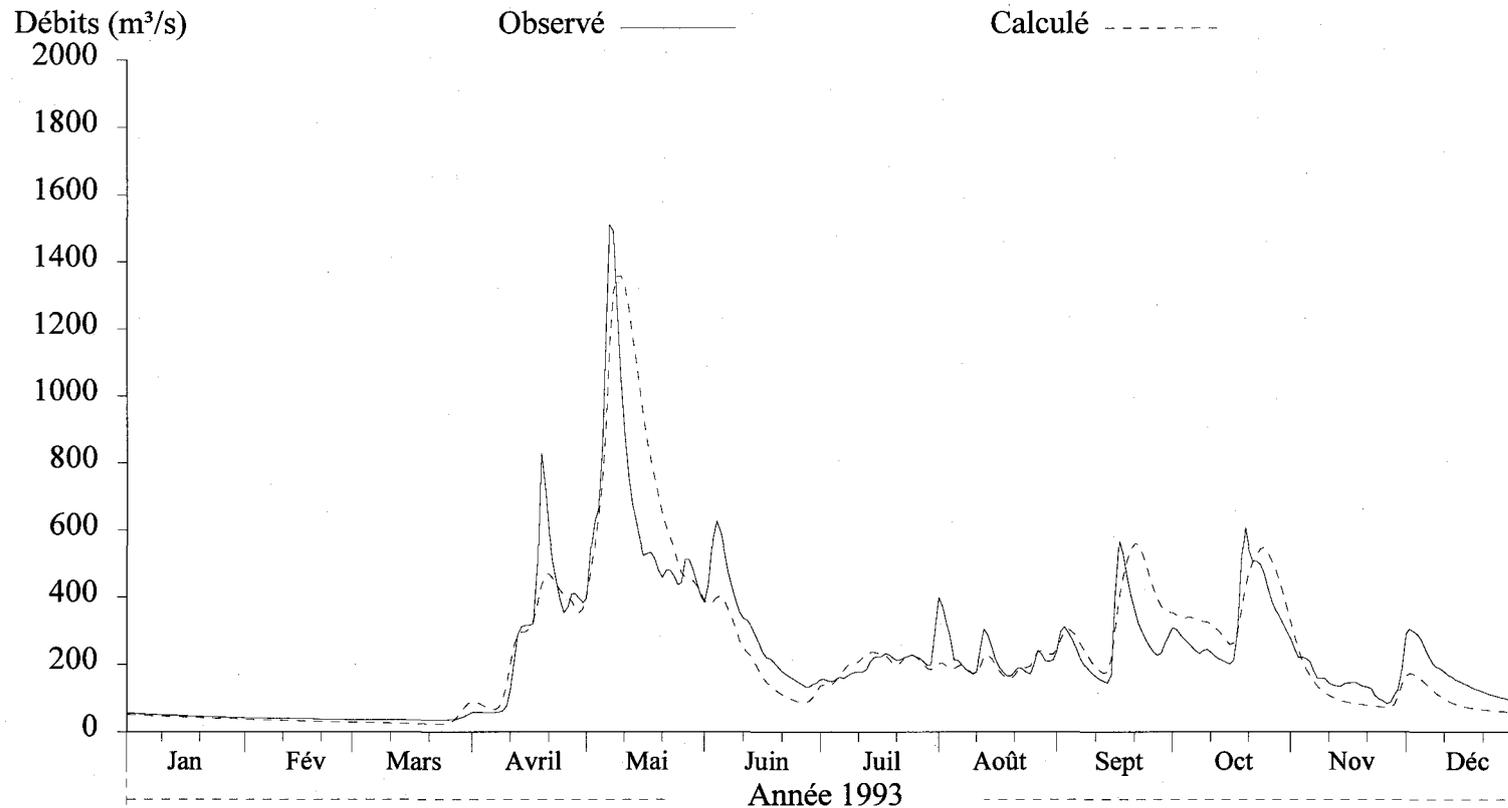


Figure I9 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6531

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 220.14 • cal.: 219.68  
Lame (mm) obs.: 704.21 • cal.: 702.71

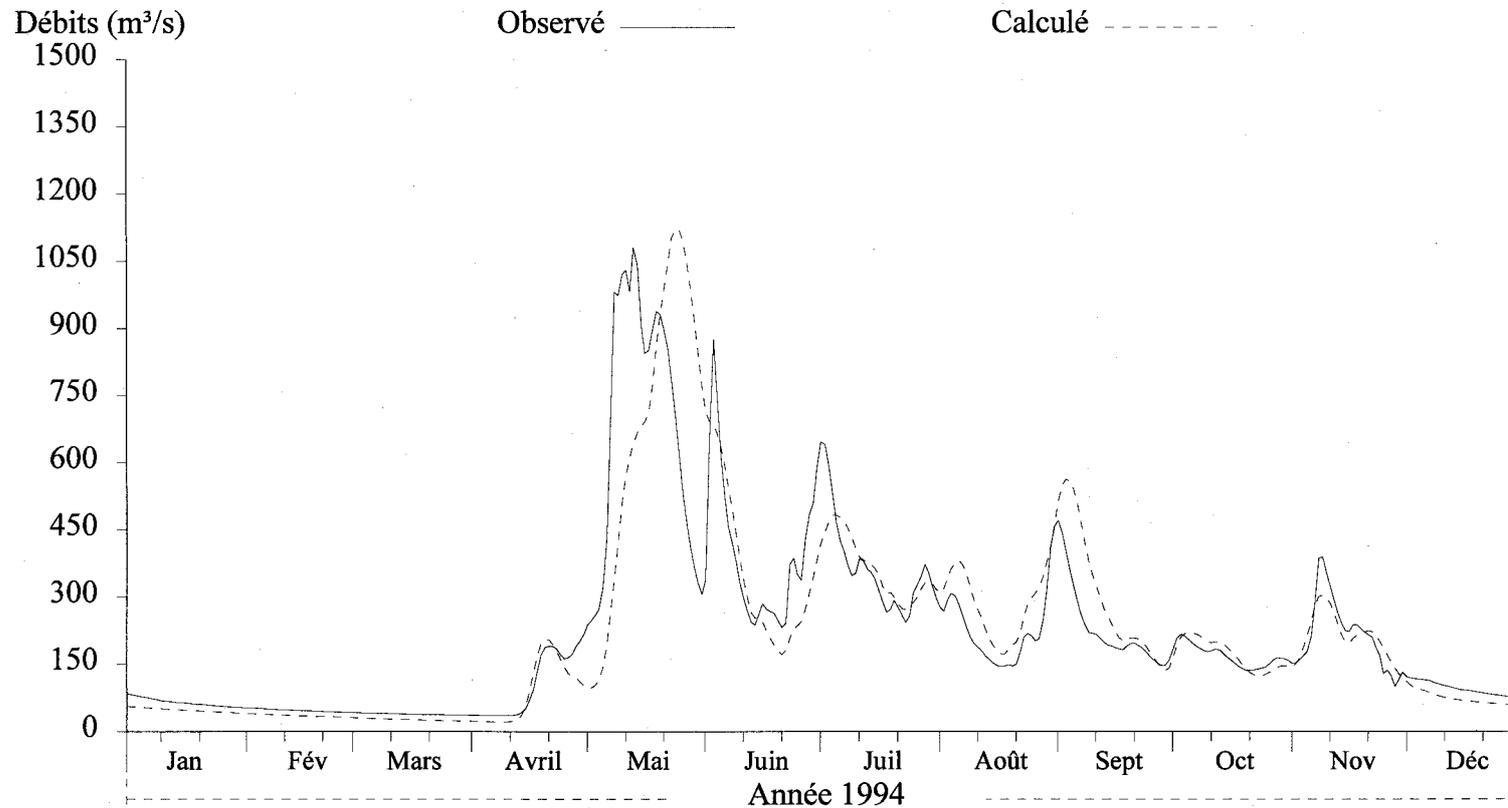


Figure I10 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6591\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 207.71\* • cal.: 228.41  
Lame (mm) obs.: 629.85\* • cal.: 730.66

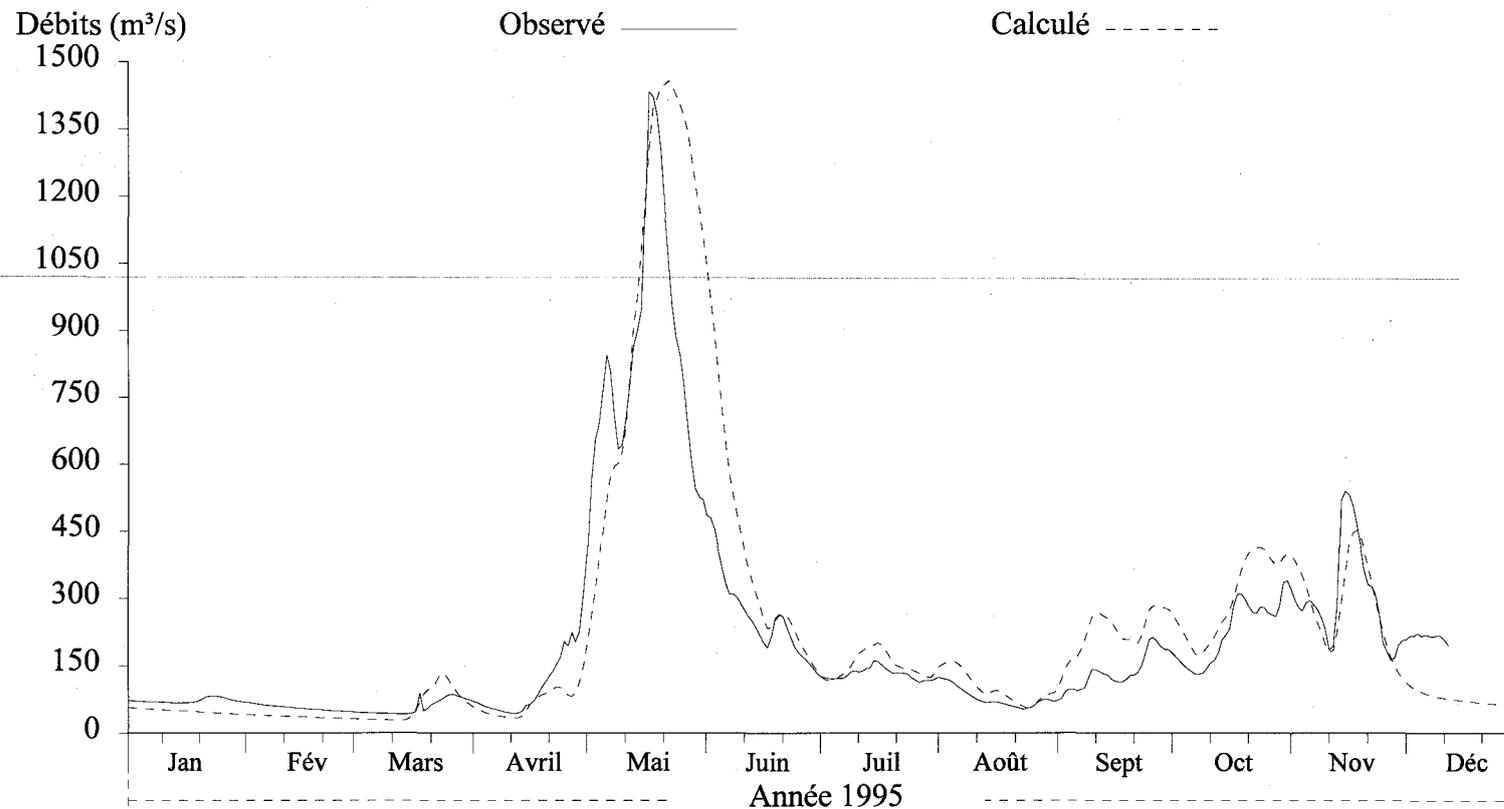


Figure I11 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI) pour l'année 1995.

# **ANNEXE J**

---

**Débits journaliers observés et calculés à l'exutoire du bassin versant ASHAV et à la station 061901 pour les années 1985 à 1995.**

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.908

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 273.18 • cal.: 279.45  
Lame (mm) obs.: 561.87 • cal.: 574.77

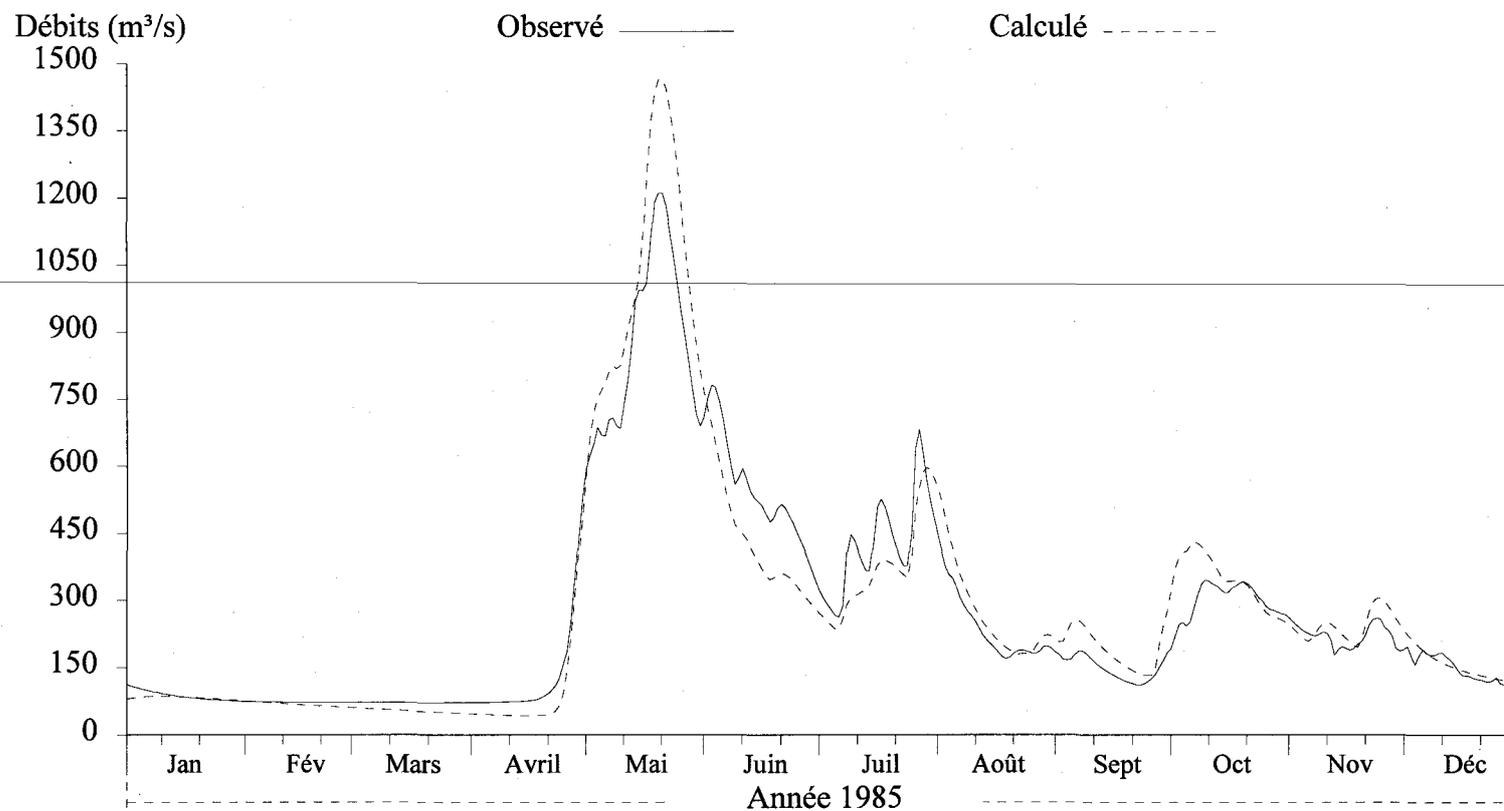


Figure J1 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9606

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 298.5 • cal.: 288.07  
Lame (mm) obs.: 613.95 • cal.: 592.49

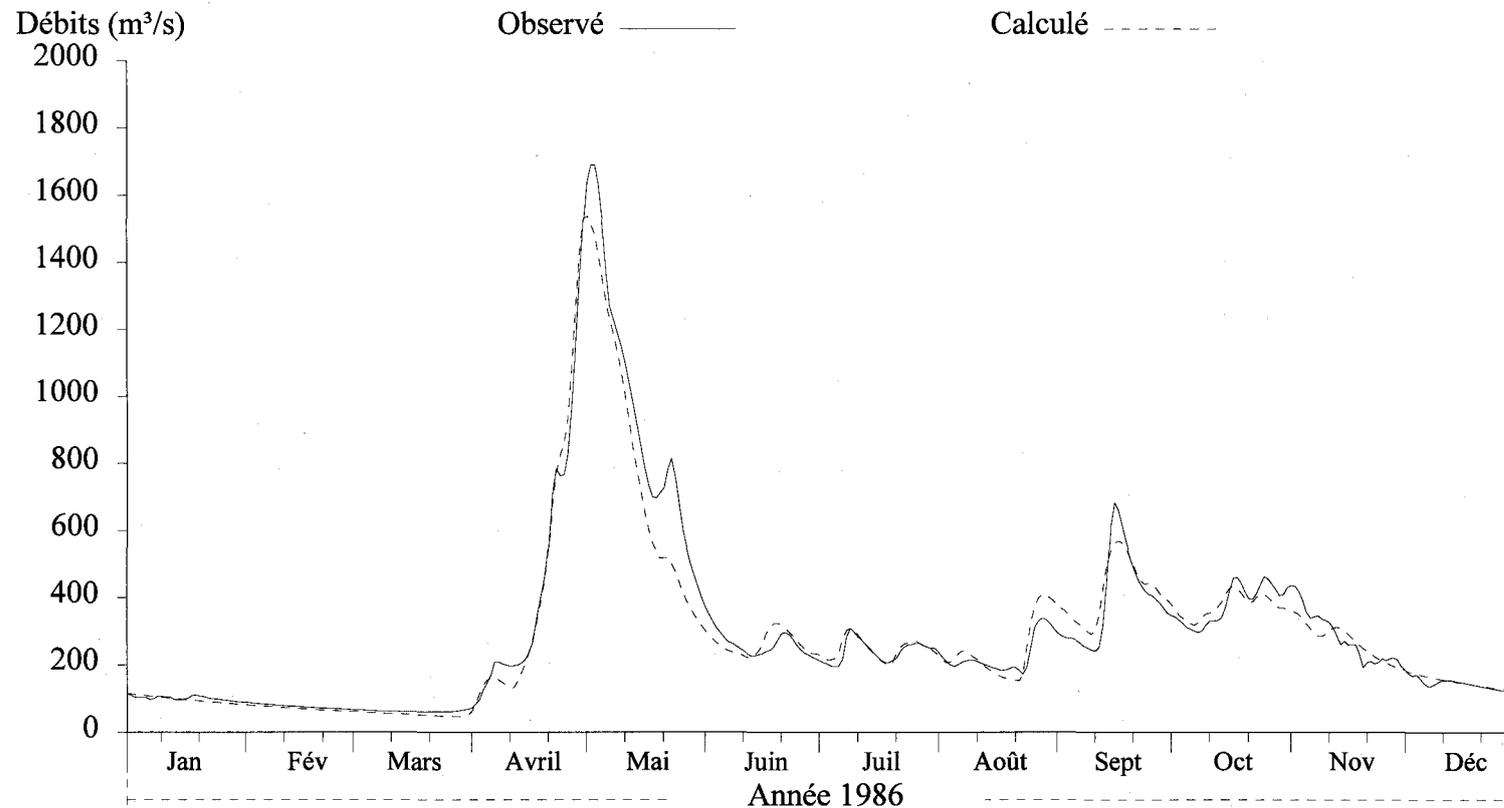


Figure J2 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8714

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 233.05 • cal.: 229.52  
Lame (mm) obs.: 479.34 • cal.: 472.07

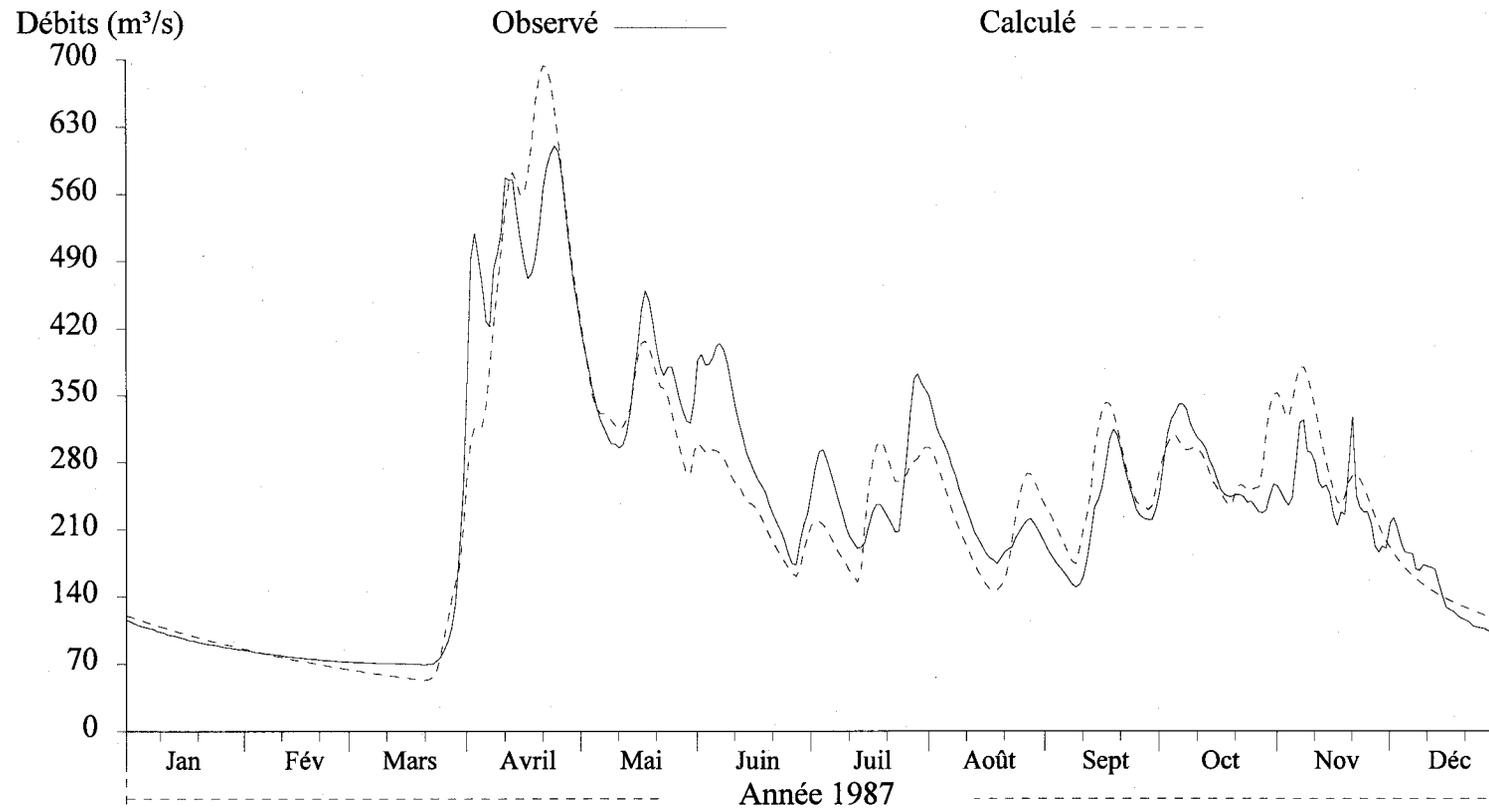


Figure J3 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9053

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 306.35 • cal.: 290.53  
Lame (mm) obs.: 631.82 • cal.: 599.2

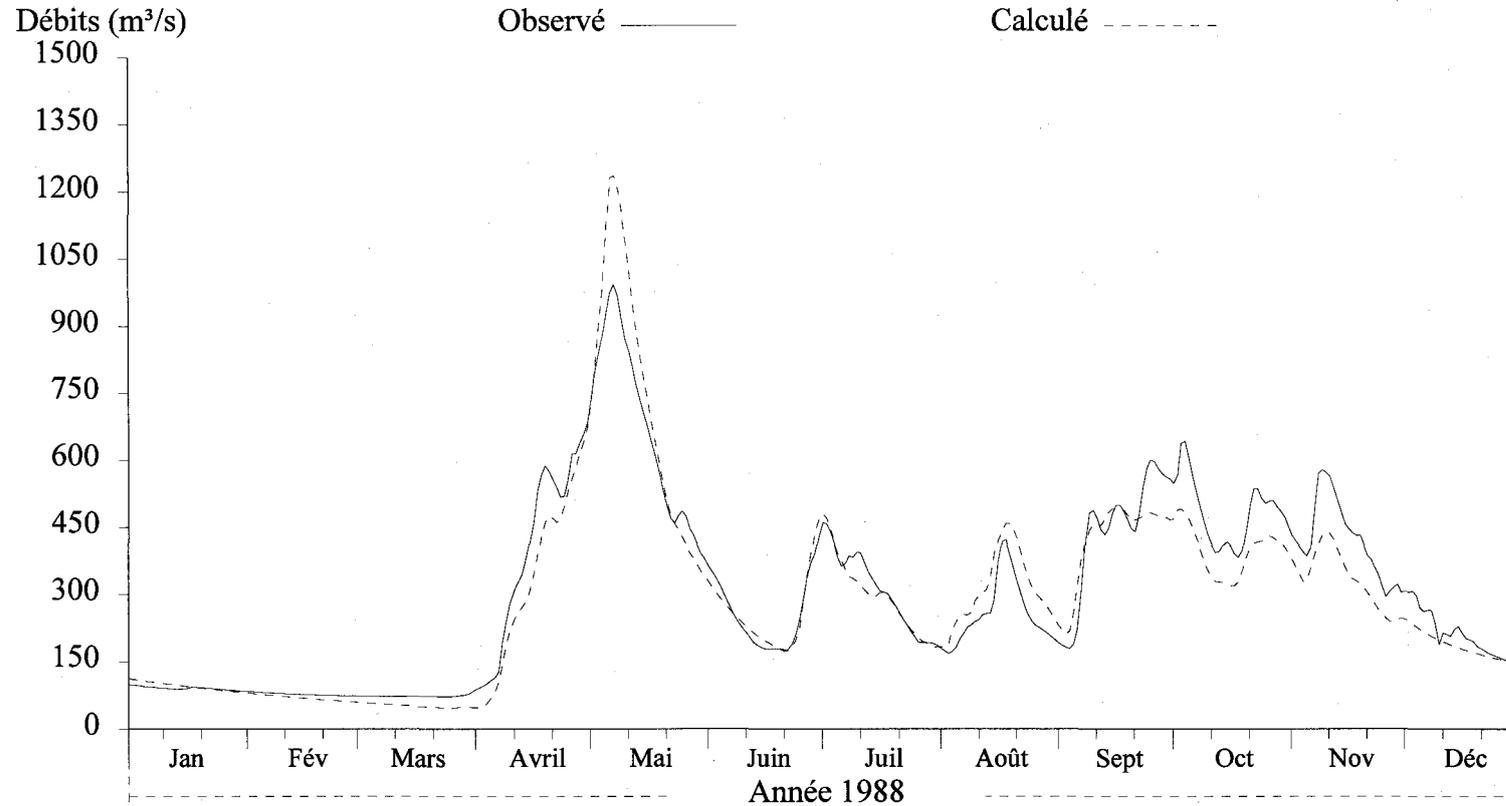


Figure J4 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9235

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 281.95 • cal.: 277.09  
Lame (mm) obs.: 579.9 • cal.: 569.9

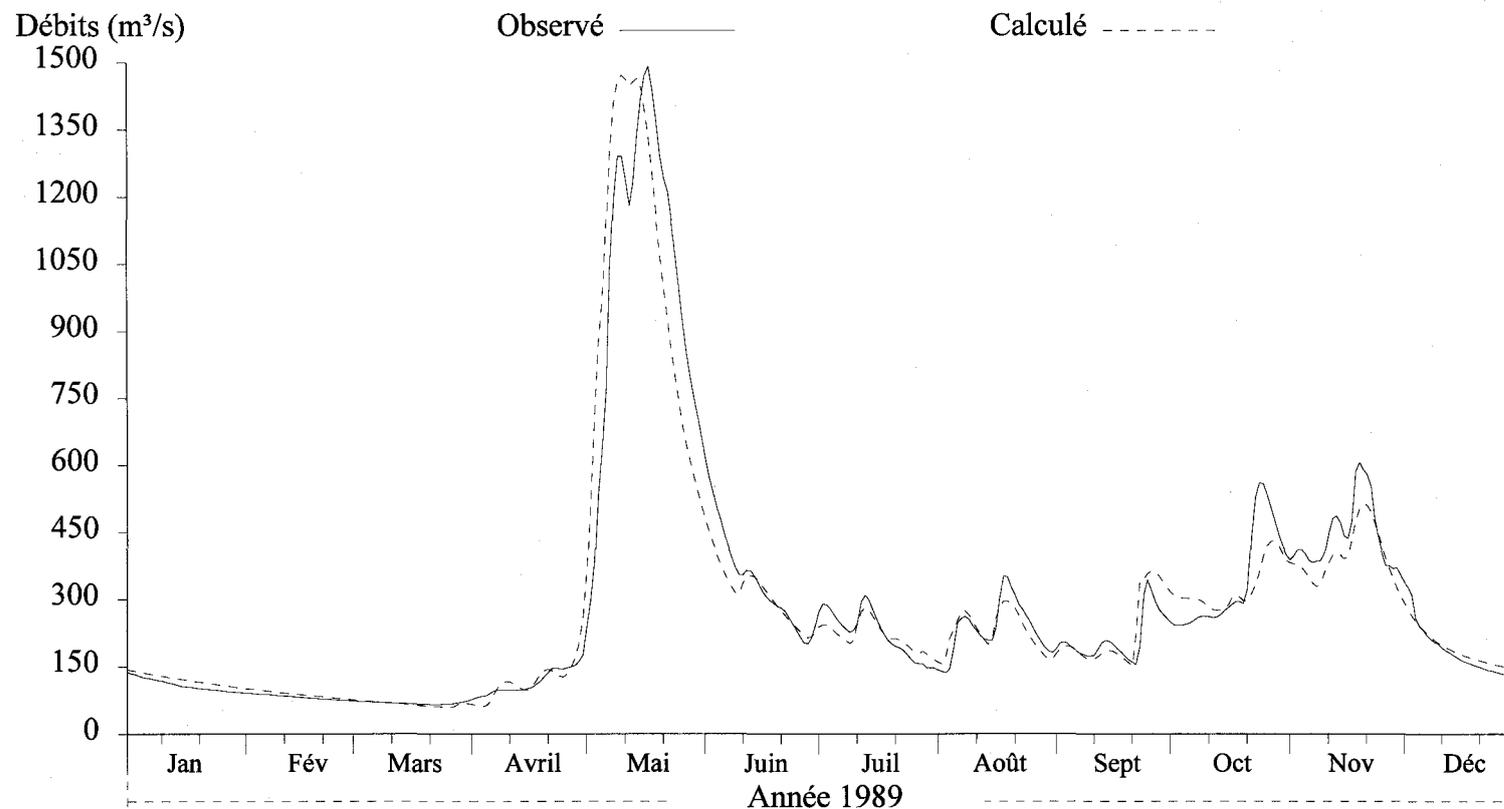


Figure J5 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9325

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 305.75 • cal.: 288.76  
Lame (mm) obs.: 628.86 • cal.: 593.92

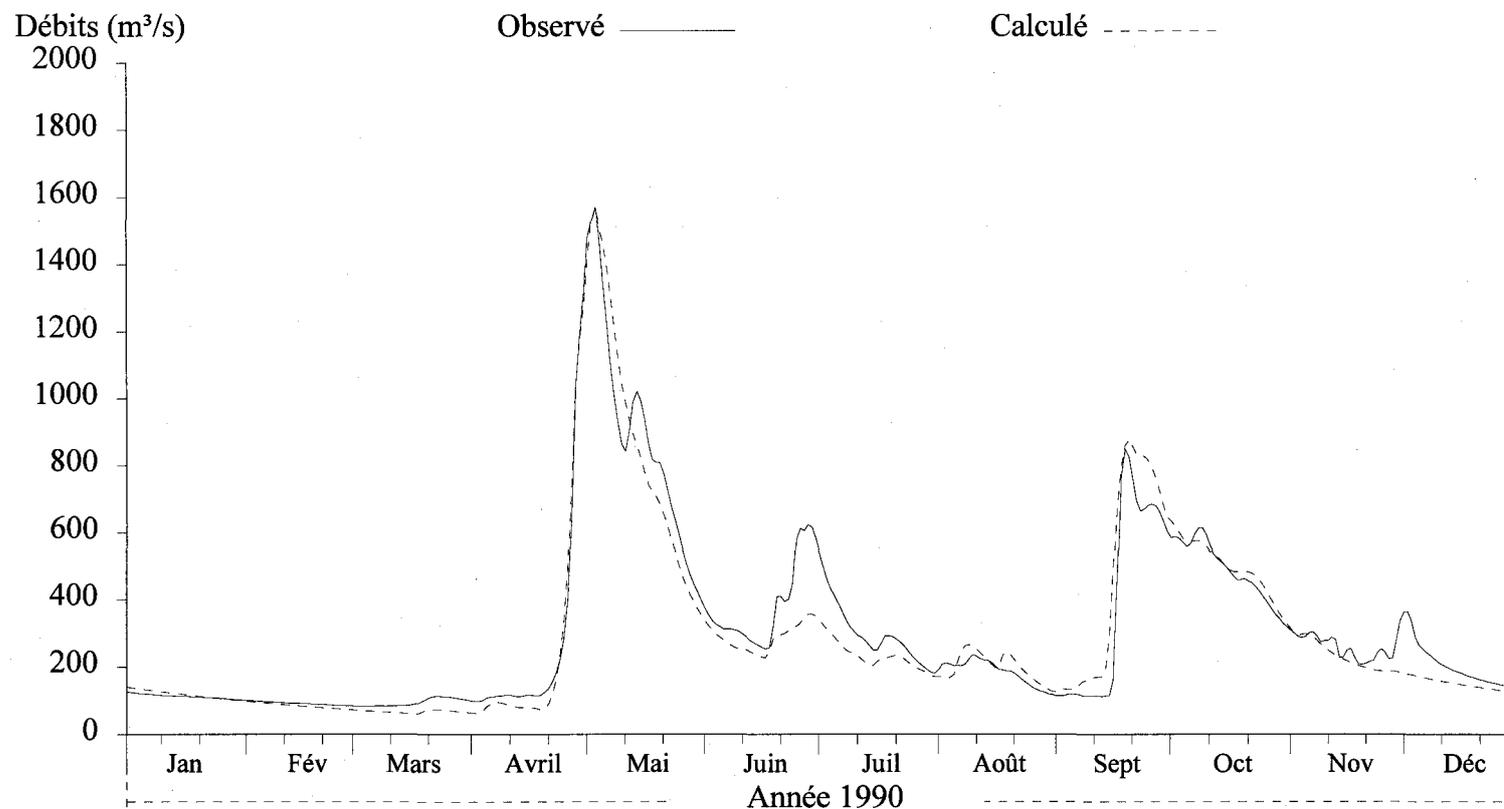


Figure J6 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7489

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 240.04 • cal.: 278.85  
Lame (mm) obs.: 493.71 • cal.: 573.53

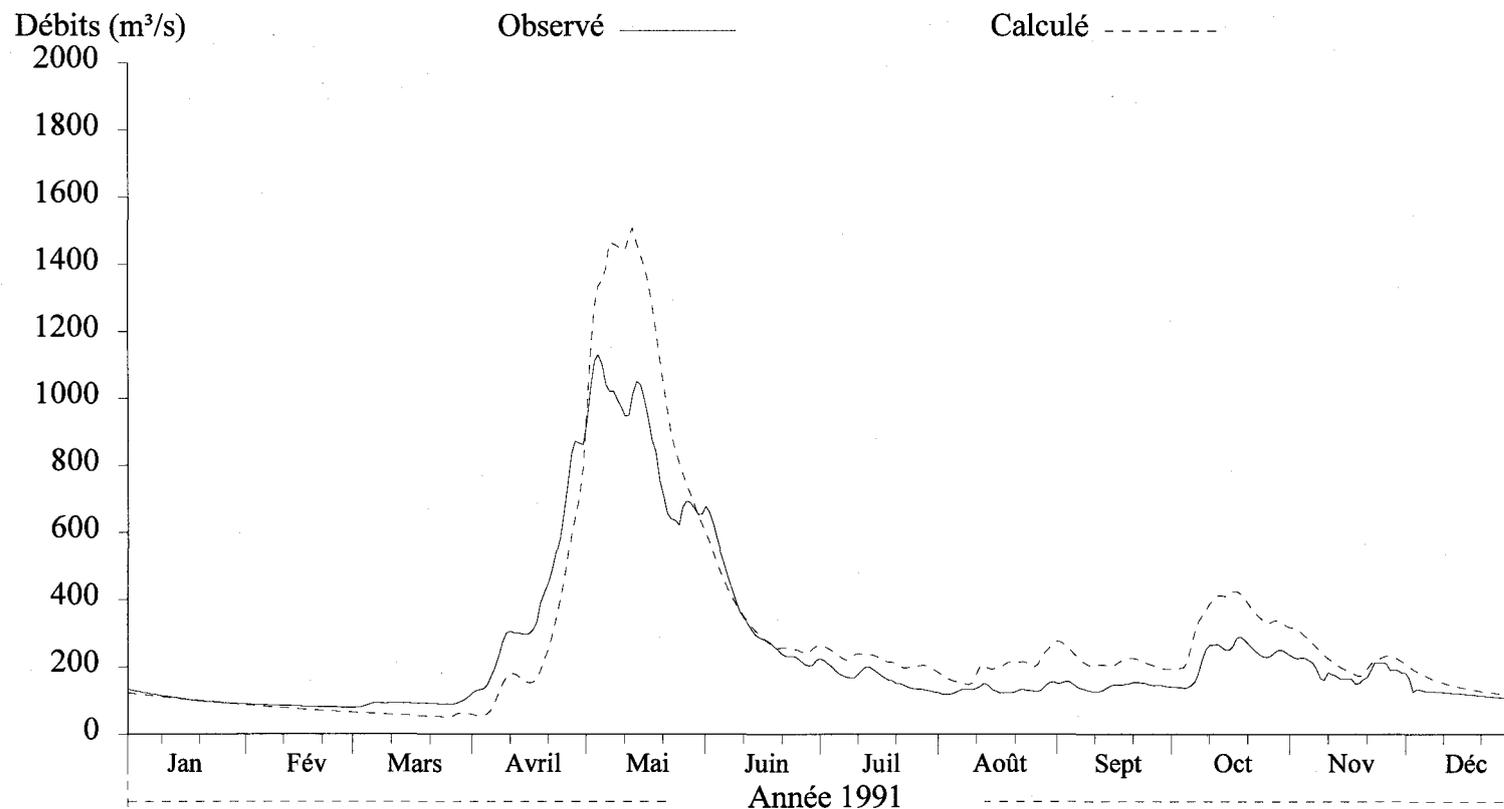


Figure J7 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8554

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 317.07 • cal.: 318.88  
Lame (mm) obs.: 653.92 • cal.: 657.66

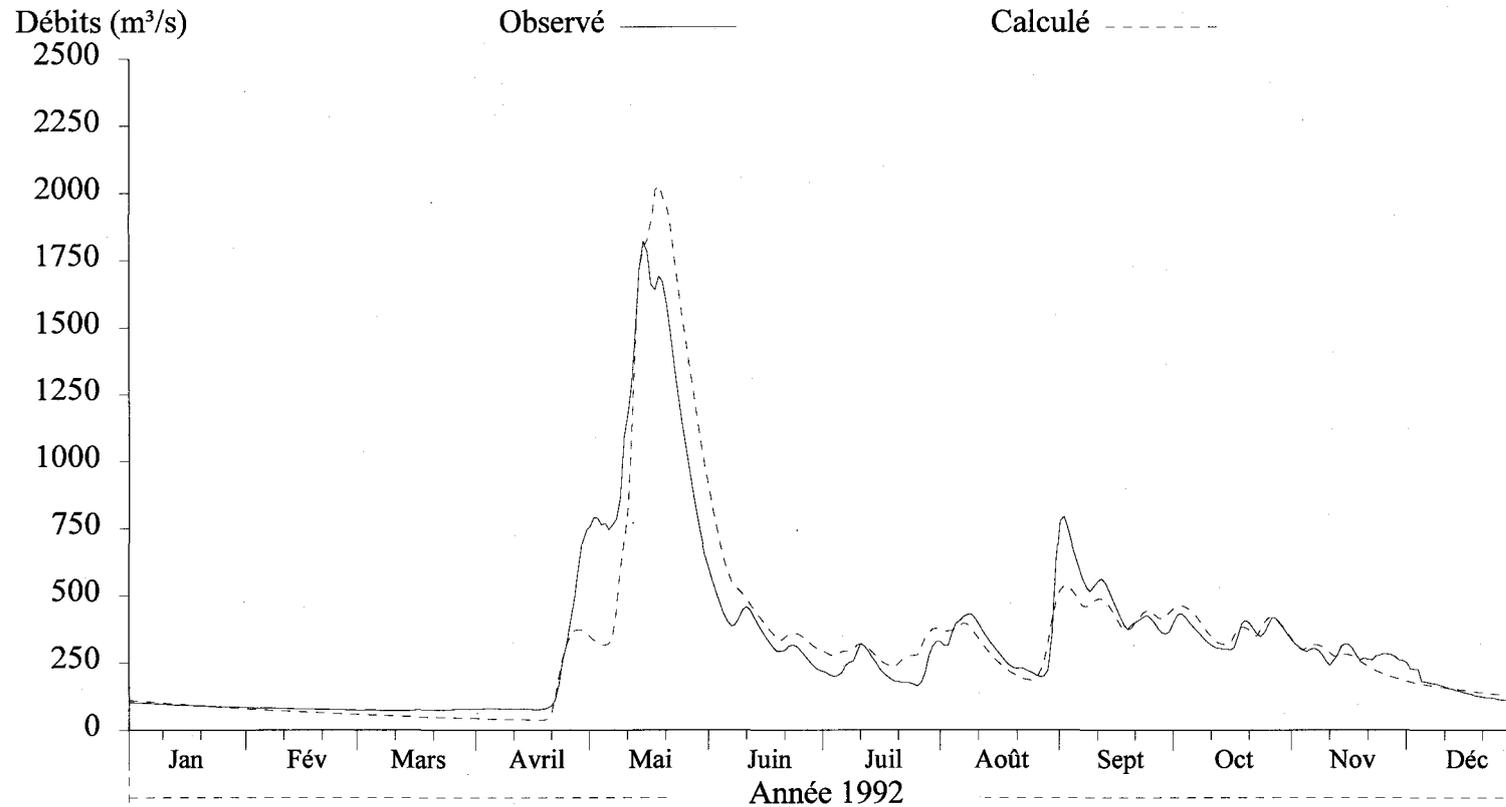


Figure J8 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9606

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 314.82 • cal.: 324.35  
Lame (mm) obs.: 647.5 • cal.: 667.11

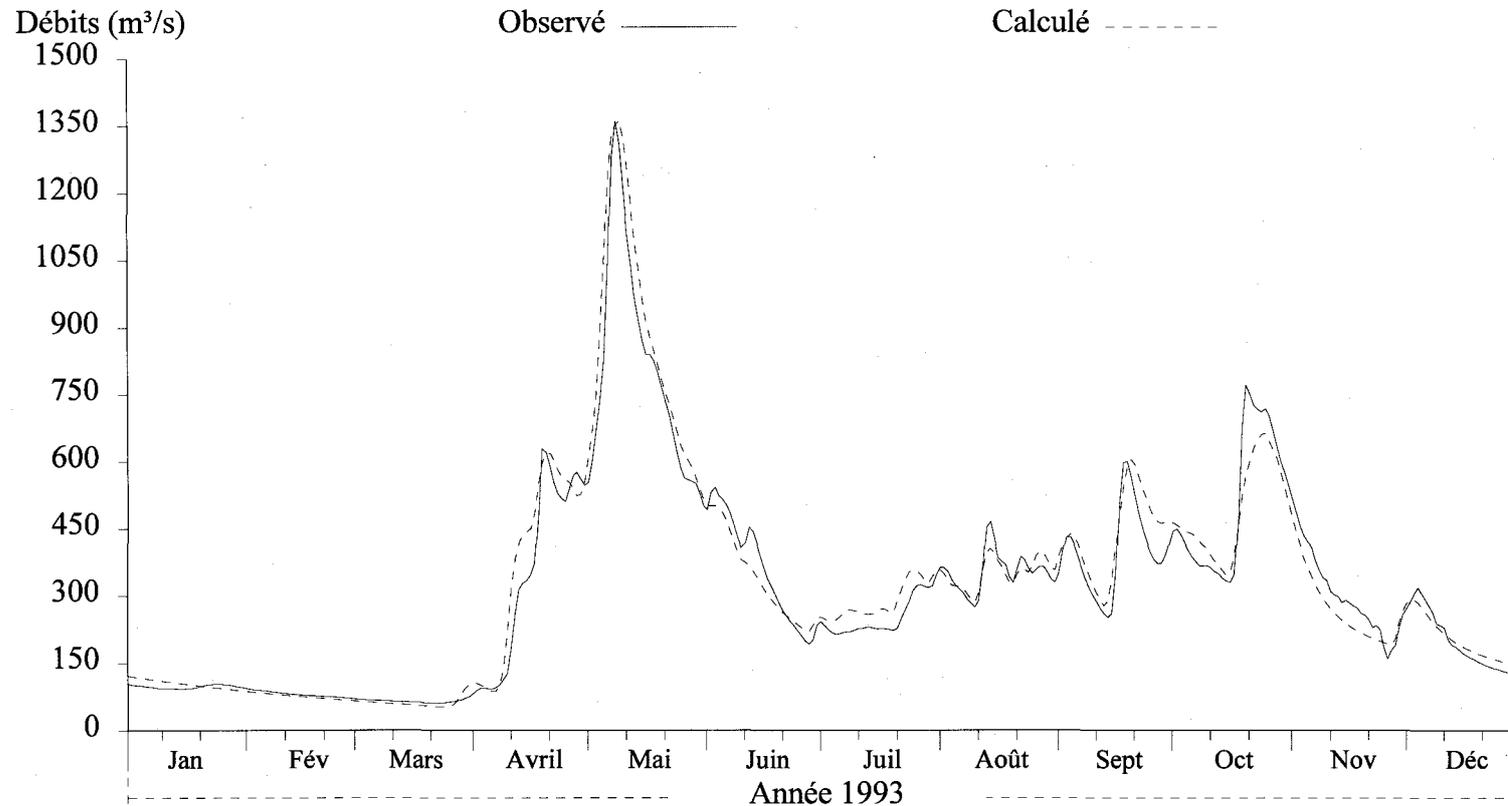


Figure J9 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8221

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 329.69 • cal.: 319.84  
Lame (mm) obs.: 678.09 • cal.: 657.84

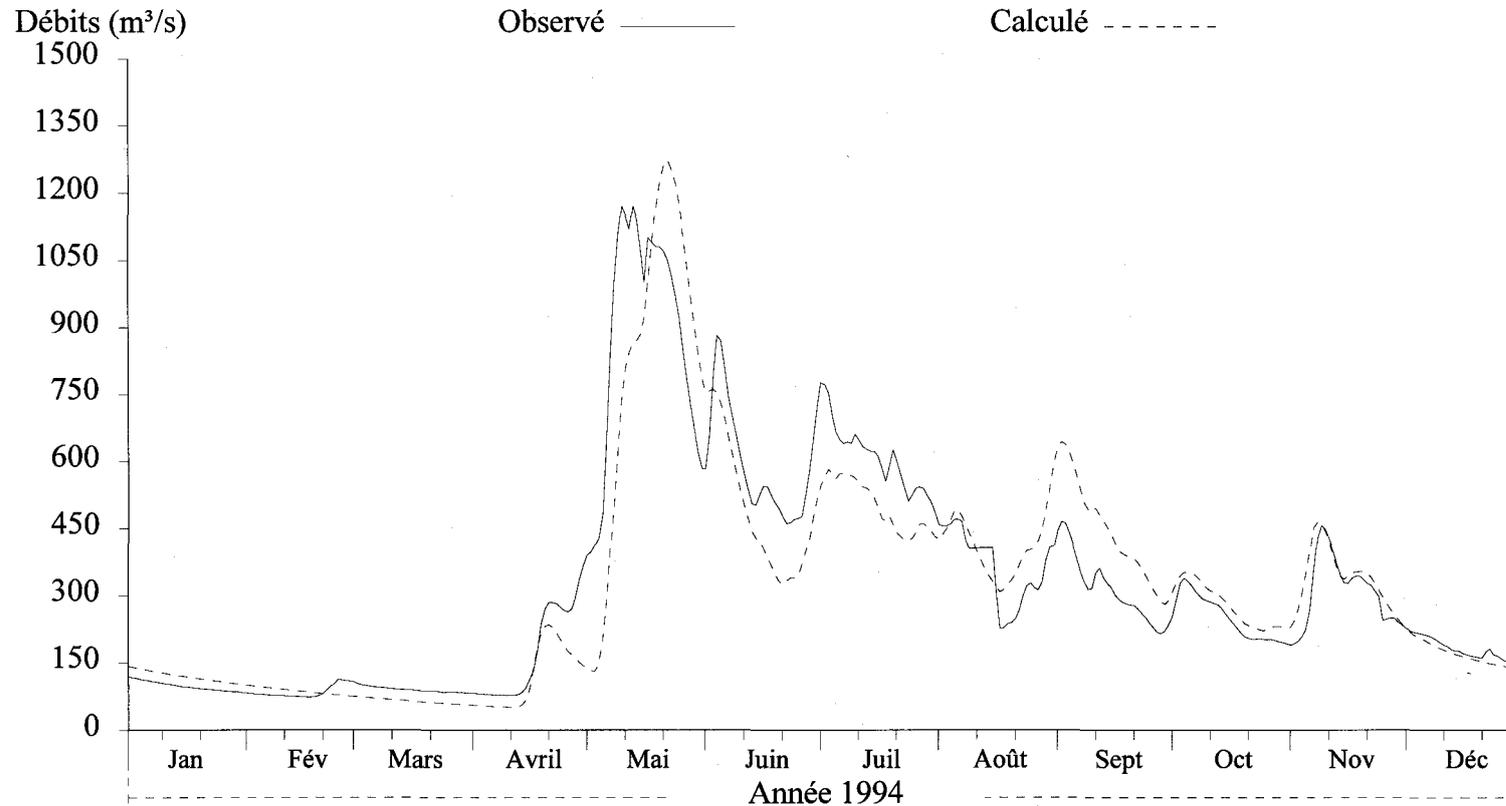


Figure J10 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6271

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 286.42 • cal.: 315.98  
Lame (mm) obs.: 589.1 • cal.: 649.89

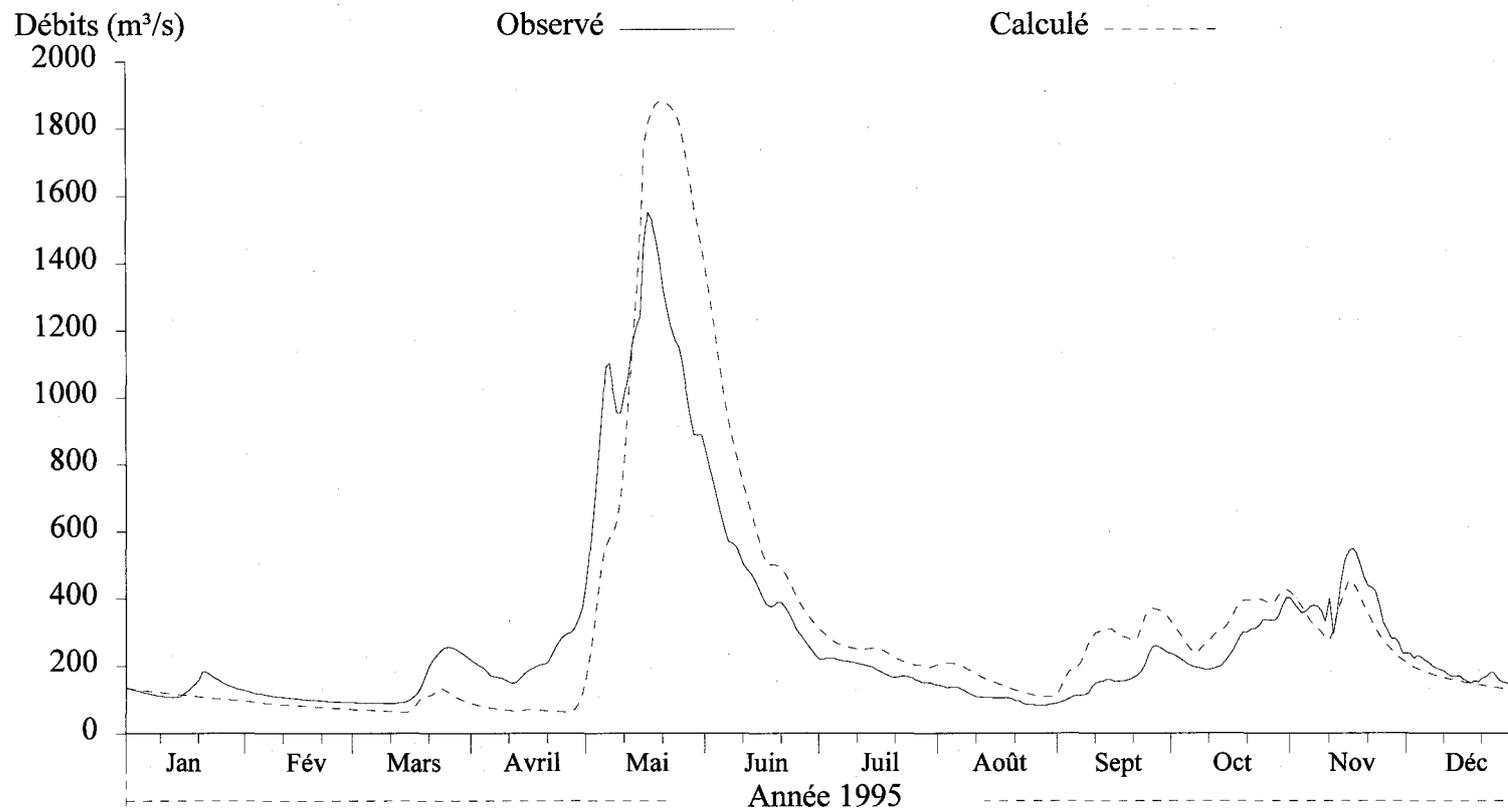
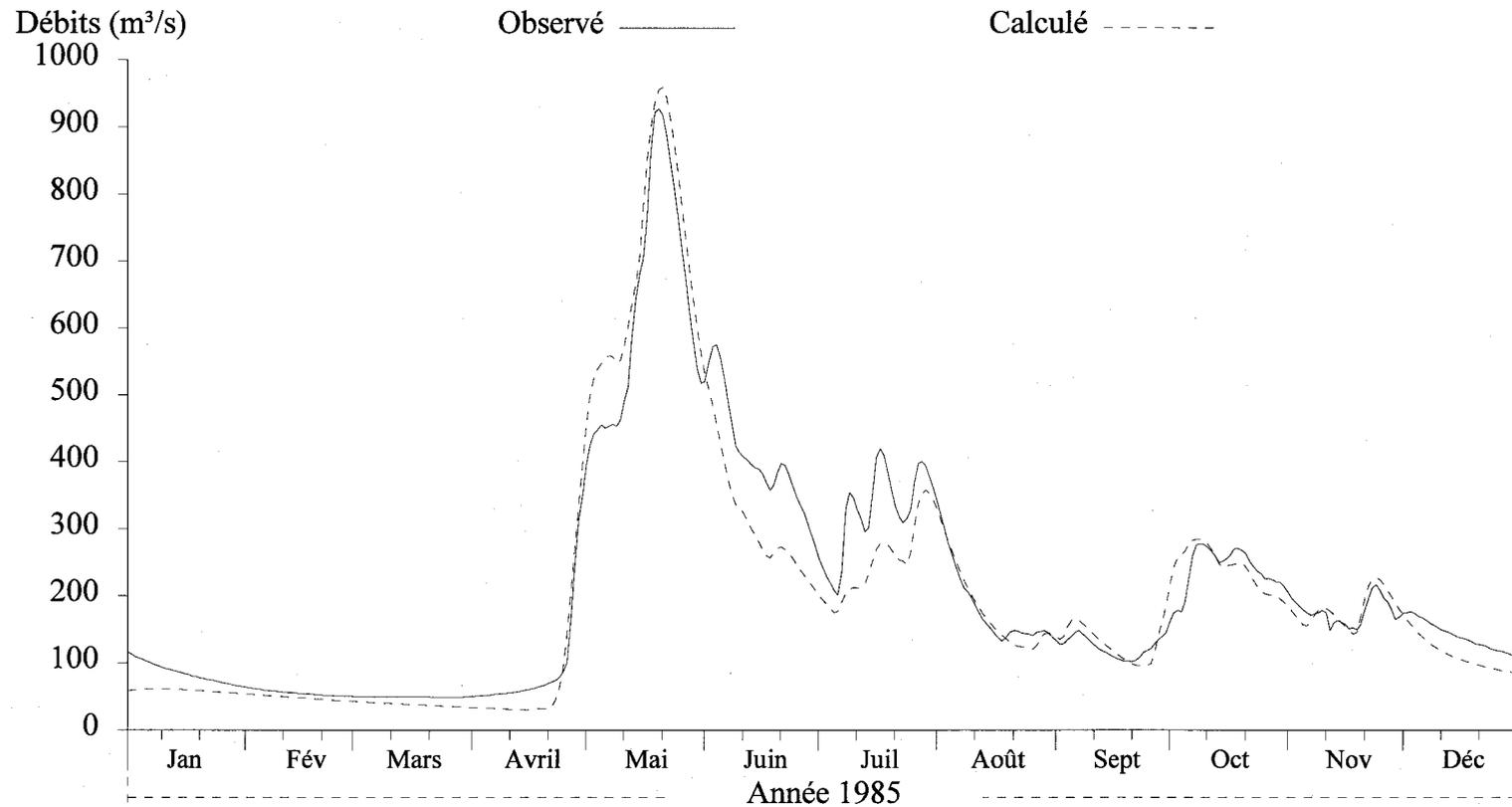


Figure J11 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) pour l'année 1995

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAM  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9284

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 209.79 • cal.: 194.59  
Lame (mm) obs.: 594.06 • cal.: 551.01



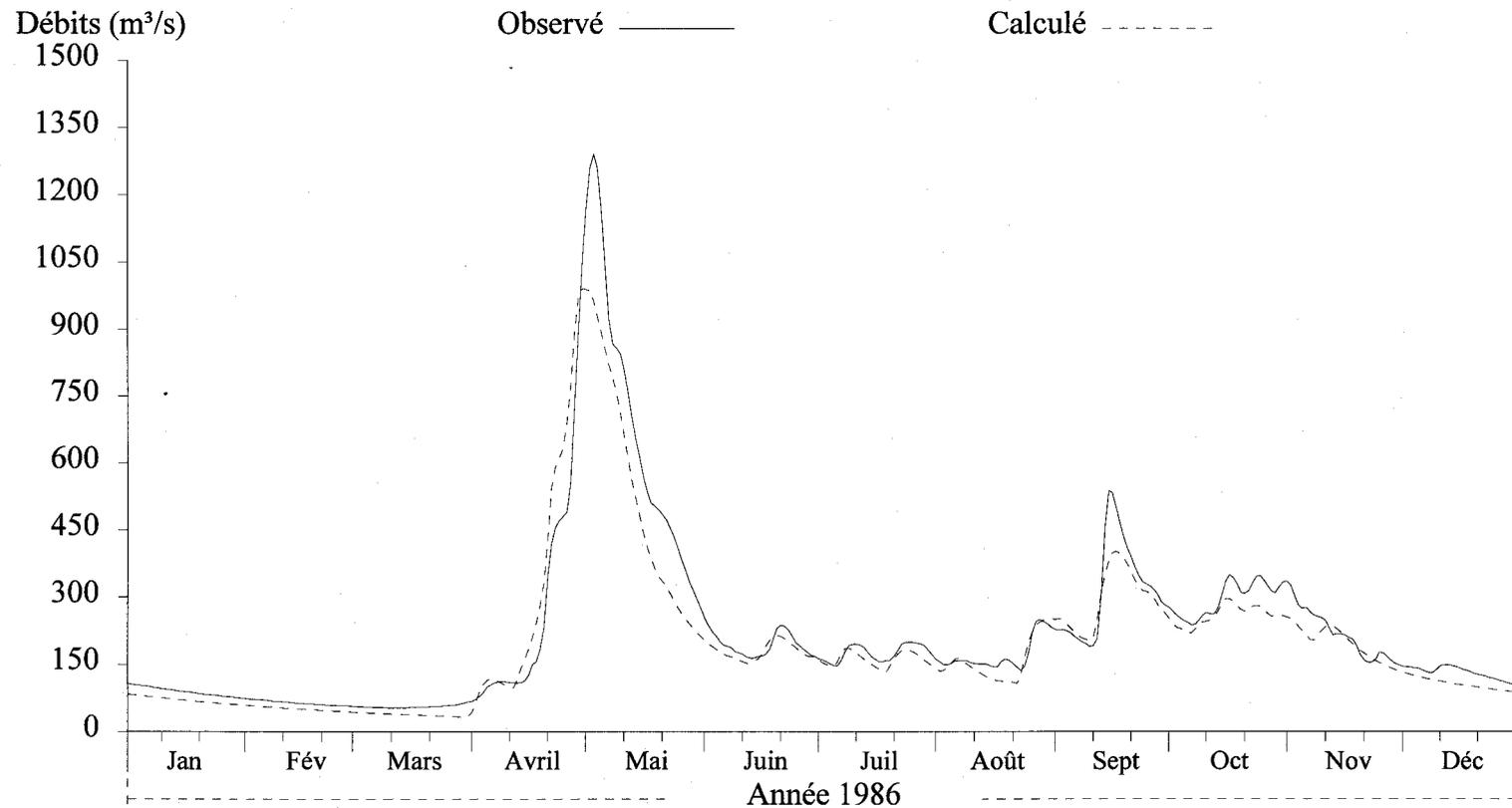
CEQUEAU INRS - Eau

Figure J12 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAM  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9109

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 222.24 • cal.: 197.88  
Lame (mm) obs.: 629.32 • cal.: 560.33



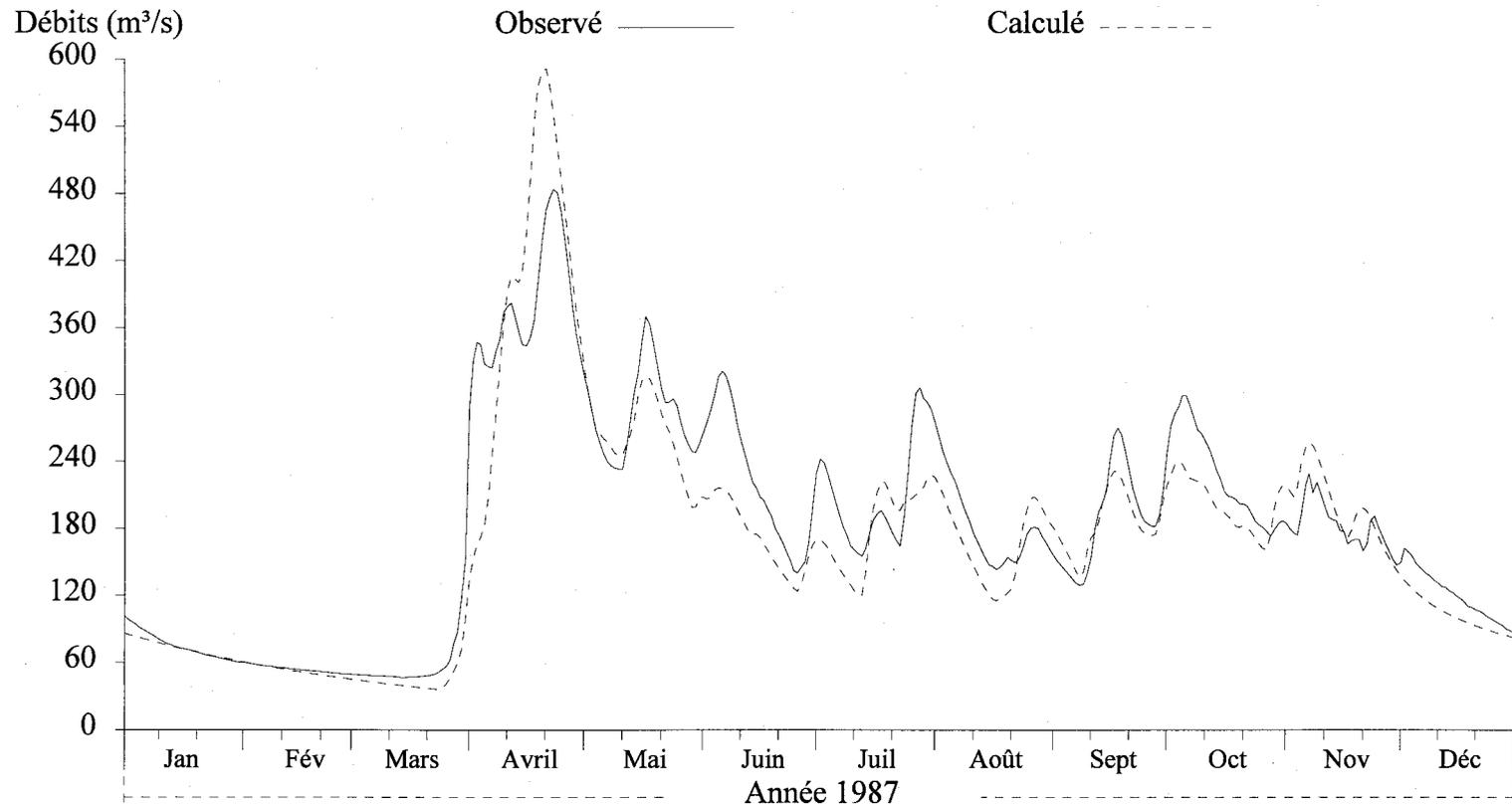
CEQUEAU INRS - Eau

Figure J13 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAM  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8146

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 182.33 • cal.: 169.18  
Lame (mm) obs.: 516.28 • cal.: 479.05



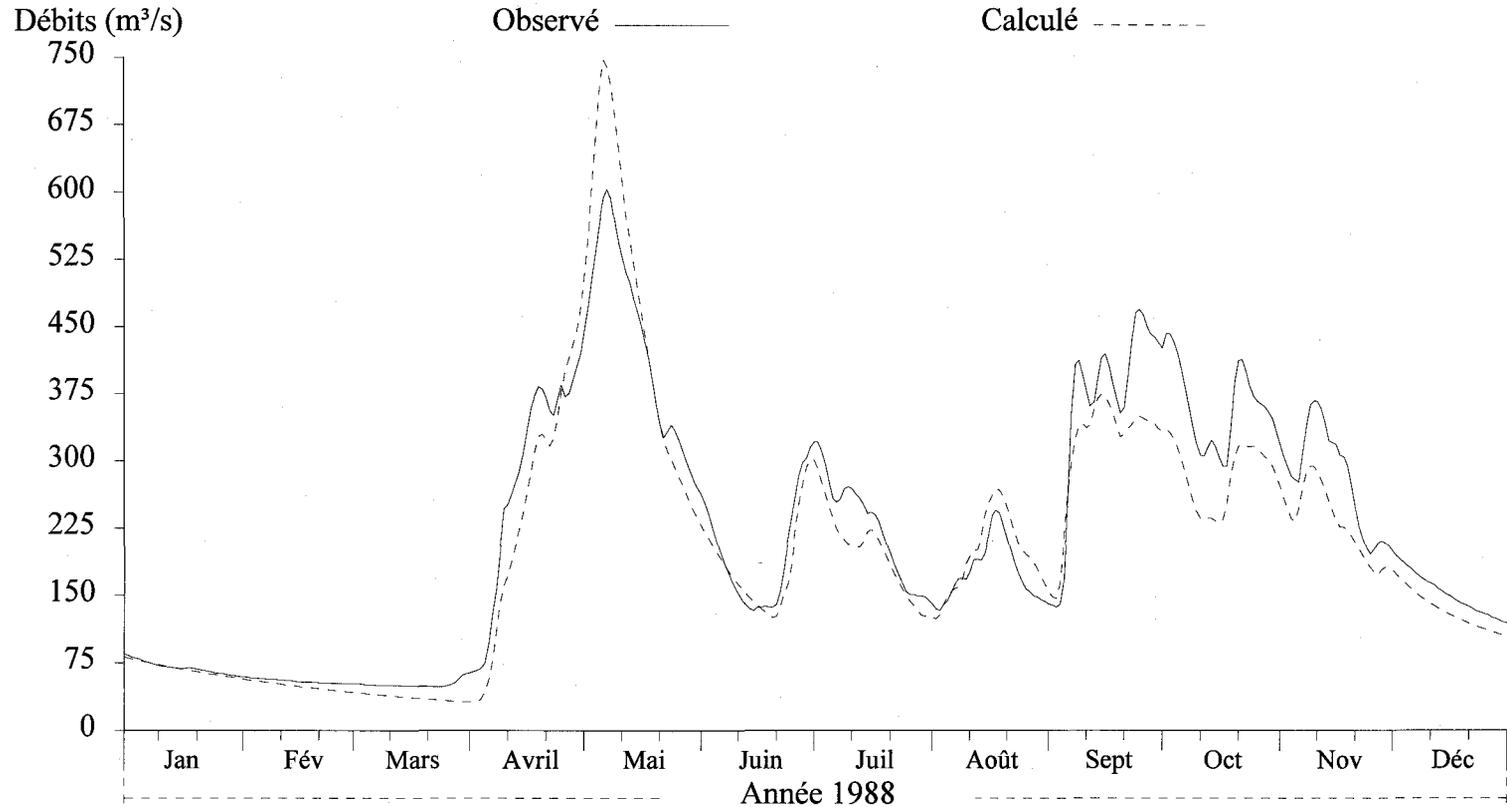
CEQUEAU INRS - Eau

Figure J14 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAM  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8917

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 219.6 • cal.: 200.22  
Lame (mm) obs.: 623.53 • cal.: 568.52



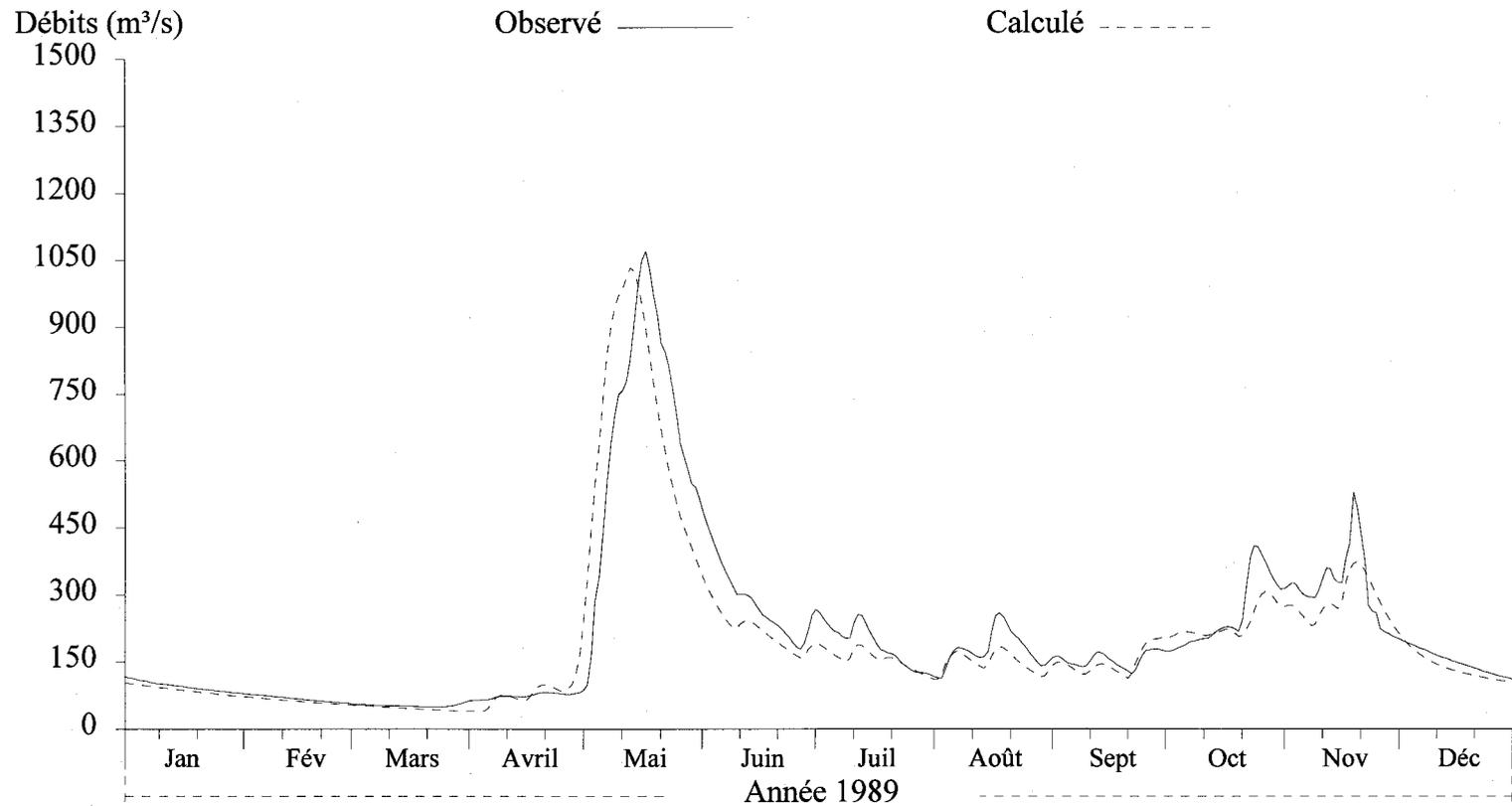
CEQUEAU INRS - Eau

Figure J15 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAM  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8493

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 208.92 • cal.: 191.92  
Lame (mm) obs.: 591.6 • cal.: 543.46



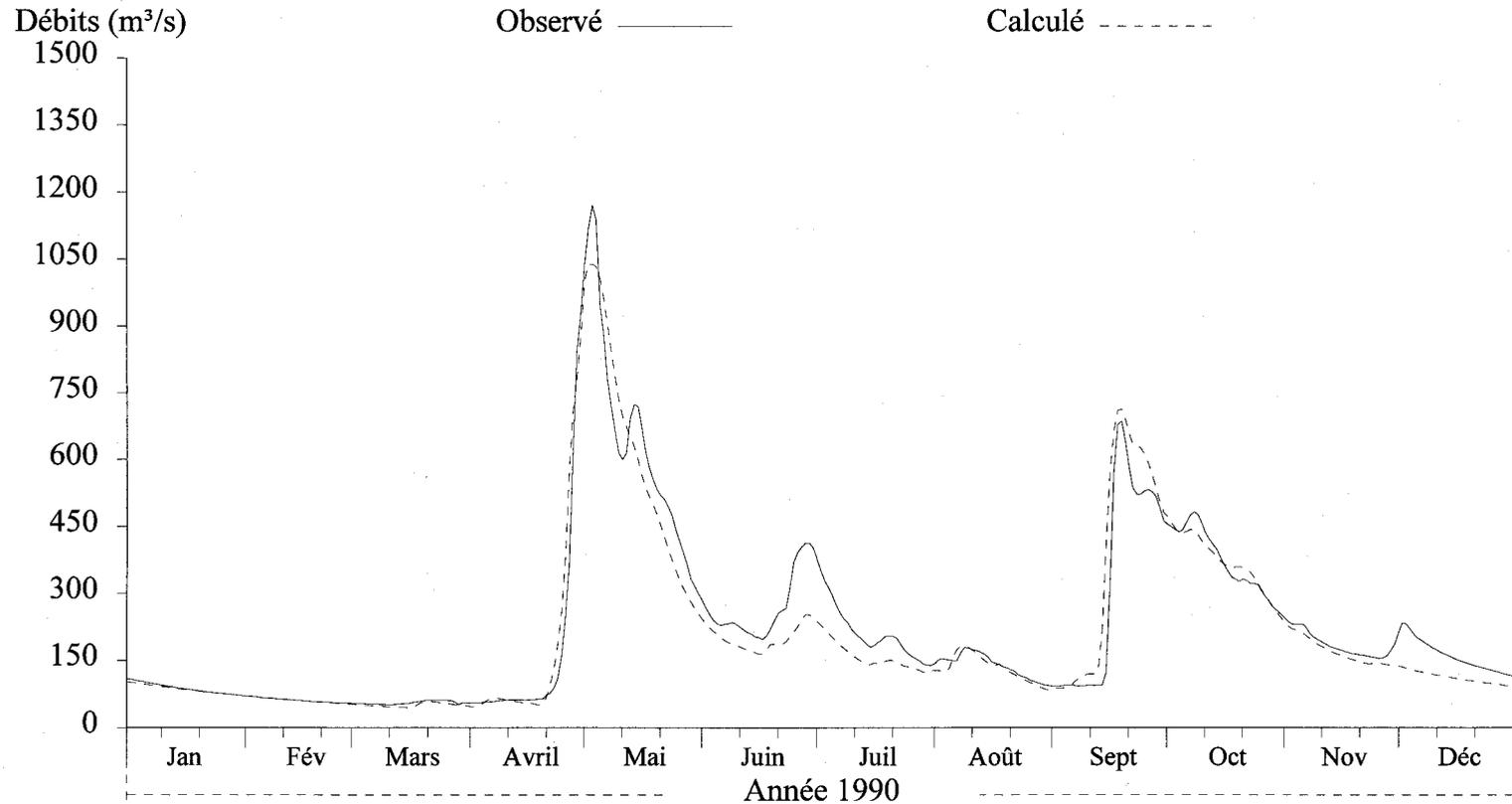
CEQUEAU INRS - Eau

Figure J16 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAM  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9292

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 223.16 • cal.: 209.07  
Lame (mm) obs.: 631.91 • cal.: 592.01



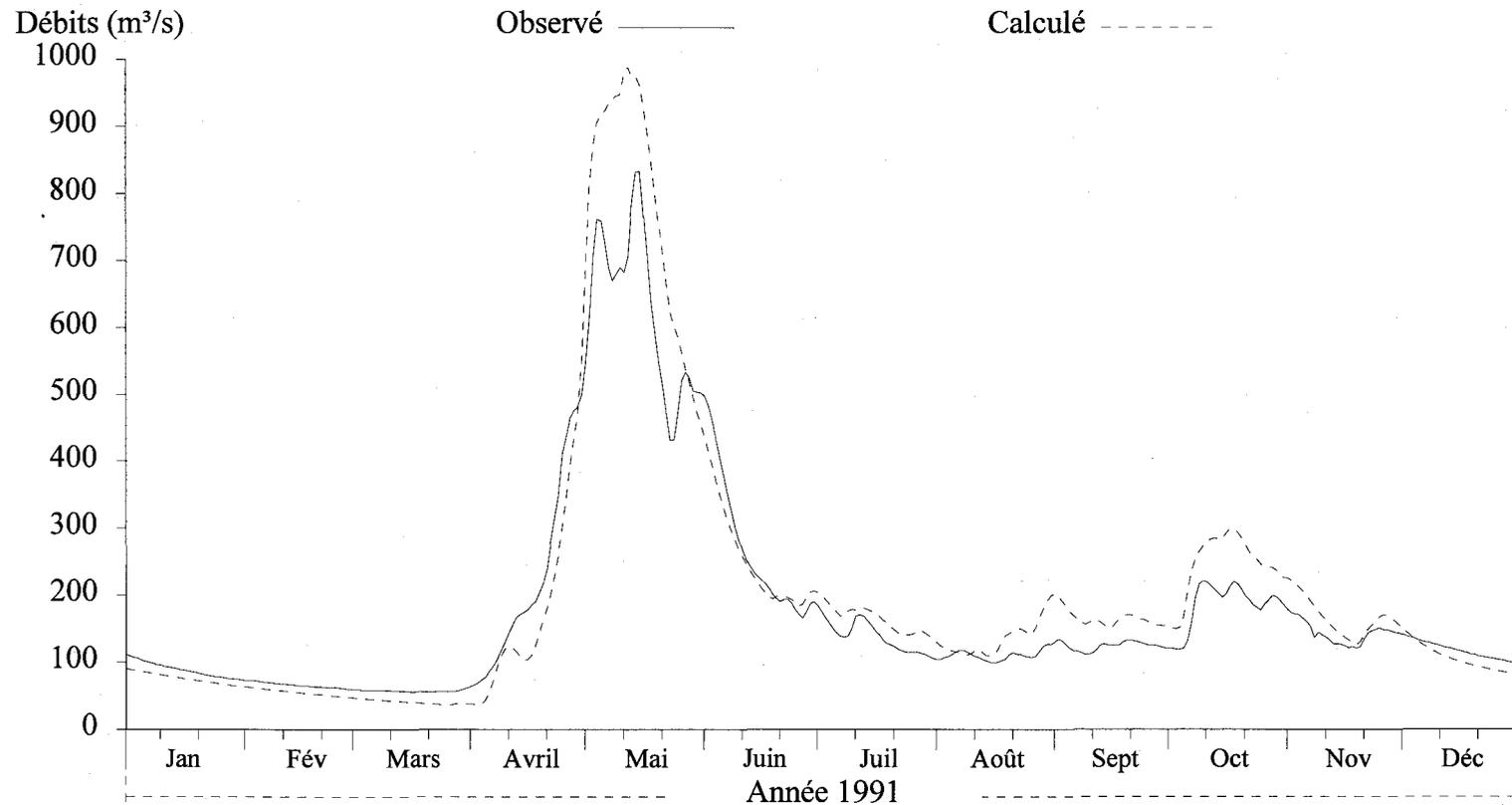
CEQUEAU INRS - Eau

Figure J17 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAM  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8471

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 179.27 • cal.: 197.88  
Lame (mm) obs.: 507.63 • cal.: 560.33



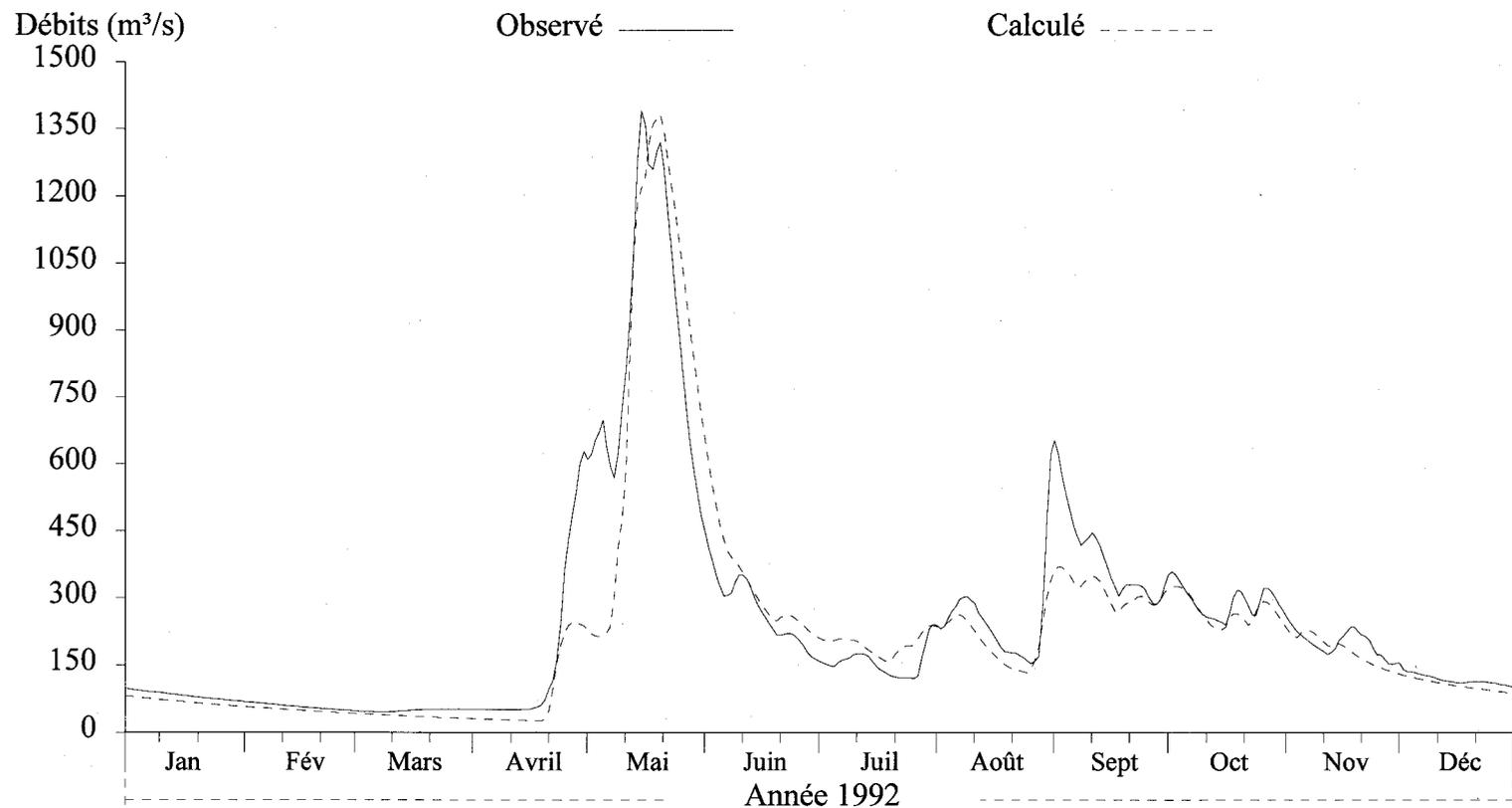
CEQUEAU INRS - Eau

Figure J18 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAM  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8486

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 244.26 • cal.: 224.25  
Lame (mm) obs.: 693.55 • cal.: 636.73



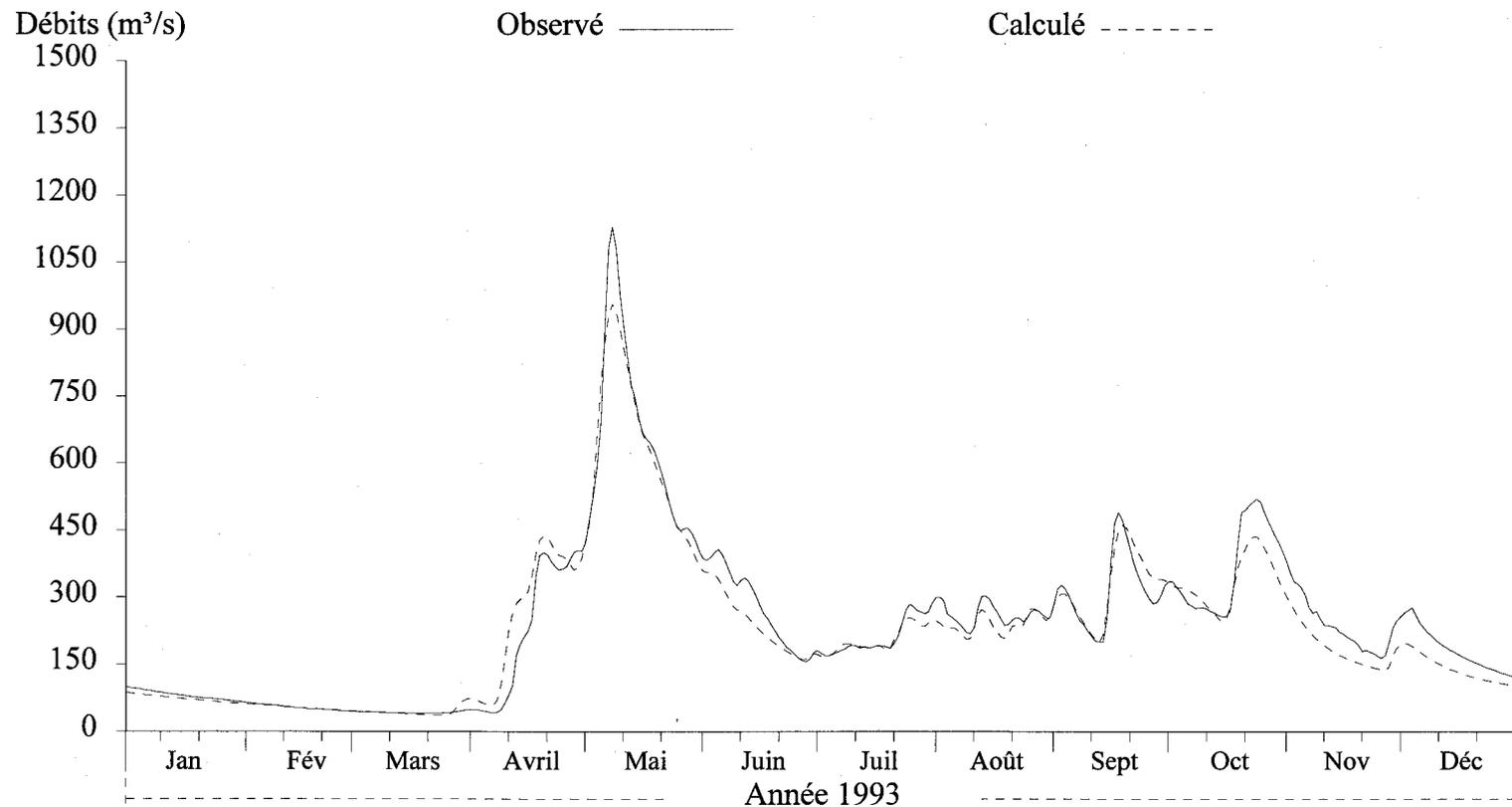
CEQUEAU INRS - Eau

Figure J19 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAM  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9499

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 242.84 • cal.: 228.91  
Lame (mm) obs.: 687.63 • cal.: 648.19



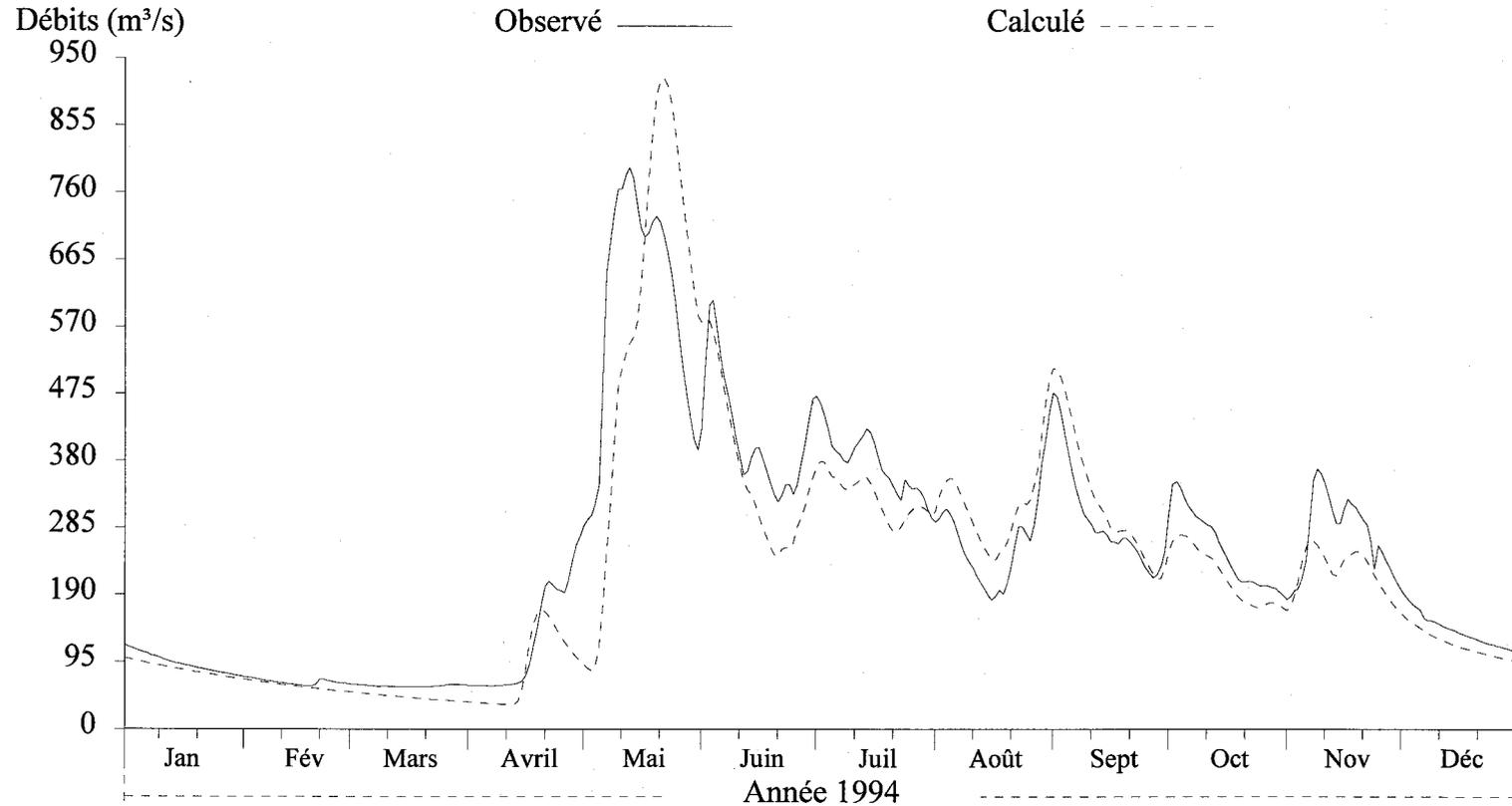
CEQUEAU INRS - Eau

Figure J20 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAM  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7722

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 248.3 • cal.: 228.76  
Lame (mm) obs.: 703.09 • cal.: 647.78



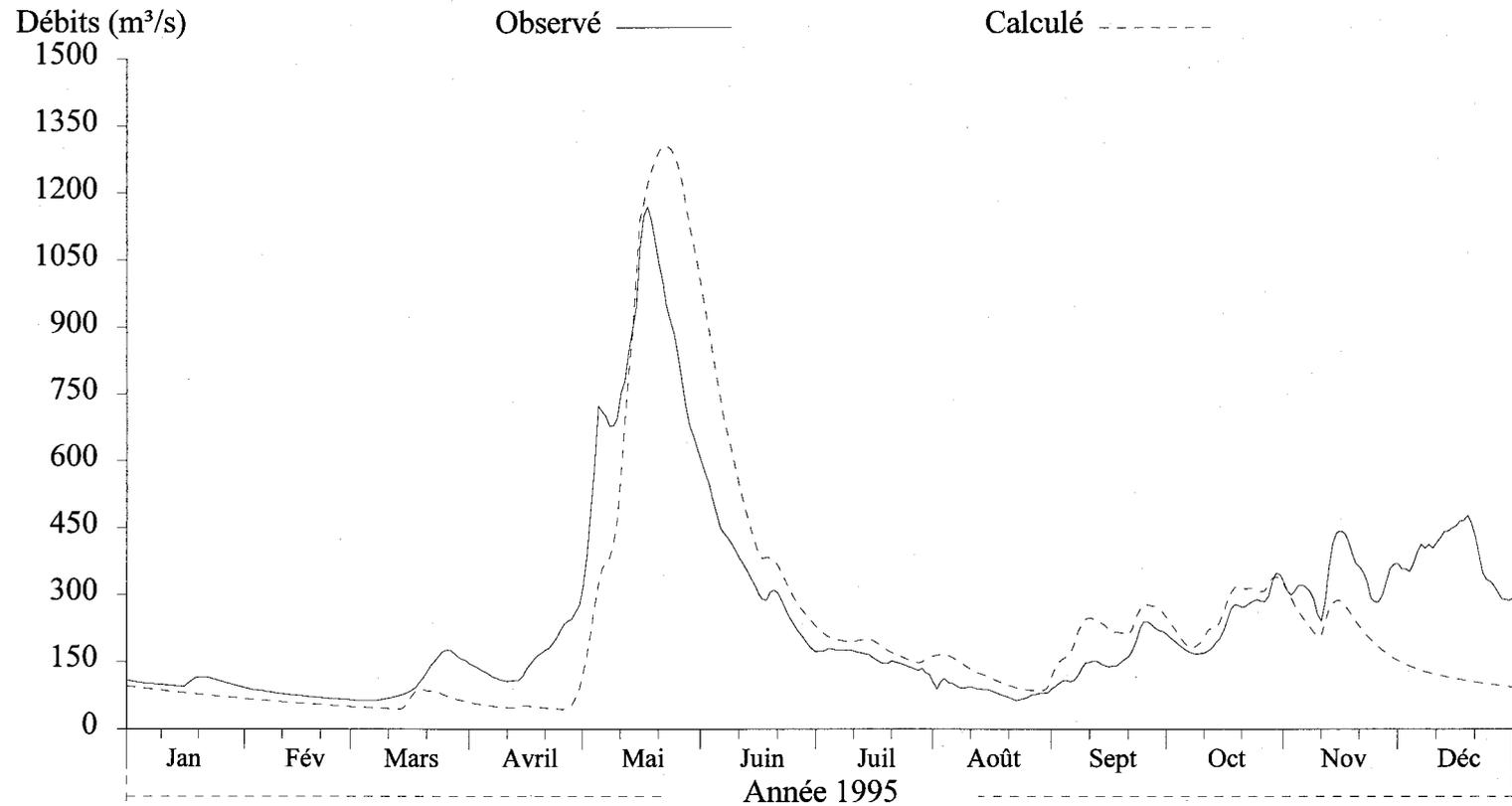
CEQUEAU INRS - Eau

Figure J21 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: ASHAM  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.563

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 247.28 • cal.: 230.02  
Lame (mm) obs.: 700.21 • cal.: 651.32



CEQUEAU INRS - Eau

Figure J22 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM) pour l'année 1995.

# **ANNEXE K**

---

**Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant METAB pour les années 1985 à 1995.**

## Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8093

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 45.813 • cal.: 49.085  
Lame (mm) obs.: 633.66 • cal.: 678.92

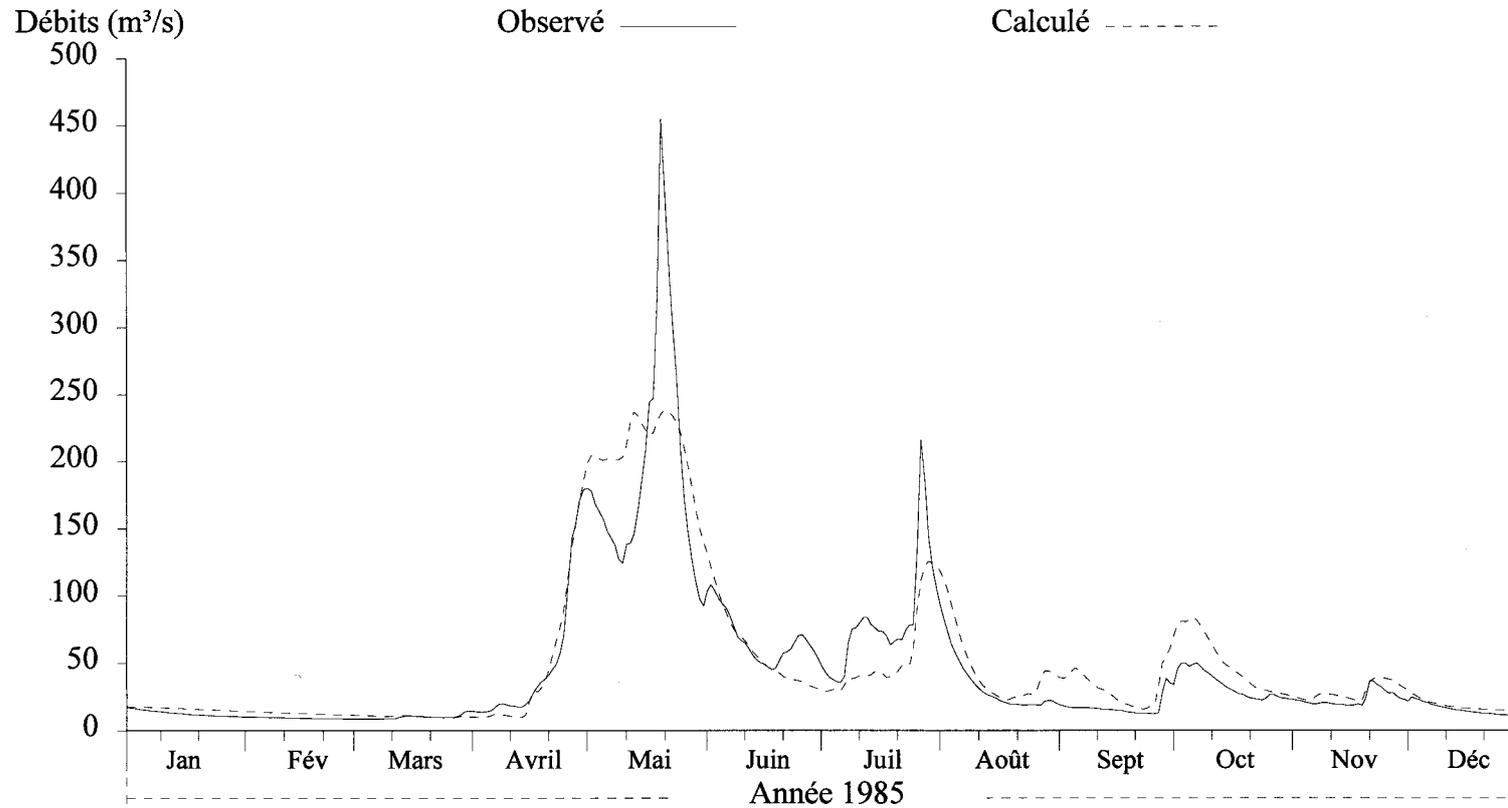


Figure K1 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.82

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 50.684 • cal.: 53.731  
Lame (mm) obs.: 701.05 • cal.: 743.18

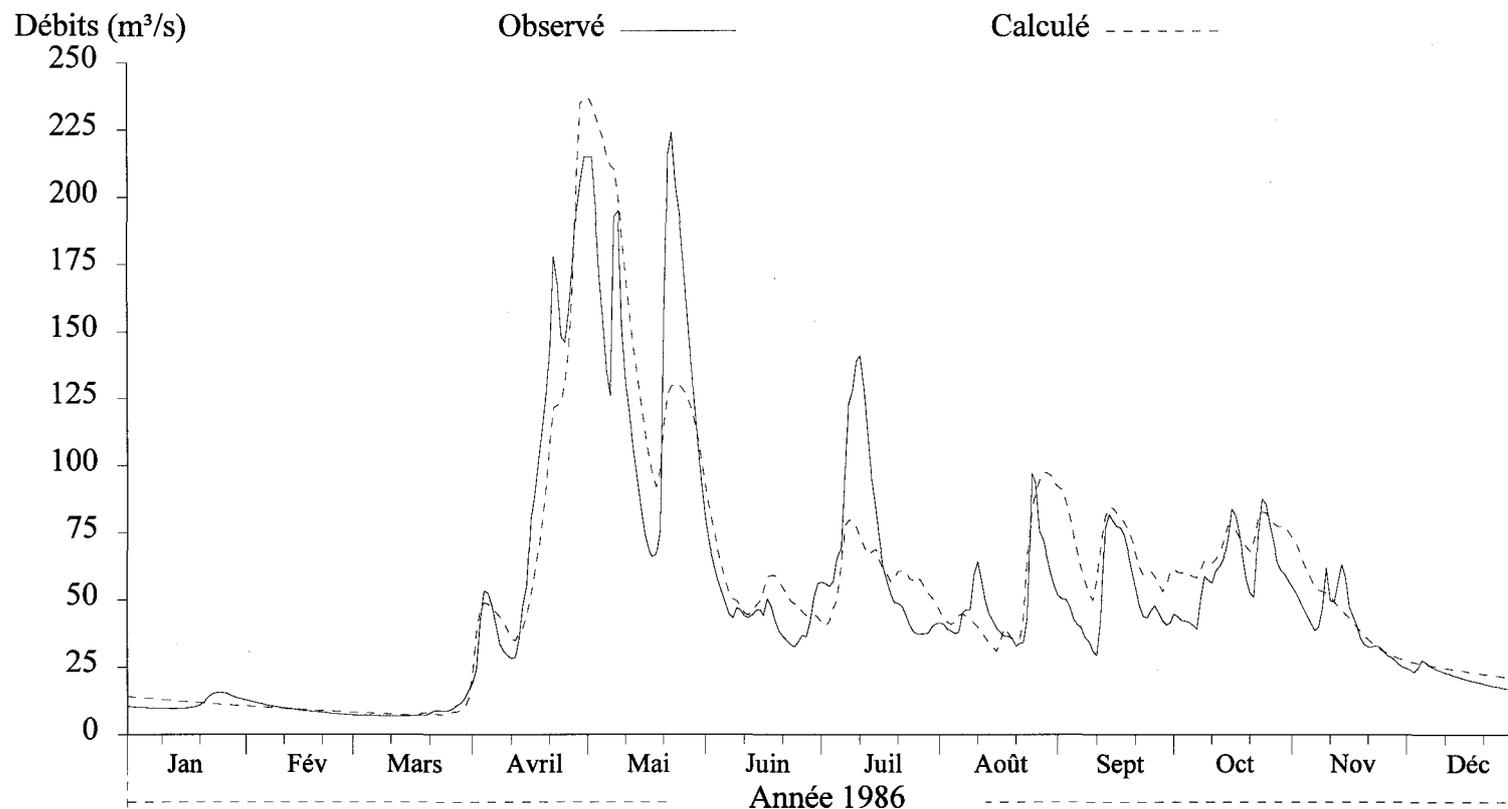


Figure K2 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.652

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 37.877 • cal.: 34.088  
Lame (mm) obs.: 523.89 • cal.: 471.49

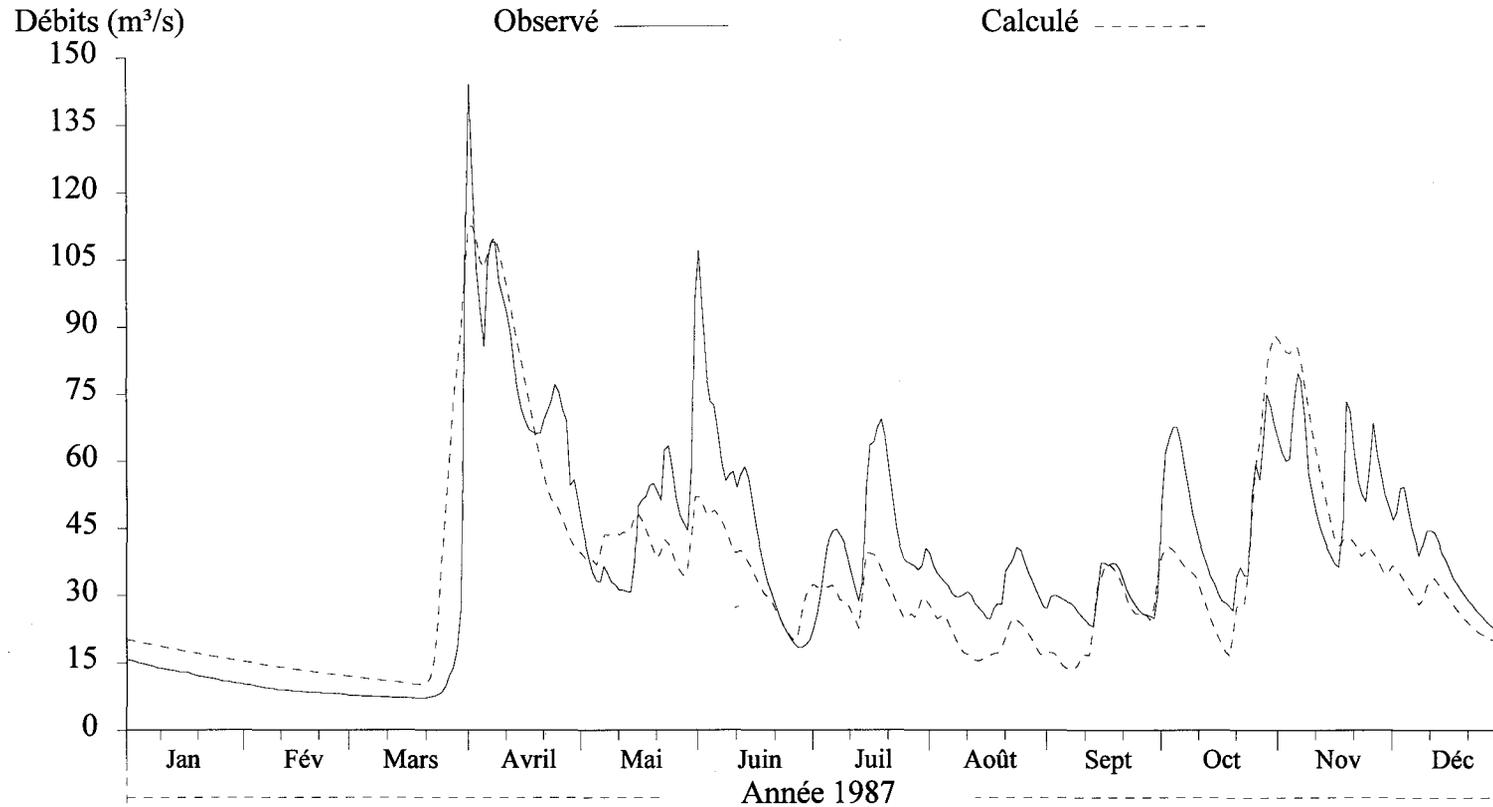


Figure K3 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7202

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 51.592 • cal.: 47.917  
Lame (mm) obs.: 715.55 • cal.: 664.59

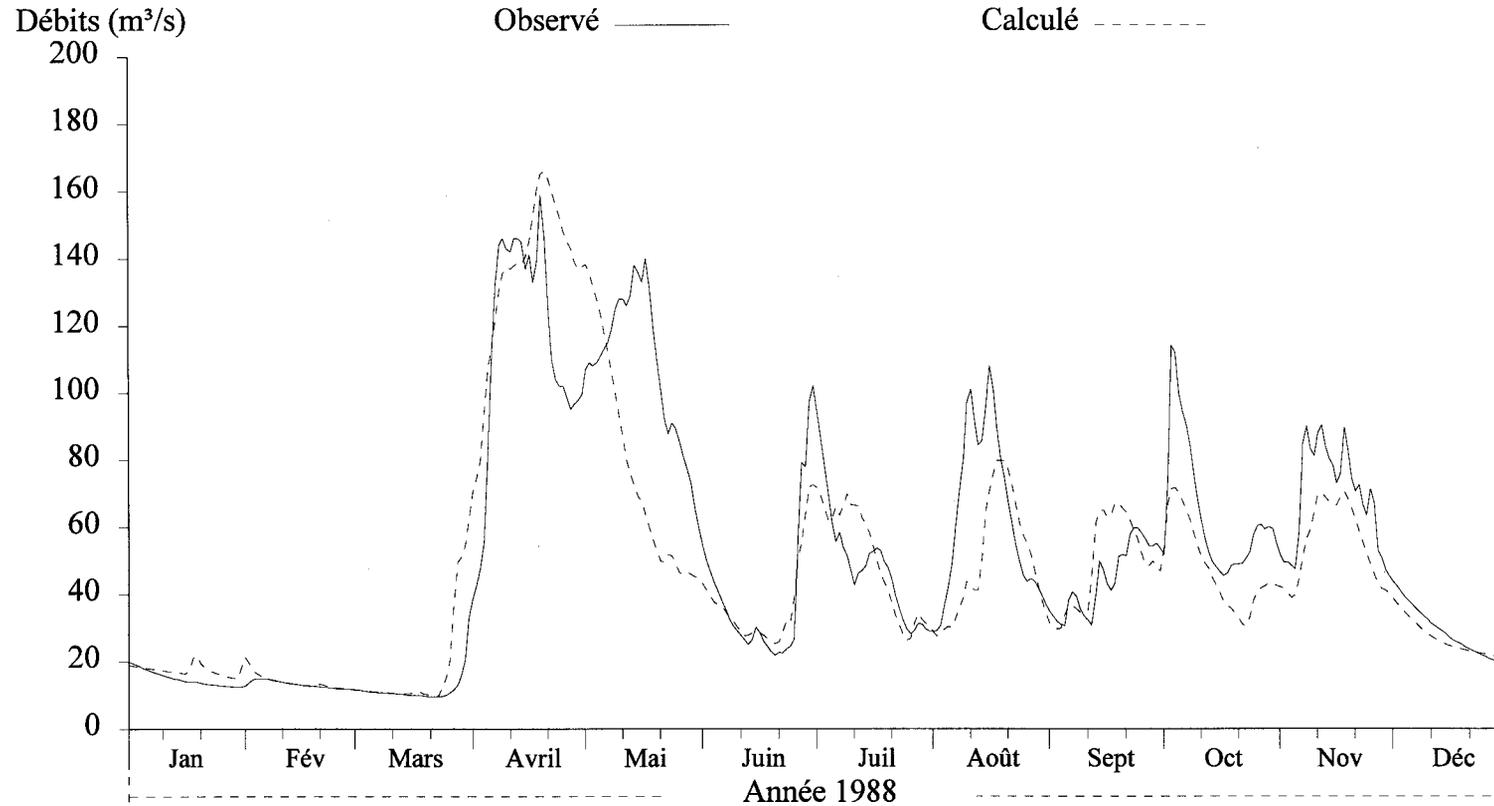


Figure K4 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9035

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 46.744 • cal.: 47.693  
Lame (mm) obs.: 646.54 • cal.: 659.67

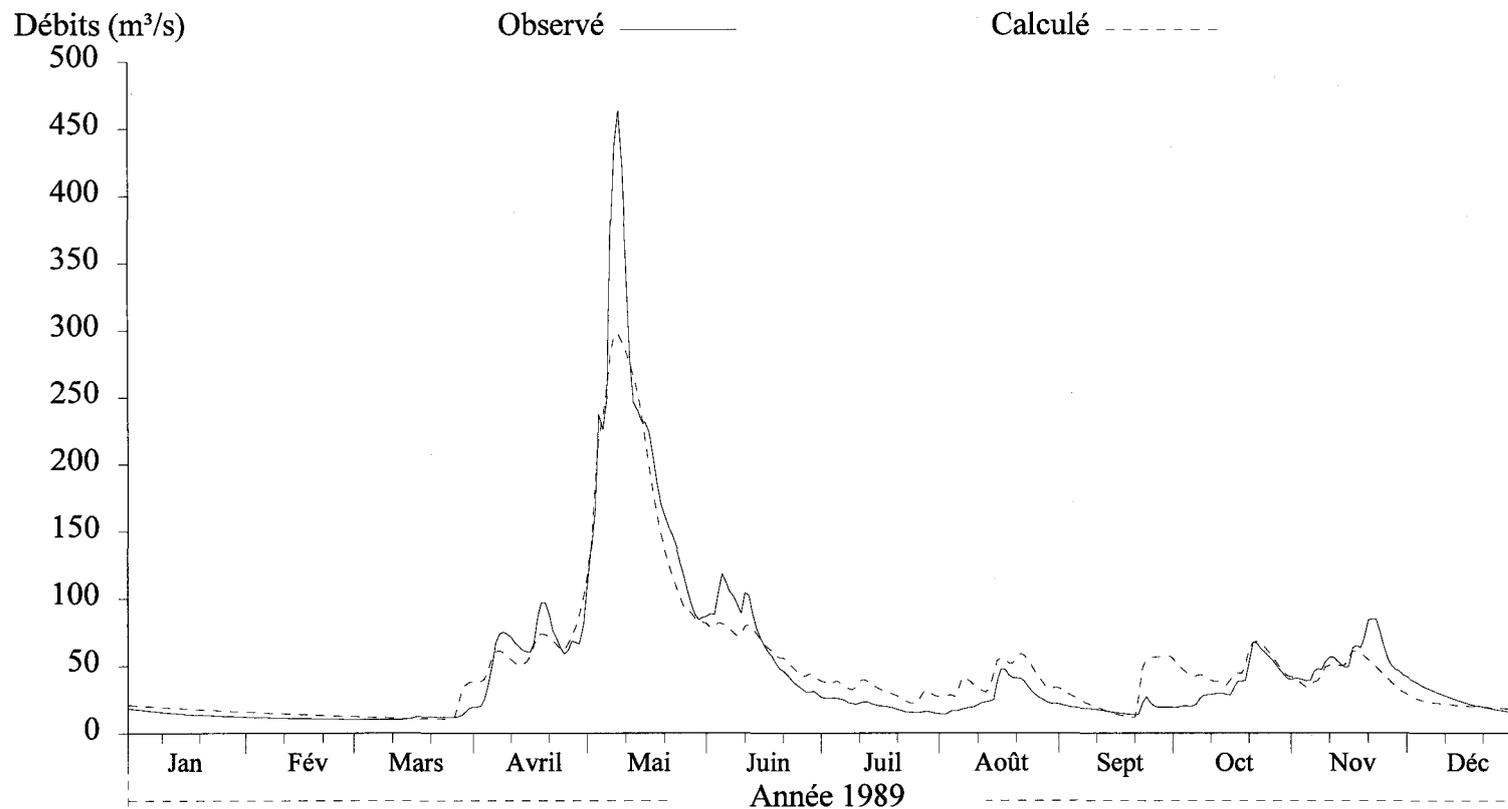


Figure K5 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7235

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 44.602 • cal.: 43.693  
Lame (mm) obs.: 616.92 • cal.: 604.35

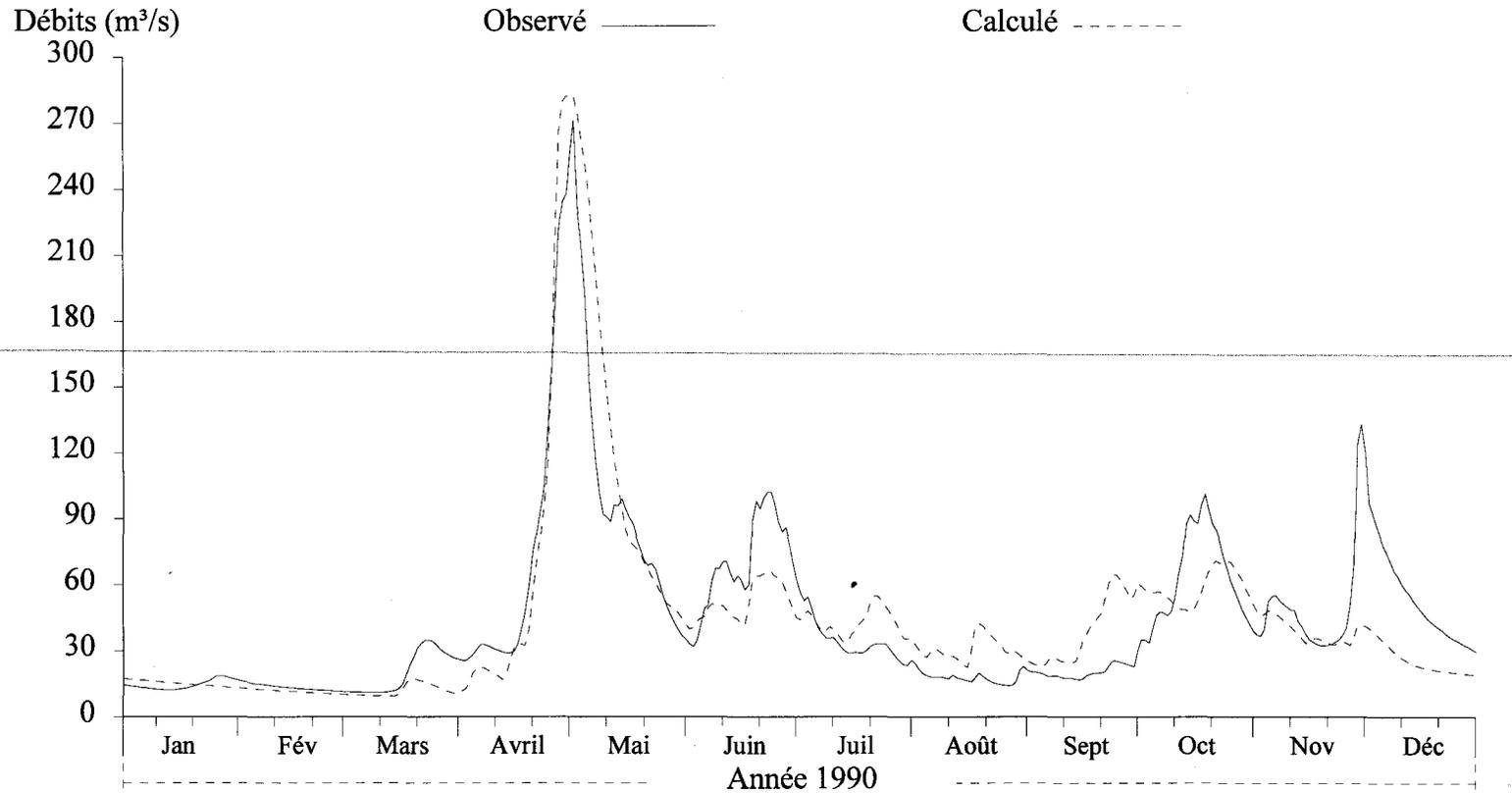


Figure K6 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.327

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 44.903 • cal.: 50.758  
Lame (mm) obs.: 621.08 • cal.: 702.07

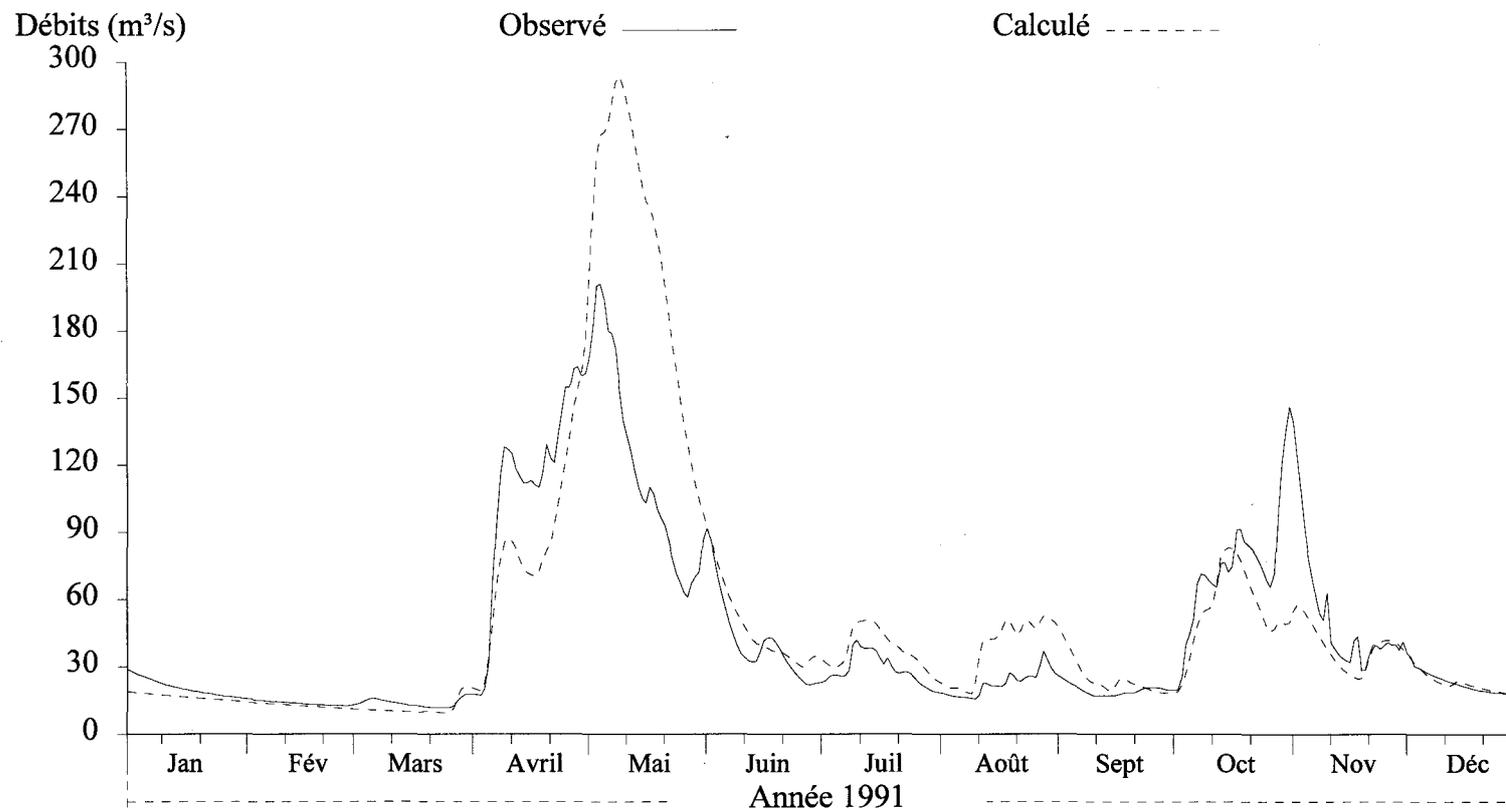


Figure K7 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6611

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 55.305 • cal.: 51.326  
Lame (mm) obs.: 767.05 • cal.: 711.87

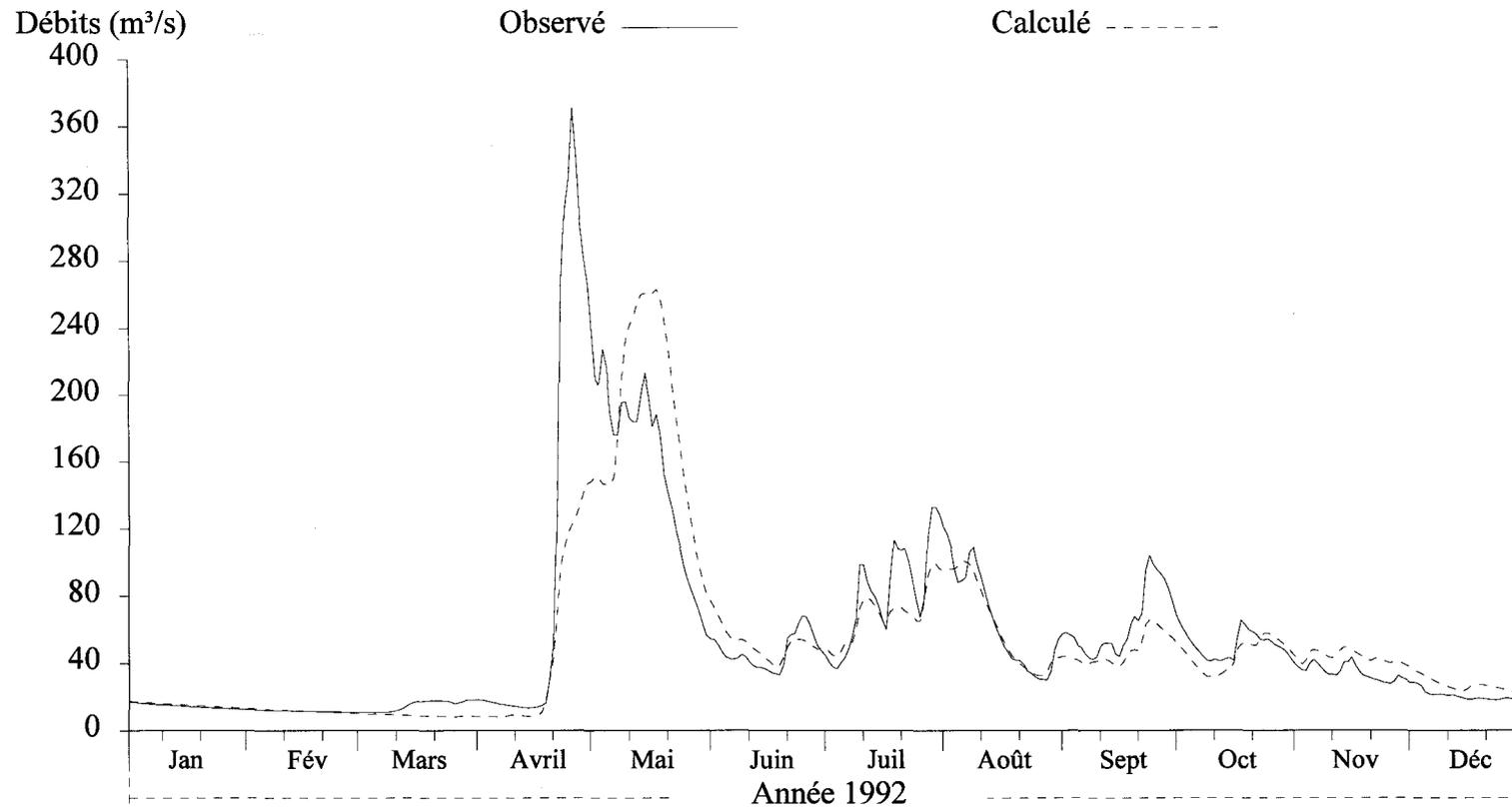


Figure K8 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7263

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 45.684 • cal.: 44.83  
Lame (mm) obs.: 631.88 • cal.: 620.07

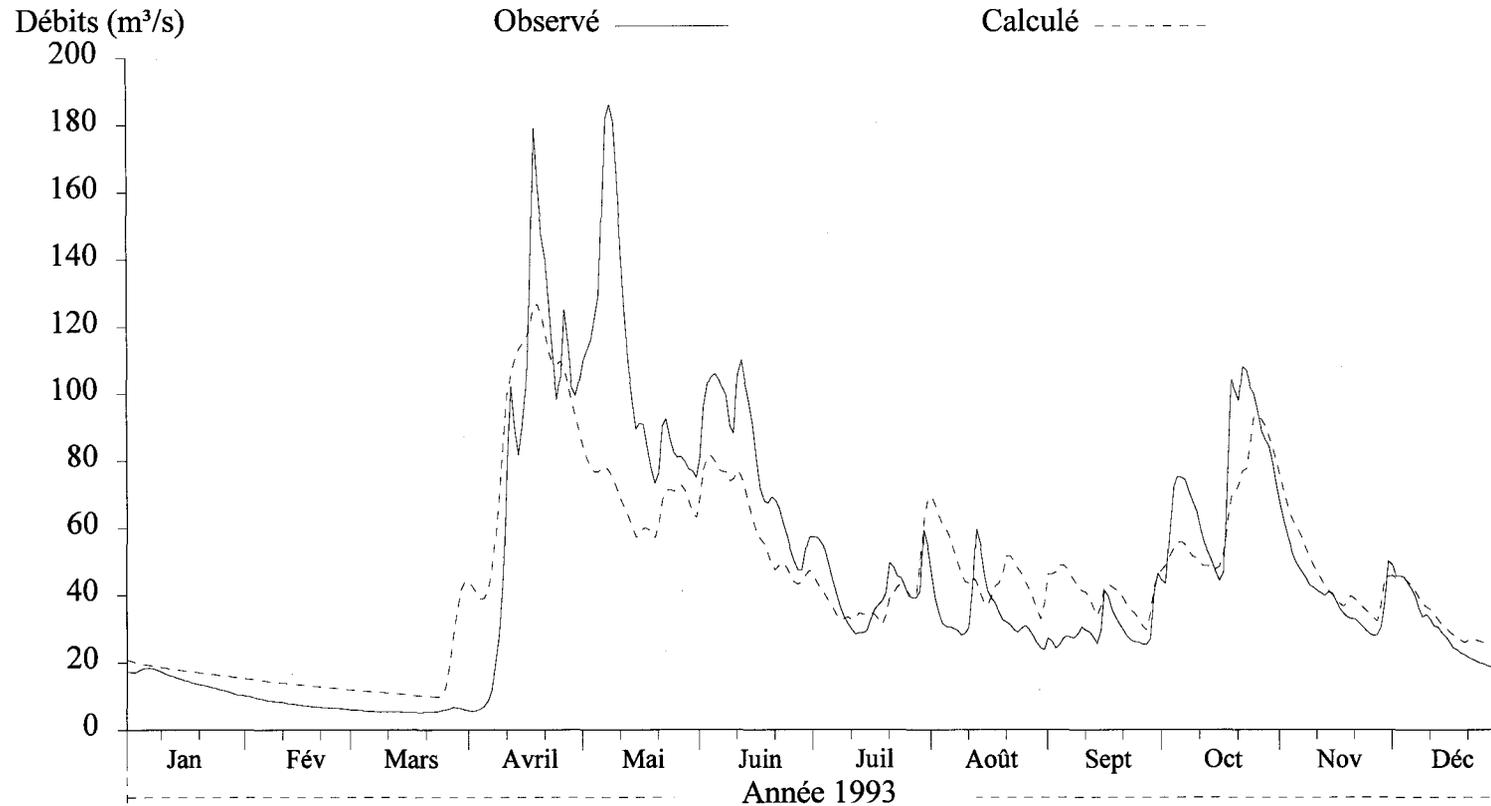


Figure K9 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7268

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 54.733 • cal.: 42.996  
Lame (mm) obs.: 757.04 • cal.: 594.71

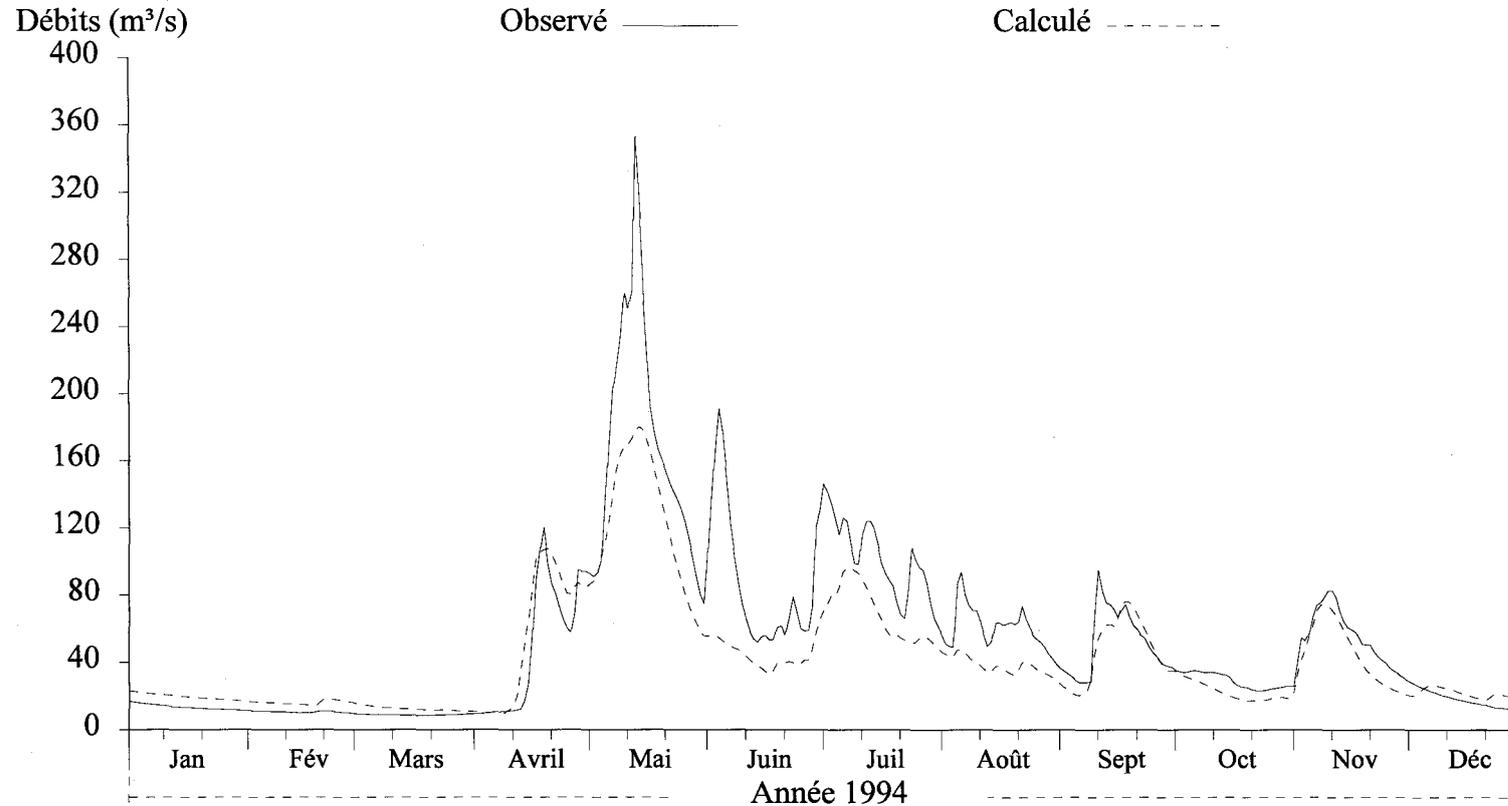


Figure K10 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6982

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 46.755 • cal.: 41.984  
Lame (mm) obs.: 646.7 • cal.: 580.7

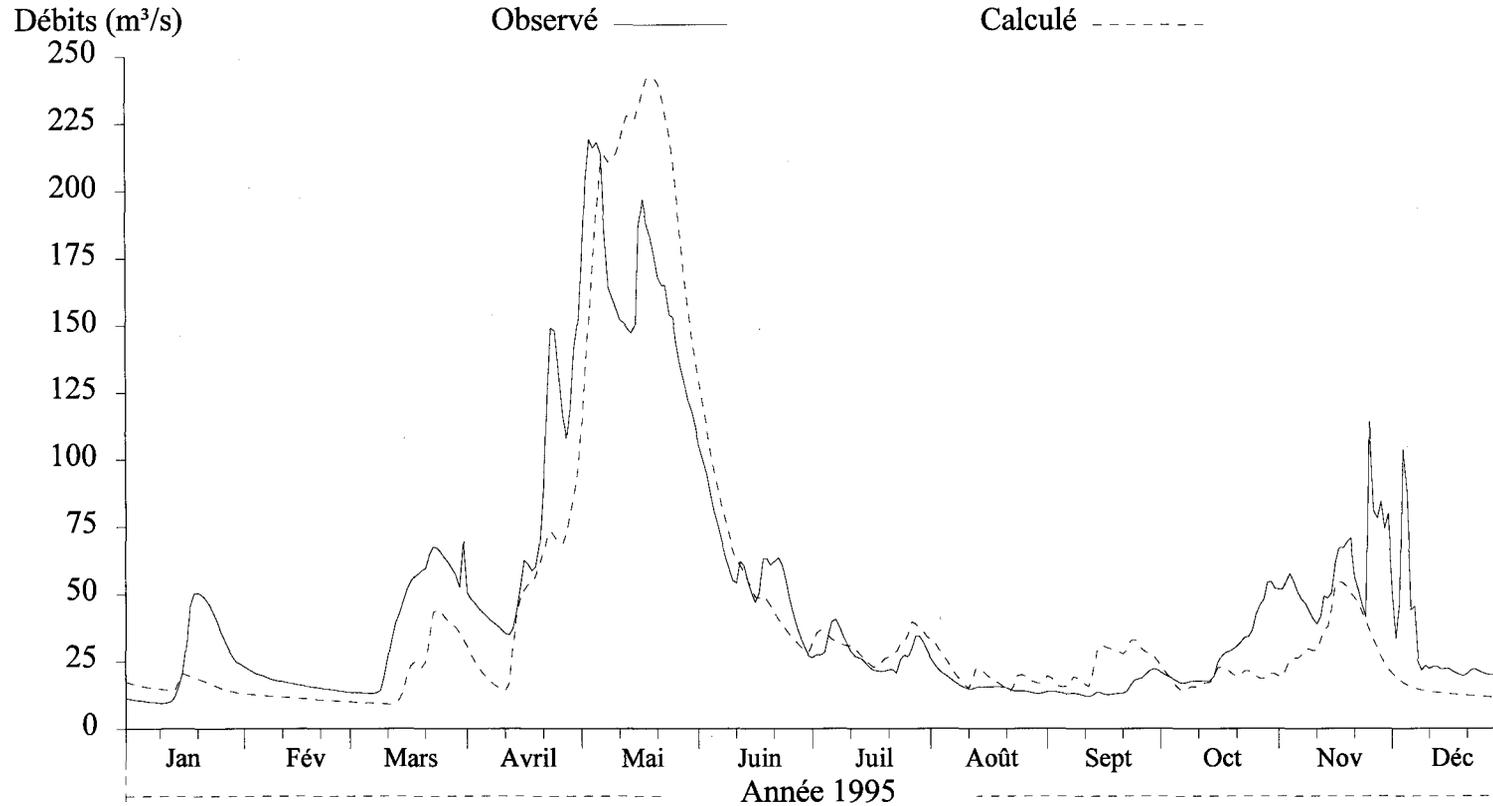


Figure K11 Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB) pour l'année 1995.

# **ANNEXE L**

---

**Débits journaliers observés et calculés sur le bassin versant des autres tributaires TRIB pour les années 1985 à 1995.**

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* • cal.: 89.232  
Lame (mm) obs.: 0\* • cal.: 497.86

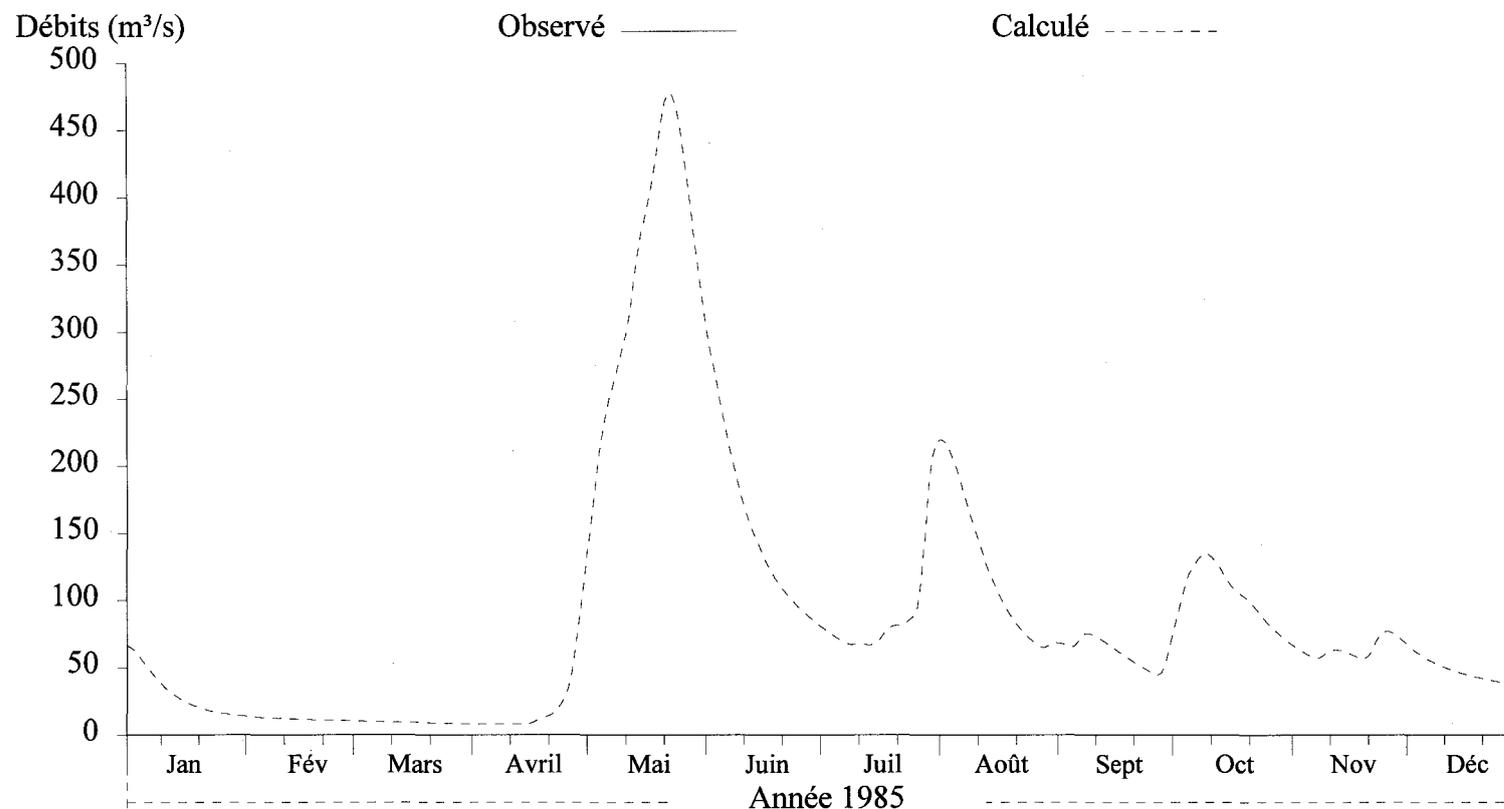


Figure L1 Hydrogramme des débits journaliers calculés à l'exutoire du bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB) pour l'année 1985.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* • cal.: 106.19  
Lame (mm) obs.: 0\* • cal.: 592.5

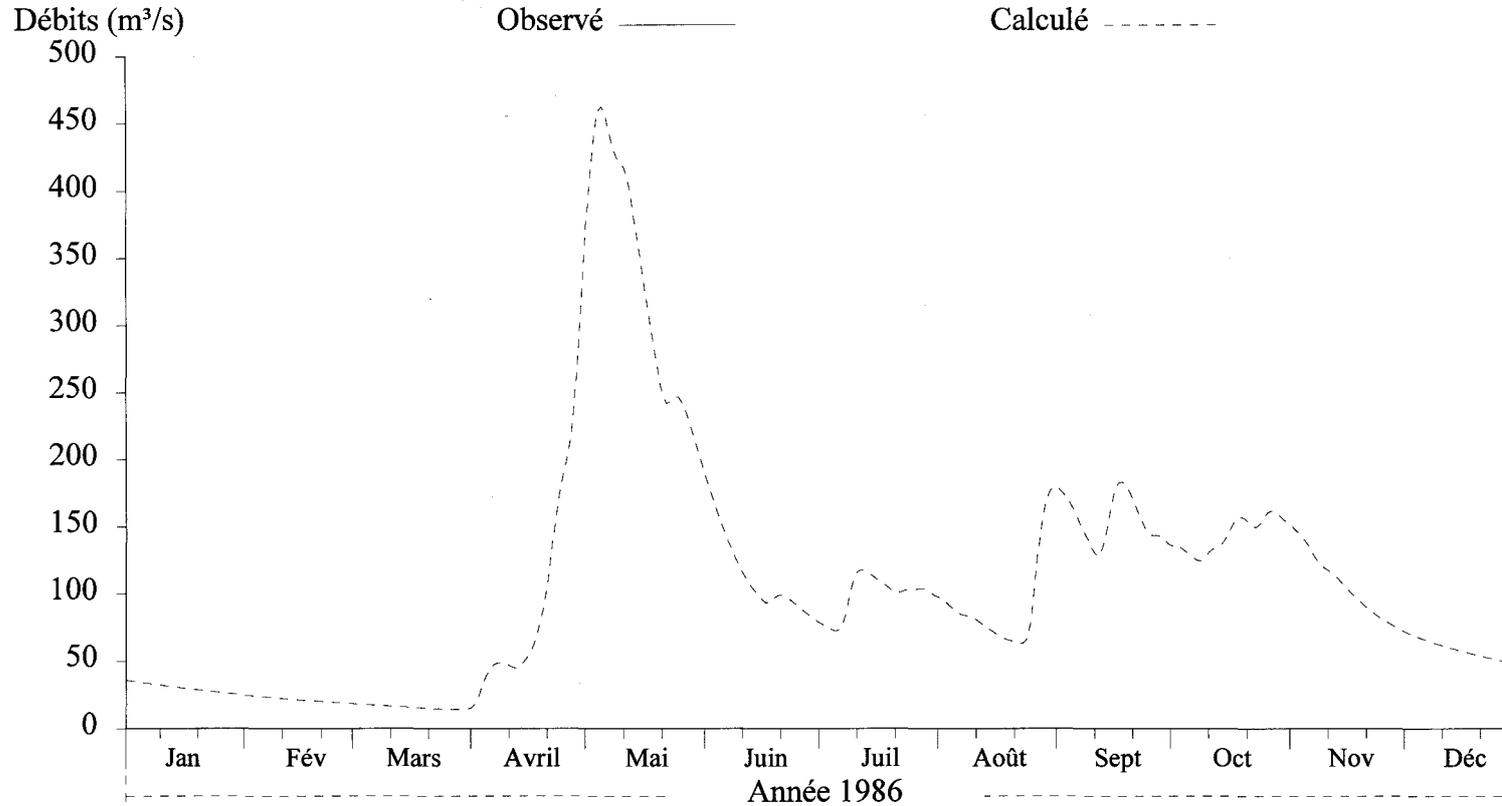


Figure L2 Hydrogramme des débits journaliers calculés à l'exutoire du bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB) pour l'année 1986.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* • cal.: 58.357  
Lame (mm) obs.: 0\* • cal.: 325.6

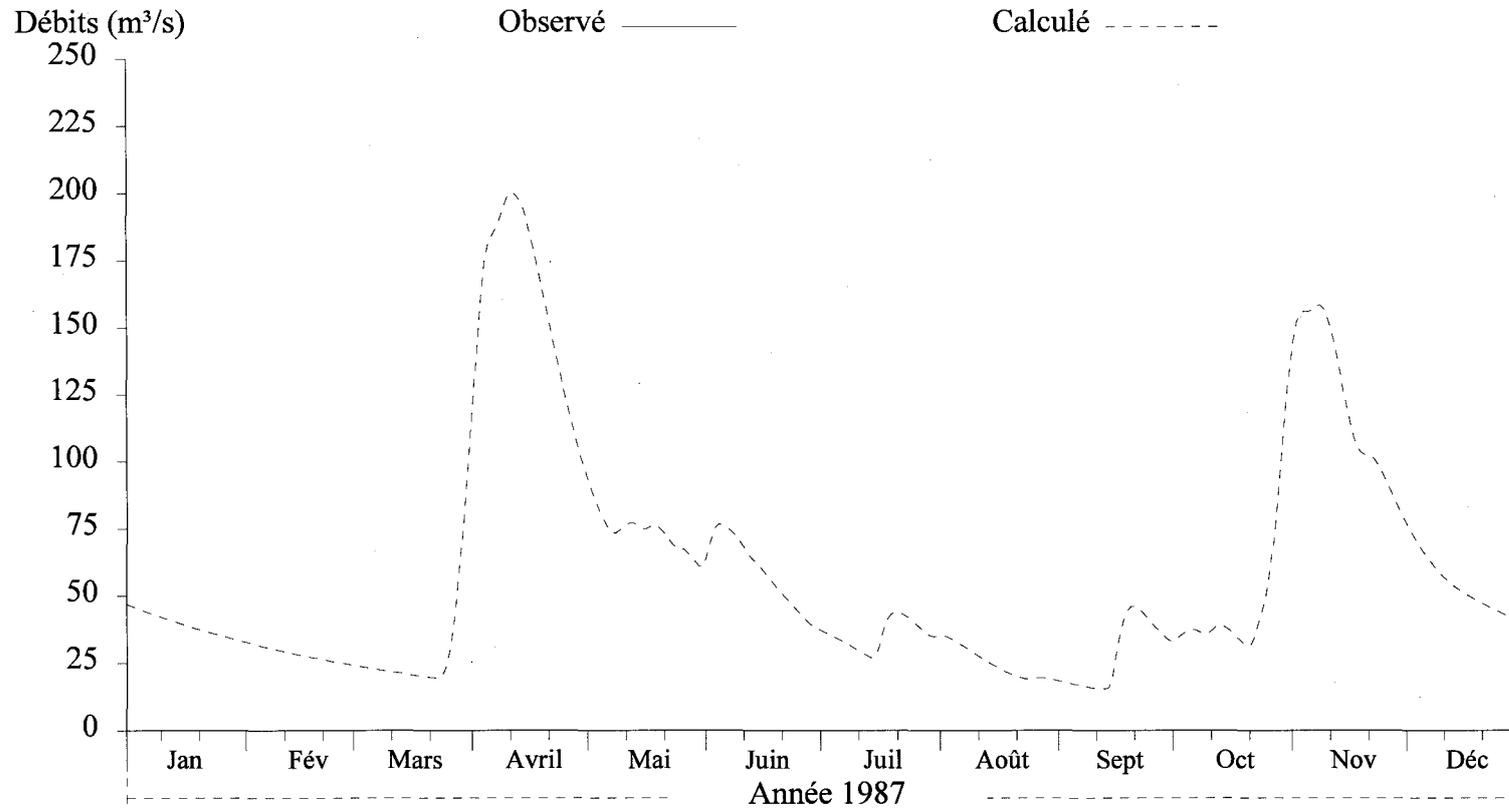


Figure L3 Hydrogramme des débits journaliers calculés à l'exutoire du bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB) pour l'année 1987.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* • cal.: 100.2  
Lame (mm) obs.: 0\* • cal.: 560.59

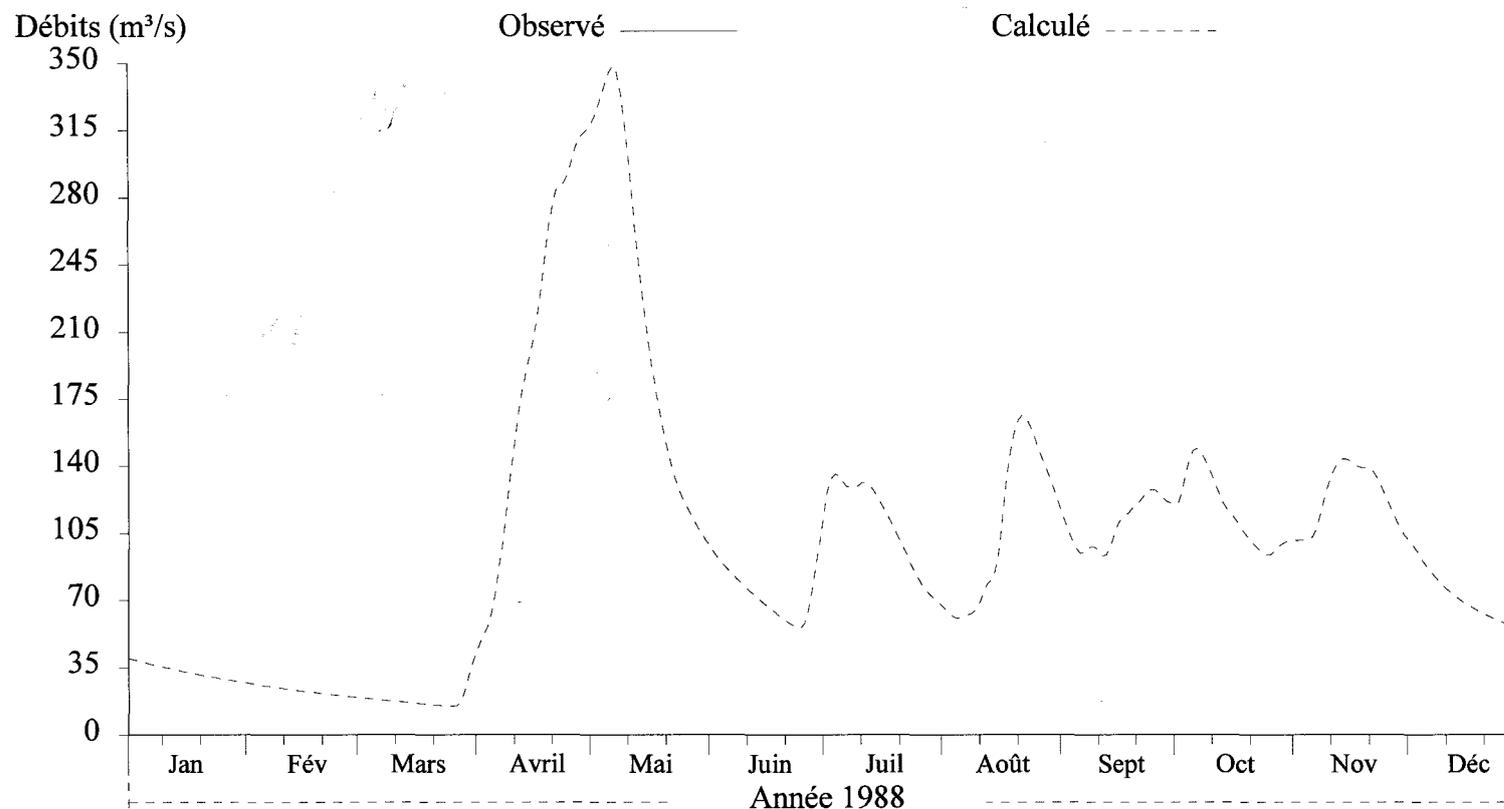


Figure L4 Hydrogramme des débits journaliers calculés à l'exutoire du bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB) pour l'année 1988.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* • cal.: 95.642  
Lame (mm) obs.: 0\* • cal.: 533.62

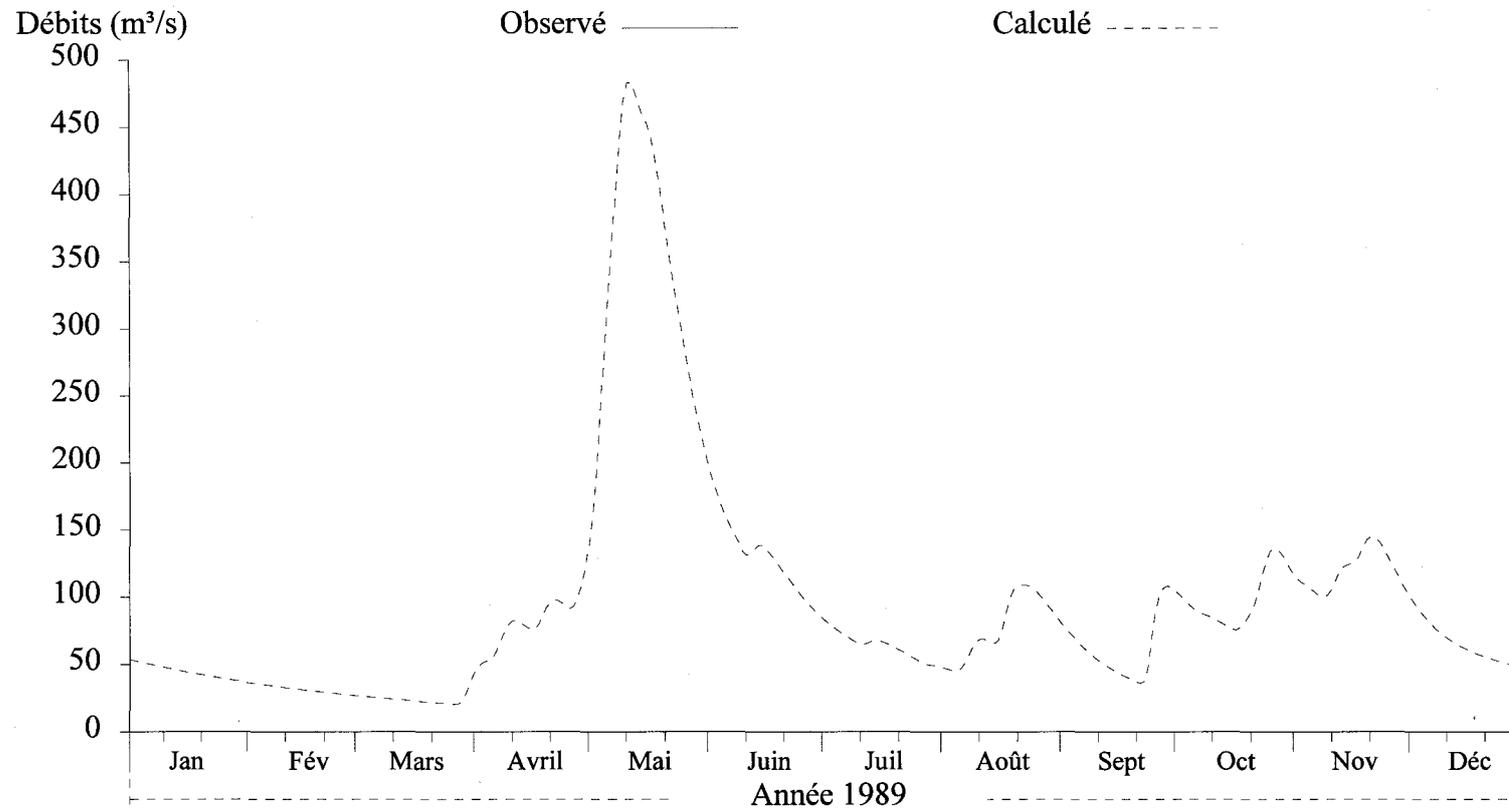


Figure L5 Hydrogramme des débits journaliers calculés à l'exutoire du bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB) pour l'année 1989.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* • cal.: 85.046  
Lame (mm) obs.: 0\* • cal.: 474.51

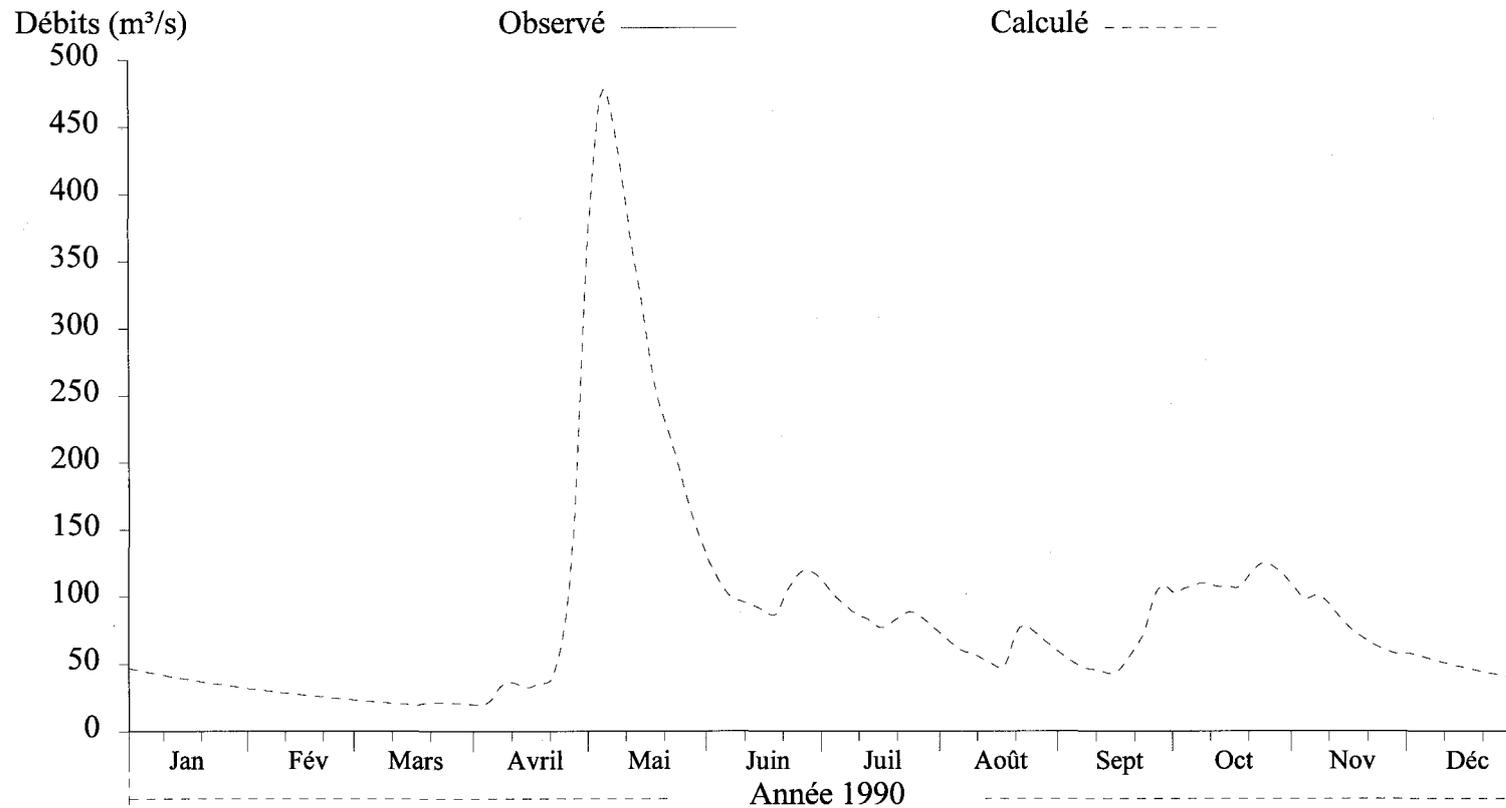


Figure L6 Hydrogramme des débits journaliers calculés à l'exutoire du bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB) pour l'année 1990.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* • cal.: 93.775  
Lame (mm) obs.: 0\* • cal.: 523.21

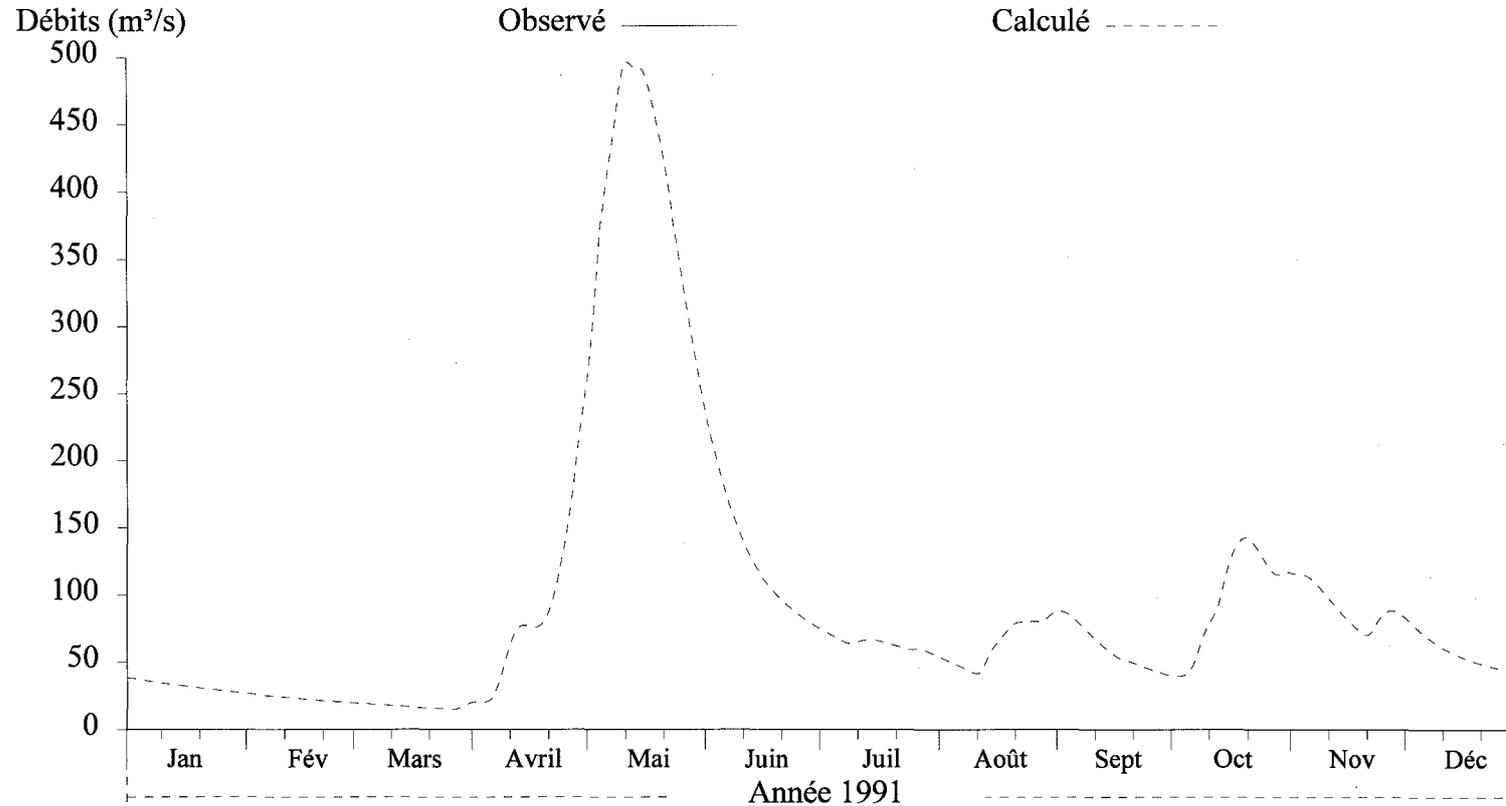


Figure L7 Hydrogramme des débits journaliers calculés à l'exutoire du bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB) pour l'année 1991.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* • cal.: 100.64  
Lame (mm) obs.: 0\* • cal.: 563.04

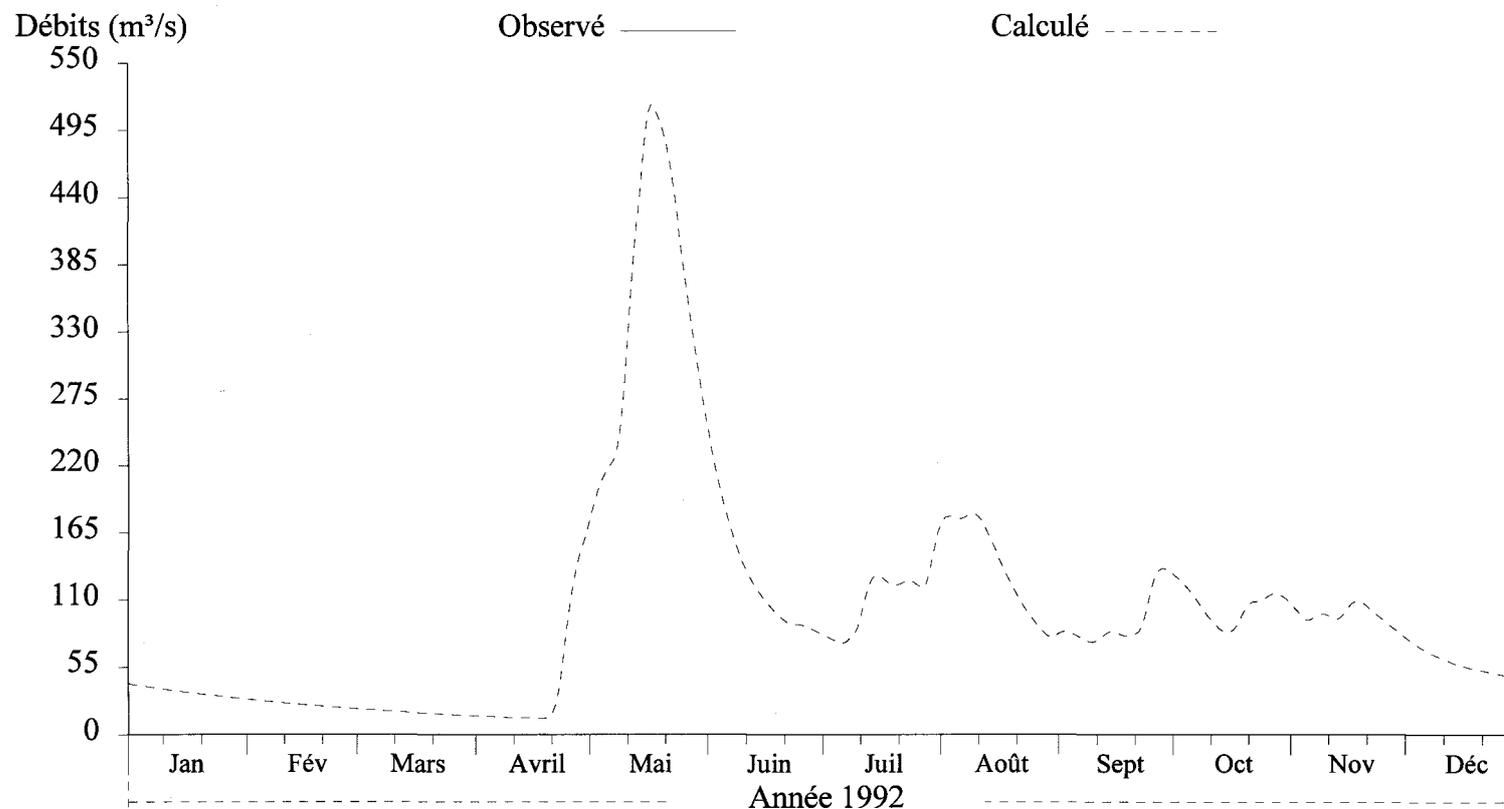


Figure L8 Hydrogramme des débits journaliers calculés à l'exutoire du bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB) pour l'année 1992.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* • cal.: 89.881  
Lame (mm) obs.: 0\* • cal.: 501.48

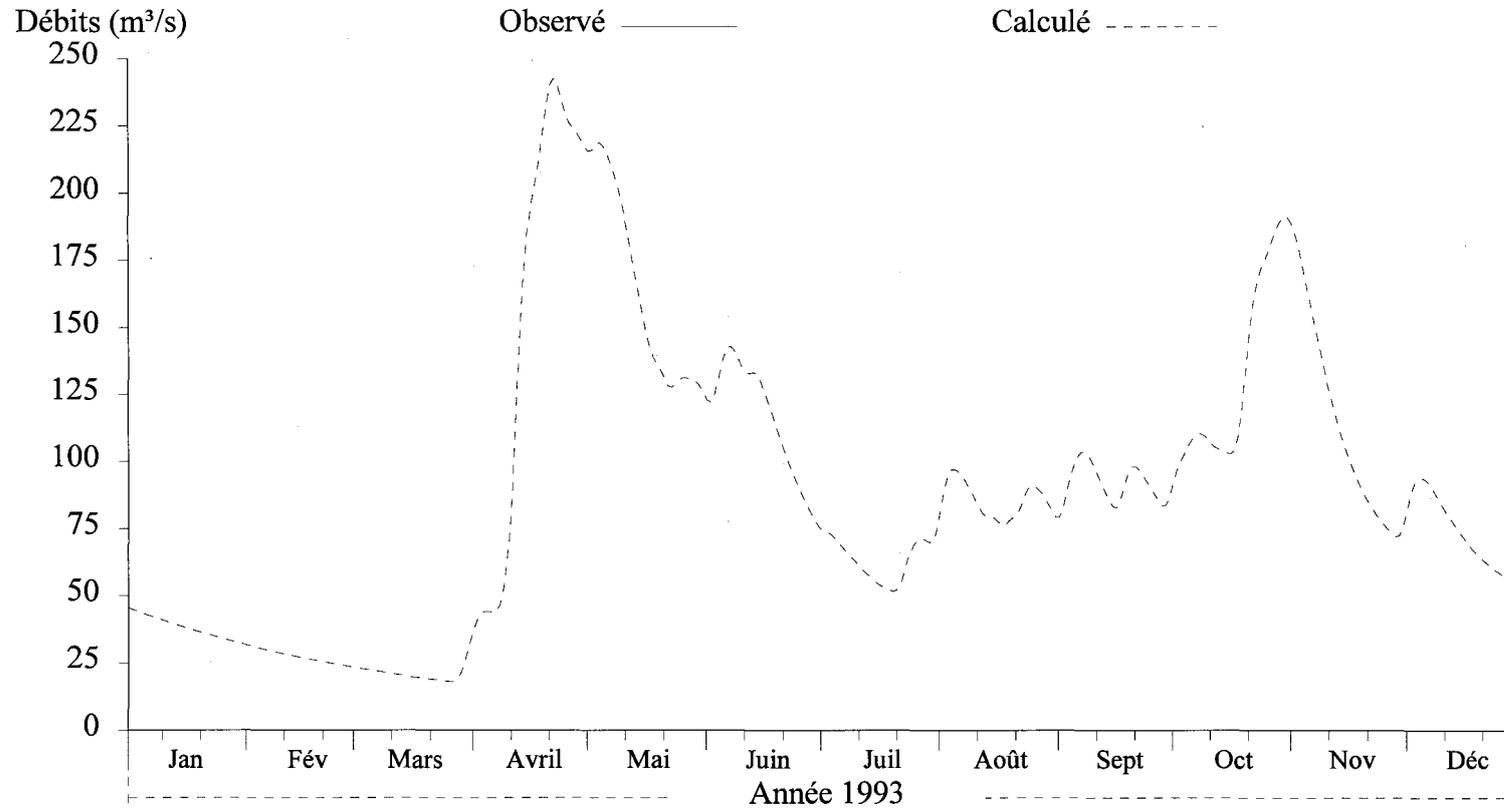


Figure L9 Hydrogramme des débits journaliers calculés à l'exutoire du bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB) pour l'année 1993.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* • cal.: 92.148  
Lame (mm) obs.: 0\* • cal.: 514.13

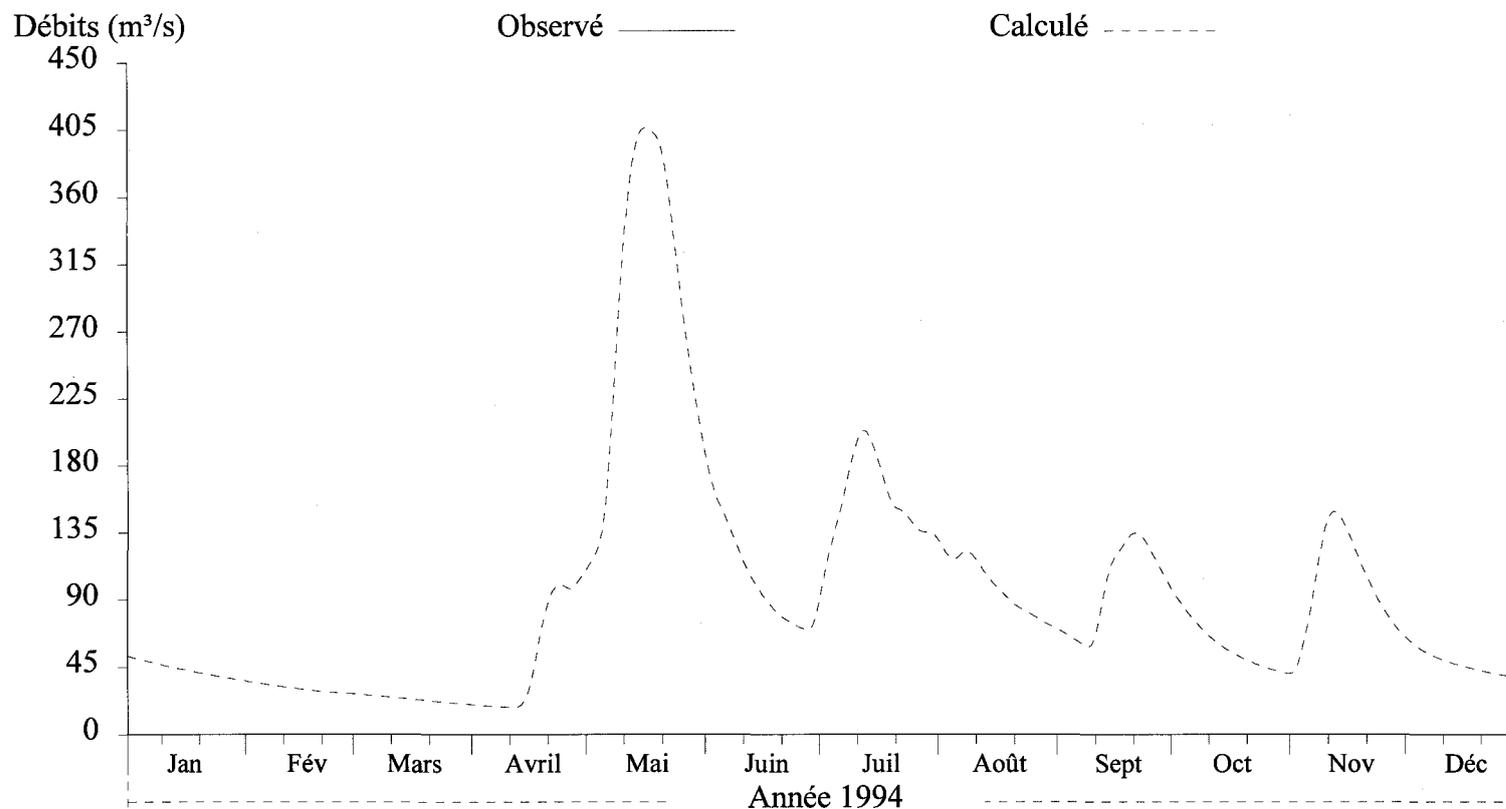


Figure L10 Hydrogramme des débits journaliers calculés à l'exutoire du bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB) pour l'année 1994.

## Débits journaliers

Numéro de station: TRIB  
Superficie du bassin versant: 5652.2 km<sup>2</sup>

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 0\* • cal.: 84.89  
Lame (mm) obs.: 0\* • cal.: 473.64

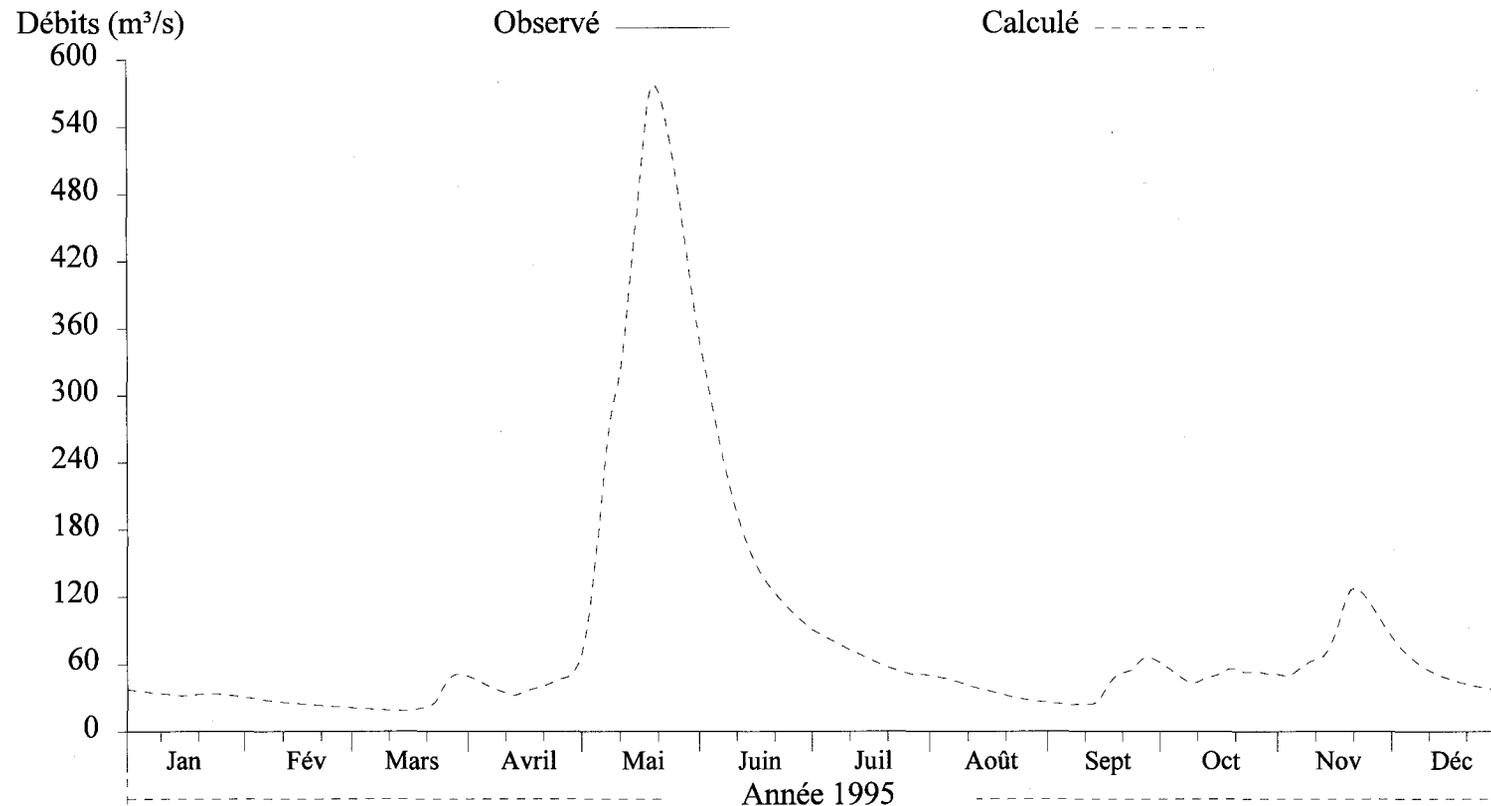


Figure L11 Hydrogramme des débits journaliers calculés à l'exutoire du bassin versant des autres tributaires du Lac Saint-Jean (TRIB) pour l'année 1995.

# **ANNEXE M**

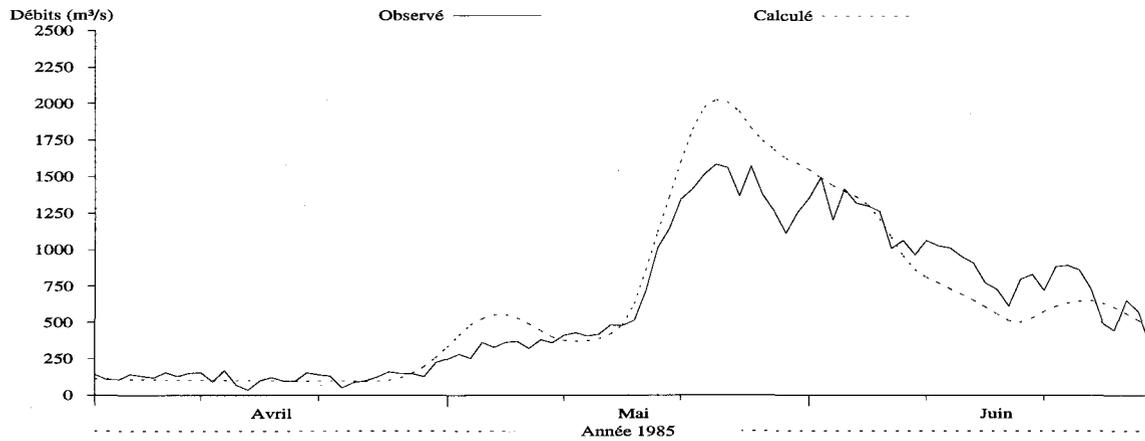
---

**Hydrogrammes des débits journaliers observés et calculés pour les mois d'avril à juin, sans correction des stocks de neige et avec corrections des stocks de neige le 31 mars de chaque année pour tous les bassins versants pour les années 1985 à 1995.**

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8434

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 618.19 • cal.: 653.37  
Lame (mm) obs.: 303.78 • cal.: 321.07

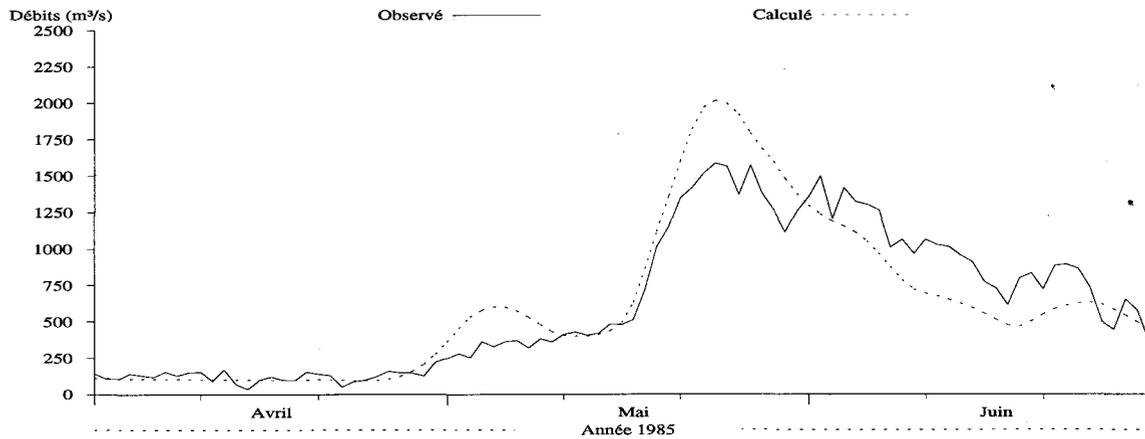


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8213

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 618.19 • cal.: 618.67  
Lame (mm) obs.: 303.78 • cal.: 304.01



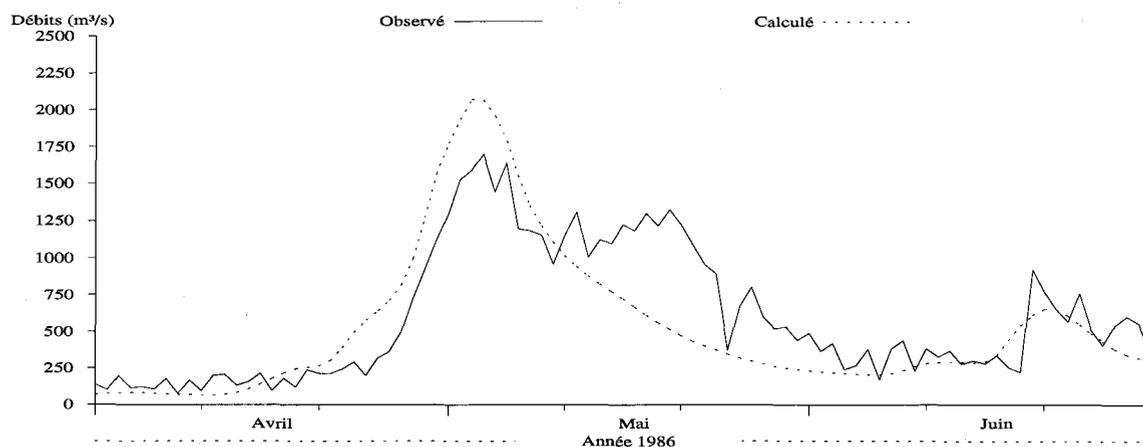
b)

Figure M1.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5749

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 601.02 • cal.: 538.37  
Lame (mm) obs.: 295.34 • cal.: 264.56

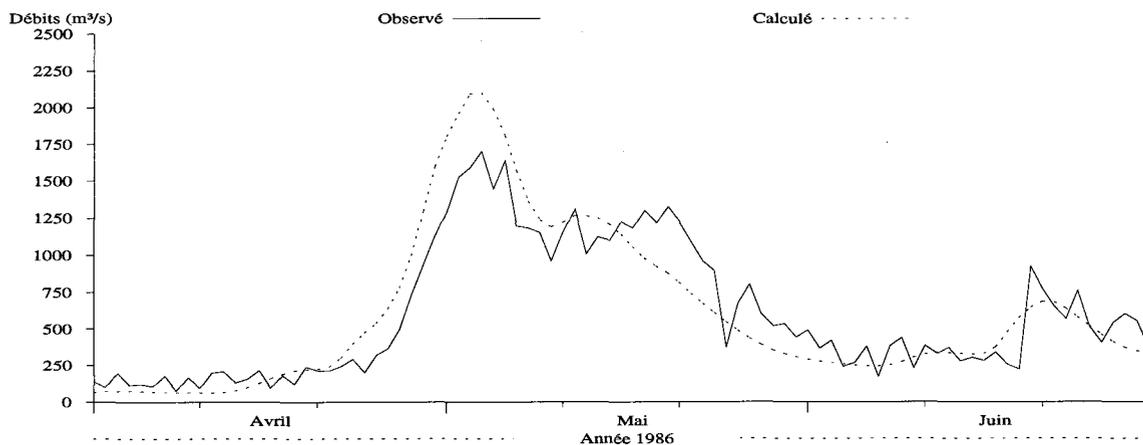


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.771

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 601.02 • cal.: 607.55  
Lame (mm) obs.: 295.34 • cal.: 298.55



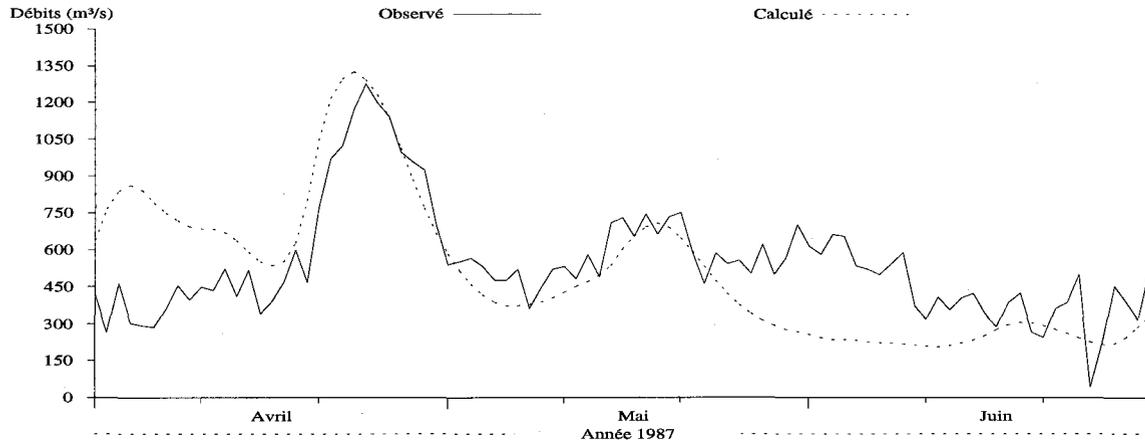
b)

Figure M1.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.01043

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 542.77 • cal.: 518.34  
Lame (mm) obs.: 266.72 • cal.: 254.71

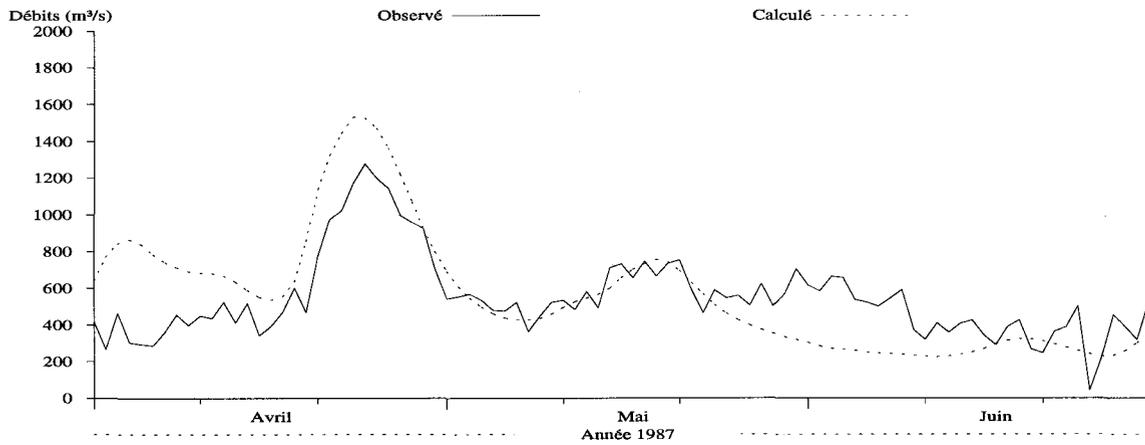


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: -0.01022

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 542.77 • cal.: 565.83  
Lame (mm) obs.: 266.72 • cal.: 278.05



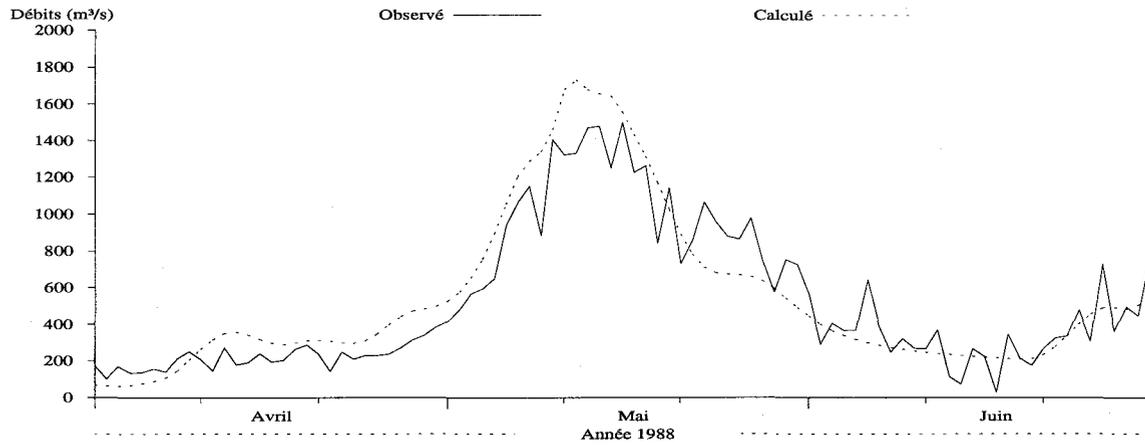
b)

Figure M1.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8293

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 517.73 • cal.: 548.88  
Lame (mm) obs.: 254.41 • cal.: 269.72

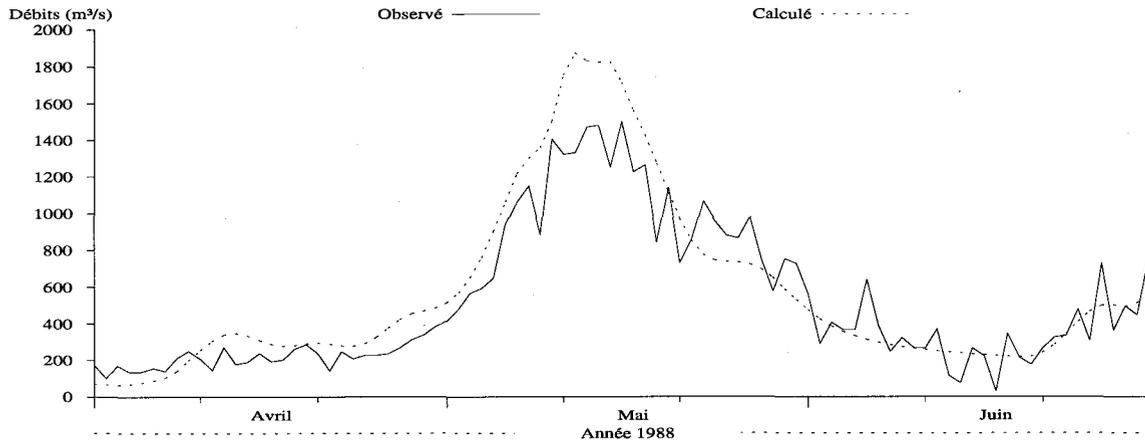


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7904

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 517.73 • cal.: 572.09  
Lame (mm) obs.: 254.41 • cal.: 281.13



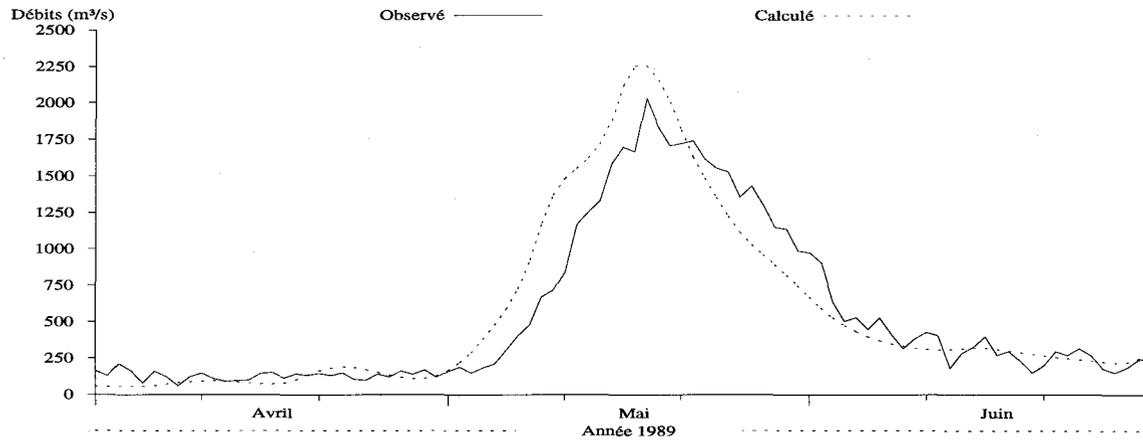
b)

Figure M1.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.851

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 539.7 • cal.: 568.08  
Lame (mm) obs.: 265.21 • cal.: 279.15

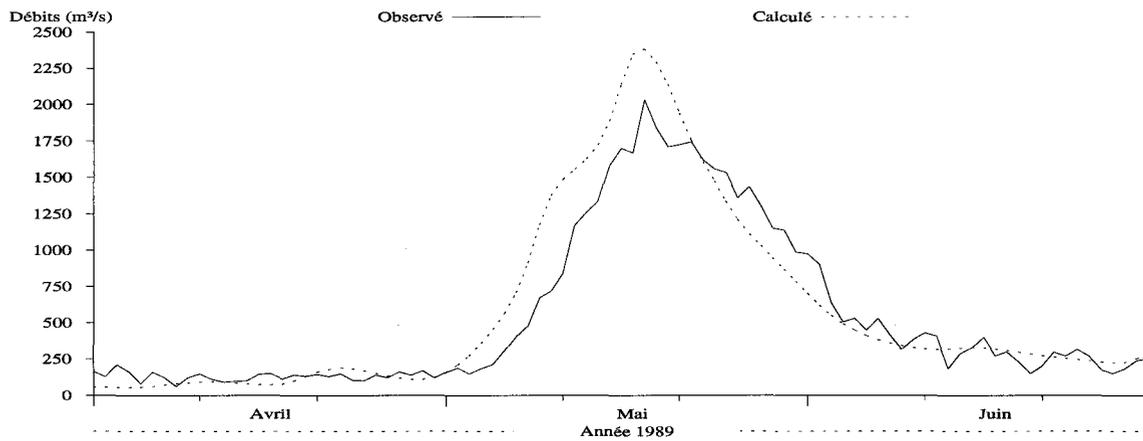


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8507

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 539.7 • cal.: 585.6  
Lame (mm) obs.: 265.21 • cal.: 287.76



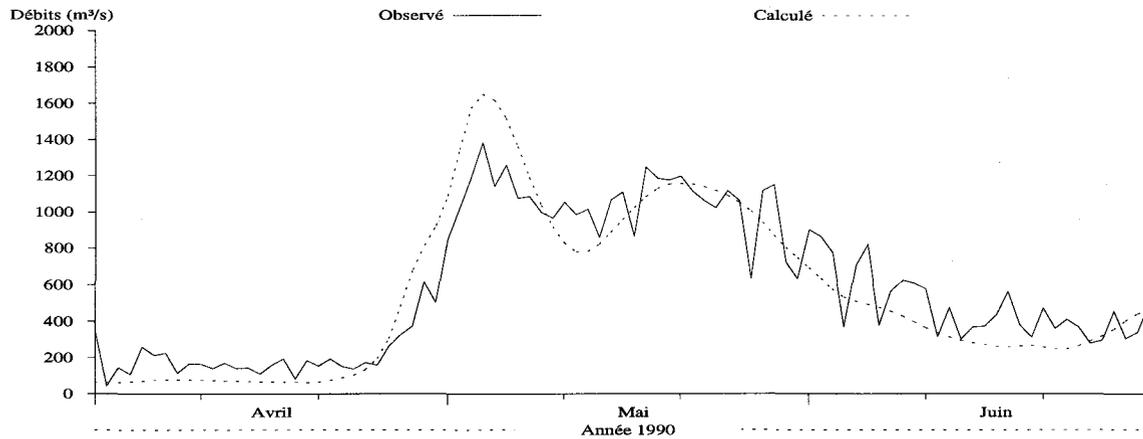
b)

Figure M1.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7988

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 583.25 • cal.: 554.59  
Lame (mm) obs.: 286.61 • cal.: 272.53

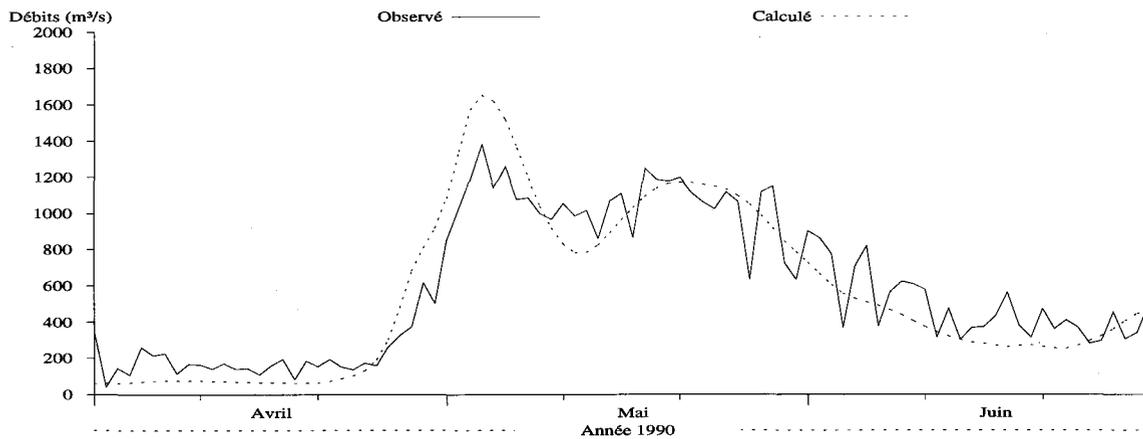


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8032

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 583.25 • cal.: 562.14  
Lame (mm) obs.: 286.61 • cal.: 276.23



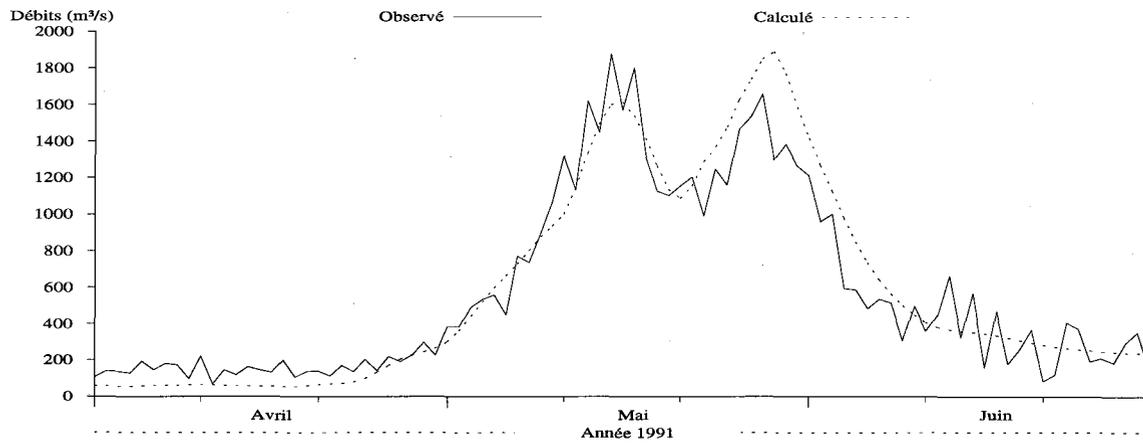
b)

Figure M1.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8944

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 579.64 • cal.: 594.29  
Lame (mm) obs.: 284.83 • cal.: 292.03

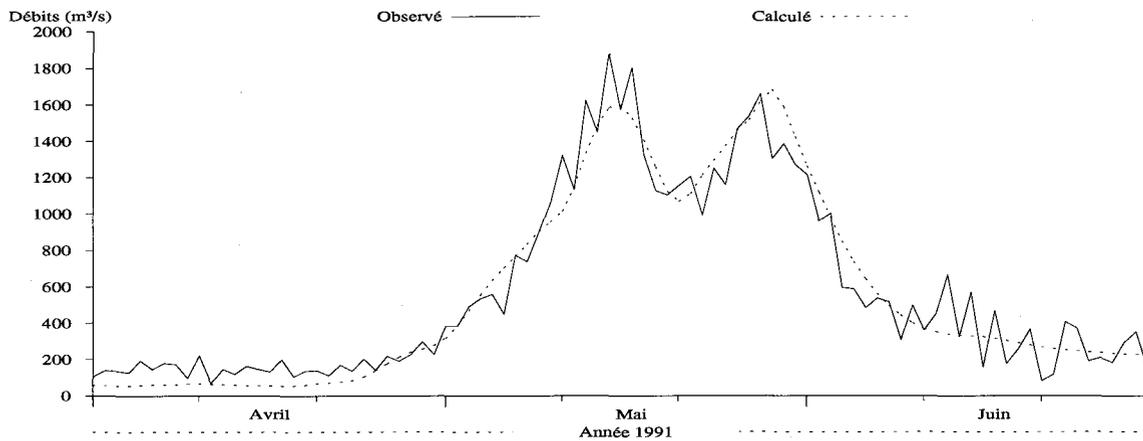


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9331

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 579.64 • cal.: 565.35  
Lame (mm) obs.: 284.83 • cal.: 277.81



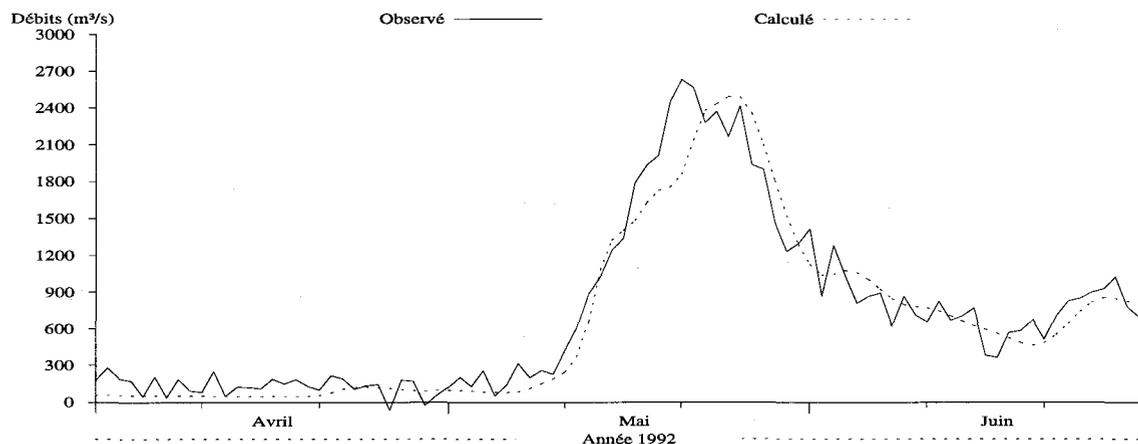
b)

Figure M1.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9253

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 719.15 • cal.: 670.02  
Lame (mm) obs.: 353.39 • cal.: 329.25

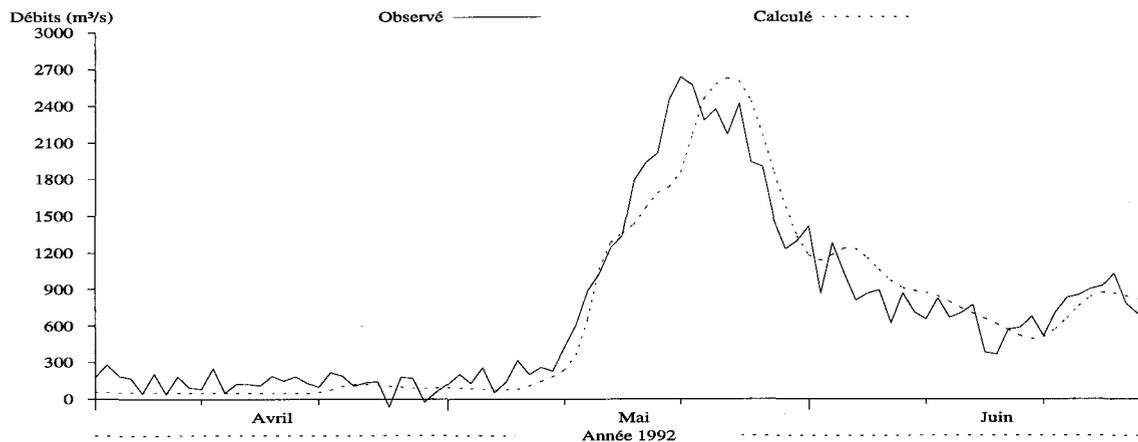


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9069

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 719.15 • cal.: 697.3  
Lame (mm) obs.: 353.39 • cal.: 342.66



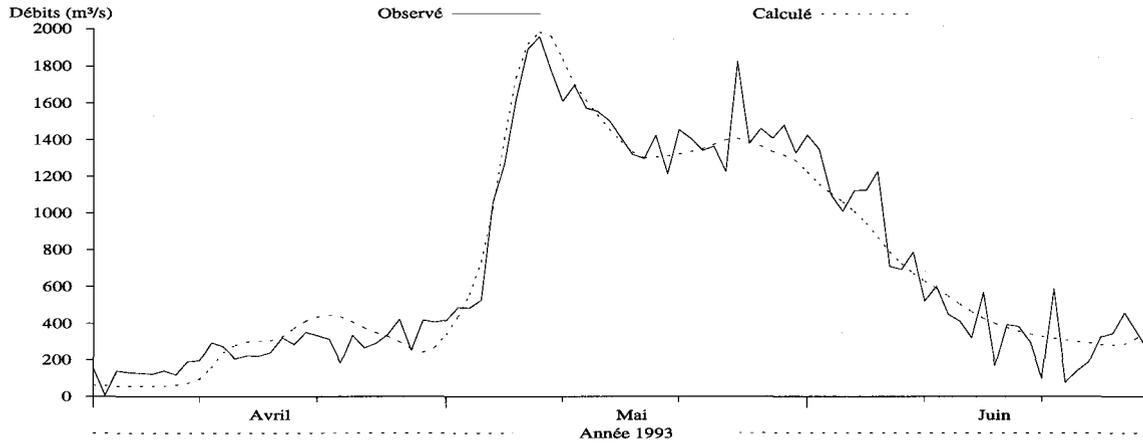
b)

Figure M1.8 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.95

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 732.11 • cal.: 726.91  
Lame (mm) obs.: 359.76 • cal.: 358.19

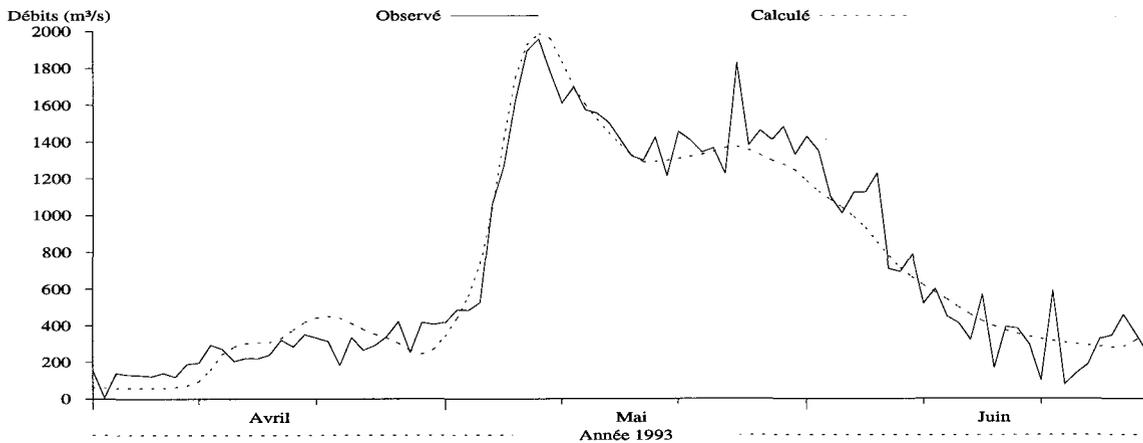


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9459

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 732.11 • cal.: 722.41  
Lame (mm) obs.: 359.76 • cal.: 354.99



b)

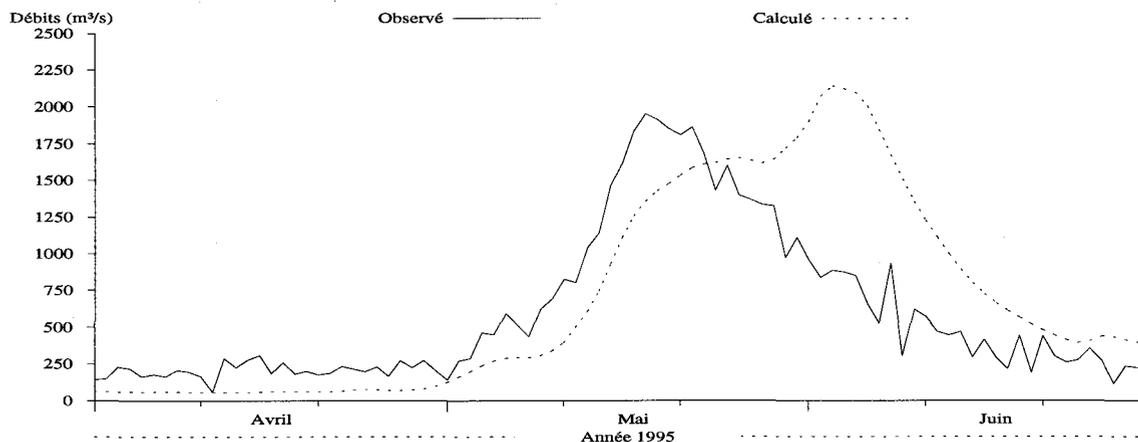
Figure M1.9 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.1876

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 603.81 • cal.: 696.42  
Lame (mm) obs.: 296.71 • cal.: 342.22

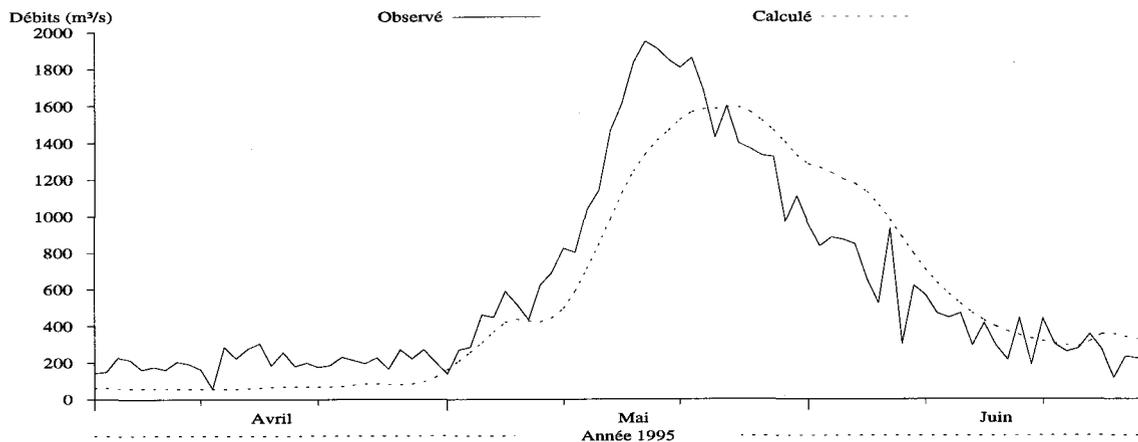


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: BAM  
Superficie du bassin versant: 16000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7984

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 603.81 • cal.: 566.96  
Lame (mm) obs.: 296.71 • cal.: 278.6



b)

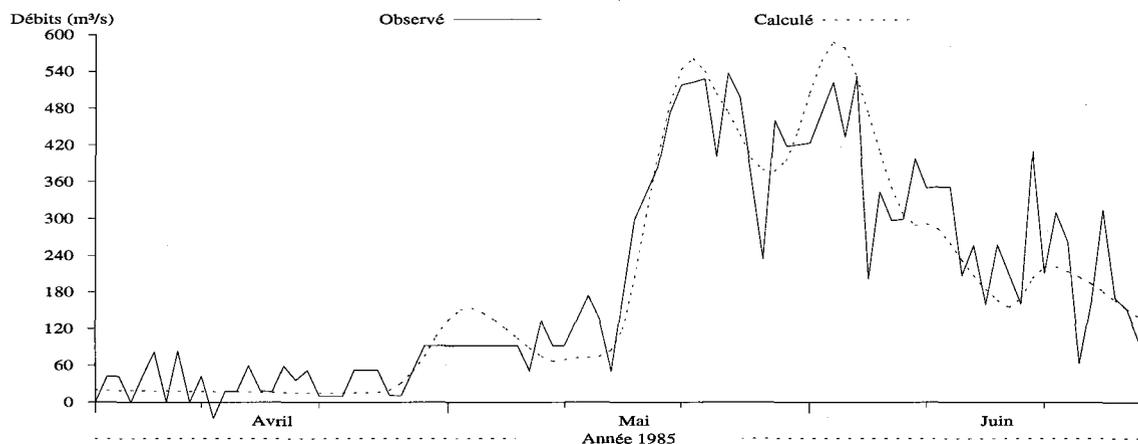
Figure M1.11 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la sortie du bassin versant amont (BAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8509

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 193.64 • cal.: 191.31  
Lame (mm) obs.: 304.49 • cal.: 300.84

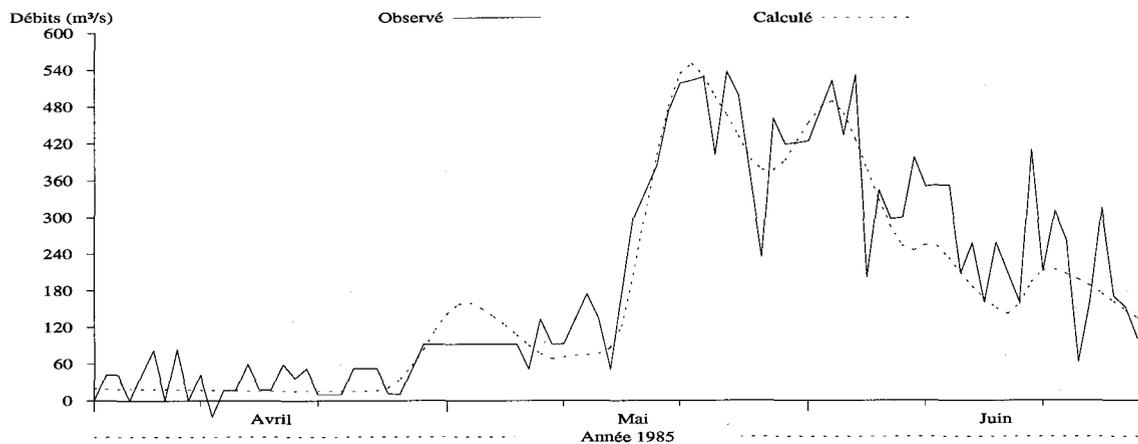


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.863

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 193.64 • cal.: 179.71  
Lame (mm) obs.: 304.49 • cal.: 282.59



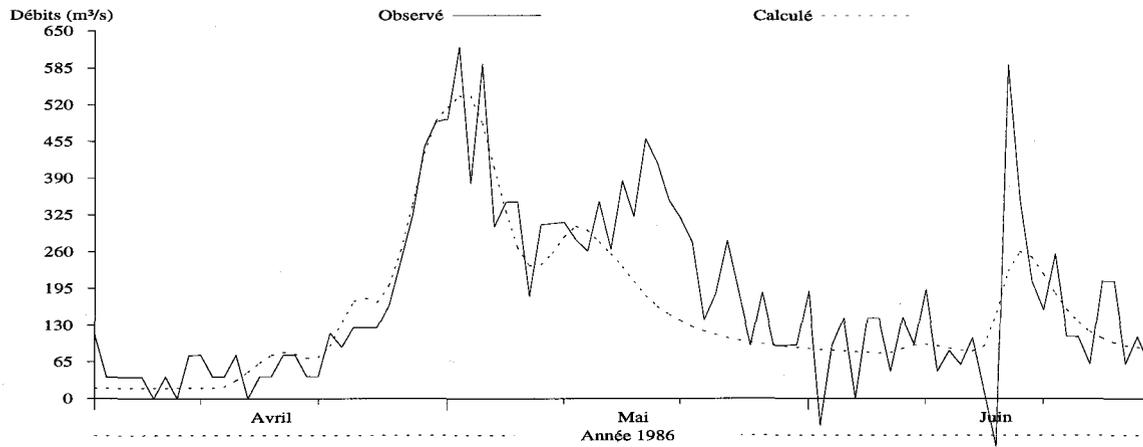
b)

Figure M2.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la sortie du bassin Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6408

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 178.92 • cal.: 155.73  
Lame (mm) obs.: 281.35 • cal.: 244.88

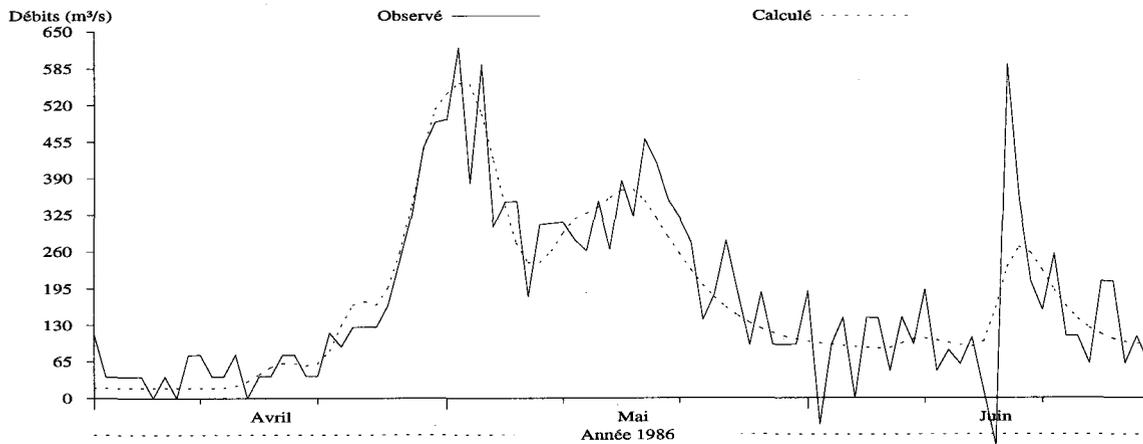


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7649

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 178.92 • cal.: 174.95  
Lame (mm) obs.: 281.35 • cal.: 275.1



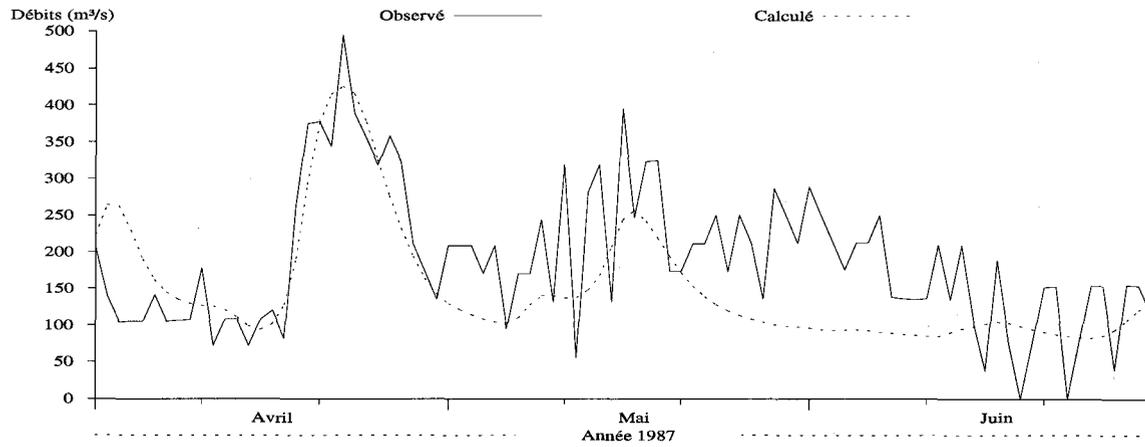
b)

Figure M2.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2177

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 188.79 • cal.: 151.45  
Lame (mm) obs.: 296.87 • cal.: 238.15

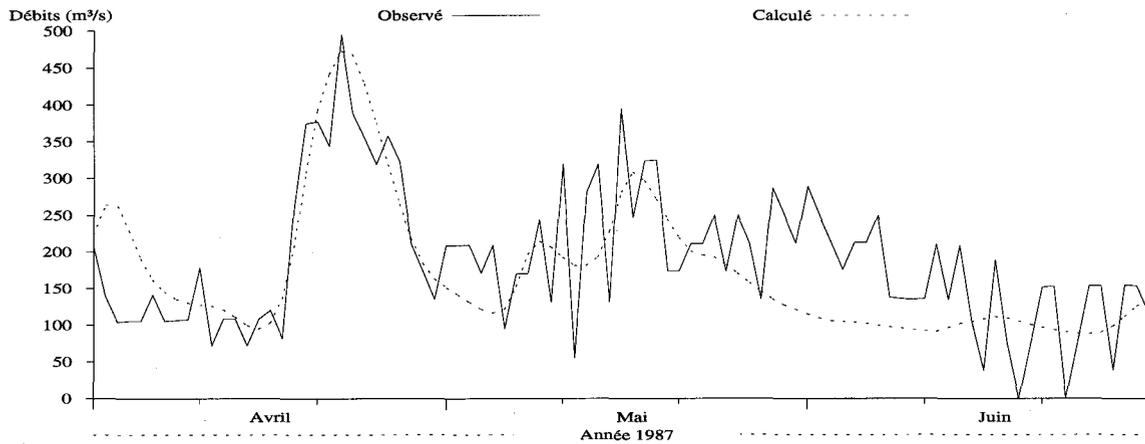


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.3983

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 188.79 • cal.: 173.1  
Lame (mm) obs.: 296.87 • cal.: 272.19



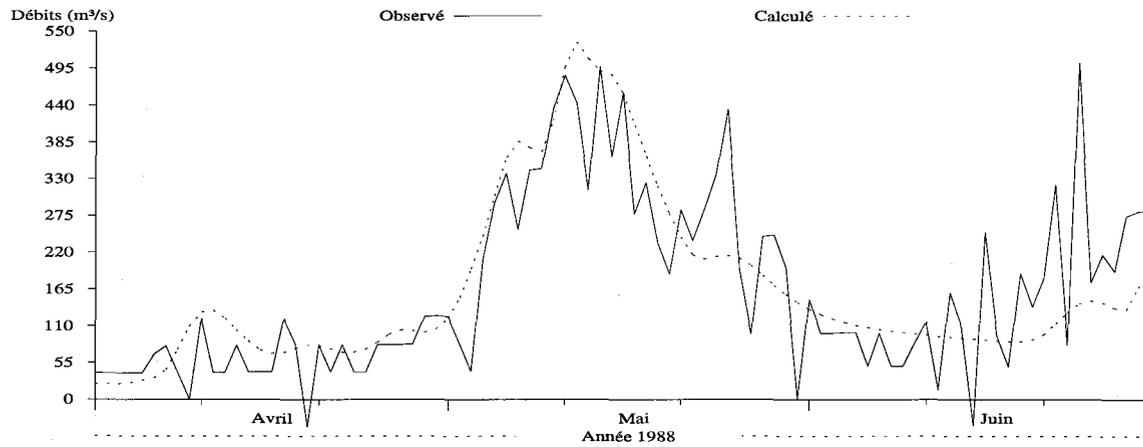
b)

Figure M2.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6068

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 163.97 • cal.: 167  
Lame (mm) obs.: 257.83 • cal.: 262.61

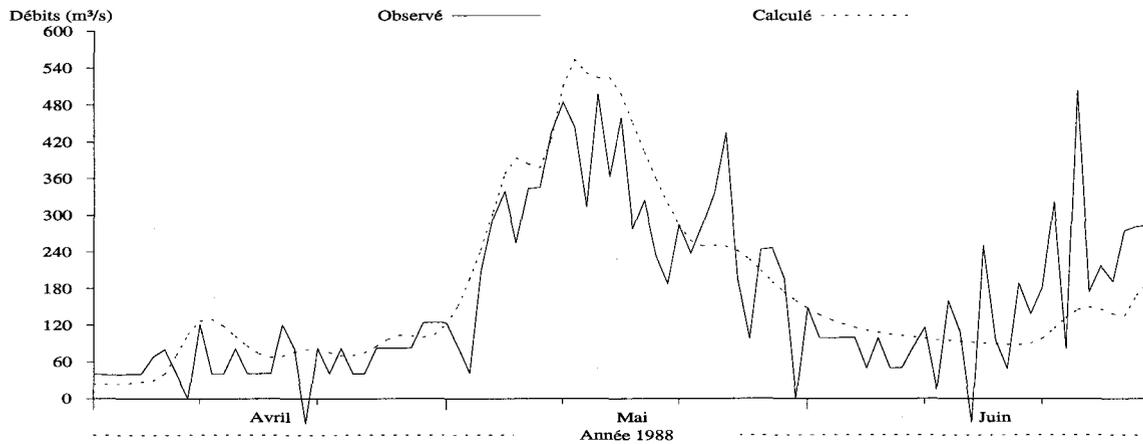


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.582

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 163.97 • cal.: 175.15  
Lame (mm) obs.: 257.83 • cal.: 275.41



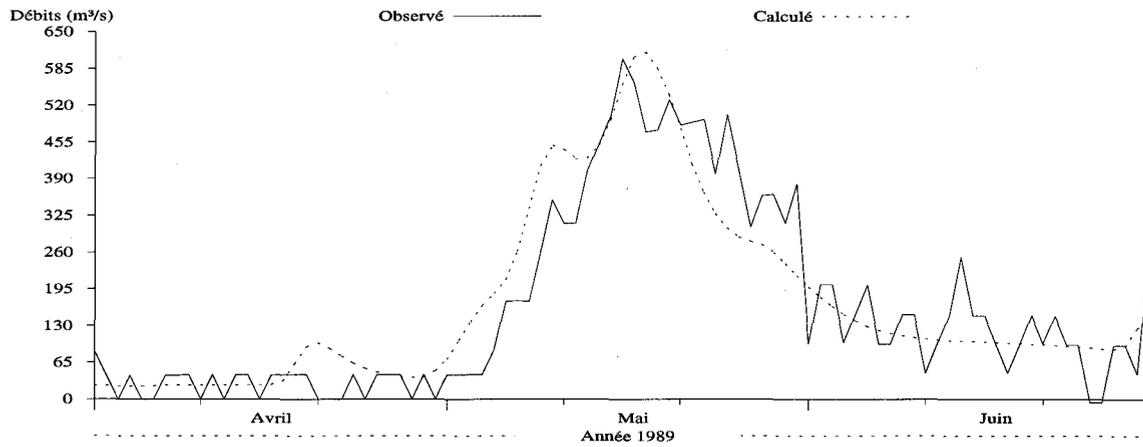
b)

Figure M2.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.823

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 164.14 • cal.: 171.58  
Lame (mm) obs.: 258.11 • cal.: 269.8

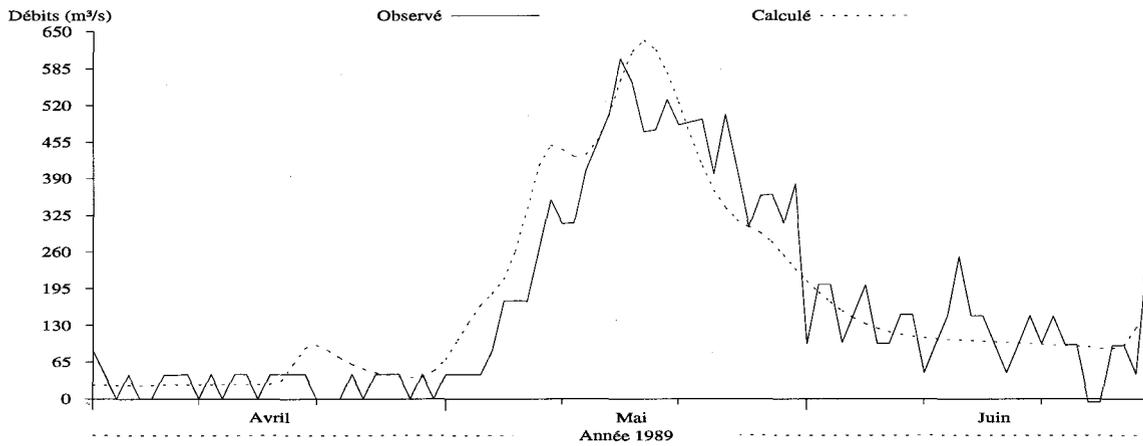


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8363

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 164.14 • cal.: 177.3  
Lame (mm) obs.: 258.11 • cal.: 278.8



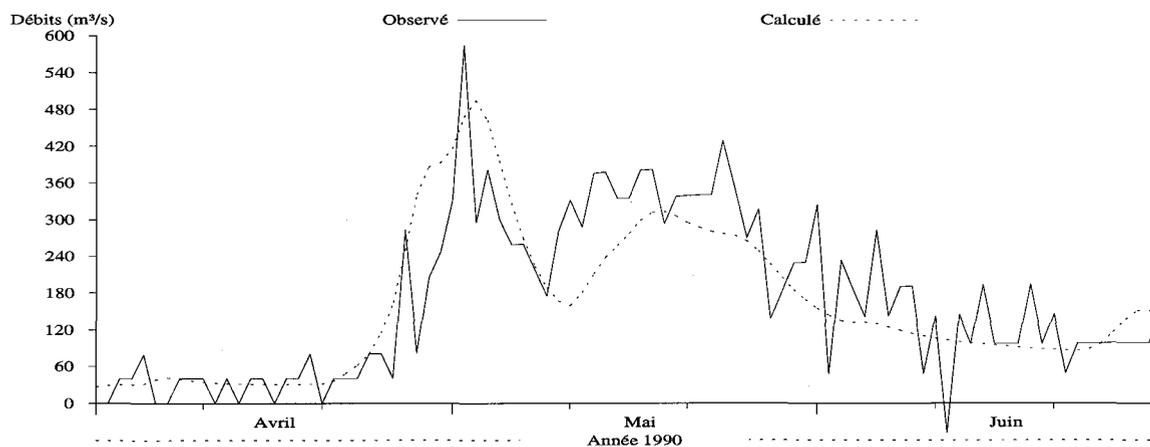
b)

Figure M2.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6429

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 168.3 • cal.: 160.49  
Lame (mm) obs.: 264.64 • cal.: 252.37

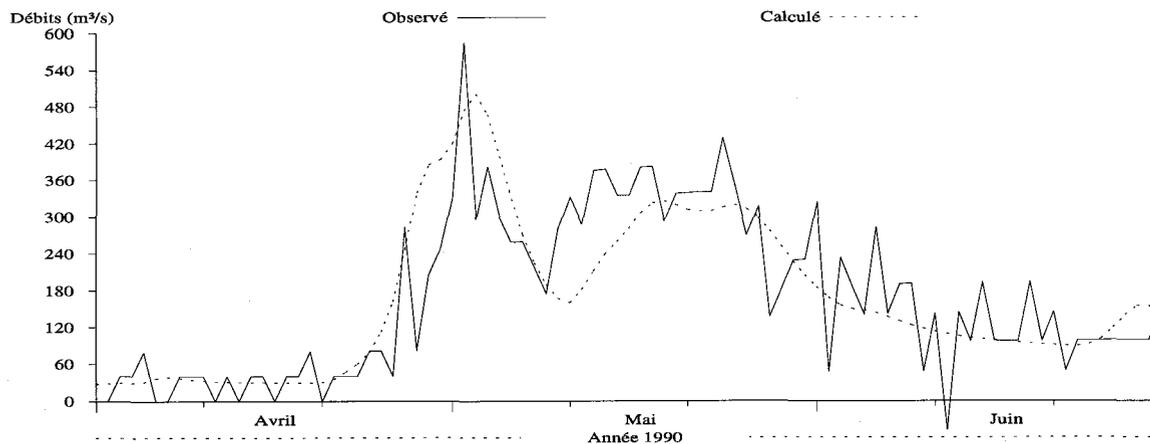


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6621

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 168.3 • cal.: 168.27  
Lame (mm) obs.: 264.64 • cal.: 264.6



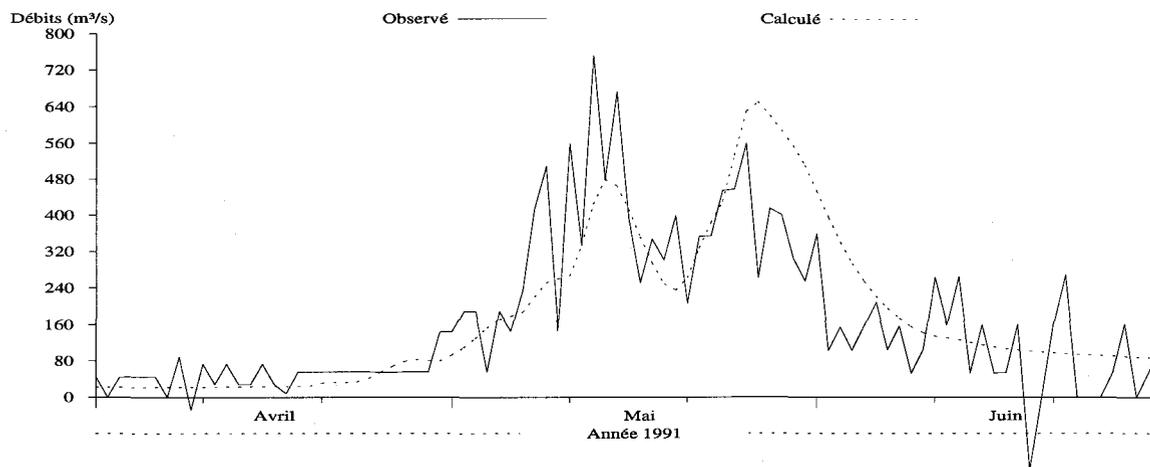
b)

Figure M2.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5388

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 170.52 • cal.: 181.72  
Lame (mm) obs.: 268.13 • cal.: 285.75

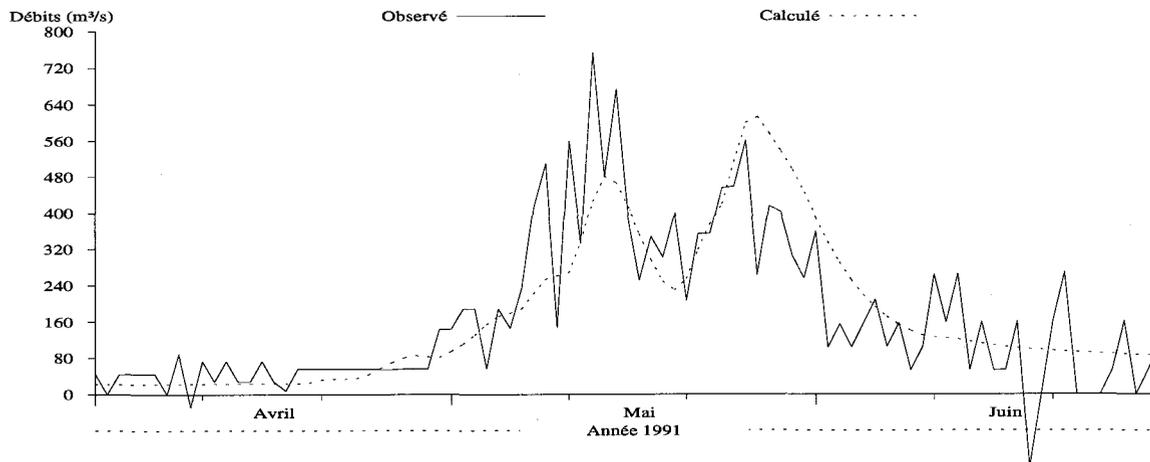


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6156

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 170.52 • cal.: 173.82  
Lame (mm) obs.: 268.13 • cal.: 273.32



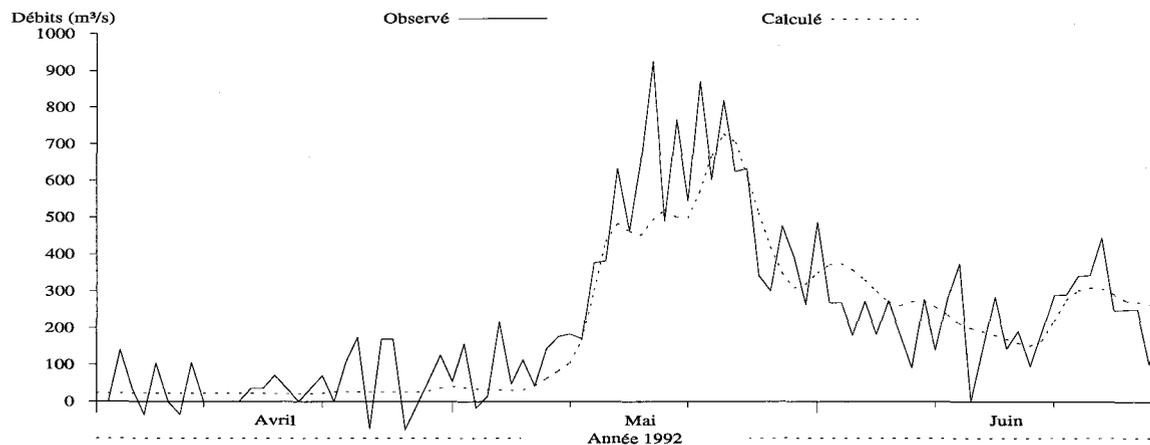
b)

Figure M2.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7713

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 222.18 • cal.: 204.82  
Lame (mm) obs.: 349.37 • cal.: 322.08

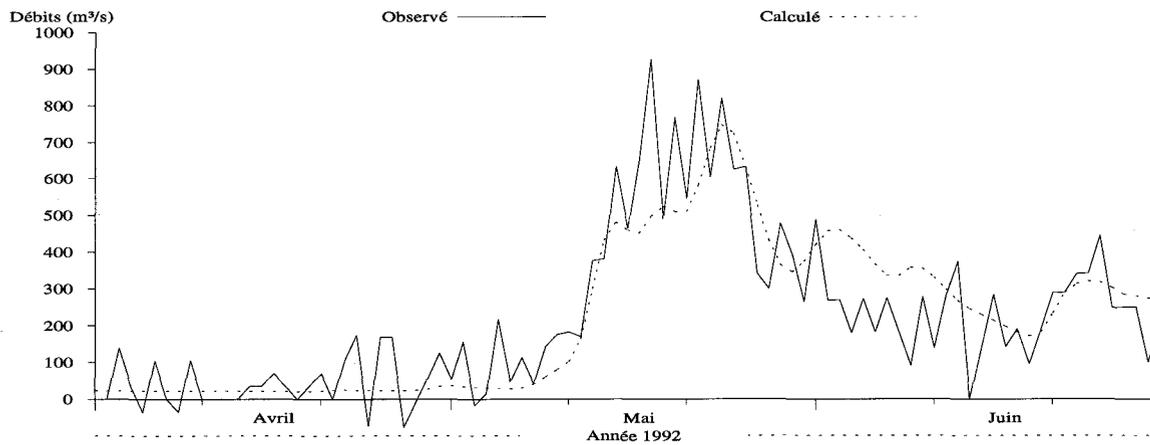


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7259

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 222.18 • cal.: 221.27  
Lame (mm) obs.: 349.37 • cal.: 347.94



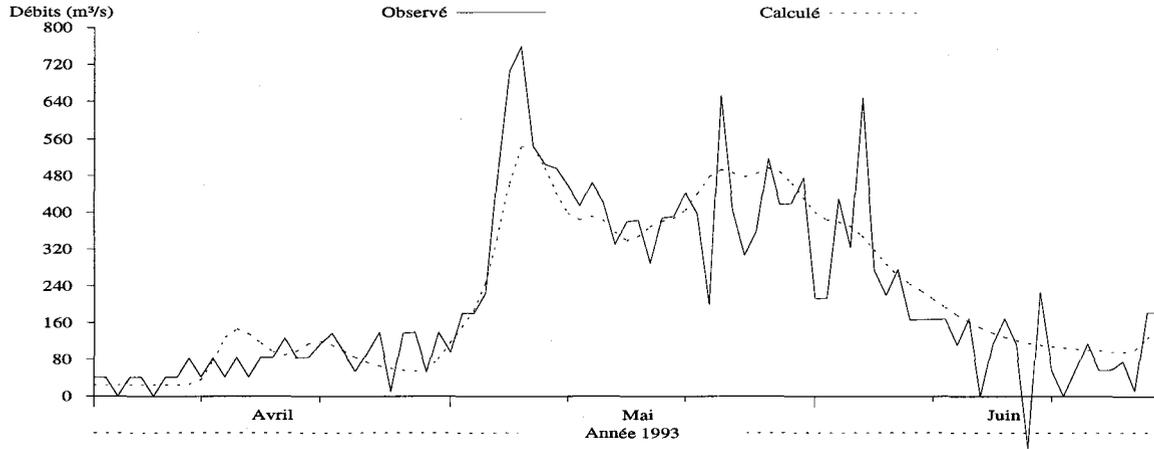
b)

Figure M2.8 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7839

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 217.29 • cal.: 224.26  
Lame (mm) obs.: 341.68 • cal.: 352.64

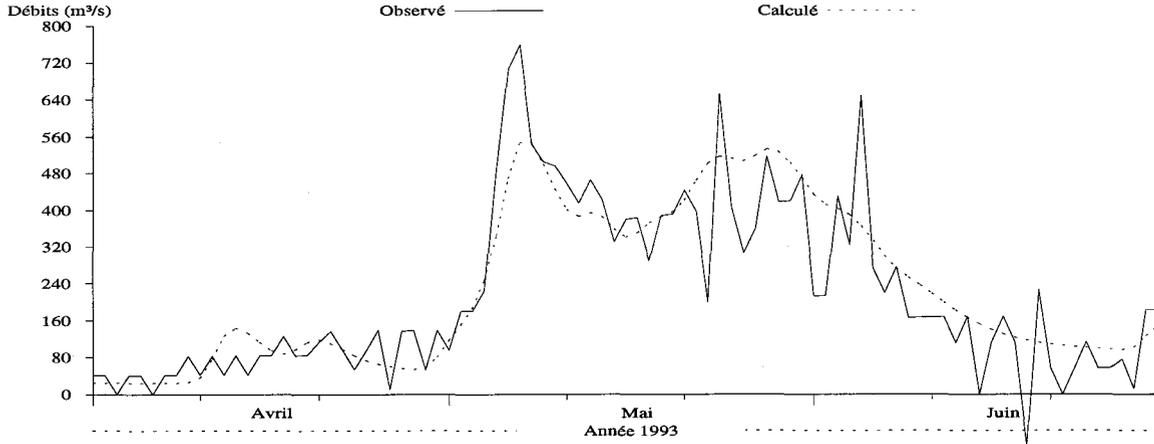


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7646

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 217.29 • cal.: 230.56  
Lame (mm) obs.: 341.68 • cal.: 362.56



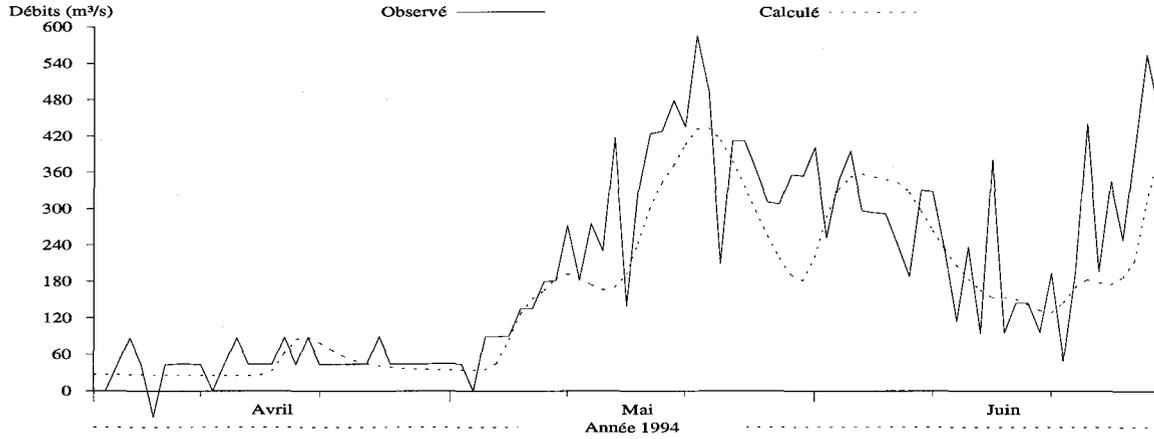
b)

Figure M2.9 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6959

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 195.09 • cal.: 165.77  
Lame (mm) obs.: 306.77 • cal.: 260.67

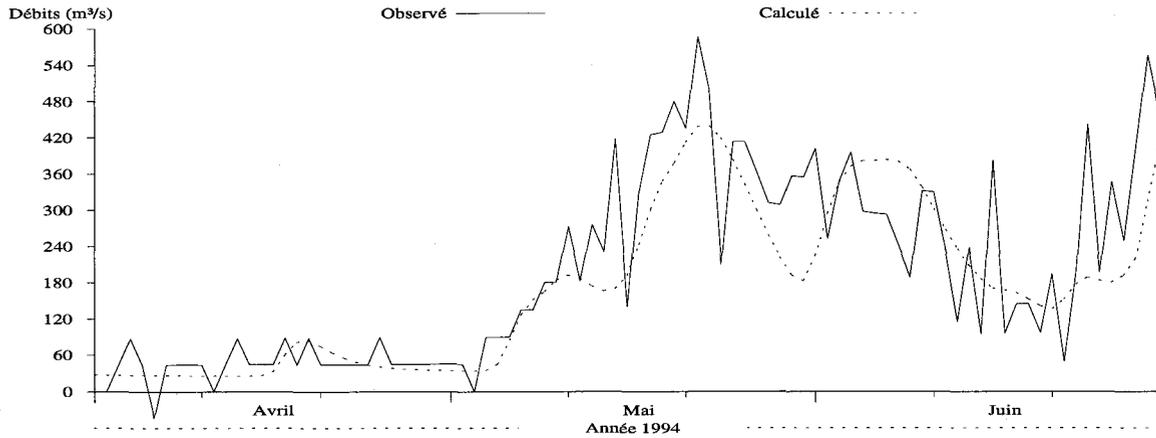


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6887

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 195.09 • cal.: 171.65  
Lame (mm) obs.: 306.77 • cal.: 269.91



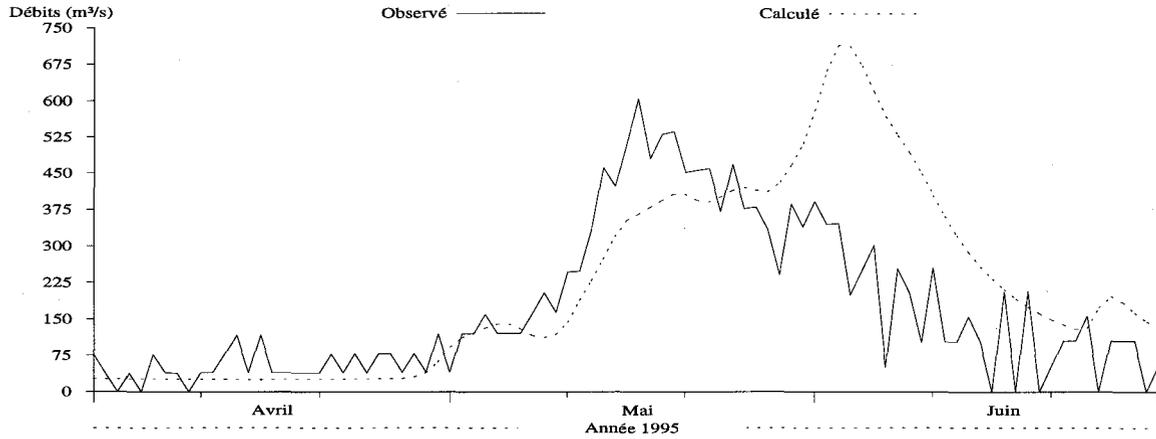
b)

Figure M2.10 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.07215

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 175.47 • cal.: 219.3  
Lame (mm) obs.: 275.93 • cal.: 344.84

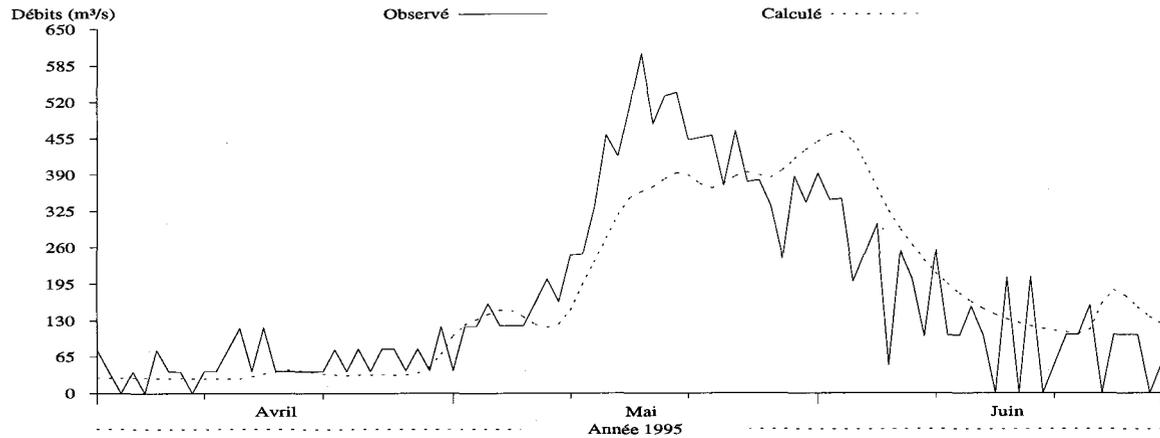


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LM  
Superficie du bassin versant: 5000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6922

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 175.47 • cal.: 178.77  
Lame (mm) obs.: 275.93 • cal.: 281.11



b)

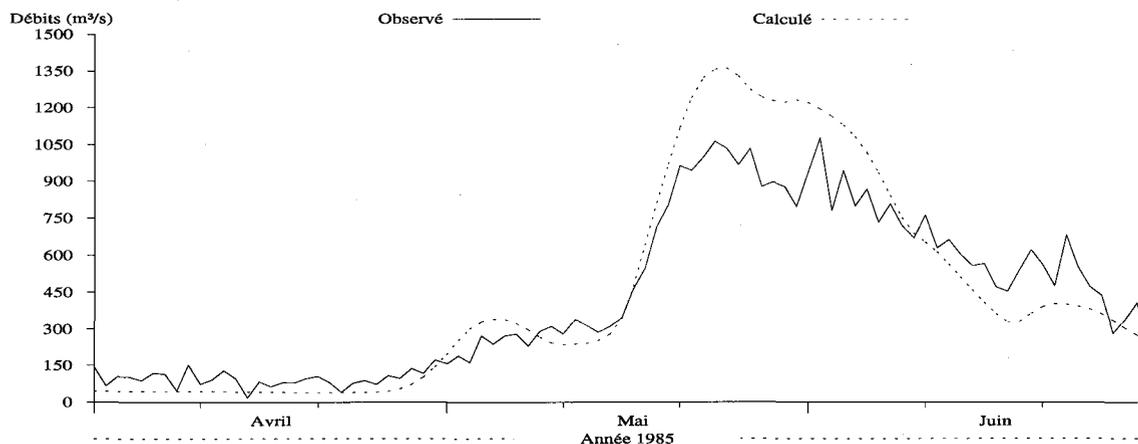
Figure M2.11 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la sortie du bassin versant Lac Manouane (LM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7713

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 426.33 • cal.: 450.09  
Lame (mm) obs.: 304.72 • cal.: 321.71

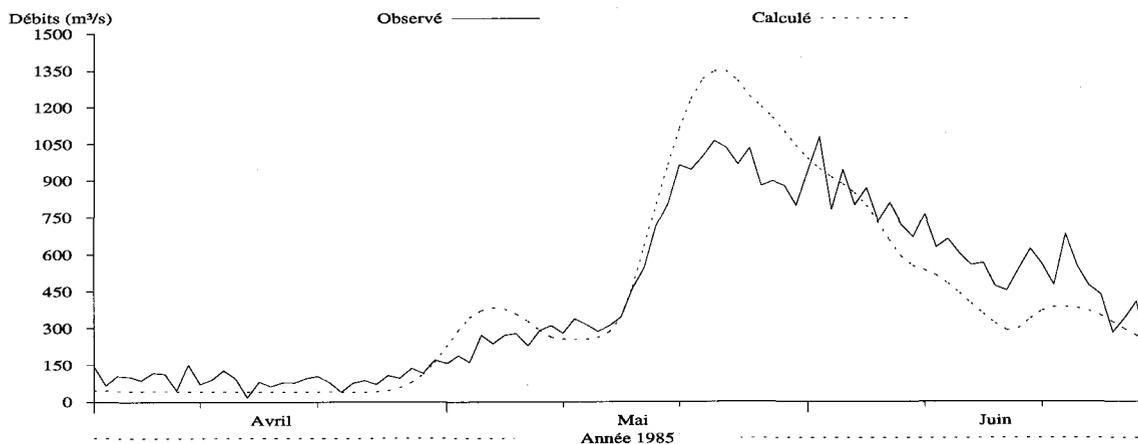


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8137

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 426.33 • cal.: 418  
Lame (mm) obs.: 304.72 • cal.: 298.77



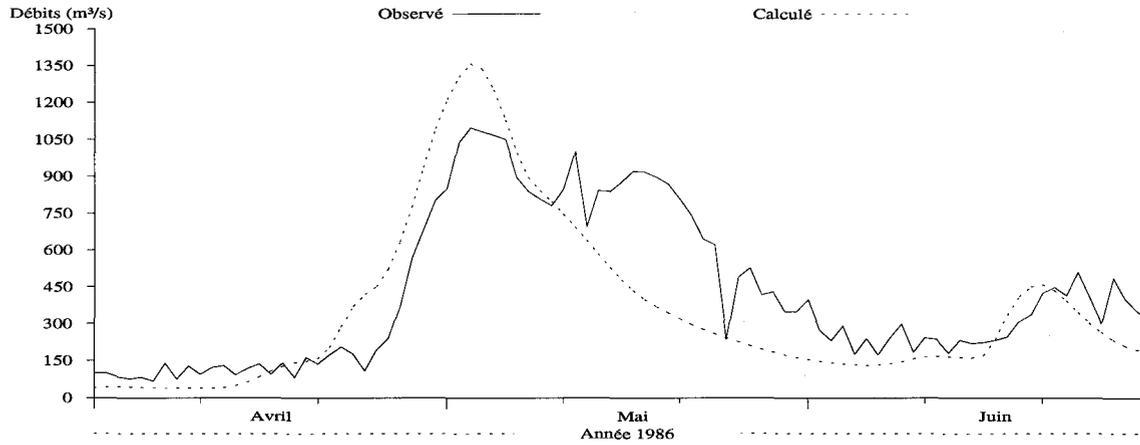
b)

Figure M3.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5472

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 423.56 • cal.: 360.82  
Lame (mm) obs.: 302.75 • cal.: 257.9

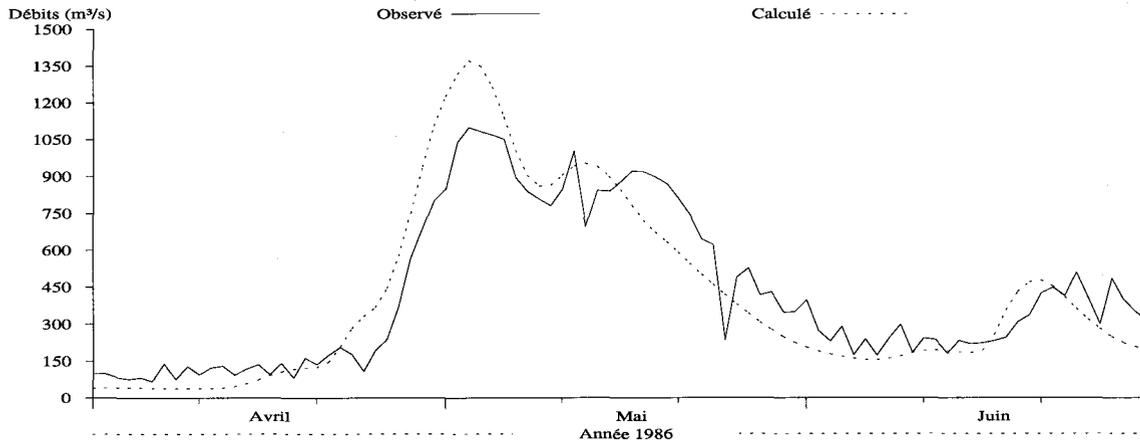


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8052

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 423.56 • cal.: 415.89  
Lame (mm) obs.: 302.75 • cal.: 297.26



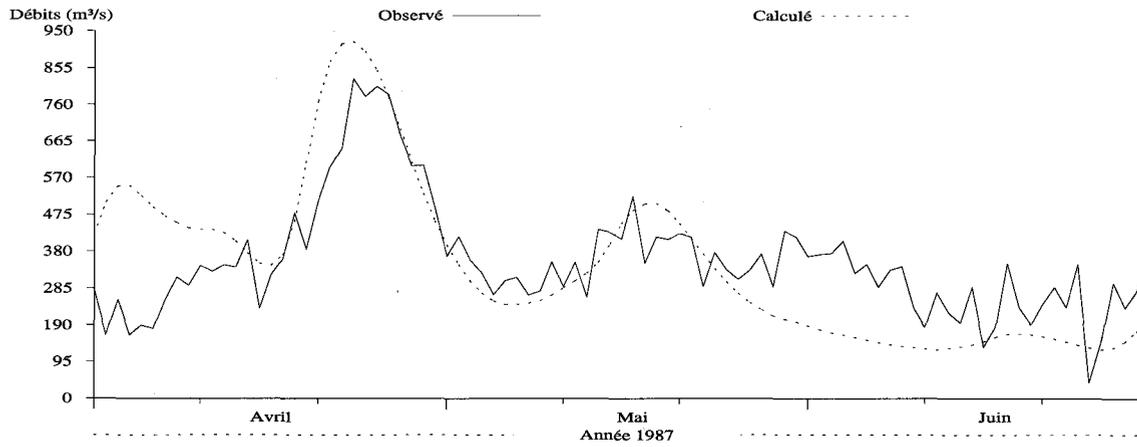
b)

Figure M3.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.0512

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 354.33 • cal.: 347.62  
Lame (mm) obs.: 253.26 • cal.: 248.47

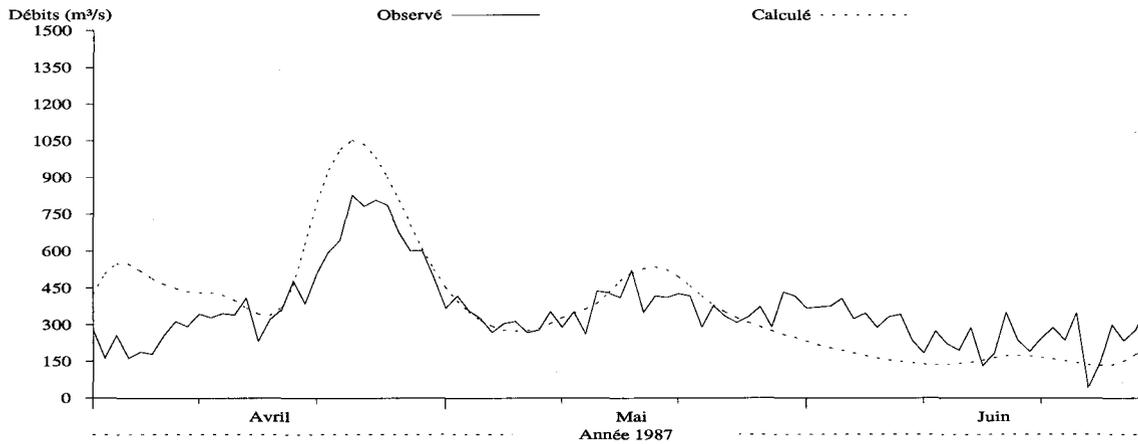


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: -0.00464

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 354.33 • cal.: 377.81  
Lame (mm) obs.: 253.26 • cal.: 270.04



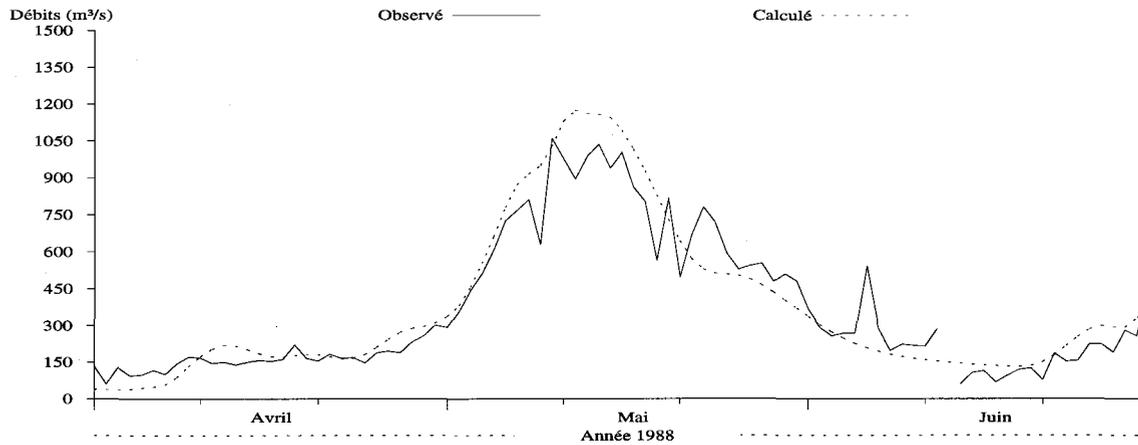
b)

Figure M3.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8659\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 363.1\* • cal.: 374.8  
Lame (mm) obs.: 256.68\* • cal.: 267.89

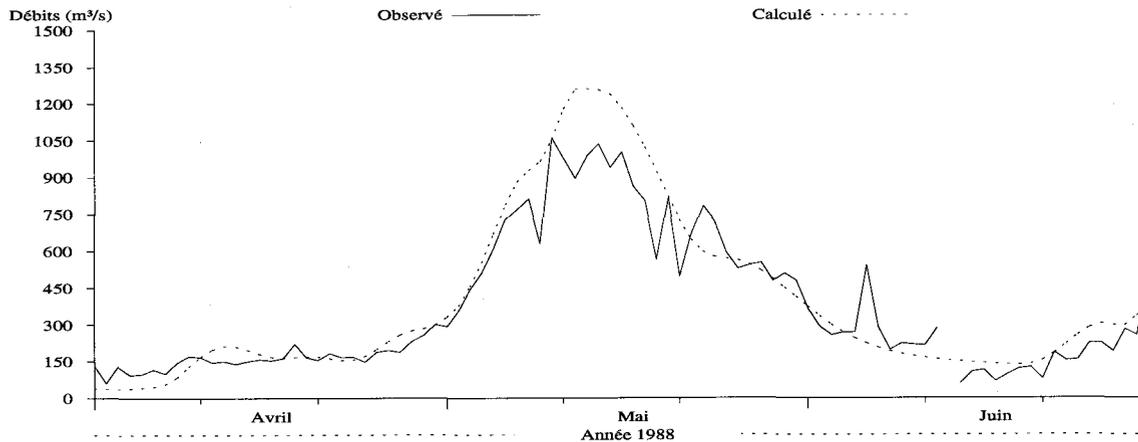


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8259\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 363.1\* • cal.: 393.24  
Lame (mm) obs.: 256.68\* • cal.: 281.07



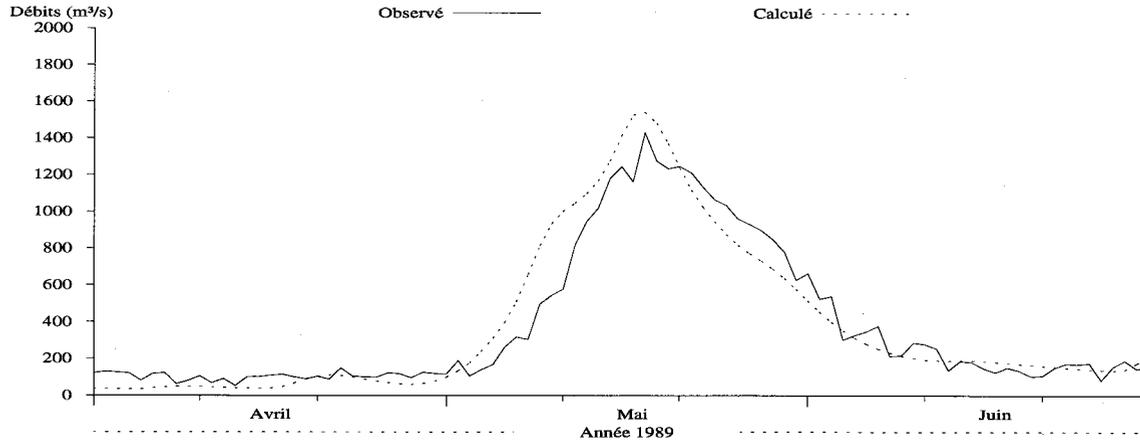
b)

Figure M3.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8996

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 378.42 • cal.: 385.03  
Lame (mm) obs.: 270.48 • cal.: 275.21

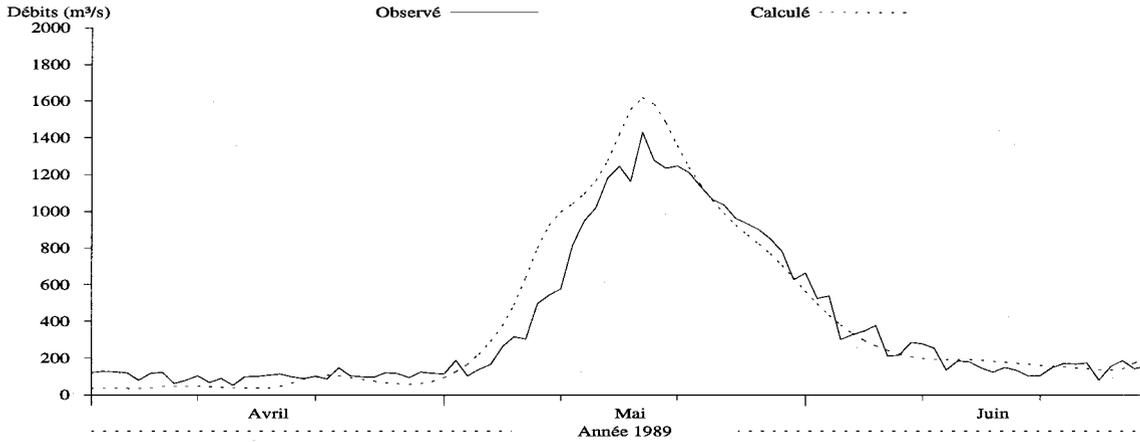


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9058

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 378.42 • cal.: 401.81  
Lame (mm) obs.: 270.48 • cal.: 287.2



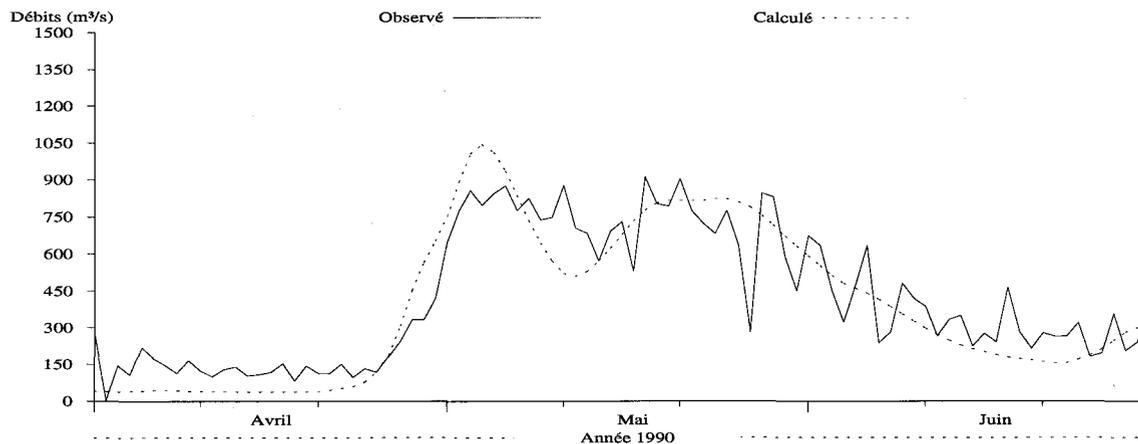
b)

Figure M3.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7561

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 416.37 • cal.: 392.48  
Lame (mm) obs.: 297.61 • cal.: 280.53

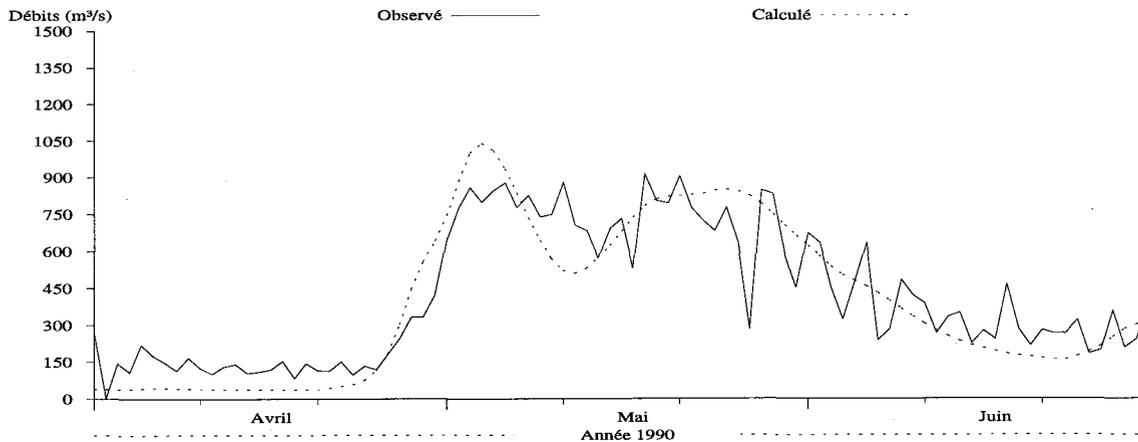


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7496

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 416.37 • cal.: 397.57  
Lame (mm) obs.: 297.61 • cal.: 284.17



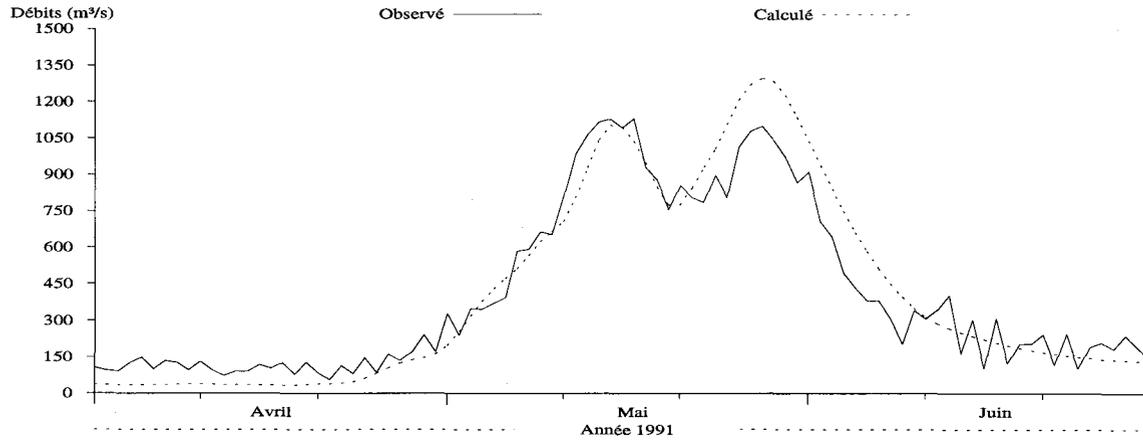
b)

Figure 3.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8945

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 410.42 • cal.: 416.23  
Lame (mm) obs.: 293.35 • cal.: 297.5

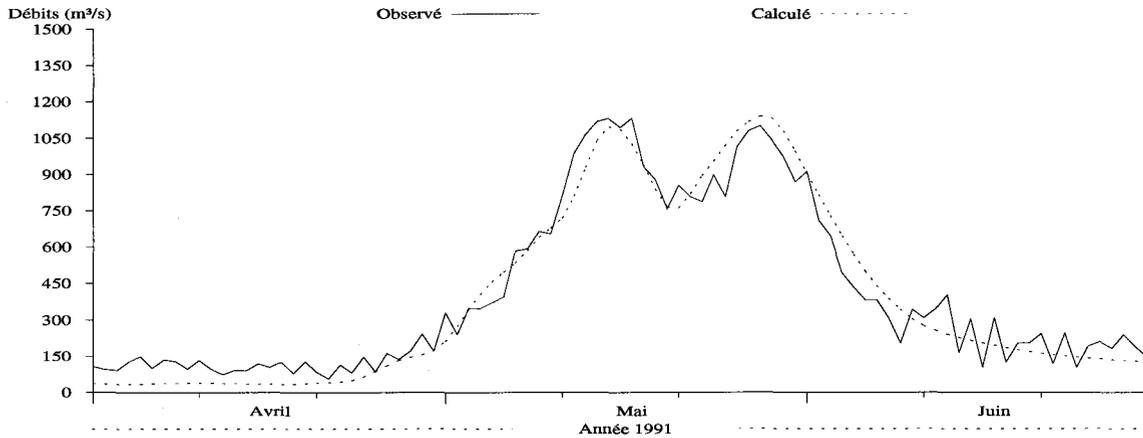


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9457

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 410.42 • cal.: 393.54  
Lame (mm) obs.: 293.35 • cal.: 281.29



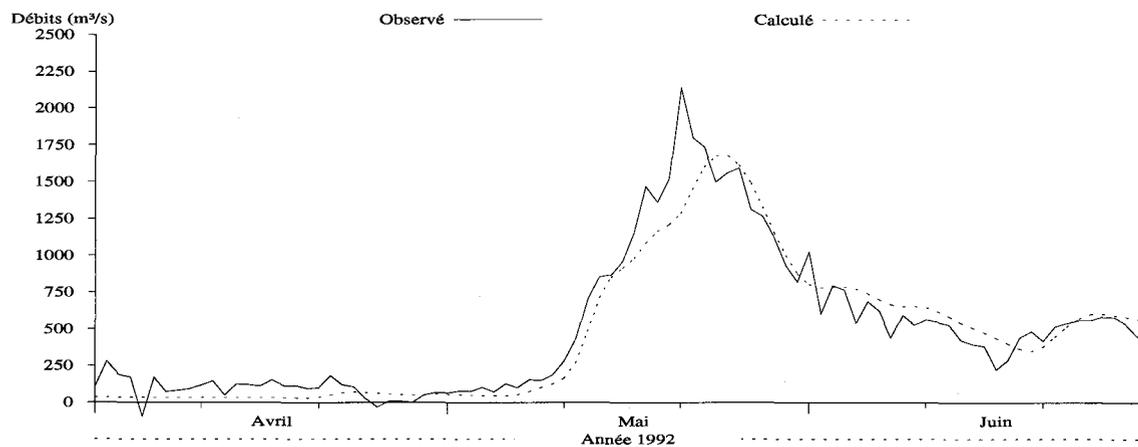
b)

Figure M3.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9075

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 499.55 • cal.: 467.79  
Lame (mm) obs.: 357.06 • cal.: 334.36

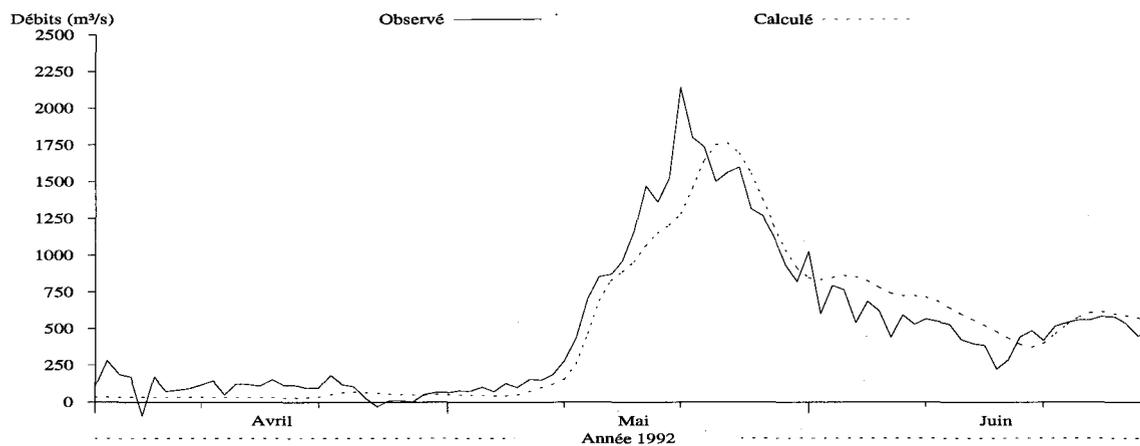


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8873

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 499.55 • cal.: 485  
Lame (mm) obs.: 357.06 • cal.: 346.66



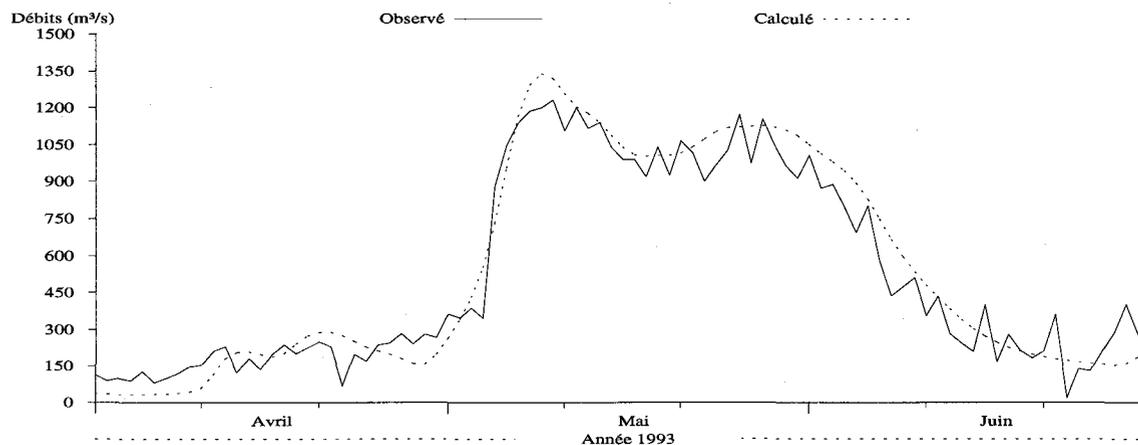
b)

Figure M3.8 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9353

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 519.31 • cal.: 539.75  
Lame (mm) obs.: 371.18 • cal.: 365.79

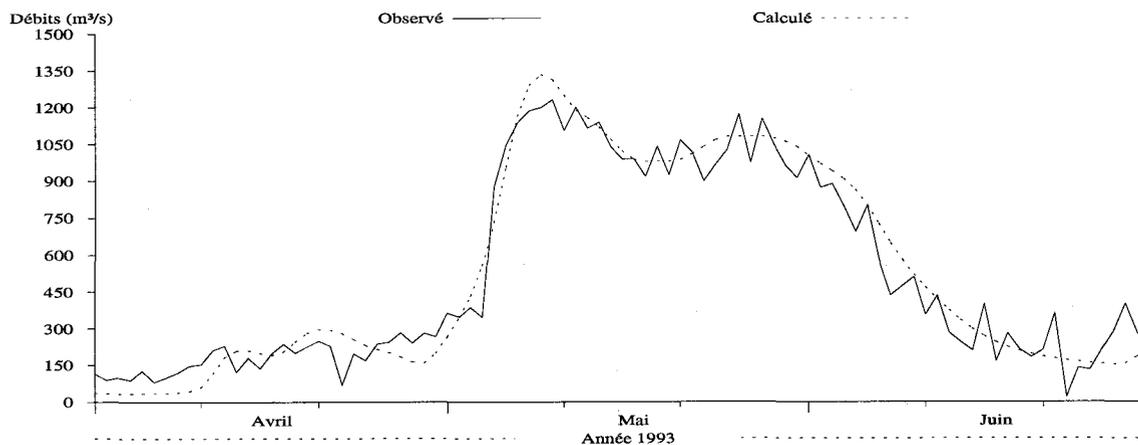


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9446

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 519.31 • cal.: 529.54  
Lame (mm) obs.: 371.18 • cal.: 378.5



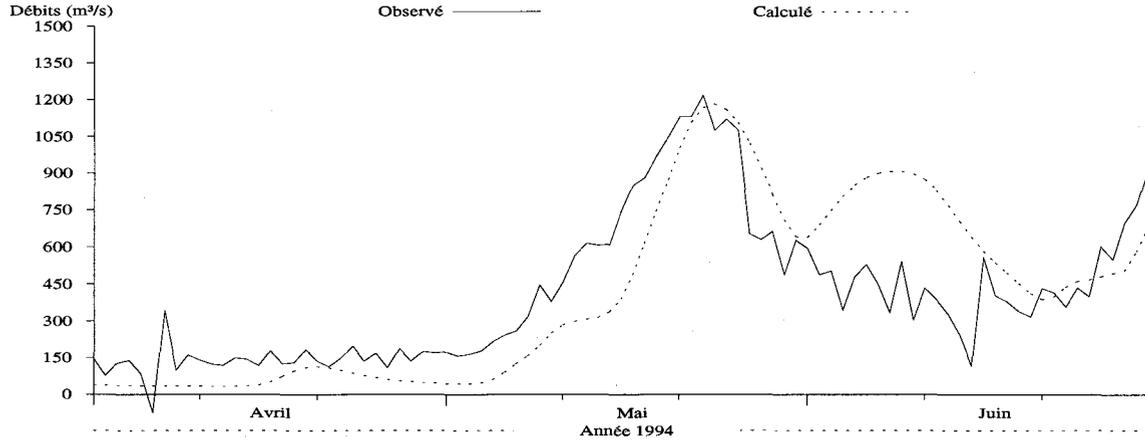
b)

Figure M3.9 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.444

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 413.4 • cal.: 414.8  
Lame (mm) obs.: 295.48 • cal.: 296.49

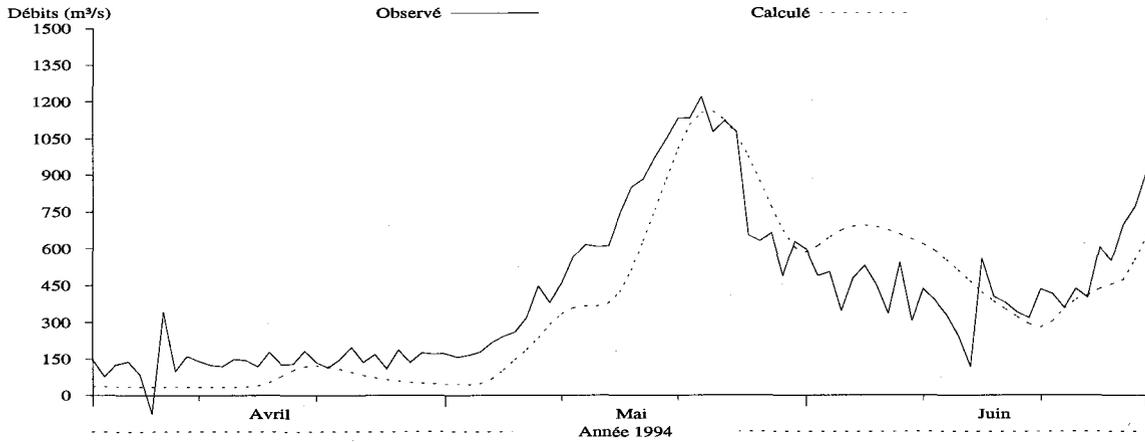


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7022

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 413.4 • cal.: 372.69  
Lame (mm) obs.: 295.48 • cal.: 266.39



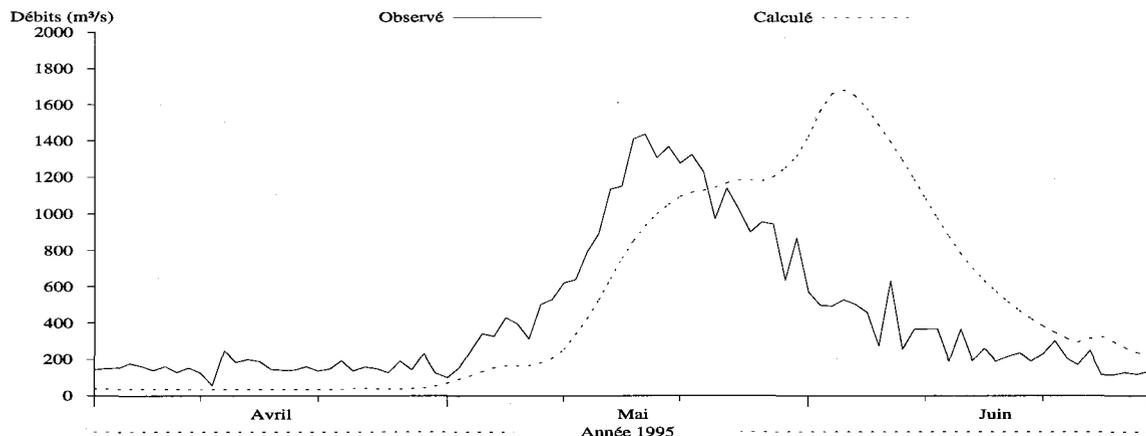
b)

Figure M3.10 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: -0.2944

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 428.92 • cal.: 520.34  
Lame (mm) obs.: 306.58 • cal.: 371.92

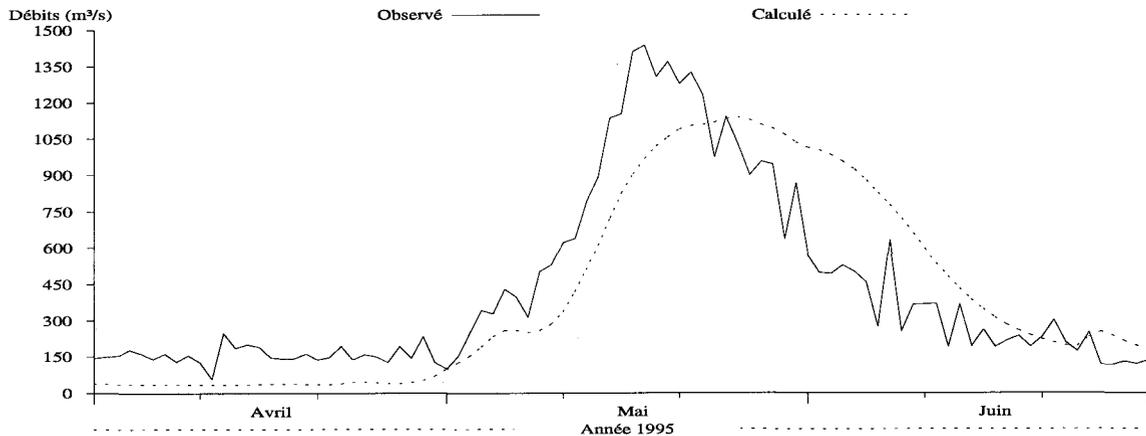


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CDP  
Superficie du bassin versant: 11000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6574

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 428.92 • cal.: 412.63  
Lame (mm) obs.: 306.58 • cal.: 294.93



b)

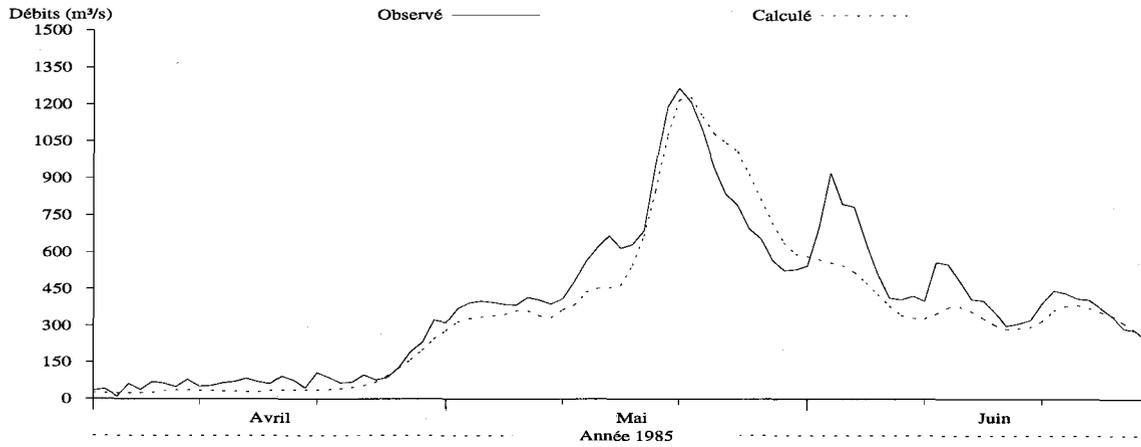
Figure M3.11 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la sortie du bassin versant Chute-des-Passes (CDP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8875

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 398.04 • cal.: 357.73  
Lame (mm) obs.: 322.64 • cal.: 289.96

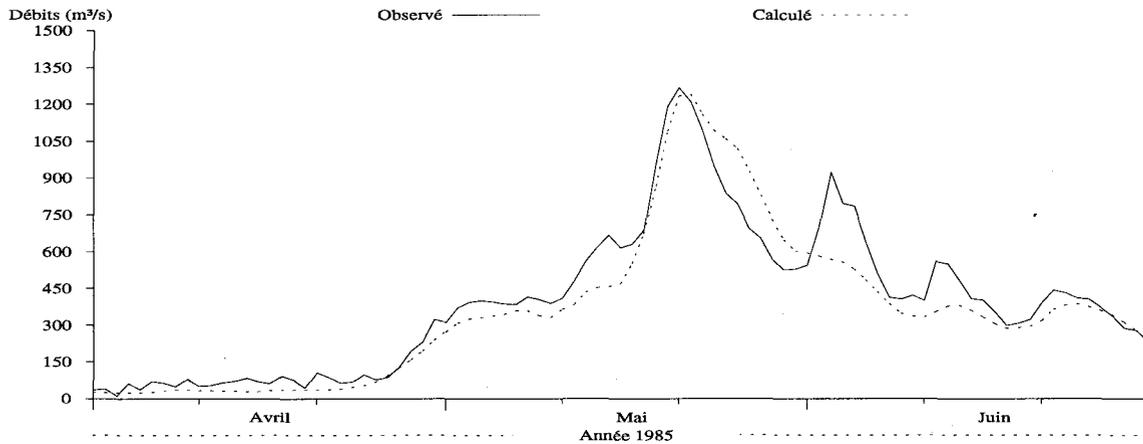


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8886

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 398.04 • cal.: 360.76  
Lame (mm) obs.: 322.64 • cal.: 292.42



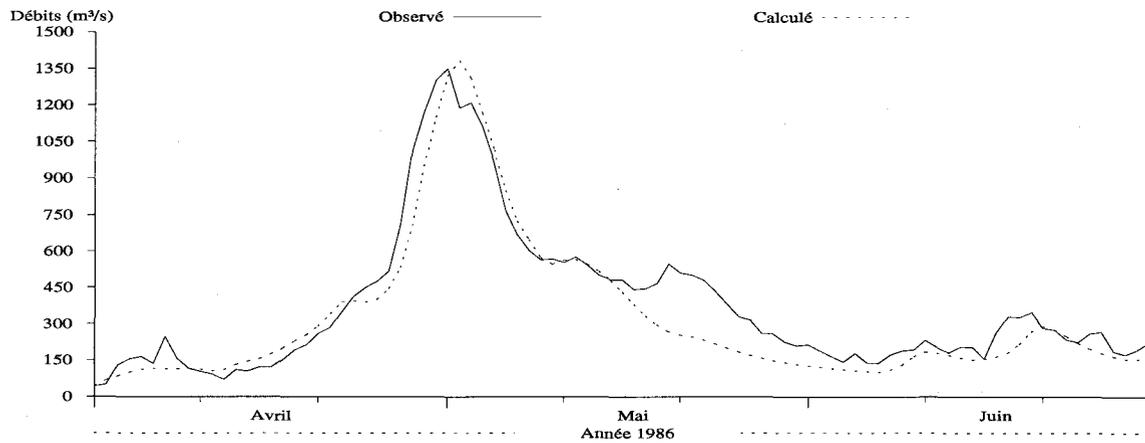
b)

Figure M4.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la sortie du bassin versant Chute-du-Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8854

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 373.11 • cal.: 325.79  
Lame (mm) obs.: 302.43 • cal.: 264.07

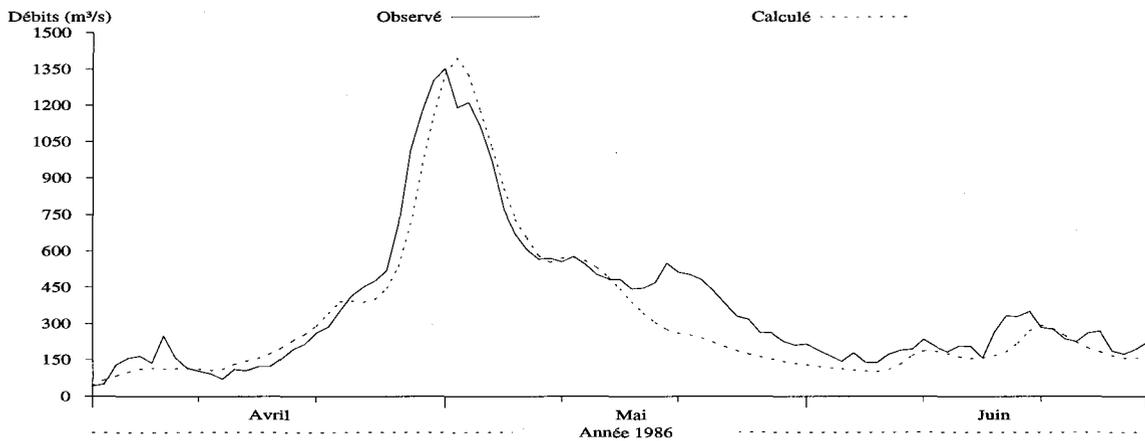


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8882

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 373.11 • cal.: 328.19  
Lame (mm) obs.: 302.43 • cal.: 266.01



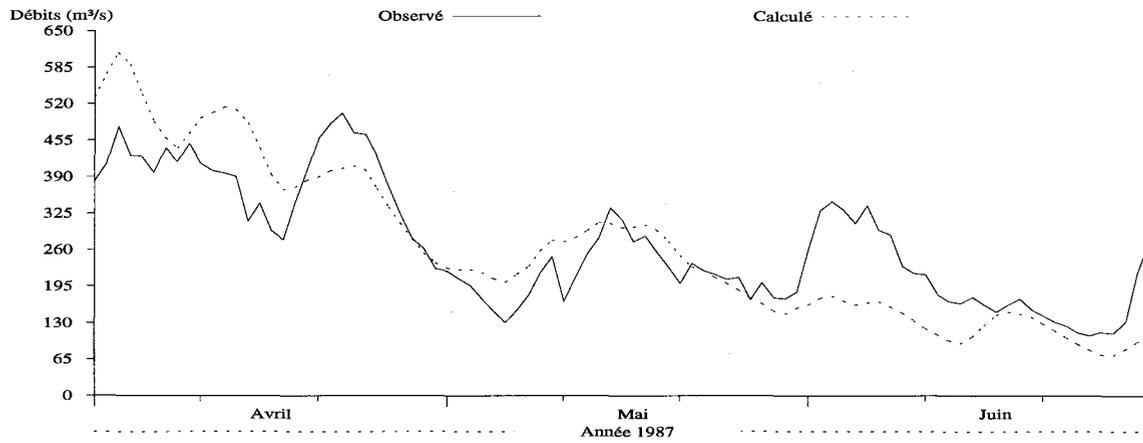
b)

Figure M4.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la sortie du bassin versant Chute-du-Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4491

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 269.26 • cal.: 264.84  
Lame (mm) obs.: 218.25 • cal.: 214.67

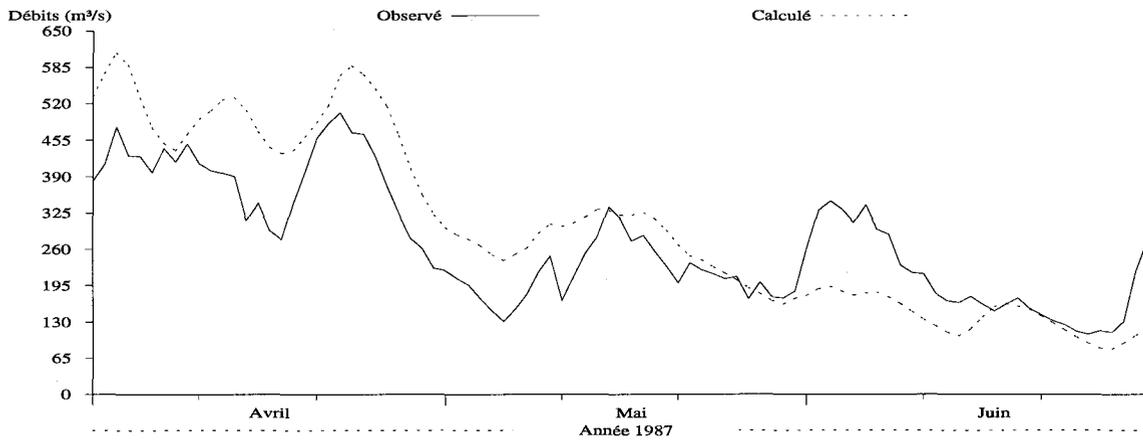


a)

### Débits journaliers

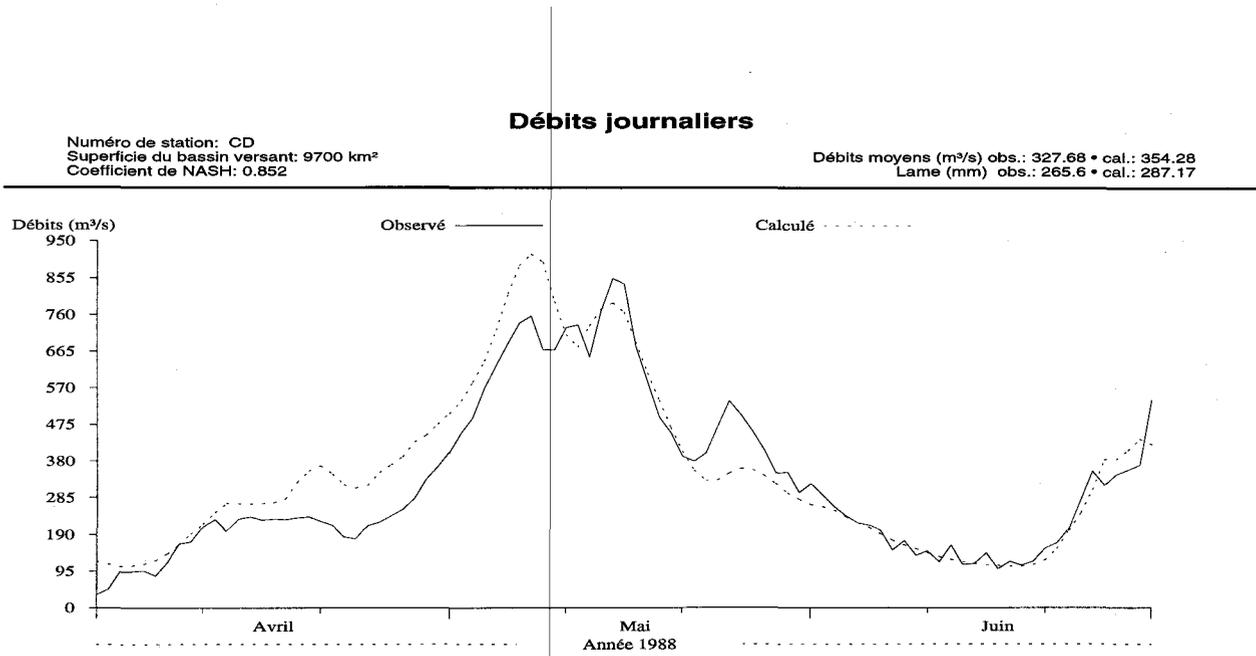
Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2963

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 269.26 • cal.: 298.89  
Lame (mm) obs.: 218.25 • cal.: 242.27

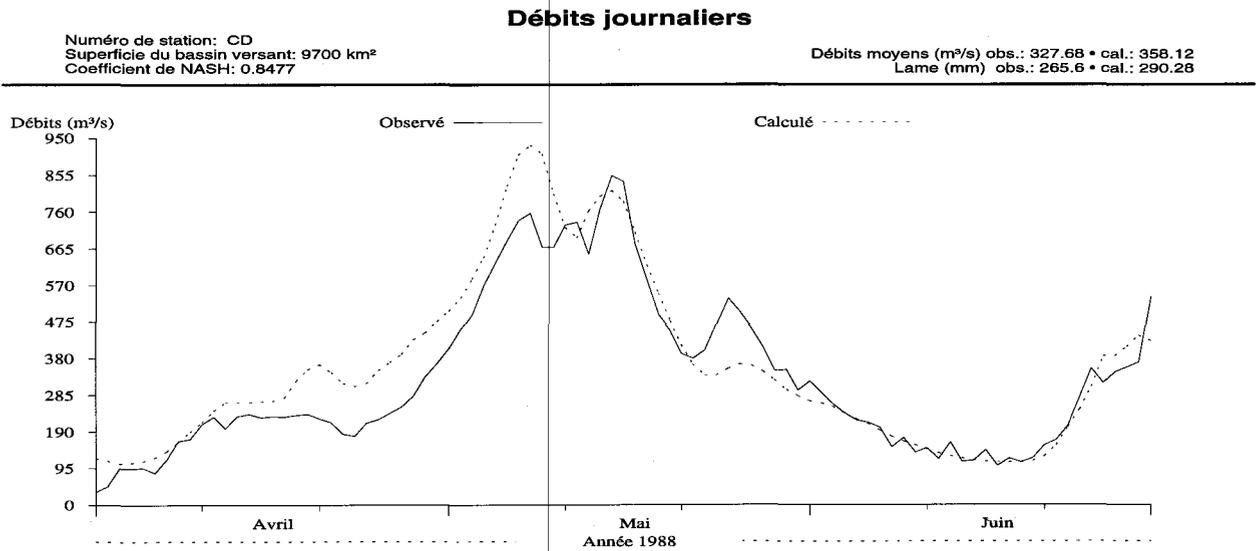


b)

Figure M4.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la sortie du bassin versant Chute-du-Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



a)



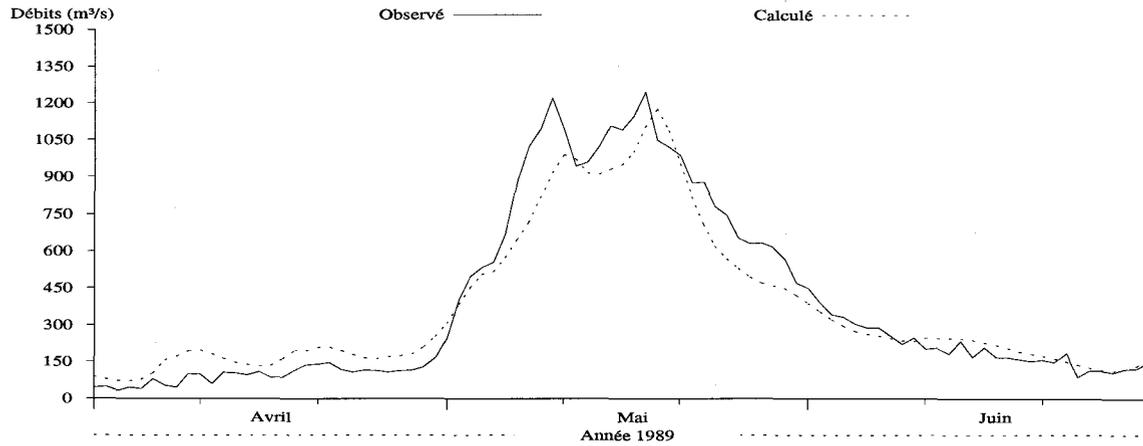
b)

Figure M4.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la sortie du bassin versant Chute-du-Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9289

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 383.47 • cal.: 371.02  
Lame (mm) obs.: 310.83 • cal.: 300.73

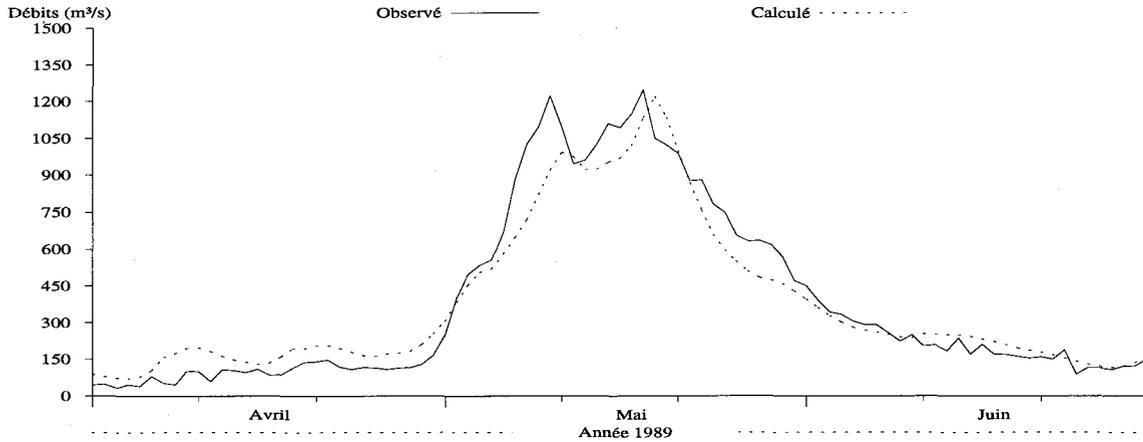


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.935

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 383.47 • cal.: 377.05  
Lame (mm) obs.: 310.83 • cal.: 305.62



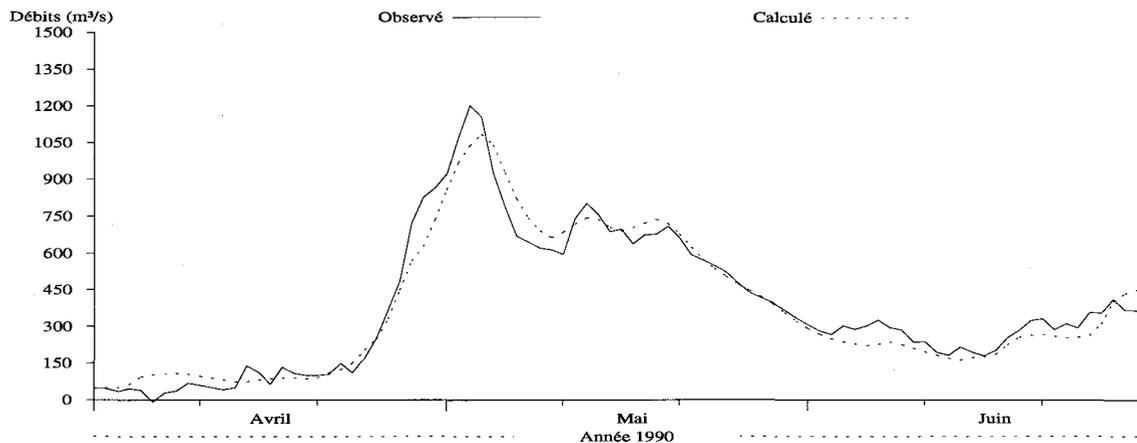
b)

Figure M4.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la sortie du bassin versant Chute-du-Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9505

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 383.38 • cal.: 377.21  
Lame (mm) obs.: 310.75 • cal.: 305.75

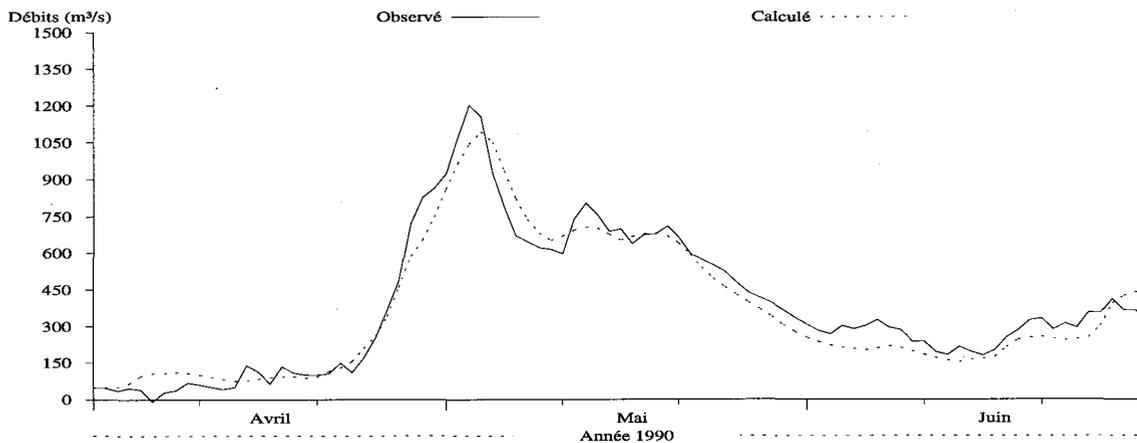


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9447

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 383.38 • cal.: 364.6  
Lame (mm) obs.: 310.75 • cal.: 295.53



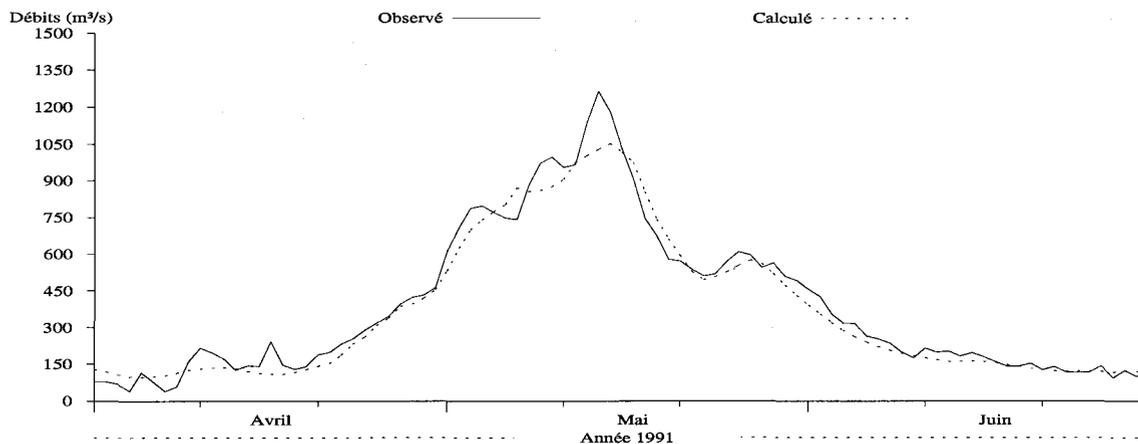
b)

Figure M4.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la sortie du bassin versant Chute-du-Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9658

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 389.69 • cal.: 369.94  
Lame (mm) obs.: 315.87 • cal.: 299.86

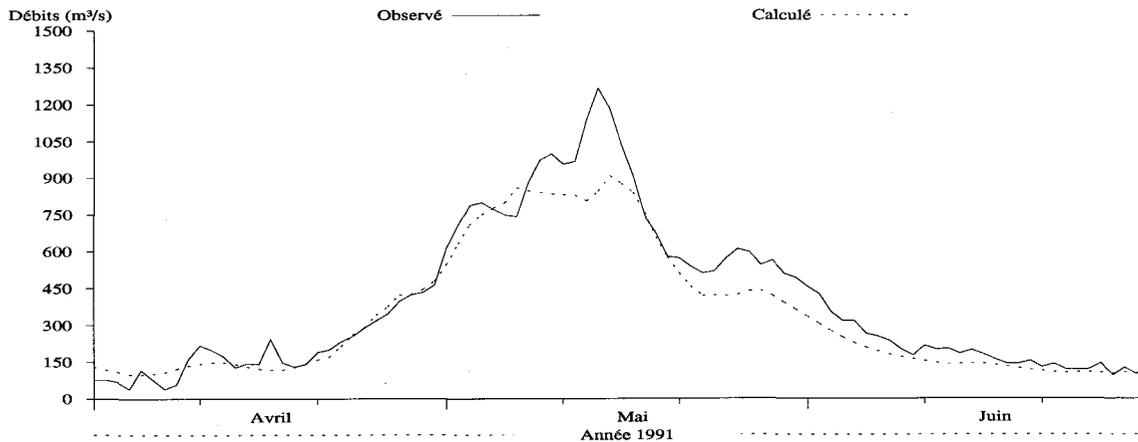


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9046

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 389.69 • cal.: 339.93  
Lame (mm) obs.: 315.87 • cal.: 275.53



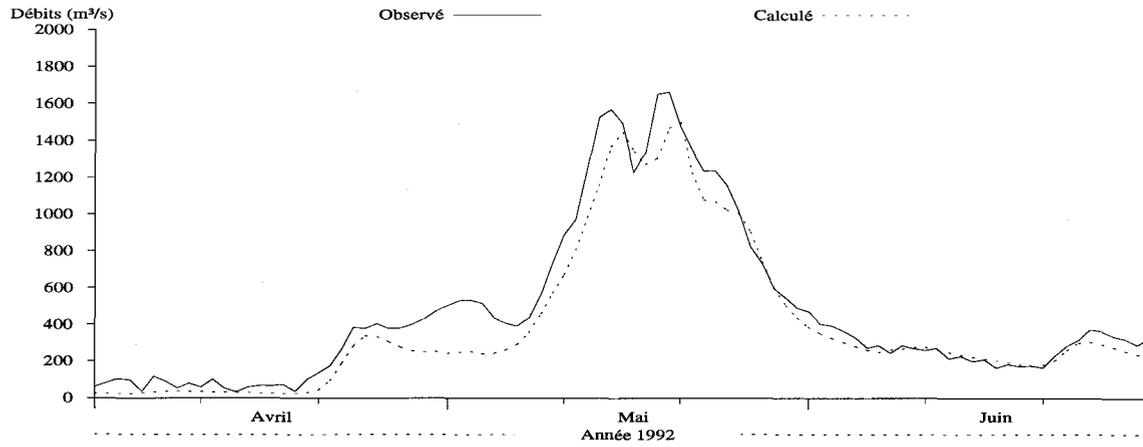
b)

Figure M4.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la sortie du bassin versant Chute-du-Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9262

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 471.84 • cal.: 396.04  
Lame (mm) obs.: 382.45 • cal.: 321.01

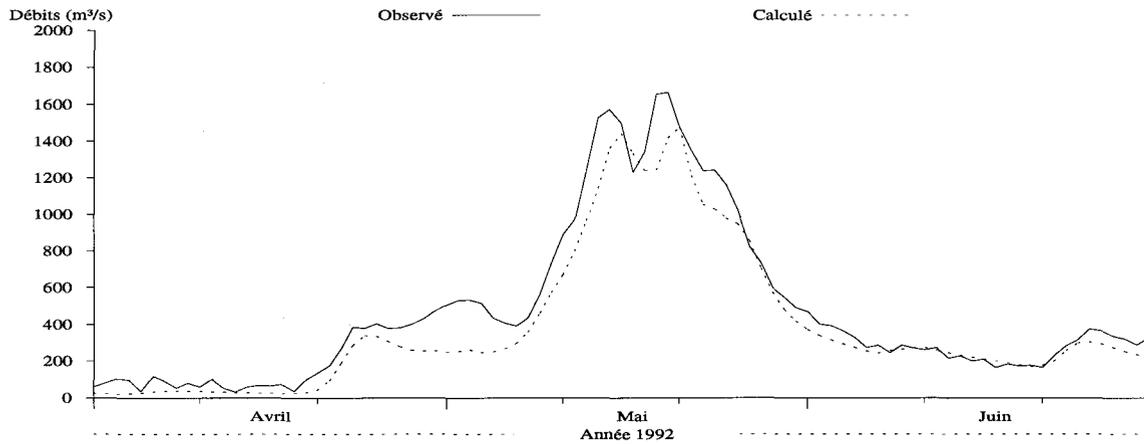


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9182

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 471.84 • cal.: 388.52  
Lame (mm) obs.: 382.45 • cal.: 314.92



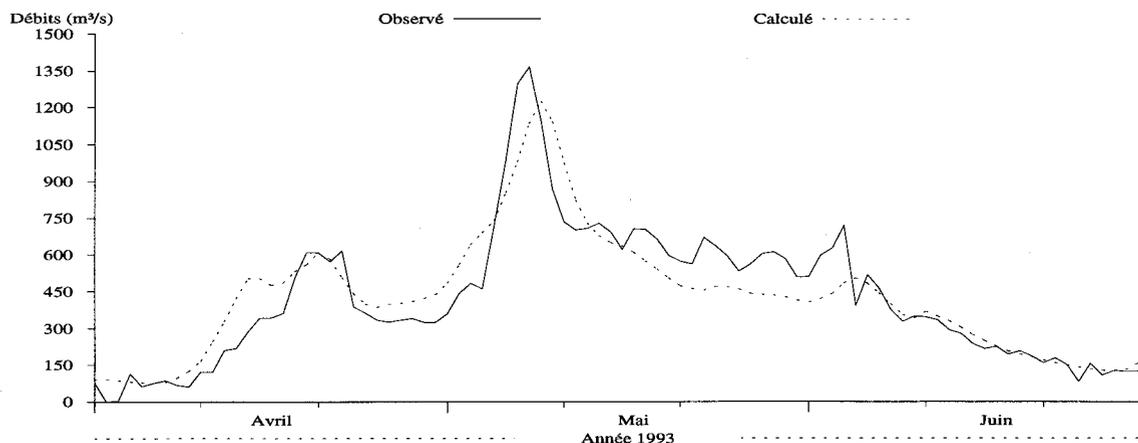
b)

Figure M4.8 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la sortie du bassin versant Chute-du-Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8351

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 422.74 • cal.: 424.74  
Lame (mm) obs.: 342.65 • cal.: 344.27

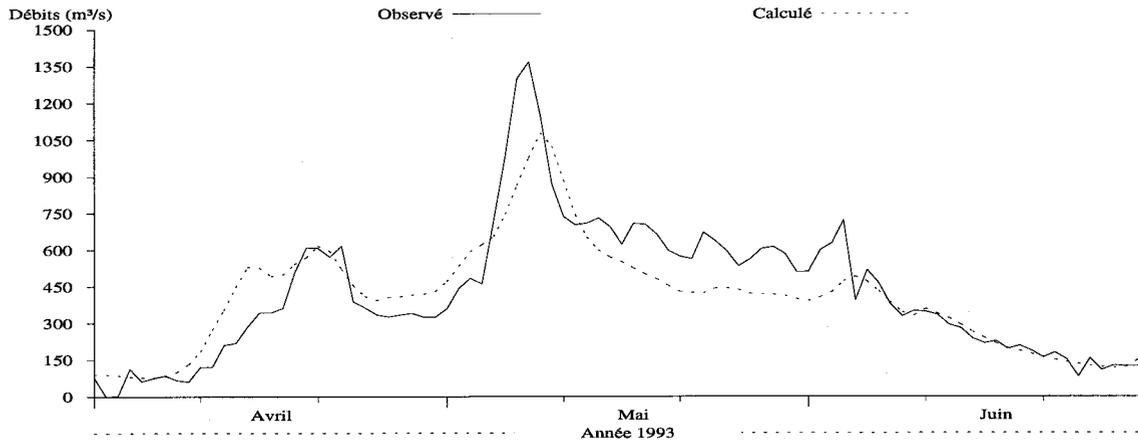


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7835

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 422.74 • cal.: 403.06  
Lame (mm) obs.: 342.65 • cal.: 326.7



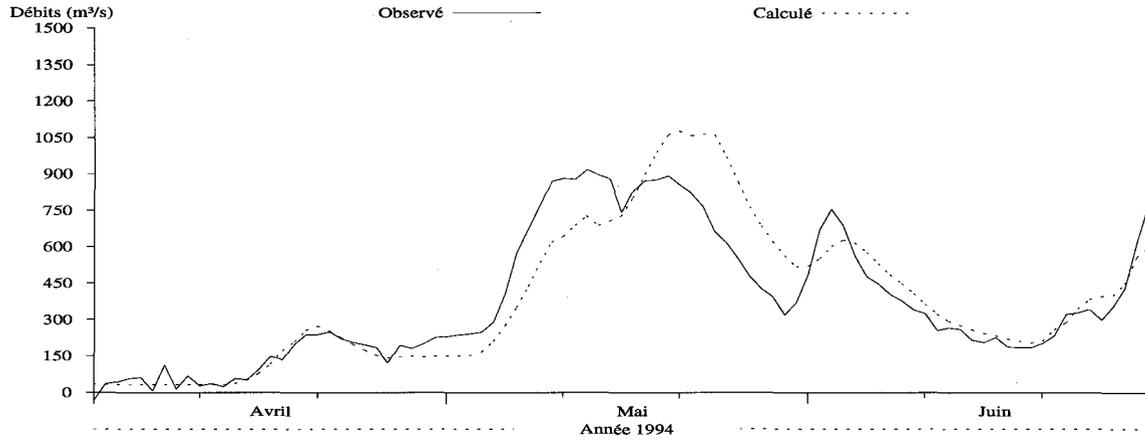
b)

Figure M4.9 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la sortie du bassin versant Chute-du-Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7736

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 379.52 • cal.: 390.1  
Lame (mm) obs.: 307.62 • cal.: 316.2

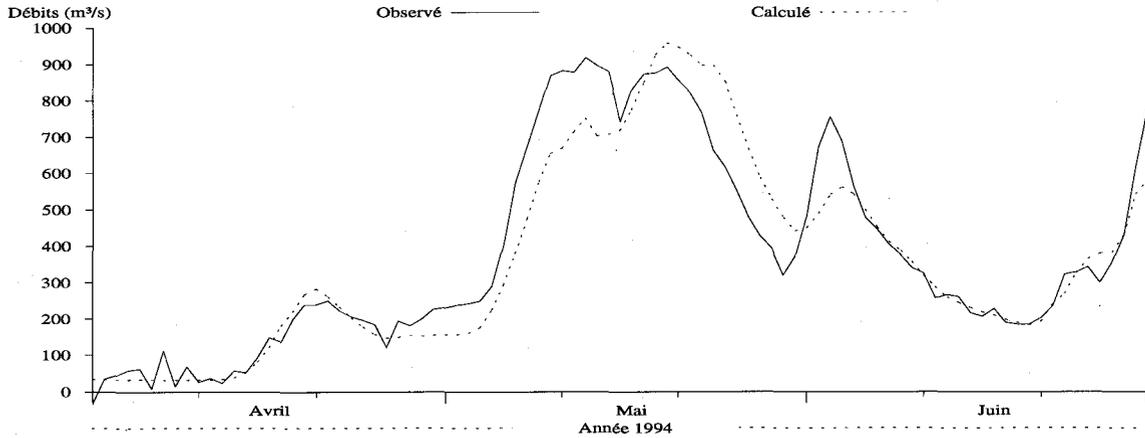


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8743

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 379.52 • cal.: 365.02  
Lame (mm) obs.: 307.62 • cal.: 295.87



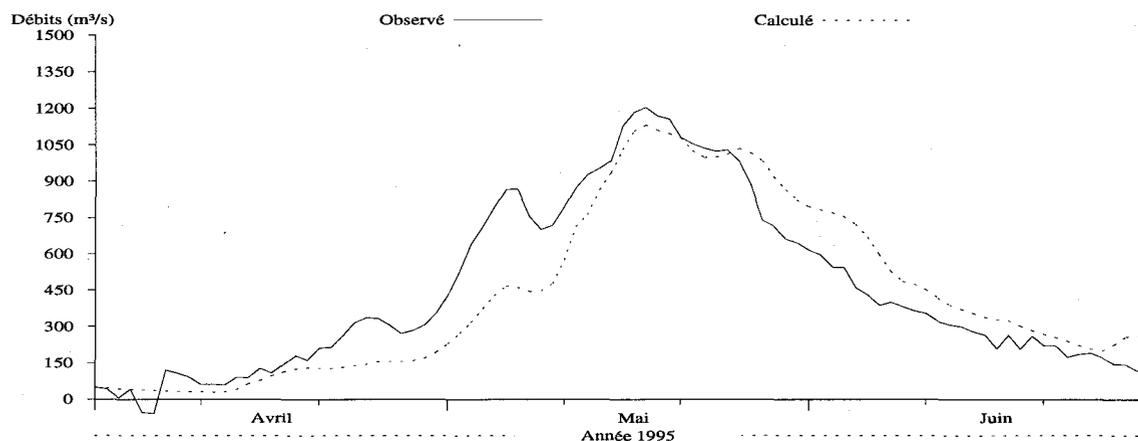
b)

Figure M4.10 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la sortie du bassin versant Chute-du-Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.811

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 451.53 • cal.: 432.19  
Lame (mm) obs.: 365.99 • cal.: 350.32

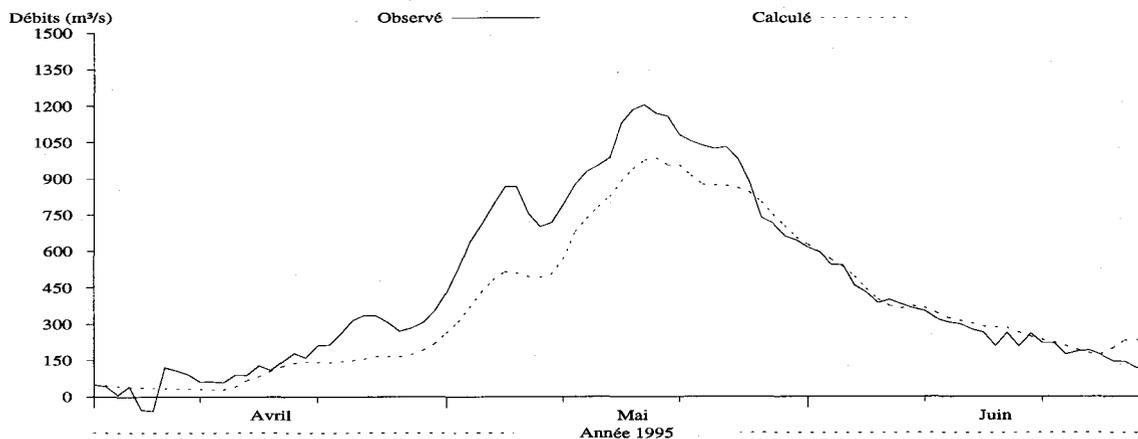


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CD  
Superficie du bassin versant: 9700 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8597

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 451.53 • cal.: 381.67  
Lame (mm) obs.: 365.99 • cal.: 309.37



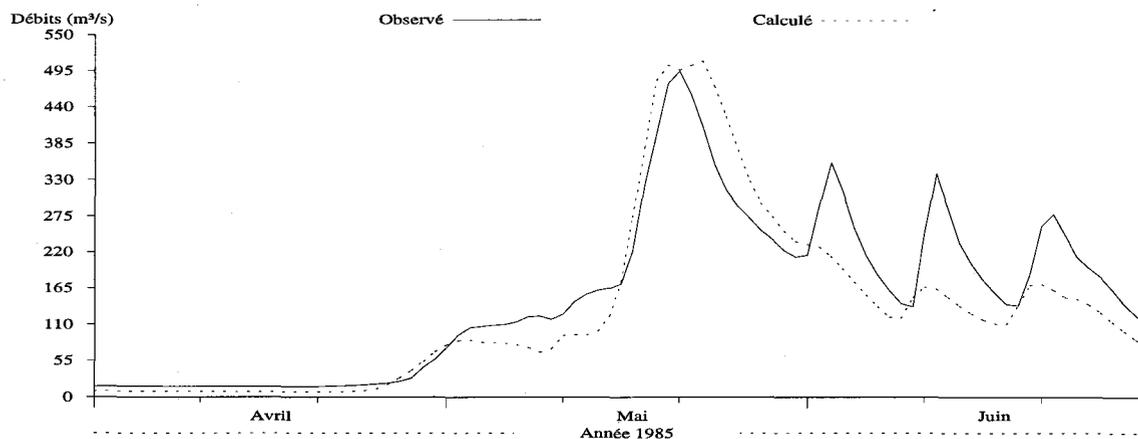
b)

Figure M4.11 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la sortie du bassin versant Chute-du-Diable (CD), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8047

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 152.21 • cal.: 133.23  
Lame (mm) obs.: 332.43 • cal.: 290.98

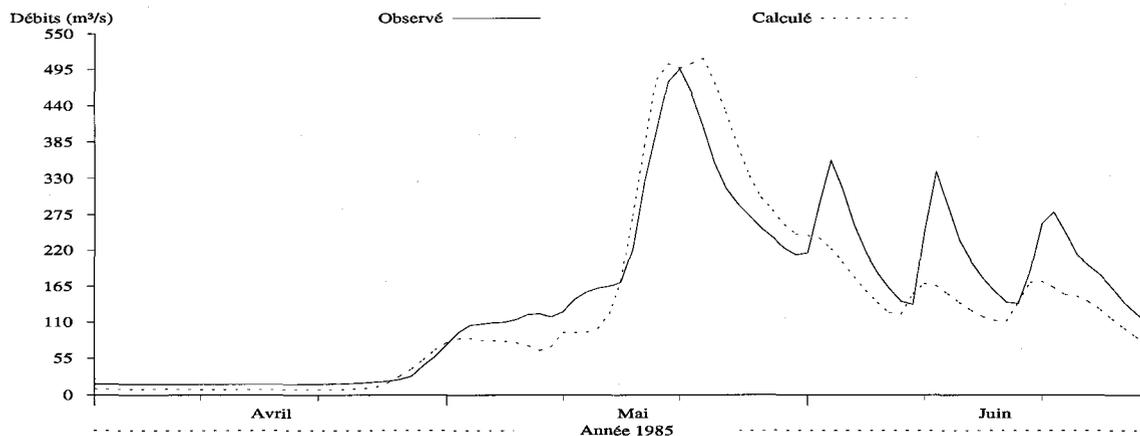


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8086

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 152.21 • cal.: 134.42  
Lame (mm) obs.: 332.43 • cal.: 293.58



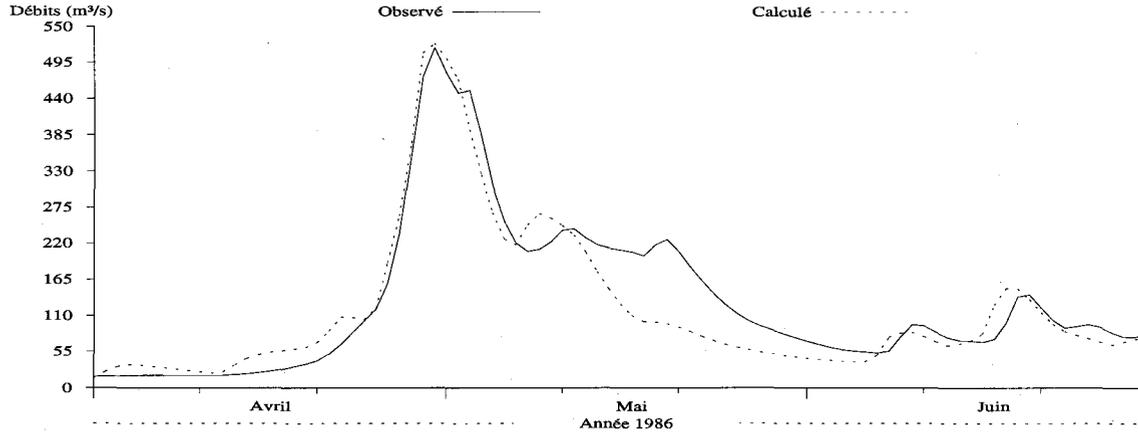
b)

Figure M4.12 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8756

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 130.52 • cal.: 120.14  
Lame (mm) obs.: 285.05 • cal.: 262.39

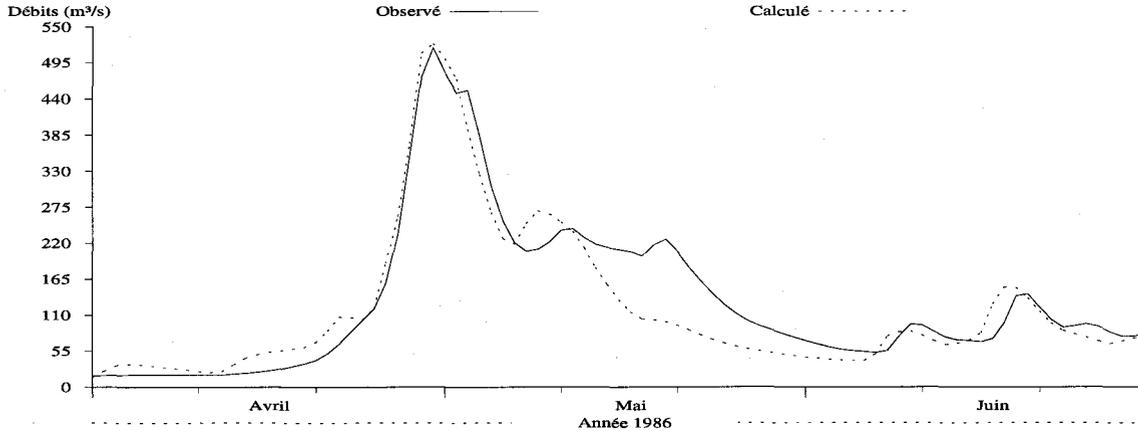


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.881

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 130.52 • cal.: 121.16  
Lame (mm) obs.: 285.05 • cal.: 264.62



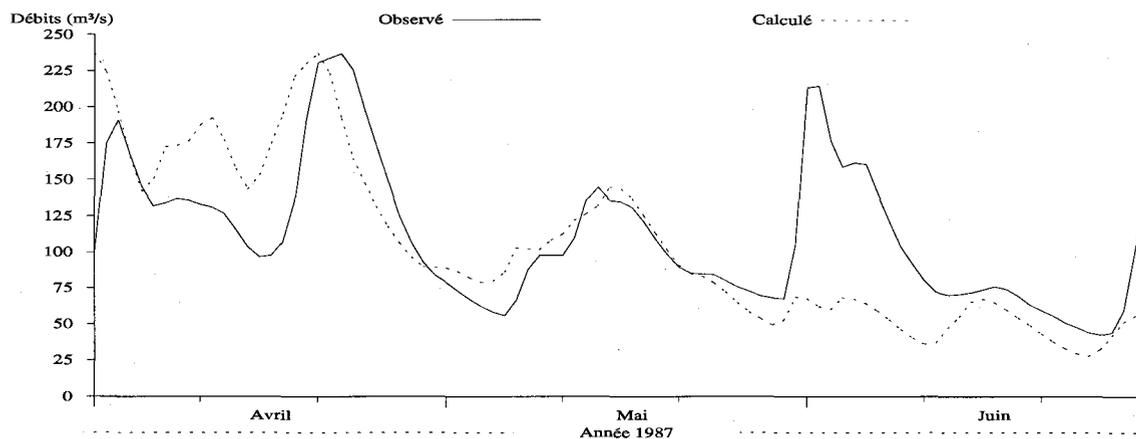
b)

Figure M4.13 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.0354

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 111.87 • cal.: 104.87  
Lame (mm) obs.: 244.32 • cal.: 229.03

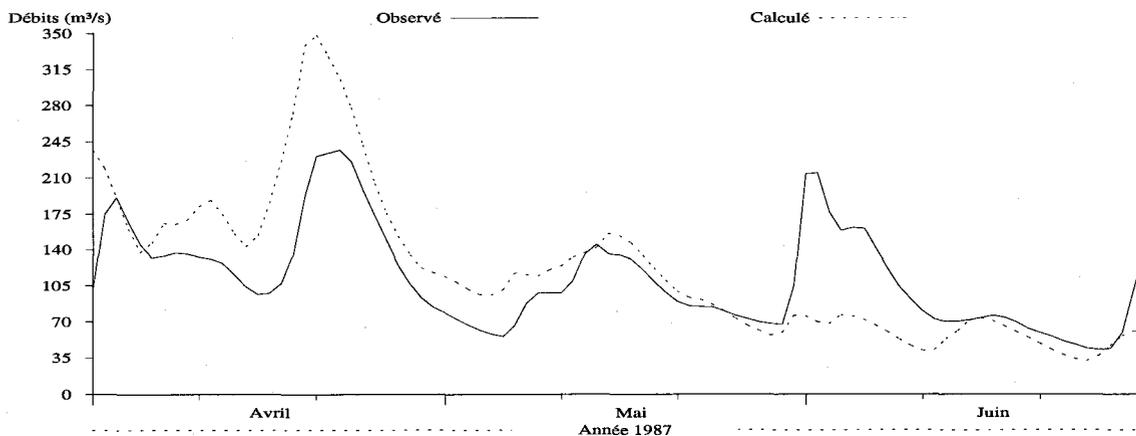


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: -0.2163

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 111.87 • cal.: 121.24  
Lame (mm) obs.: 244.32 • cal.: 264.78



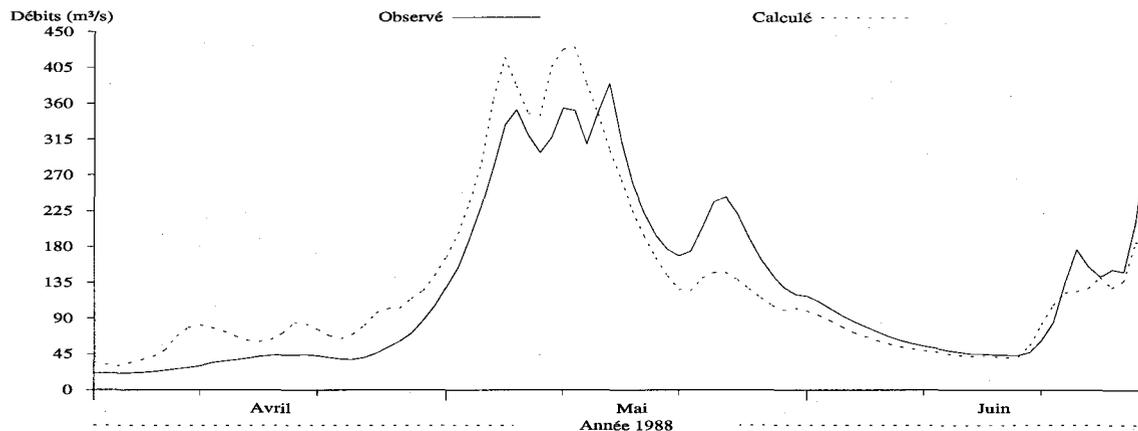
b)

Figure M4.14 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8294

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 128.38 • cal.: 133.39  
Lame (mm) obs.: 280.38 • cal.: 291.33

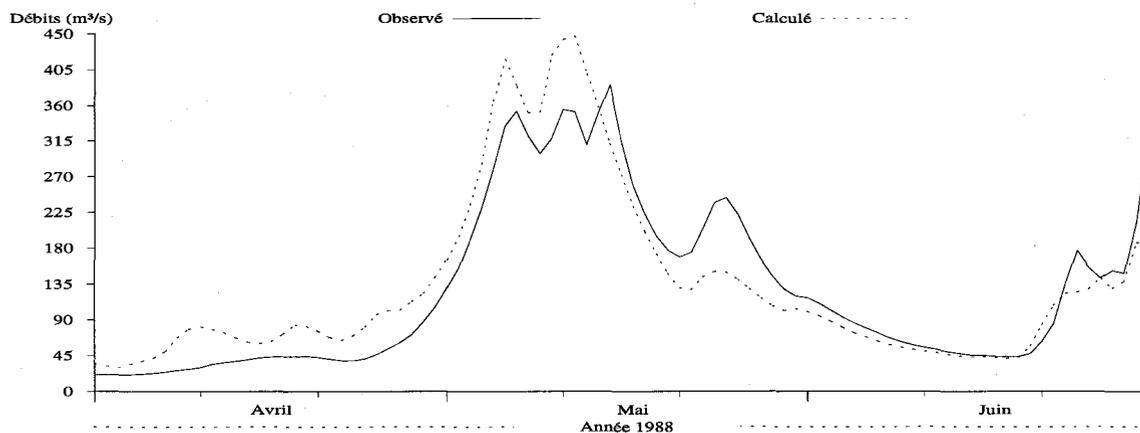


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8272

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 128.38 • cal.: 135.12  
Lame (mm) obs.: 280.38 • cal.: 295.1



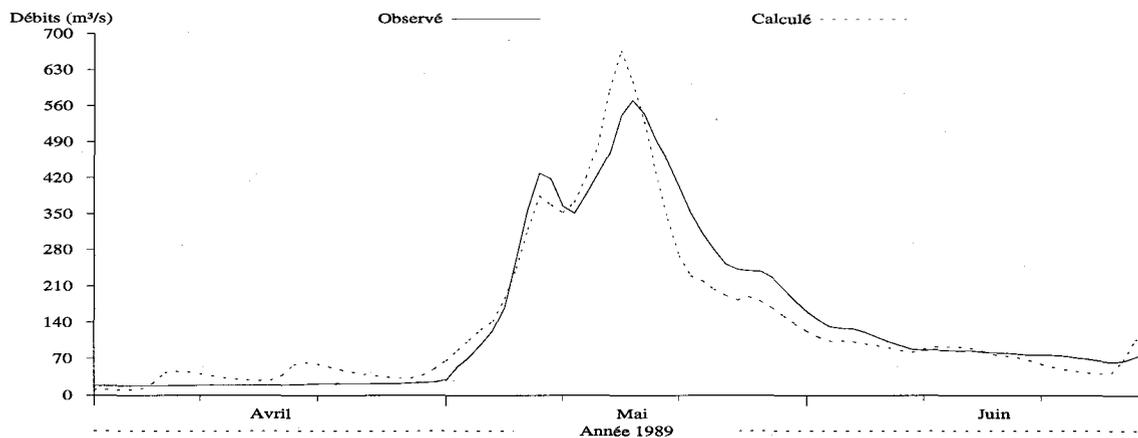
b)

Figure M4.15 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.923

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 142.4 • cal.: 137.54  
Lame (mm) obs.: 310.99 • cal.: 300.38

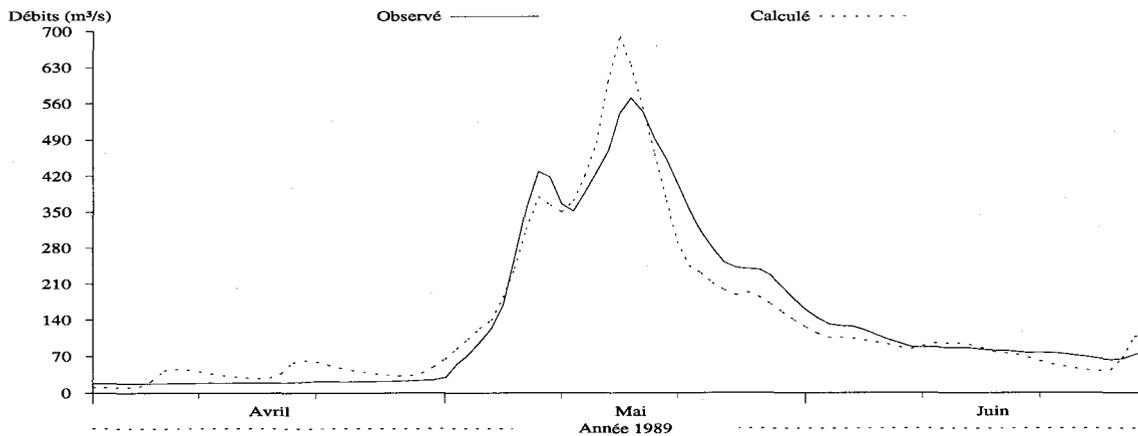


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9299

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 142.4 • cal.: 140.17  
Lame (mm) obs.: 310.99 • cal.: 306.14



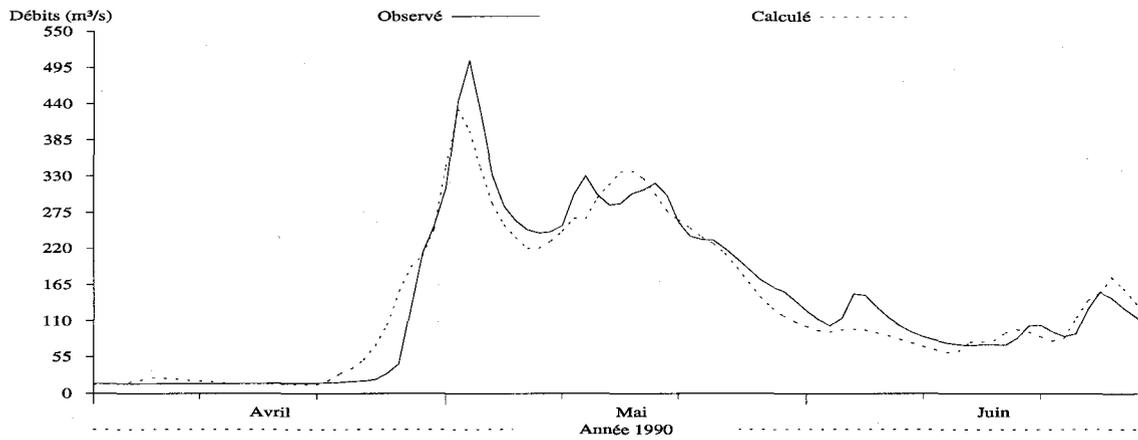
b)

Figure M4.16 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9338

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 139.88 • cal.: 136.45  
Lame (mm) obs.: 305.5 • cal.: 298

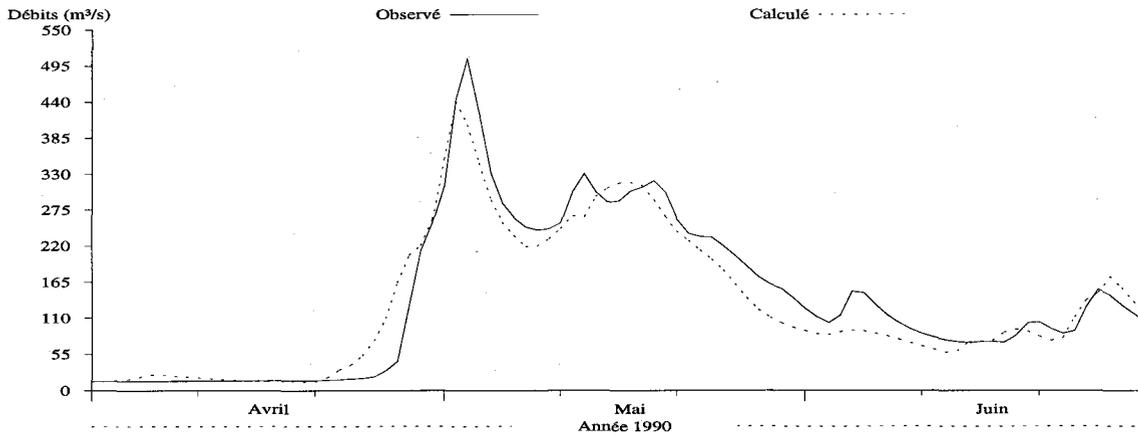


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9193

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 139.88 • cal.: 132.17  
Lame (mm) obs.: 305.5 • cal.: 288.65



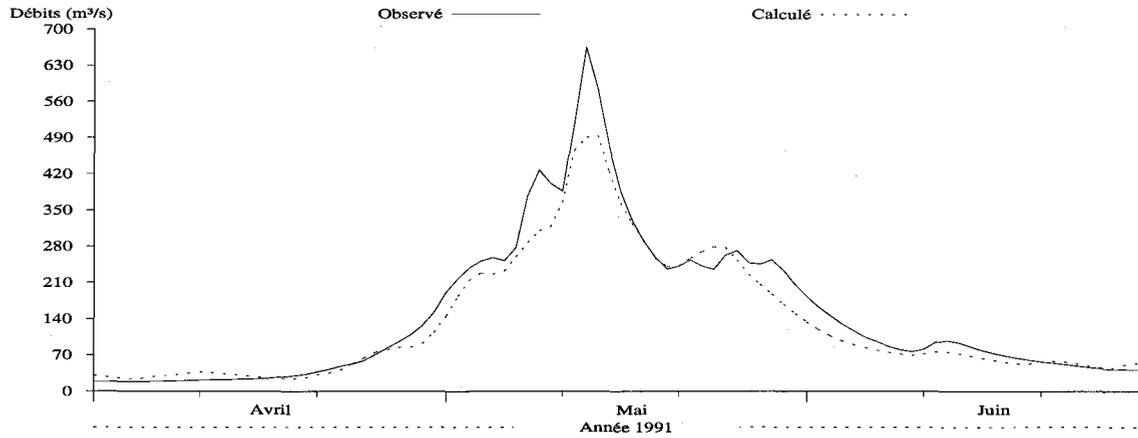
b)

Figure M4.17 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9368

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 148.33 • cal.: 132.8  
Lame (mm) obs.: 323.95 • cal.: 290.04

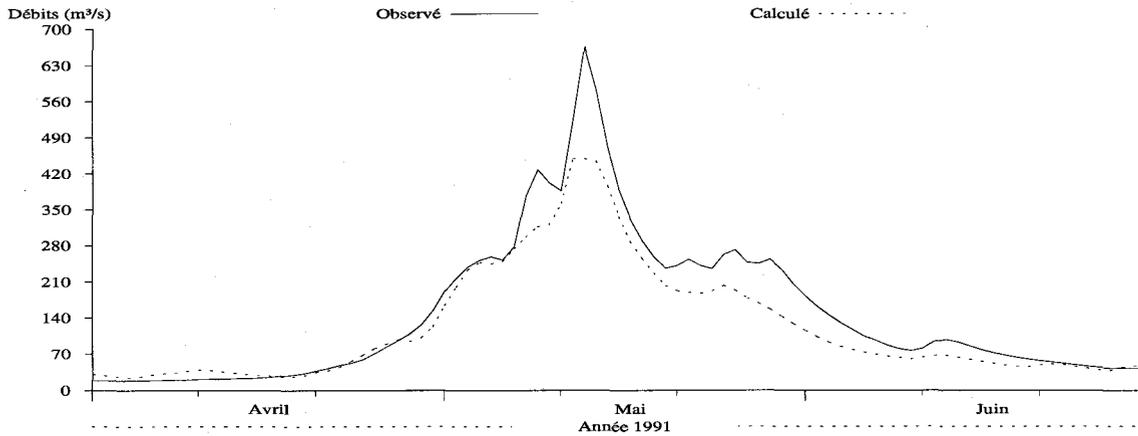


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8913

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 148.33 • cal.: 122.63  
Lame (mm) obs.: 323.95 • cal.: 267.83



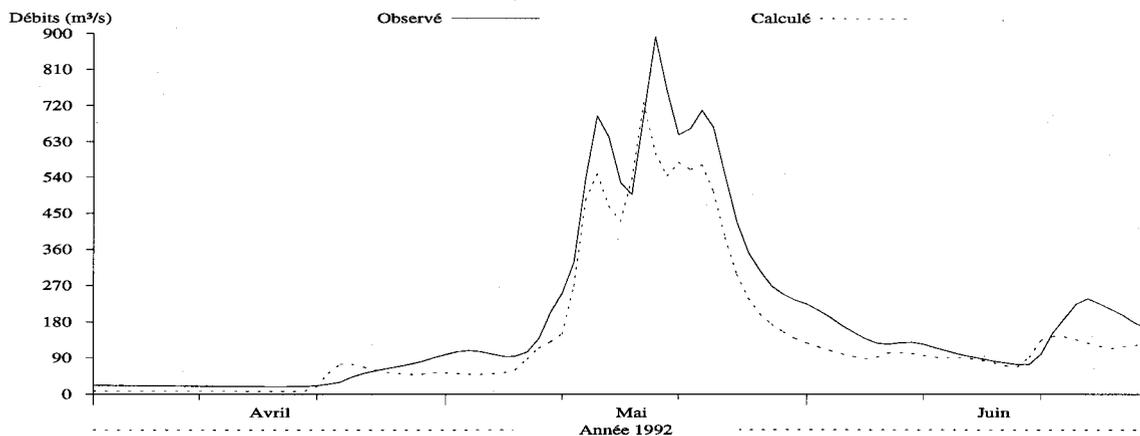
b)

Figure M4.18 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8764

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 191.79 • cal.: 144.86  
Lame (mm) obs.: 418.86 • cal.: 316.36

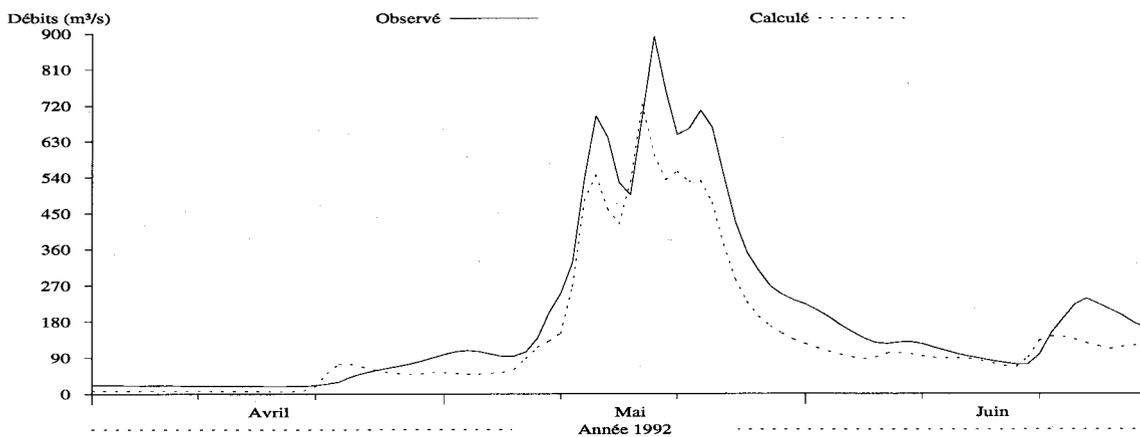


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8616

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 191.79 • cal.: 142.27  
Lame (mm) obs.: 418.86 • cal.: 310.73



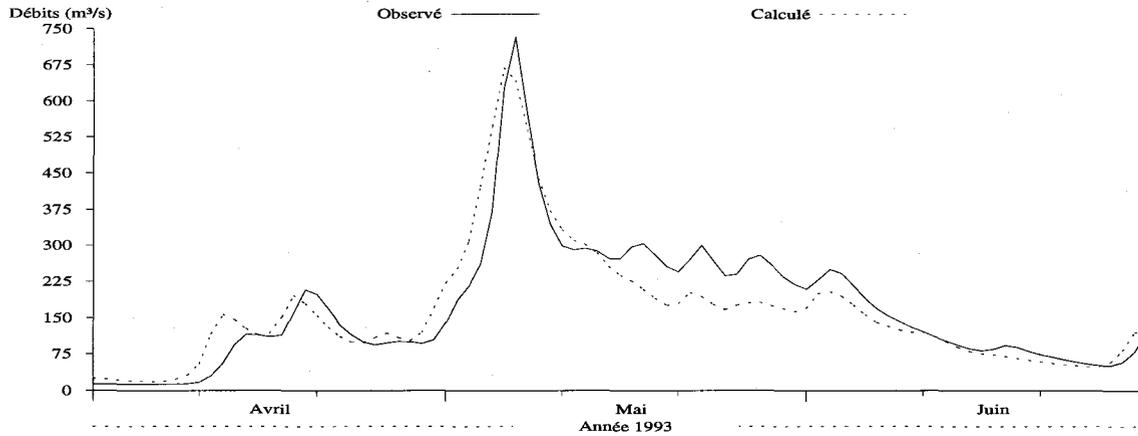
b)

Figure M4.19 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.847

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 171.04 • cal.: 164.54  
Lame (mm) obs.: 373.54 • cal.: 359.36

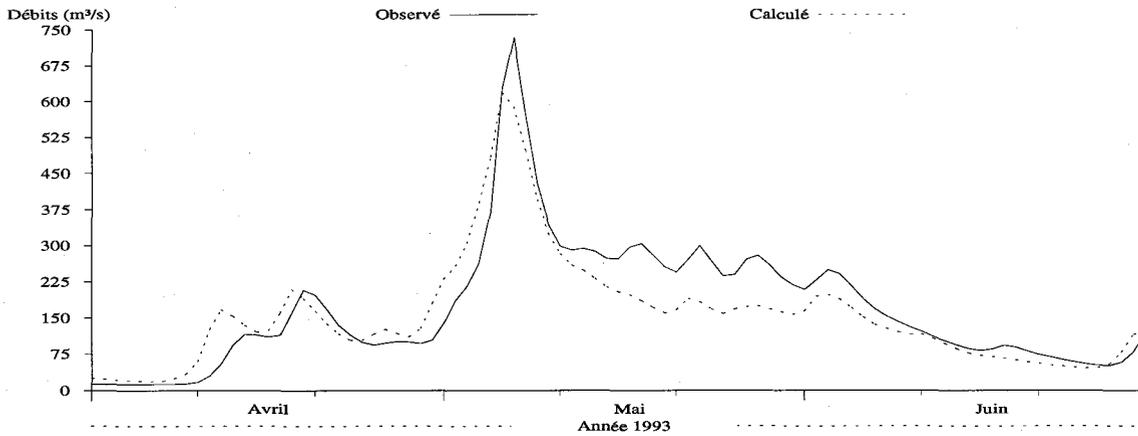


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8193

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 171.04 • cal.: 156.46  
Lame (mm) obs.: 373.54 • cal.: 341.7



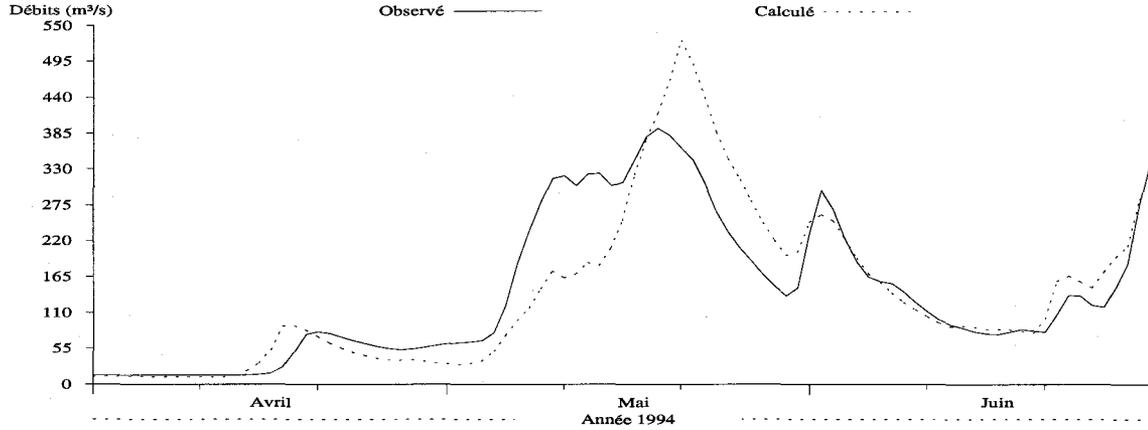
b)

Figure M4.20 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7156

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 142.49 • cal.: 141.76  
Lame (mm) obs.: 311.2 • cal.: 309.6

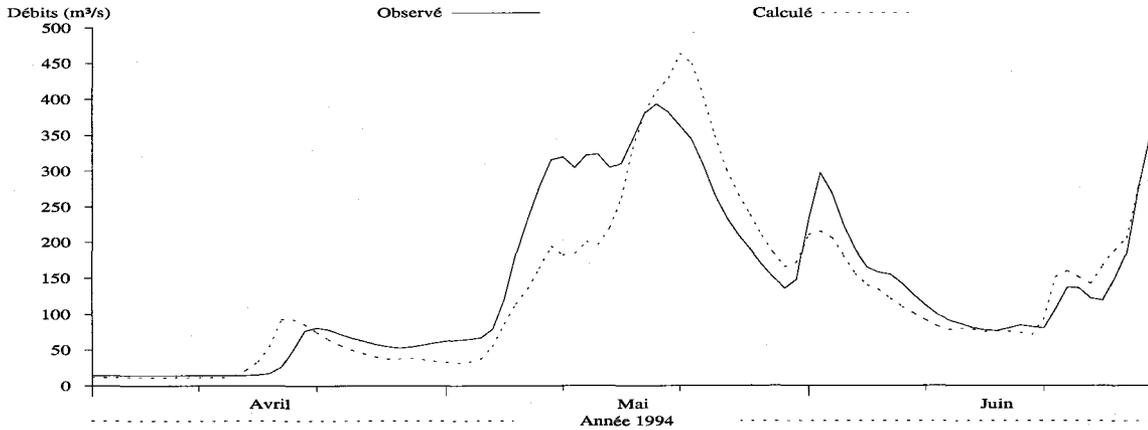


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8107

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 142.49 • cal.: 133.47  
Lame (mm) obs.: 311.2 • cal.: 291.5



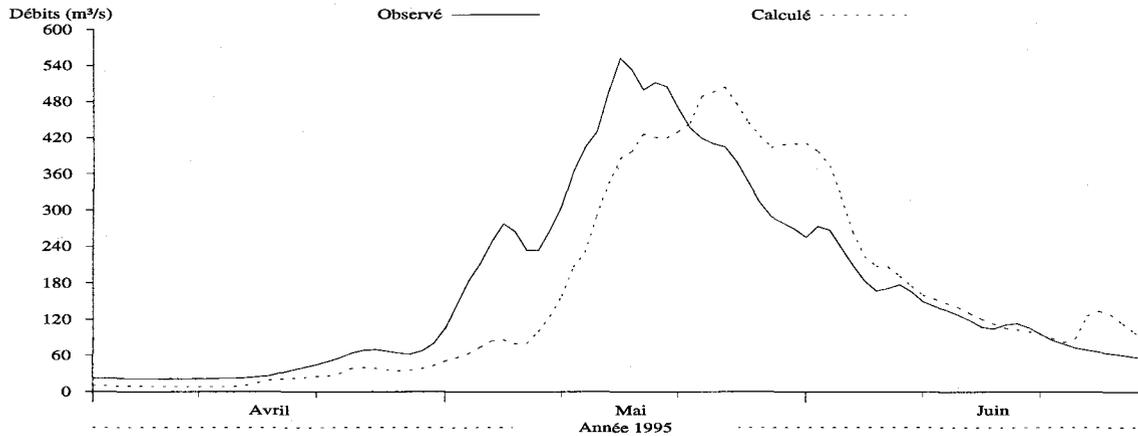
b)

Figure M4.21 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7198

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 176.07 • cal.: 162.15  
Lame (mm) obs.: 384.54 • cal.: 354.14

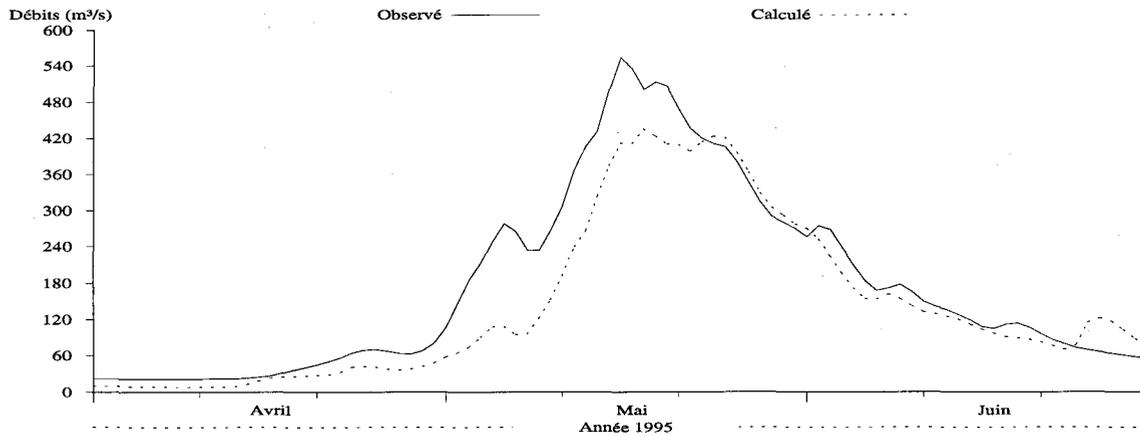


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62209  
Superficie du bassin versant: 3600 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8448

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 176.07 • cal.: 143.39  
Lame (mm) obs.: 384.54 • cal.: 313.16



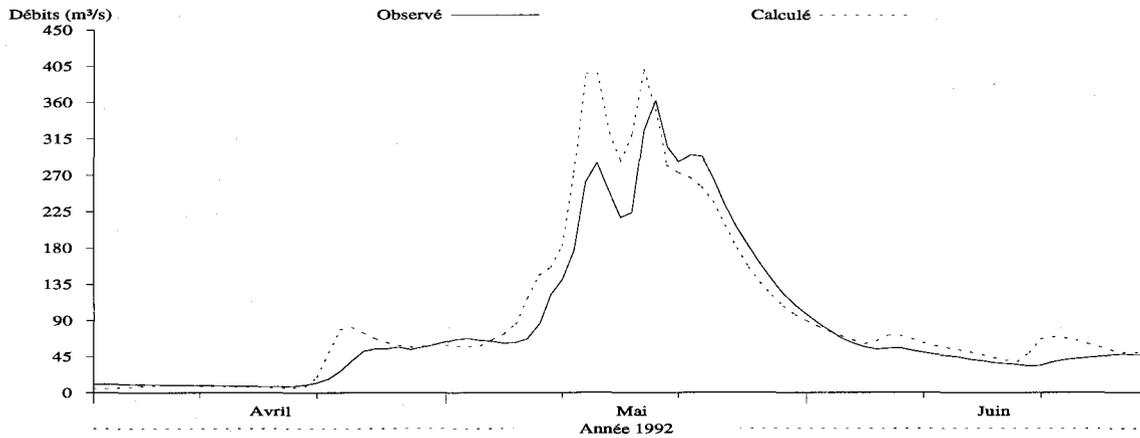
b)

Figure M4.22 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la station 062209 de la rivière Manouane (MANOU), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62214  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8695

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 85.125 • cal.: 96.329  
Lame (mm) obs.: 304.22 • cal.: 344.26

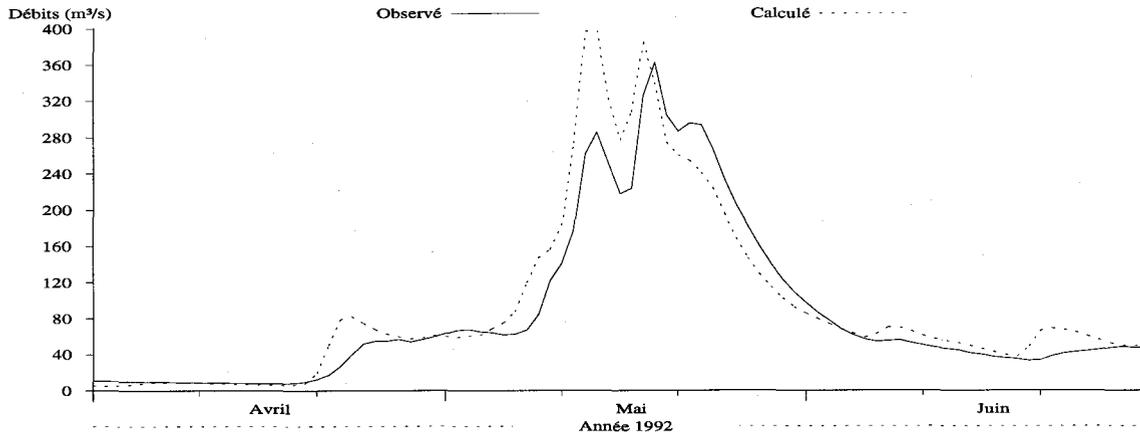


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62214  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8669

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 85.125 • cal.: 94.233  
Lame (mm) obs.: 304.22 • cal.: 336.77



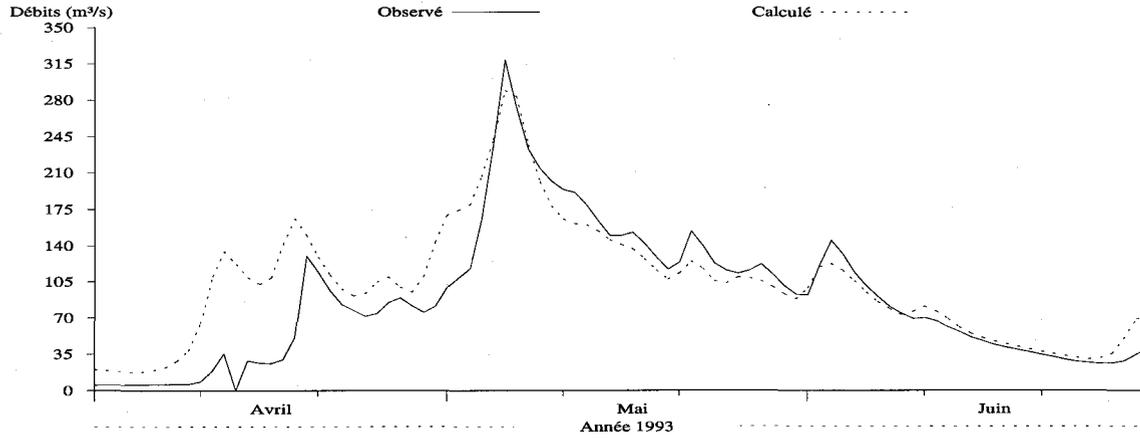
b)

Figure M4.23 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62214  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6967

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 88.288 • cal.: 102.37  
Lame (mm) obs.: 315.52 • cal.: 365.84

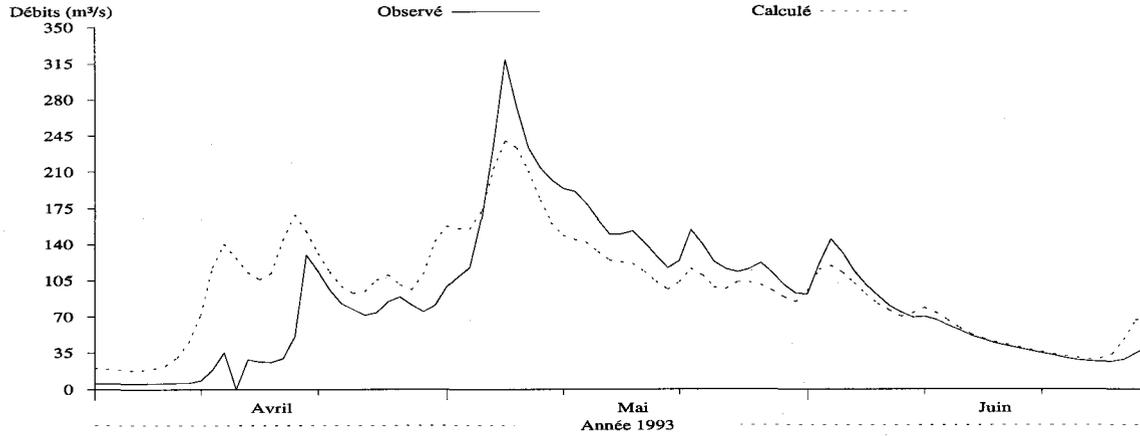


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62214  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6421

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 88.288 • cal.: 96.713  
Lame (mm) obs.: 315.52 • cal.: 345.64



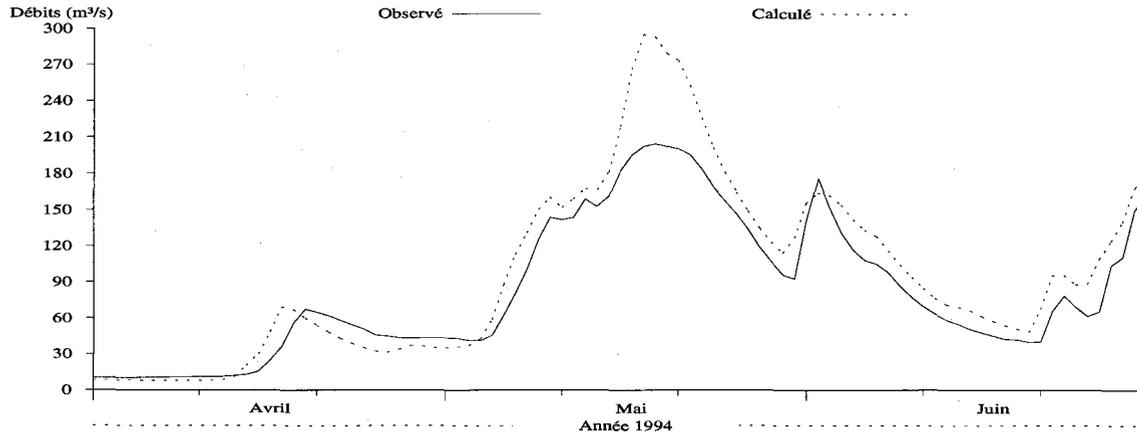
b)

Figure M4.24 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62214  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.791

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 83.599 • cal.: 98.569  
Lame (mm) obs.: 298.77 • cal.: 352.27

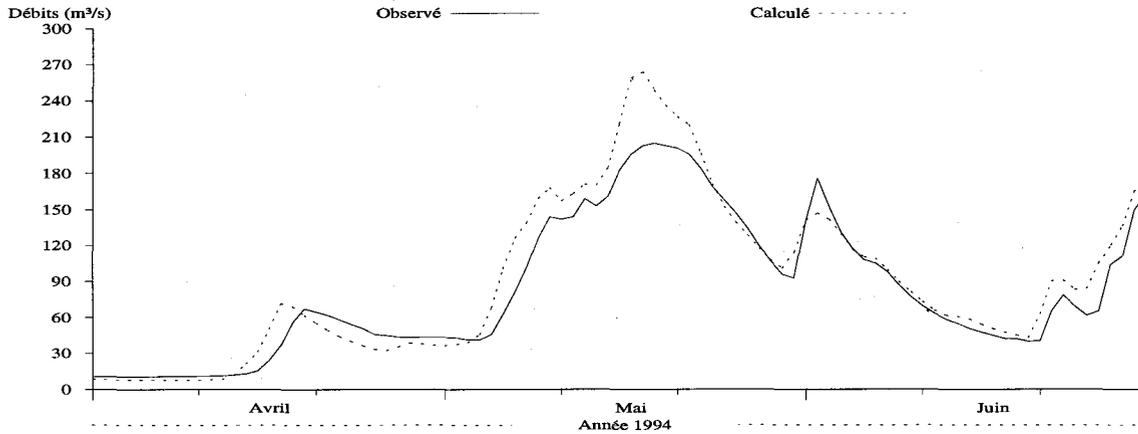


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62214  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8923

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 83.599 • cal.: 91.968  
Lame (mm) obs.: 298.77 • cal.: 328.68



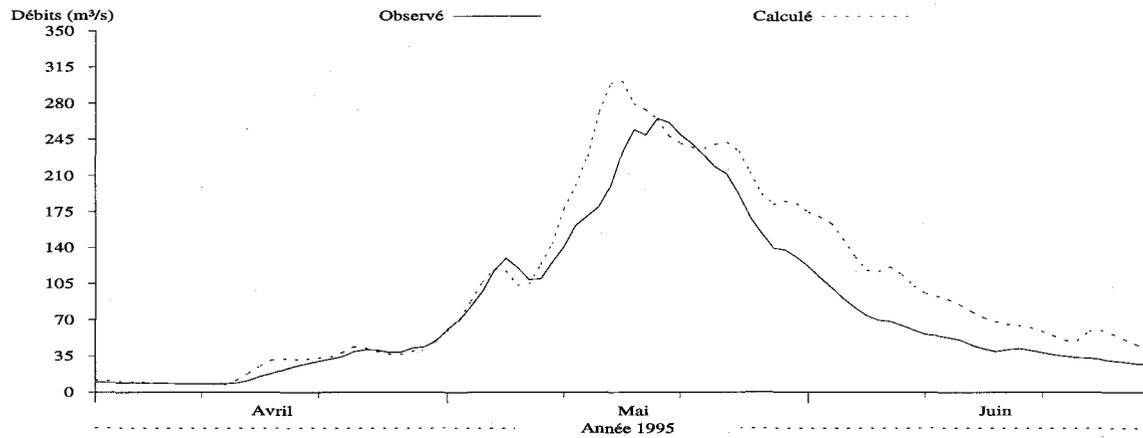
b)

Figure M4.25 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 62214  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.824

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 82.667 • cal.: 103.07  
Lame (mm) obs.: 295.44 • cal.: 368.35

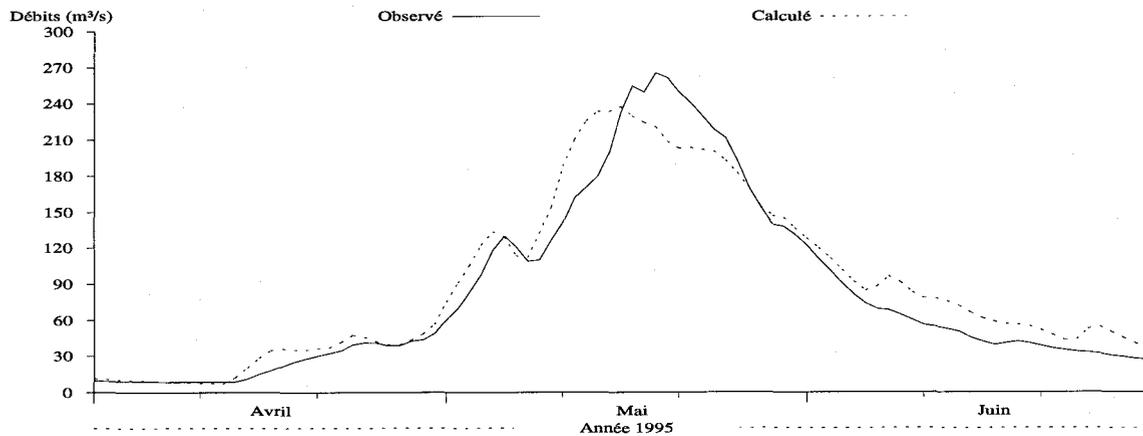


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 62214  
Superficie du bassin versant: 2200 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9263

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 82.667 • cal.: 90.526  
Lame (mm) obs.: 295.44 • cal.: 323.52



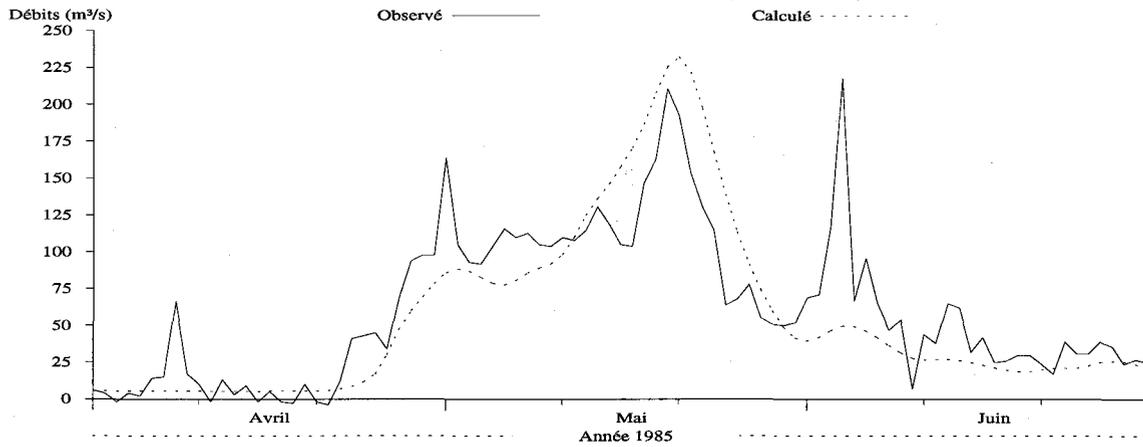
b)

Figure M4.26 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la station 062214 de la rivière Serpent (SERP), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5947

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 61.802 • cal.: 56.331  
Lame (mm) obs.: 373.78 • cal.: 340.69

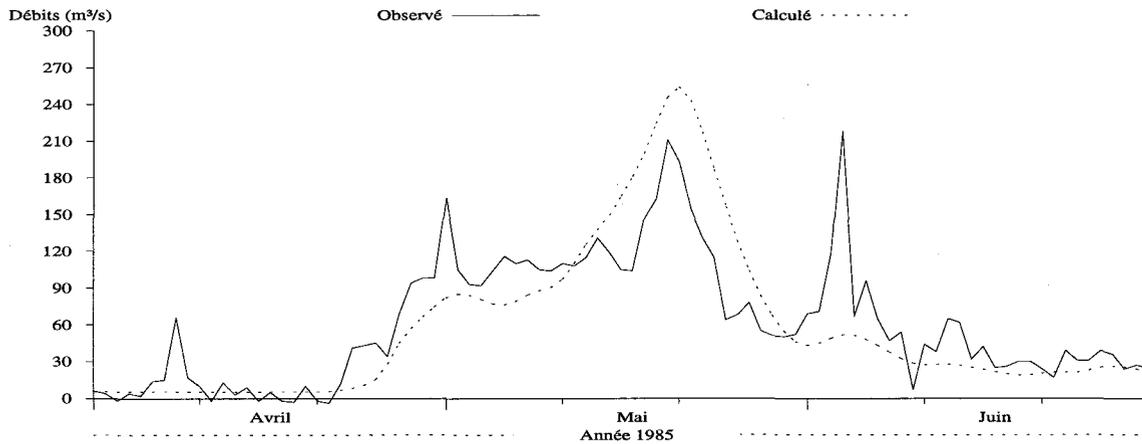


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 61.802 • cal.: 58.624  
Lame (mm) obs.: 373.78 • cal.: 354.56



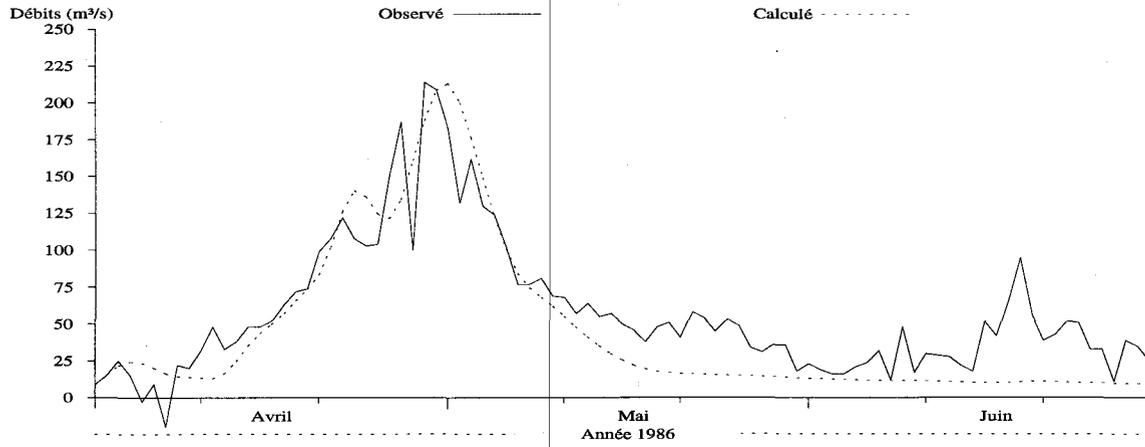
b)

Figure M5.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la sortie du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6715

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 57.769 • cal.: 45.452  
Lame (mm) obs.: 349.39 • cal.: 274.9

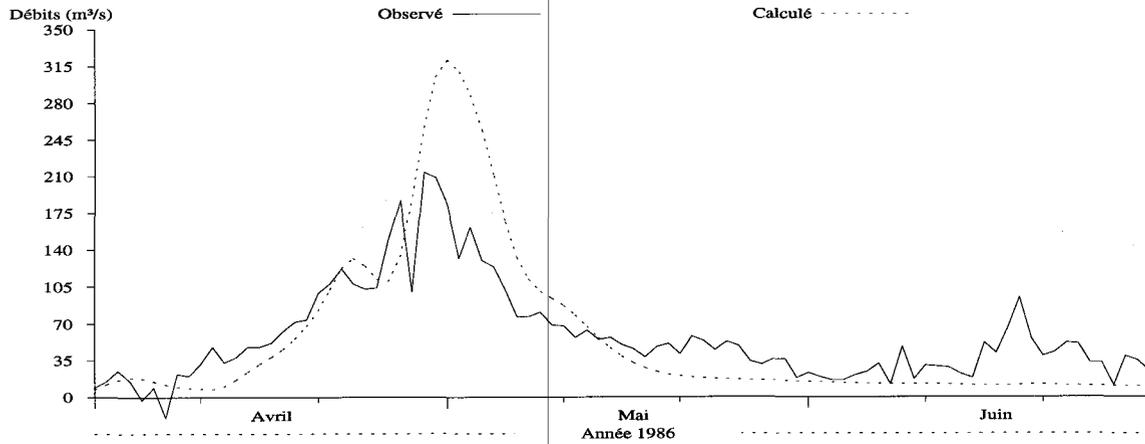


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.1239

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 57.769 • cal.: 56.152  
Lame (mm) obs.: 349.39 • cal.: 339.61



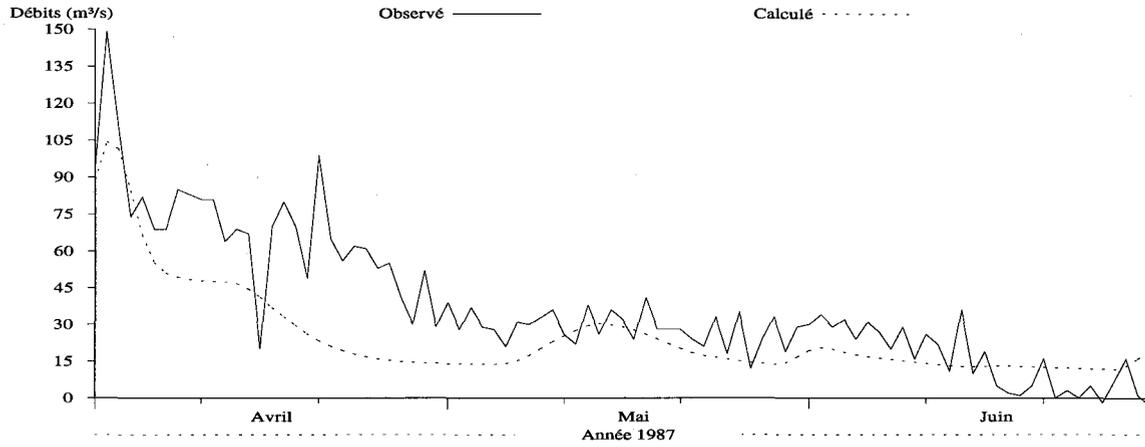
b)

Figure M5.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la sortie du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.424

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 37.473 • cal.: 25.148  
Lame (mm) obs.: 226.63 • cal.: 152.09

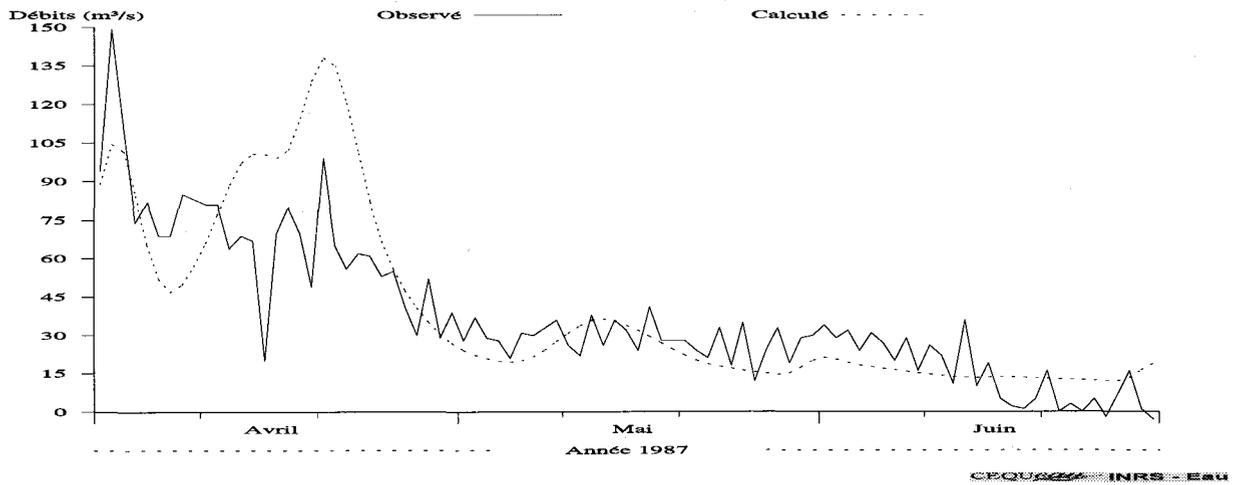


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.3922

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 37.473 • cal.: 40.321  
Lame (mm) obs.: 226.63 • cal.: 243.86



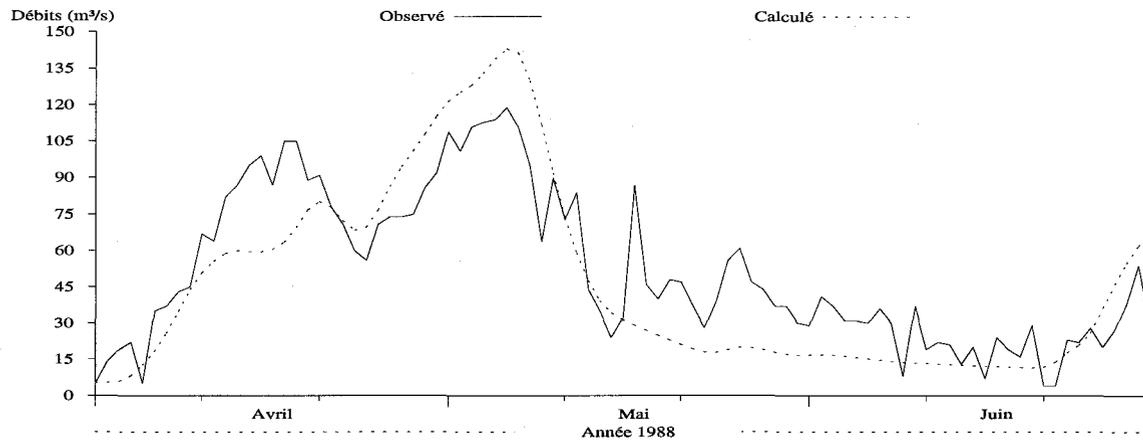
b)

Figure M5.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la sortie du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.584

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 51.484 • cal.: 46.394  
Lame (mm) obs.: 311.37 • cal.: 280.59

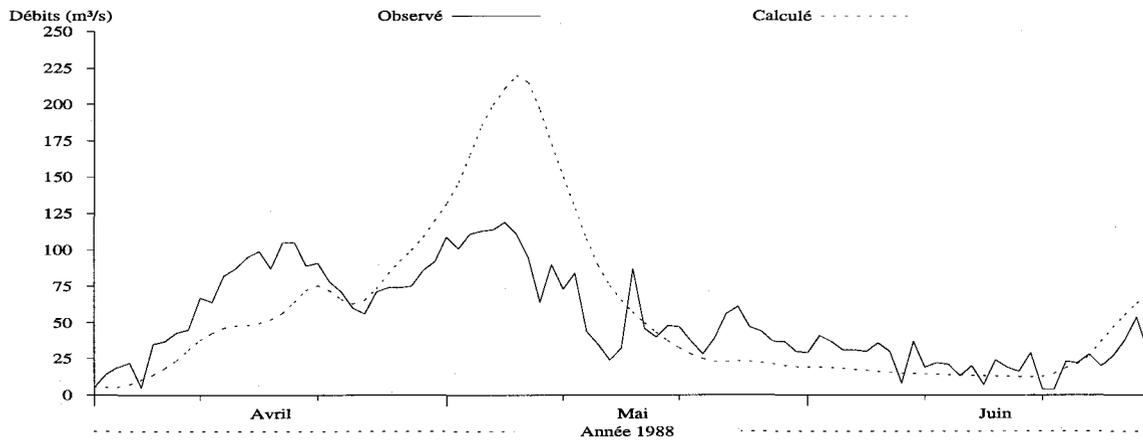


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: -0.3997

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 51.484 • cal.: 56.455  
Lame (mm) obs.: 311.37 • cal.: 341.44



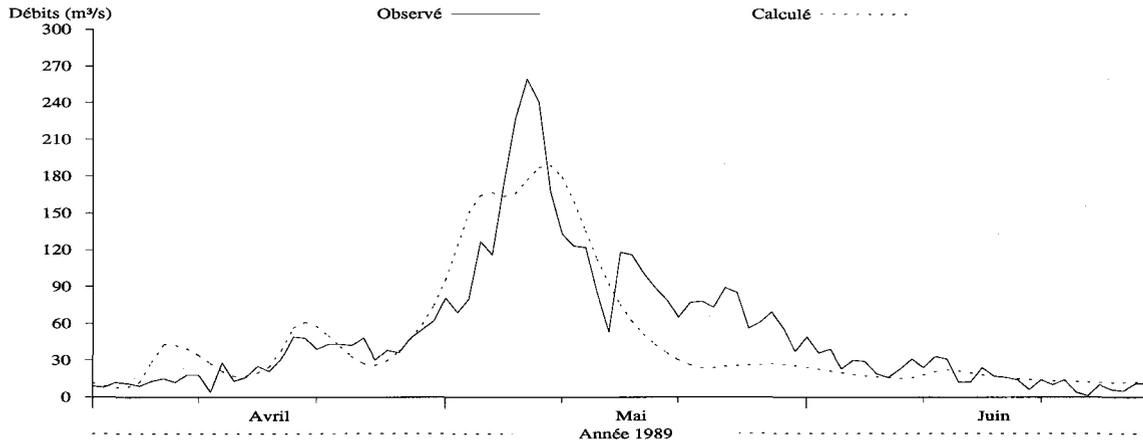
b)

Figure M5.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la sortie du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7073

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 51.901 • cal.: 47.384  
Lame (mm) obs.: 313.9 • cal.: 286.58

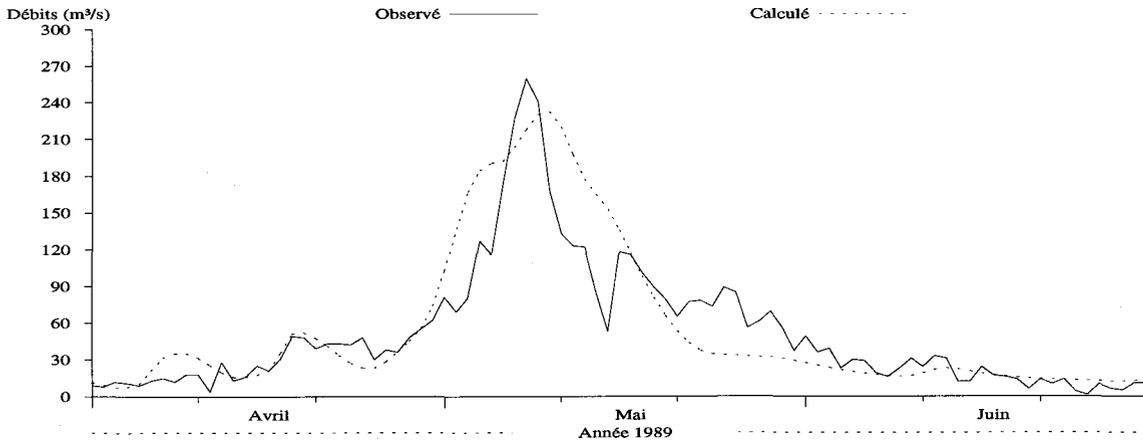


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6738

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 51.901 • cal.: 55.765  
Lame (mm) obs.: 313.9 • cal.: 337.27



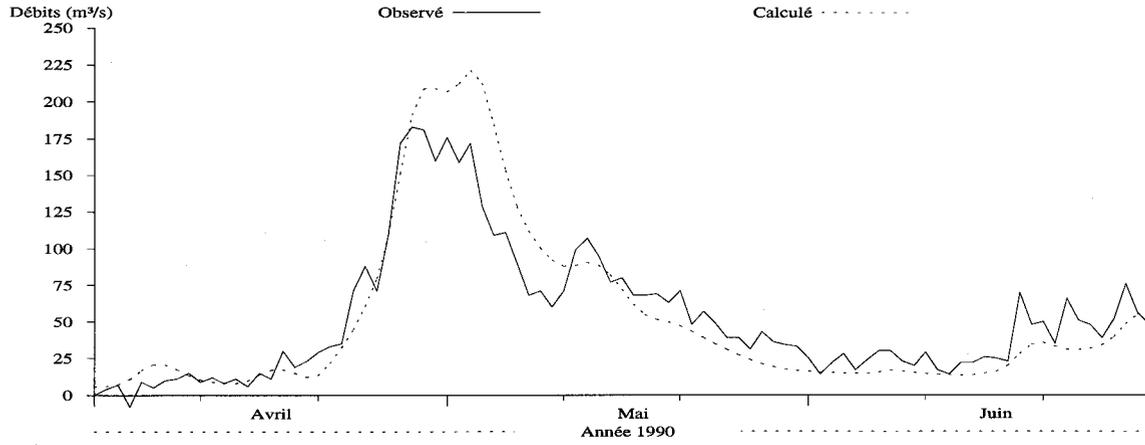
b)

Figure M5.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la sortie du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7656

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 52.769 • cal.: 52.376  
Lame (mm) obs.: 319.15 • cal.: 316.77

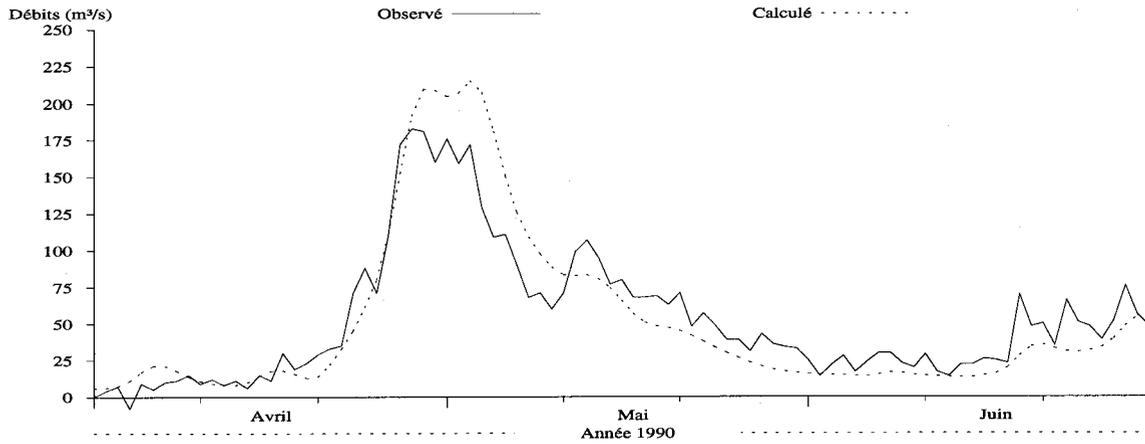


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7787

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 52.769 • cal.: 51.425  
Lame (mm) obs.: 319.15 • cal.: 311.02



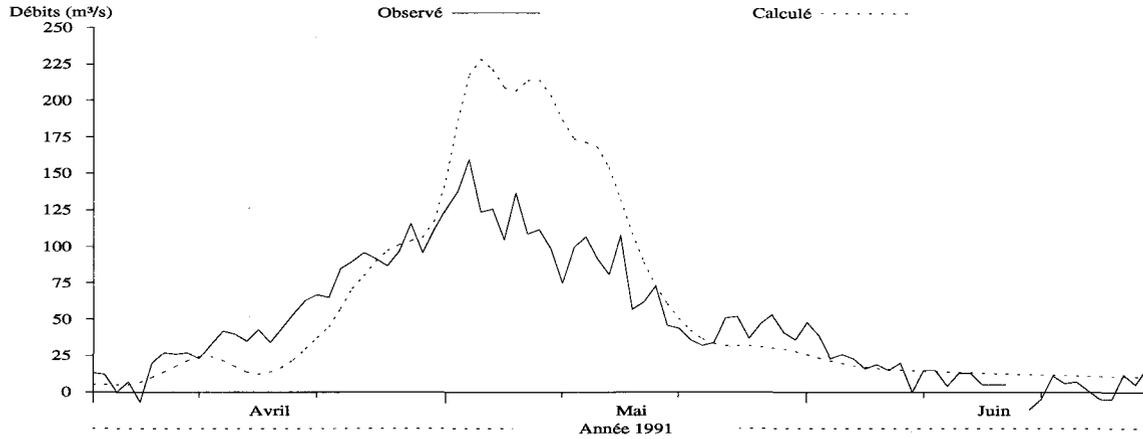
b)

Figure M5.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la sortie du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.182\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 48.611\* • cal.: 59.088  
Lame (mm) obs.: 290.77\* • cal.: 357.36

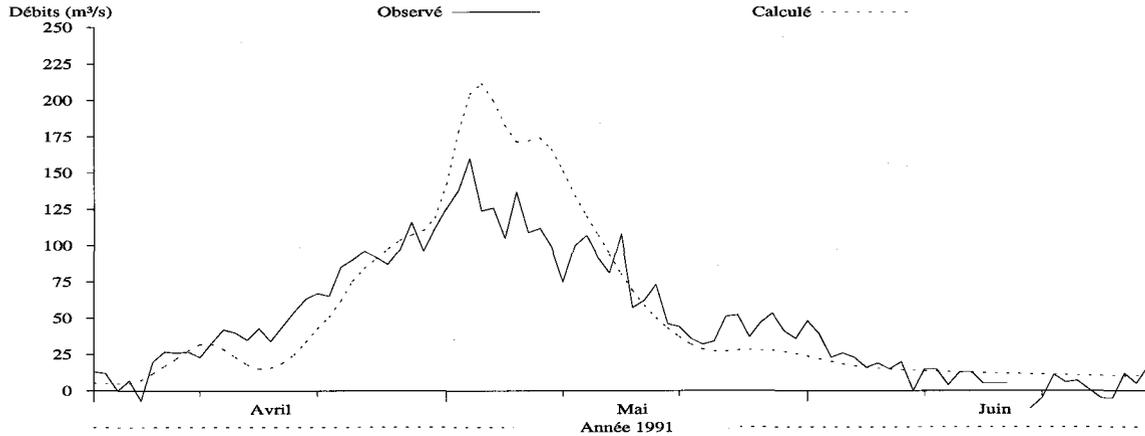


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6224\*

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 48.611\* • cal.: 51.996  
Lame (mm) obs.: 290.77\* • cal.: 314.47



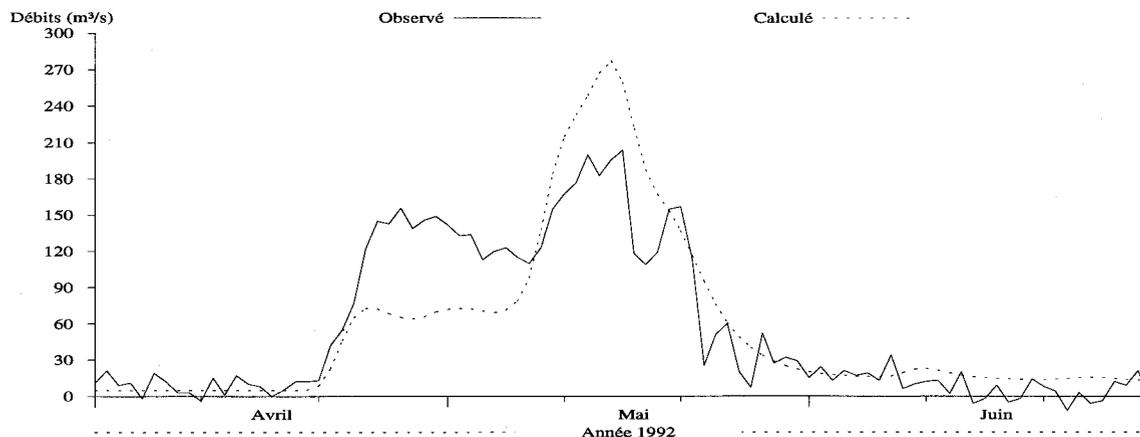
b)

Figure M5.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la sortie du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6721

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 55.813 • cal.: 55.443  
Lame (mm) obs.: 337.56 • cal.: 335.32

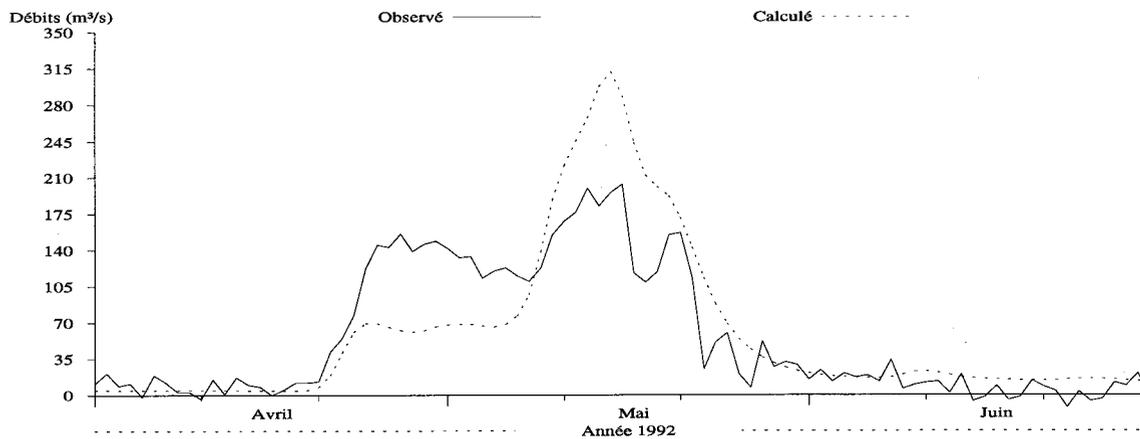


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5392

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 55.813 • cal.: 59.012  
Lame (mm) obs.: 337.56 • cal.: 356.91



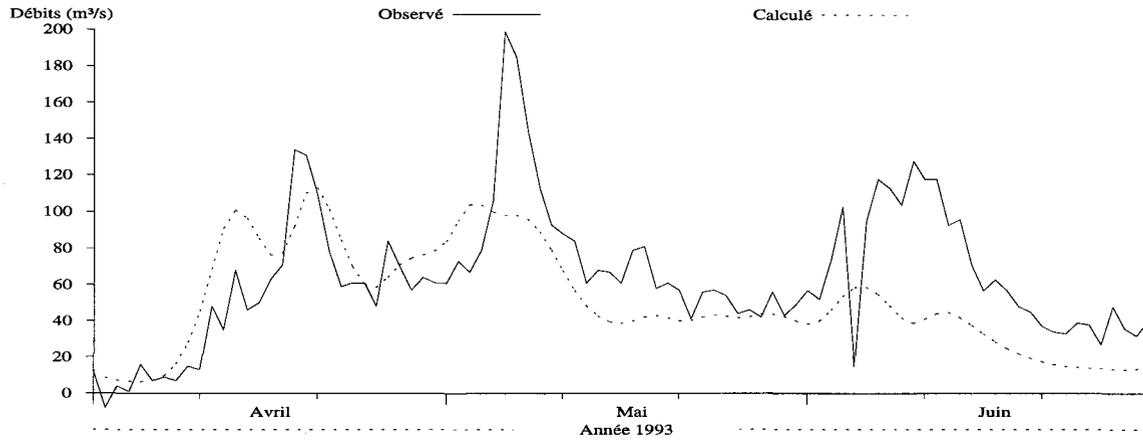
b)

Figure M5.8 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la sortie du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2128

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 64.132 • cal.: 50.872  
Lame (mm) obs.: 387.87 • cal.: 307.67

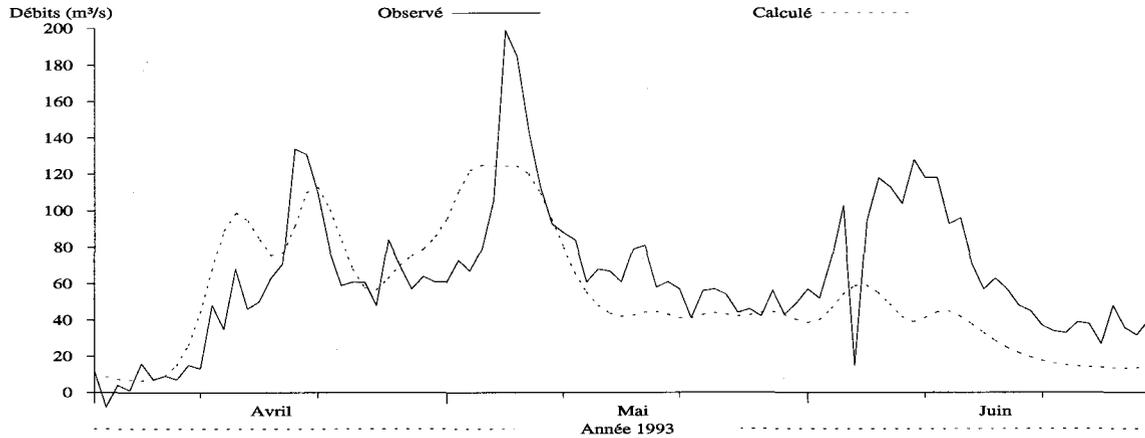


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2805

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 64.132 • cal.: 53.637  
Lame (mm) obs.: 387.87 • cal.: 324.39



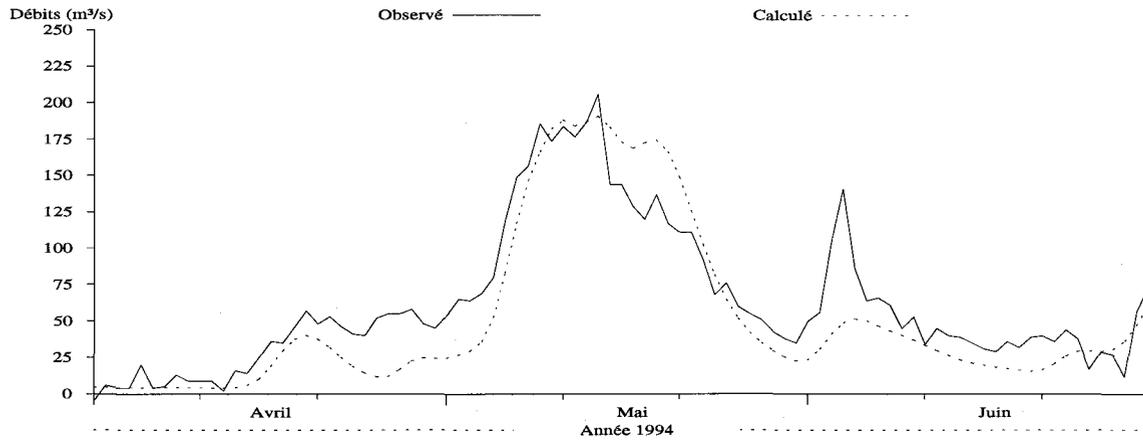
b)

Figure M5.9 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la sortie du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7587

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 62.78 • cal.: 52.679  
Lame (mm) obs.: 379.69 • cal.: 318.6

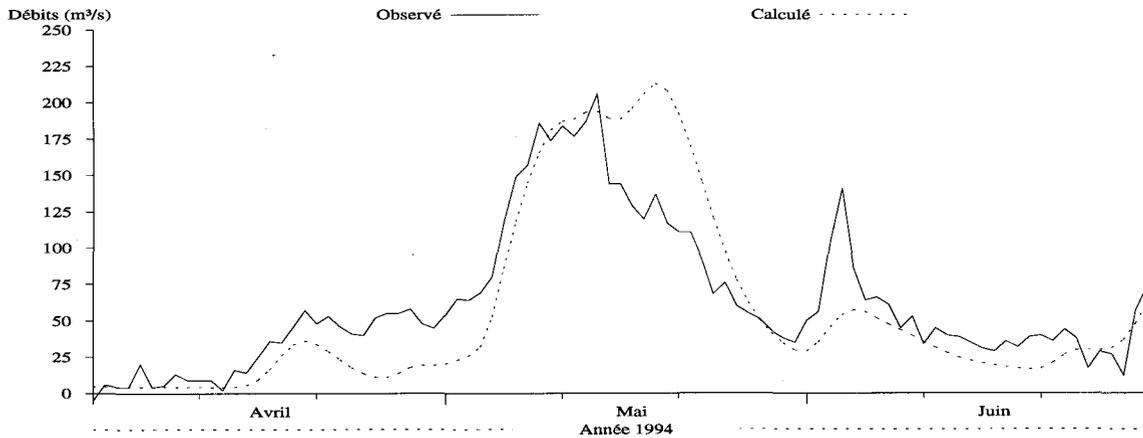


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6114

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 62.78 • cal.: 57.776  
Lame (mm) obs.: 379.69 • cal.: 349.43



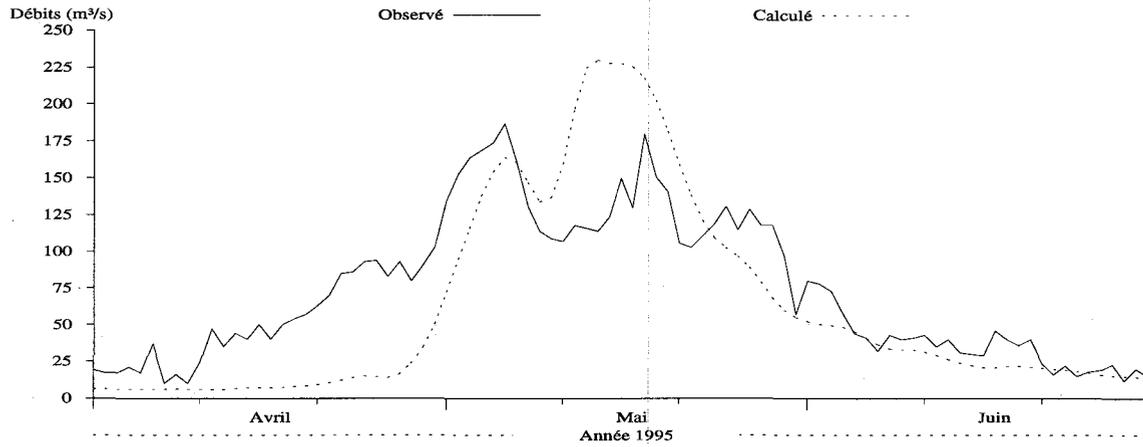
b)

Figure M5.10 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la sortie du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.245

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 73.22 • cal.: 62.309  
Lame (mm) obs.: 442.83 • cal.: 376.84

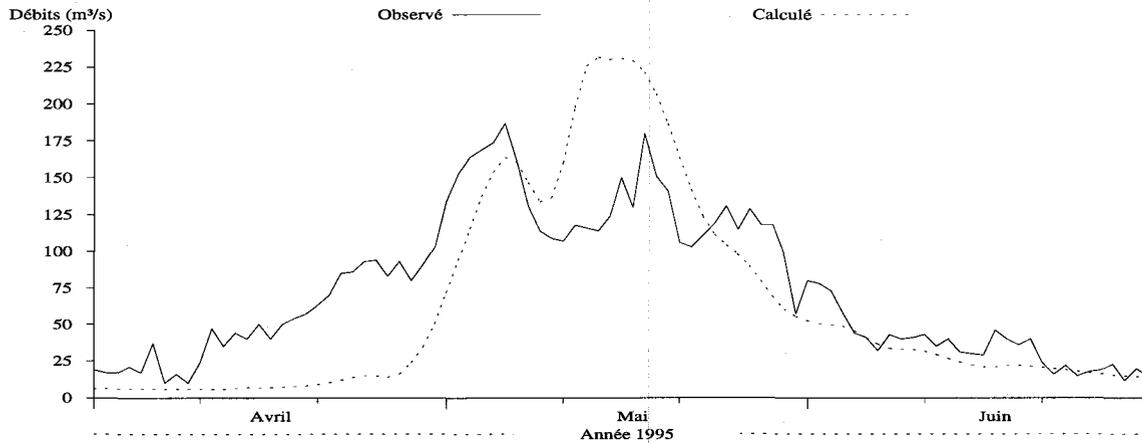


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: CS  
Superficie du bassin versant: 1300 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2261

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 73.22 • cal.: 62.703  
Lame (mm) obs.: 442.83 • cal.: 379.23



b)

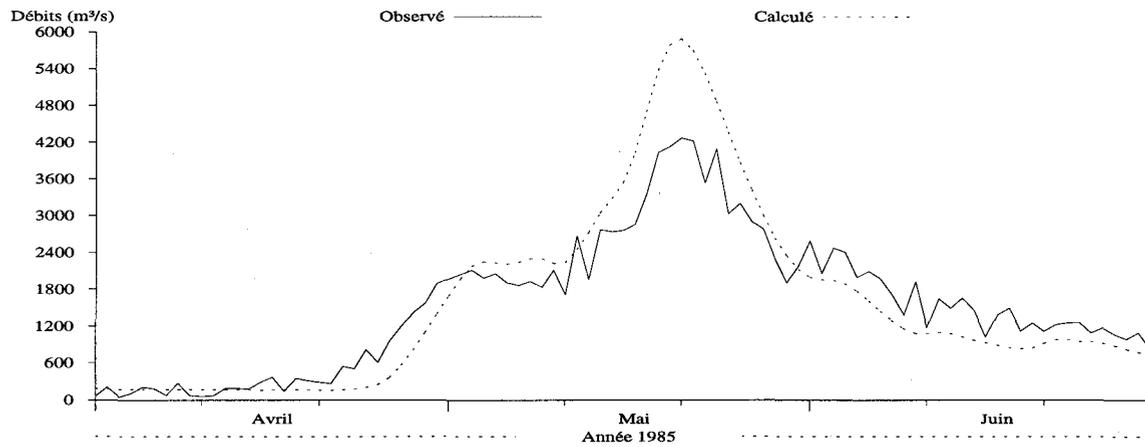
Figure M5.11 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la sortie du bassin versant Chute-à-la-Savane (CS), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7307

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1562.7 • cal.: 1602.2  
Lame (mm) obs.: 267.11 • cal.: 273.85

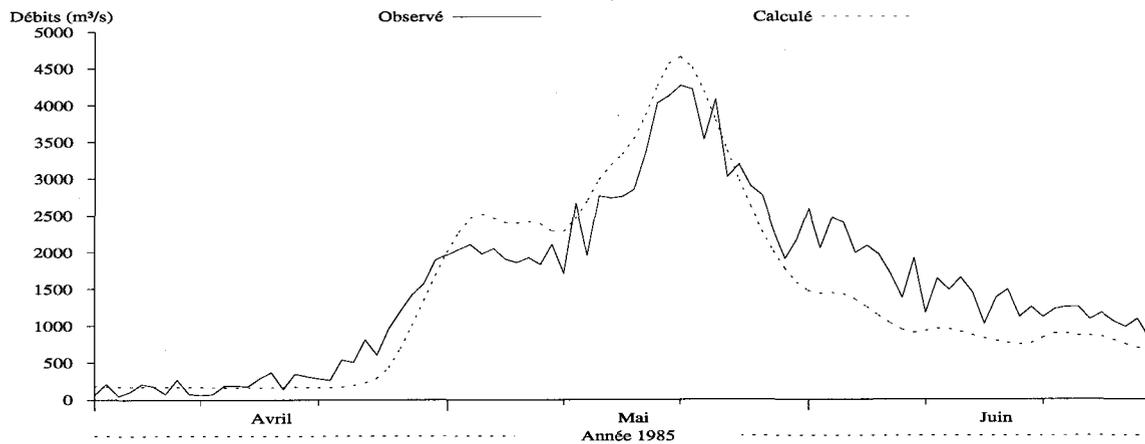


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8293

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1562.7 • cal.: 1424.6  
Lame (mm) obs.: 267.11 • cal.: 243.49



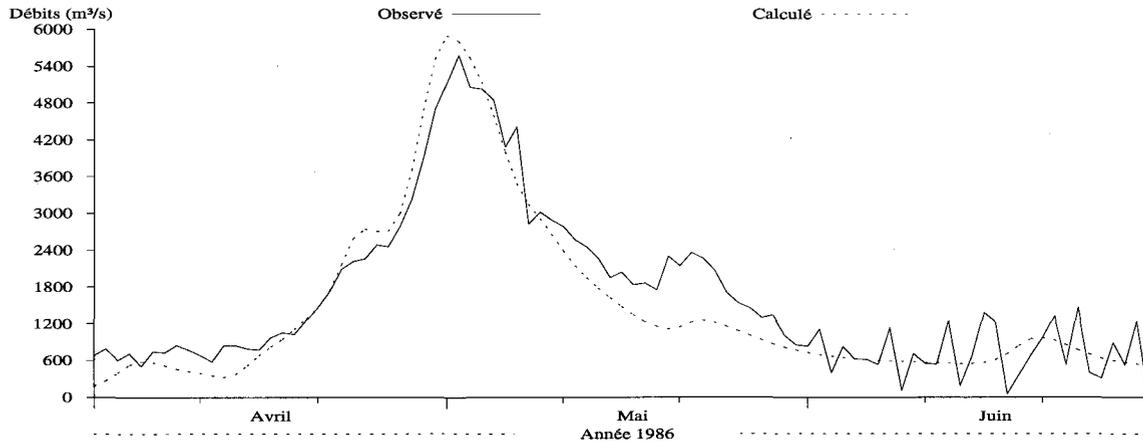
b)

Figure M6.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8711

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1636.3 • cal.: 1480.6  
Lame (mm) obs.: 279.68 • cal.: 253.07

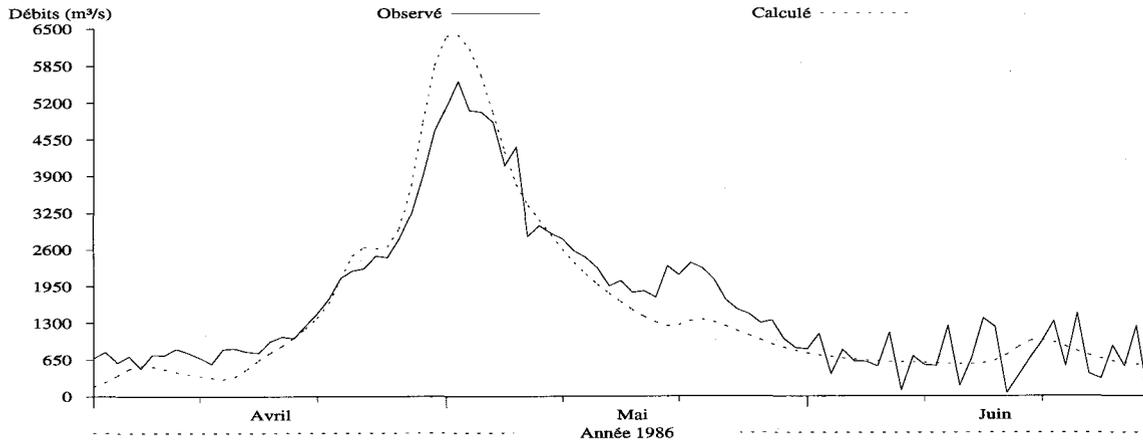


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8656

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1636.3 • cal.: 1552.7  
Lame (mm) obs.: 279.68 • cal.: 265.38



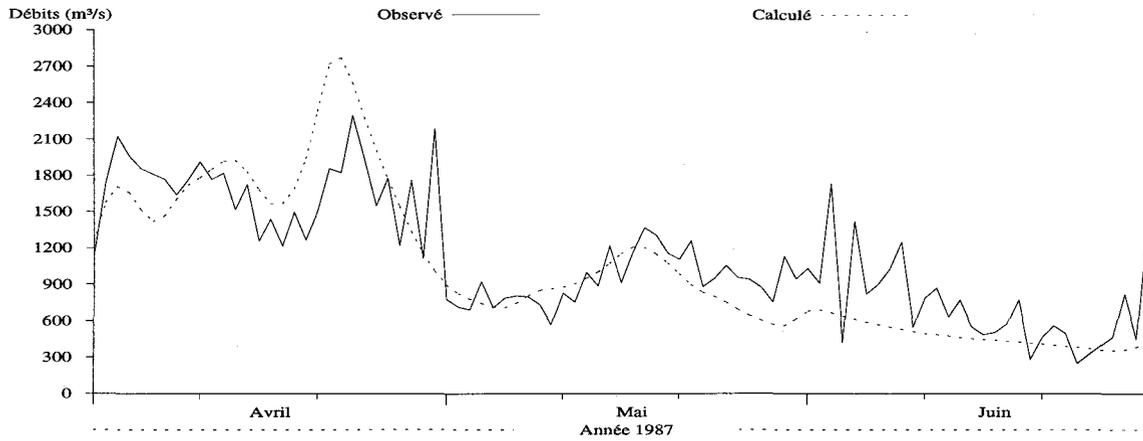
b)

Figure M6.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4595

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1110.9 • cal.: 1033.2  
Lame (mm) obs.: 189.88 • cal.: 176.6



a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.49

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1110.9 • cal.: 1011.5  
Lame (mm) obs.: 189.88 • cal.: 172.9



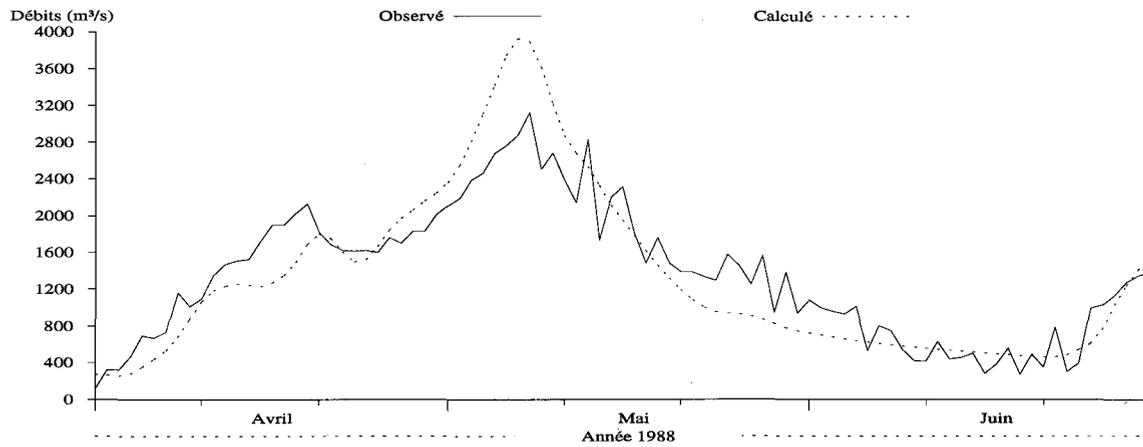
b)

Figure M6.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7369

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1352.7 • cal.: 1326.8  
Lame (mm) obs.: 231.21 • cal.: 226.78

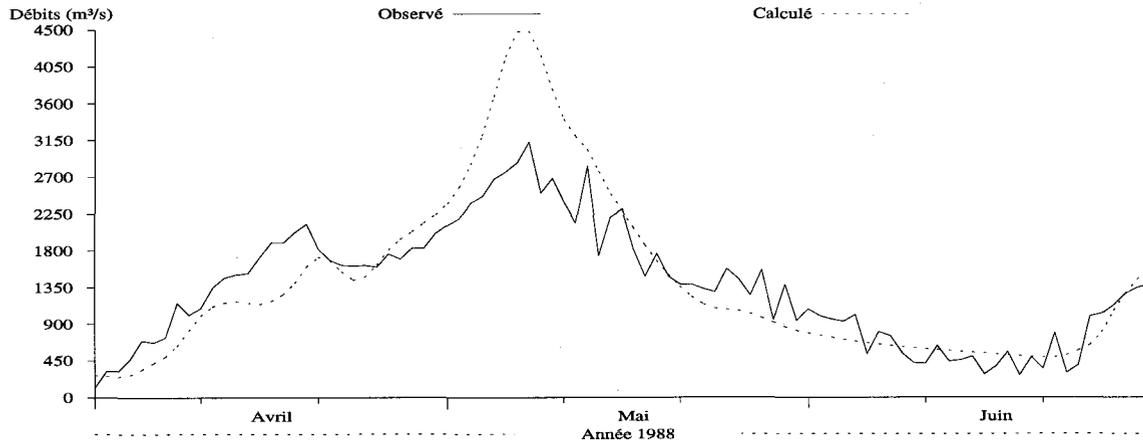


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5486

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1352.7 • cal.: 1412.5  
Lame (mm) obs.: 231.21 • cal.: 241.42



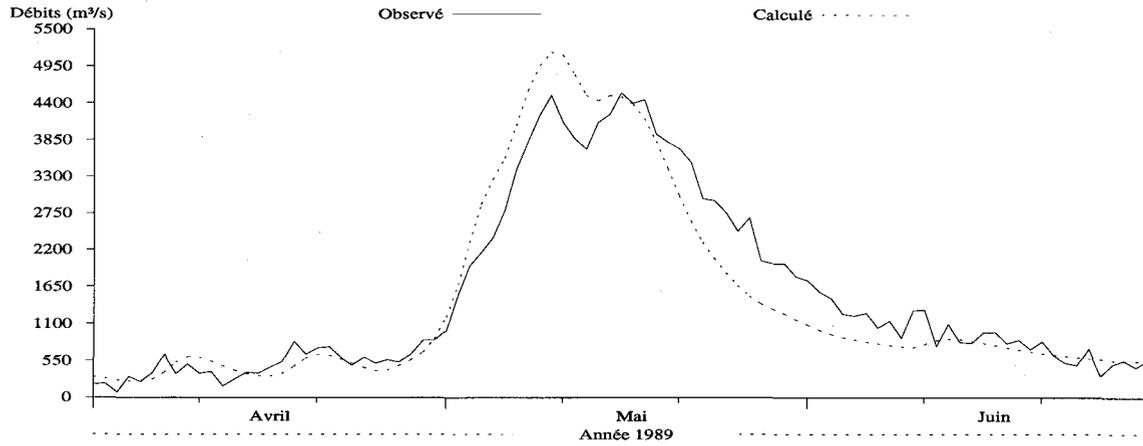
b)

Figure M6.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8923

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1542.7 • cal.: 1477.1  
Lame (mm) obs.: 263.68 • cal.: 252.47

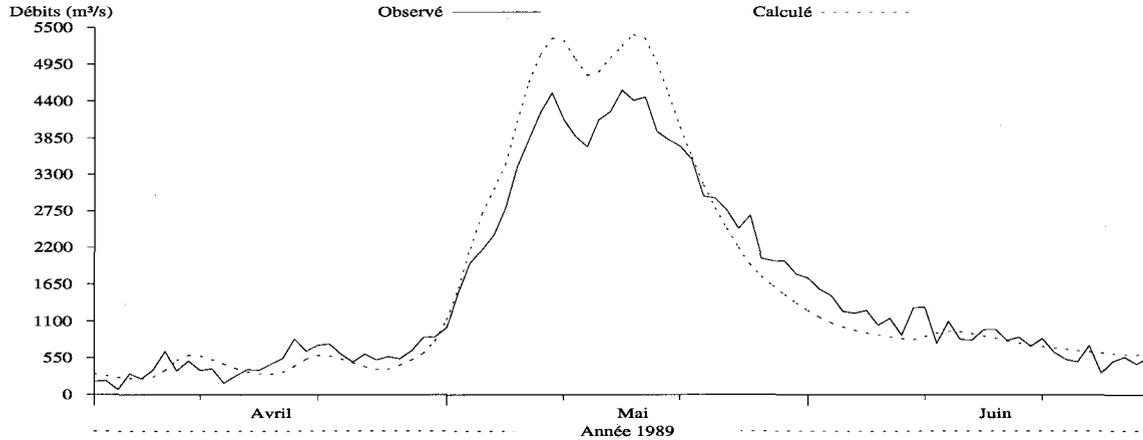


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8982

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1542.7 • cal.: 1628.6  
Lame (mm) obs.: 263.68 • cal.: 278.36



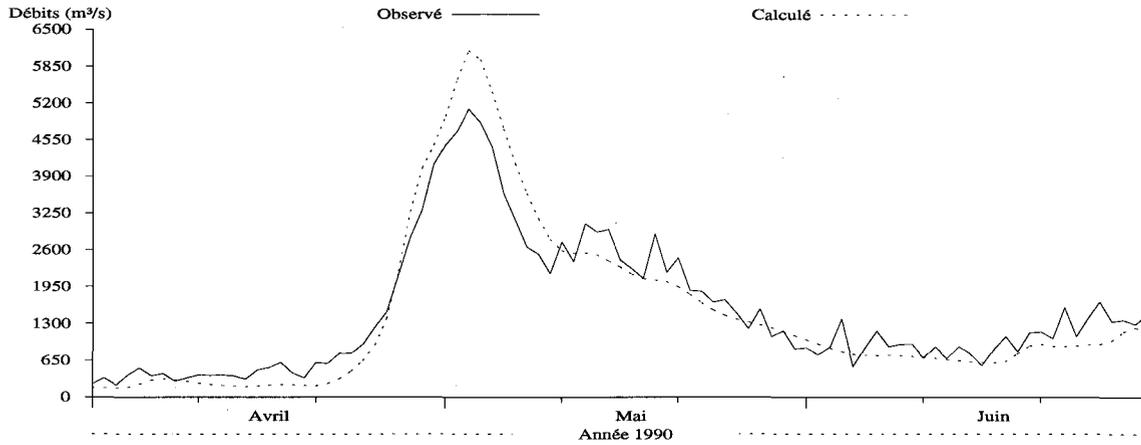
b)

Figure M6.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8756

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1517.4 • cal.: 1464.8  
Lame (mm) obs.: 259.35 • cal.: 250.37

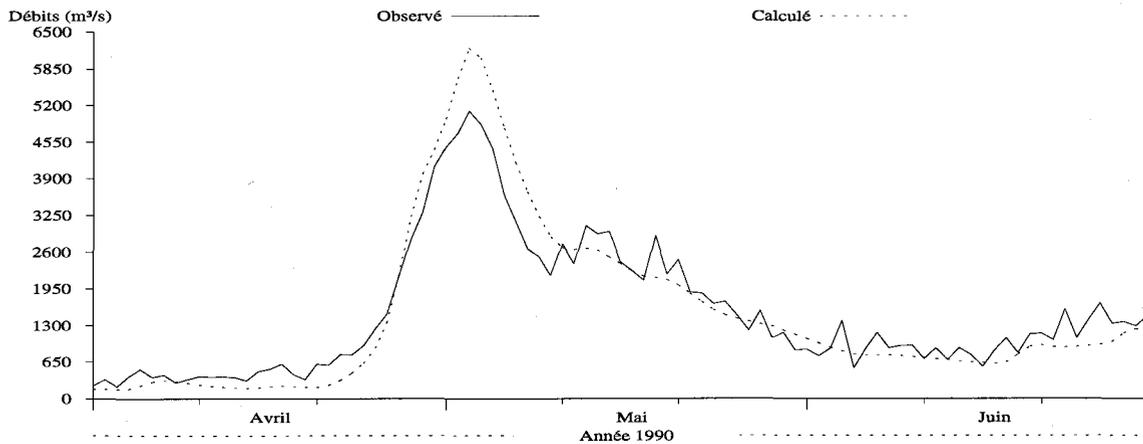


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8731

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1517.4 • cal.: 1489.9  
Lame (mm) obs.: 259.35 • cal.: 254.66



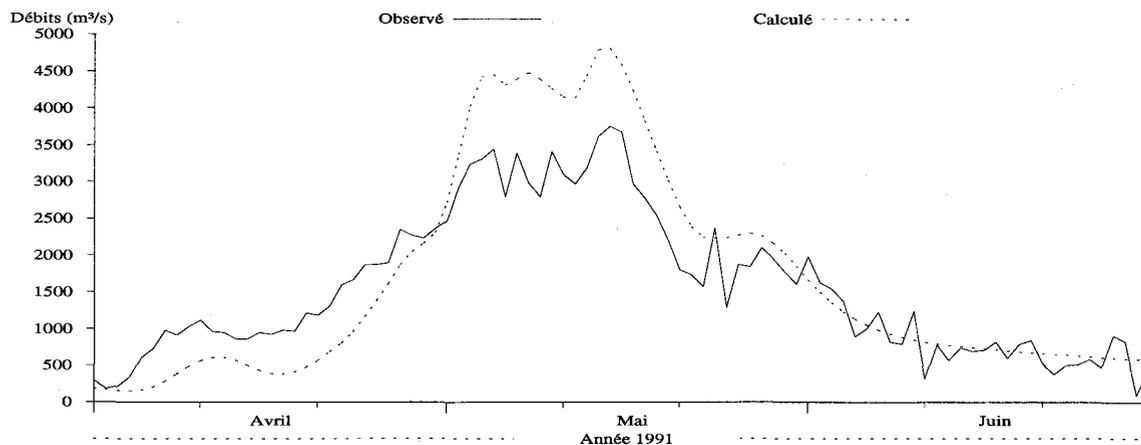
b)

Figure M6.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5996

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1559.5 • cal.: 1703.1  
Lame (mm) obs.: 266.56 • cal.: 291.09

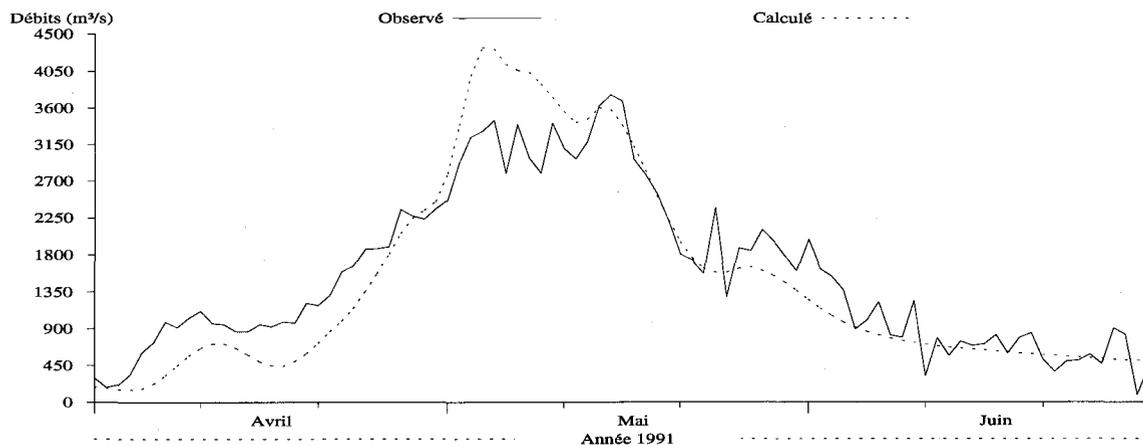


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8137

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1559.5 • cal.: 1485.8  
Lame (mm) obs.: 266.56 • cal.: 253.95



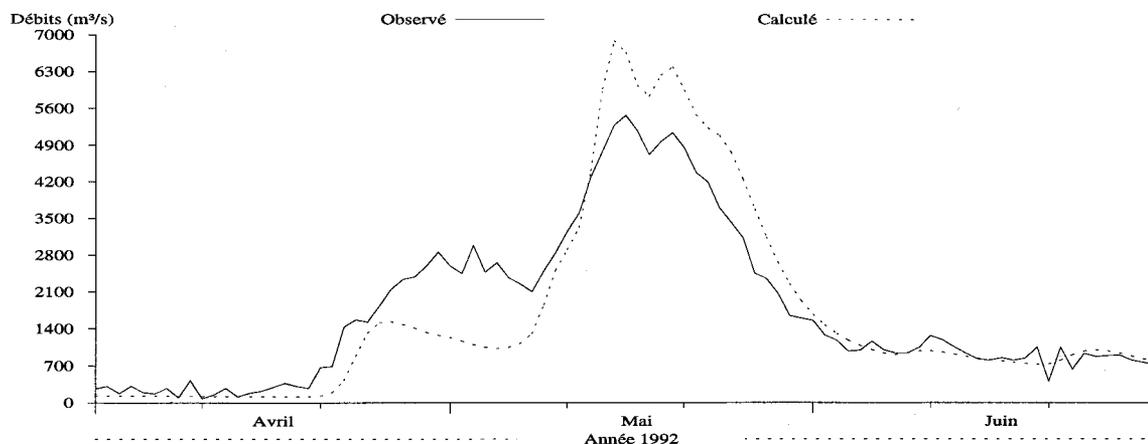
b)

Figure M6.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7593

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1747.3 • cal.: 1704.8  
Lame (mm) obs.: 298.65 • cal.: 291.38

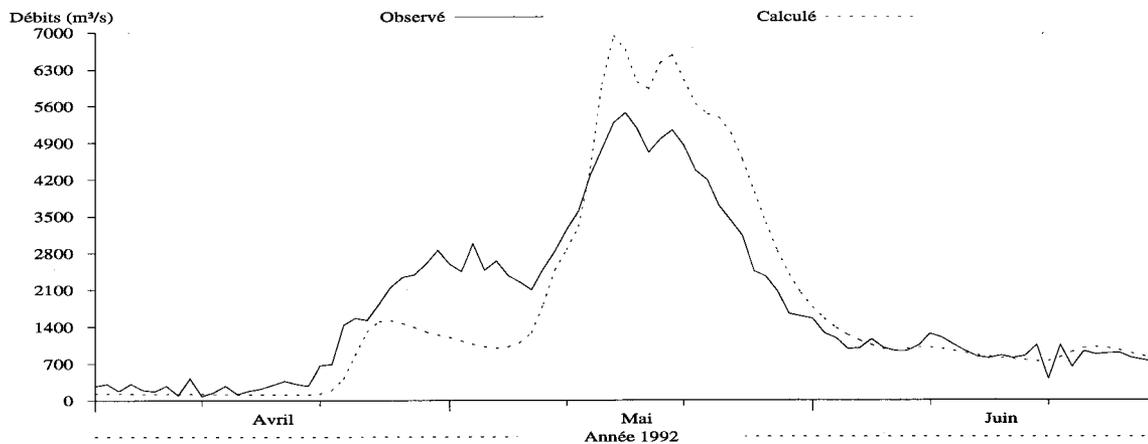


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7171

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1747.3 • cal.: 1742  
Lame (mm) obs.: 298.65 • cal.: 297.75



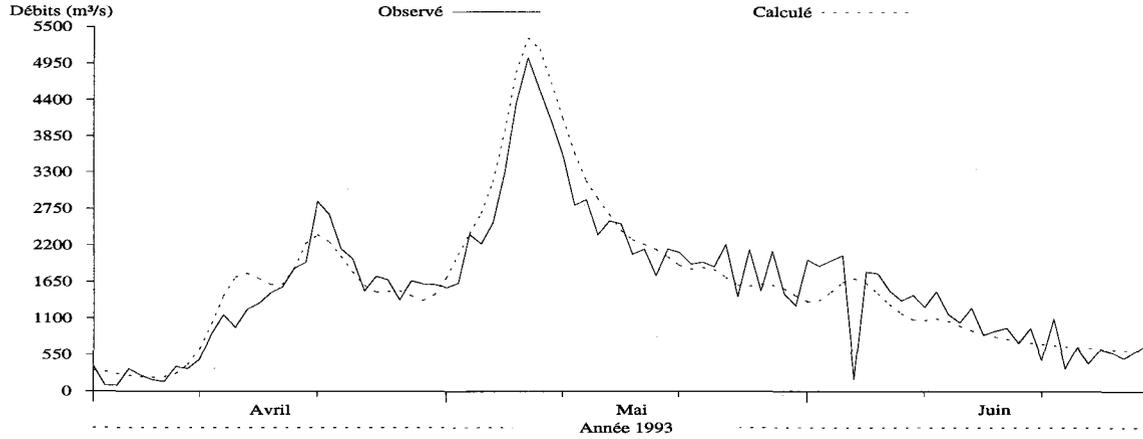
b)

Figure M6.8 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8748

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1592.9 • cal.: 1633.3  
Lame (mm) obs.: 272.26 • cal.: 279.16

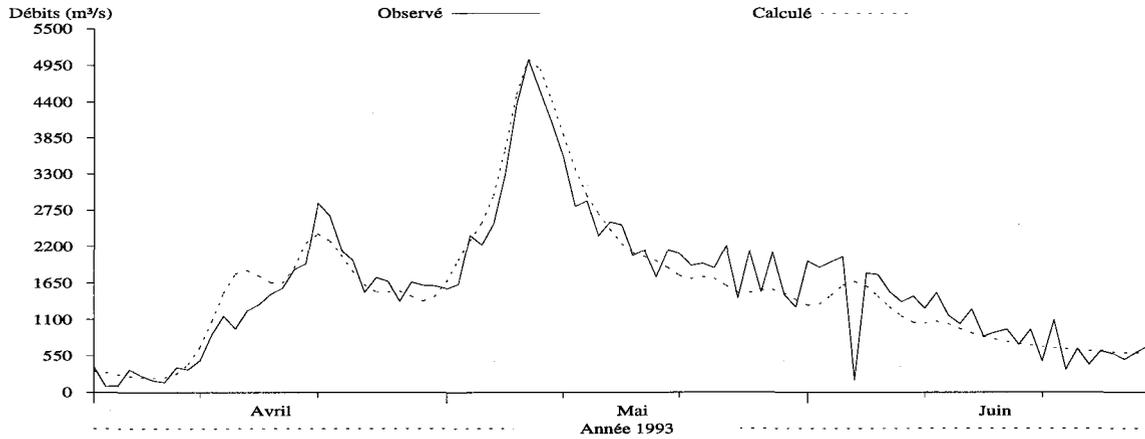


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8897

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1592.9 • cal.: 1582.1  
Lame (mm) obs.: 272.26 • cal.: 270.41



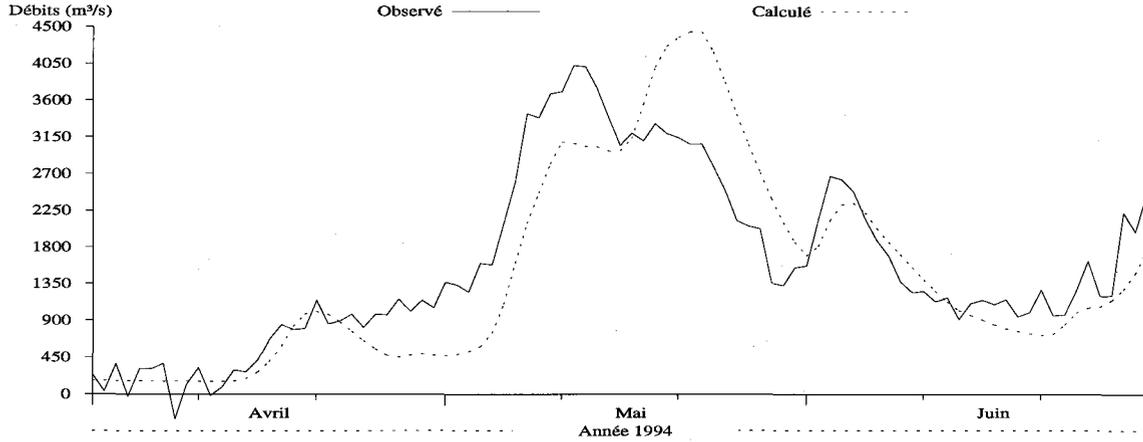
b)

Figure M6.9 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6736

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1594.1 • cal.: 1496  
Lame (mm) obs.: 272.47 • cal.: 255.69

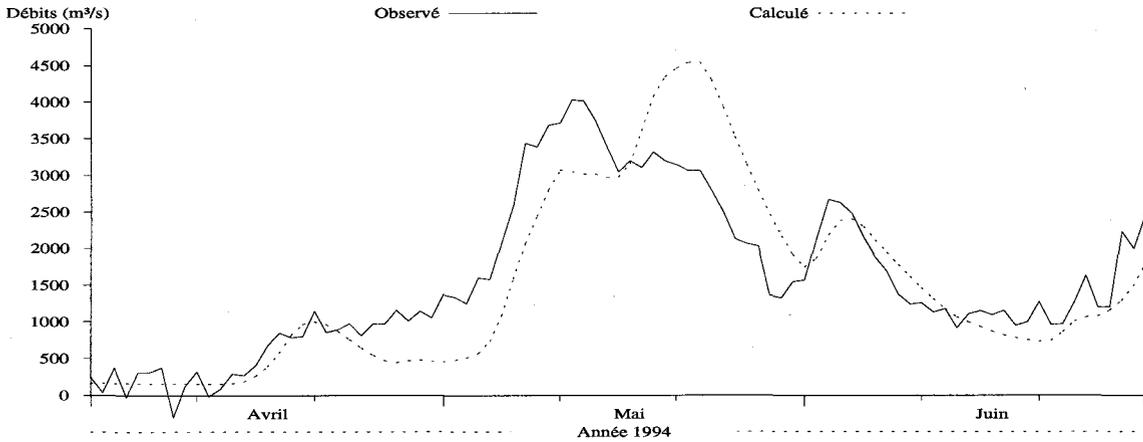


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6452

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1594.1 • cal.: 1517.1  
Lame (mm) obs.: 272.47 • cal.: 259.3



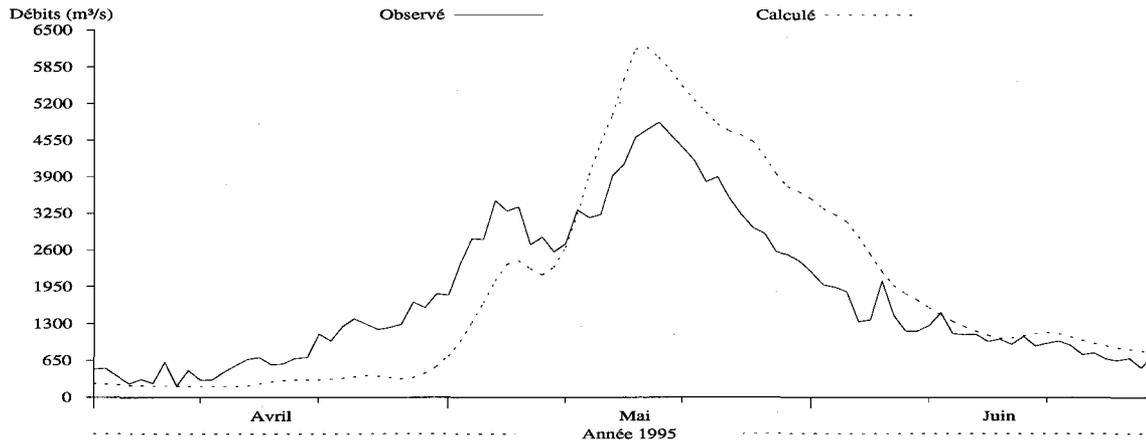
b)

Figure M6.10 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5558

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1791.7 • cal.: 1912.2  
Lame (mm) obs.: 306.25 • cal.: 326.84

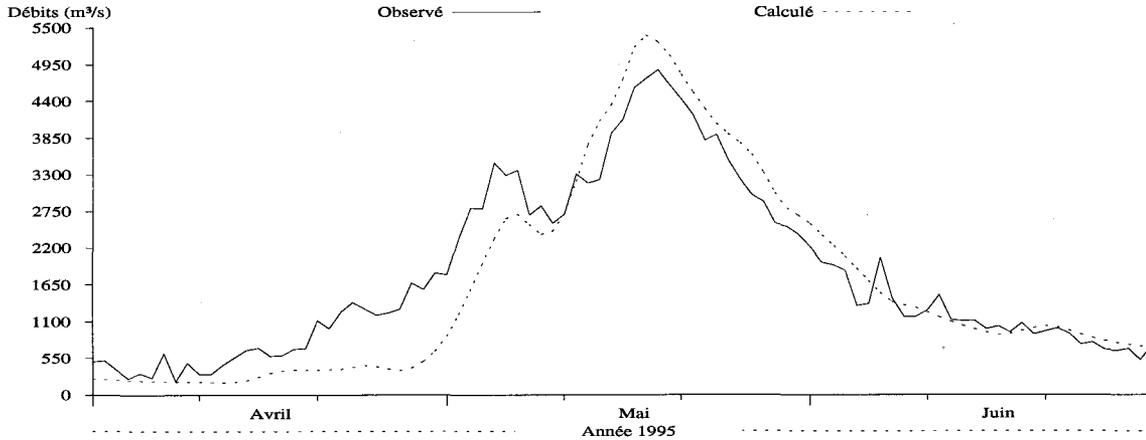


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: LSJ  
Superficie du bassin versant: 46000 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8377

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 1791.7 • cal.: 1669.9  
Lame (mm) obs.: 306.25 • cal.: 285.42



b)

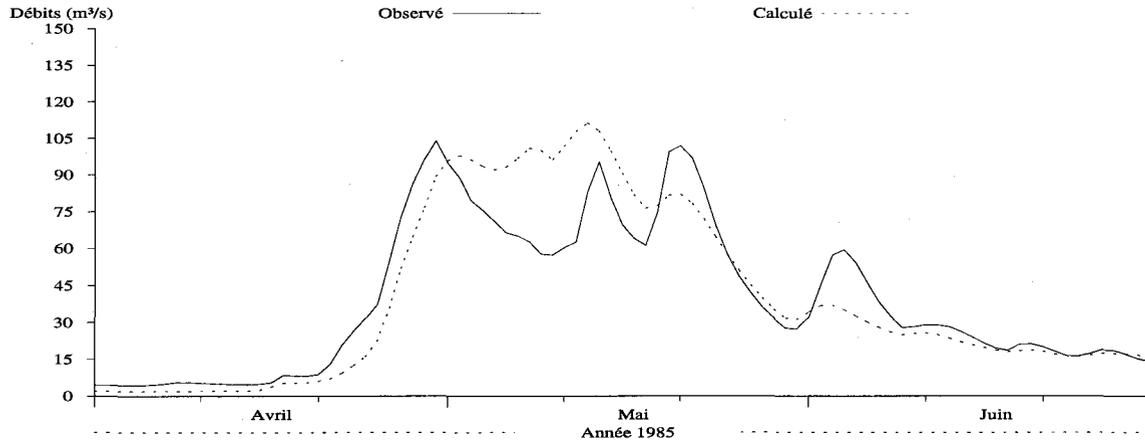
Figure M6.11 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la sortie du bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7562

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 39.393 • cal.: 39.841  
Lame (mm) obs.: 284.15 • cal.: 287.38

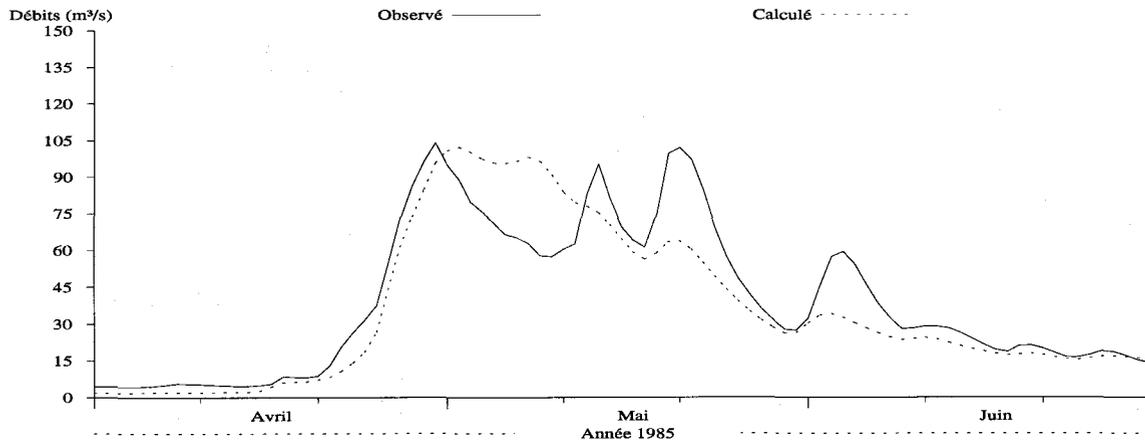


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7691

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 39.393 • cal.: 36.001  
Lame (mm) obs.: 284.15 • cal.: 259.69



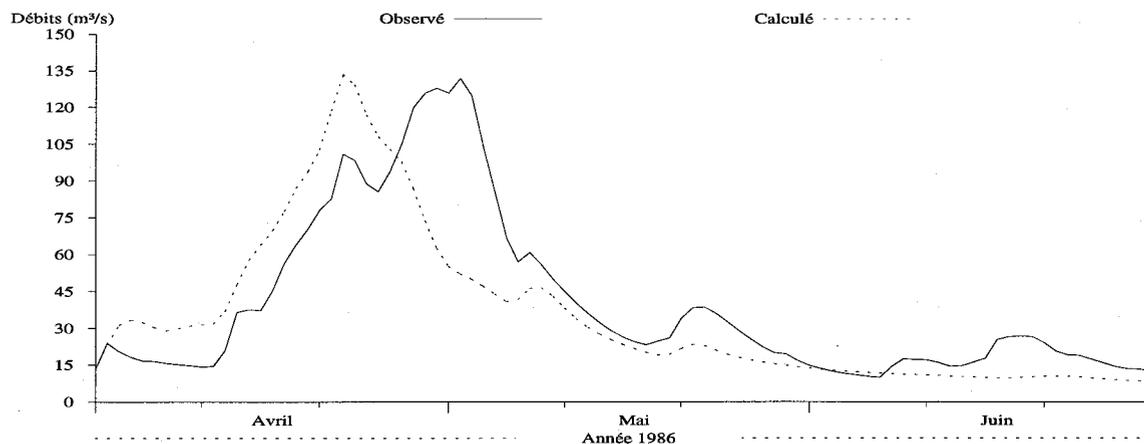
b)

Figure M7.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5548

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 40.085 • cal.: 35.556  
Lame (mm) obs.: 289.14 • cal.: 256.47

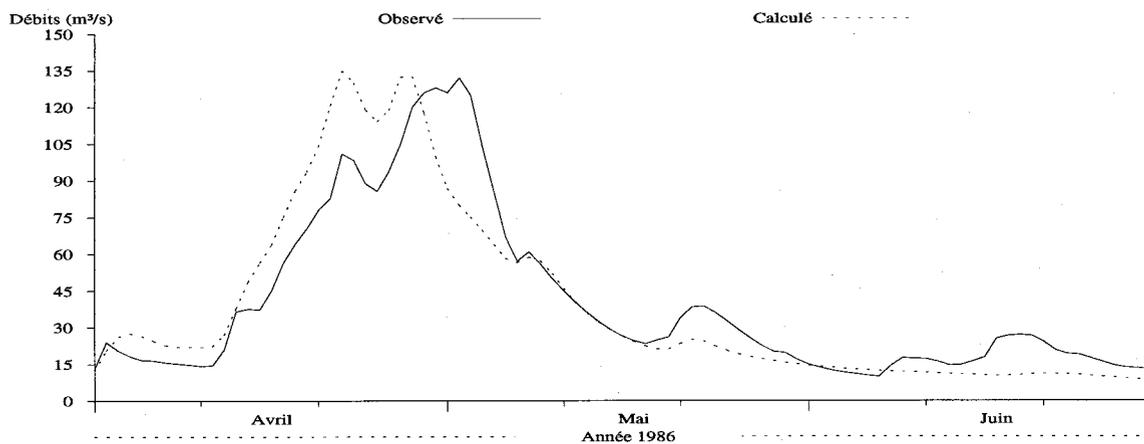


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7813

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 40.085 • cal.: 39.229  
Lame (mm) obs.: 289.14 • cal.: 282.97



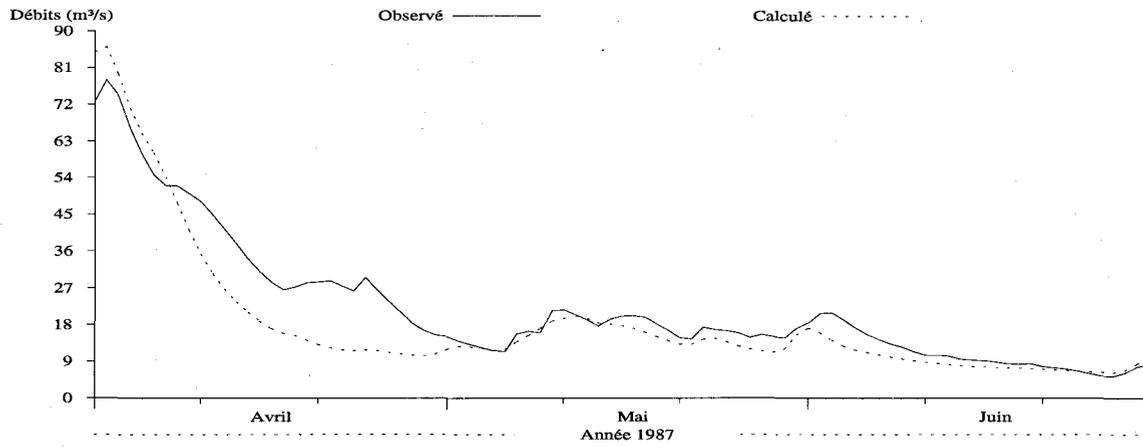
b)

Figure M7.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.813

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 22.105 • cal.: 18.331  
Lame (mm) obs.: 159.45 • cal.: 132.23

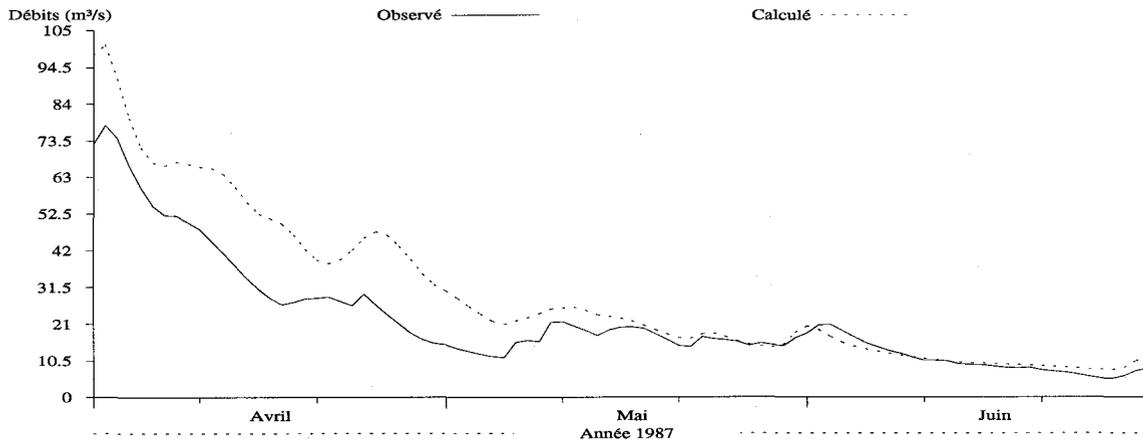


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4993

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 22.105 • cal.: 29.761  
Lame (mm) obs.: 159.45 • cal.: 214.67



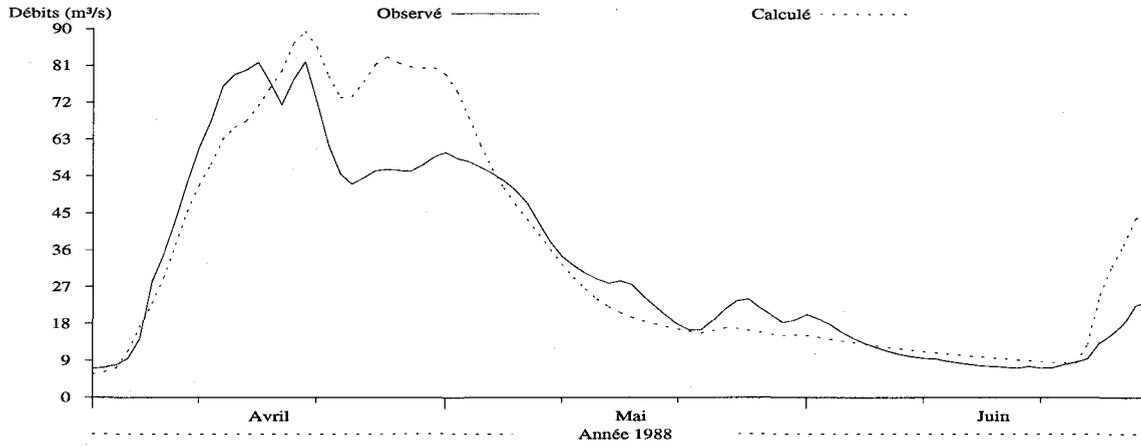
b)

Figure M7.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7959

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 32.585 • cal.: 35.126  
Lame (mm) obs.: 235.04 • cal.: 253.37

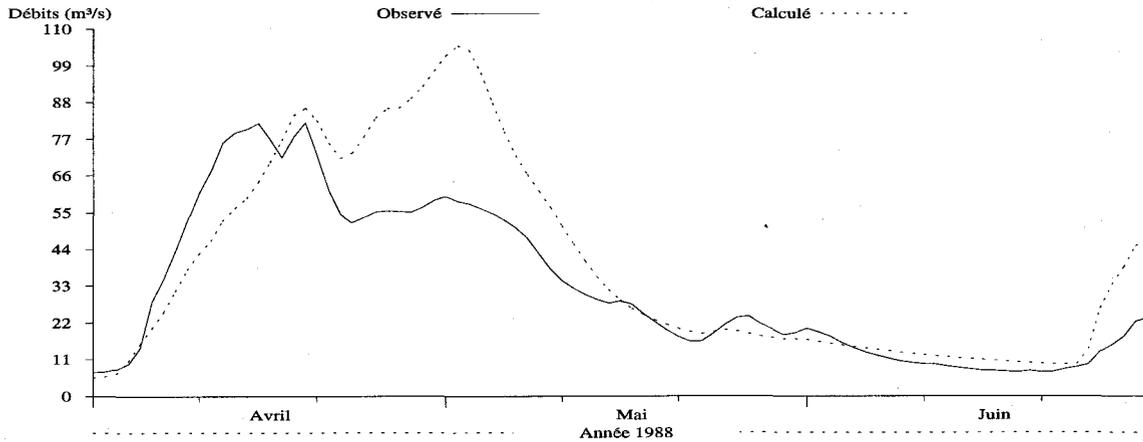


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4811

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 32.585 • cal.: 39.362  
Lame (mm) obs.: 235.04 • cal.: 283.93



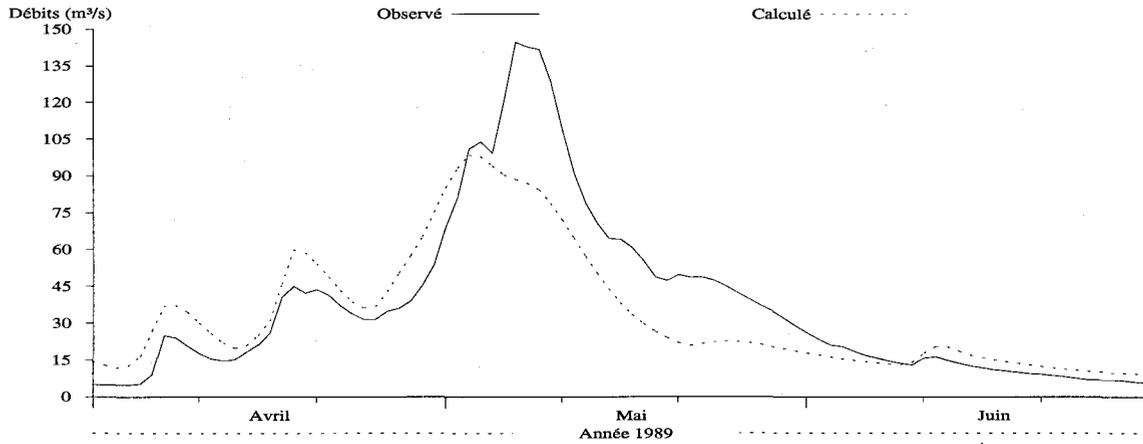
b)

Figure M7.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7263

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 37.97 • cal.: 33.977  
Lame (mm) obs.: 273.89 • cal.: 245.08

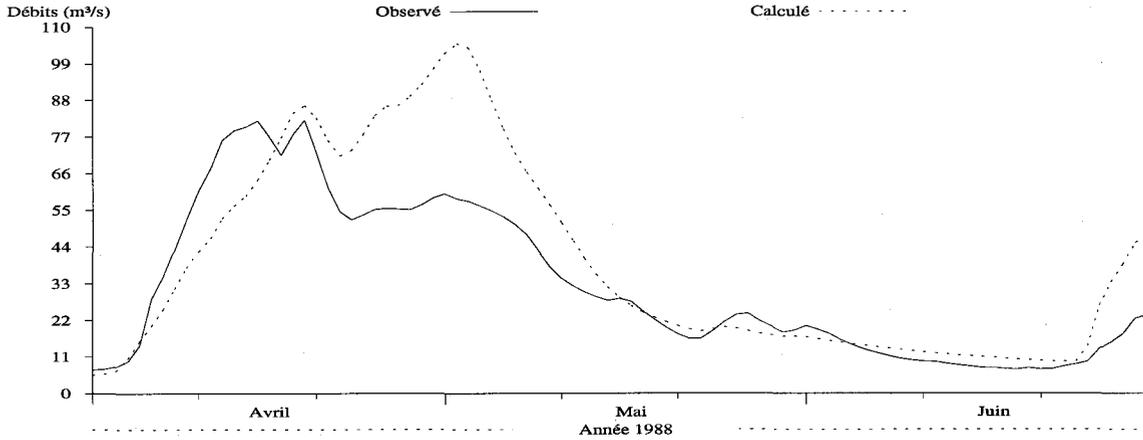


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4811

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 32.585 • cal.: 39.362  
Lame (mm) obs.: 235.04 • cal.: 283.93



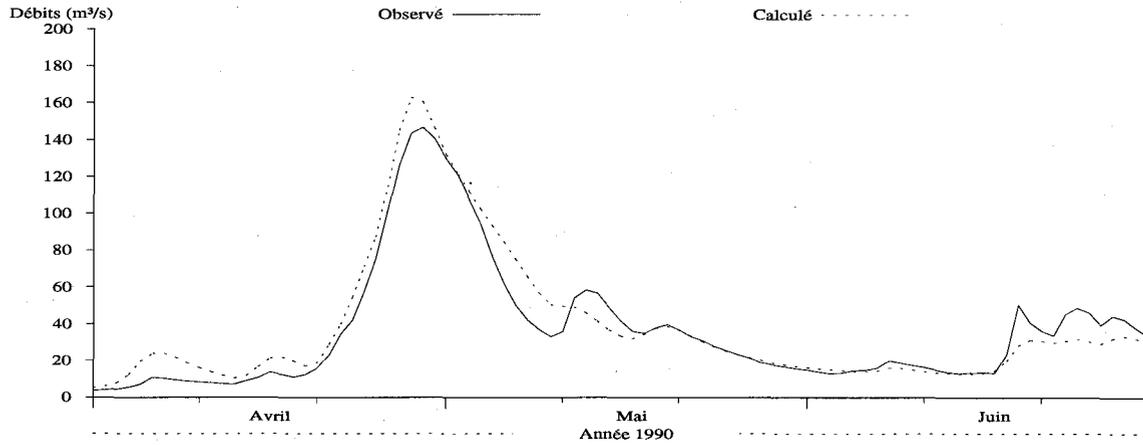
b)

Figure M7.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9191

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 36.571 • cal.: 38.945  
Lame (mm) obs.: 263.8 • cal.: 280.92

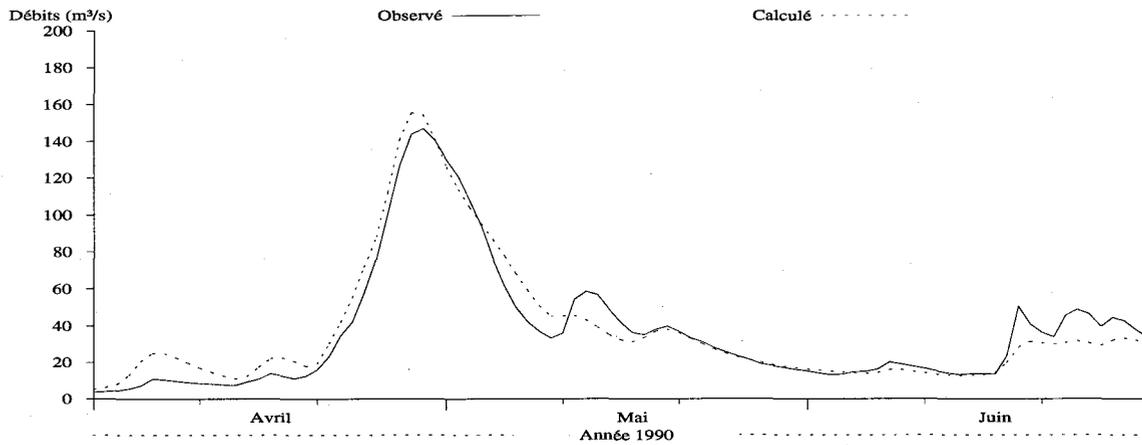


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9331

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 36.571 • cal.: 37.774  
Lame (mm) obs.: 263.8 • cal.: 272.47



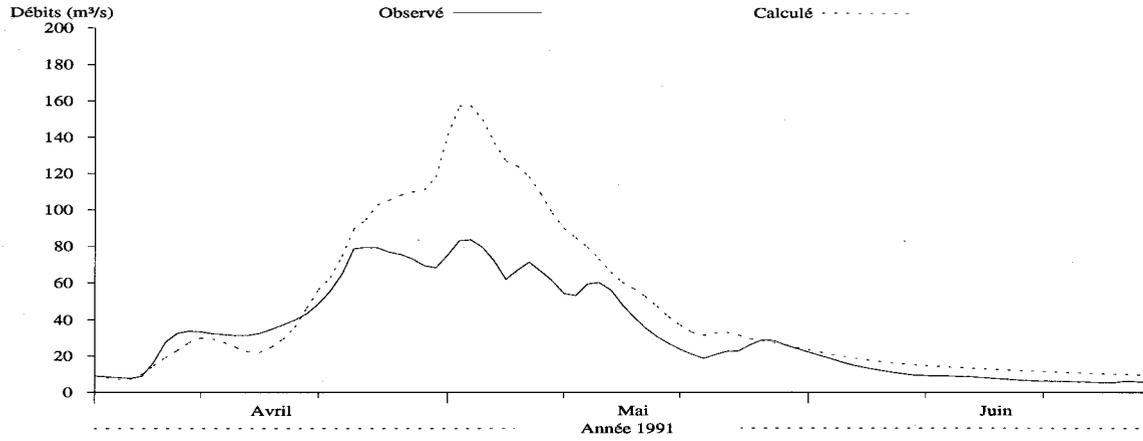
b)

Figure M7.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.07958

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 33.115 • cal.: 46.004  
Lame (mm) obs.: 238.87 • cal.: 331.83

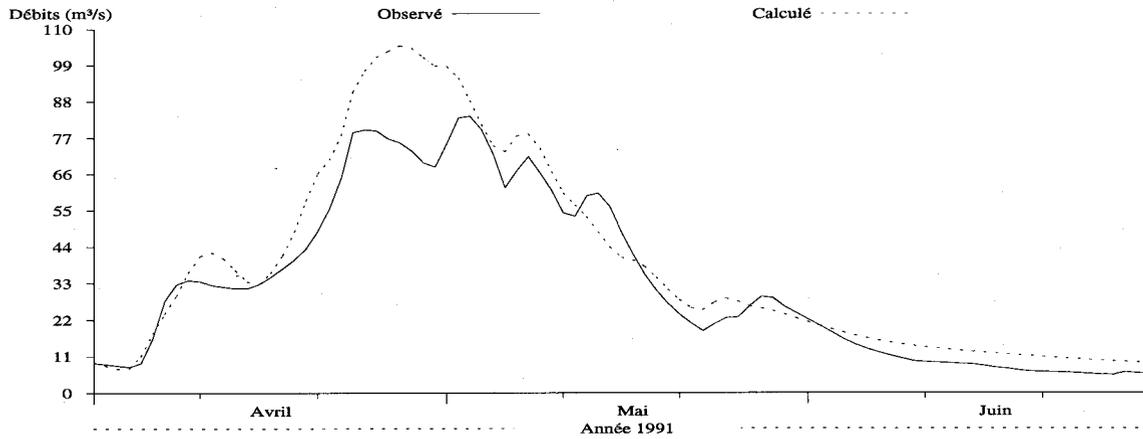


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8417

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 33.115 • cal.: 38.613  
Lame (mm) obs.: 238.87 • cal.: 278.52



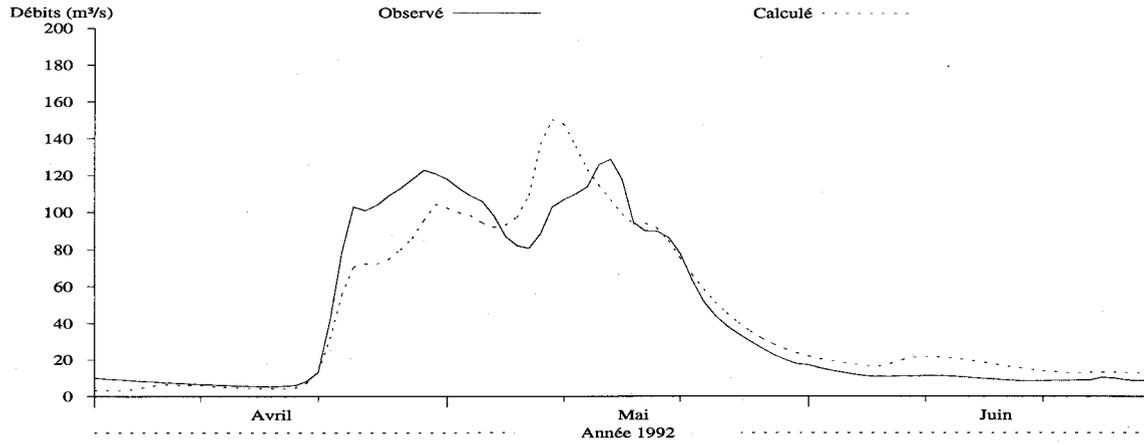
b)

Figure M7.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8883

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 43.478 • cal.: 44.072  
Lame (mm) obs.: 313.62 • cal.: 317.9

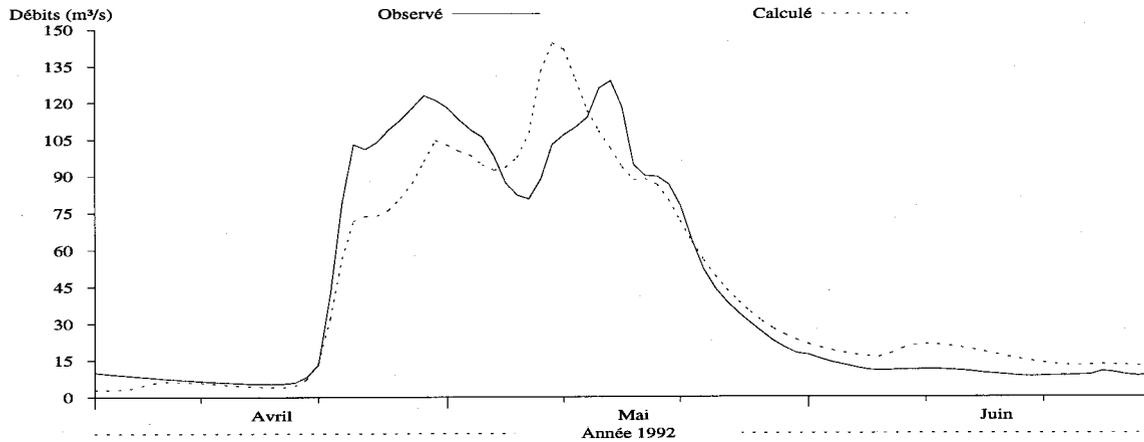


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8987

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 43.478 • cal.: 43.131  
Lame (mm) obs.: 313.62 • cal.: 311.11



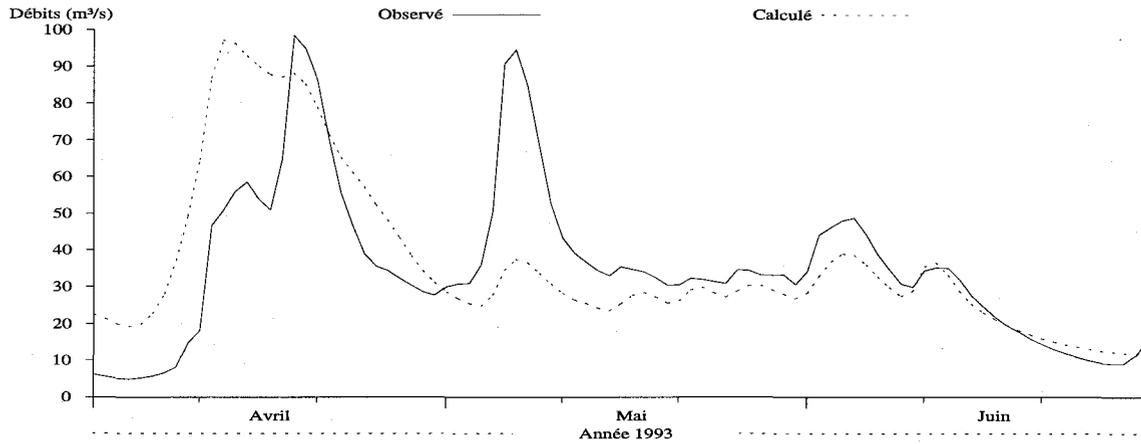
b)

Figure M7.8 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2615

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 35.193 • cal.: 36.322  
Lame (mm) obs.: 253.86 • cal.: 262

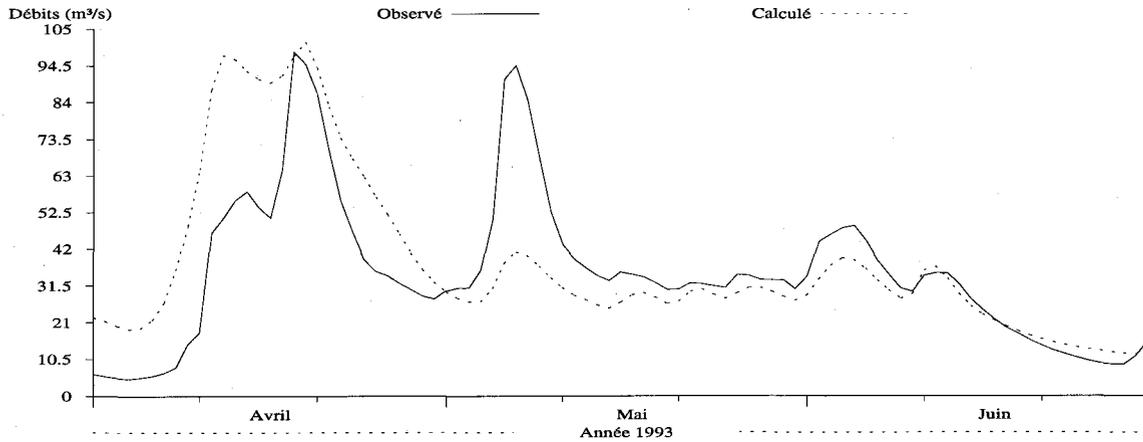


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2772

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 35.193 • cal.: 37.988  
Lame (mm) obs.: 253.86 • cal.: 274.01



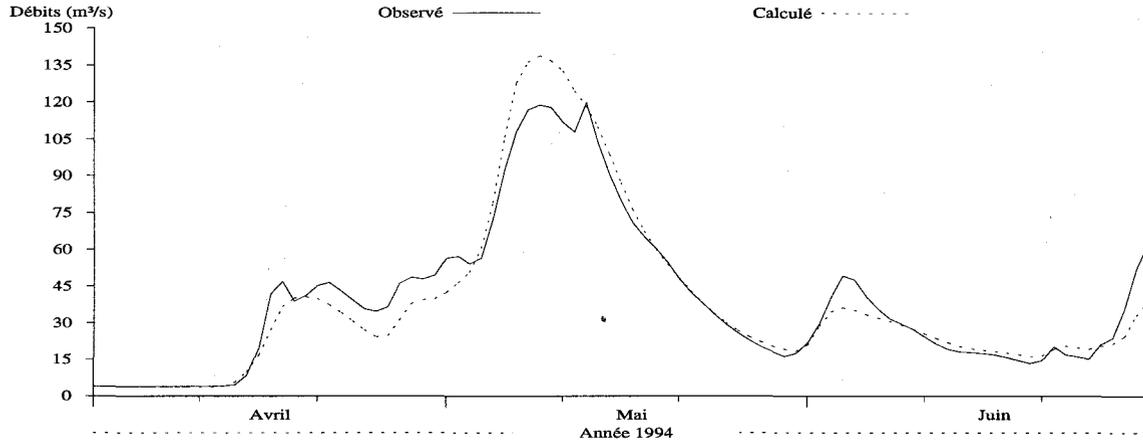
b)

Figure M7.9 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9297

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 39.158 • cal.: 38.599  
Lame (mm) obs.: 282.46 • cal.: 278.43

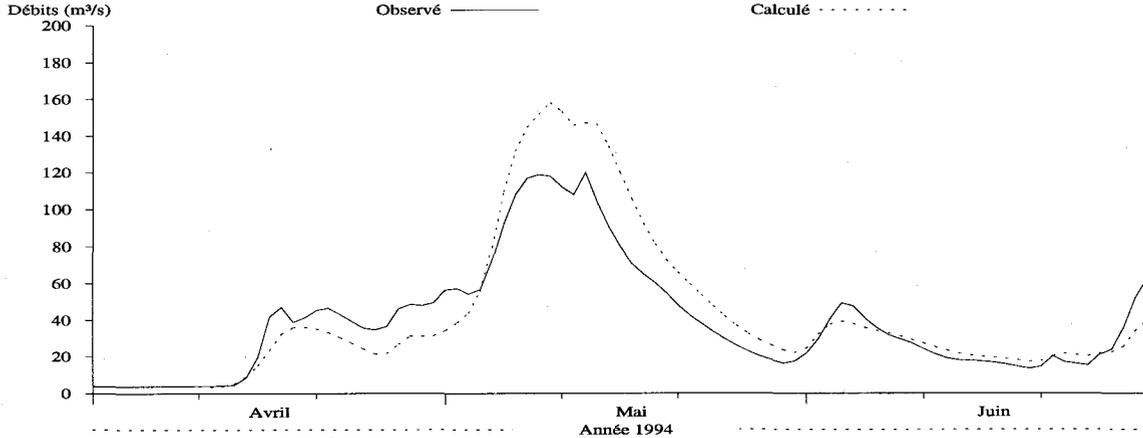


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7288

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 39.158 • cal.: 42.814  
Lame (mm) obs.: 282.46 • cal.: 308.83



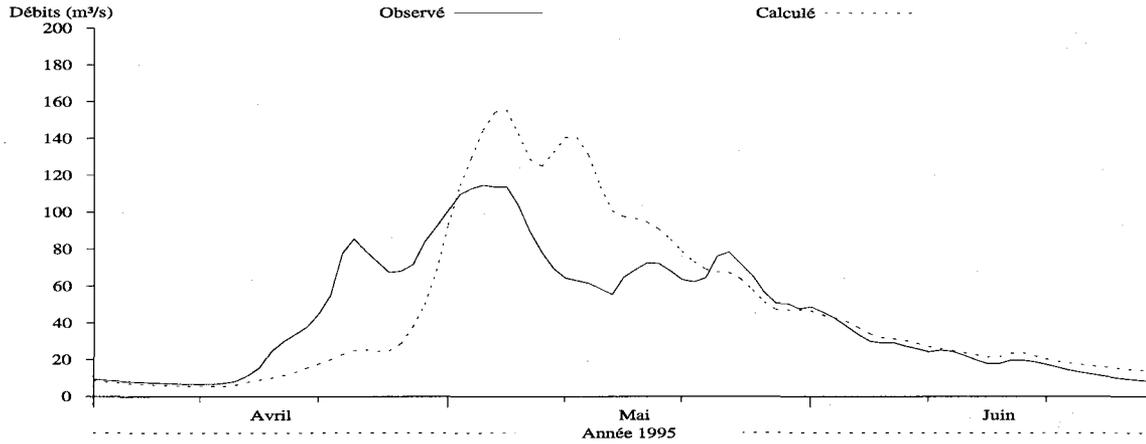
b)

Figure M7.10 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.3308

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 44.83 • cal.: 47.862  
Lame (mm) obs.: 323.37 • cal.: 345.24

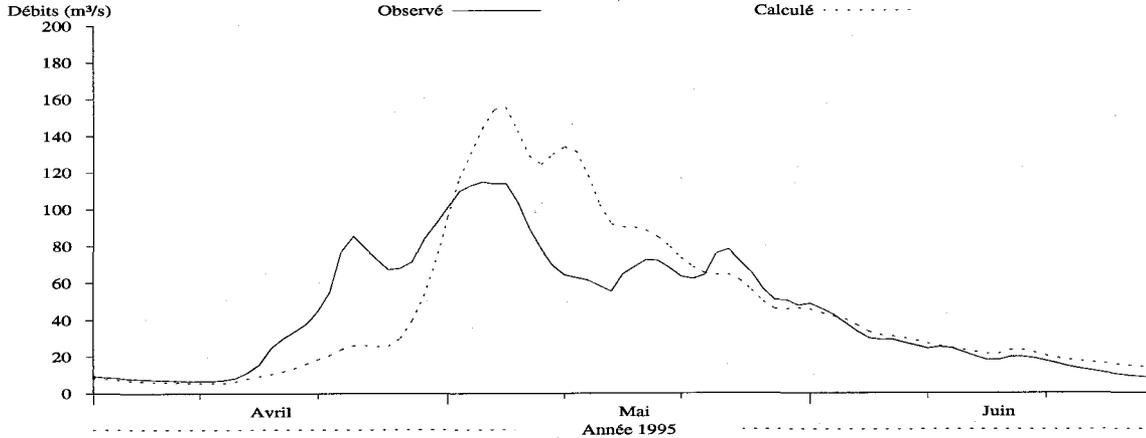


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: PPER  
Superficie du bassin versant: 1090 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4247

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 44.83 • cal.: 46.847  
Lame (mm) obs.: 323.37 • cal.: 337.92



b)

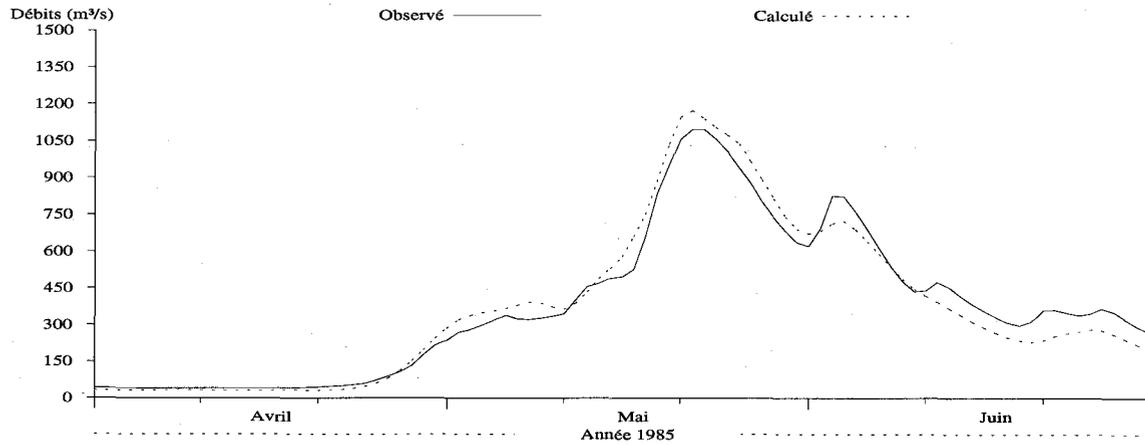
Figure M7.11 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la station 061801 de la rivière Petite Péribonka (PPER), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9641

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 375.74 • cal.: 373.22  
Lame (mm) obs.: 316.98 • cal.: 314.85

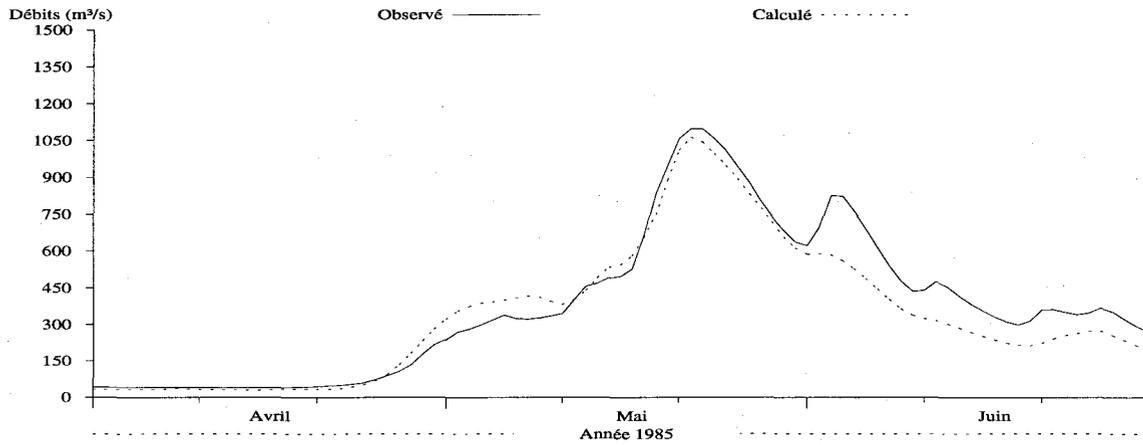


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9201

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 375.74 • cal.: 339.41  
Lame (mm) obs.: 316.98 • cal.: 286.33



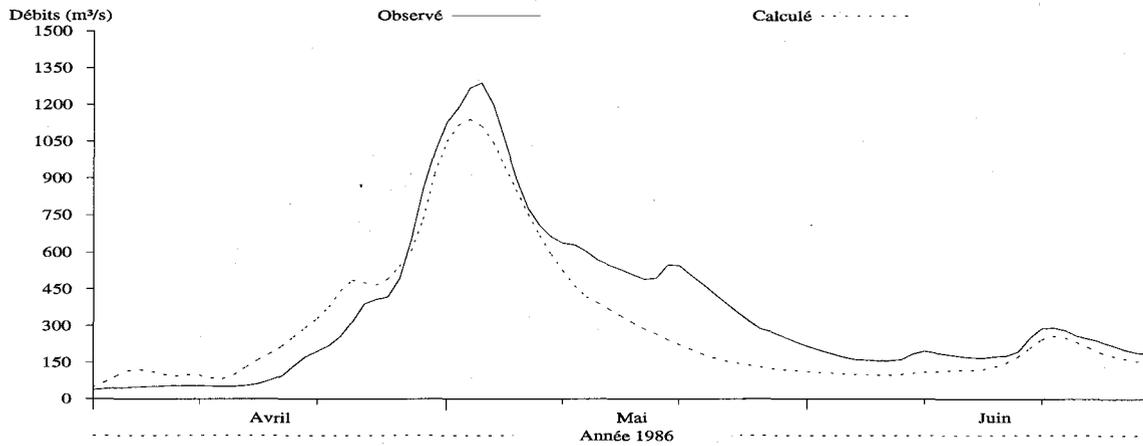
b)

Figure M8.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits Journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8372

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 356 • cal.: 302.29  
Lame (mm) obs.: 300.32 • cal.: 255.02

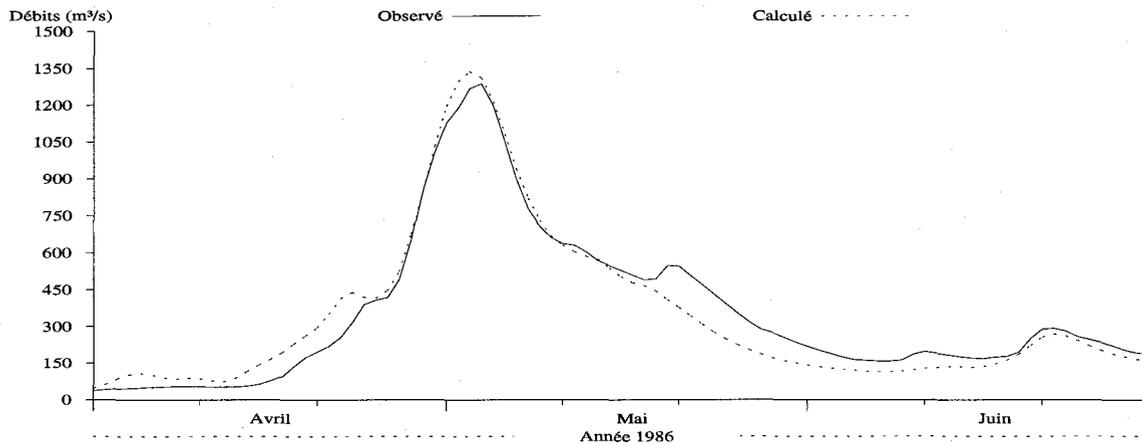


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9496

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 356 • cal.: 346.37  
Lame (mm) obs.: 300.32 • cal.: 292.2



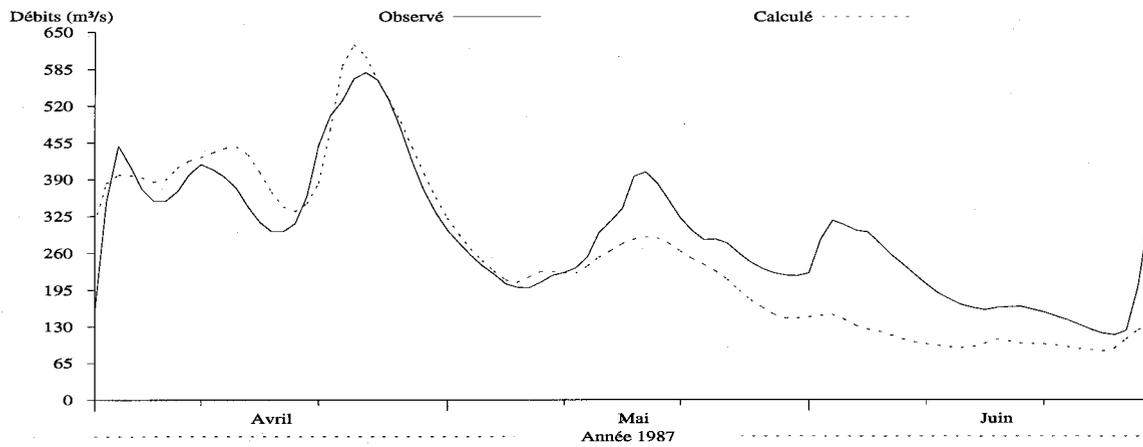
b)

Figure M8.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5393

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 291.74 • cal.: 258.39  
Lame (mm) obs.: 246.11 • cal.: 217.98

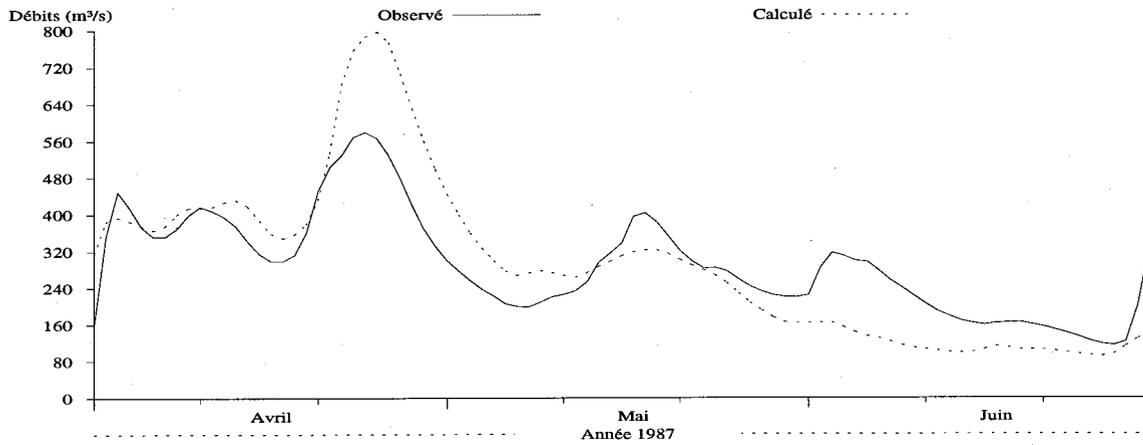


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2469

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 291.74 • cal.: 294.13  
Lame (mm) obs.: 246.11 • cal.: 248.13



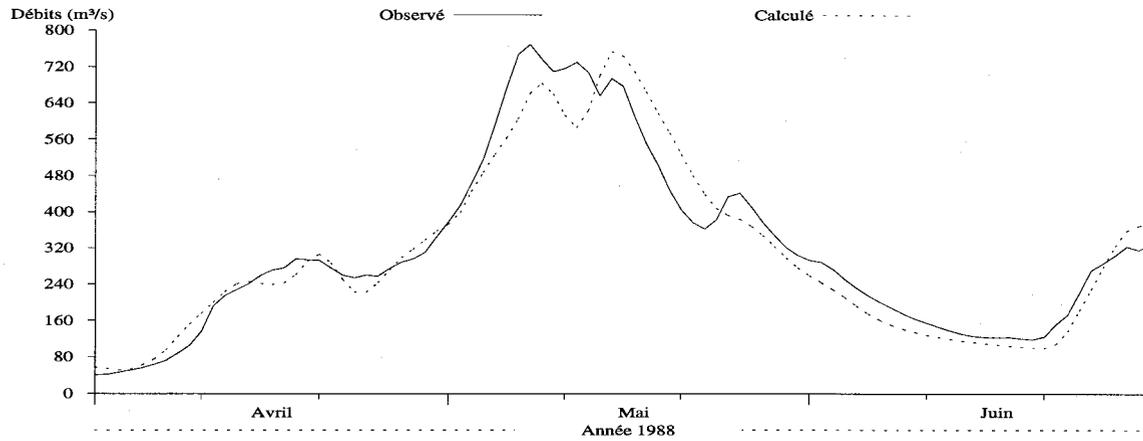
b)

Figure M8.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9272

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 314.81 • cal.: 307.03  
Lame (mm) obs.: 265.57 • cal.: 259.02

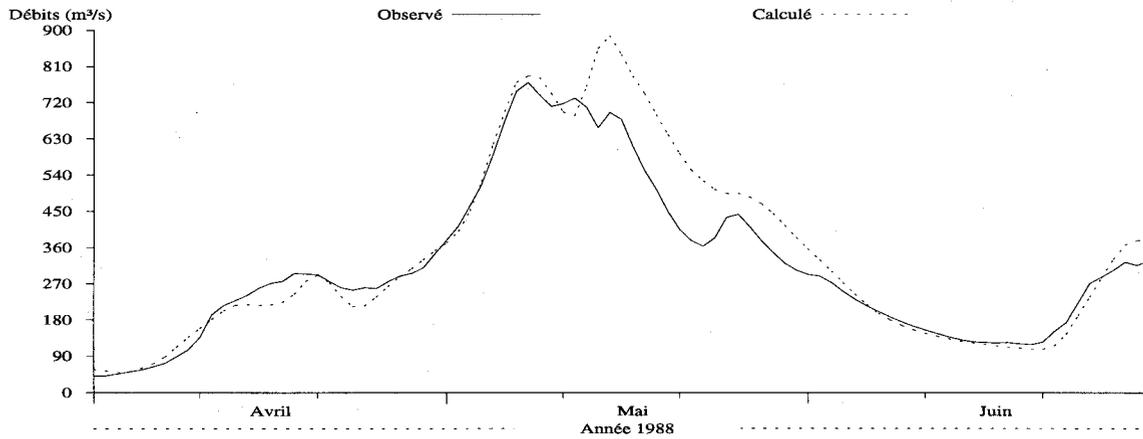


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8682

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 314.81 • cal.: 341.98  
Lame (mm) obs.: 265.57 • cal.: 288.49



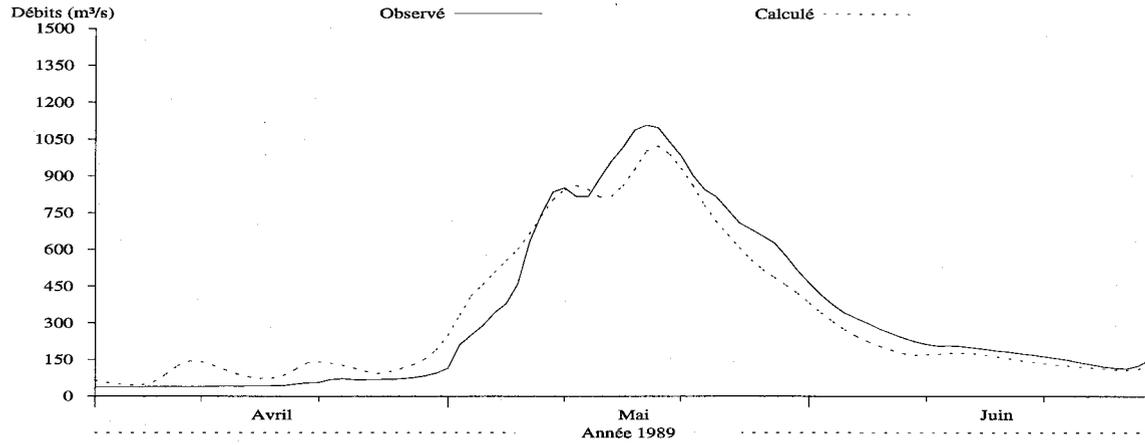
b)

Figure M8.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9442

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 331.38 • cal.: 327.56  
Lame (mm) obs.: 279.56 • cal.: 276.33

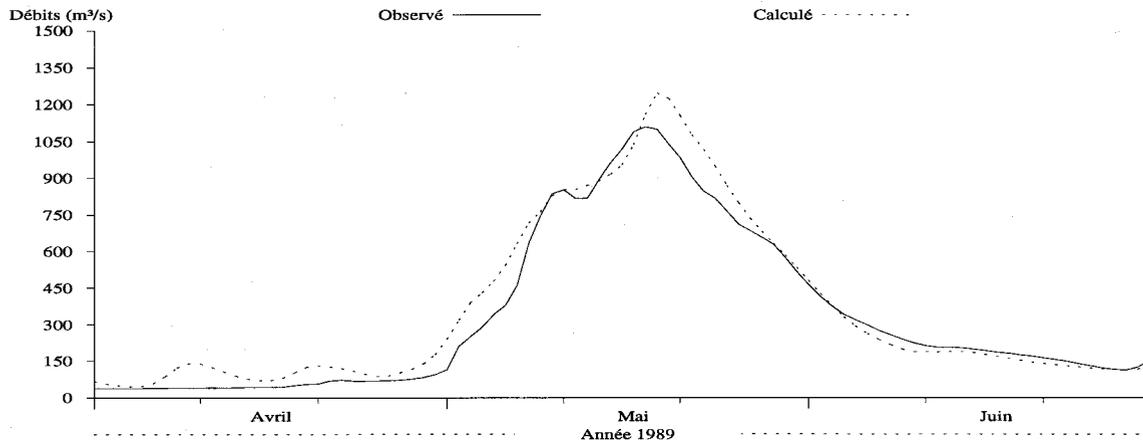


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9545

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 331.38 • cal.: 366.33  
Lame (mm) obs.: 279.56 • cal.: 309.04



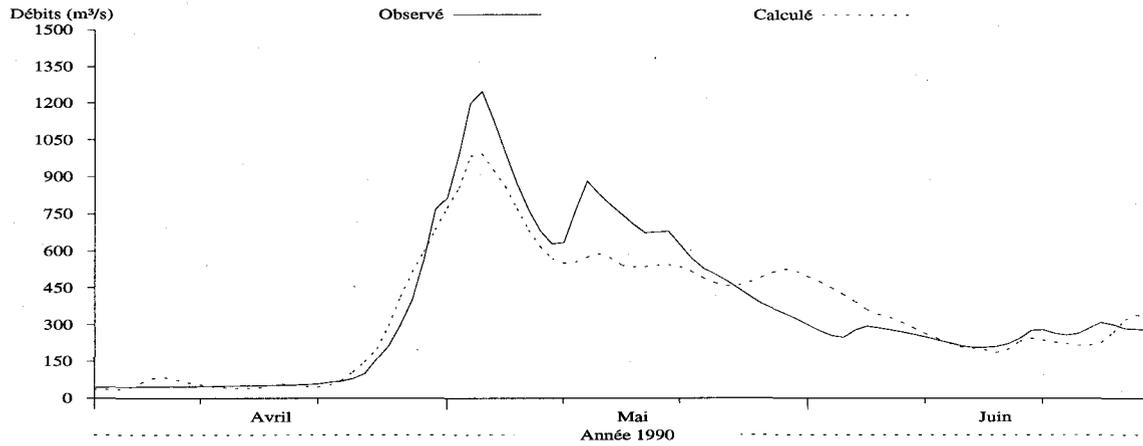
b)

Figure M8.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8821

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 365.79 • cal.: 350.27  
Lame (mm) obs.: 308.58 • cal.: 295.49

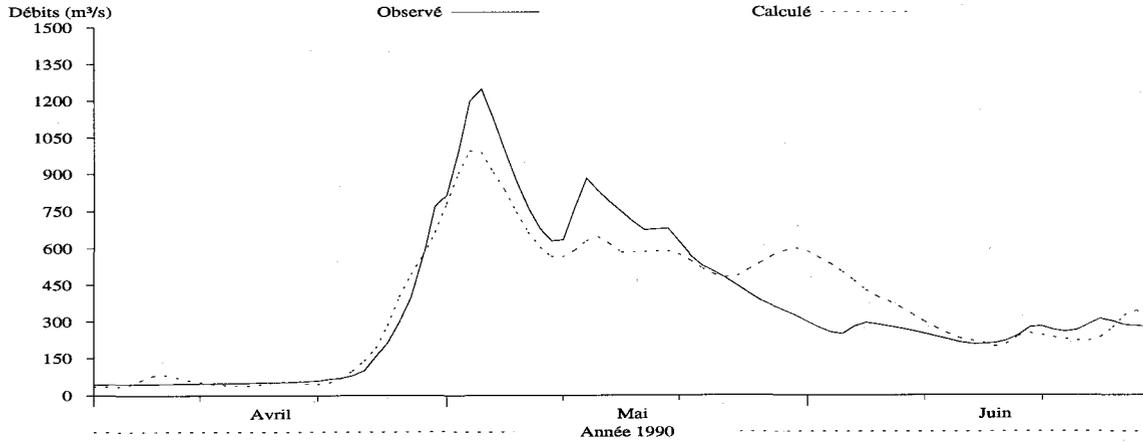


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8613

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 365.79 • cal.: 368.1  
Lame (mm) obs.: 308.58 • cal.: 310.53



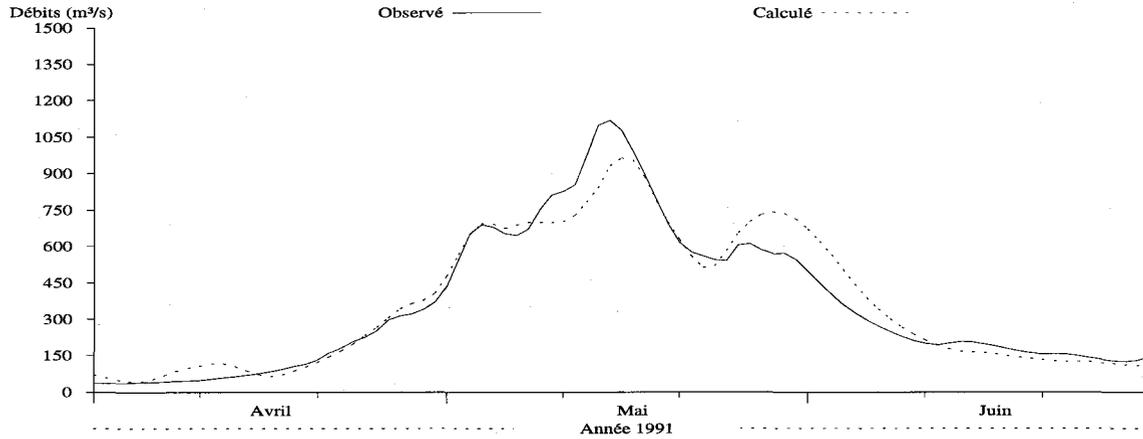
b)

Figure M8.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.934

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 359.92 • cal.: 369.09  
Lame (mm) obs.: 303.63 • cal.: 311.37

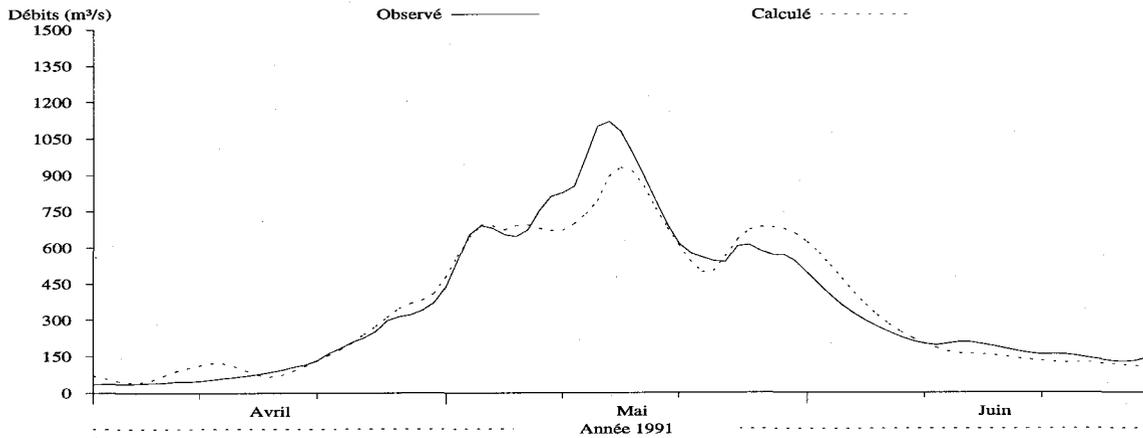


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9363

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 359.92 • cal.: 357.65  
Lame (mm) obs.: 303.63 • cal.: 301.72



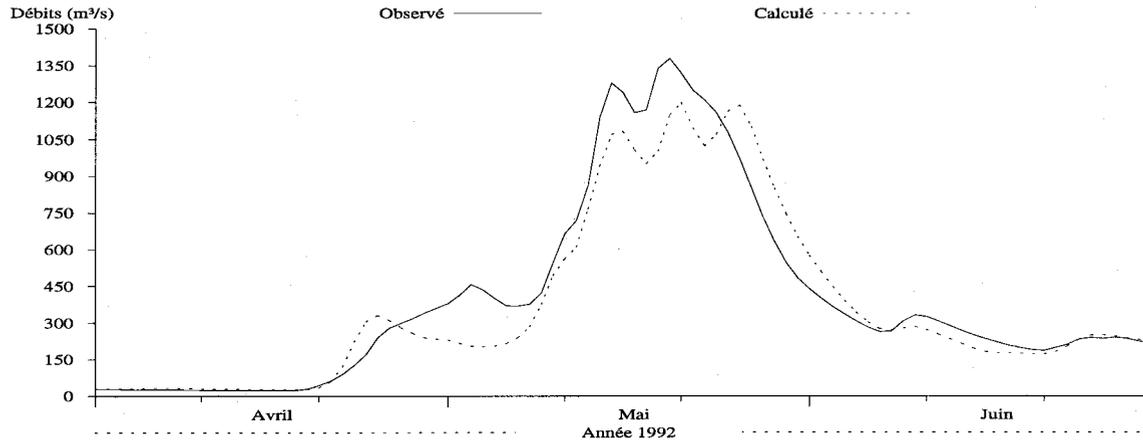
b)

Figure M8.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9134

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 397.89 • cal.: 371.68  
Lame (mm) obs.: 335.67 • cal.: 313.55

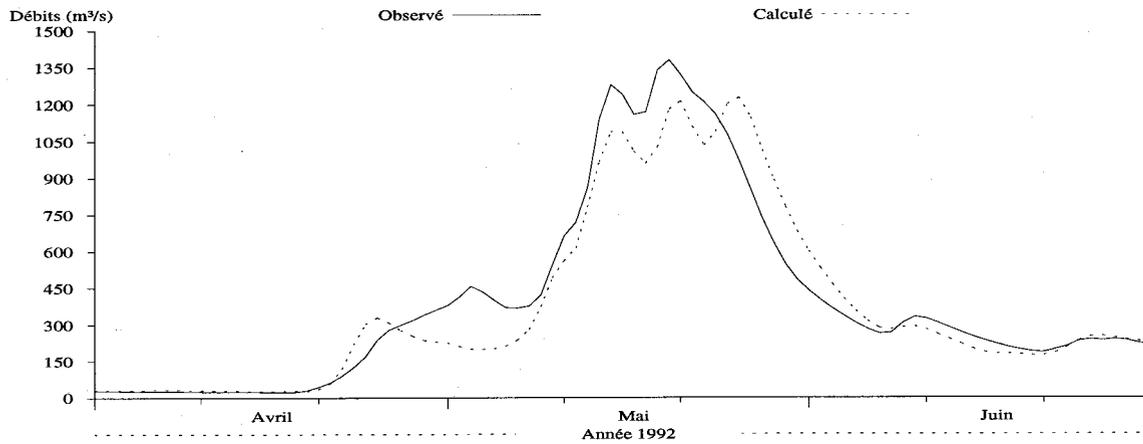


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9078

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 397.89 • cal.: 378.49  
Lame (mm) obs.: 335.67 • cal.: 319.3



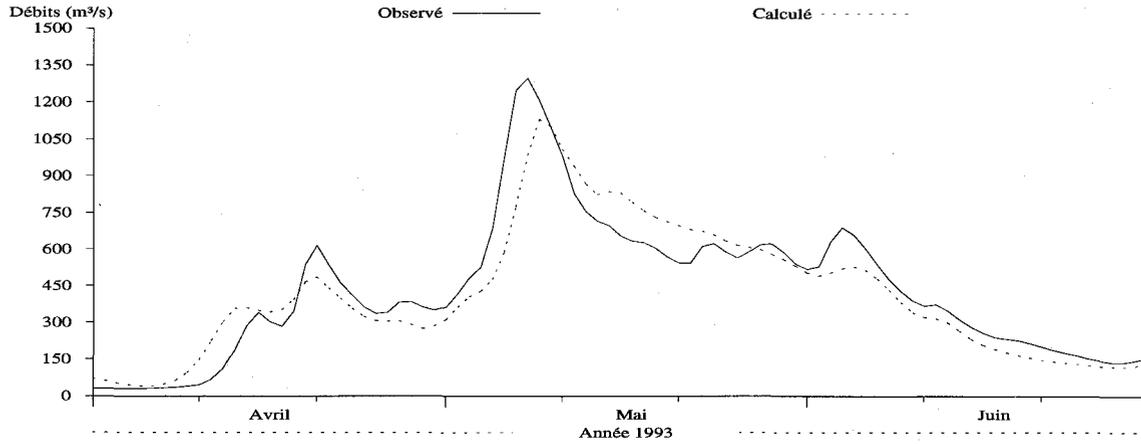
b)

Figure M8.8 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8524

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 429.91 • cal.: 414.35  
Lame (mm) obs.: 362.68 • cal.: 349.55

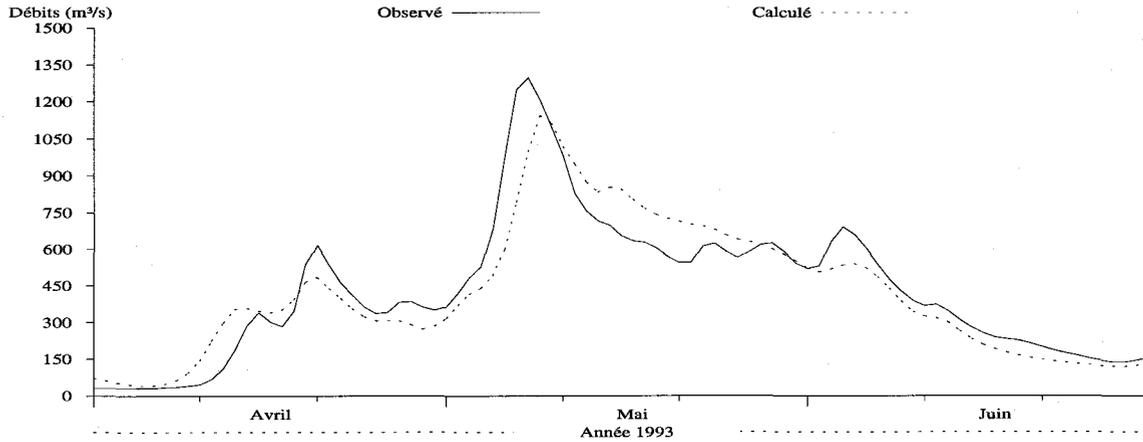


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8543

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 429.91 • cal.: 419.96  
Lame (mm) obs.: 362.68 • cal.: 354.28



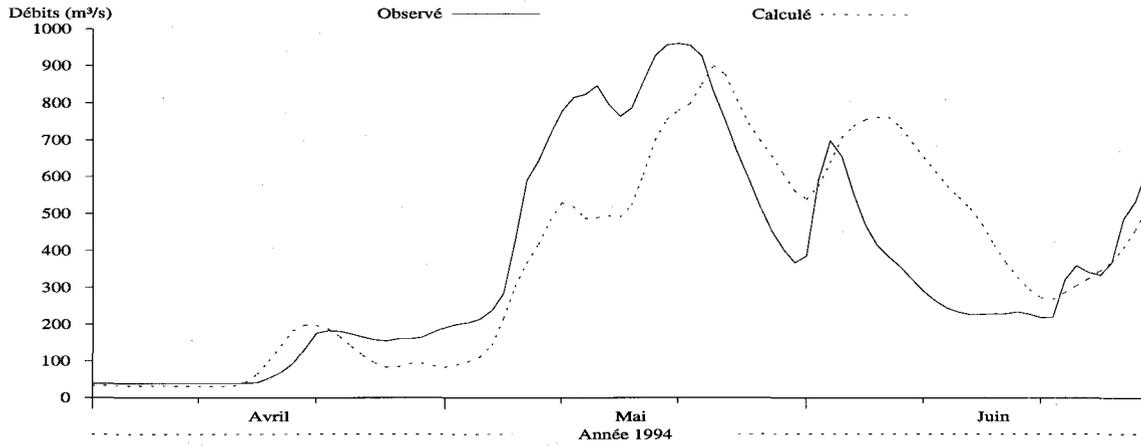
b)

Figure M8.9 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.616

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 366.8 • cal.: 373.48  
Lame (mm) obs.: 309.44 • cal.: 315.07

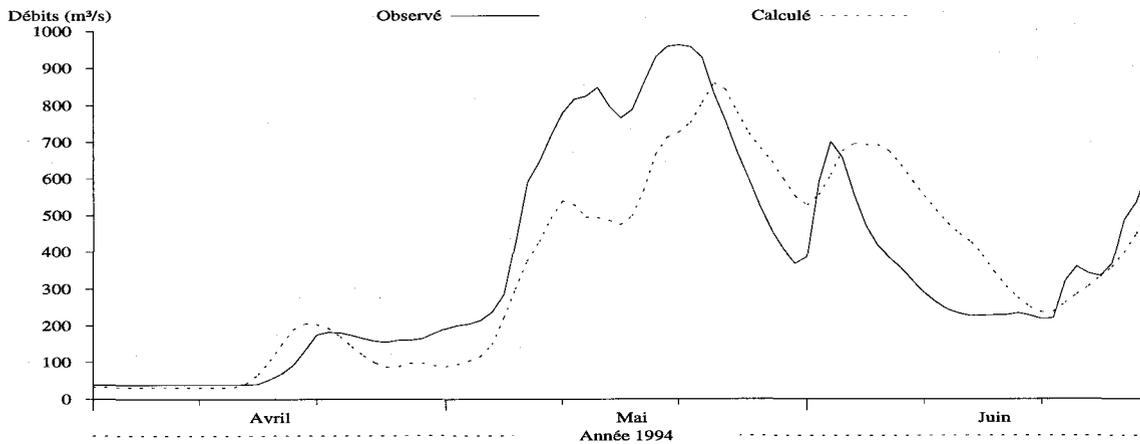


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6968

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 366.8 • cal.: 352.51  
Lame (mm) obs.: 309.44 • cal.: 297.38



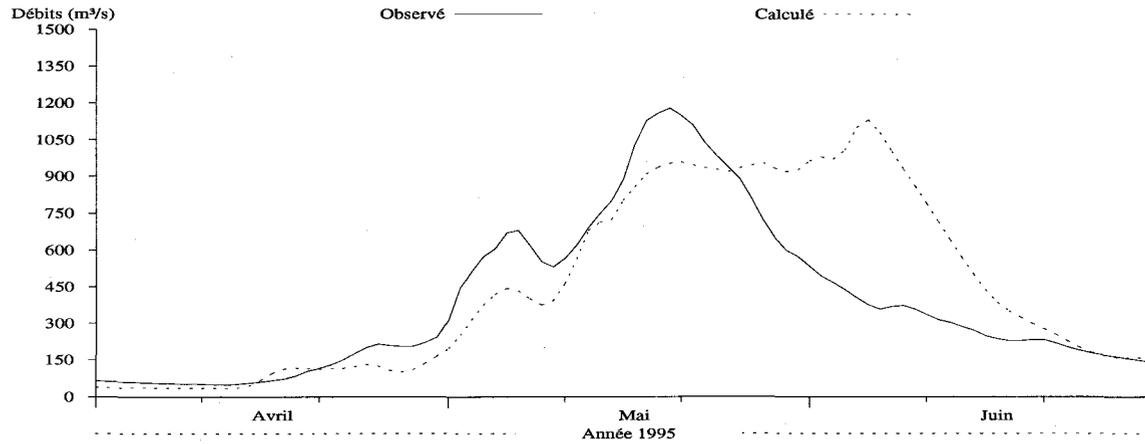
b)

Figure M8.10 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4231

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 392.09 • cal.: 449.12  
Lame (mm) obs.: 330.77 • cal.: 378.88

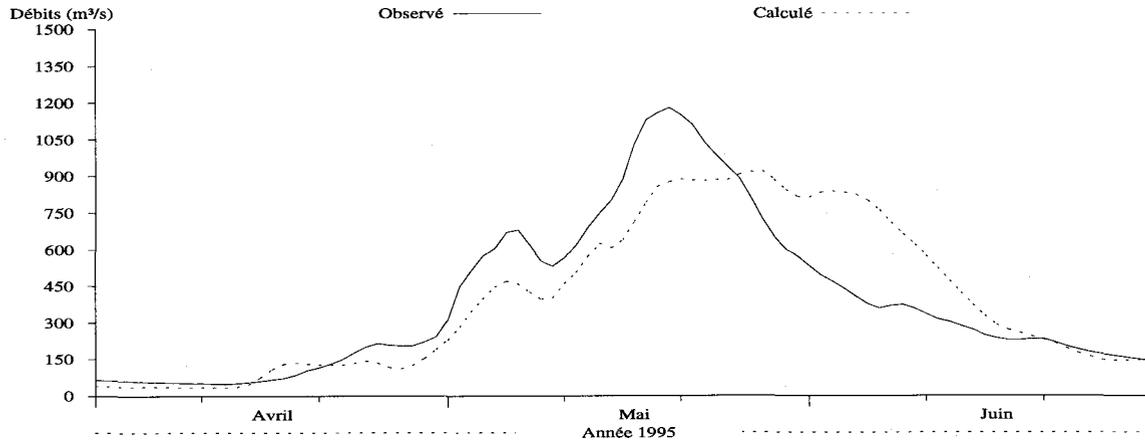


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISBI  
Superficie du bassin versant: 9320 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7072

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 392.09 • cal.: 395  
Lame (mm) obs.: 330.77 • cal.: 333.23



b)

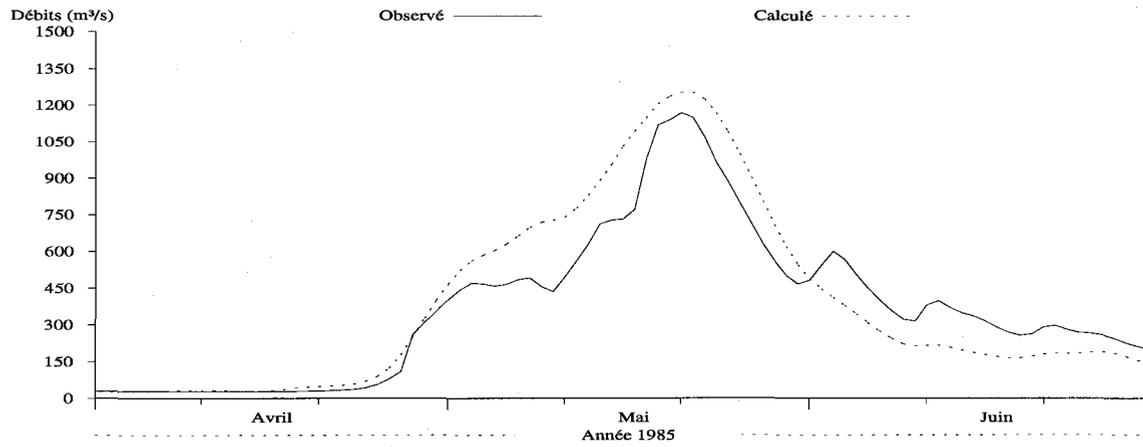
Figure M8.11 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la station 062101 de la rivière Mistassibi (MISBI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8231

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 369.44 • cal.: 395.07  
Lame (mm) obs.: 294.64 • cal.: 315.07

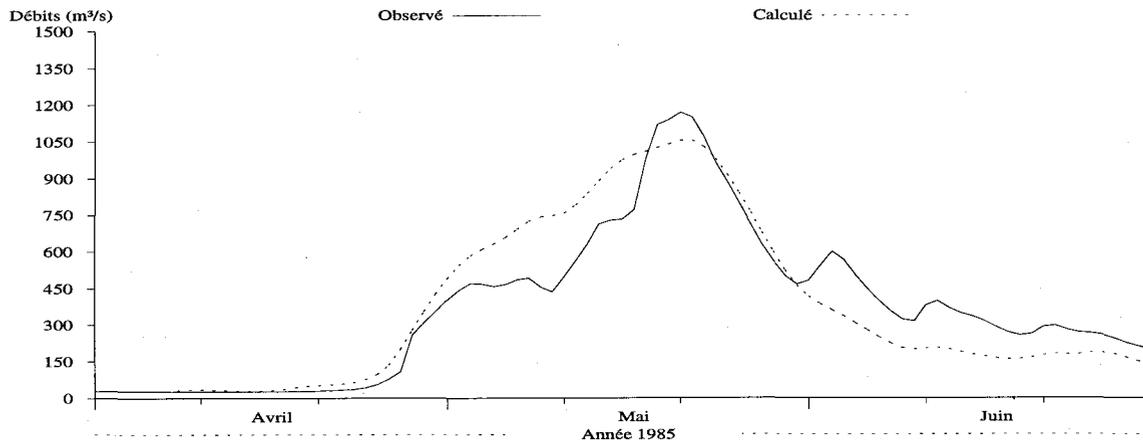


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8359

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 369.44 • cal.: 368.87  
Lame (mm) obs.: 294.64 • cal.: 294.18



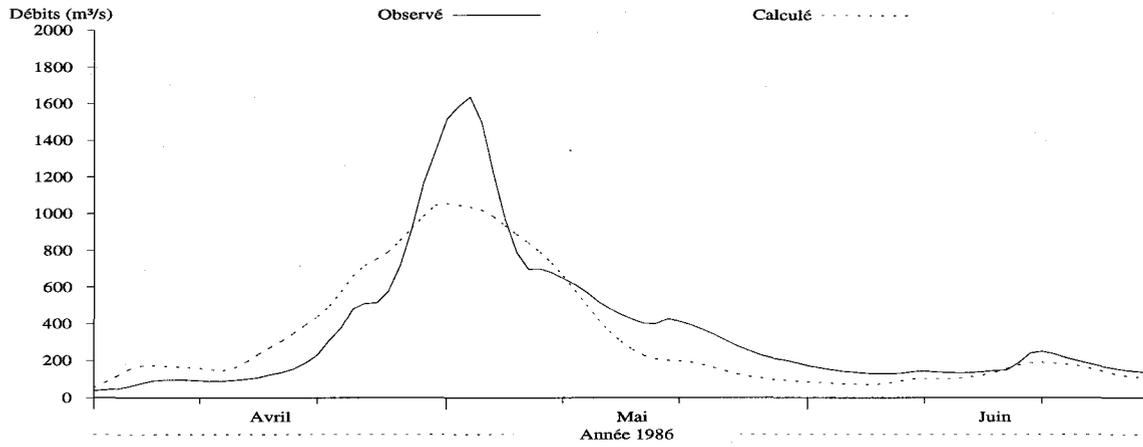
b)

Figure M9.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8096

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 365.98 • cal.: 331.36  
Lame (mm) obs.: 291.88 • cal.: 264.27

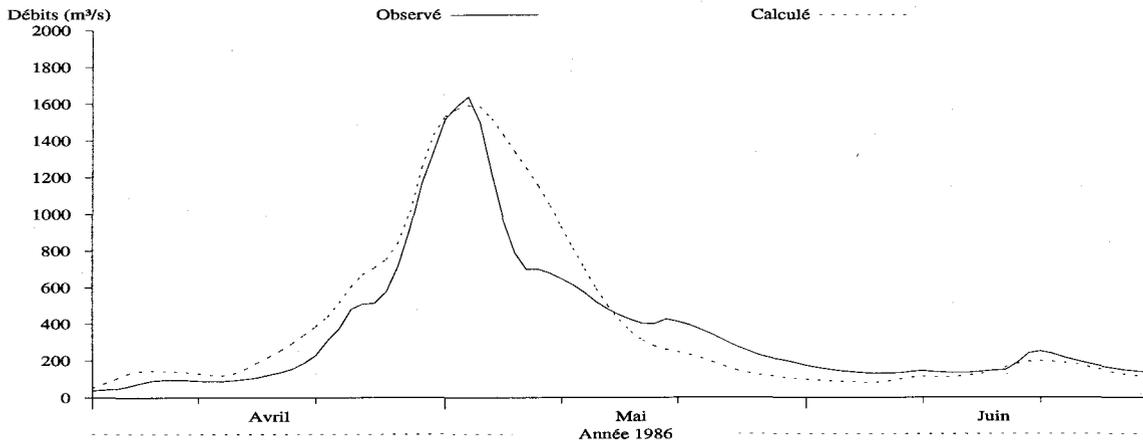


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8404

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 365.98 • cal.: 402.04  
Lame (mm) obs.: 291.88 • cal.: 320.64



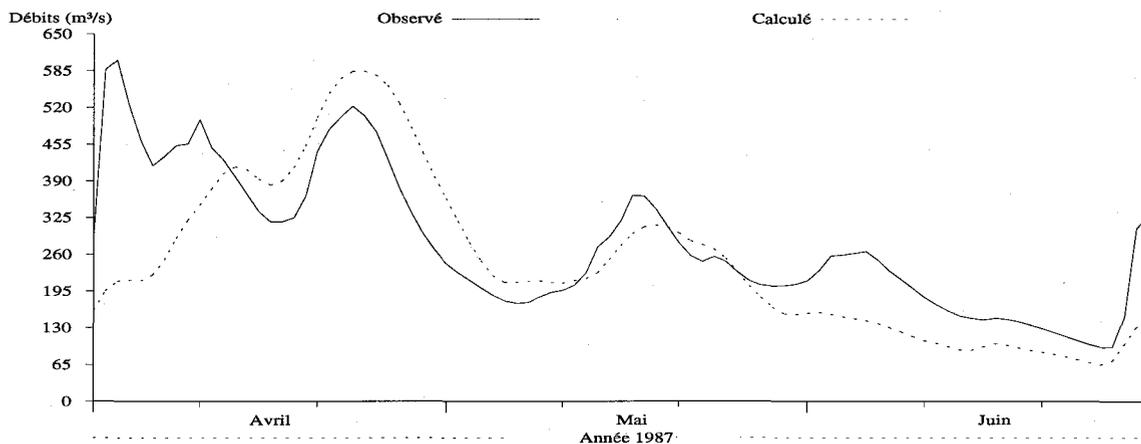
b)

Figure M9.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2386

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 281.14 • cal.: 249.9  
Lame (mm) obs.: 224.21 • cal.: 199.3

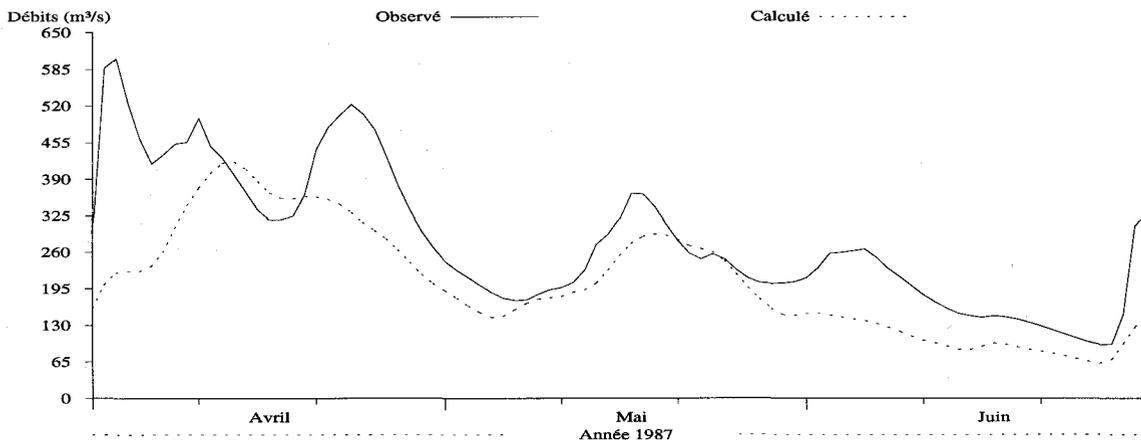


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2292

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 281.14 • cal.: 207.3  
Lame (mm) obs.: 224.21 • cal.: 165.33



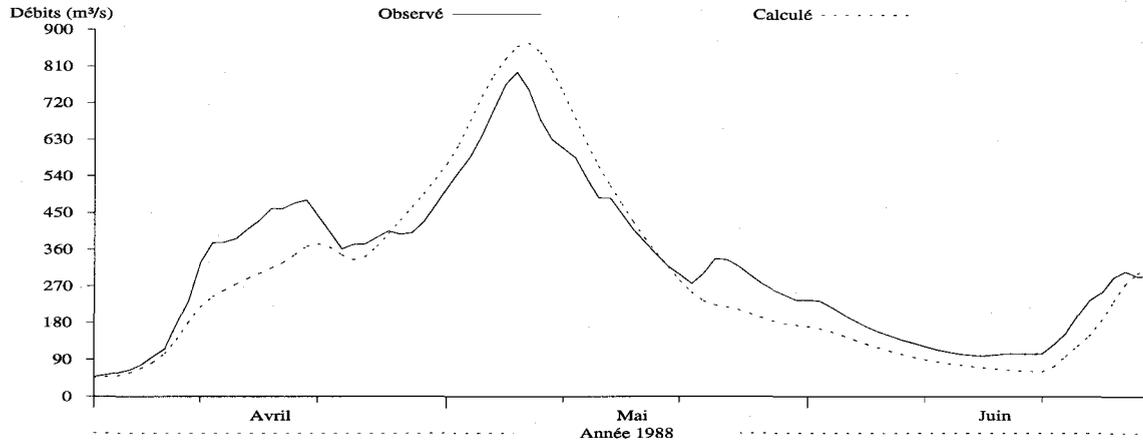
b)

Figure M9.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.842

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 320.43 • cal.: 298.33  
Lame (mm) obs.: 255.55 • cal.: 237.93

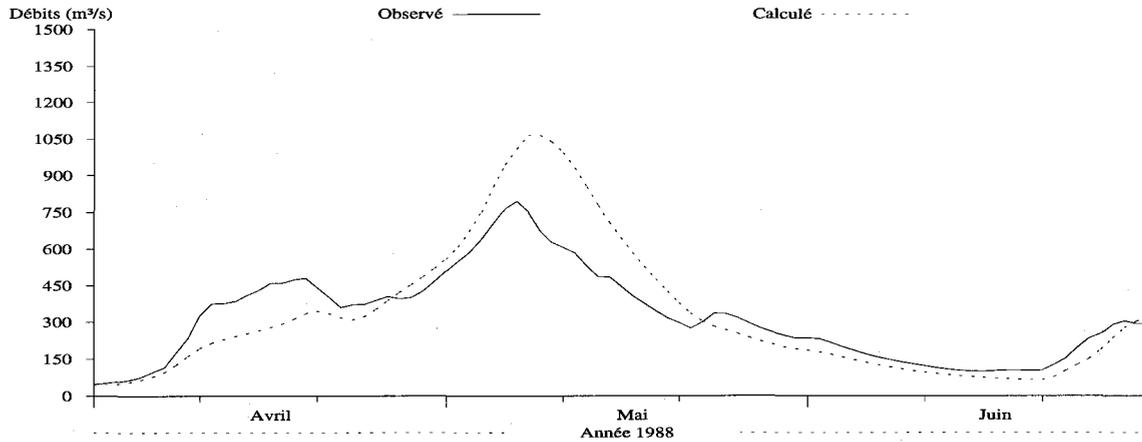


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4896

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 320.43 • cal.: 331.31  
Lame (mm) obs.: 255.55 • cal.: 264.22



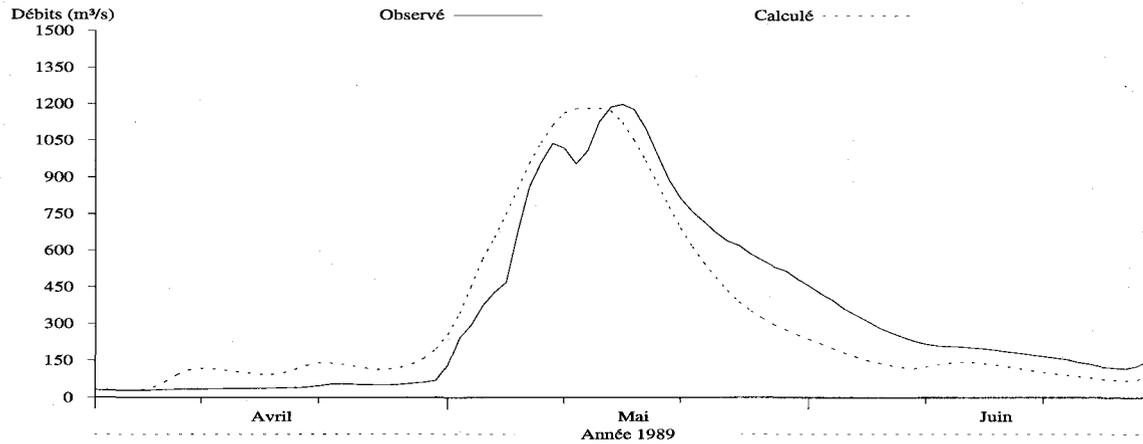
b)

Figure M9.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8723

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 340.94 • cal.: 321.41  
Lame (mm) obs.: 271.91 • cal.: 256.33

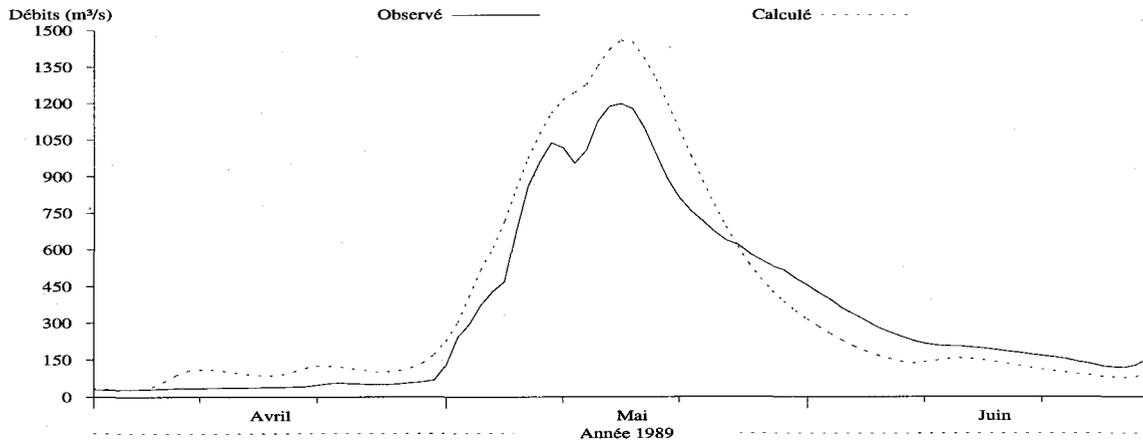


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8679

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 340.94 • cal.: 381  
Lame (mm) obs.: 271.91 • cal.: 303.86



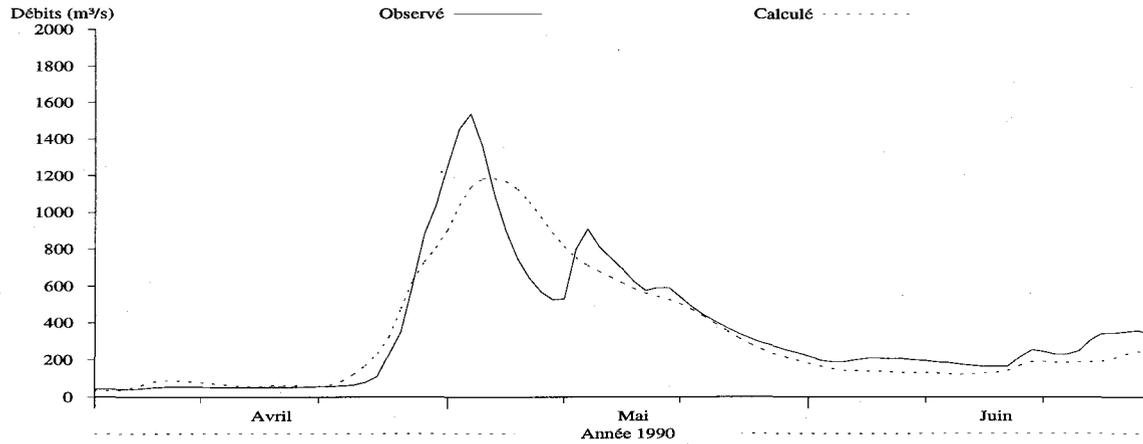
b)

Figure M9.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8447

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 356.35 • cal.: 337.21  
Lame (mm) obs.: 284.19 • cal.: 268.94

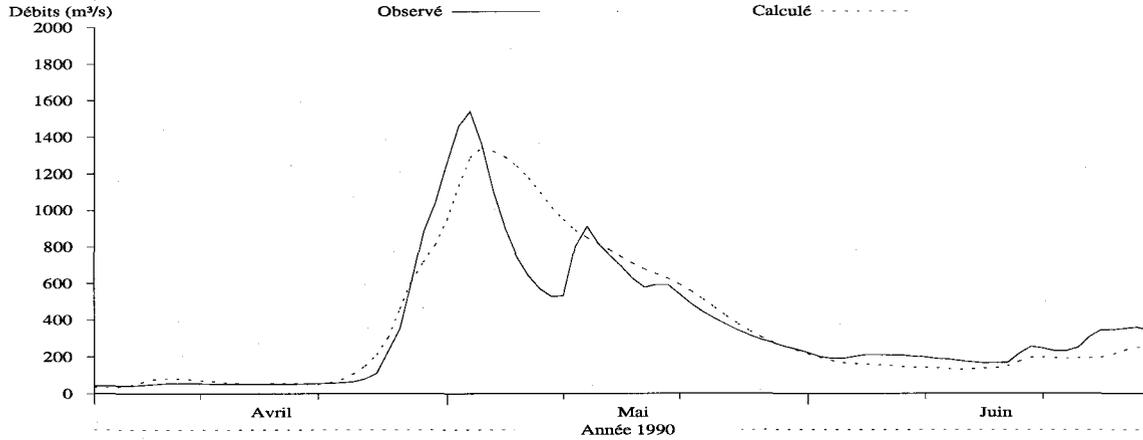


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8127

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 356.35 • cal.: 371.72  
Lame (mm) obs.: 284.19 • cal.: 296.46



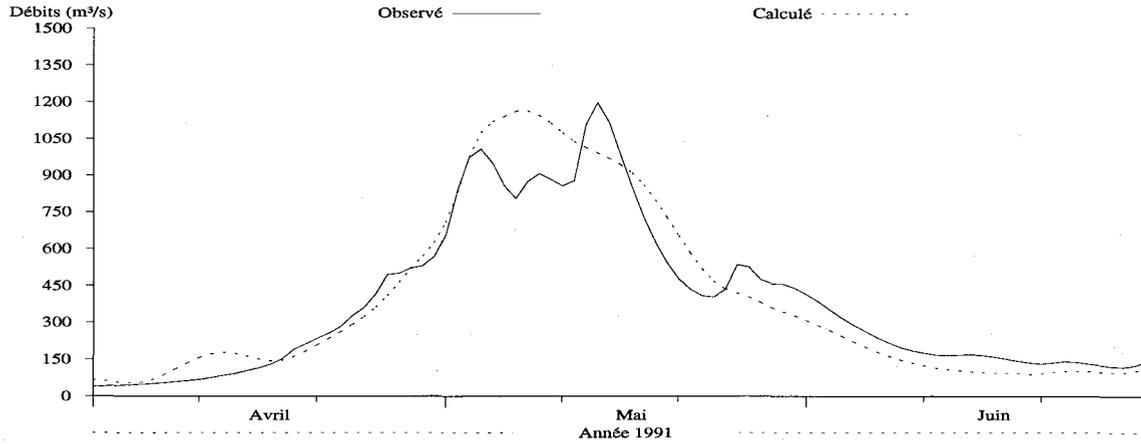
b)

Figure M9.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8874

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 381.02 • cal.: 390  
Lame (mm) obs.: 303.87 • cal.: 311.03

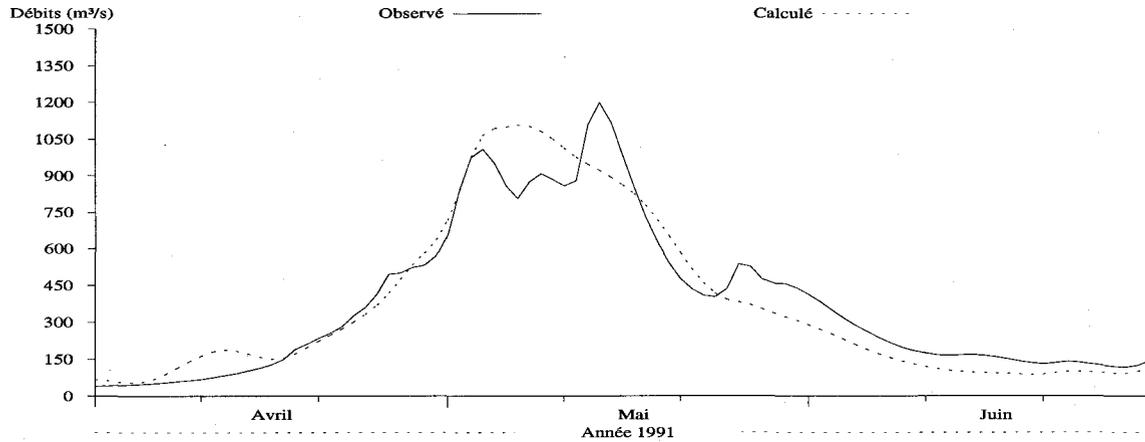


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9035

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 381.02 • cal.: 374.08  
Lame (mm) obs.: 303.87 • cal.: 298.34



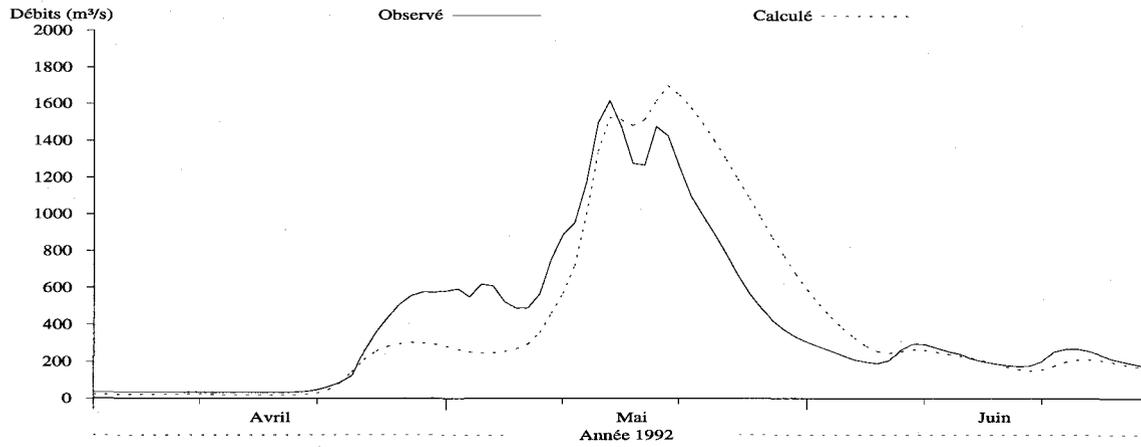
b)

Figure M9.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7228

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 417.3 • cal.: 430.77  
Lame (mm) obs.: 332.81 • cal.: 343.55

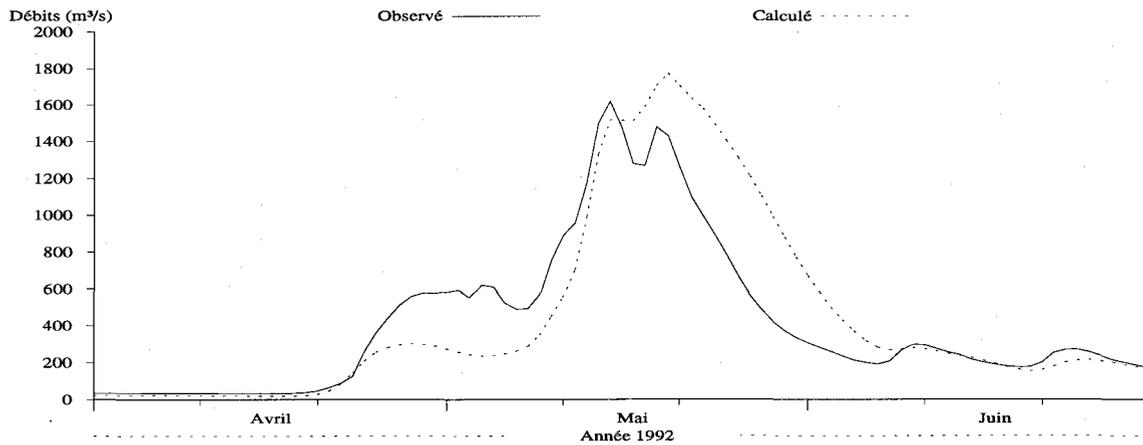


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6228

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 417.3 • cal.: 448.83  
Lame (mm) obs.: 332.81 • cal.: 357.95



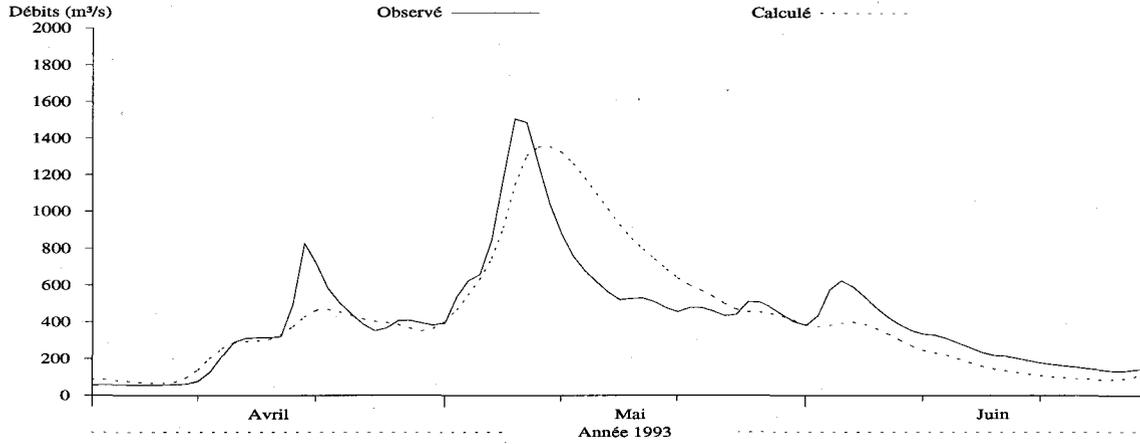
b)

Figure M9.8 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6673

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 422.04 • cal.: 426.72  
Lame (mm) obs.: 336.58 • cal.: 340.32

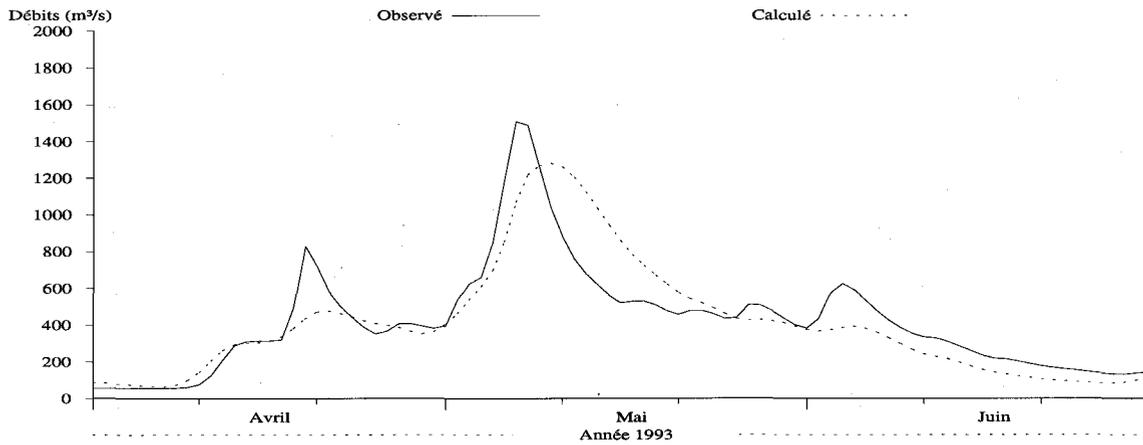


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.716

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 422.04 • cal.: 409.85  
Lame (mm) obs.: 336.58 • cal.: 326.87



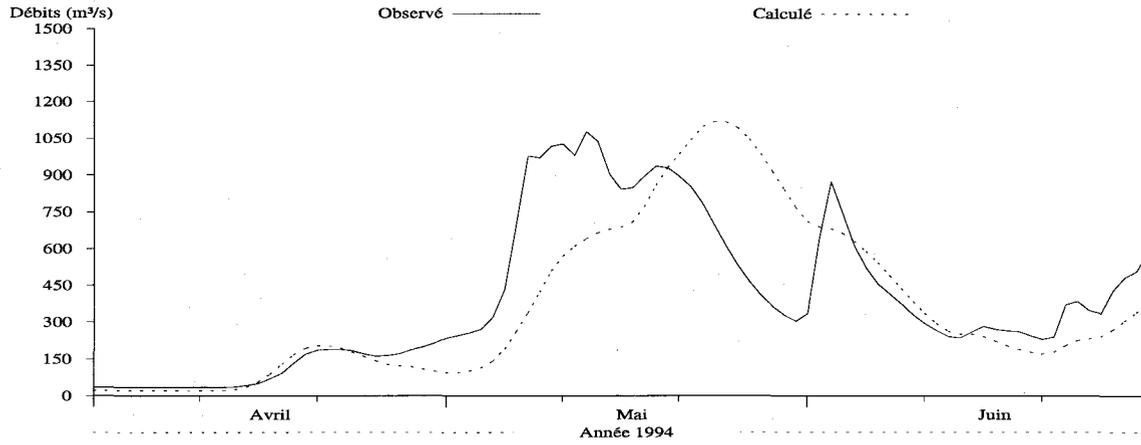
b)

Figure M9.9 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4283

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 397.02 • cal.: 372.88  
Lame (mm) obs.: 316.64 • cal.: 297.38

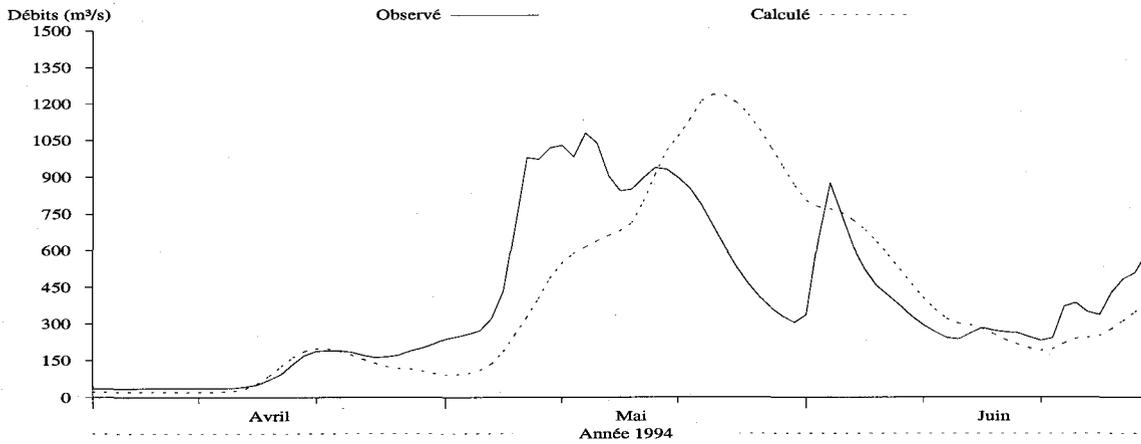


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2602

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 397.02 • cal.: 399.2  
Lame (mm) obs.: 316.64 • cal.: 318.37



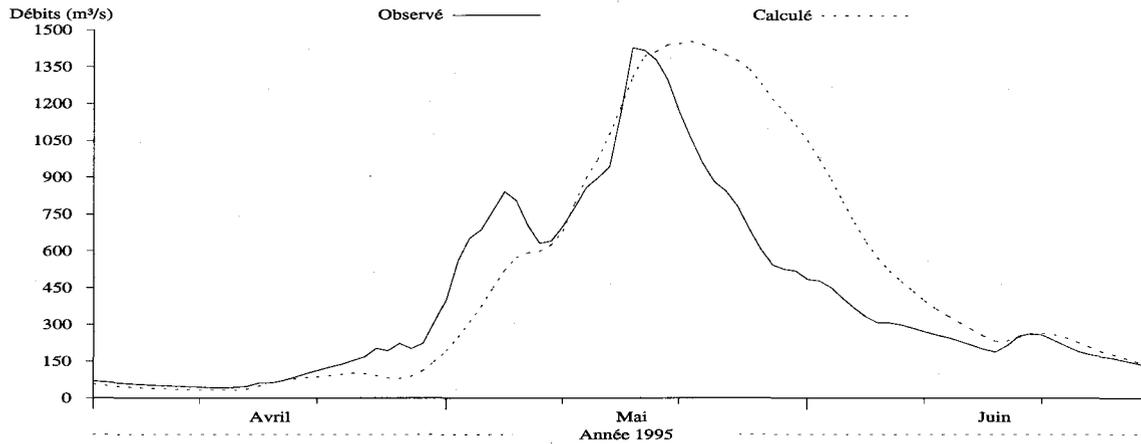
b)

Figure M9.10 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5246

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 409.49 • cal.: 488.03  
Lame (mm) obs.: 326.58 • cal.: 389.21

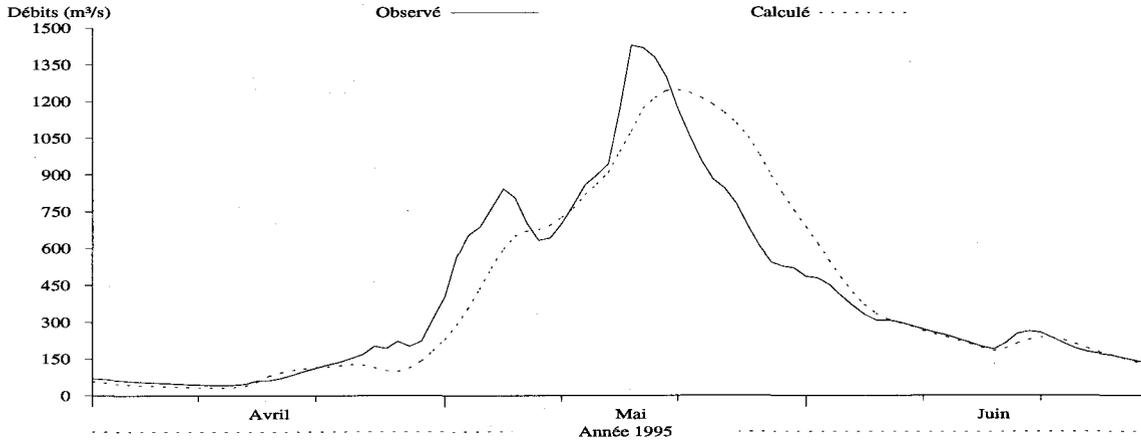


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: MISNI  
Superficie du bassin versant: 9858.5 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8535

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 409.49 • cal.: 410.96  
Lame (mm) obs.: 326.58 • cal.: 327.75



b)

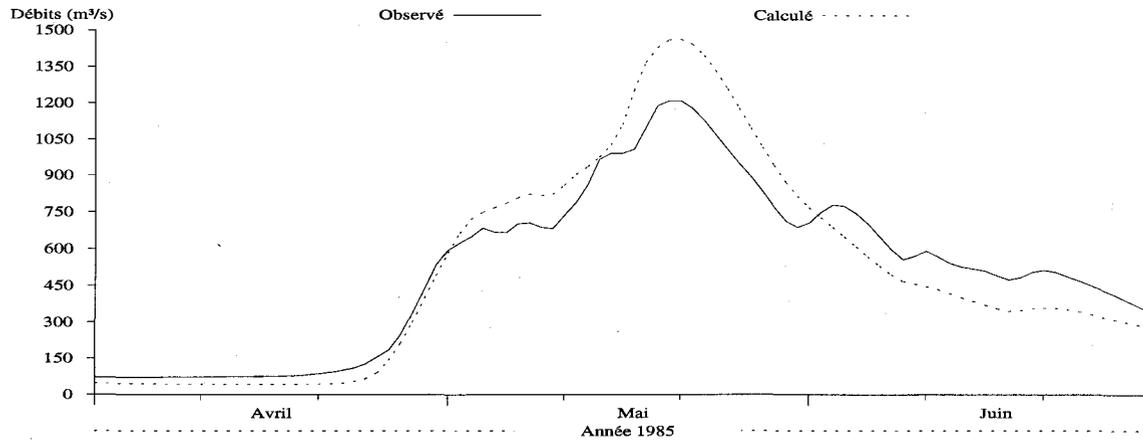
Figure M9.11 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la station 062102 de la rivière Mistassini (MISNI), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8648

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 519.11 • cal.: 522.27  
Lame (mm) obs.: 266.19 • cal.: 267.81

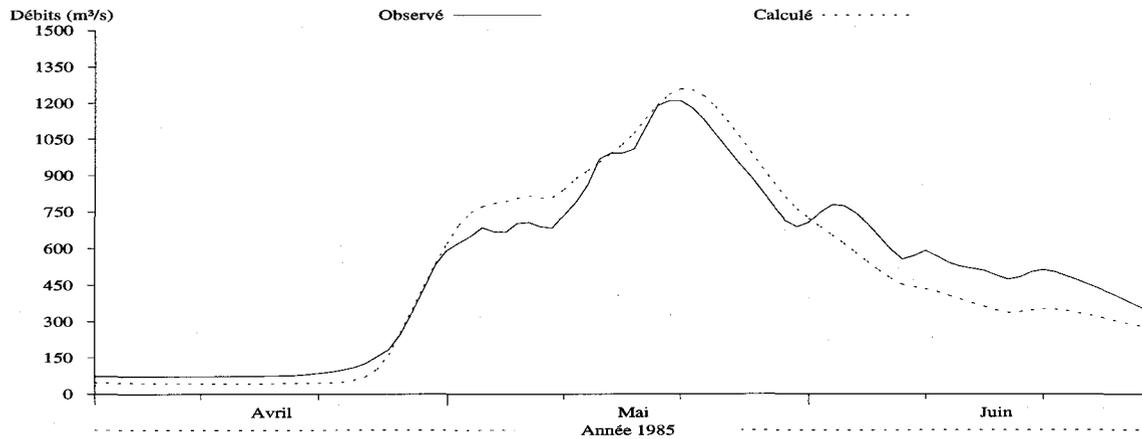


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.925

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 519.11 • cal.: 495.33  
Lame (mm) obs.: 266.19 • cal.: 254



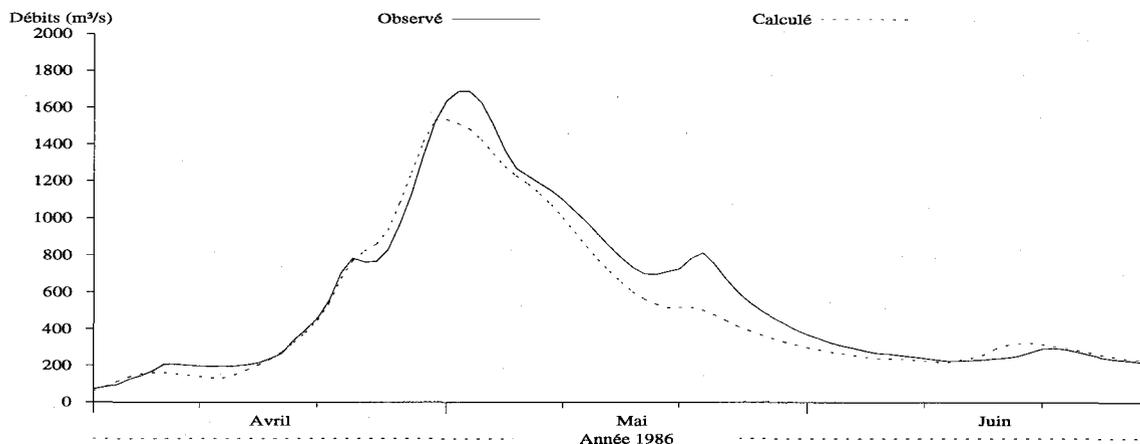
b)

Figure M10.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9454

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 561.29 • cal.: 511.68  
Lame (mm) obs.: 287.82 • cal.: 262.38

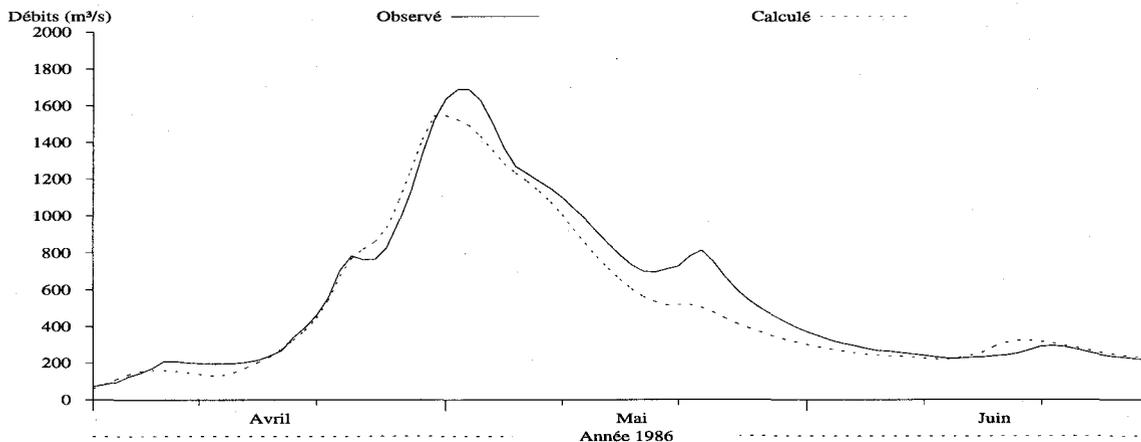


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9465

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 561.29 • cal.: 512.74  
Lame (mm) obs.: 287.82 • cal.: 262.93



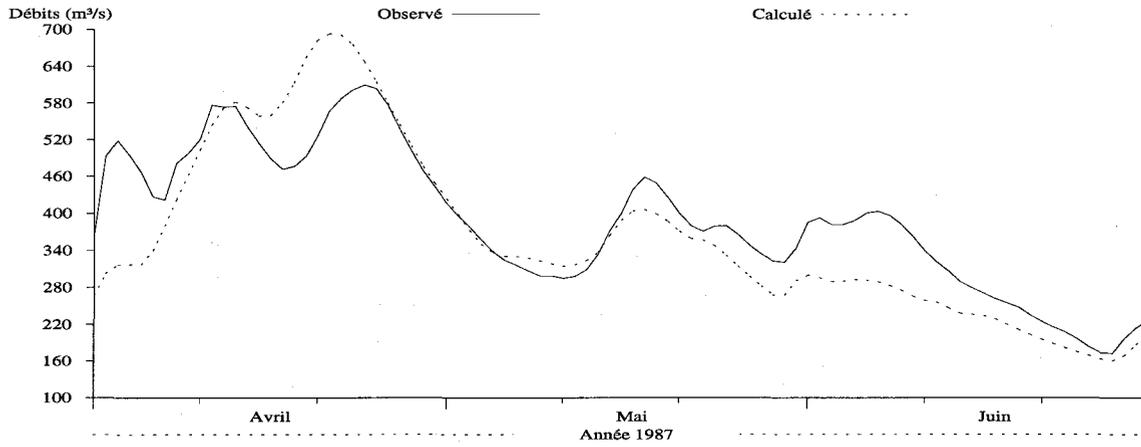
b)

Figure M10.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6153

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 387.78 • cal.: 363.64  
Lame (mm) obs.: 198.85 • cal.: 186.47

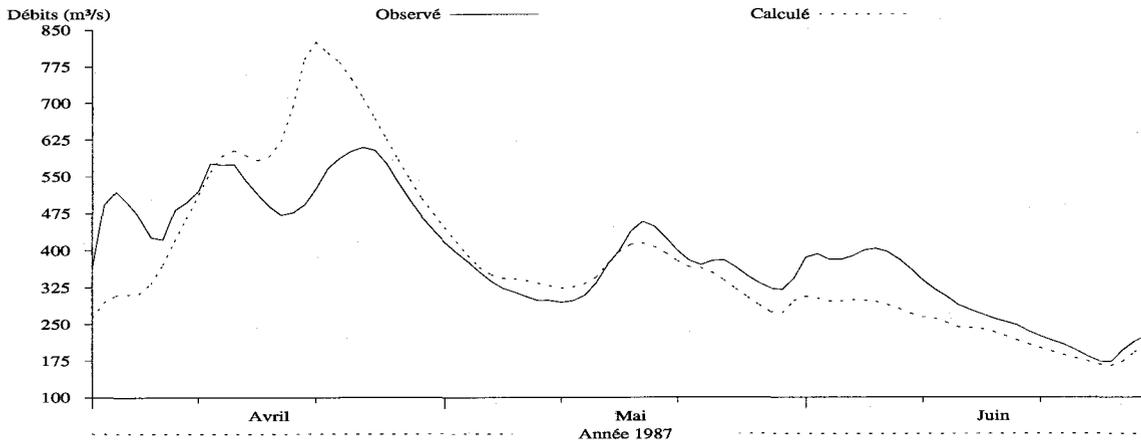


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.3787

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 387.78 • cal.: 380.67  
Lame (mm) obs.: 198.85 • cal.: 195.2



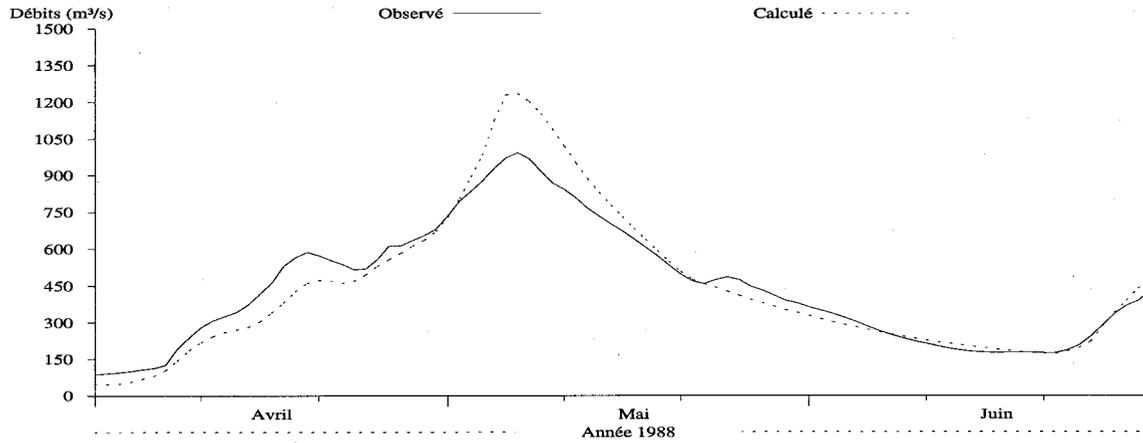
b)

Figure M10.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8832

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 440.83 • cal.: 442.63  
Lame (mm) obs.: 226.05 • cal.: 226.98

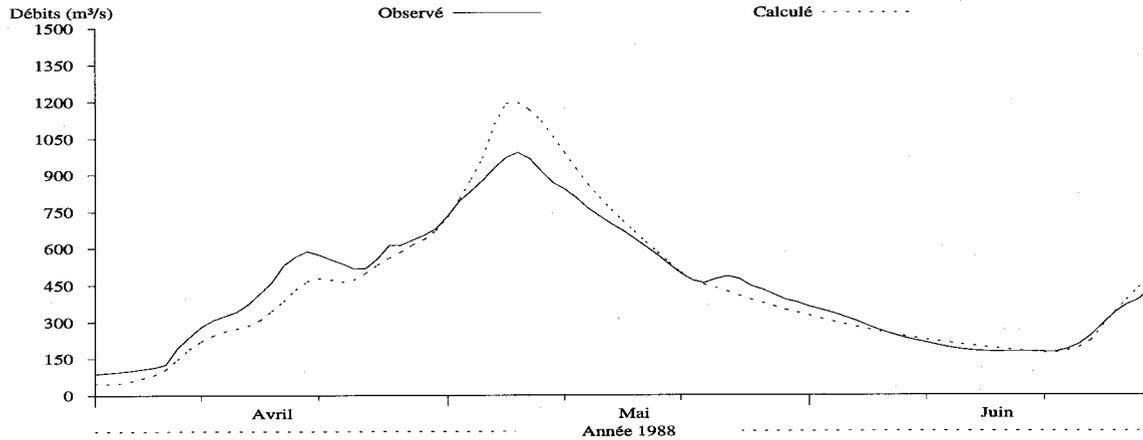


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9072

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 440.83 • cal.: 438.34  
Lame (mm) obs.: 226.05 • cal.: 224.77



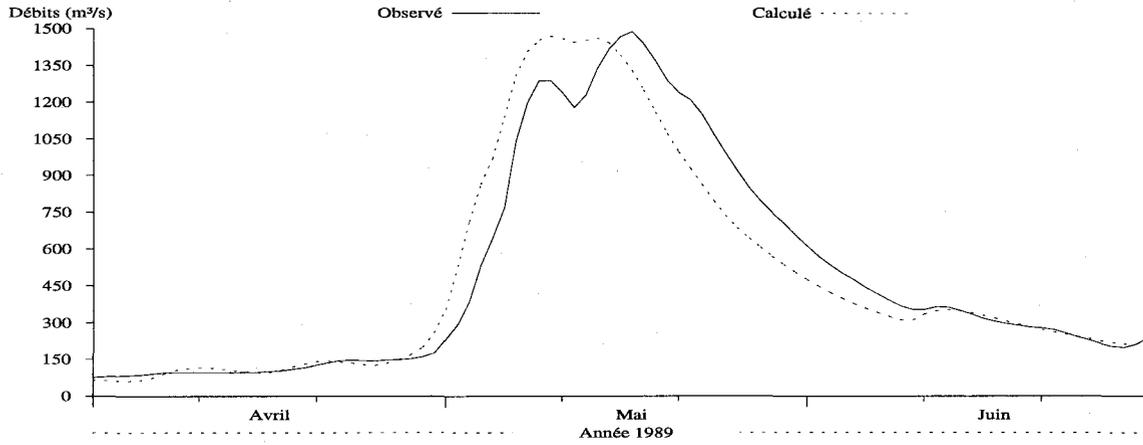
b)

Figure M10.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9016

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 496.91 • cal.: 489.11  
Lame (mm) obs.: 254.81 • cal.: 250.81

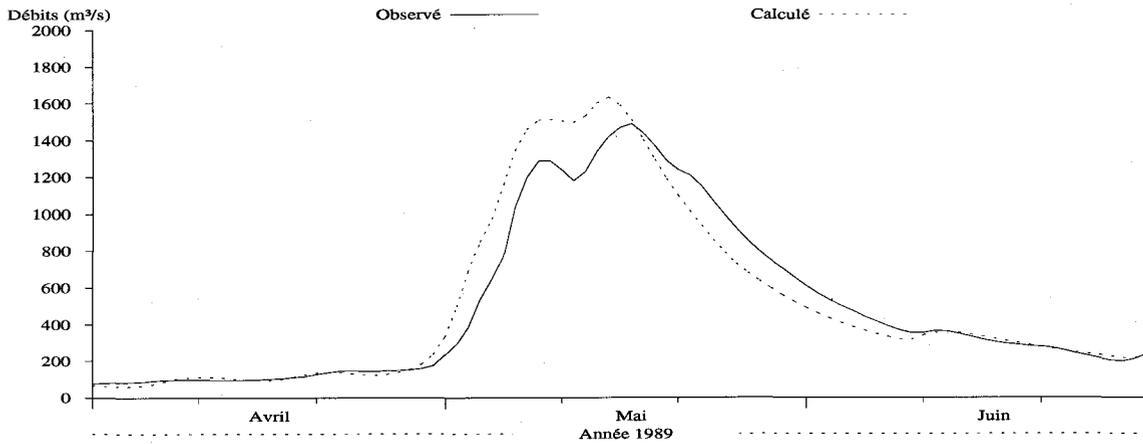


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9094

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 496.91 • cal.: 511.44  
Lame (mm) obs.: 254.81 • cal.: 262.26



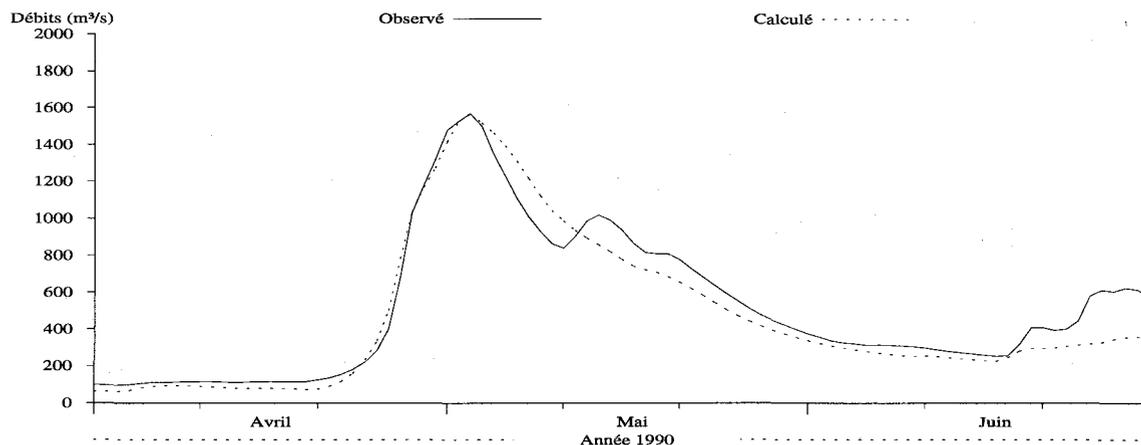
b)

Figure M10.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.93

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 516.29 • cal.: 472.21  
Lame (mm) obs.: 264.74 • cal.: 242.14

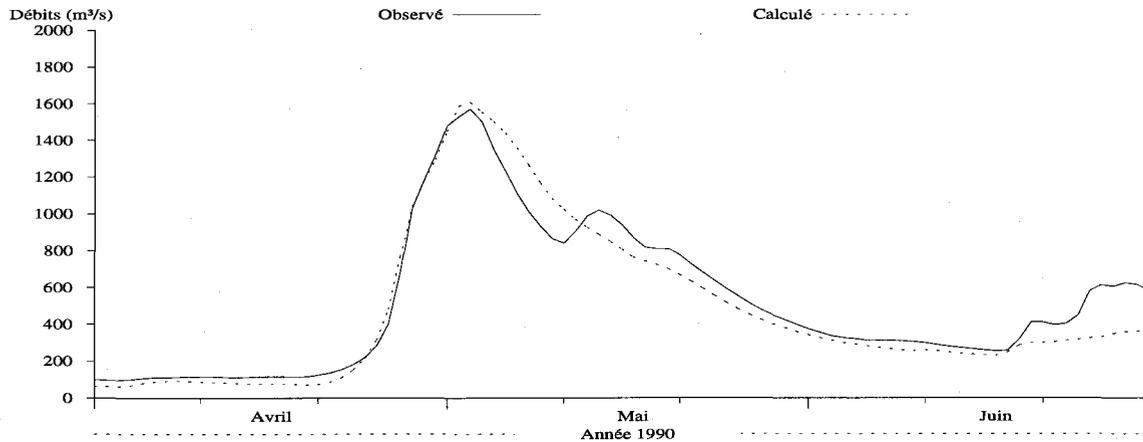


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9275

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 516.29 • cal.: 480.95  
Lame (mm) obs.: 264.74 • cal.: 246.62



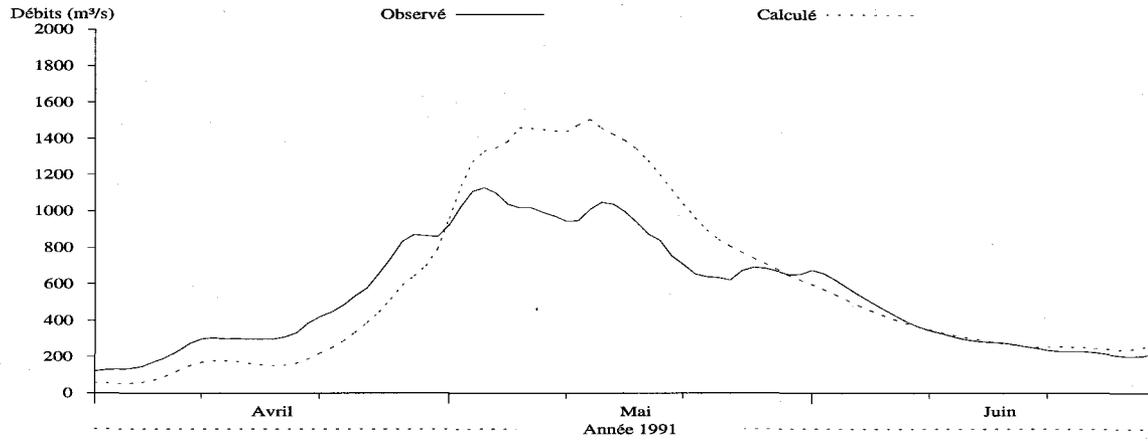
b)

Figure M10.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5153

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 541.85 • cal.: 586.84  
Lame (mm) obs.: 277.85 • cal.: 300.92

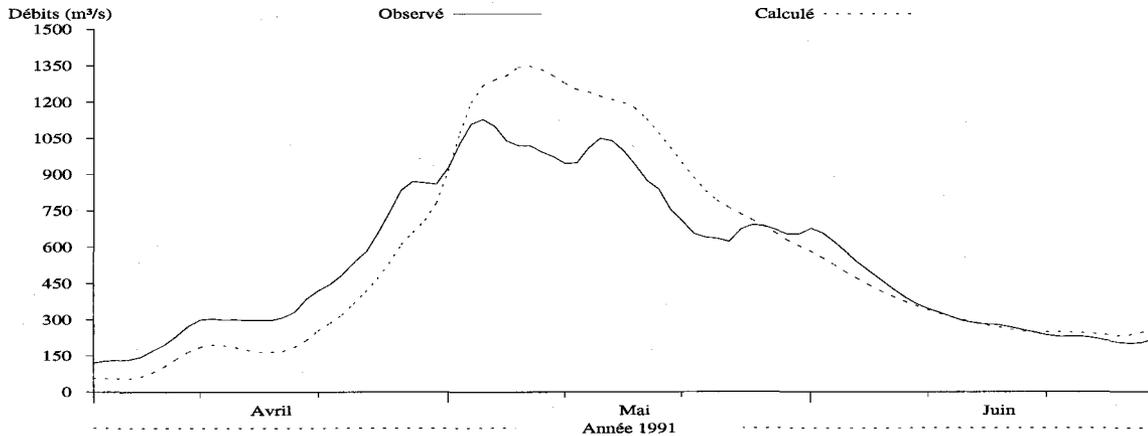


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7602

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 541.85 • cal.: 553.59  
Lame (mm) obs.: 277.85 • cal.: 283.87



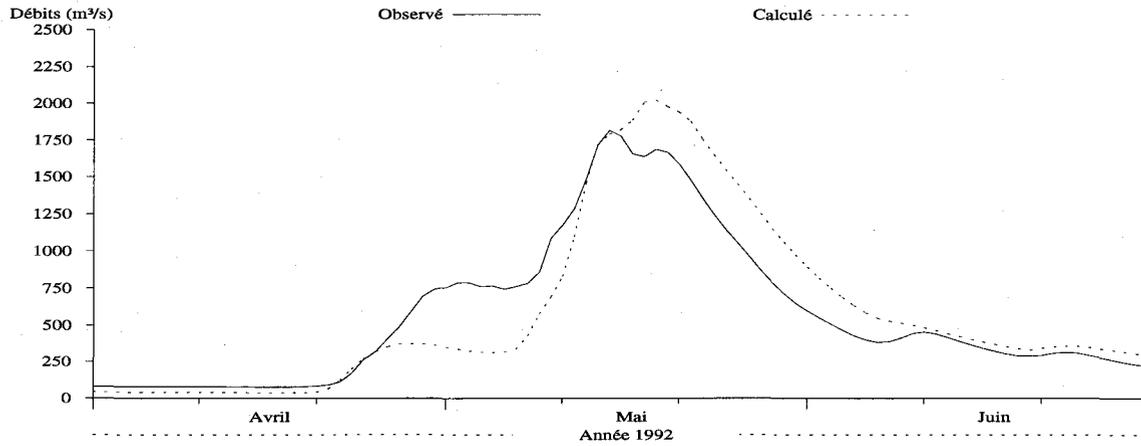
b)

Figure M10.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7933

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 575.6 • cal.: 595.13  
Lame (mm) obs.: 295.16 • cal.: 305.17

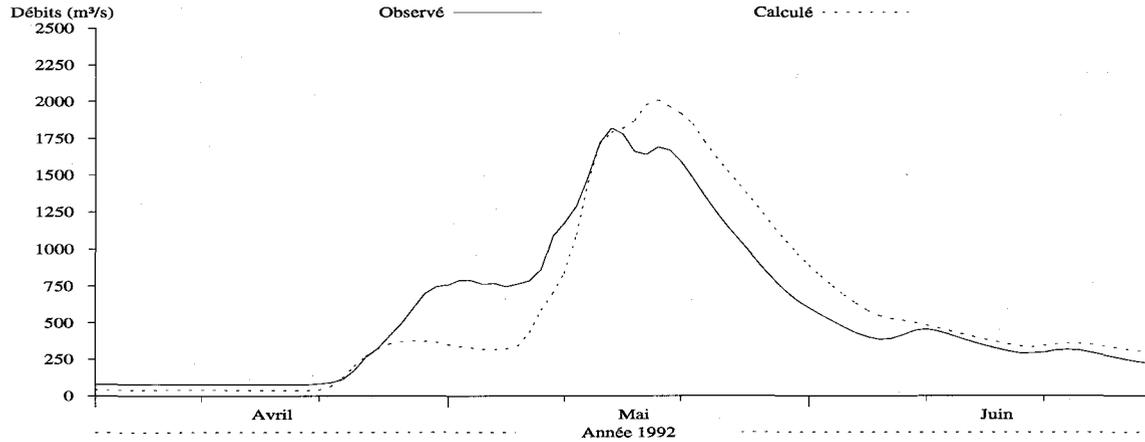


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8058

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 575.6 • cal.: 591.08  
Lame (mm) obs.: 295.16 • cal.: 303.09



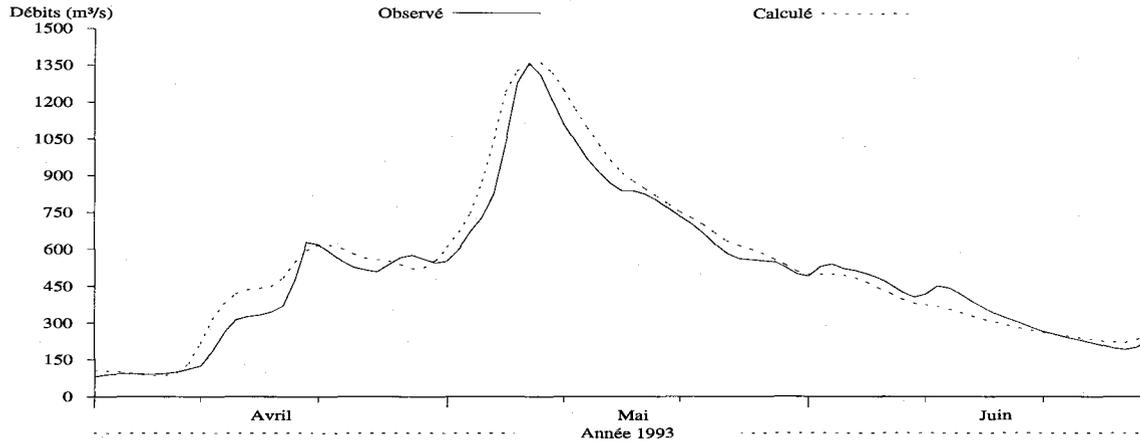
b)

Figure M10.8 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9475

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 508.62 • cal.: 537  
Lame (mm) obs.: 260.81 • cal.: 275.37

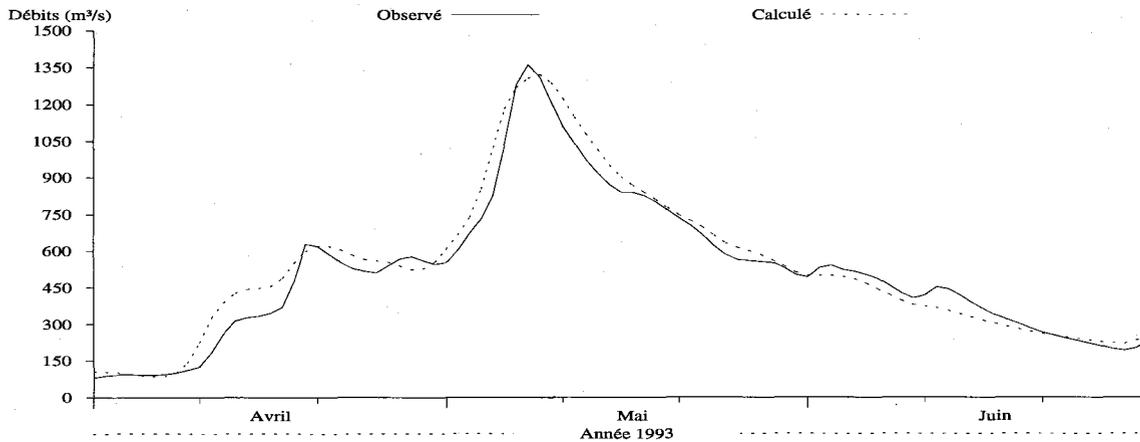


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9559

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 508.62 • cal.: 531.99  
Lame (mm) obs.: 260.81 • cal.: 272.8



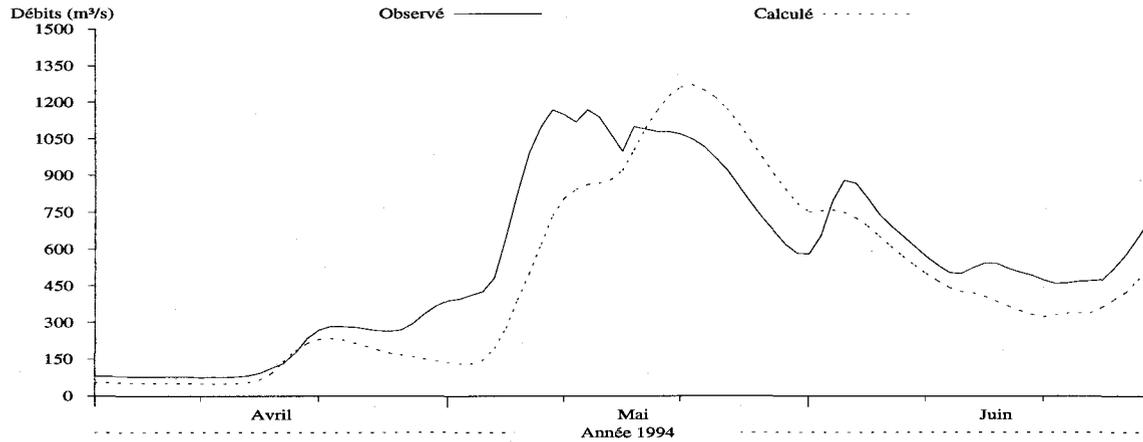
b)

Figure M10.9 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7126

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 549.64 • cal.: 473.67  
Lame (mm) obs.: 281.85 • cal.: 242.89

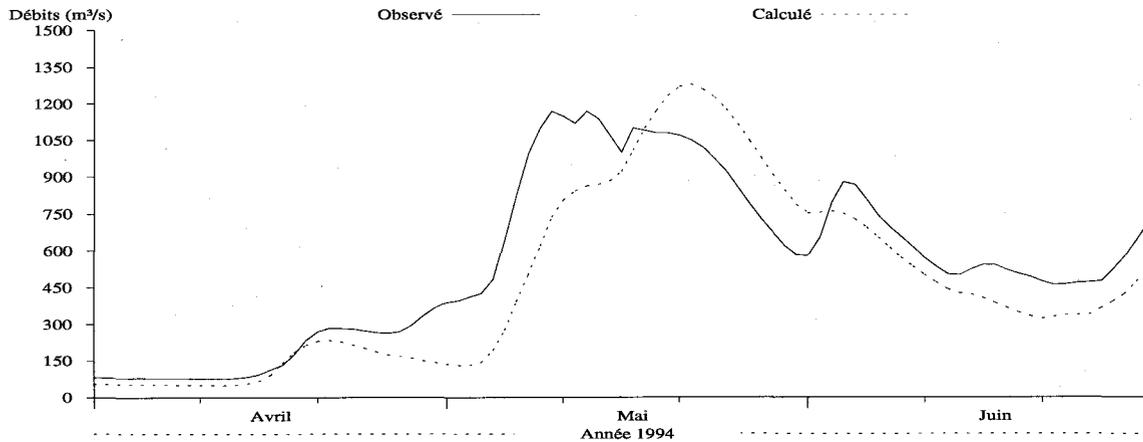


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7098

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 549.64 • cal.: 474.52  
Lame (mm) obs.: 281.85 • cal.: 243.33



b)

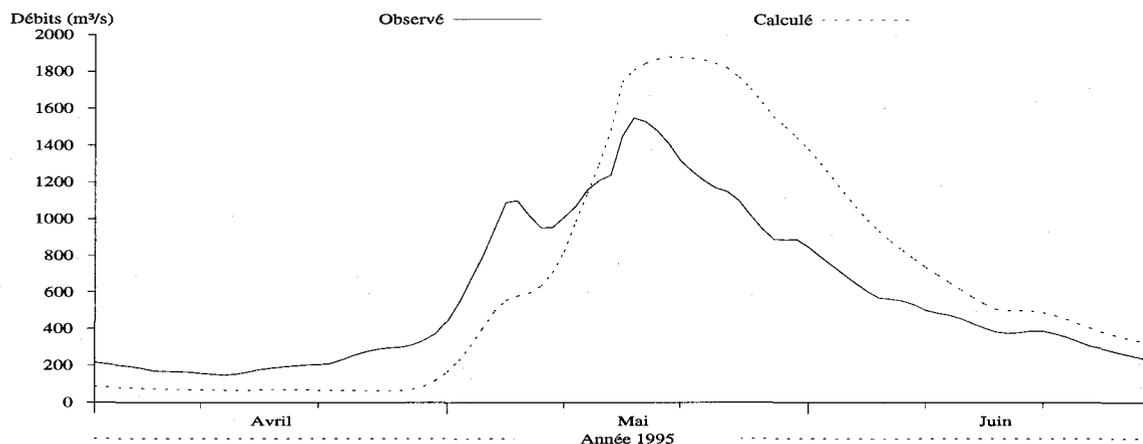
Figure M10.10

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.3654

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 591.13 • cal.: 670  
Lame (mm) obs.: 303.12 • cal.: 343.56

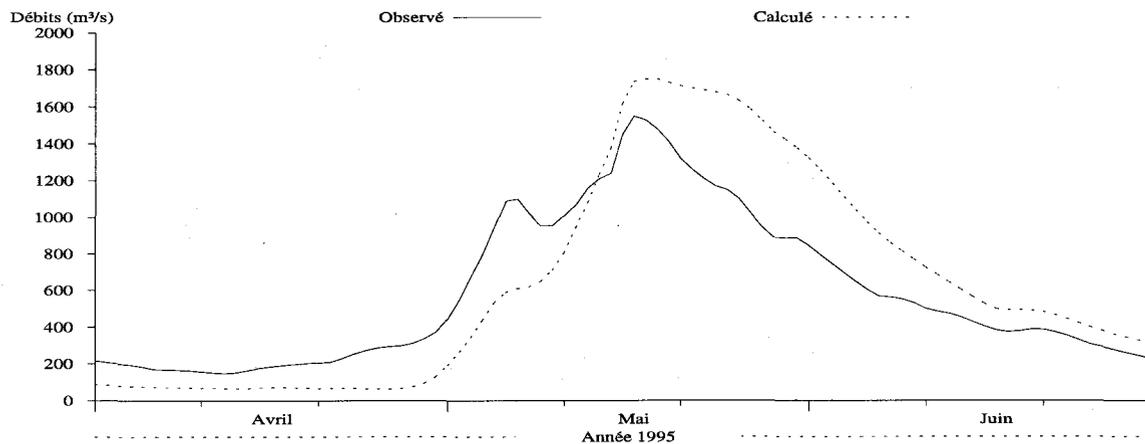


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: ASHAV  
Superficie du bassin versant: 15332.8 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5334

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 591.13 • cal.: 643.8  
Lame (mm) obs.: 303.12 • cal.: 330.13



b)

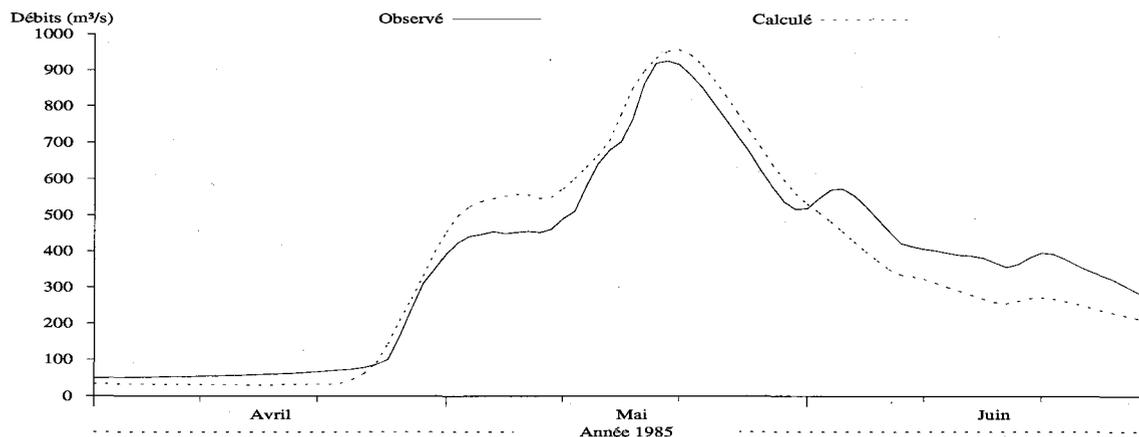
Figure M10.11

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la station 061901 de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9166

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 378.06 • cal.: 364.27  
Lame (mm) obs.: 266.9 • cal.: 257.16

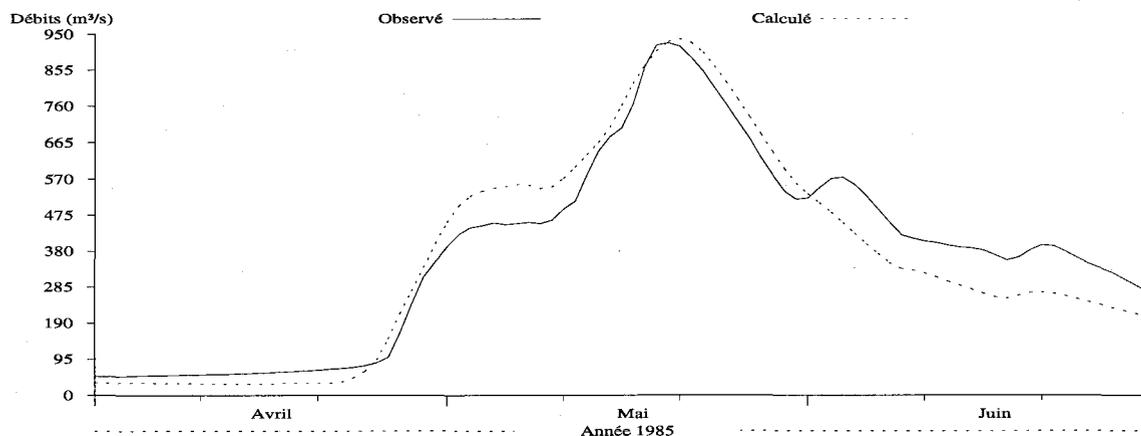


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9188

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 378.06 • cal.: 361.92  
Lame (mm) obs.: 266.9 • cal.: 255.5



b)

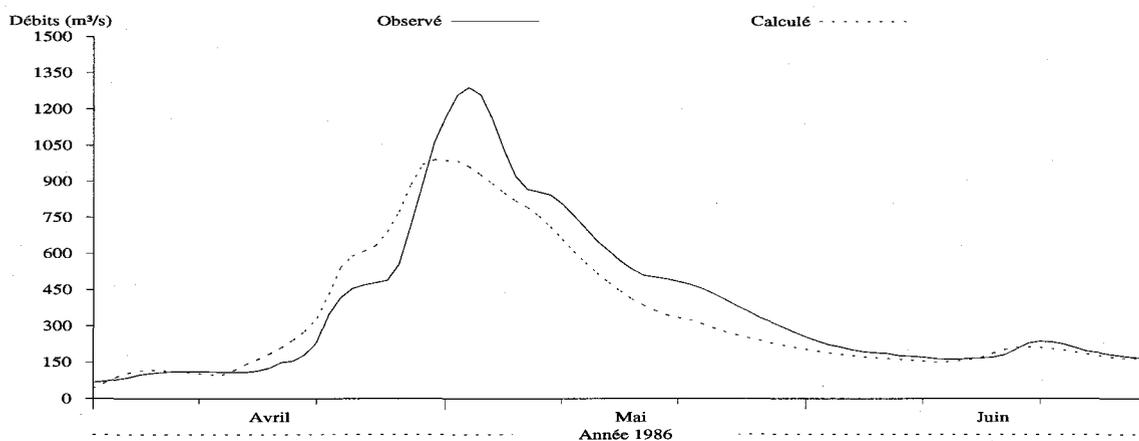
Figure M10.12

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8809

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 385.11 • cal.: 348.66  
Lame (mm) obs.: 271.88 • cal.: 246.14

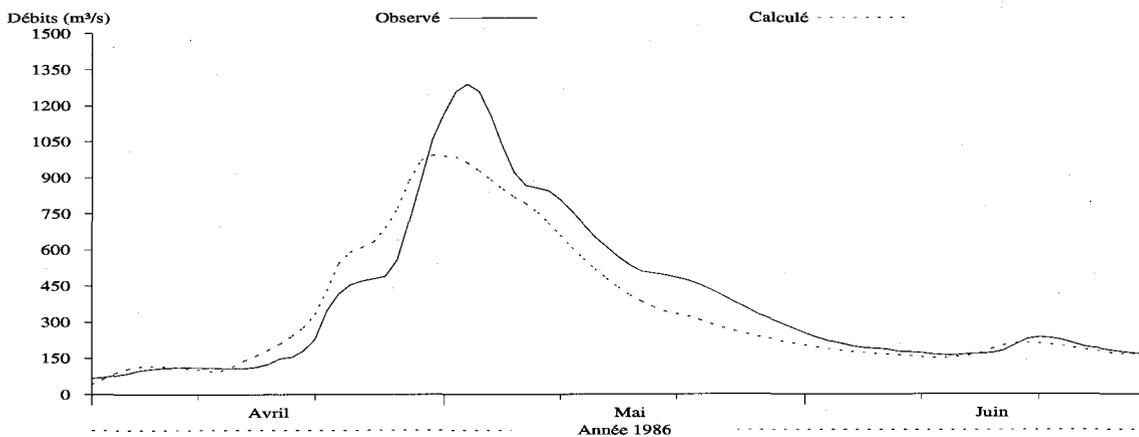


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8811

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 385.11 • cal.: 348.76  
Lame (mm) obs.: 271.88 • cal.: 246.21



b)

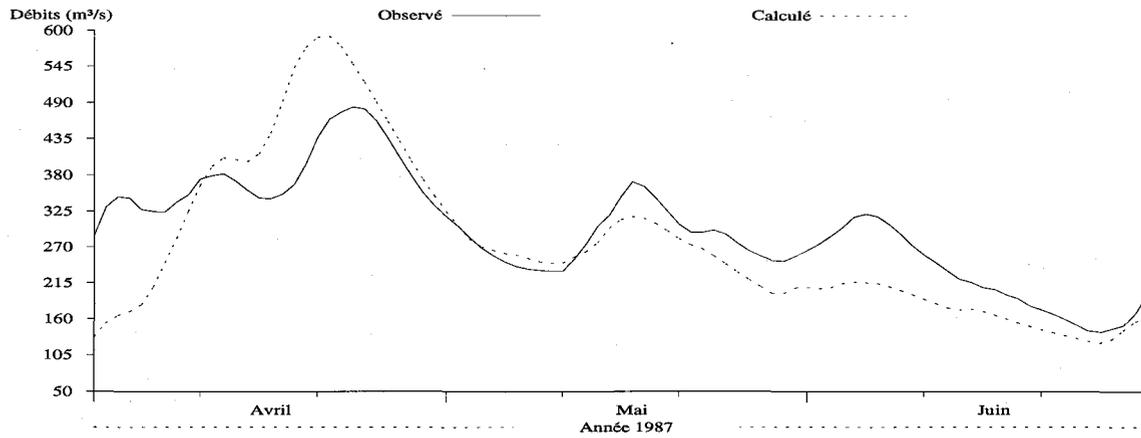
Figure M10.13

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.243

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 294.88 • cal.: 274.79  
Lame (mm) obs.: 208.18 • cal.: 194

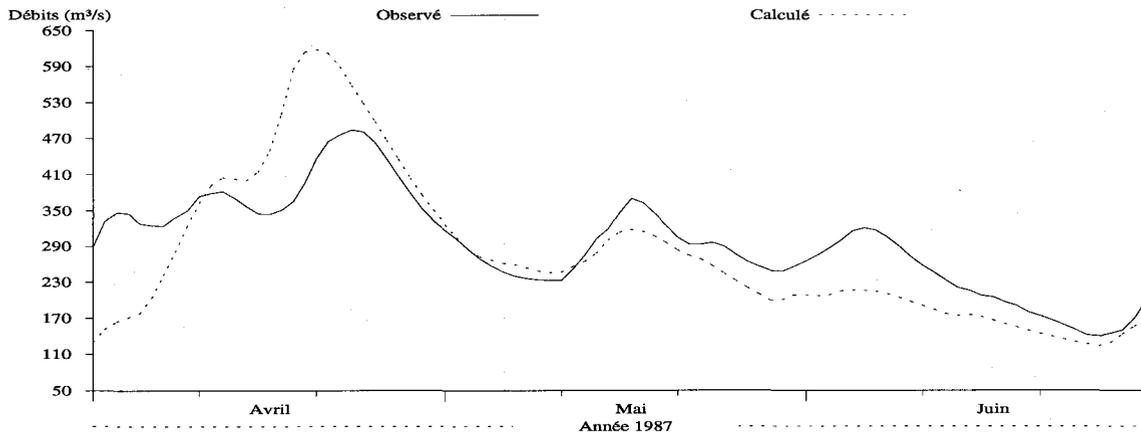


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.1379

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 294.88 • cal.: 277.44  
Lame (mm) obs.: 208.18 • cal.: 195.87



b)

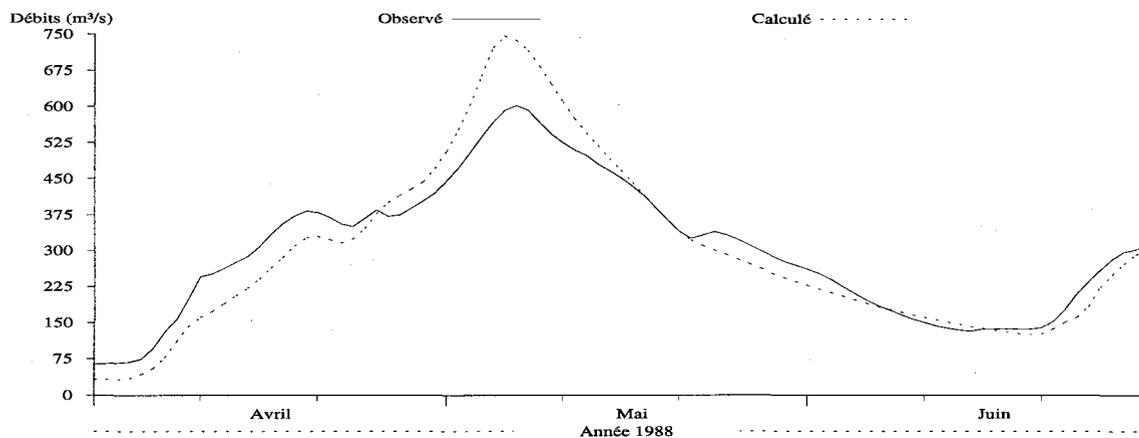
Figure M10.14

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8515

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 301.45 • cal.: 298.11  
Lame (mm) obs.: 212.81 • cal.: 210.45

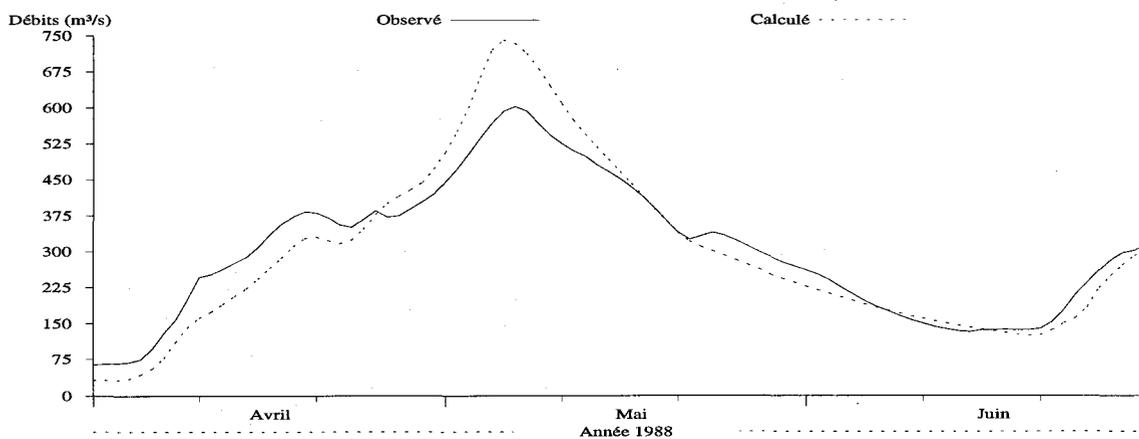


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8559

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 301.45 • cal.: 297.77  
Lame (mm) obs.: 212.81 • cal.: 210.22



b)

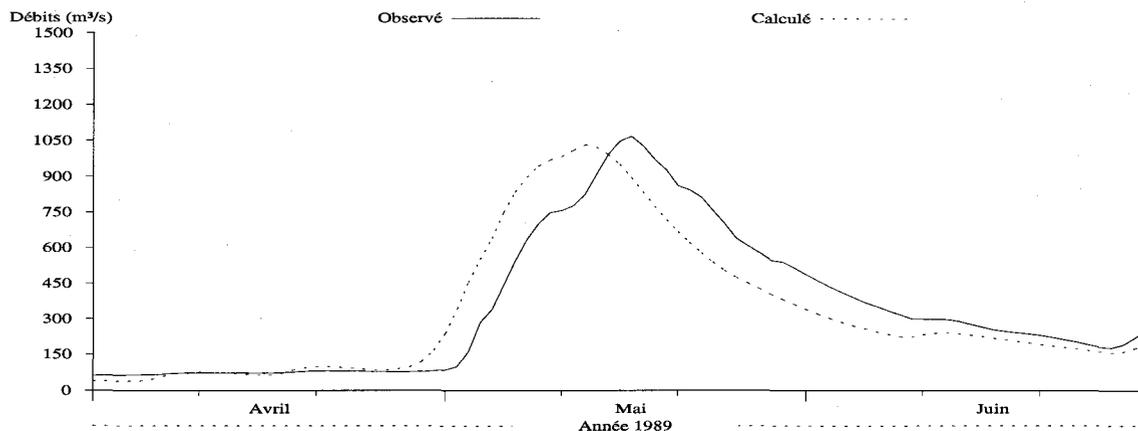
Figure M10.15

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8041

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 347.99 • cal.: 332.78  
Lame (mm) obs.: 245.67 • cal.: 234.93

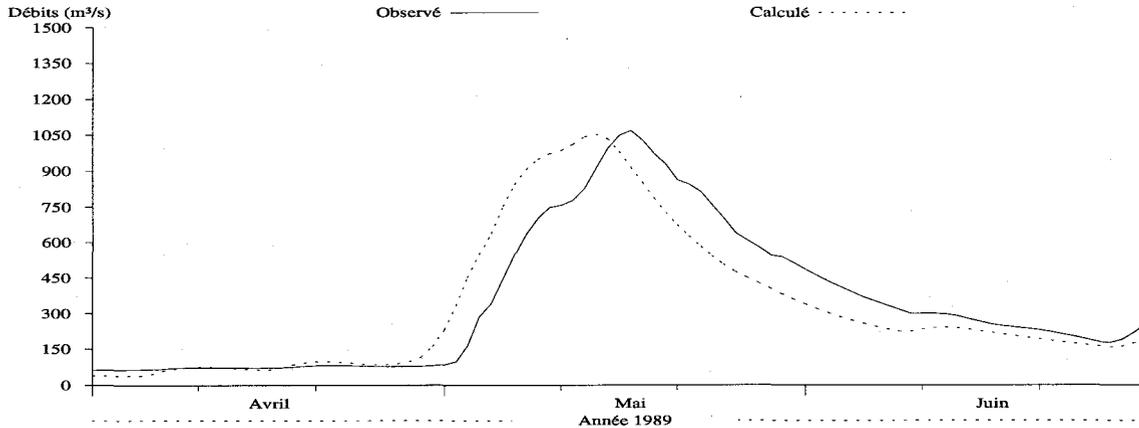


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8062

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 347.99 • cal.: 334.97  
Lame (mm) obs.: 245.67 • cal.: 236.48



b)

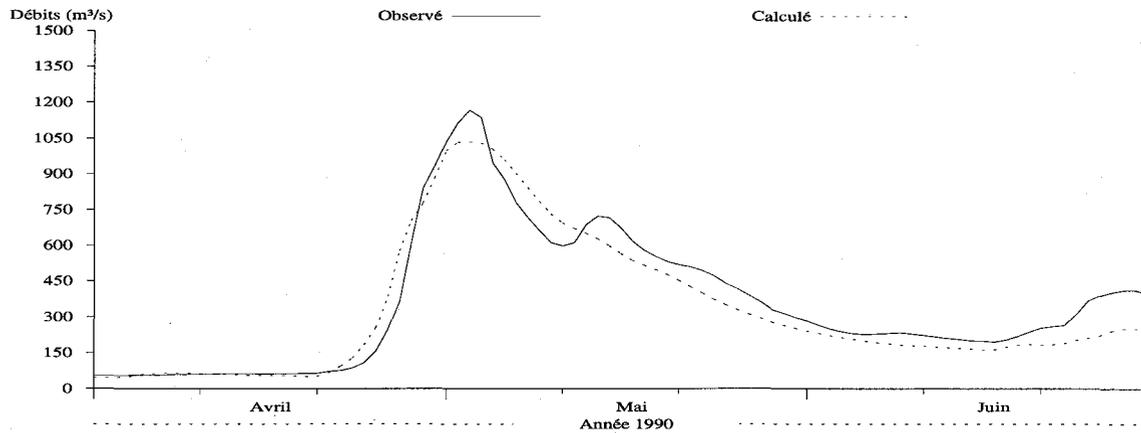
Figure M10.16

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9264

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 359.06 • cal.: 331.03  
Lame (mm) obs.: 253.48 • cal.: 233.7

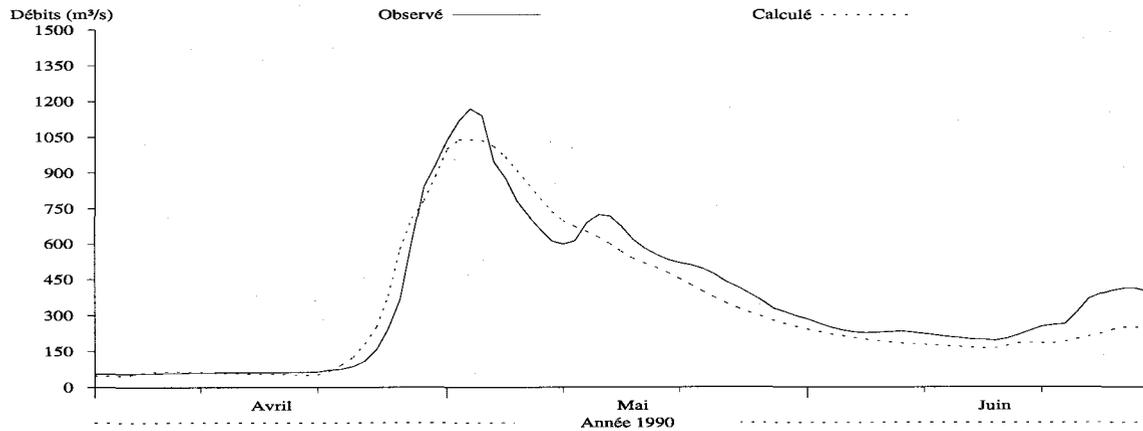


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9262

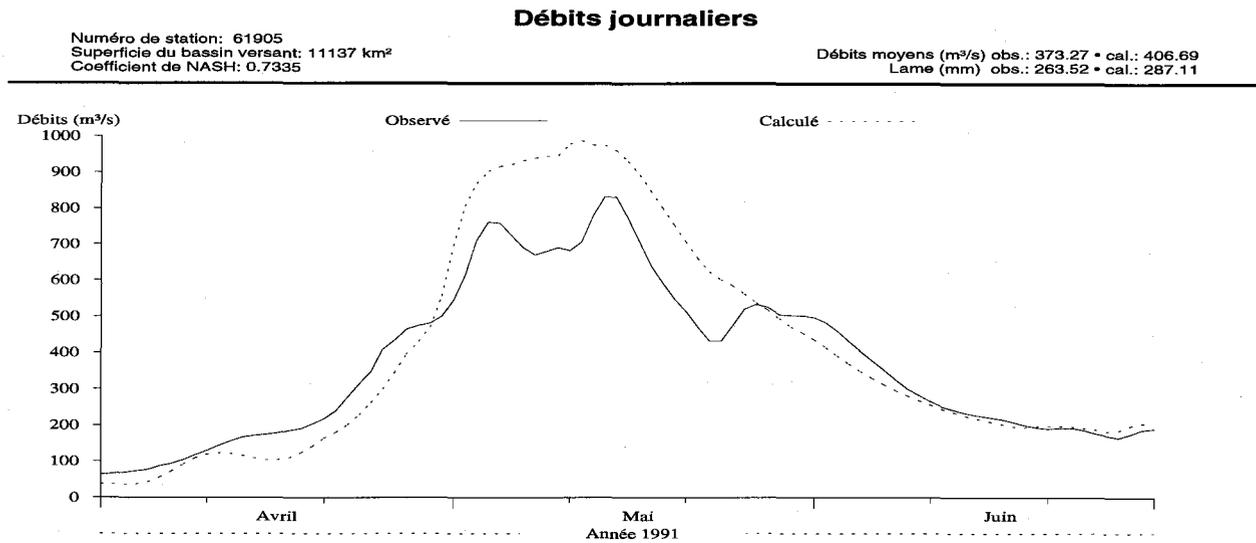
Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 359.06 • cal.: 331.82  
Lame (mm) obs.: 253.48 • cal.: 234.25



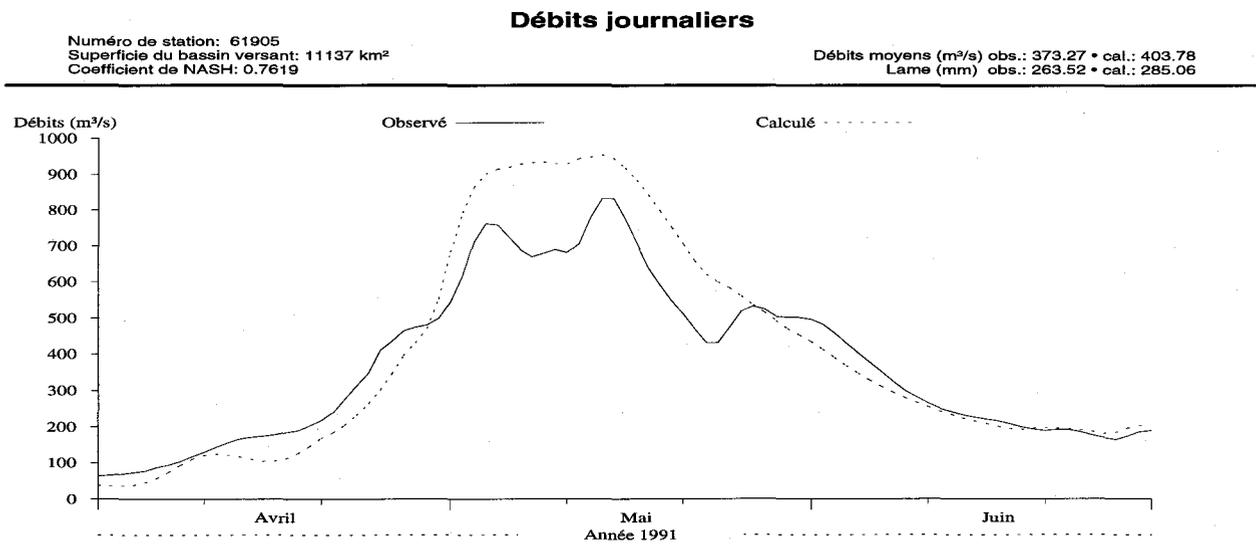
b)

Figure M10.17

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.



a)



b)

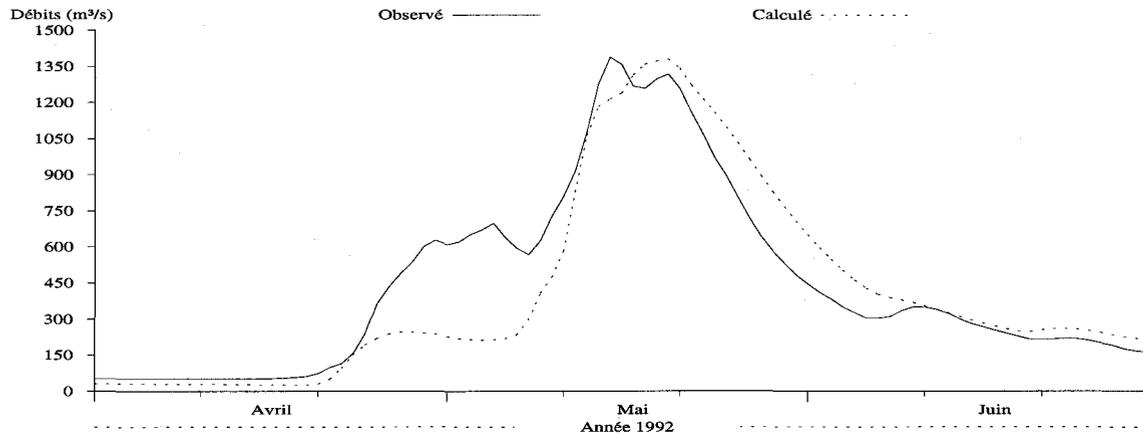
Figure M10.18

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7944

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 445.89 • cal.: 419.65  
Lame (mm) obs.: 314.79 • cal.: 296.26

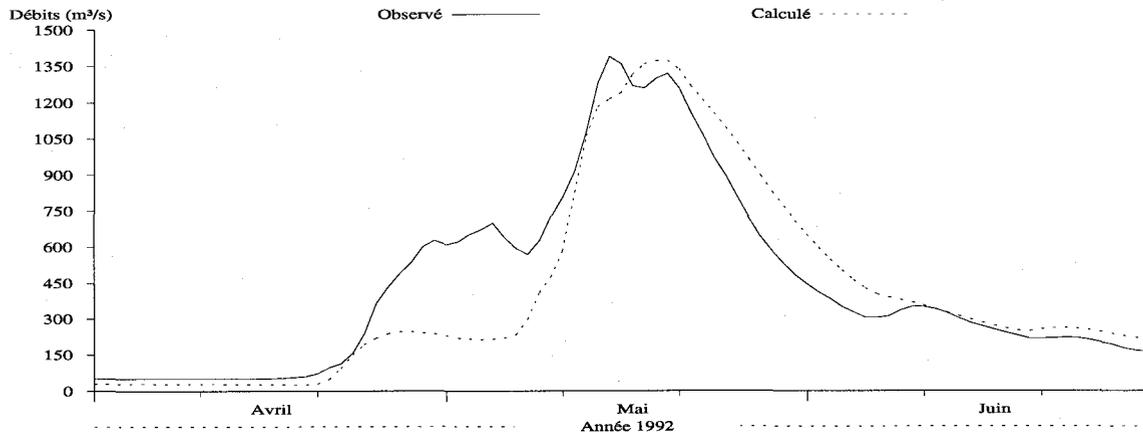


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7952

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 445.89 • cal.: 419.26  
Lame (mm) obs.: 314.79 • cal.: 295.99



b)

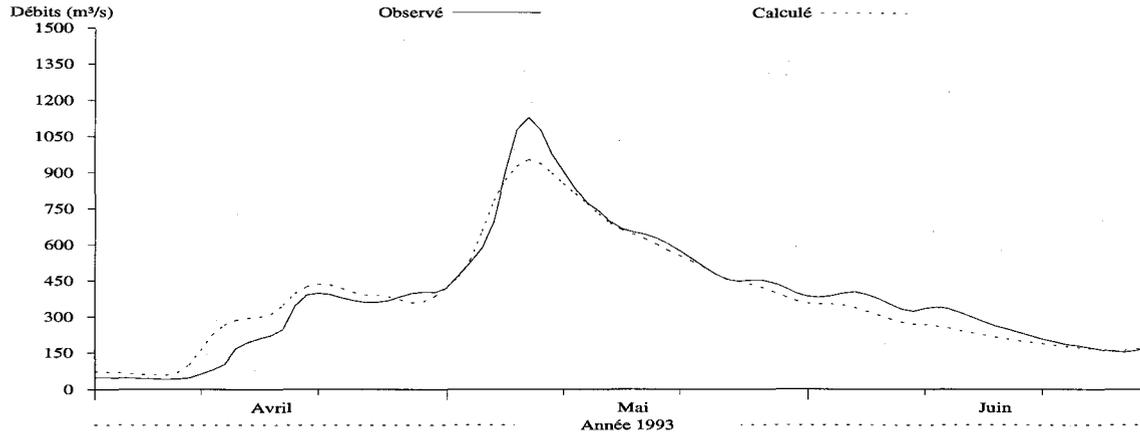
Figure M10.19

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.947

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 387.84 • cal.: 381.58  
Lame (mm) obs.: 273.8 • cal.: 269.38

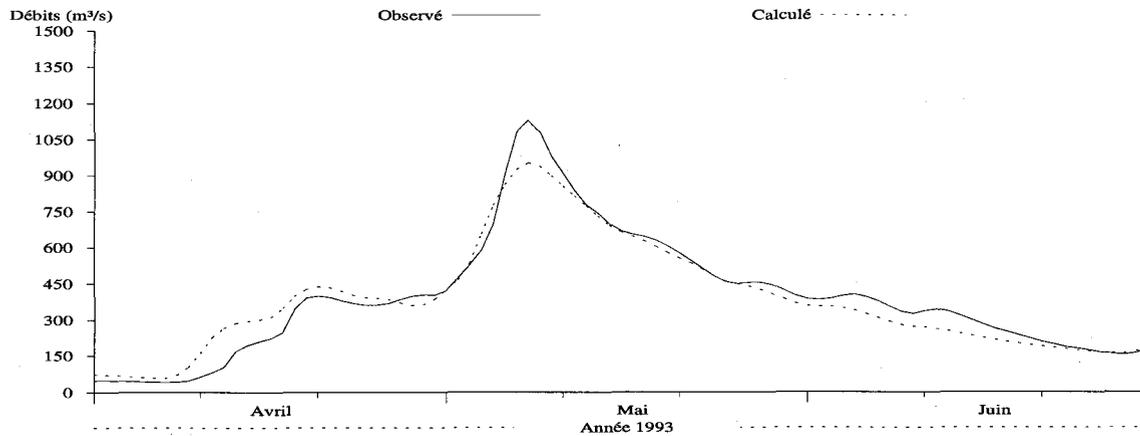


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.9461

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 387.84 • cal.: 381.11  
Lame (mm) obs.: 273.8 • cal.: 269.06



b)

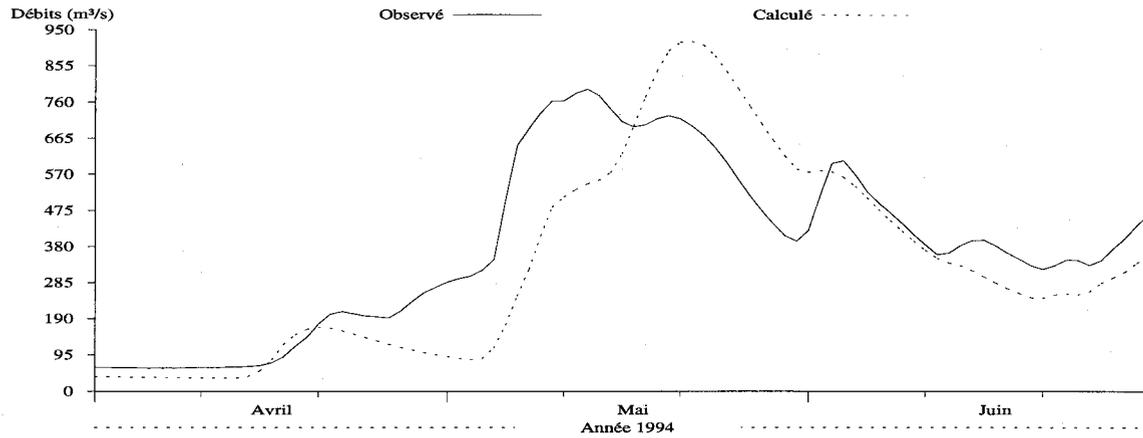
Figure M10.20

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5742

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 380.48 • cal.: 338.4  
Lame (mm) obs.: 268.61 • cal.: 238.9

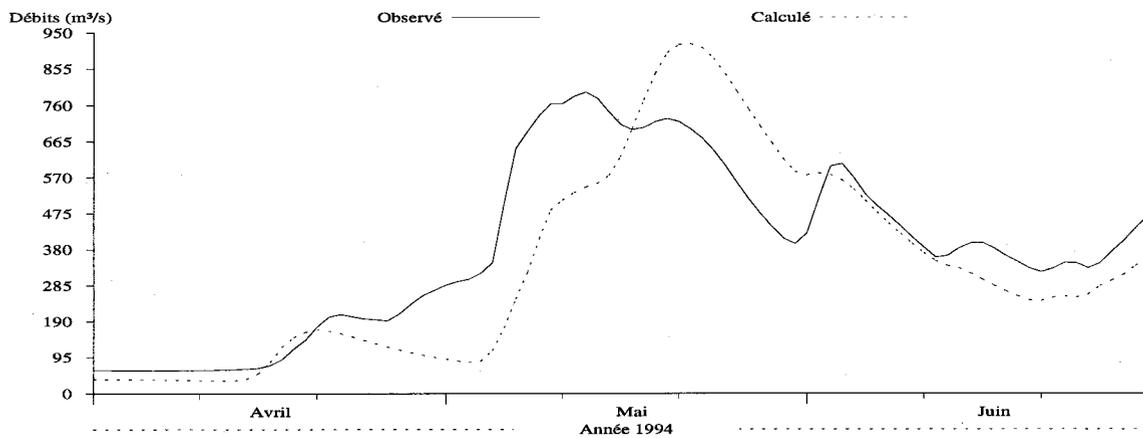


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5737

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 380.48 • cal.: 338.48  
Lame (mm) obs.: 268.61 • cal.: 238.96



b)

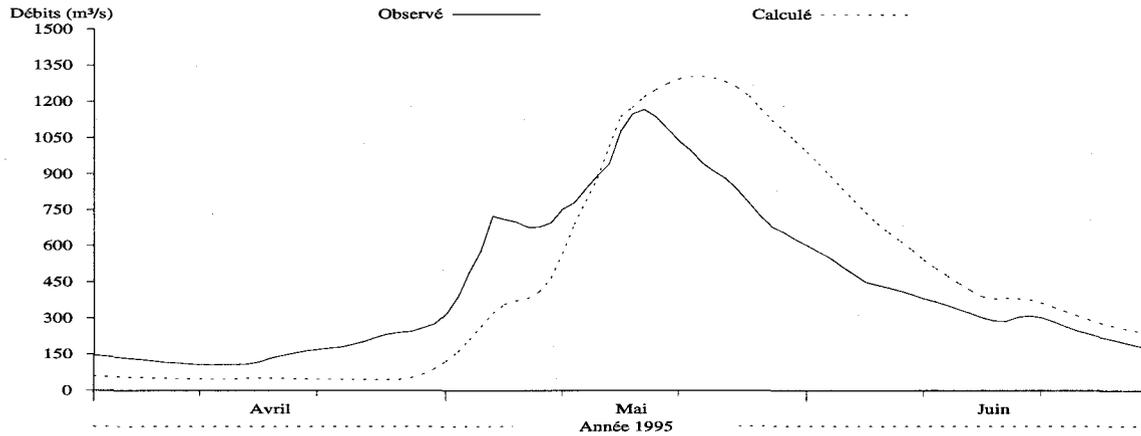
Figure M10.21

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5126

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 440.89 • cal.: 472.7  
Lame (mm) obs.: 311.26 • cal.: 333.71

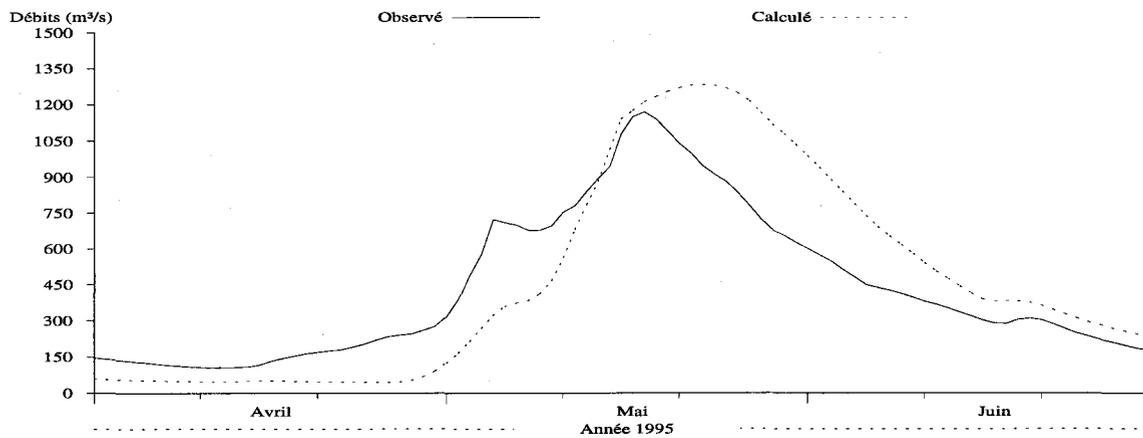


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: 61905  
Superficie du bassin versant: 11137 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5281

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 440.89 • cal.: 470.44  
Lame (mm) obs.: 311.26 • cal.: 332.12



b)

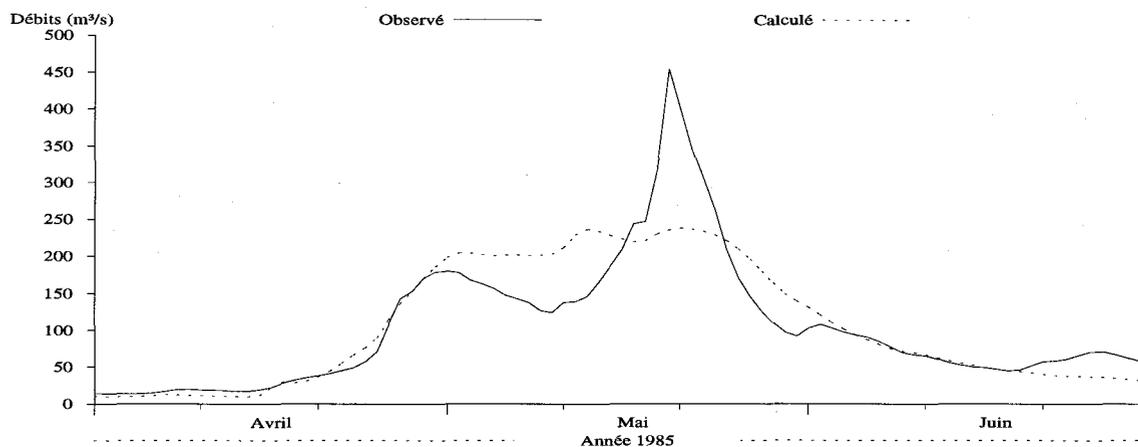
Figure M10.22

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la station 061905 de la rivière Ashuapmushuan Amont (ASHAM), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7409

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 104.43 • cal.: 106.66  
Lame (mm) obs.: 360.11 • cal.: 367.82

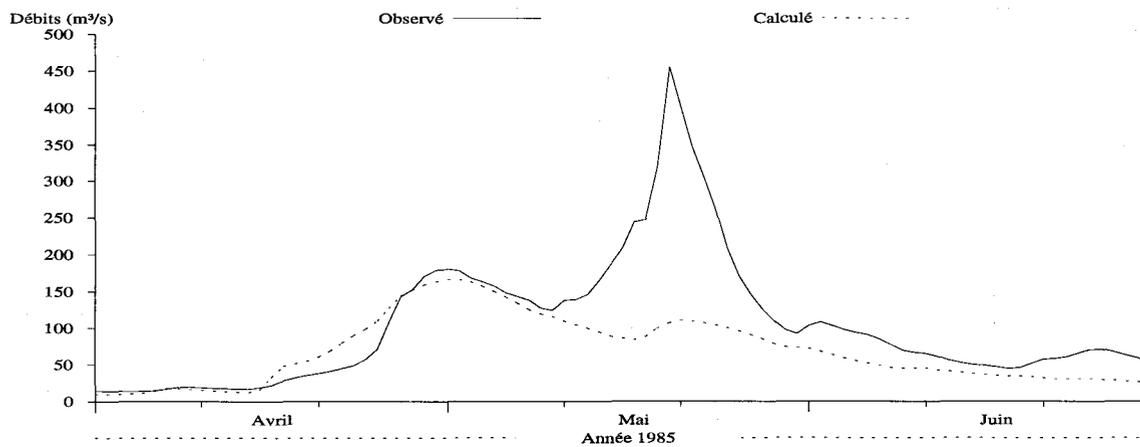


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2702

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 104.43 • cal.: 69.251  
Lame (mm) obs.: 360.11 • cal.: 238.81



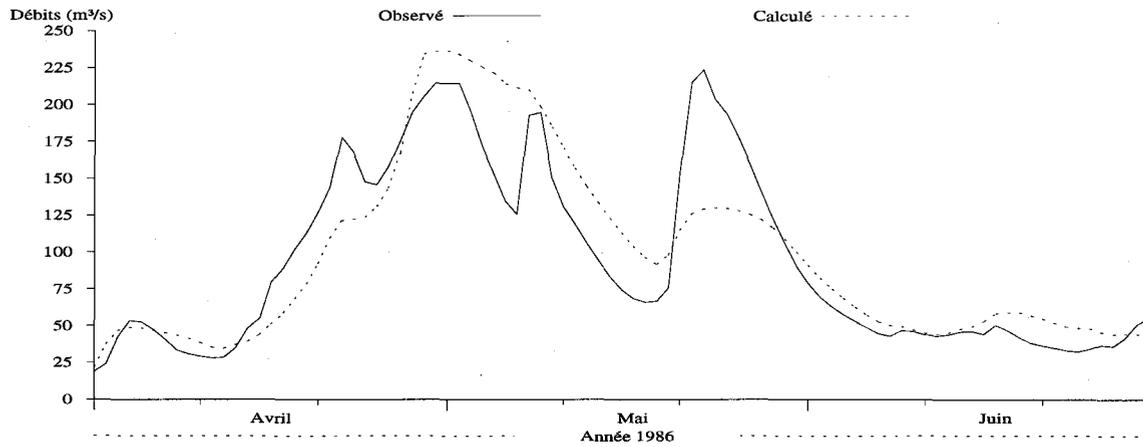
b)

Figure M11.1 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1985 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7443

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 94.831 • cal.: 98.116  
Lame (mm) obs.: 327.02 • cal.: 338.34

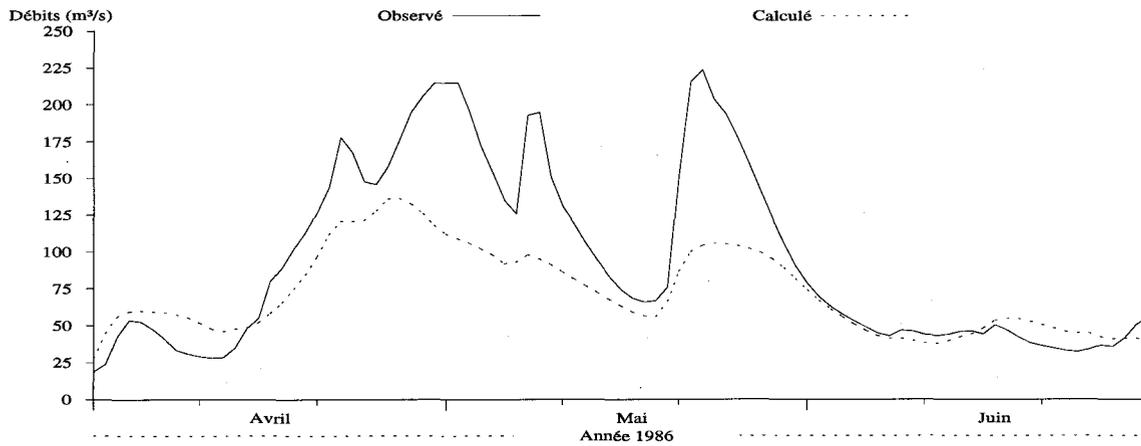


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5102

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 94.831 • cal.: 72.452  
Lame (mm) obs.: 327.02 • cal.: 249.84



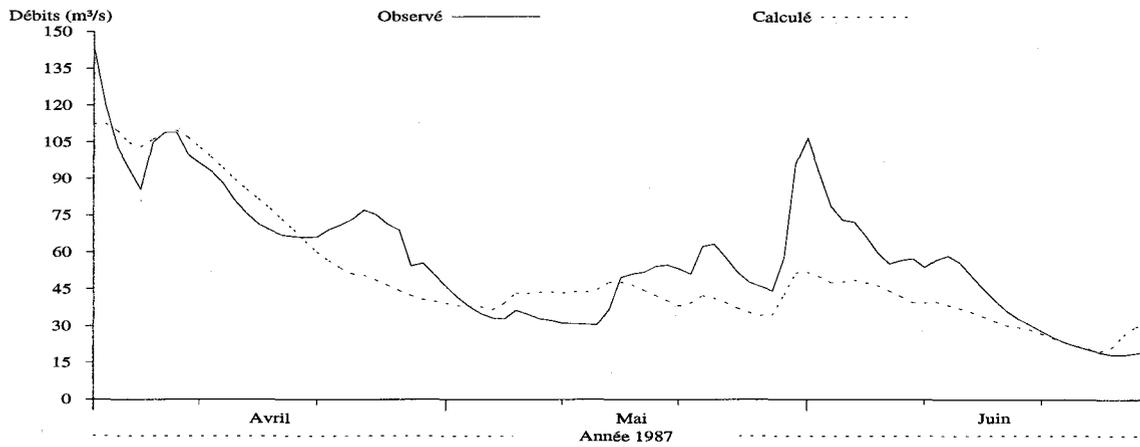
b)

Figure M11.2 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1986 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.6358

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 58.184 • cal.: 51.604  
Lame (mm) obs.: 200.64 • cal.: 177.95

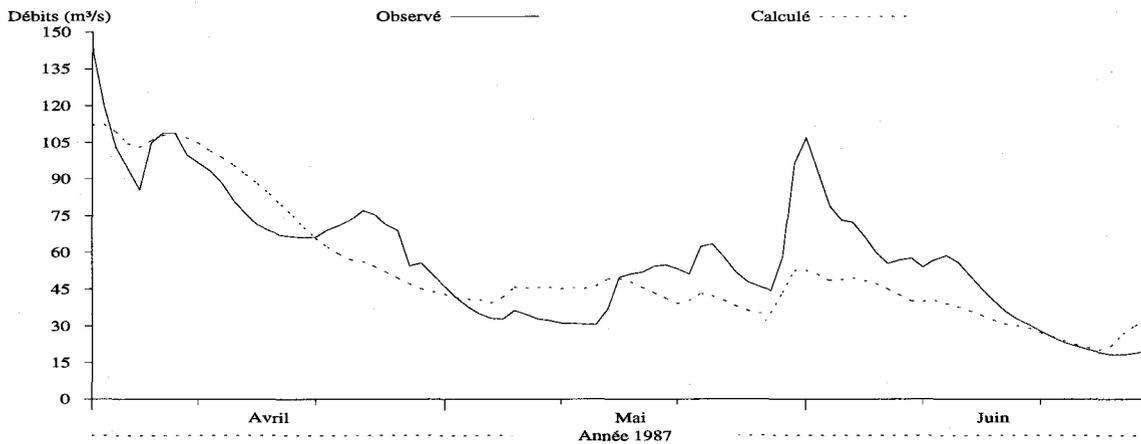


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.657

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 58.184 • cal.: 53.498  
Lame (mm) obs.: 200.64 • cal.: 184.48



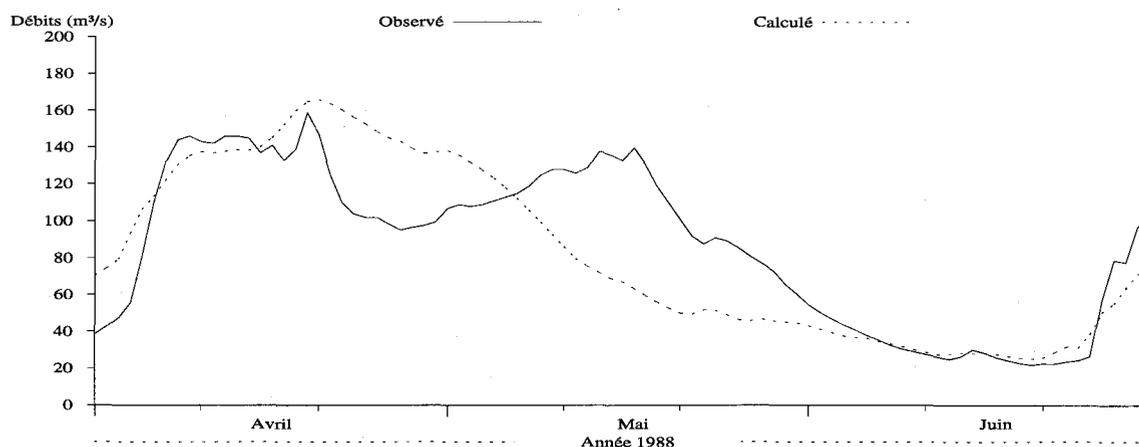
b)

Figure M11.3 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1987 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4663

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 87.217 • cal.: 82.742  
Lame (mm) obs.: 300.76 • cal.: 285.33

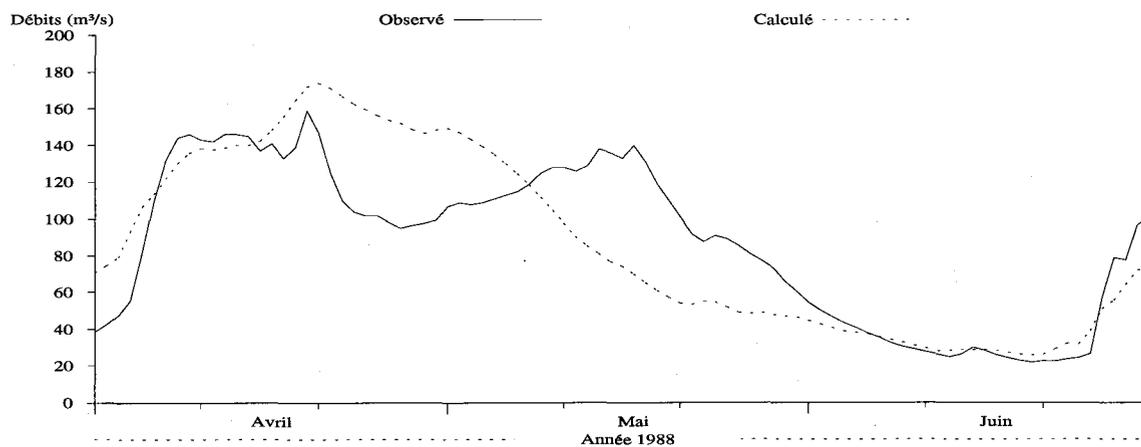


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4631

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 87.217 • cal.: 86.796  
Lame (mm) obs.: 300.76 • cal.: 299.31



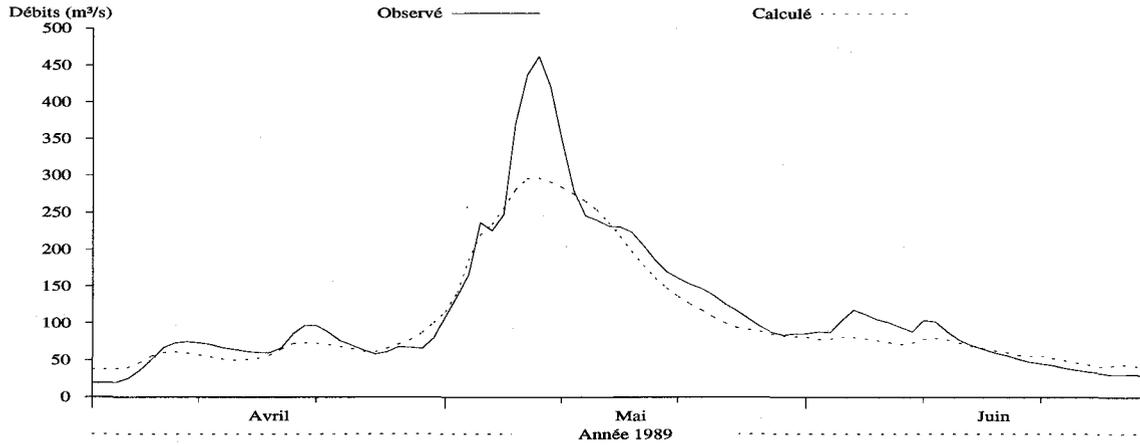
b)

Figure M11.4 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1988 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8751

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 114.63 • cal.: 103.31  
Lame (mm) obs.: 395.29 • cal.: 356.27

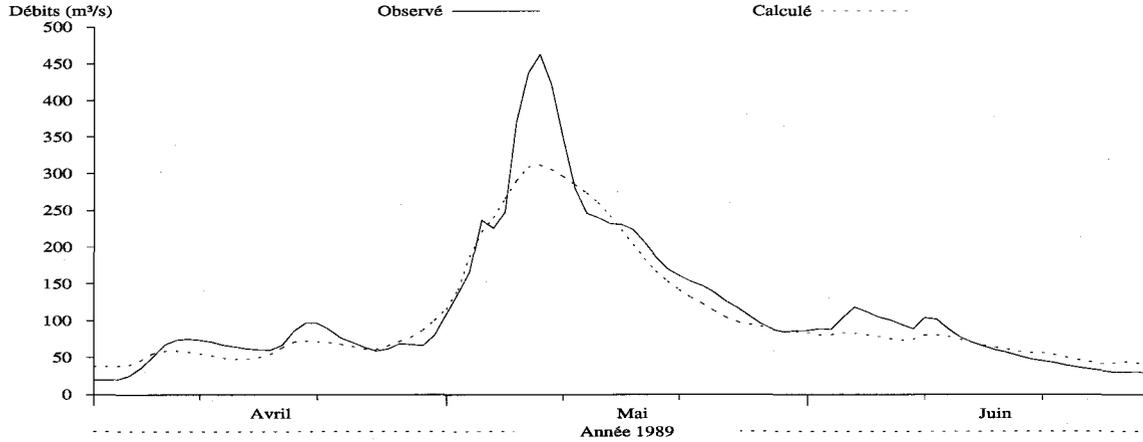


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8954

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 114.63 • cal.: 105.18  
Lame (mm) obs.: 395.29 • cal.: 362.72



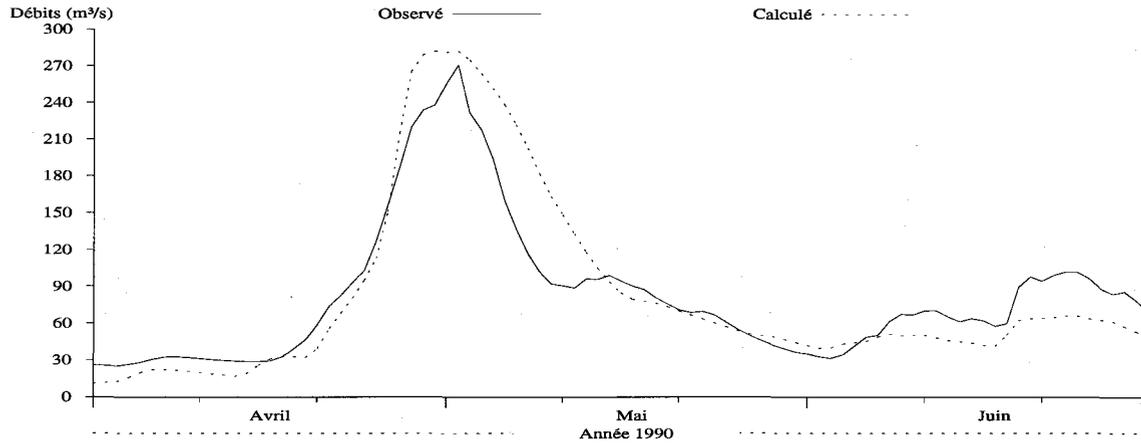
b)

Figure M11.5 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1989 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7586

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 82.533 • cal.: 83.221  
Lame (mm) obs.: 284.61 • cal.: 286.98

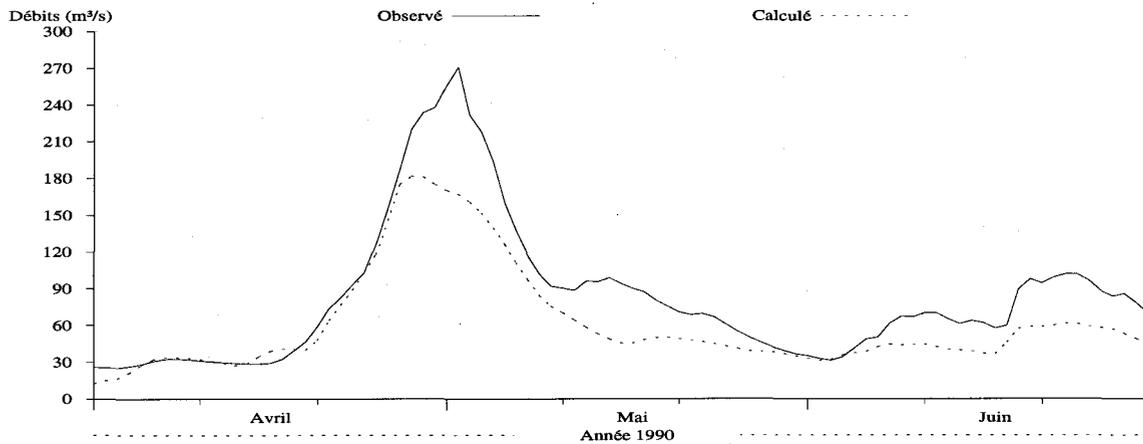


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7314

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 82.533 • cal.: 61.54  
Lame (mm) obs.: 284.61 • cal.: 212.22



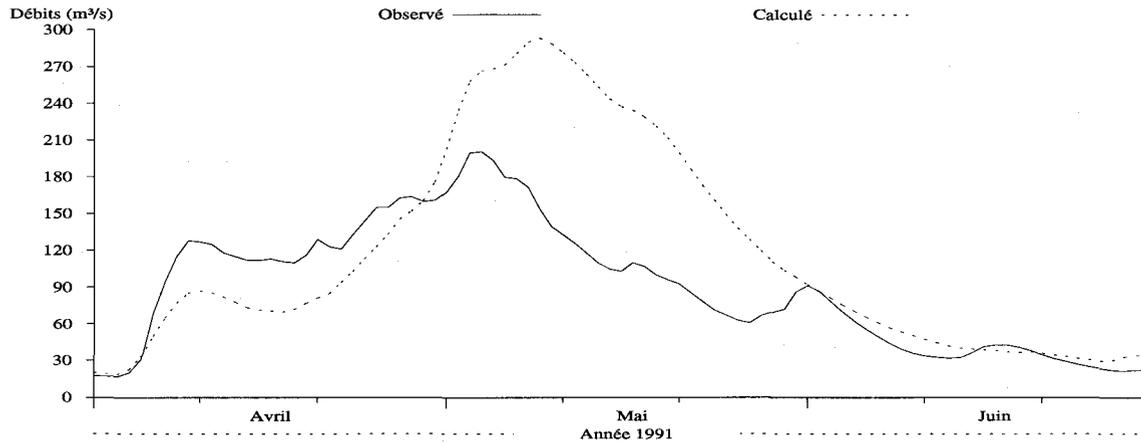
b)

Figure M11.6 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1990 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: -0.5264

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 90.278 • cal.: 116.92  
Lame (mm) obs.: 311.32 • cal.: 403.19

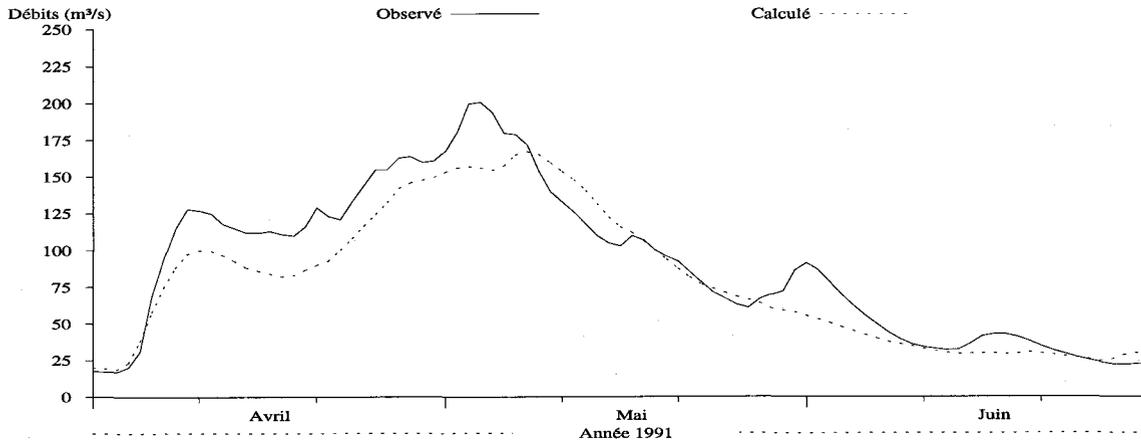


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.8667

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 90.278 • cal.: 80.196  
Lame (mm) obs.: 311.32 • cal.: 276.55



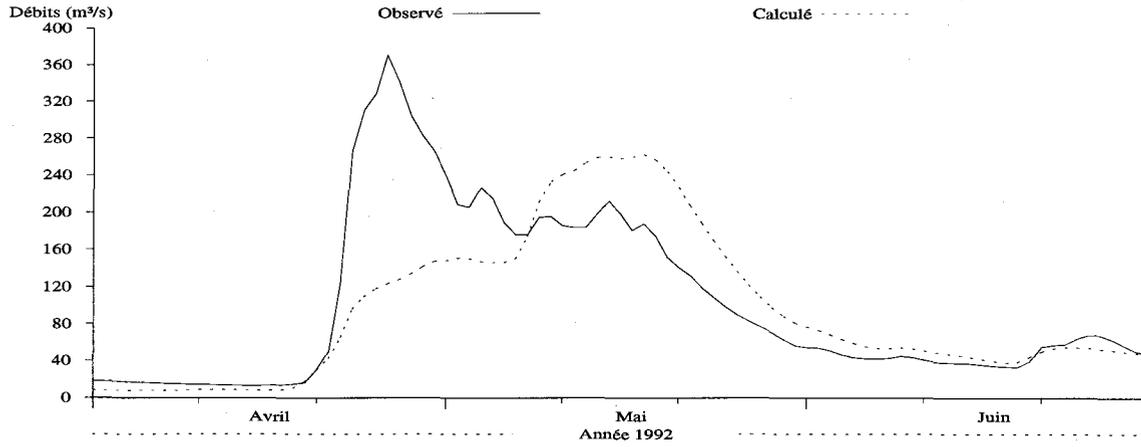
b)

Figure M11.7 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1991 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.4864

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 102.34 • cal.: 95.079  
Lame (mm) obs.: 352.92 • cal.: 327.87

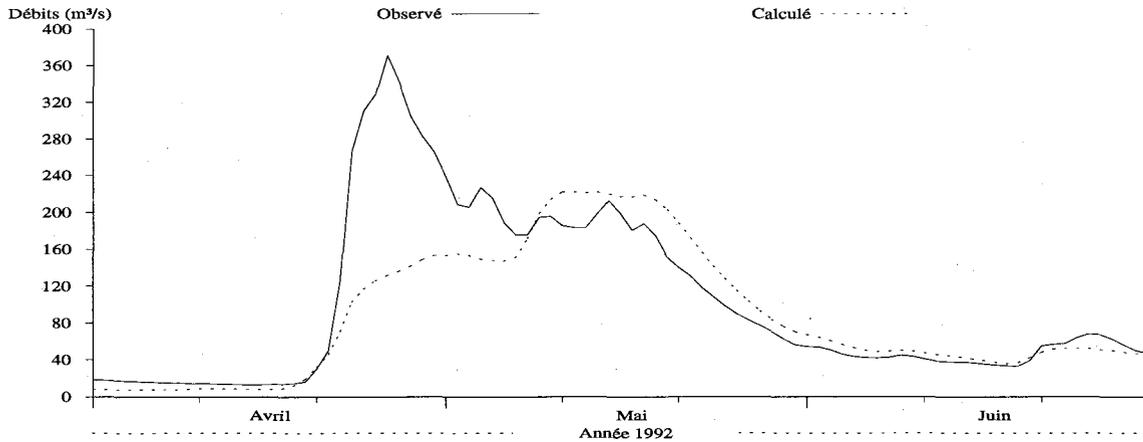


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5978

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 102.34 • cal.: 87.943  
Lame (mm) obs.: 352.92 • cal.: 303.27



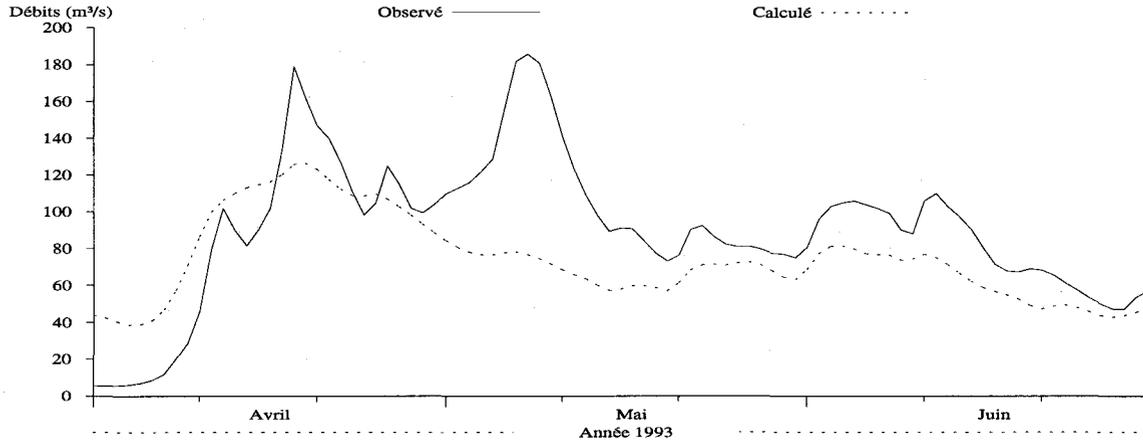
b)

Figure M11.8 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1992 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2492

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 89.829 • cal.: 73.703  
Lame (mm) obs.: 309.77 • cal.: 254.16

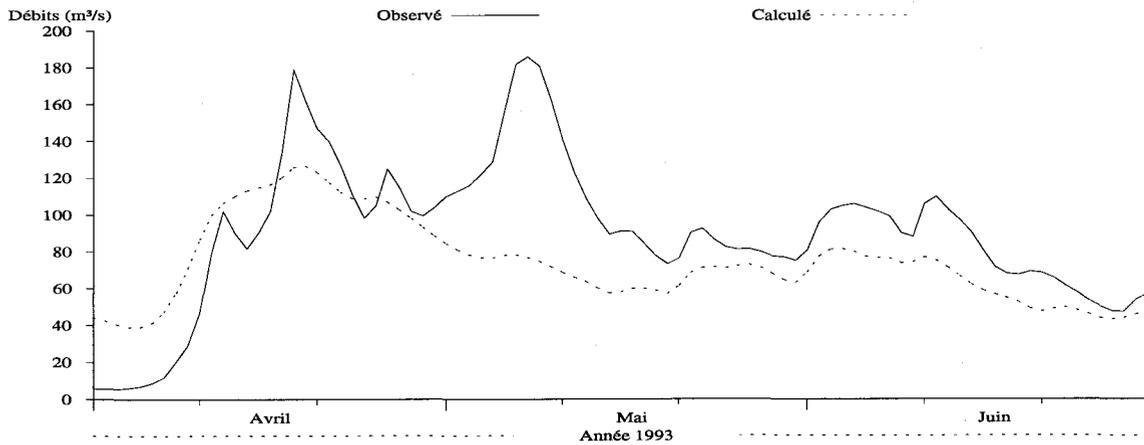


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.2494

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 89.829 • cal.: 73.692  
Lame (mm) obs.: 309.77 • cal.: 254.12



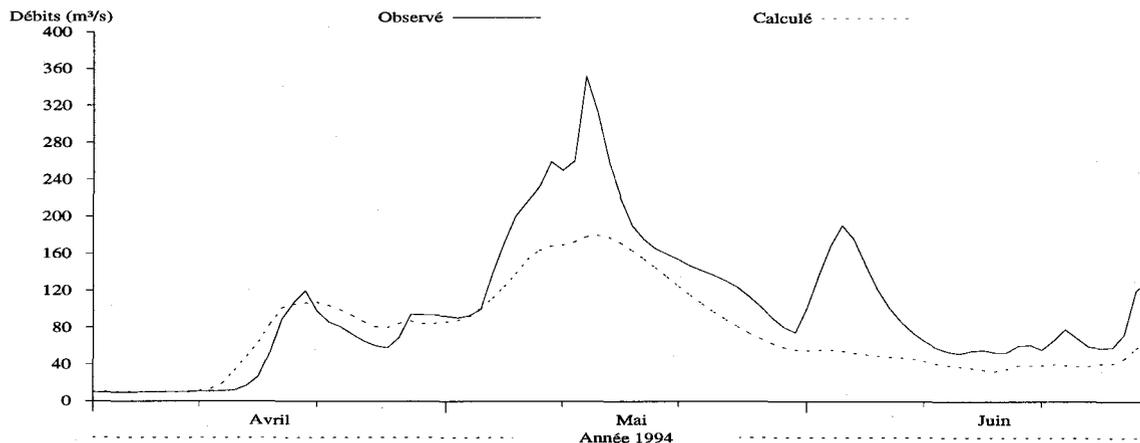
b)

Figure M11.9 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1993 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.567

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 102.45 • cal.: 75.105  
Lame (mm) obs.: 353.3 • cal.: 258.99

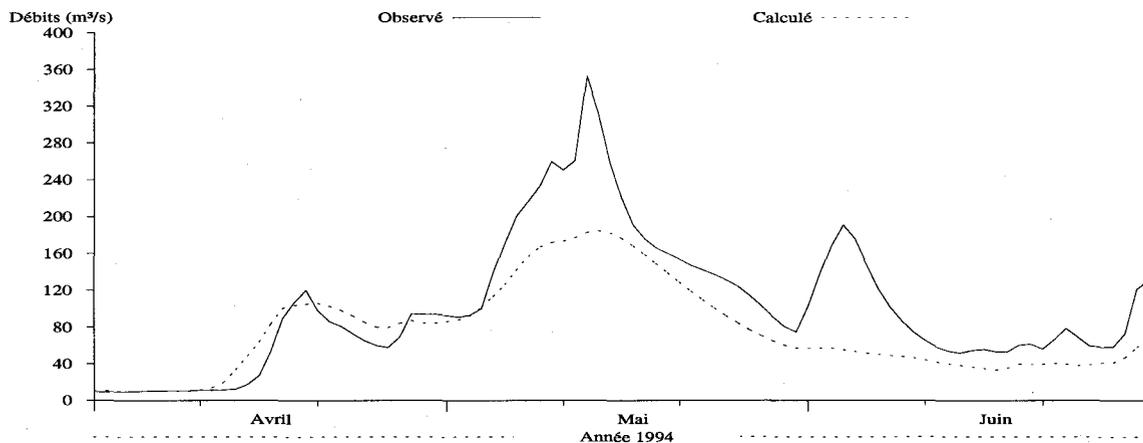


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5927

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 102.45 • cal.: 76.128  
Lame (mm) obs.: 353.3 • cal.: 262.52



b)

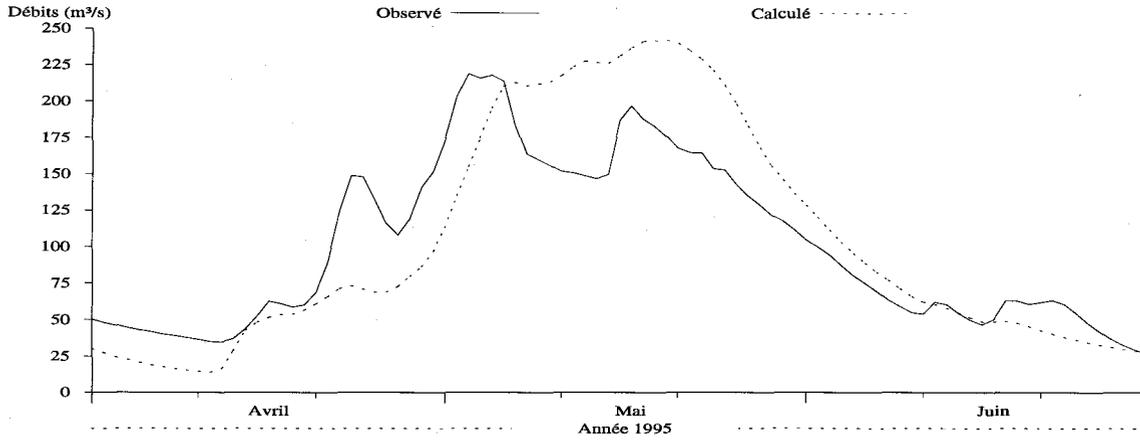
Figure M11.10

Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1994 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.5185

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 100.94 • cal.: 104.23  
Lame (mm) obs.: 348.09 • cal.: 359.43

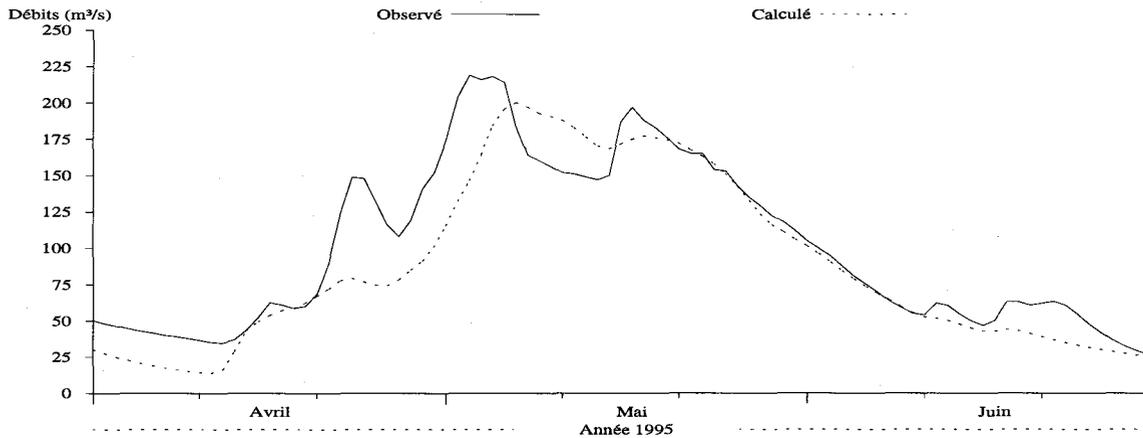


a)

### Débits journaliers

Numéro de station: METAB  
Superficie du bassin versant: 2280 km<sup>2</sup>  
Coefficient de NASH: 0.7878

Débits moyens (m<sup>3</sup>/s) obs.: 100.94 • cal.: 88.403  
Lame (mm) obs.: 348.09 • cal.: 304.85



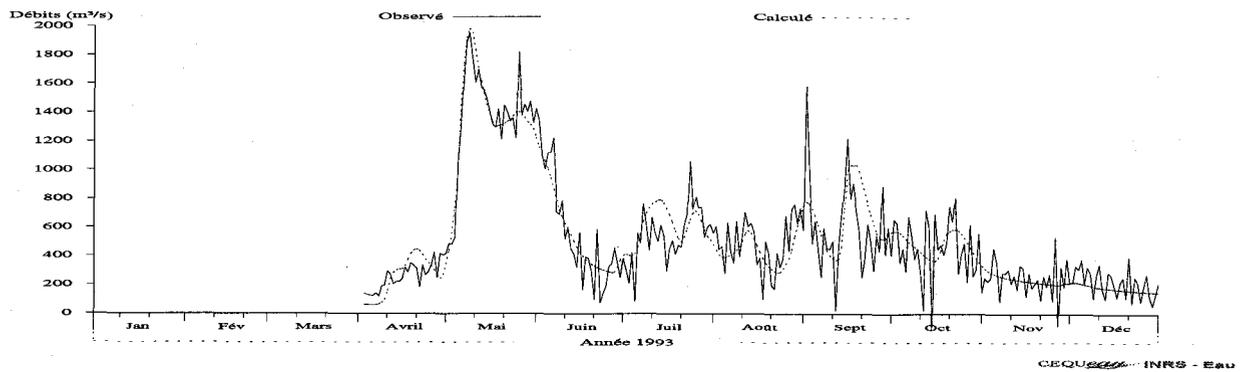
b)

Figure M11.11 Hydrogrammes des débits observés et simulés pour l'année 1995 à la station 061502 de la rivière Métabetchouane (METAB), a) sans correction des stocks de neige, b) avec correction des stocks de neige le 31 mars.

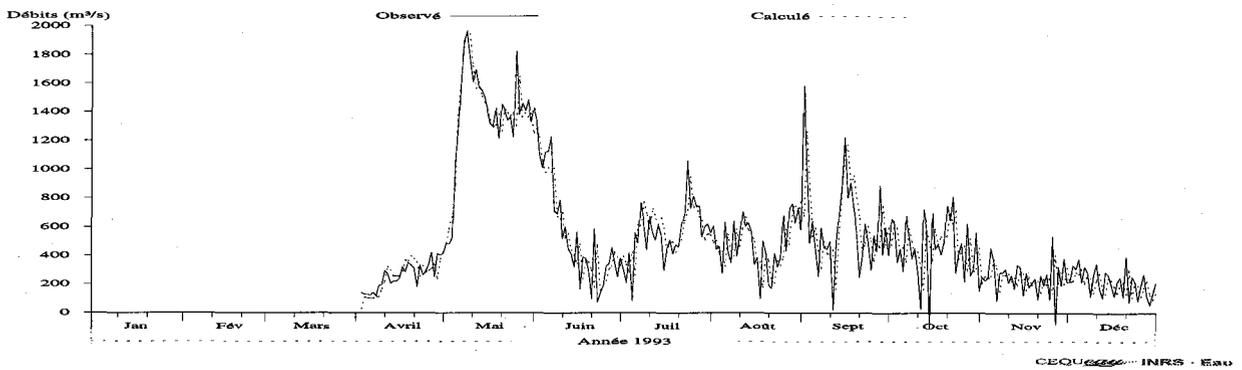
# **ANNEXE N**

---

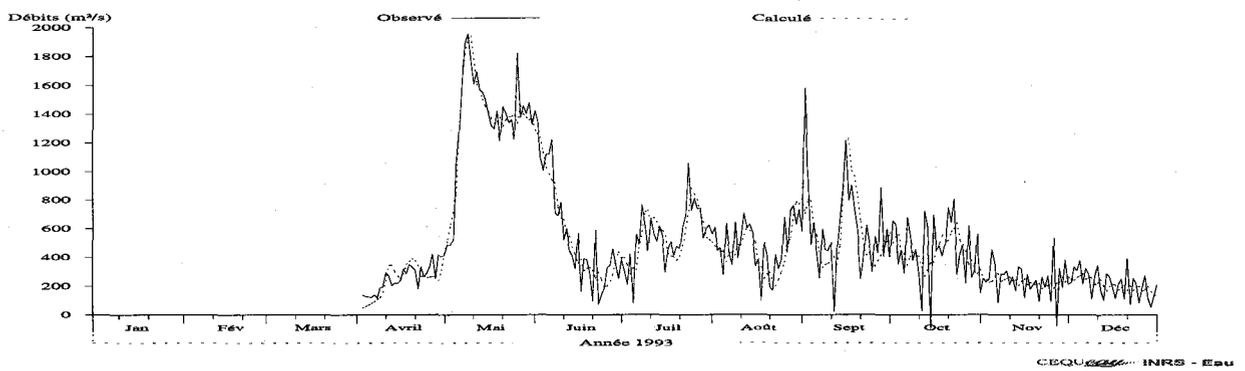
**Hydrogrammes des débits journaliers observés et prévus à l'aide du modèle hydrologique CEQUEAU, sans mise à jour, avec mise à jour statistique et avec mise à jour déterministe, pour tous les bassins versants avec les données météorologiques observées et prévues pour la période d'avril 1993 à décembre 1995.**



a) Sans mise à jour - Nash : 0,8329

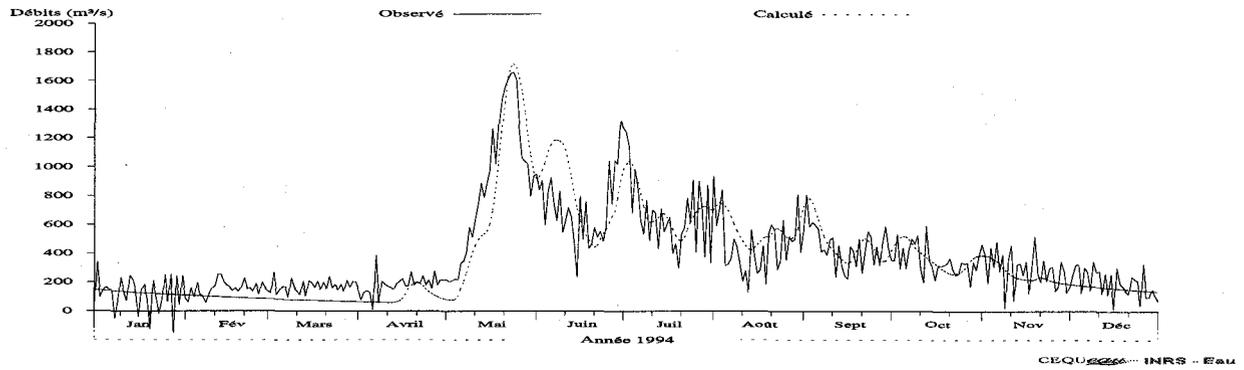


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,8069

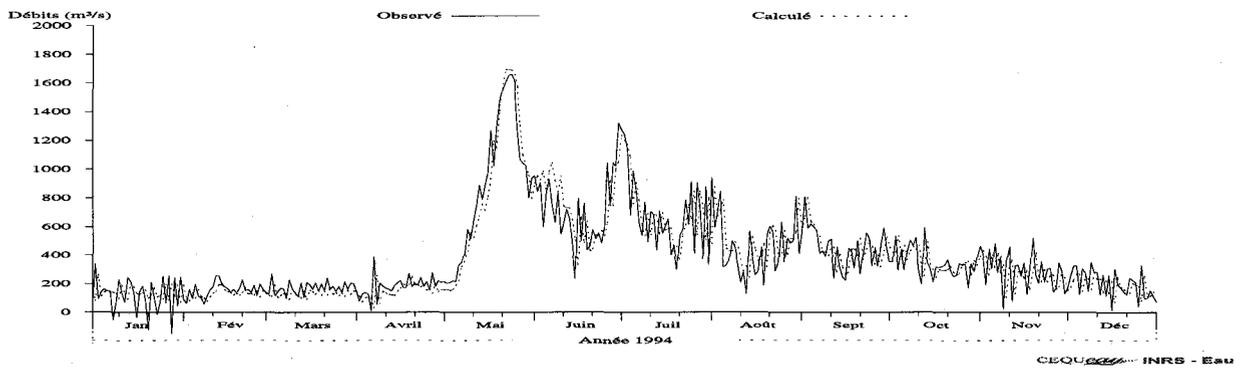


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,8425

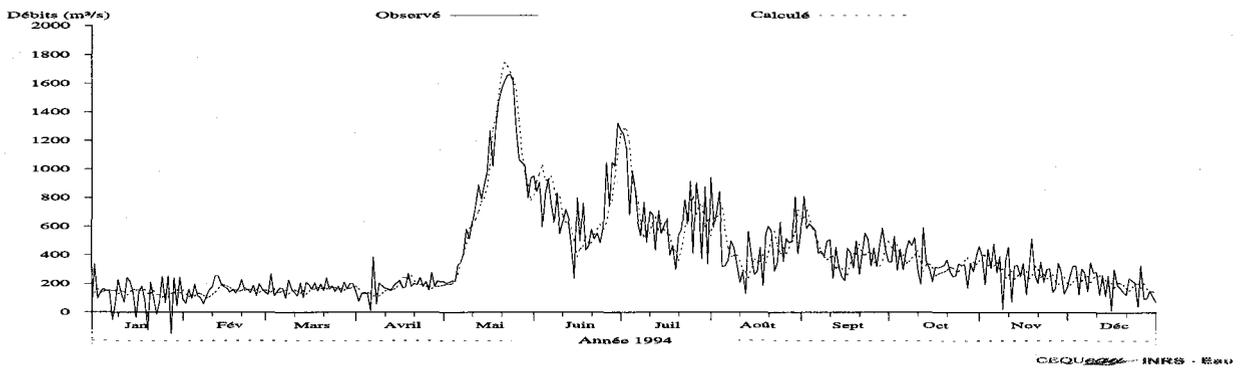
Figure N1.1 Débits observés et simulés sur le bassin versant amont (BAM) pour l'année 1993, avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,7327

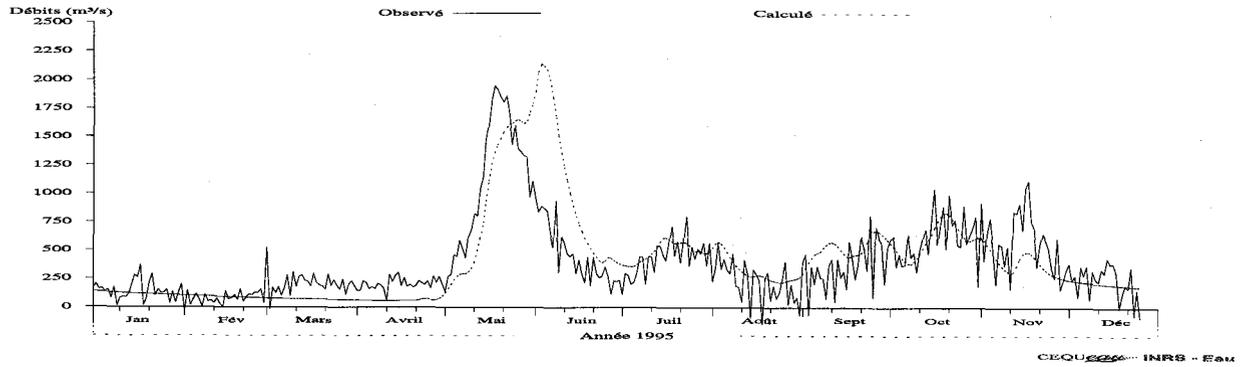


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,7798

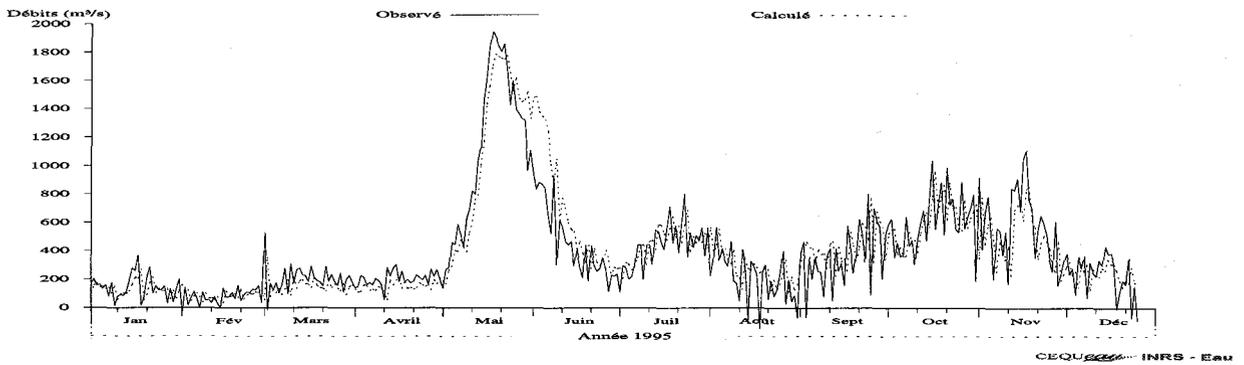


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,8298

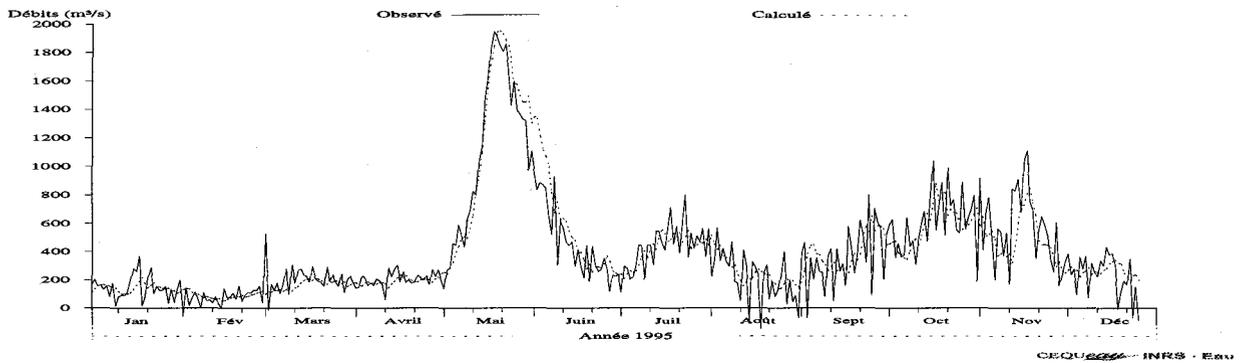
Figure N1.2 Débits observés et simulés sur le bassin versant amont (BAM) pour l'année 1994, avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,3774

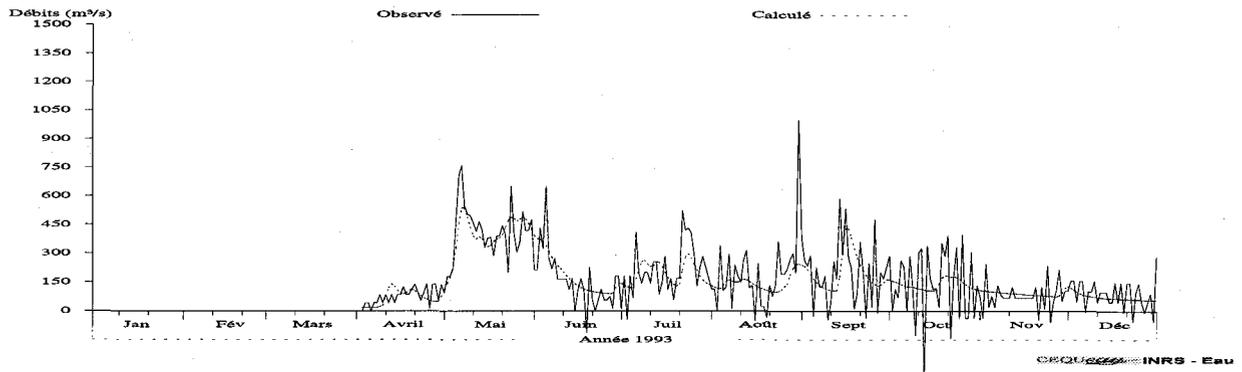


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,7272

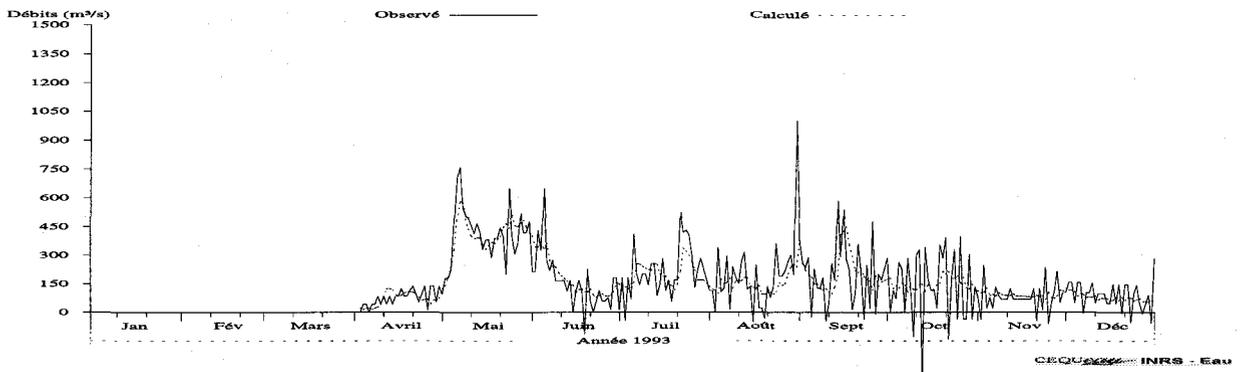


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,8113

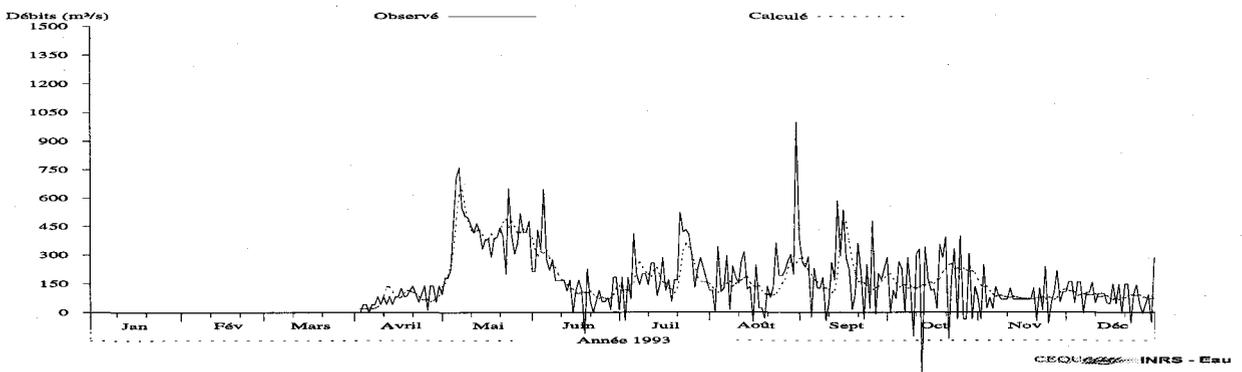
Figure N1.3 Débits observés et simulés sur le bassin versant amont (BAM) pour l'année 1995, avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash :0,47

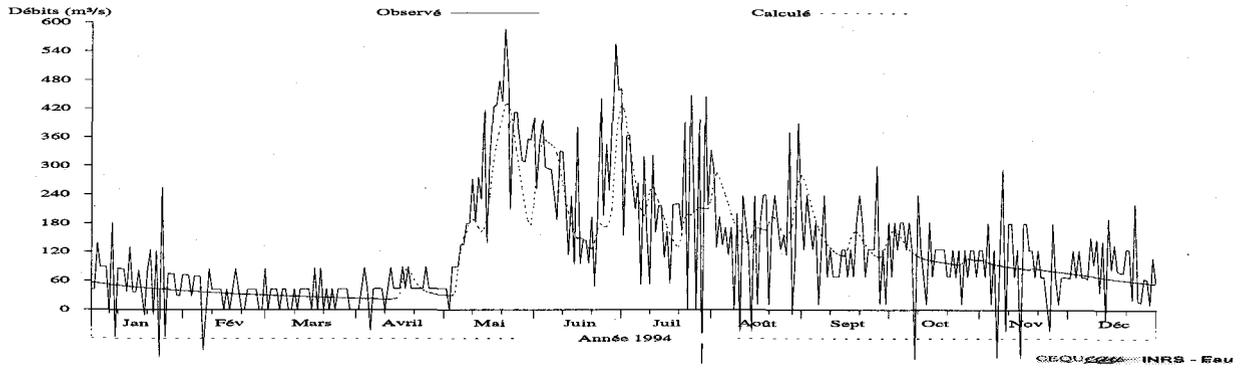


b) Avec mise à jour statistique - Nash :0,4524

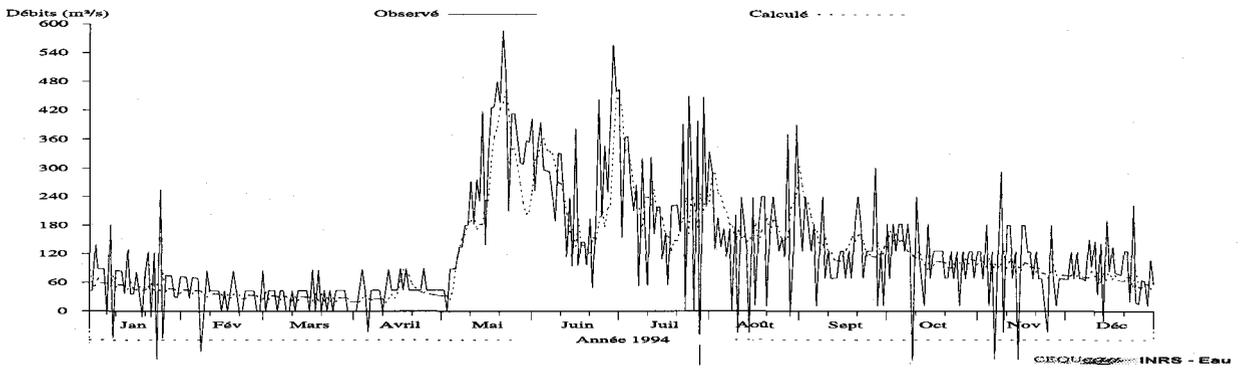


c) Avec mise à jour déterministe - Nash :0,4527

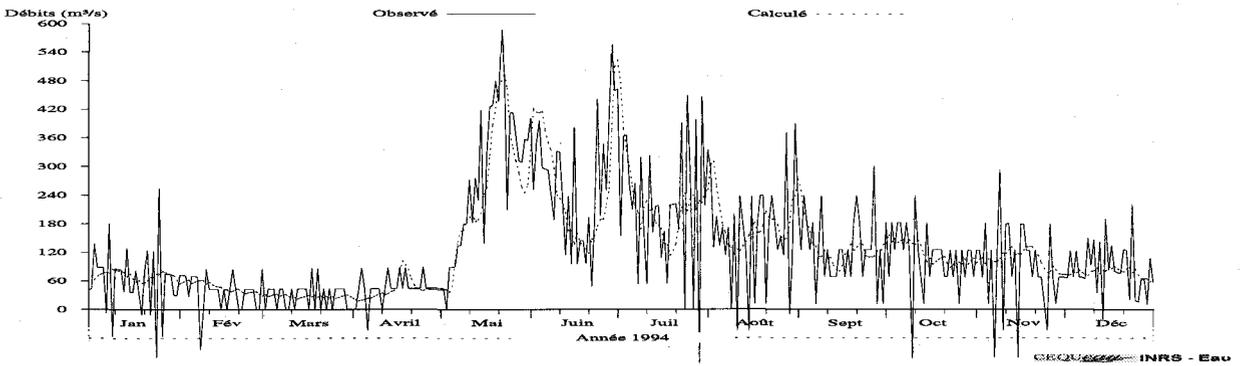
Figure N2.1 Débits observés et simulés sur le bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1993, avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,5467

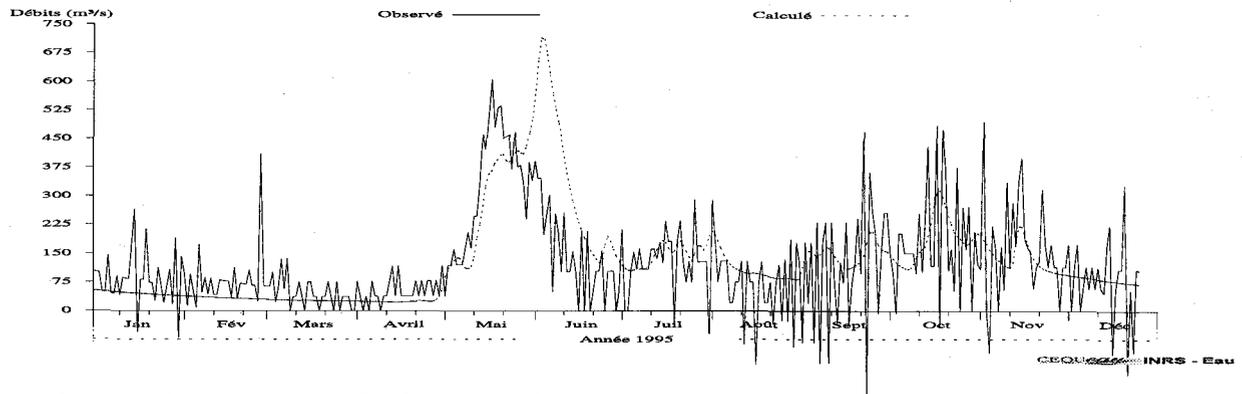


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,5237

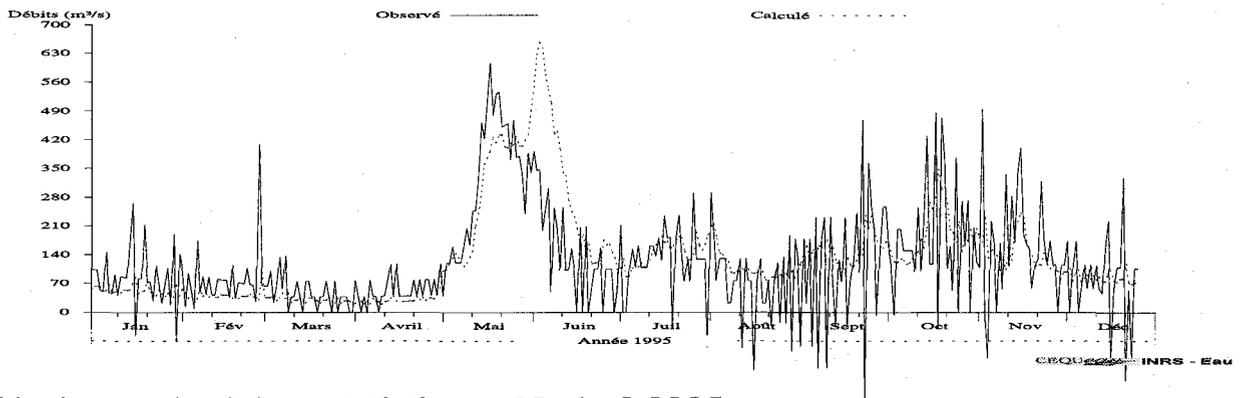


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,5497

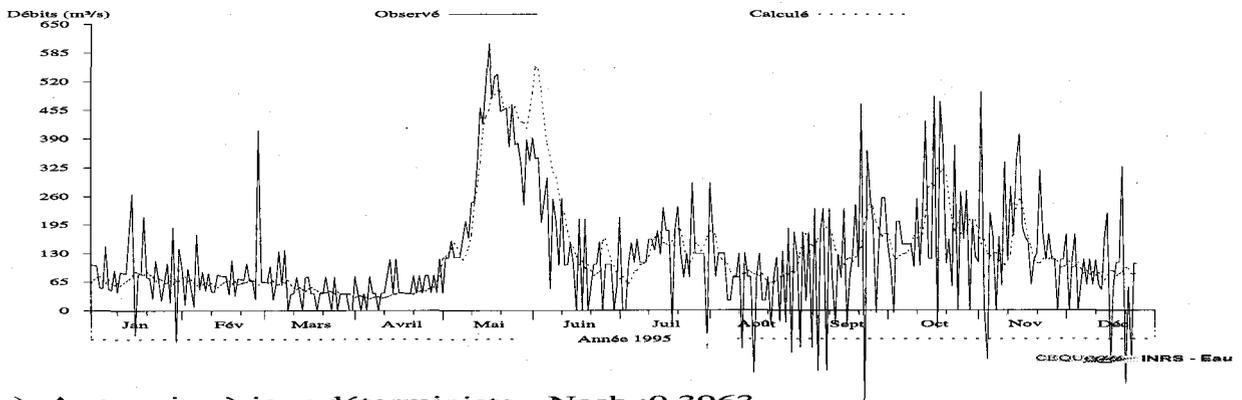
Figure N2.2 Débits observés et simulés sur le bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1994, avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash :0,1599

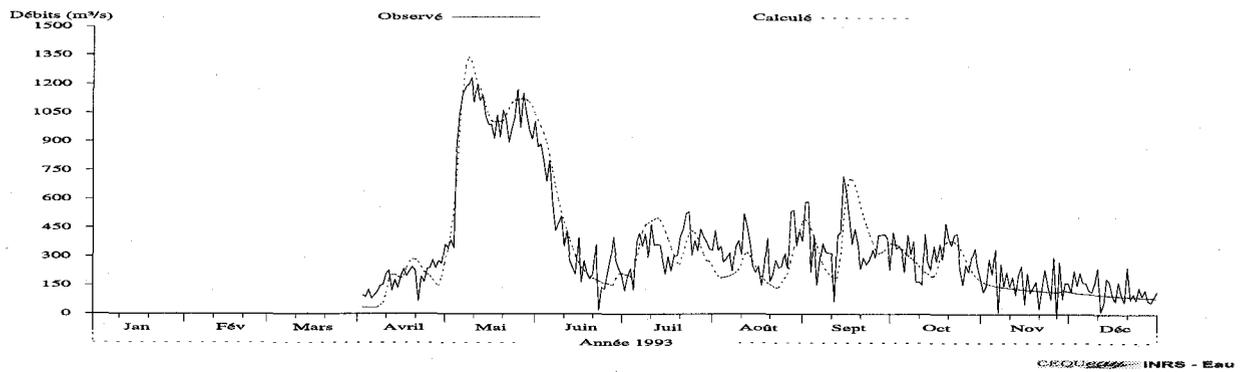


b) Avec mise à jour statistique - Nash :0,2205

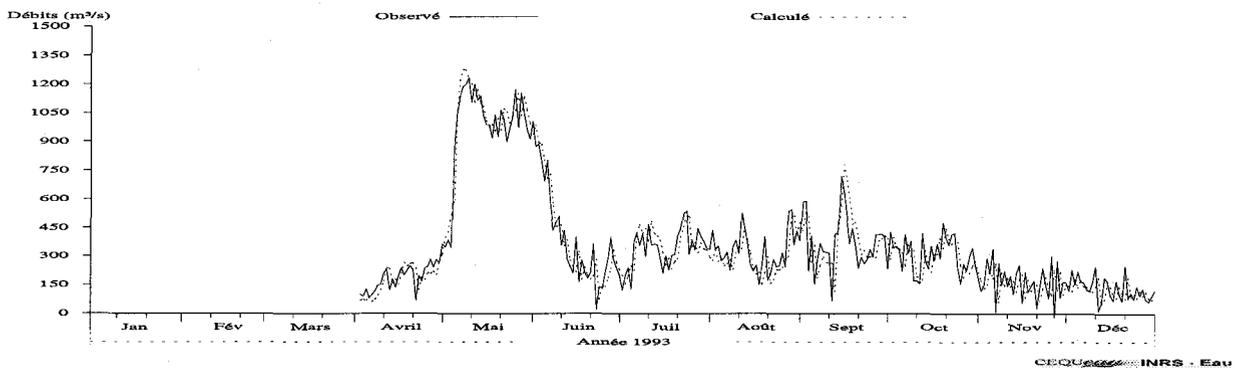


c) Avec mise à jour déterministe - Nash :0,3963

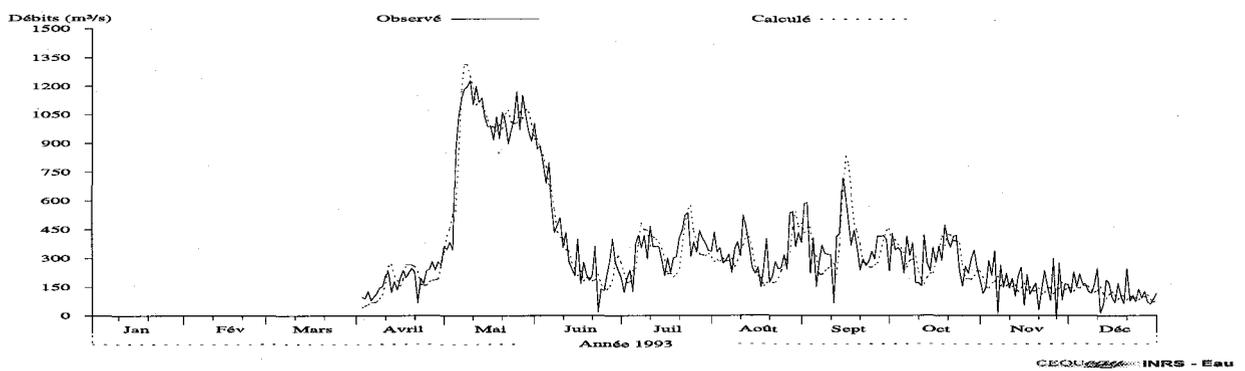
Figure N2.3 Débits observés et simulés sur le bassin versant Lac Manouane (LM) pour l'année 1995, avec les prévisions météorologiques pour le jour.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,8497

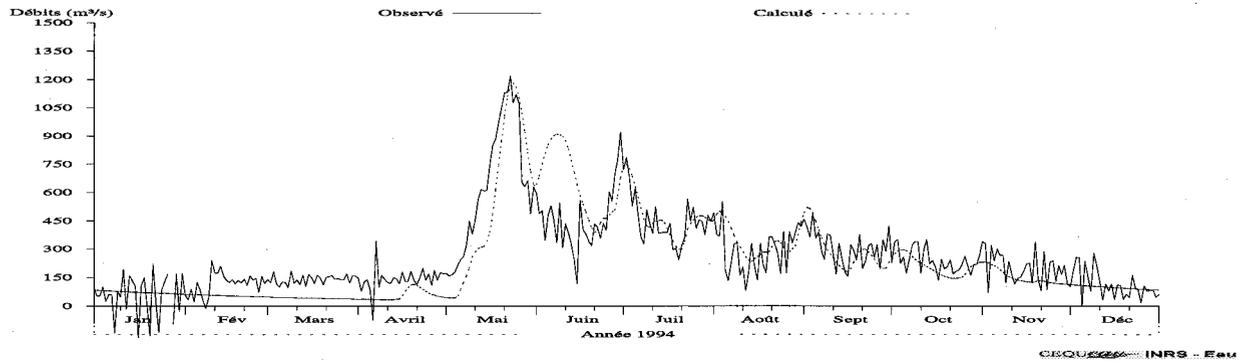


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,872

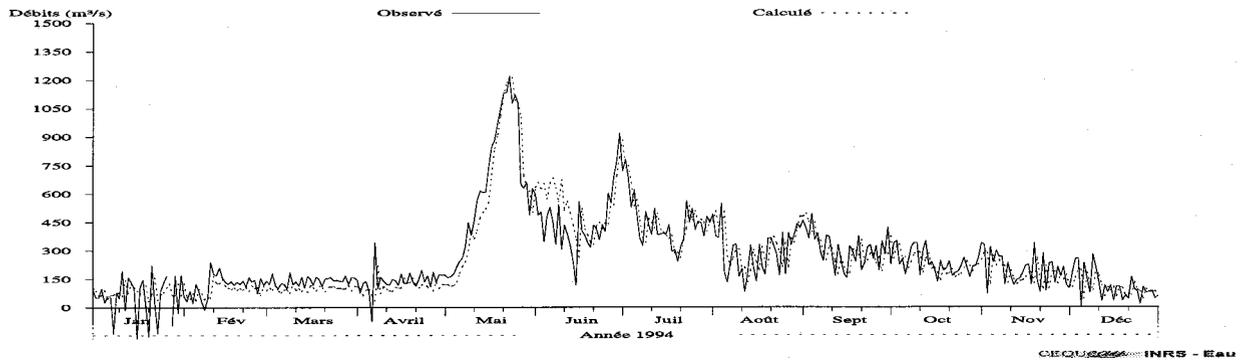


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,8764

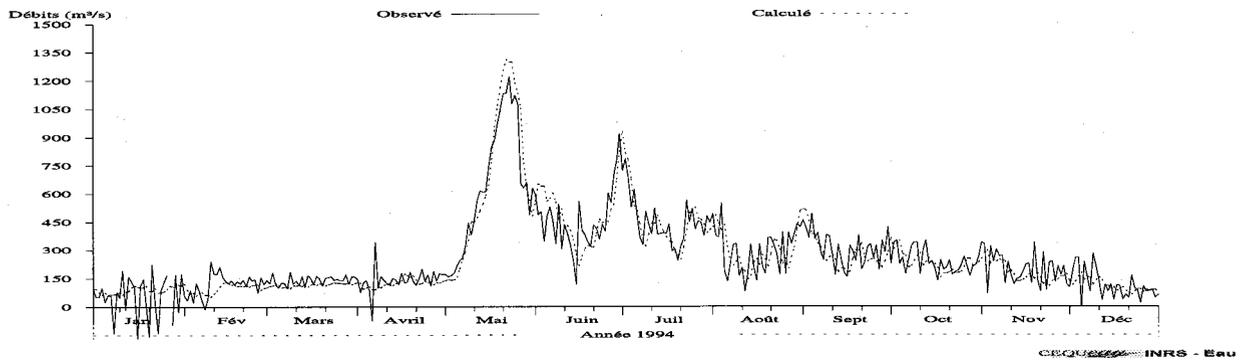
Figure N3.1 Débits observés et simulés sur le bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1993, avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,5939

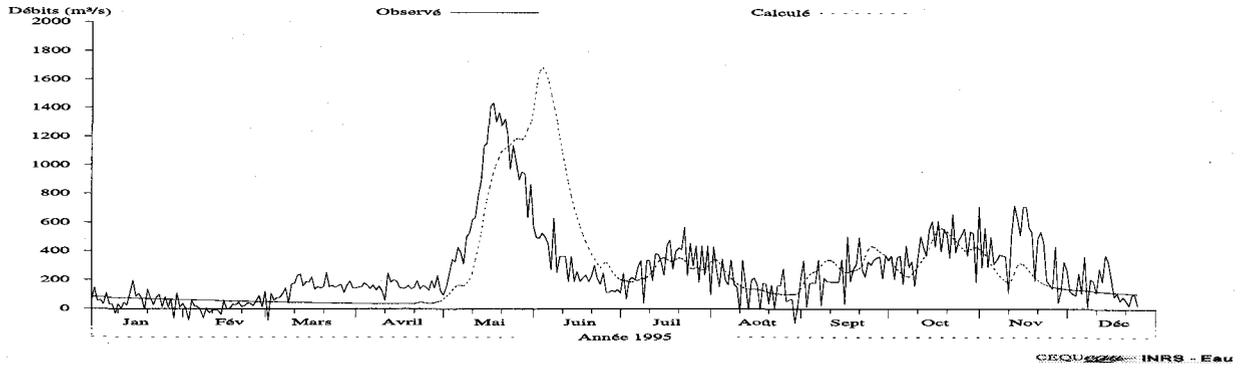


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,7947

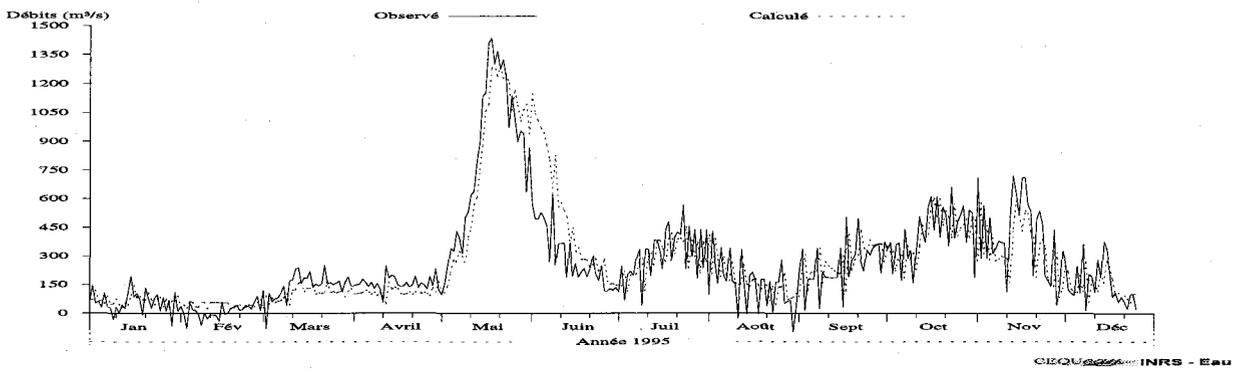


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,82

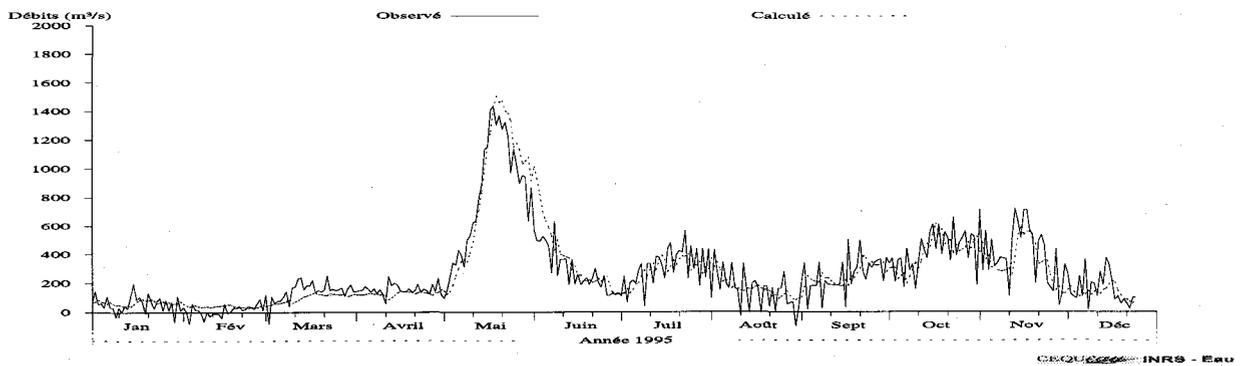
Figure N3.2 Débits observés et simulés sur le bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1994, avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,1464

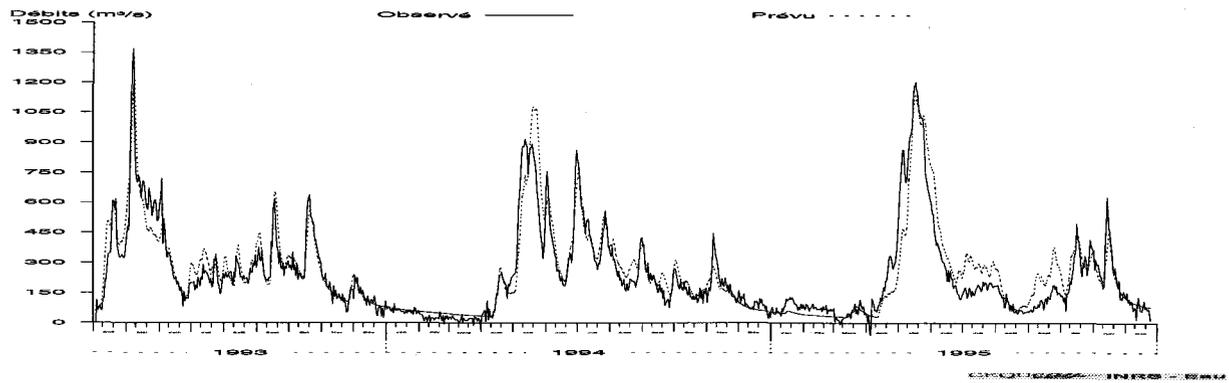


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,6948

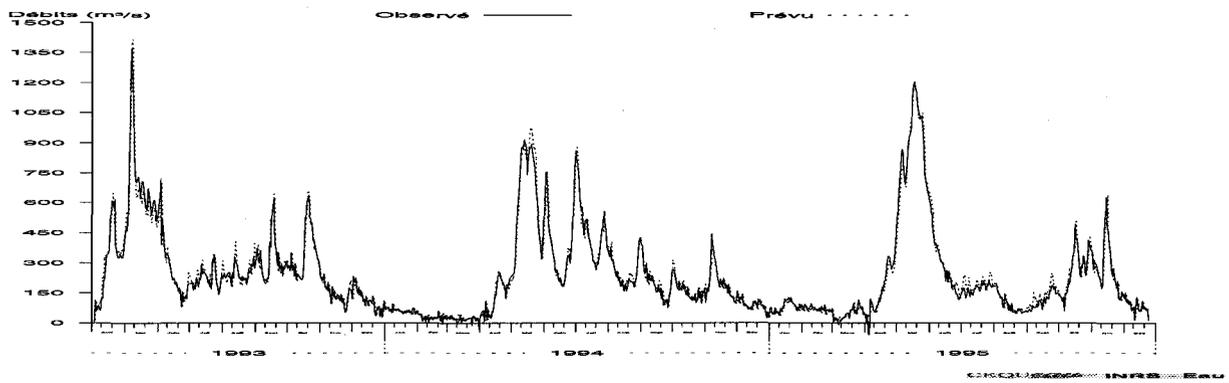


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,8021

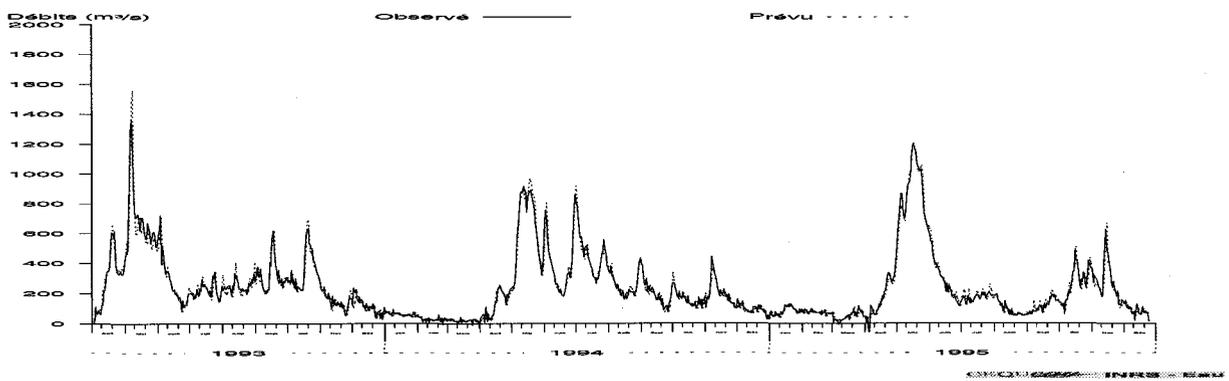
Figure N3.3 Débits observés et simulés sur le bassin versant Chute-des-Passes (CDP) pour l'année 1995, avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,853

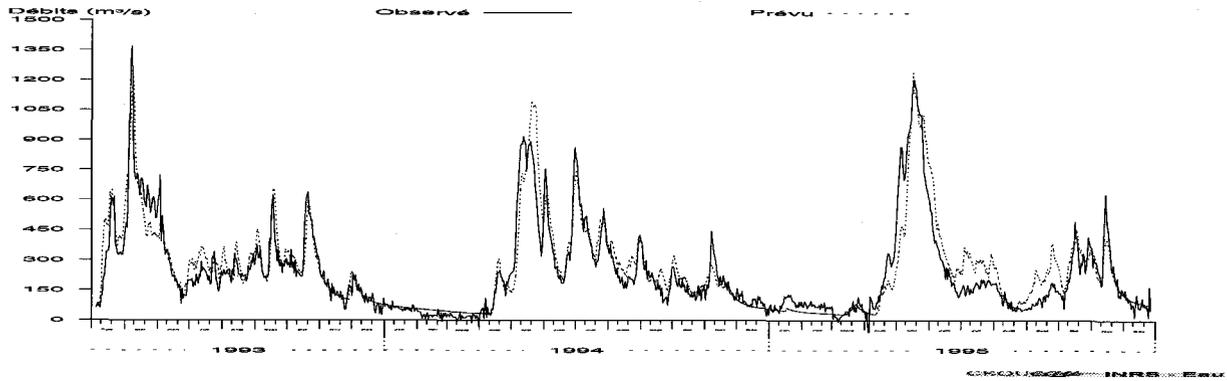


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,962

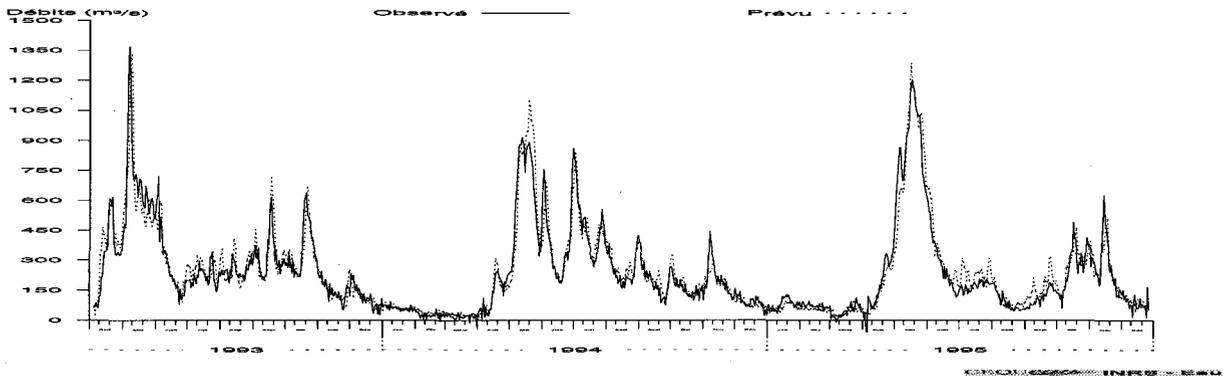


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,960

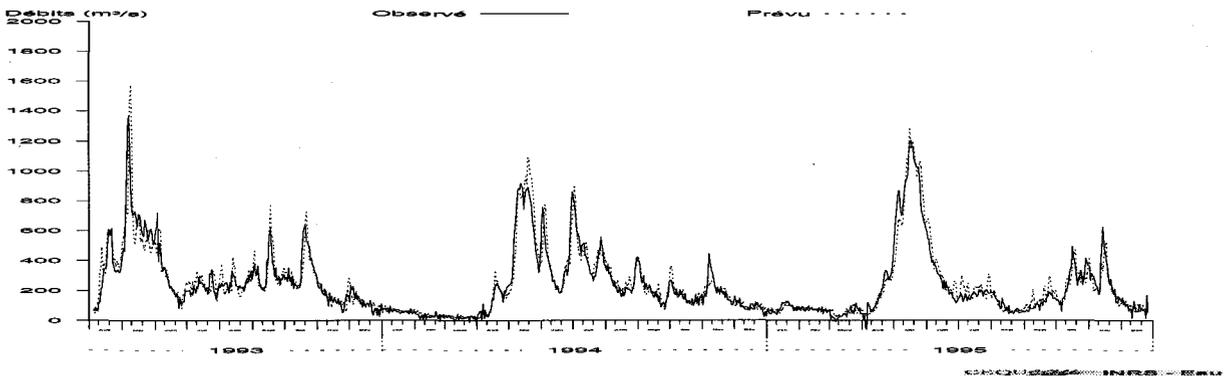
Figure N4.1 Débits observés et simulés sur le bassin versant Chute du Diable (CD) avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,844

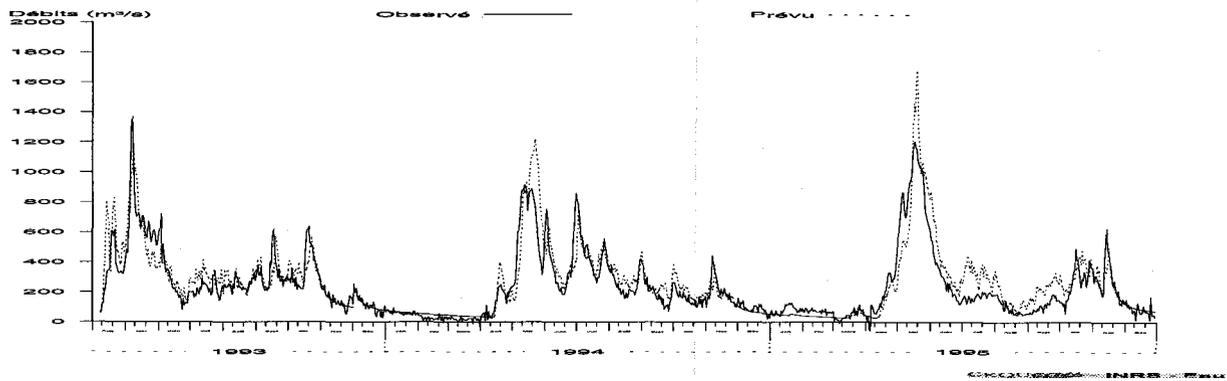


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,906

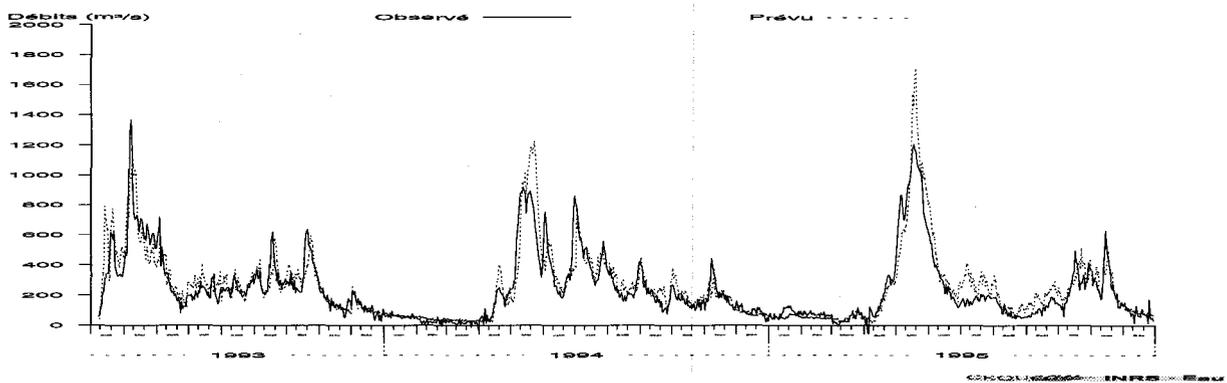


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,895

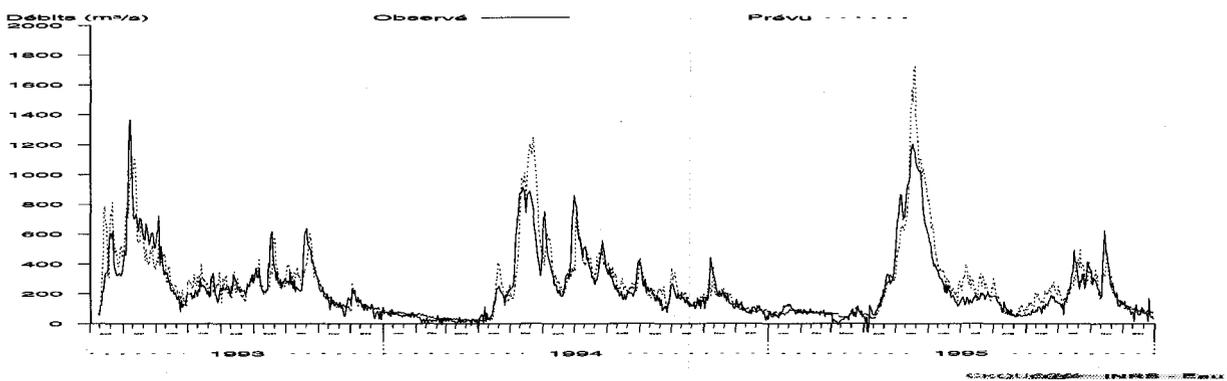
Figure N4.2 Débits observés et simulés sur le bassin versant Chute du Diable (CD) avec les prévisions météorologiques pour le jour 3.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,765

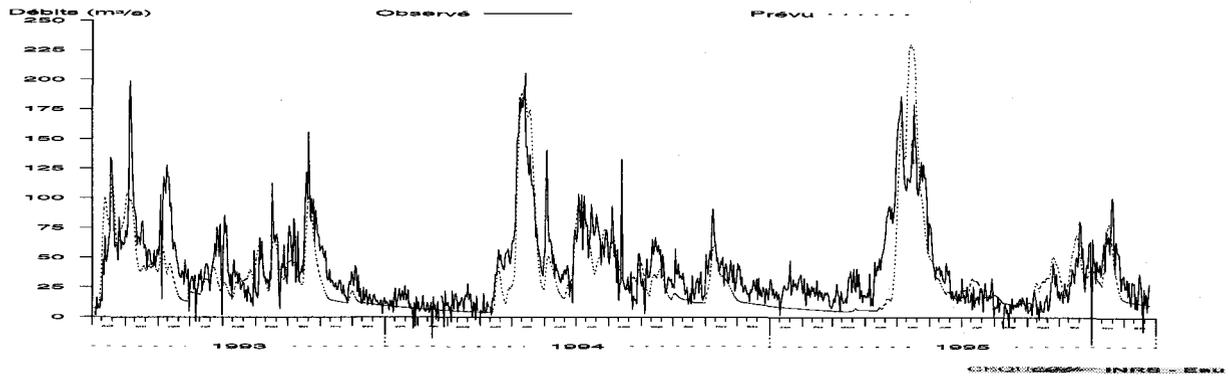


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,796

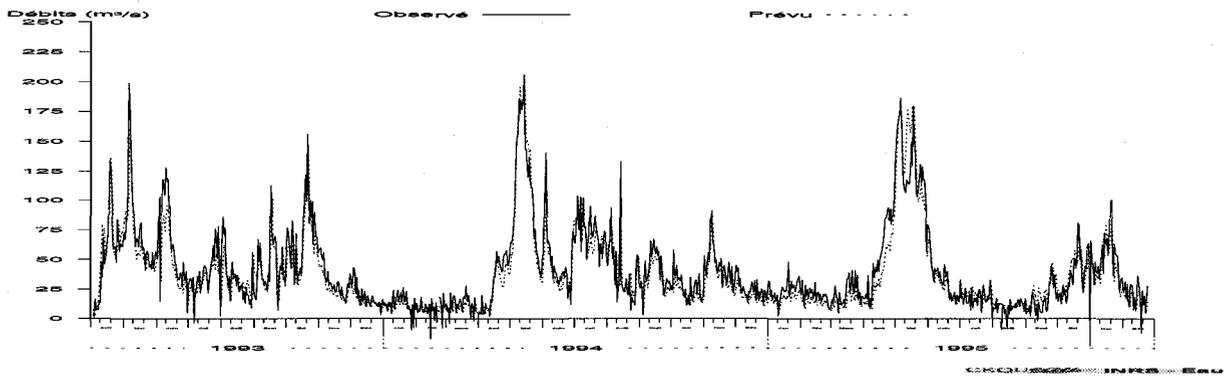


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,790

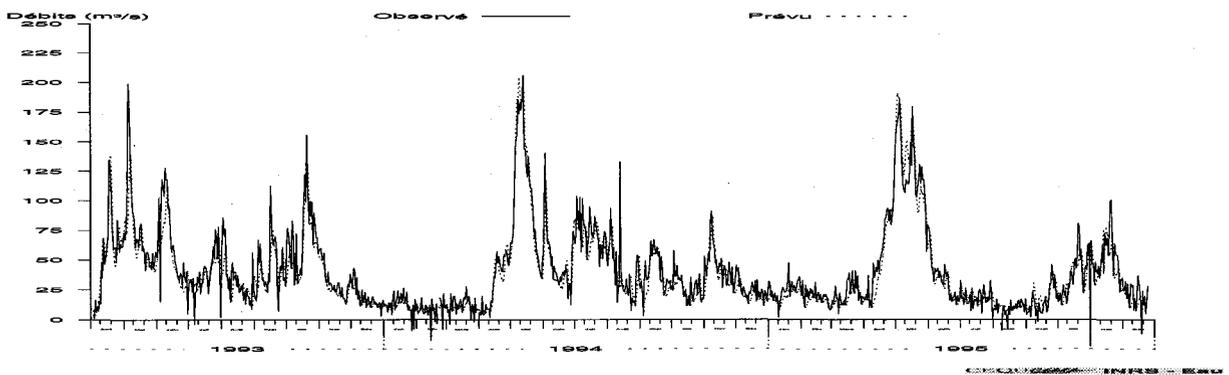
Figure N4.3 Débits observés et simulés sur le bassin versant Chute du Diable (CD) avec les prévisions météorologiques pour le jour 6.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,564

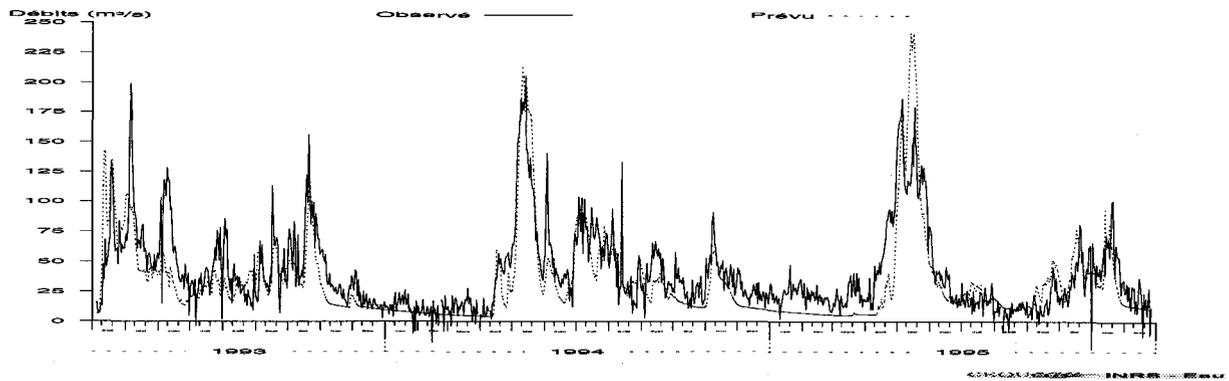


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,806

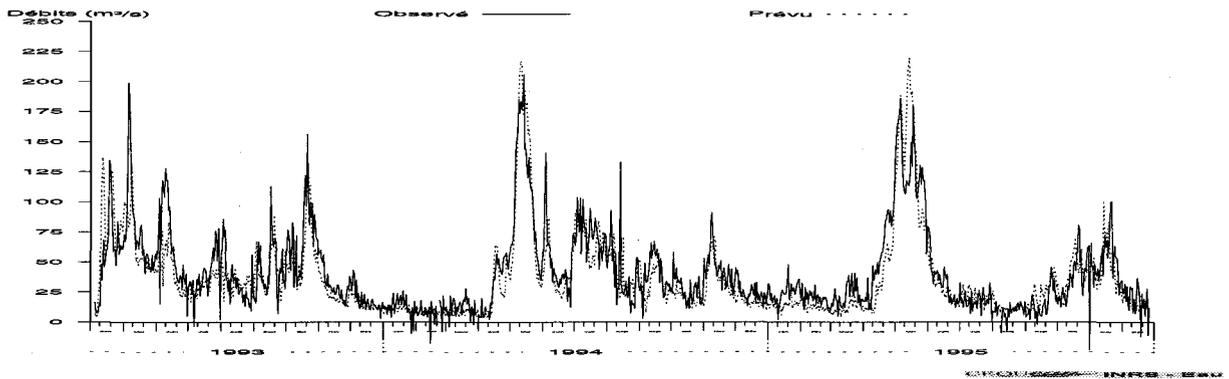


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,823

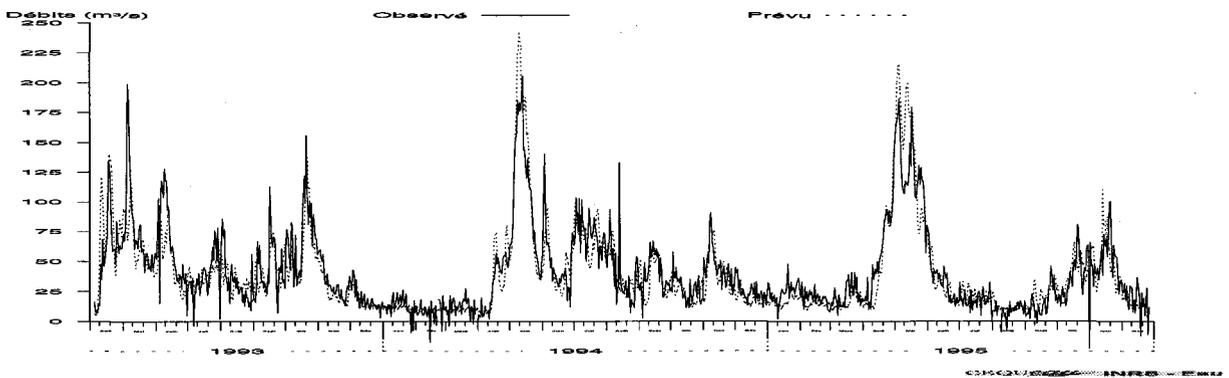
Figure N5.1 Débits observés et simulés sur le bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,551

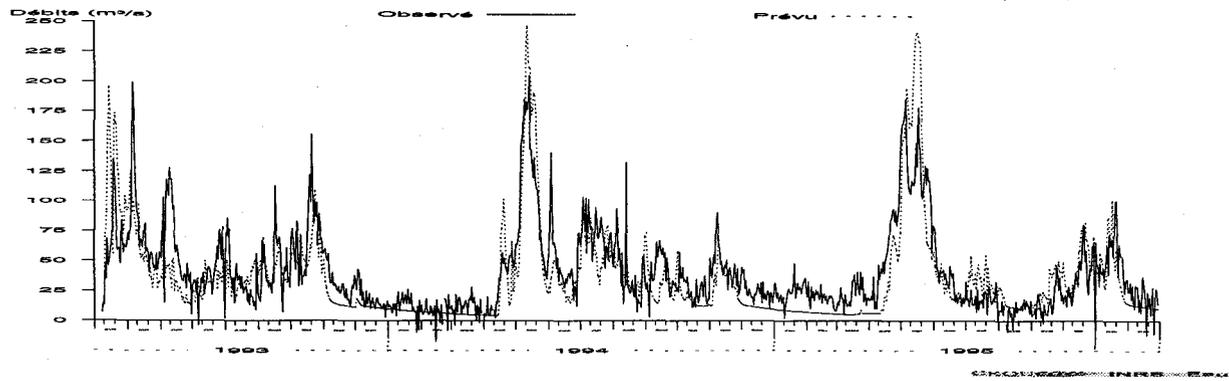


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,690

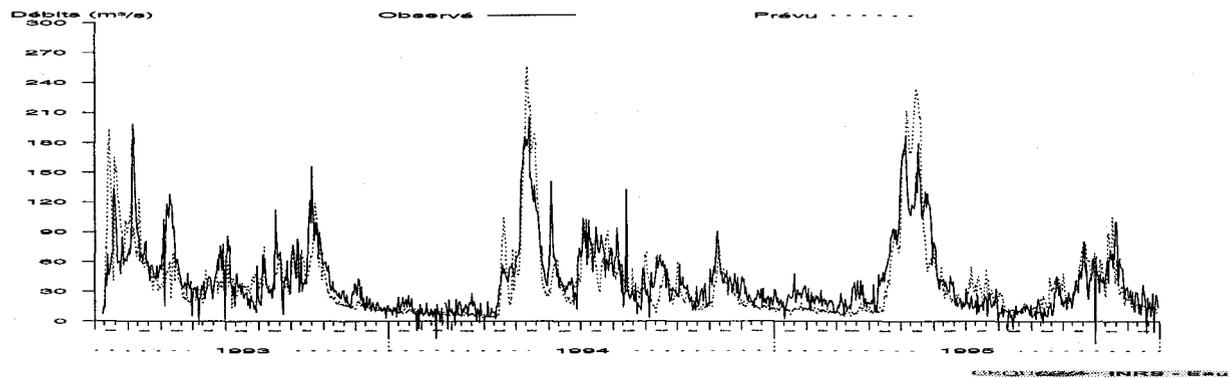


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,714

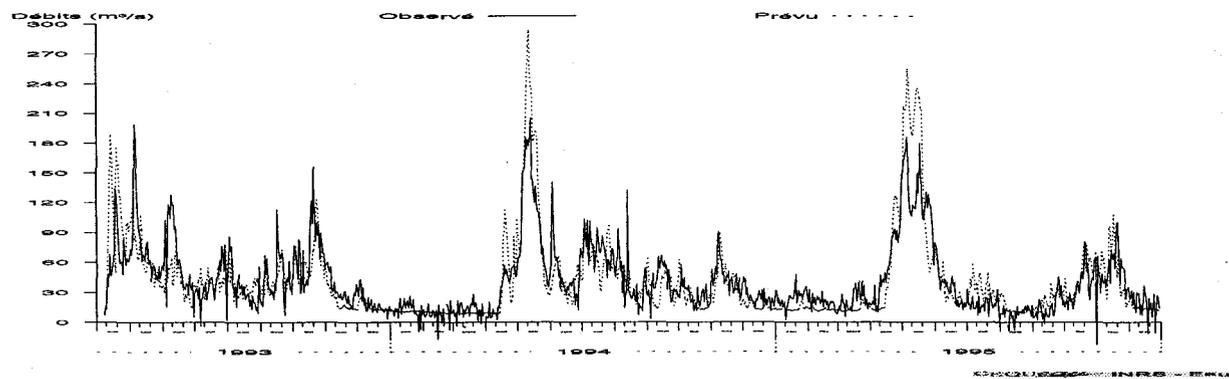
Figure N5.2 Débits observés et simulés sur le bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) avec les prévisions météorologiques pour le jour 3.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,459

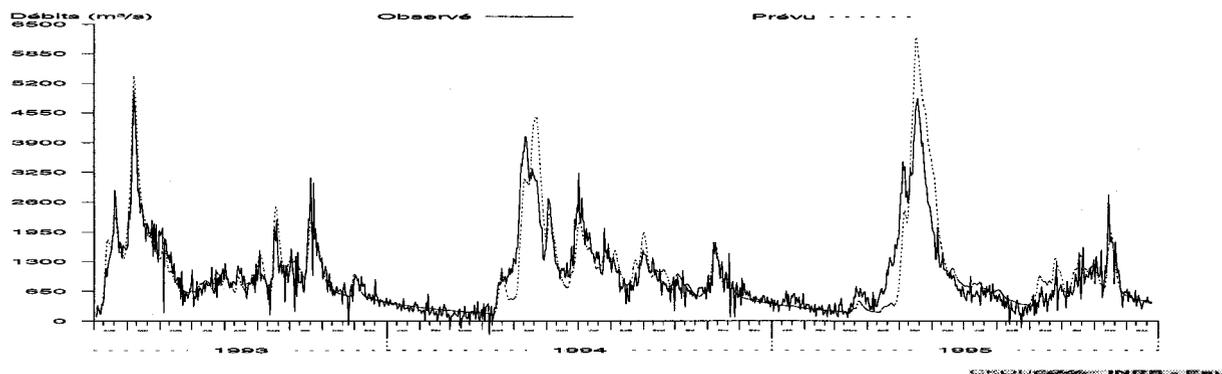


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,516

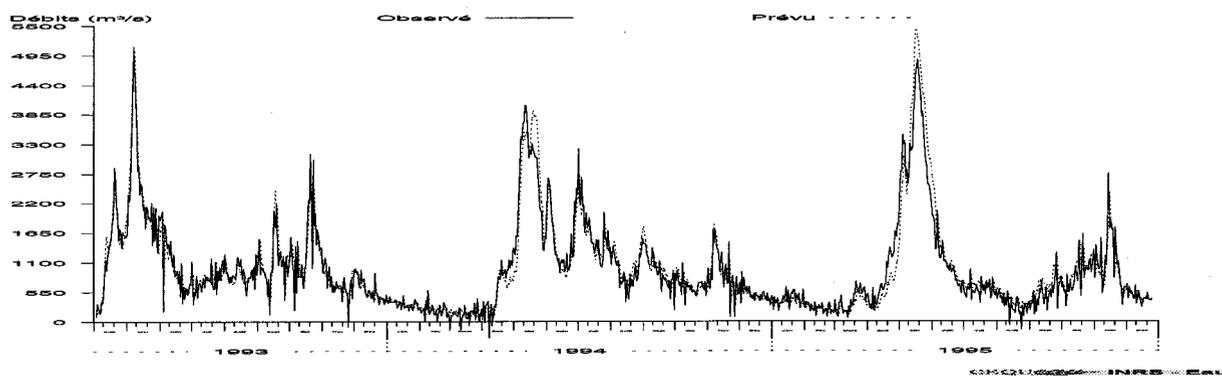


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,475

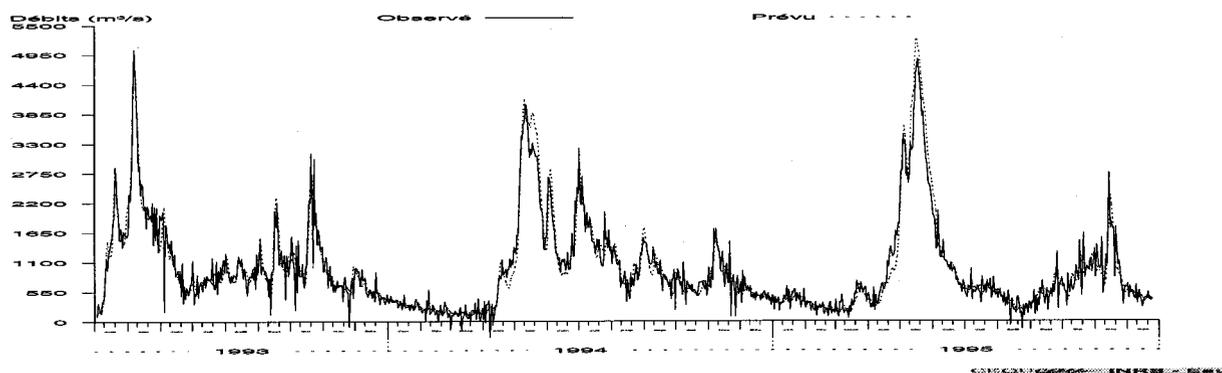
Figure N5.3 Débits observés et simulés sur le bassin versant Chute-à-la-Savane (CS) avec les prévisions météorologiques pour le jour 6.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,773

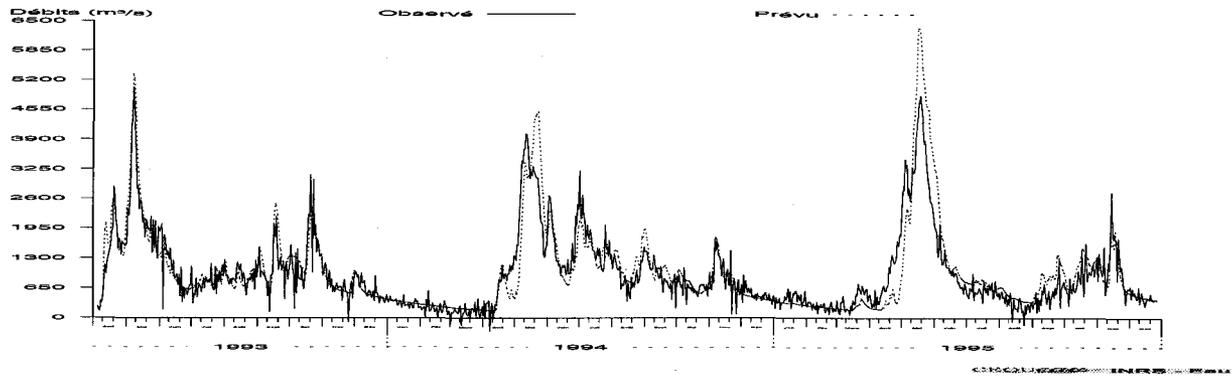


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,879

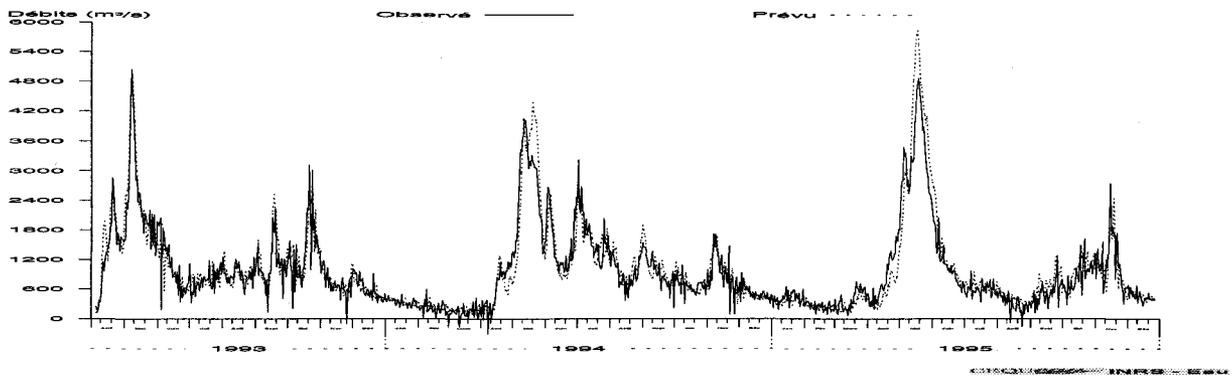


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,908

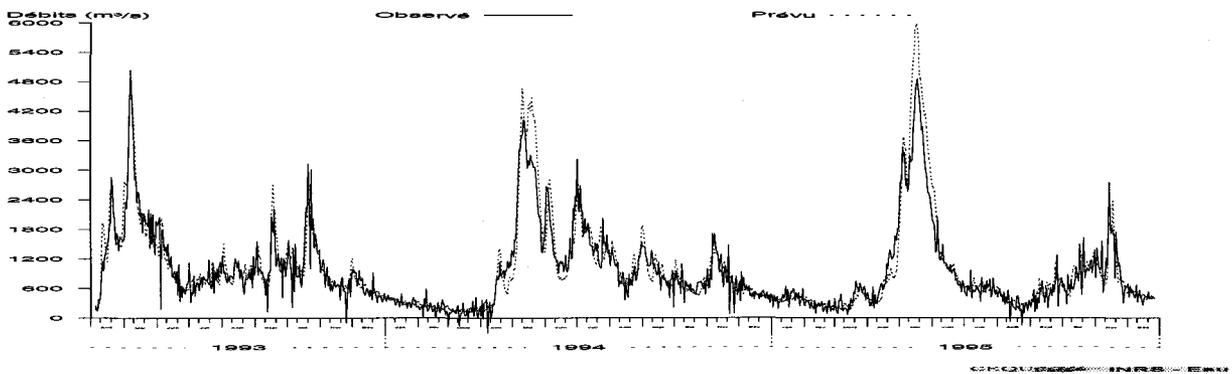
Figure N6.1 Débits observés et simulés sur le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,757

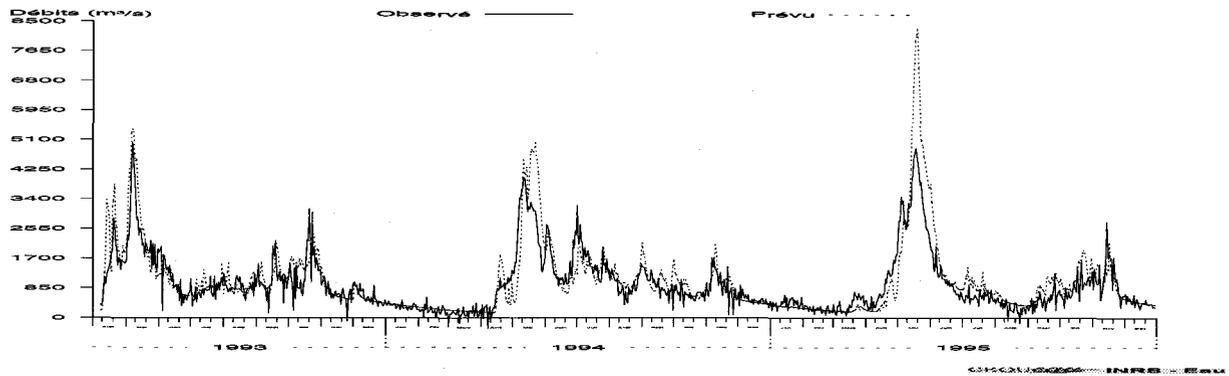


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,854

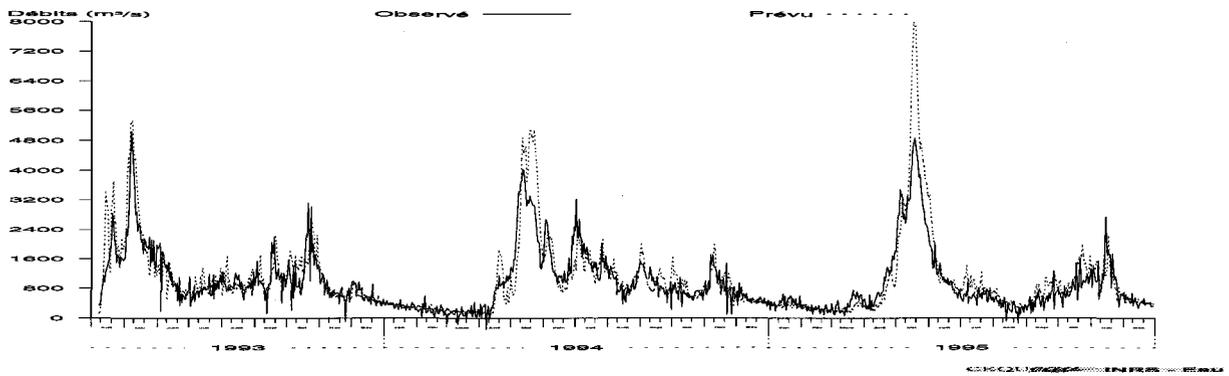


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,849

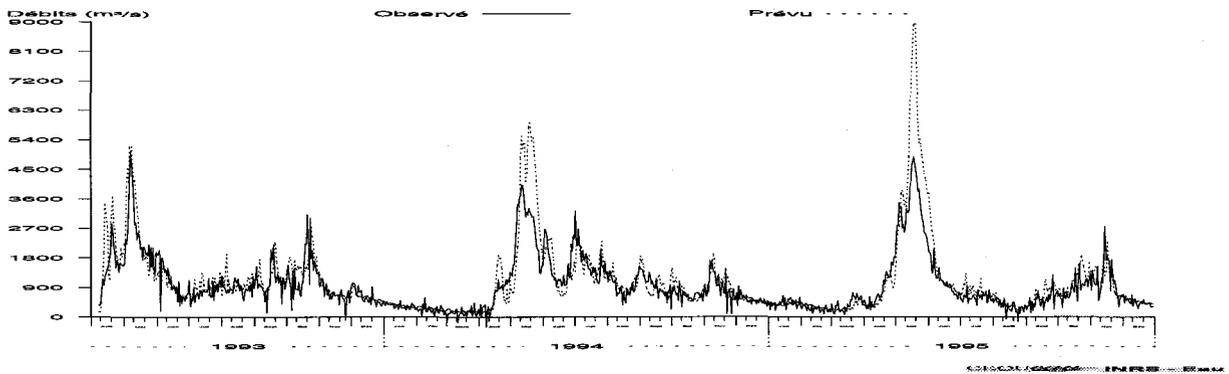
Figure N6.2 Débits observés et simulés sur le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) avec les prévisions météorologiques pour le jour 3.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,578

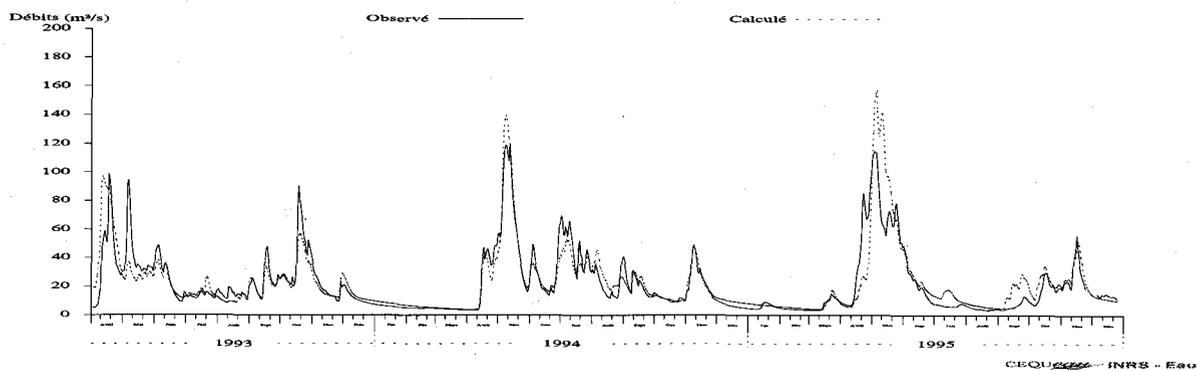


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,642

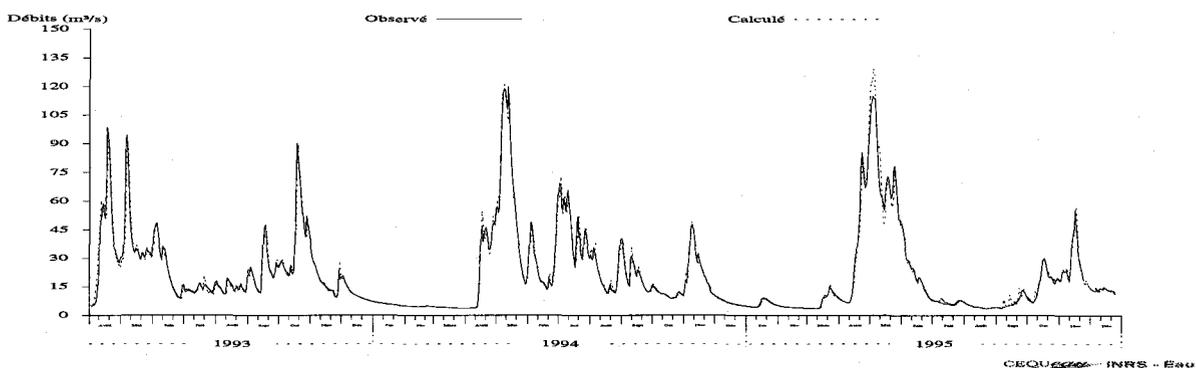


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,509

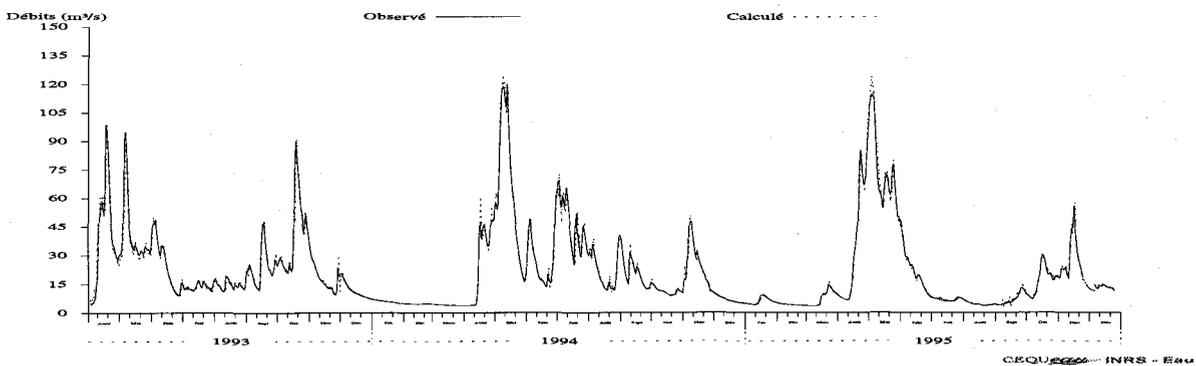
Figure N6.3 Débits observés et simulés sur le bassin versant Lac Saint-Jean (LSJ) avec les prévisions météorologiques pour le jour 6.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,7466

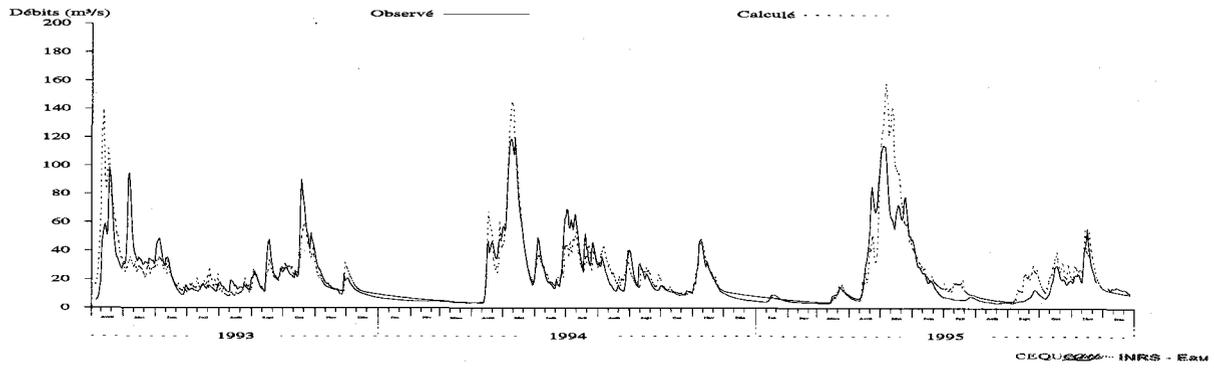


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,9752

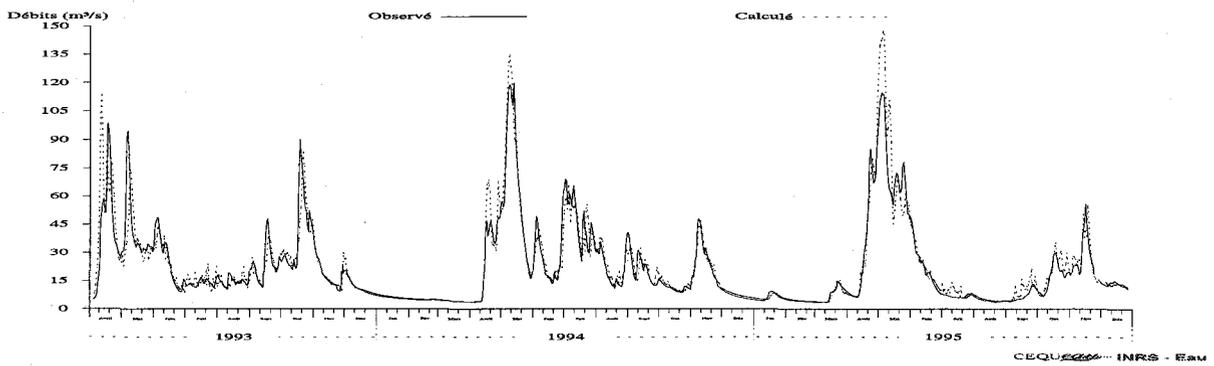


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,9794

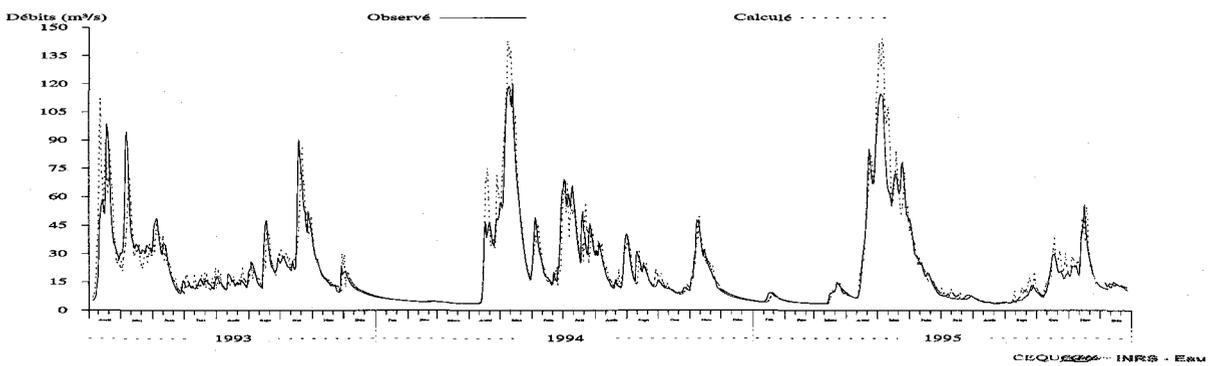
Figure N7.1 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,7186

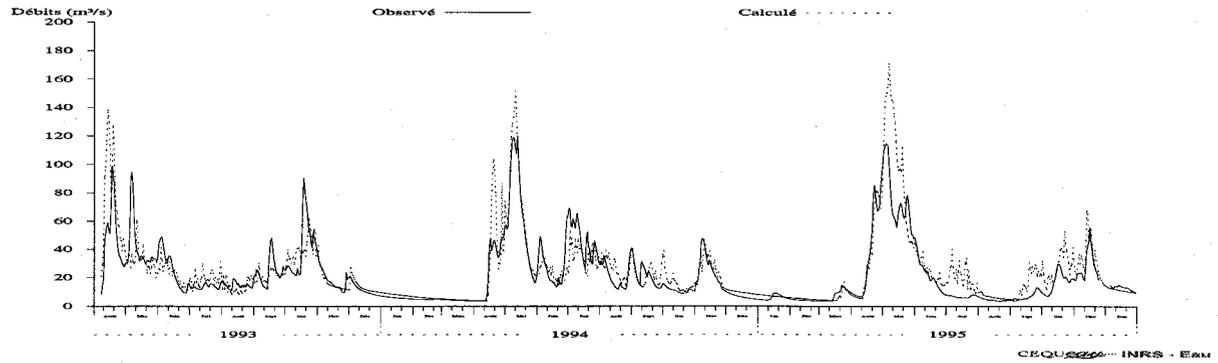


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,8645

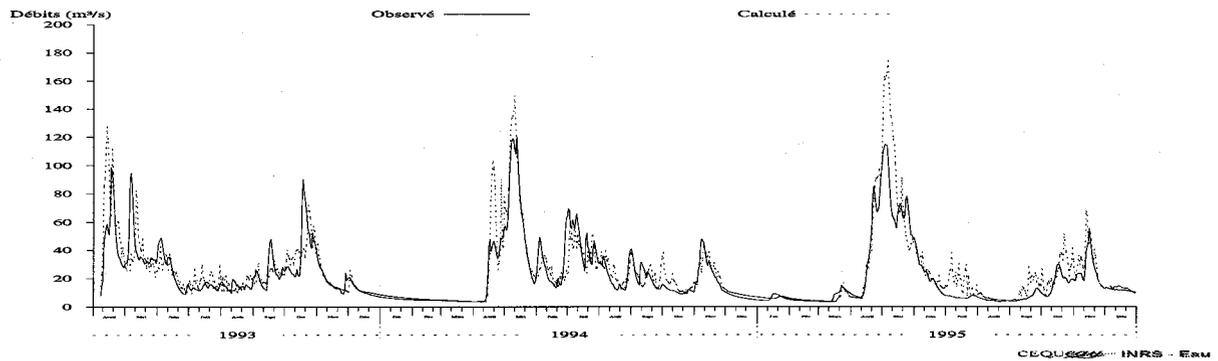


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,8744

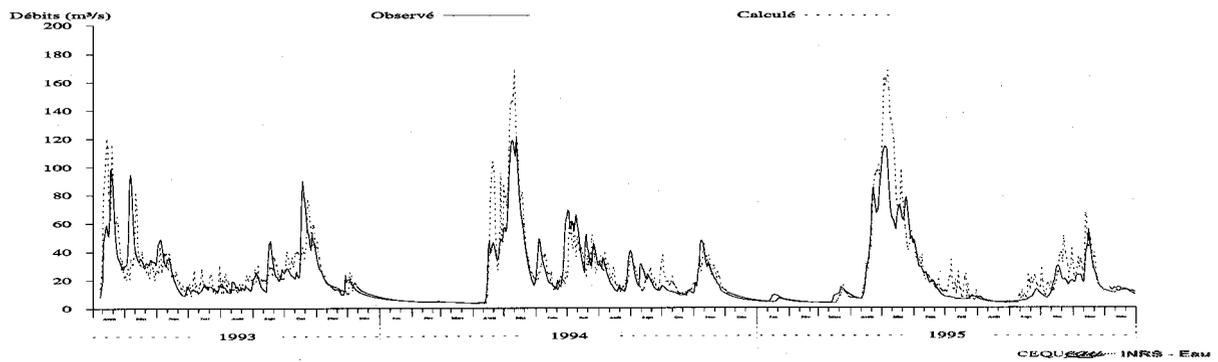
Figure N7.2 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) avec les prévisions météorologiques pour le jour 3.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,6178

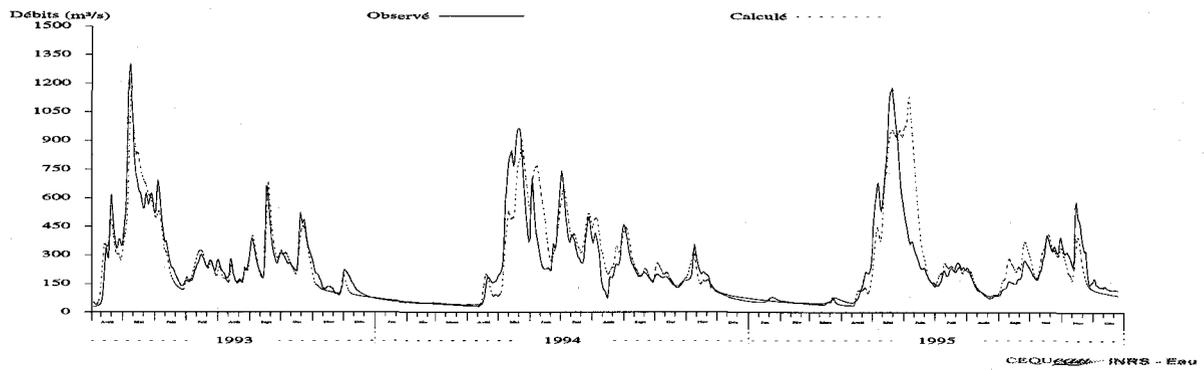


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,6684

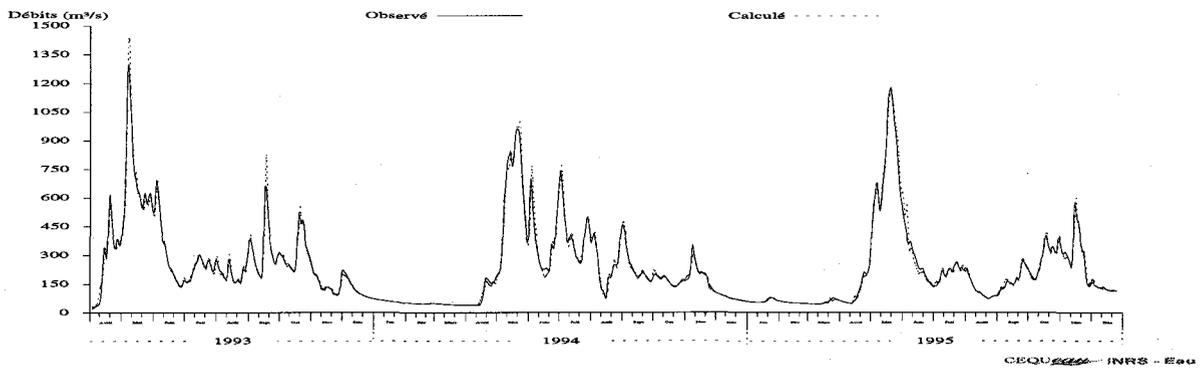


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,6574

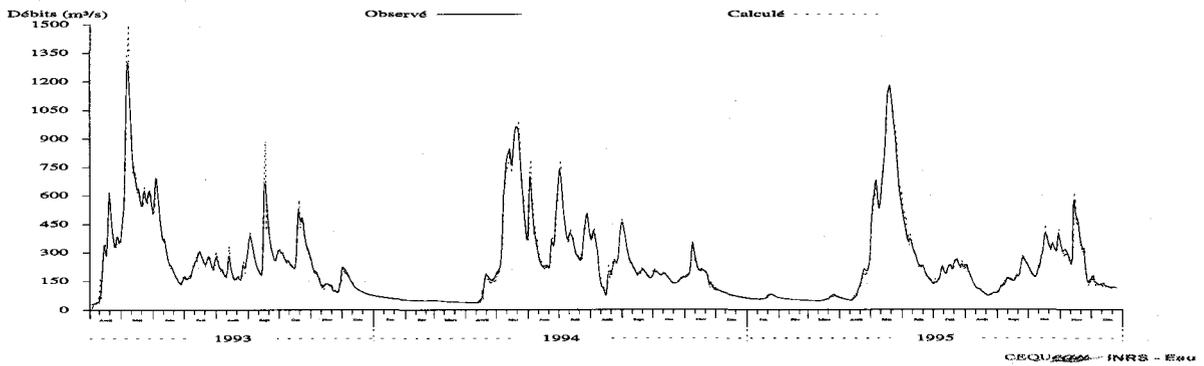
Figure N7.3 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Petite Péribonka (PPER) avec les prévisions météorologiques pour le jour 6.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,7596

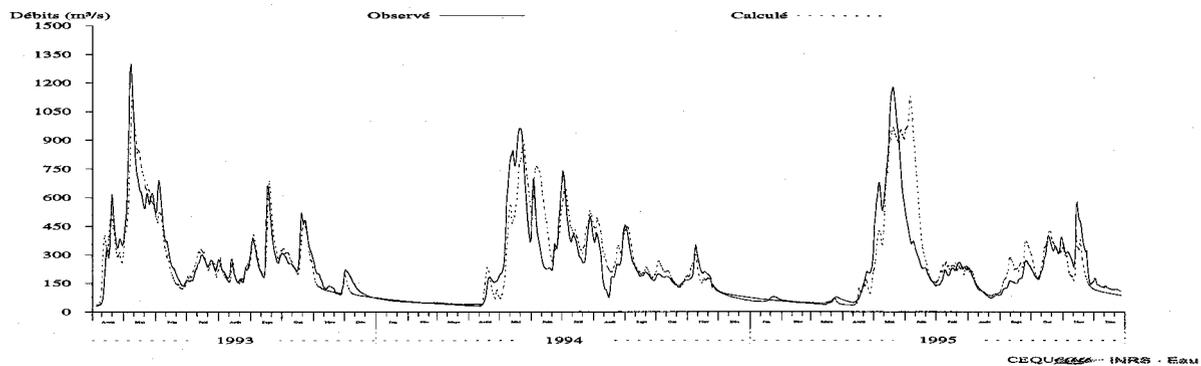


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,9824

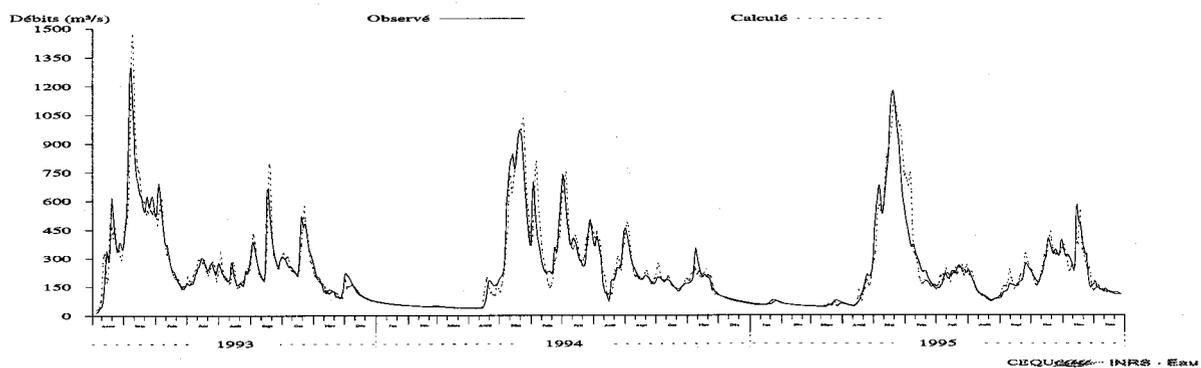


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,9879

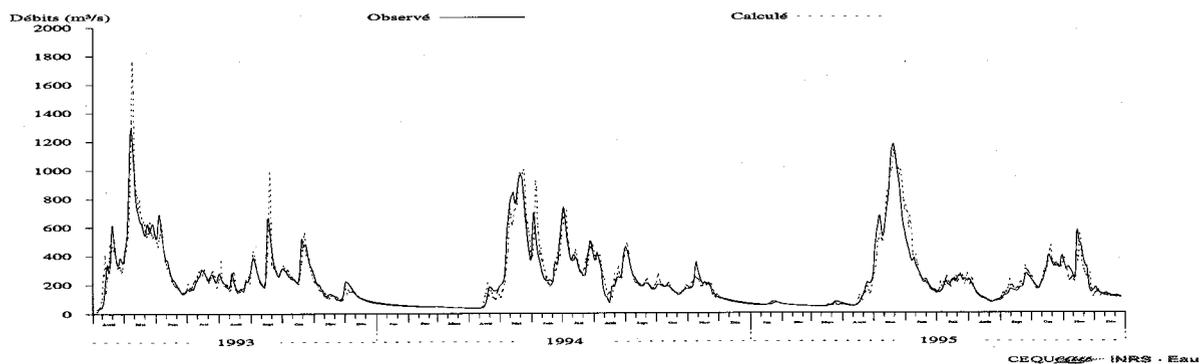
Figure N8.1 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,7516

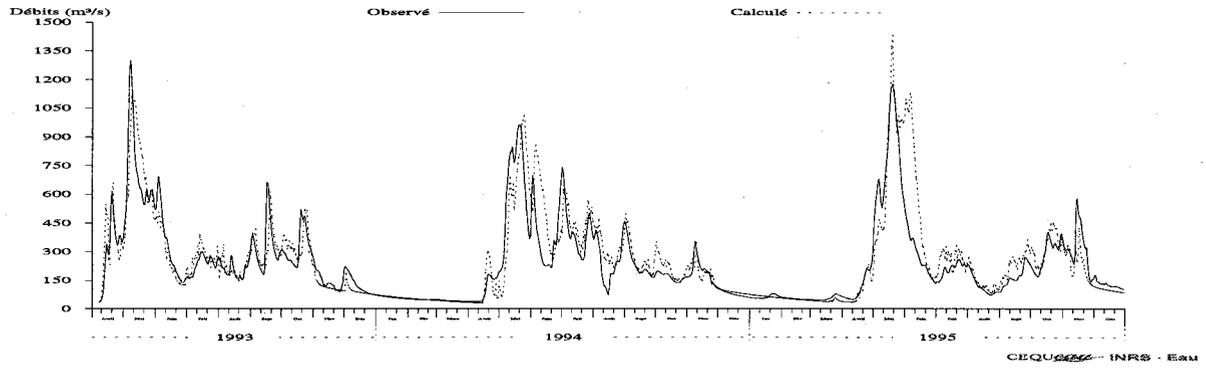


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,9112

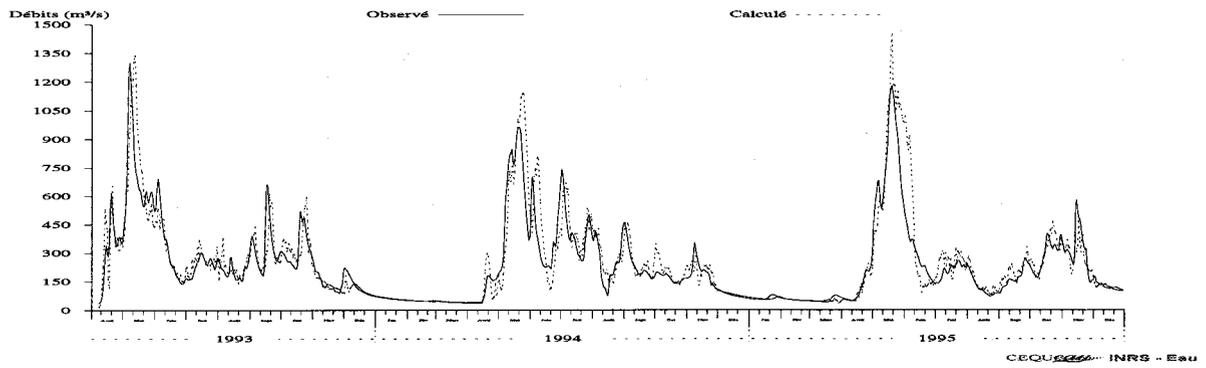


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,9084

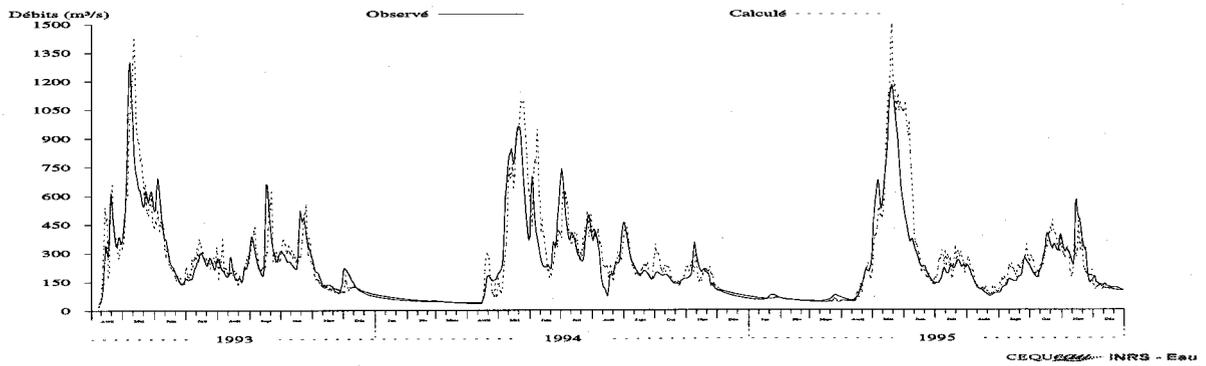
Figure N8.2 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) avec les prévisions météorologiques pour le jour 3.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,6945

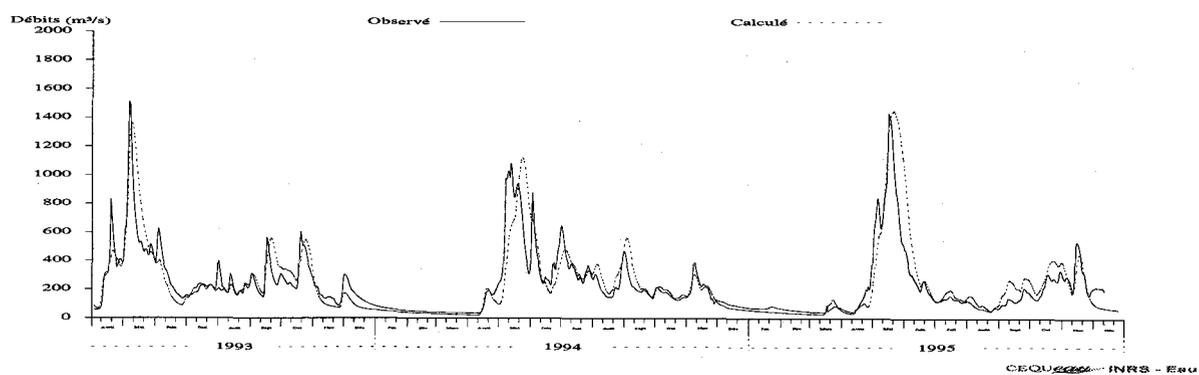


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,7707

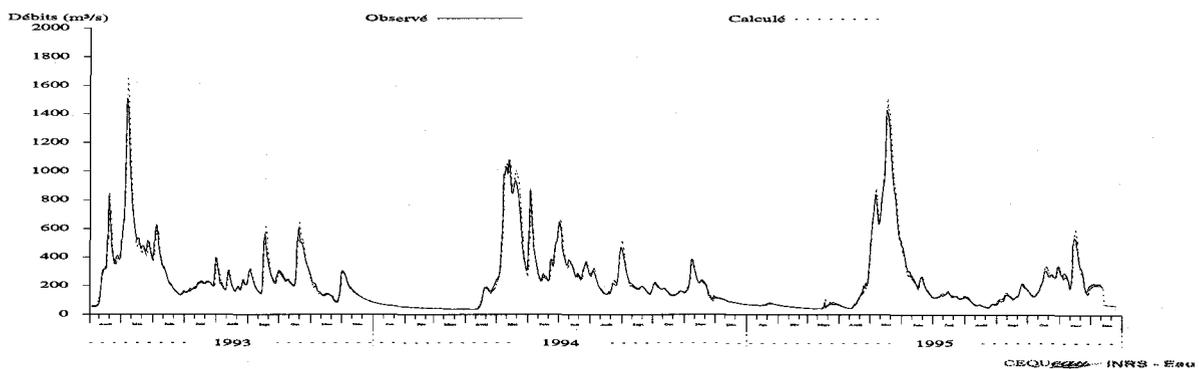


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,7566

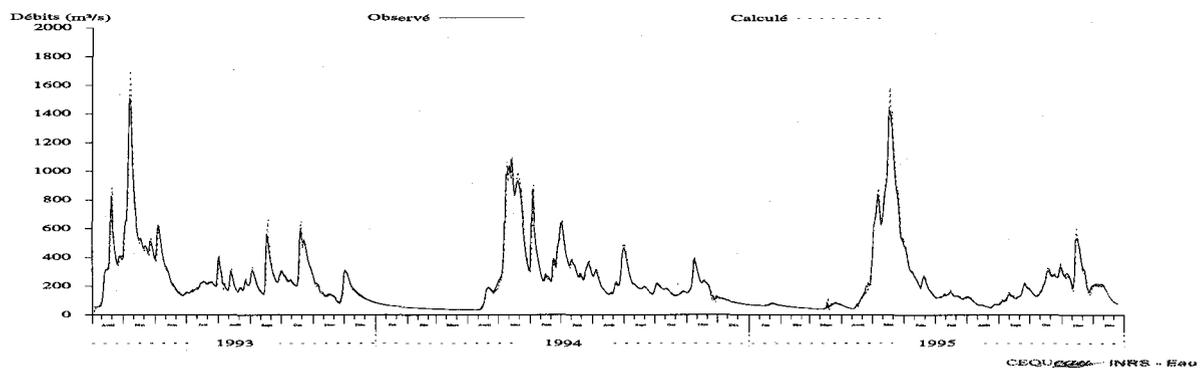
Figure N8.3 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Mistassibi (MISBI) avec les prévisions météorologiques pour le jour 6.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,6748

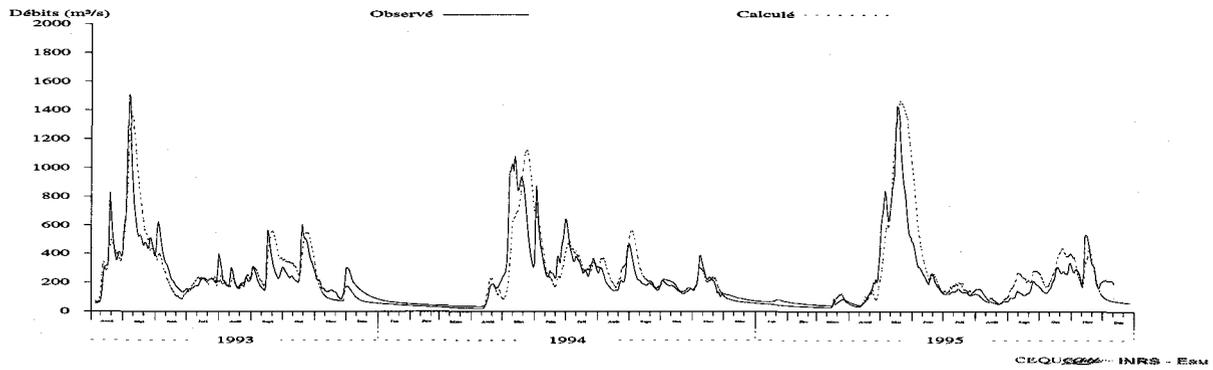


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,9723

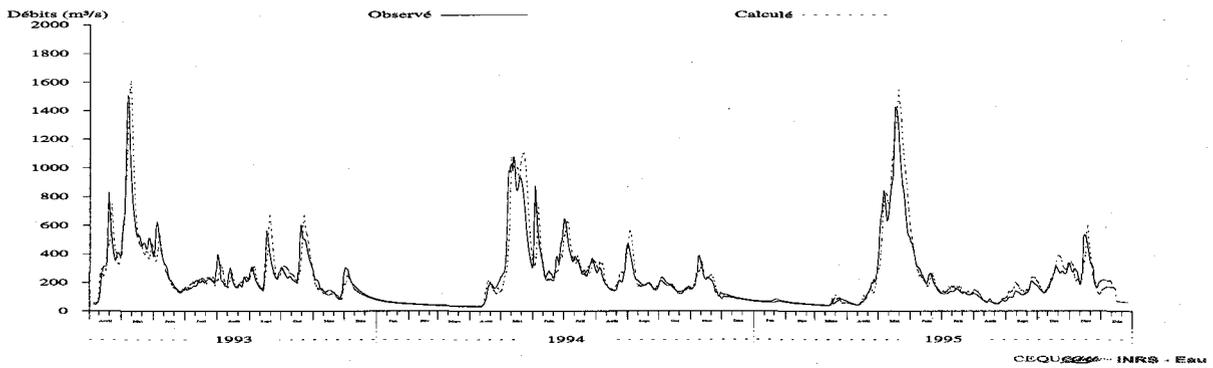


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,9806

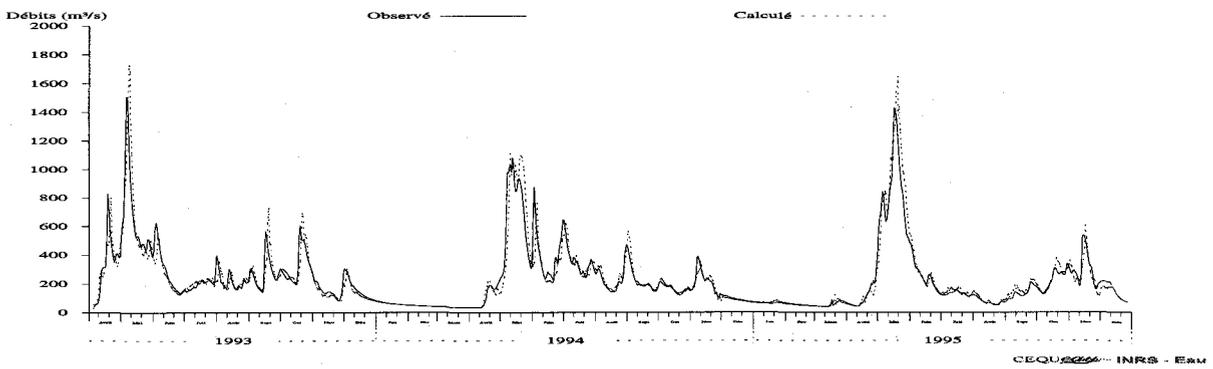
Figure N9.1 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,6711

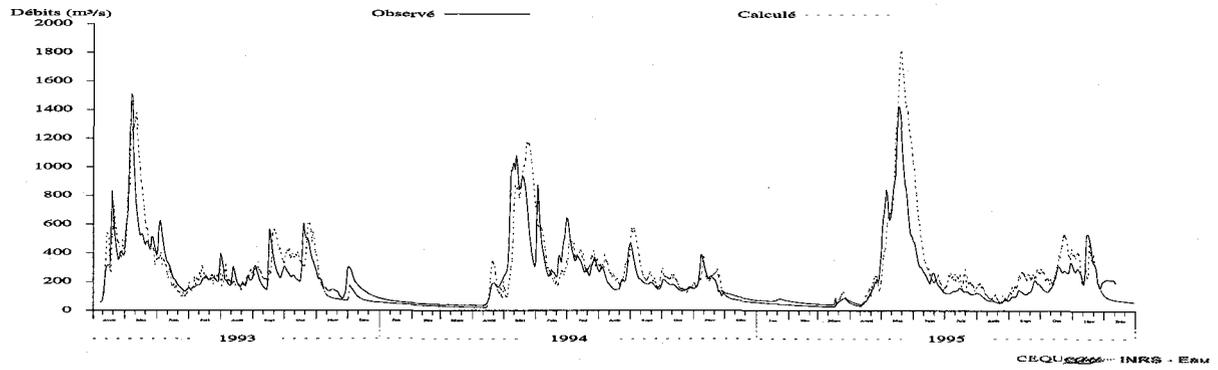


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,8619

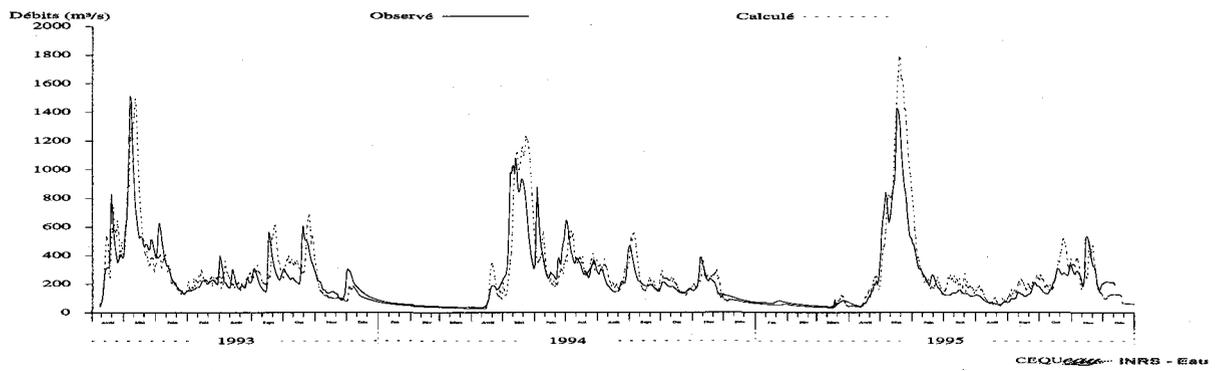


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,8793

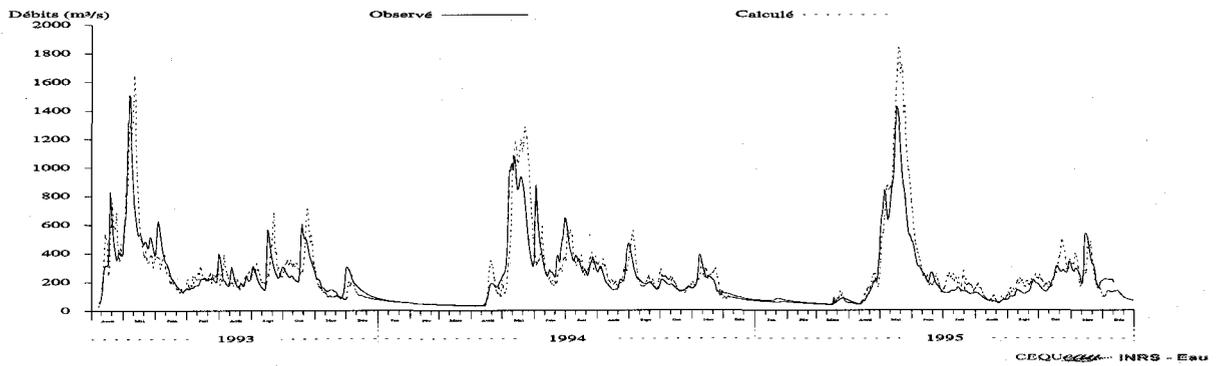
Figure N9.2 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) avec les prévisions météorologiques pour le jour 3.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,6

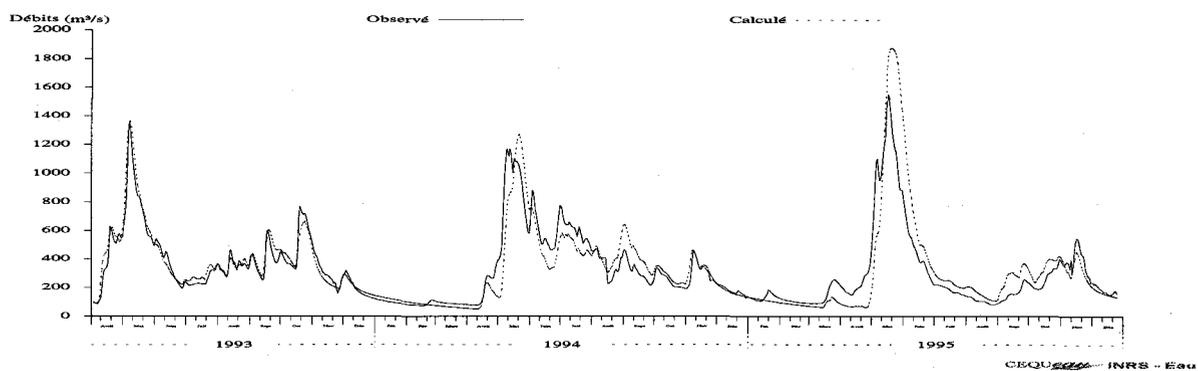


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,6727

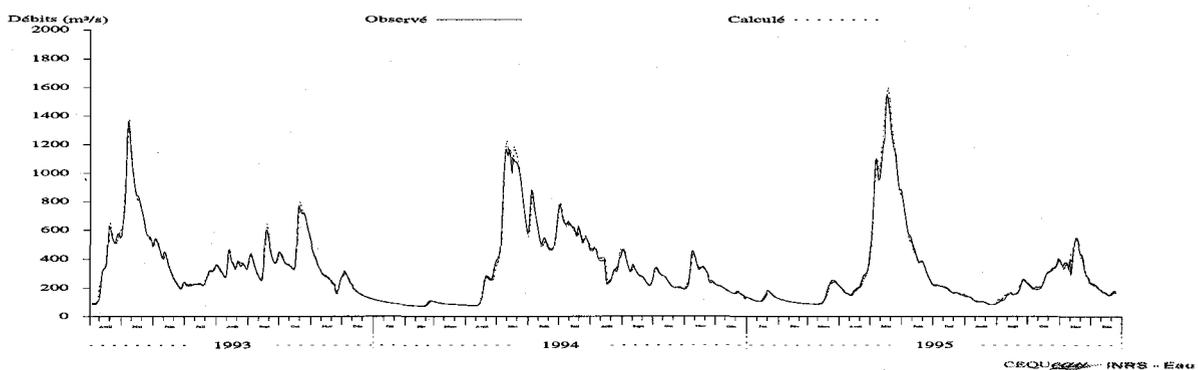


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,6797

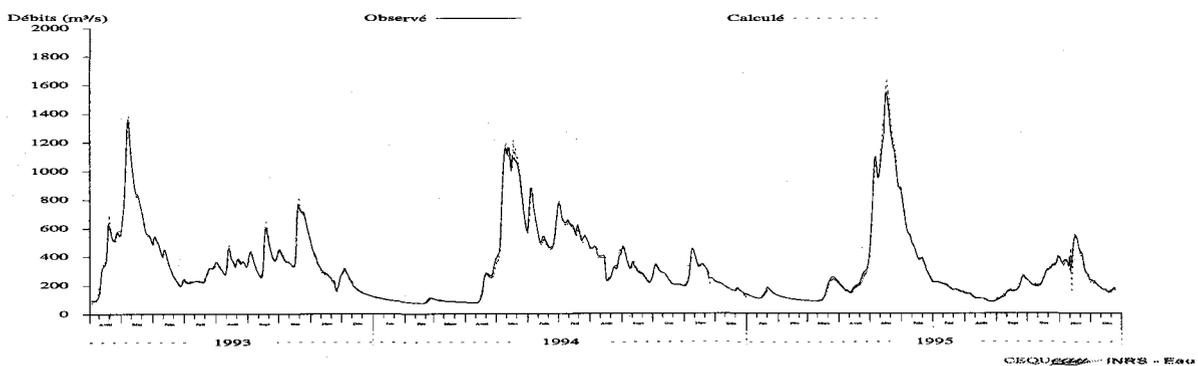
Figure N9.3 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Mistassini (MISNI) avec les prévisions météorologiques pour le jour 6.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,7649

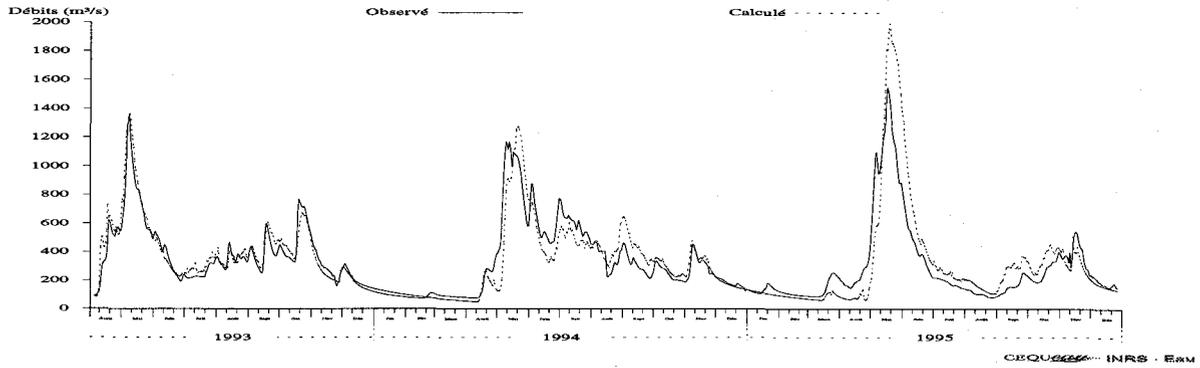


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,992

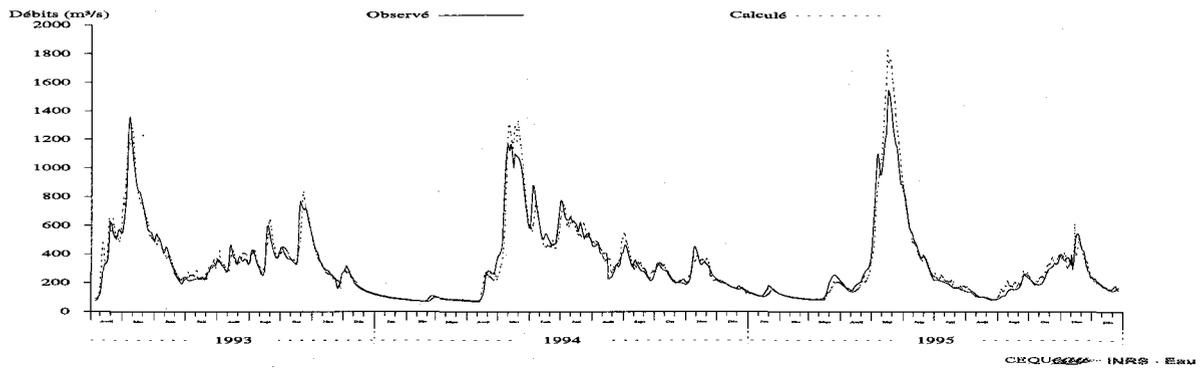


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,9932

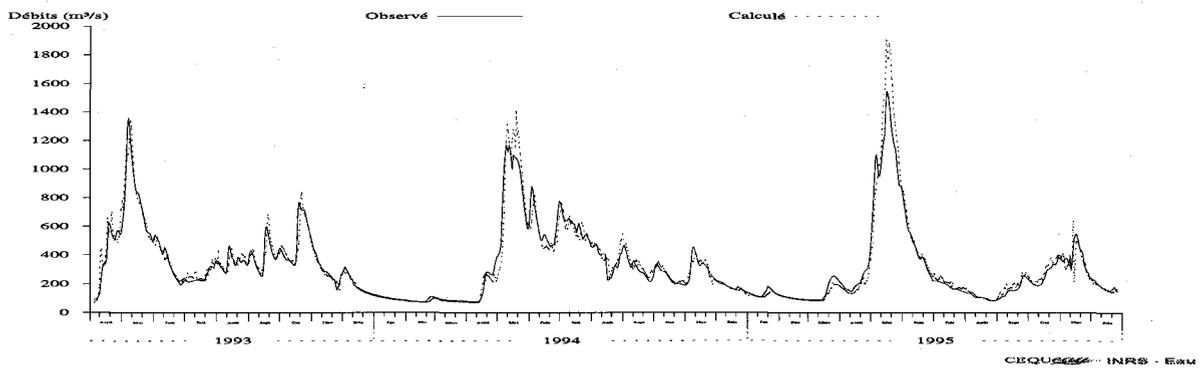
Figure N10.1 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,7547

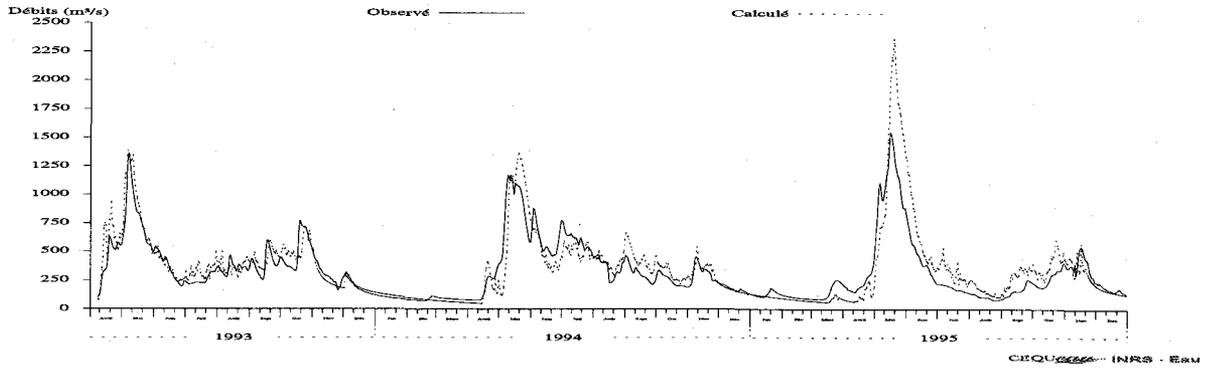


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,944

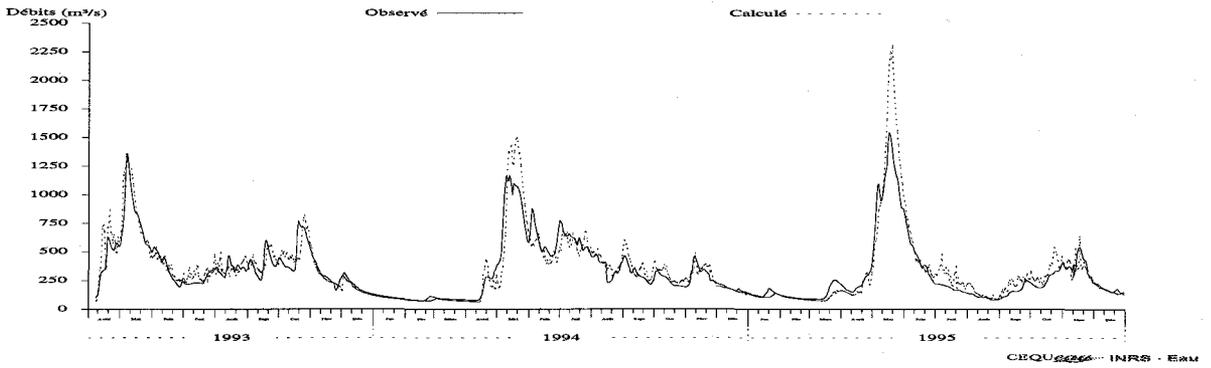


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,9367

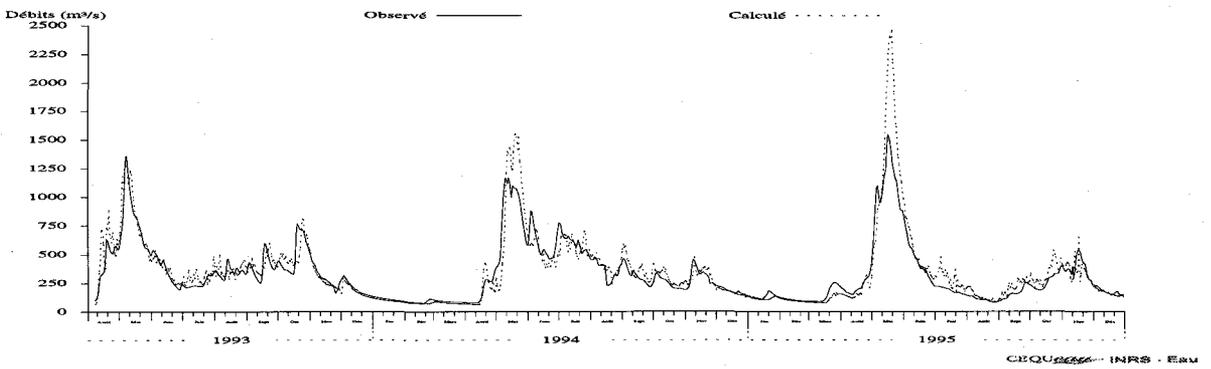
Figure N10.2 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) avec les prévisions météorologiques pour le jour 3.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,6862

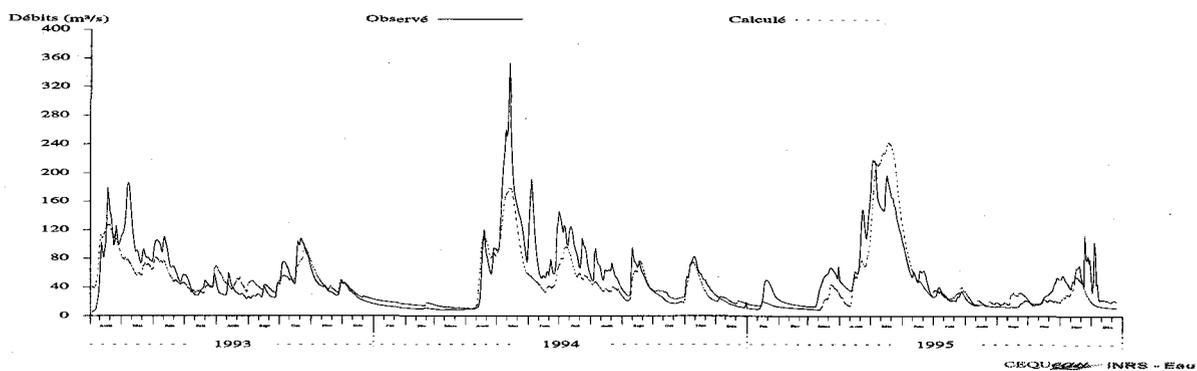


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,8102

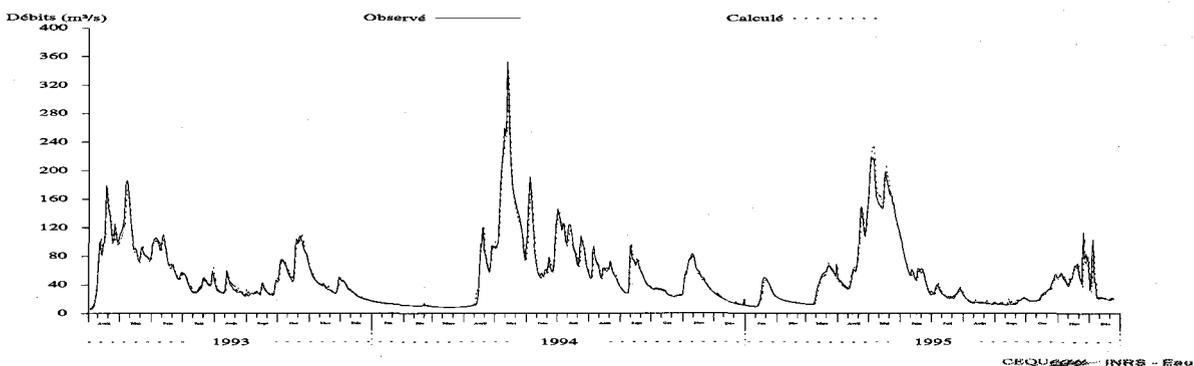


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,7677

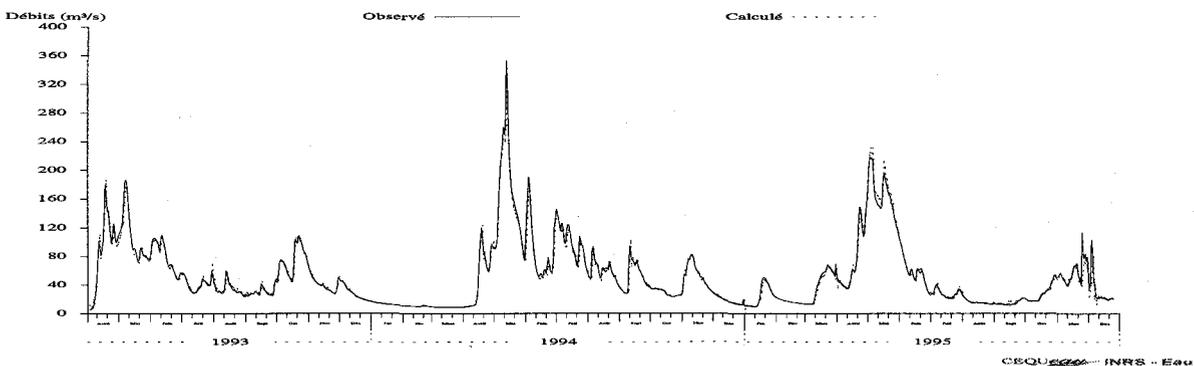
Figure N10.3 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan Aval (ASHAV) avec les prévisions météorologiques pour le jour 6.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,7033

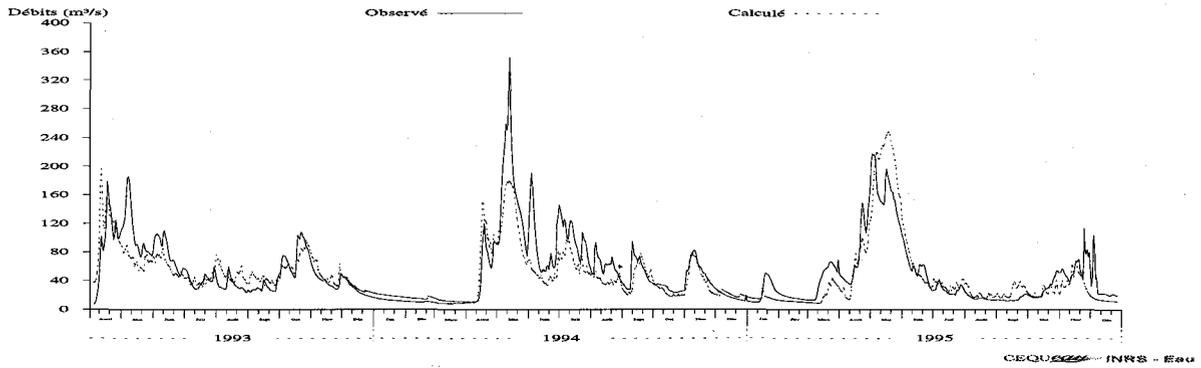


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,9688

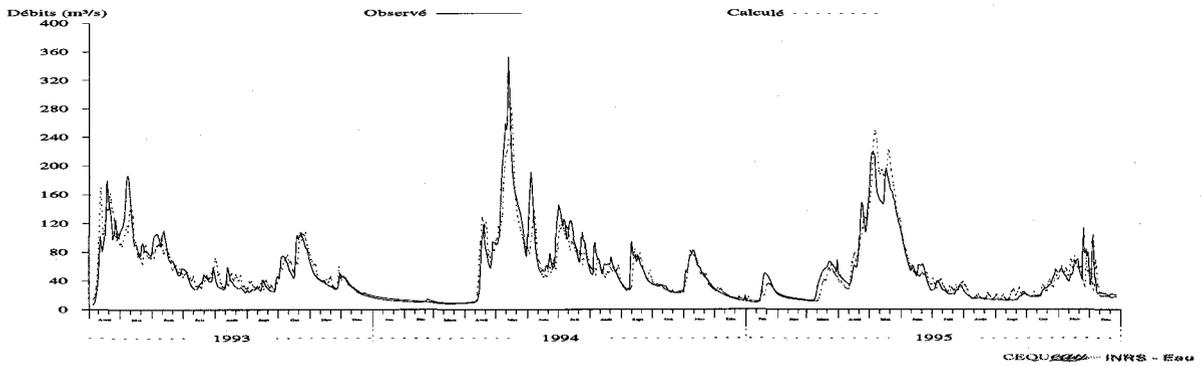


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,9727

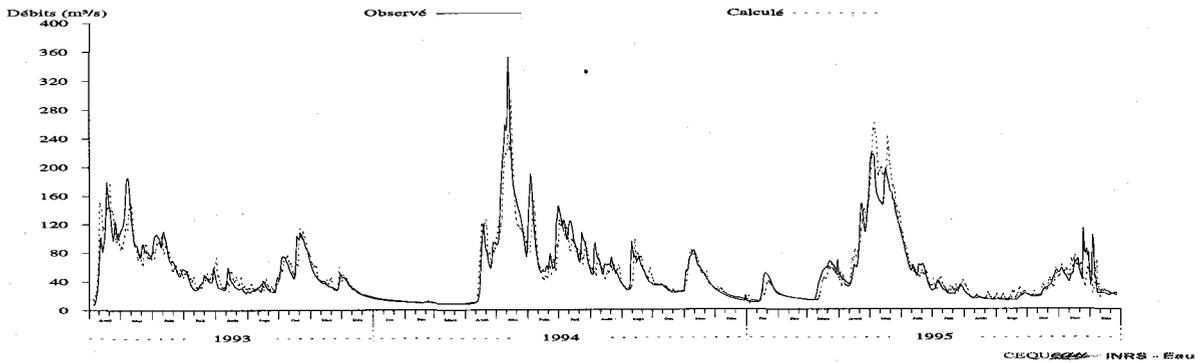
Figure N11.1 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB)) avec les prévisions météorologiques pour le jour 1.



a) Sans mise à jour - Nash : 0,6983

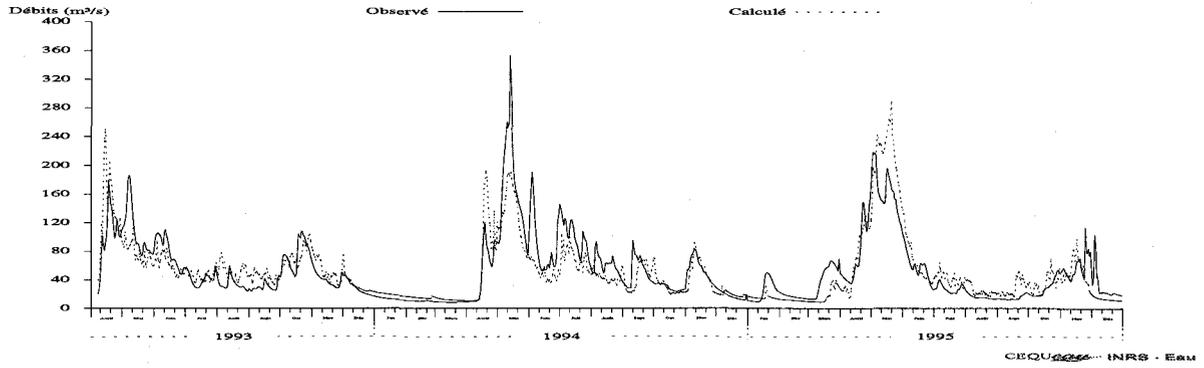


b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,8726

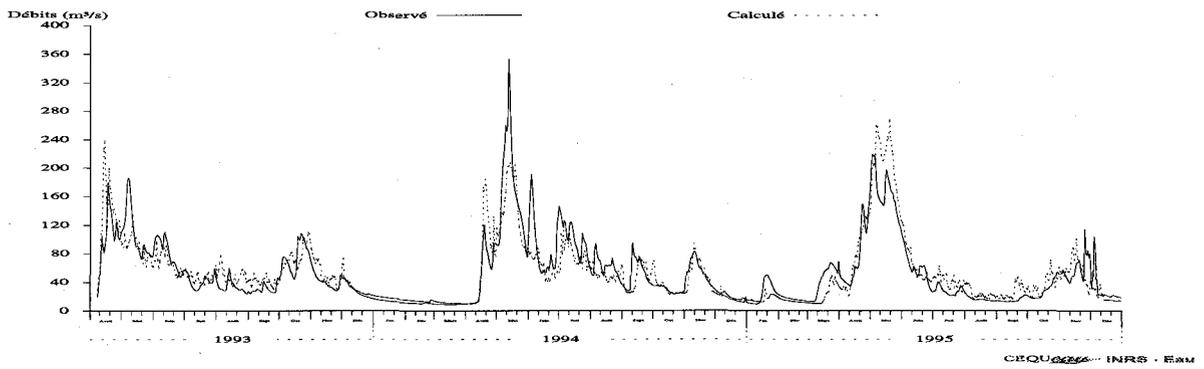


c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,8763

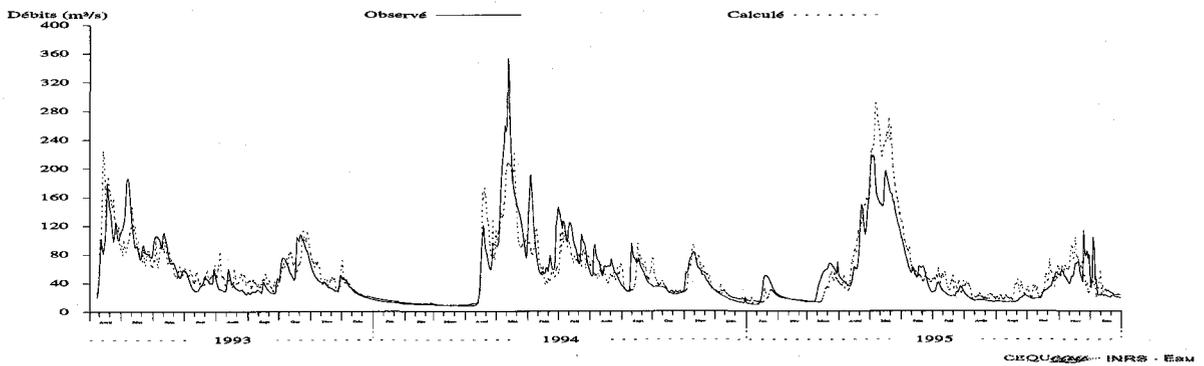
Figure N11.2 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB)) avec les prévisions météorologiques pour le jour 3



a) Sans mise à jour - Nash : 0,6589



b) Avec mise à jour statistique - Nash : 0,7281



c) Avec mise à jour déterministe - Nash : 0,7209

Figure N11.3 Débits observés et simulés sur le bassin versant de la rivière Métabetchouane (METAB)) avec les prévisions météorologiques pour le jour 6.