

Fiche Procite - rapport de recherche

Record Number:

Author, Monographic: Villeneuve, J. P.//St-Martin, H.//Bobée, B.//Leclerc, M.//Morin, G.
Charbonneau, R.//Fortin, J. P.

Author Role:

Title, Monographic: Rationalisation du réseau hydrométrique du Québec

Translated Title:

Reprint Status:

Edition:

Author, Subsidiary:

Author Role:

Place of Publication: Québec

Publisher Name: INRS-Eau

Date of Publication: 1971

Original Publication Date:

Volume Identification:

Extent of Work: 368

Packaging Method: pages, 6 annexes et un résumé

Series Editor:

Series Editor Role:

Series Title: INRS-Eau, Rapport de recherche

Series Volume ID: 1

Location/URL:

ISBN: 2-89146-026-X

Notes: Rapport annuel 1971-1972
rapport épuisé

Abstract: Rapport rédigé pour le ministère de l'Environnement du Canada

Call Number: R000001

Keywords: rapport/ ok/ dl

INRS-Eau
Université du Québec
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 1
1971

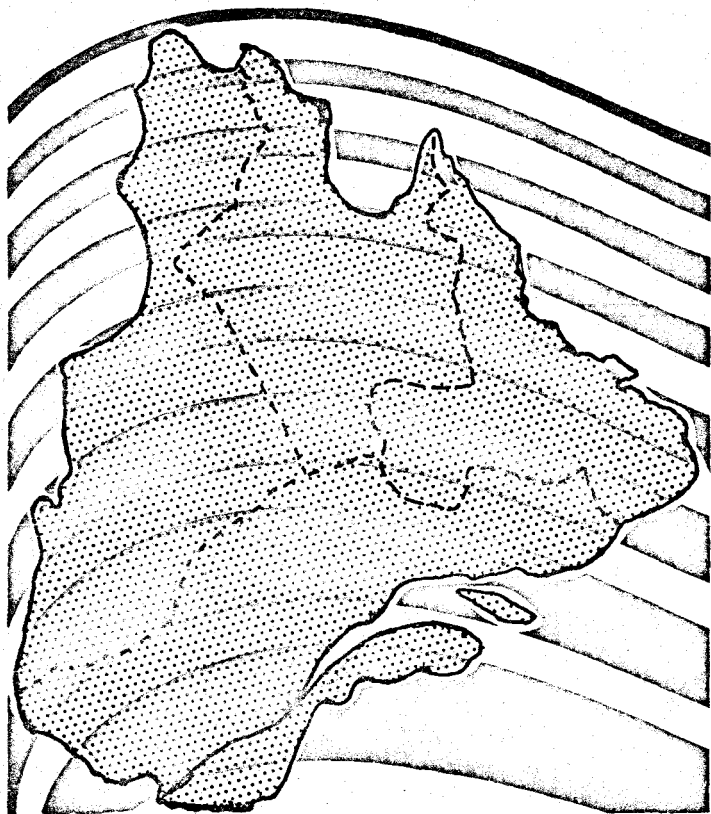
Rapport rédigé pour
le ministère de l'Environnement, Canada

Rationalisation du réseau hydrométrique
du Québec

par
J.P. Villeneuve, H. St-Martin, B. Bobée, M. Leclerc,
G. Morin, R. Charbonneau, J.P. Fortin

RAPPORT

GOUVERNEMENT DU CANADA
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



RATIONALISATION
DU
RÉSEAU
HYDROMÉTRIQUE
DU
QUÉBEC

UNIVERSITE DU QUÉBEC

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (INRS)
CENTRE QUÉBÉCOIS DES SCIENCES DE L'EAU (CEQUEAU)

RATIONALISATION
DU
RÉSEAU
HYDROMÉTRIQUE
DU
QUÉBEC

CENTRE QUÉBÉCOIS DES SCIENCES DE L'EAU

I.N.R.S

PAR

Dr Villeneuve Jean-Pierre , Ing, Coordonnateur.

ST-Martin Henri ,MSc A , Ing .

Bobée Bernard , MSc A , Ing .

Leclerc Michel , MSc A , Ing .

Morin Guy , MSc A , Ing .

Charbonneau Raymond, MA , Ing .

Fortin Jean-Pierre , MSc , Physicien .

TABLE DES MATIÈRES

ET

FIGURES

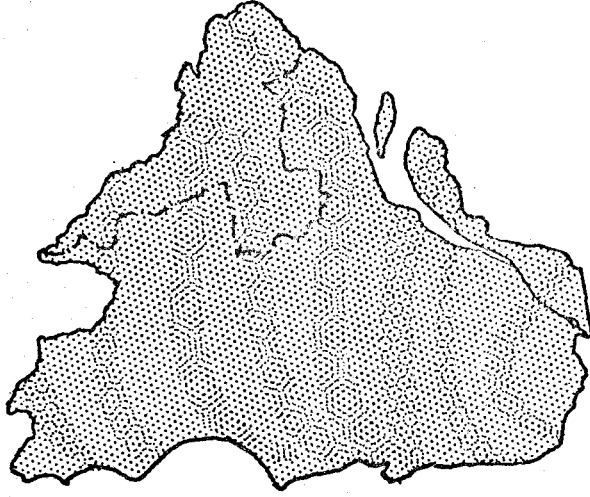


TABLE DES MATIERES

<u>CHAPITRE 1 - REVUE DES CONNAISSANCES ACTUELLES</u>	<u>PAGES</u>
Introduction.....	1-1
1.1 Définition d'un réseau.....	1-2
1.2 Classification des réseaux et des stations.....	1-4
1.3 Méthode d'approche pour rationaliser un réseau. 1-14	
1.3.1. Normes de l'O.M.M.....	1-14
1.3.2. Méthode basée sur le contenu de l'information.....	1-16
1.3.2.1. Introduction: Optique de Langbein et notion de contenu de l'information.....	1-16
1.3.2.2. Extension des données à une station secondaire, à partir d'une station de base.....	1-21
1.3.2.3. Extension des données à une station secondaire à partir des données de plusieurs stations de base.....	1-28
1.3.2.4. Méthode de détermination du nombre effectif de stations dans une région.....	1-30
1.3.2.5. Détermination du nombre effectif d'observations dans une série..	1-36

CHAPITRE 1 (suite)

PAGES

1.3.3. Méthode de Karazev.....	1-38
1.3.4. Méthode de régionalisation.....	1-44
1.3.4.1. Méthode de Dalrymple.....	1-46
1.3.4.2. Régression multiple linéaire entre caractéristiques de l'écoulement et facteurs physiques et climatiques.....	1-48
1.3.4.3. Régionalisation des moments d'une loi statistique.....	1-52
1.3.5. Les modèles.....	1-54
1.3.5.1. Introduction.....	1-54
1.3.5.2. Description et utilisation des modèles paramétriques.....	1-56
1.3.5.3. Application à la rationalisation du réseau.....	1-63

CHAPITRE 2 - RESEAU HYDROMETRIQUE ET RESEAU METEOROLOGIQUE DU QUEBEC

PAGES

2.1. Le réseau hydrométrique du Québec.....	2-2
2.1.1. Introduction.....	2-2
2.1.2. Répartition des stations par région hydrographique suivant la nature du régi-	

<u>CHAPITRE 2 (suite)</u>	<u>PAGES</u>
me et leur catégorie.....	2-3
2.1.3. Densité du réseau hydrométrique.....	2-7
2.1.4. Répartition des stations par région et par classe de superficie.....	2-10
2.1.5. Répartition des stations par nombre d'an- nées d'observation.....	2-16
 2.2. Le réseau météorologique du Québec.....	 2-24
2.2.1. Introduction.....	2-24
2.2.2. Mesure de la précipitation.....	2-25
2.2.2.1. Précipitation journalière.....	2-25
2.2.2.2. Enregistrement continu de la pluie.....	2-32
2.2.2.3. Mesure des hauteurs de neige au sol.....	2-34
2.2.3. Mesure des températures.....	2-36
2.2.3.1. Répartition des stations par ré- gion.....	2-36
2.2.3.2. Evolution du réseau au cours des années.....	2-37
2.2.3.3. Répartition des stations par ré- gion et durée d'observation.....	2-38

<u>CHAPITRE 2 (suite)</u>	<u>PAGES</u>
2.2.3.4. Répartition des stations par ré- gion et altitude.....	2-38
2.2.4. Mesure de l'humidité relative.....	2-39
2.2.5. Mesure de l'insolation et de la radiation	2-39
2.2.6. Mesure de l'évaporation.....	2-40
 <u>CHAPITRE 3 - PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA RATIONALI-</u>	 <u>PAGES</u>
<u>SATION DU RÉSEAU HYDROMÉTRIQUE DU QUÉBEC</u>	
Introduction.....	3-1
3.0.1. Zonation.....	3-2
3.0.2. Aspects pratiques de la rationalisation..	3-8
3.0.3. Nature dynamique d'un réseau.....	3-11
3.1. Objectifs du réseau et types de stations.....	3-13
3.1.1. La connaissance générale des ressources hydriques.....	3-15
3.1.2. Planification et aménagement.....	3-17
3.1.3. Exploitation et gestion.....	3-19
3.1.4. Evaluation et prévision des conséquences des activités humaines sur le régime d'é- coulement.....	3-20
3.1.5. Résumé.....	3-22
3.2. Usages et fléaux de l'eau au Québec : données	

<u>CHAPITRE 3 (suite)</u>	<u>PAGES</u>
requis pour la conception des aménagements....	3-27
3.2.1. Problèmes d'alimentation en eau.....	3-31
3.2.2. Aménagements pour des fins hydroélectriques.....	3-37
3.2.2.1. Régime naturel.....	3-39
3.2.2.2. Régime influencé.....	3-42
3.2.3. Aménagements pour des fins de contrôle des inondations.....	3-42
3.2.4. Amélioration de la qualité, récréation dans le cadre d'aménagements à fins multiples.....	3-47
3.2.5. Résumé.....	3-49
3.3. Régionalisation générale des usages de l'eau....	3-50
3.3.1. Zone habitée de Québec (3).....	3-50
3.3.2. Zone médiane (2).....	3-55
3.3.3. Zone nordique (1).....	3-57
3.3.4. Conclusion.....	3-58

<u>CHAPITRE 4-</u>	<u>APPLICATION DES METHODES CONDUISANT</u>	<u>PAGES</u>
	<u>A LA RATIONALISATION</u>	
Introduction.....		4-1
4.1 Précision des variables hydrologiques.....		4-4
4.1.1. Origine des erreurs.....		4-4
4.1.1.1. Erreurs dues à la mesure (E_m).....		4-4
4.1.1.2. Erreurs dues à la variabilité dans le temps (E_t).....		4-5
4.1.1.3. Erreurs dues à la variabilité spatiale (E_s).....		4-6
4.1.2. Calcul des erreurs d'échantillonnage.....		4-7
4.1.2.1. Moyenne (m_j).....		4-10
4.1.2.2. Variance.....		4-10
4.1.2.3. Ecart-type.....		4-11
4.1.2.4. Coefficient de variation.....		4-11
4.1.2.5. Coefficient d'asymétrie.....		4-14
4.1.2.6. Événement X_T de période de retour T.....		4-14
4.1.3. Importance de la précision.....		4-16
4.2. Rationalisation de la zone 1.....		4-17
4.2.1. Théorie.....		4-18
4.2.1.1. Caractéristiques régionales.....		4-18
4.2.1.2. Critères de densité.....		4-24
4.2.2. Application à la zone 1.....		4-30

<u>CHAPITRE 4 (suite)</u>	<u>PAGES</u>
4.2.2.1. Calcul des paramètres de l'étude.....	4-30
4.2.2.2. Régionalisation.....	4-43
4.2.2.3. Calcul des critères.....	4-47
4.2.3. Conclusion.....	4-52
4.2.3.1. Stations représentatives (réseau optimum).....	4-52
4.2.3.2. Stations sur grands bassins...	4-57
4.2.3.3. Stations sur petits bassins...	4-57
4.2.3.4. Durée d'observation (stations repères).....	4-58
4.2.3.5. Cas spéciaux.....	4-62
4.3. Rationalisation des zones 2 et 3.....	4-62
4.3.1. La cartographie.....	4-64
4.3.1.1. Choix des variates et des stations hydrométriques.....	4-65
4.3.1.2. Comparaison des valeurs obtenues sur les deux périodes d'observation.....	4-68
4.3.1.3. Cartographie des modules inter-annuels.....	4-76
4.3.1.4. Cartographie du débit de crue moyen annuel.....	4-81
4.3.1.5. Cartographie du débit moyen annuel d'étiage.....	4-85

<u>CHAPITRE 4 (suite)</u>	<u>PAGES</u>
4.3.1.6. Conclusion.....	4-86
4.3.2. Régressions multiples.....	4-90
4.3.2.1. Equation générale d'analyse de fréquence.....	4-92
4.3.2.2. Présentation et interprétation des résultats.....	4-96
4.3.2.3. Discussion des résultats.....	4-104
4.3.2.3.1. Régression sur les variates définies à partir des valeurs observées.....	4-104
4.3.2.3.2. Régression sur les variates définies à partir des logarithmes des valeurs observées.....	4-104
4.3.2.4. Conclusion.....	4-117
4.3.3. Application de la méthode de Dalrymple.....	4-121
4.3.3.1. Test d'homogénéité de Langbein...	4-122
4.3.3.2. Détermination des courbes régionales.....	4-126
4.3.3.3. Précision des valeurs estimées...	4-128
4.3.3.4. Conclusion.....	4-129
4.3.4. Courbes régionales d'emmagasinement.....	4-130
4.3.4.1. Evaluation des débits minimums...	4-131

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

* La numérotation des figures et des tableaux correspond à la page où ils se trouvent.

- Figure 1-5 Structure conceptuelle d'un programme de collection de données.
- Figure 1-8 Une suggestion pour la classification des réseaux.
- Figure 1-9 Diagramme schématique montrant la relation entre les niveaux d'information et les fonctions dans le réseau national des Etats-Unis.
- Figure 1-12 Réseaux hydrométriques d'après Shawinigan.
- Figure 1-15 Densité minimum des réseaux hydrométriques (Normes de l'O.M.M.).
- Tableau 1-65 Erreur relative dans la détermination de la moyenne des hauteurs de précipitations reçues par une surface donnée, pour différentes densités de réseaux pluviométriques.
- Figure 2-5 Régions hydrographiques.
- Tableau 2-6 Nombre total de stations par région et suivant la nature du régime.
- Tableau 2-8 Densité du réseau hydrométrique.
- Figure 2-12 Nombre de bassins de drainage dont la superficie est supérieure ou égale à celle spécifiée en

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX (suite)

- ordonnée.
- Tableau 2-15 Comparaison entre le nombre total de bassins de drainage et le nombre de bassins jaugés, par classe de superficie.
- Tableau 2-18 Nombre de stations de jaugeage par période d'observation et suivant la nature du régime.
- Figure 2-19 Nombre de stations de jaugeage en opération pour l'année indiquée.
- Tableau 2-21 Répartition des stations de régime naturel ou peu influencé par classe de superficie et période d'observation.
- Tableau 2-26 (a- à l-) Statistiques du réseau météorologique.
- Tableau 2-27 (a- à i-) Statistiques du réseau météorologique.
- Figure 2-28 (a- à d-) Evolution des stations.
- Figure 2-29 Répartition hypsométrique des régions hydrographiques du Québec et répartition relative permanente comparée des stations de précipitation permanentes ou saisonnières et de température en opération en 1970.
- Figure 3-3 Découpage des zones suivant les usages et les

<u>CHAPITRE 4 (suite)</u>	<u>PAGES</u>
4.3.4.2. Calcul de l'emmagasinement.....	4-132
4.3.4.3. Courbes d'emmagasinement.....	4-137
4.3.4.4. Régionalisation.....	4-137
4.3.4.5. Evaluation du Q_{7-2}	4-140
4.3.4.6. Précision.....	4-141
4.3.4.7. Conclusion.....	4-144
4.3.5. Application des modèles.....	4-144
4.3.5.1. Définition et fonction des modèles.....	4-145
4.3.5.2. Simulation actuelle des débits continus observés dans le passé....	4-148
4.3.5.3. Intérêts et contraintes des modèles.....	4-167
4.3.5.4. Simulation du passé.....	4-168
4.3.5.5. Prédiction de l'avenir.....	4-169
4.3.5.6. Conclusion.....	4-170
4.4. Bibliographie.....	

CHAPITRE 5

Conclusion, résumé et recommandations.....

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX (suite)

problèmes.

Figure 3-12 Schéma de rationalisation.

Tableau 3-23 Types de stations en fonction des objectifs.

Figure 3-29 Schéma d'aménagement intégré (De Beauregard)

Figure 3-30 Diagramme logique d'aménagement de la res-
source (Emsellem et Margat).

Figure 3-38 Schéma d'études techniques : aménagements pour
des fins d'alimentations.

Figure 3-41 Schéma d'études techniques : aménagements pour
des fins hydroélectriques.

Figure 3-48 Schéma d'études techniques: aménagements pour
des fins de contrôle des inondations.

Tableau 3-51 Données hydrologiques requises pour les diffé-
rents objectifs.

Figure 3-54 Régions hydrographiques et distribution des po-
pulations.

Tableau 3-59 Objectifs visés dans les différentes zones.

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX (suite)

Figure 4-8 Origine des erreurs

Figure 4-12 Erreur-type (loi normale)

Figure 4-13 Erreur-type (loi Gamma)

Figure 4-23 Variabilité dans l'espace de l'écoulement au
sein d'une région

Figure 4-32 Débit fourni par une portion de territoire
donné

Figure 4-34 Bassins utilisés pour l'étude sur la zone 1

Figure 4-35 Zone 1 - module spécifique interannuel

Tableau 4-37 Caractéristiques hydrologiques utilisées dans
la zone 1 (par bassin)

Figure 4-38 Zone 1 - coordonnées régionales (ξ) suivant
le gradient d'écoulement

Figure 4-39 Variabilité dans le temps et l'espace de l'é-
coulement spécifique interannuel

Figure 4-41 Zone 1 - fonction régionale de corrélation

Figure 4-42 Zone 1 - courbes régionales d'isocorrélation
entre les séries annuelles

Figure 4-45 Zone 1 - régionalisation du coefficient de
variation C_v

Figure 4-48 Zone 1 - régions hydrologiques Baies de
James, d'Hudson et d'Ungava

Figure 4-51 Fonctions régionales des critères de rationa-
lisation

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX (suite)

- Figure 4-56 Zone 1 - position des bassins optimums et des grands bassins pour la région 1-5 selon la méthode de Karazev
- Tableau 4-59 Zone 1 - caractéristiques régionales et valeurs des critères
- Tableau 4-60 Zone 1 - nombre de stations par catégorie et par région
- Figure 4-67 Localisation des stations de jaugeages ayant 8 ans et plus d'observations
- Figure 4-69 a Comparaison entre les modules interannuels de 30 ans et de 8 ans
- Figure 4-69 b Comparaison entre les coefficients de variation des débits annuels d'étiage calculés d'après des périodes de 30 ans et de 8 ans
- Figure 4-71 Comparaison entre les débits moyens annuels de crue calculés d'après des périodes de 30 ans et de 8 ans
- Figure 4-72 Comparaison entre les débits moyens annuels d'étiage calculés d'après des périodes de 30 ans et de 8 ans
- Figure 4-72 Relation entre le module interannuel et le débit moyen journalier de crue
- Figure 4-74 Comparaison entre les coefficients de variation des débits annuels de crue calculés d'après des périodes de 30 ans et de 8 ans
- Figure 4-75 Comparaison entre les écarts-types des débits annuels d'étiage calculés d'après des périodes de 30 ans et de 8 ans

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX (suite)

- Figure 4-78 Distribution géographique du module interannuel spécifique - période 1962 - 1969
- Figure 4-79 Distribution géographique du coefficient de variation des modules annuels - période 1962 - 1969
- Figure 4-82 Relation entre le débit interannuel et le débit journalier de crue
- Figure 4-84 Distribution géographique du débit de crue moyen annuel - période 1962 - 1969
- Figure 4-87 Distribution géographique de l'écart-type de la série annuelle des débits maximaux journaliers Période 1962 - 1969
- Figure 4-88 Distribution géographique du débit moyen annuel d'étiage - Période 1962 - 1969
- Tableaux 4-97 Données physiographiques obtenues par la méthode du "Square Grid"
- 4-98
- 4-99
- Tableau 4-102 Régression entre le module interannuel spécifique et les données physiographiques
- a) résultat final de la régression
- b) comparaison entre les valeurs estimées et les valeurs observées
- Tableau 4-103 Corrélation entre le module interannuel spécifique et les données physiographiques (matrice de corrélation)

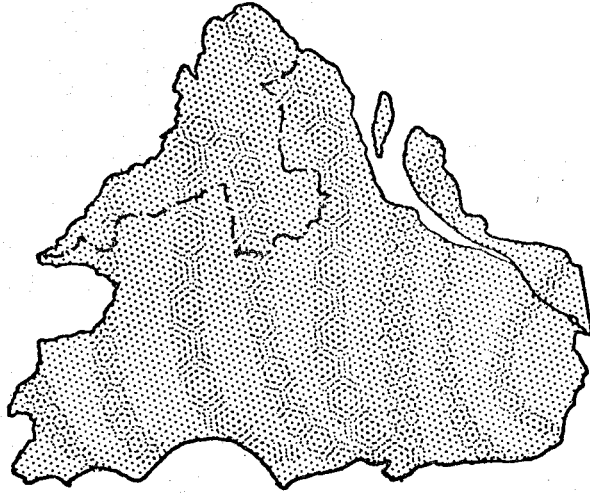
LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX (suite)

Tableau	4-105	Régions utilisées pour les régressions
Tableau	4-106	Résultat des régressions calculées en utilisant les variables de débits d'après 8 ans d'observation
Tableau	4-107	Code des variables physiographiques utilisées dans les régressions
Tableau	4-115	Résultats des régressions calculées en utilisant les variables de débits d'après 30 ans d'observations
Tableau	4-118	Résultats des régressions sur l'écart-type des séries logarithmiques des débits (30 ans d'observations)
Tableau	4-120	Erreur-type relative sur l'estimation des débits de crues et d'étiage avant une période de retour de 20 ans et 100 ans
Tableau	4-123	Débits de crue calculés à partir de la loi de Gumbel pour différentes périodes de récurrence a) valeurs pour chaque station b) moyennes régionales
Figure	4-125	Débits de crue (Test d'homogénéité de Langbein)
Figure	4-127	Courbes régionales de fréquences de crue
Tableau	4-219	Erreurs-types relatives régionales
Figure	4-136 a	Courbes des débits cumulés (exemple d'application)
Figure	4-136 b	Illustration de courbes d'emmagasinement

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX (suite)

Figure	4-138	Régions d'application des courbes régionales d'emmagasinement
Figure	4-139	Courbes régionales d'emmagasinement
Tableau	4-142	Régression Q_{7-2} vs variables physiographiques, régions 04, 05, 07, 08
Tableau	4-143	Régression Q_{7-2} vs variables physiographiques, régions 02 03
Figure	4-150	Bassins des Rivières Chaudière (023402) et Bécancour (024001)
Figure	4-151	Bassins des Rivières Maskinongé (052601) et du Loup (052801)
Figure	4-153	Hydrogrammes de la Chaudière (années 1969, 1957 1948)
Figure	4-155	Distribution des débits journaliers classés
Figure	4-156	Débits maxima (1 jour) - distribution, log Pearson III
Figure	4-157	Débits minima consécutifs (7 jours)
Figure	4-164	Hydrogrammes de la Maskinongé (années 1963, 1957)
Figure	4-165	Hydrogrammes de la Bécancour (années 1964 et de la Rivière du Loup (années 1954, 1951)
Tableau	4-166	Comparaison des résultats obtenus

REVUE
DES
CONNAISSANCES
ACTUELLES



Chapitre I

INTRODUCTION

Durant les dernières années, plusieurs auteurs de différents pays ont entrepris des études de validité des réseaux en place et ont montré la nécessité d'une rationalisation efficace pour obtenir les données hydrologiques nécessaires à l'aménagement et la gestion de la ressource.

L'obtention des données n'est donc pas une fin en soi; comme l'indique Linsley (1965), c'est plutôt l'utilisation ultérieure que l'on fait des données qui doit nous guider dans la conception du réseau. Serra (1965) précise cette idée en suggérant de se poser trois questions fondamentales avant tout programme de collecte de données:

que veut-on mesurer

pourquoi le mesure-t-on

comment doit se faire cette mesure

La réponse à ces questions ne peut être obtenue que par une étude détaillée des besoins d'un pays. Les données étant obtenues en différents points, on est amené à concevoir un réseau dans lequel chaque station joue un rôle bien précis. Cette notion même de réseau est très variée selon les auteurs; c'est pourquoi nous donnerons d'abord les différentes définitions et fonctions d'un réseau que l'on trouve dans la

littérature; nous parlerons ensuite de la classification des réseaux et nous indiquerons les différentes méthodes d'approche pour la rationalisation.

1.1. DEFINITION D'UN RESEAU

Plusieurs définitions d'un réseau ont été proposées, ce qui montre la difficulté de décrire de manière précise ce qu'on entend par réseau. Pour Rodda (1969) qui s'appuie sur la définition relative aux données hydrologiques, données par Kohler (1958) "un réseau hydrologique fournit des données couramment utilisées par les hydrologues". Certains auteurs ont ressenti la nécessité d'une définition moins vague; pour Kovzel (1969) "un réseau devrait satisfaire les demandes faites par les principaux utilisateurs de données hydrologiques dans un but scientifique ou pratique", tandis que Langbein (1965) et Roche (1967) mettent l'accent sur la notion de "systèmes organisés de stations ayant pour but l'échantillonnage dans le temps et dans l'espace des paramètres concernant un ou plusieurs phénomènes hydrométéorologiques". On voit donc qu'une définition précise conduit à préciser les objectifs que doit satisfaire un réseau (échantillonnage, but scientifique, but pratique, etc...). Pour Carter et Benson (1969) le but d'un réseau est de permettre un inventaire des ressources et de répondre à des besoins précis (prévisions, aménagement et gestion, exploitation). Ces

auteurs partent de l'hypothèse que les besoins de la ressource peuvent exister partout et donc que le réseau doit pouvoir fournir directement ou indirectement (c'est-à-dire par observation ou par synthèse) les informations nécessaires en tout point de tout cours d'eau. Roche (1967) fait remarquer qu'il est rare que la rationalisation s'exerce dans le sens d'une réduction, c'est pourquoi il introduit la notion de "réseau minimal" dont la densité est reliée à la variabilité des phénomènes étudiés, mais aussi avec l'importance économique des besoins en eau. Il définit ce "réseau minimal" comme "celui qui permettra dans le domaine de l'hydrologie comme de la météorologie une étude suffisamment complète des phénomènes pour ne laisser aucune lacune très importante en regard des besoins de l'aménagement des ressources en eau". Plusieurs autres définitions peuvent être trouvées dans la littérature, et elles mettent en évidence certains objectifs des réseaux. Citons en particulier parmi les idées émises lors du colloque de l'AIHS en 1965, celles de :

1) Uryvaev (1965) pour qui les objectifs d'une planification scientifique sont :

- l'obtention de données fiables sur les caractéristiques et la connaissance de la variation spatio-temporelle de ces grandeurs;
- la détermination d'une répartition optimum des

stations qui permettent l'interpolation avec une précision suffisante pour tout usage désiré.

2) Dumitrescu (1965) pour qui la planification doit, de plus, tenir compte des conditions de régime naturel et de régime influencé.

En conclusion, les réseaux doivent échantillonner la variabilité dans le temps et l'espace des caractéristiques mesurées, et l'influence de l'homme. Cet échantillonnage est fait pour répondre à certains objectifs avec un niveau de précision donné.

Le véritable problème de la rationalisation est donc de déterminer la densité des stations, leur localisation et leur durée optimum d'opération, compte tenu des buts à atteindre et des méthodes utilisables. Parmi les études récentes, celle qui rend le mieux compte de ces différents facteurs, est celle de Benson et Carter(1969) figure 1-5.

1.2. CLASSIFICATION DES RESEAUX ET DES STATIONS

Rodda (1969) dans une étude de l'OMM, produit une synthèse des différents travaux où il suggère une classification générale des réseaux hydrométéorologiques. Cette classification tient compte des divers aspects à

STRUCTURE CONCEPTUELLE D'UN PROGRAMME DE COLLECTION DE DONNEES

TYPE DE DONNEES	GESTION	PLANIFICATION ET AMENAGEMENT				TENDANCE A LONG TERME	ENVIRONNEMENT DES COURS D'EAU
		ECOULEMENT NATUREL		ECOULEMENT REGULARISE			
		COURS D'EAU SECONDAIRES	COURS D'EAU PRINCIPAUX	COURS D'EAU SECONDAIRES	COURS D'EAU PRINCIPAUX		
BUTS	POUR FOURNIR LES DONNEES USUELLES DE DEBITS DE L'ECOULEMENT NECESSAIRE A LA PRISE DE DECISION AU JOUR LE JOUR POUR LA GESTION DE L'EAU	FOURNIR L'INFORMATION SUR LES CARACTERISTIQUES STATISTIQUES EN TOUS POINTS DE CHAQUE COURS D'EAU AVEC LE DEGRE DE PRECISION REQUIS				POUR FOURNIR DES DONNEES DE BASE SUR DE LONGUES SERIES D'OBSERVATIONS HODOGENES DE L'ECOULEMENT NATUREL	POUR DECRIRE L'ENVIRONNEMENT HYDROLOGIQUE DES COURS D'EAU ET DES BASSINS DE DRAINAGE
LIMITES DES BASSINS DE DRAINAGE	GAYNE COMPLETE	MOINS DE 500* MI.CARRES	PLUS QUE 500* MI.CARRES	MOINS DE 500* MI.CARRES	PLUS QUE 500* MI.CARRES	GAYNE COMPLETE	GAYNE COMPLETE
OBJECTIF DE PRECISION	TEL QU'EXIGE	EQUIVALENT A 10 ANS D'OBSERVATION	EQUIVALENT A 25 ANS D'OBSERVATION	EQUIVALENT A 10 ANS D'OBSERVATION	EQUIVALENT A 25 ANS D'OBSERVATION	LA PLUS GRANDE PRECISION POSSIBLE	TEL QU'EXIGE
METHODES D'APPROCHE	EFFECTUER LES OBSERVATIONS PERTINENTES AUX STATIONS DE JAUGEAGES POUR FOURNIR L'INFORMATION SPECIFIQUE DESIREE	RELIER LES CARACTERISTIQUES DE L'ECOULEMENT AUX FACTEURS PHYSIQUES DES BASSINS DE DRAINAGE A L'AIDE DES DONNEES DES BASSINS JAUGES	EFFECTUER LES OBSERVATIONS A UN ENSEMBLE DE STATIONS DE JAUGEAGES SITUES SUR LES COURS D'EAU PRINCIPAUX, POUR OBTENIR 25 ANNEES D'ENREGISTREMENT; INTERPOLER POUR LES POINTS ENTRE LES STATIONS DE JAUGEAGE	DEVELOPPER DES RELATIONS GENERALES QUI TIENNENT COMPTE DE L'EFFET DU STOCKAGE, DES DERIVATIONS ET DE LA REGULARISATION SUR LES CARACTERISTIQUES DE L'ECOULEMENT NATUREL	EMPLOYER UN MODELE ANALYTIQUE DU COURS D'EAU, AYANT COMME (DONNEES D'ENTREE) INPUT, LES OBSERVATIONS POUR DECRIRE LES CONDITIONS ACTUELLES DE DEVELOPPEMENT ET RECONSTITUER L'ECOULEMENT NATUREL	EFFECTUER DES OBSERVATIONS PENDANT UN TEMPS INDEFINI, A UN CERTAIN NOMBRE DE STATIONS DE JAUGEAGES BIEN CHOISIES	OBSERVER ET PUBLIER LES INFORMATIONS SUR L'ENVIRONNEMENT DES COURS D'EAU
EVALUER LES DONNEES DISPONIBLES	IDENTIFIER LES STATIONS DONT LES DONNEES SONT COURAMMENT UTILISEES ET CODIFIEES SUIVANT L'USAGE SPECIFIQUE DES DONNEES	DEVELOPPER UNE REGRESSION POUR CHAQUE CARACTERISTIQUE DE L'ECOULEMENT ET COMPARER SON ERREUR-TYPE AVEC L'OBJECTIF DE PRECISION, EVALUER LA REPRESENTATIVITE DE L'ECHANTILLON	IDENTIFIER L'ENSEMBLE DES STATIONS SUR LES COURS D'EAU PRINCIPAUX ET POUR CHAQUE STATION, EVALUER SI L'OBJECTIF DE PRECISION EST ATTEINT	EVALUER L'IMPORTANCE DE LA REGULARISATION, LES DONNEES DISPONIBLES ET LES ZONES OU IL EST NECESSAIRE DE DEFINIR UNE RELATION	IDENTIFIER LES COURS D'EAU QUI DEVRAIENT ETRE ETUDIES PAR L'EMPLOI DE MODELE ET DETERMINER LES DONNEES REQUISES	DANS CHAQUE DES SOUS-REGIONS (DEFINI PAR LE WATER RESOURCES COUNCIL, U.S.A.), CHOISIR DEUX STATIONS QUI SERAIENT OPEREES INDEFINIMENT	EVALUER LES OBSERVATIONS DISPONIBLES QUI ONT TRAIT AUX OBJECTIFS VISES
CONCEPTION DU PROGRAMME A METTRE EN OEUVRE	IDENTIFIER LES OBJECTIFS QUI N'ONT PAS ETE ATTEINTS CONSIDERER LES DIFFERENTS MOYENS D'ATTEINDRE CES OBJECTIFS IDENTIFIER LES ELEMENTS DU PROGRAMME A METTRE EN OEUVRE						

* CE CRITERE PEUT VARIER SUIVANT LA TOPOGRAPHIE ET LES CONDITIONS HYDROLOGIQUES

Fig. 1-5

considérer dans la planification.

- objectifs du réseau;
- phénomènes observés;
- type et fréquence d'observation;
- procédé de l'acquisition de l'information;
- conception et contrôle du réseau.

Nous reproduisons cette synthèse dans la figure 1-8. Comme le fait remarquer Rodda, ce type de classification ne met pas en évidence "l'intensité de l'information requise" car il est clair qu'une satisfaction des objectifs locaux n'est pas soumise aux mêmes contraintes (du point de vue de l'information) que celle des objectifs régionaux ou nationaux. On a tenu compte de ces différences dans les propositions de l'US National Water Data System, dans le cas particulier des eaux de surface. Ces distinctions sont reproduites dans la figure 1-9. Les figures 1-8 et 1-9 montrent que les facteurs les plus importants dans la classification des réseaux sont:

- la diversité de conception des divers réseaux;
- les différences dans le niveau de développement;
- la variété des objectifs.

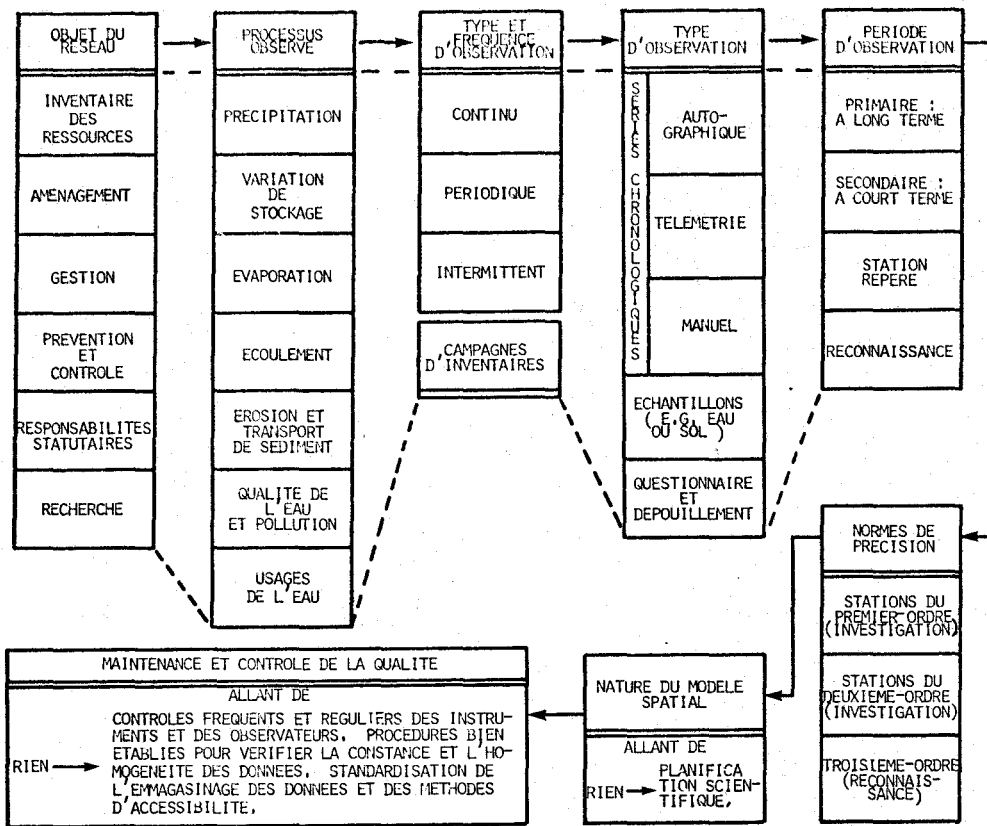
En ce qui nous concerne, nous sommes plus particulièrement intéressés par les réseaux de mesure de débits. La classification de ces derniers est basée sur une spécialisation des stations. Cette tendance s'est développée avec Langbein (1954) qui propose deux types de stations:

- stations de base qui ont pour but l'échantillonnage dans le temps et qui sont opérées indéfiniment ou pendant un temps très long;
- stations satellites qui étudient l'influence des caractères physiques des bassins pendant un temps fini, en général, relativement court.

Le but de Langbein est, à partir des informations obtenues et par une répartition optimum des deux types de stations, de séparer l'influence du temps de celle des caractéristiques physiques et climatiques. Kalinin (1959) propose de plus des stations devant répondre à des besoins immédiats, et un réseau de stations clé sur les cours d'eau principaux et sur leurs tributaires importants. Pour chaque région géographique différenciée l'auteur propose des stations ayant pour but l'observation des éléments du bilan hydrologique et des processus de formation de l'écoulement. Des informations supplémentaires sur les caractéristiques hydrologiques d'une région géographique peuvent être obtenues par des stations de reconnaissance opérées pendant un temps très bref (deux à trois semaines). Lors du symposium de l'AIHS (1965) les conceptions de Langbein et de Kalinin (stations de base ou primaires et stations satellites ou secondaires) ont été reprises par les différents auteurs et ont été précisées. Parmi les idées nouvelles énoncées, citons celles de:

- Langbein (1965) qui montre l'importance de la

Fig. 1-8



UNE SUGGESTION POUR LA CLASSIFICATION DES RESEAUX

AUGMENTATION DE L'INFORMATION REQUISE

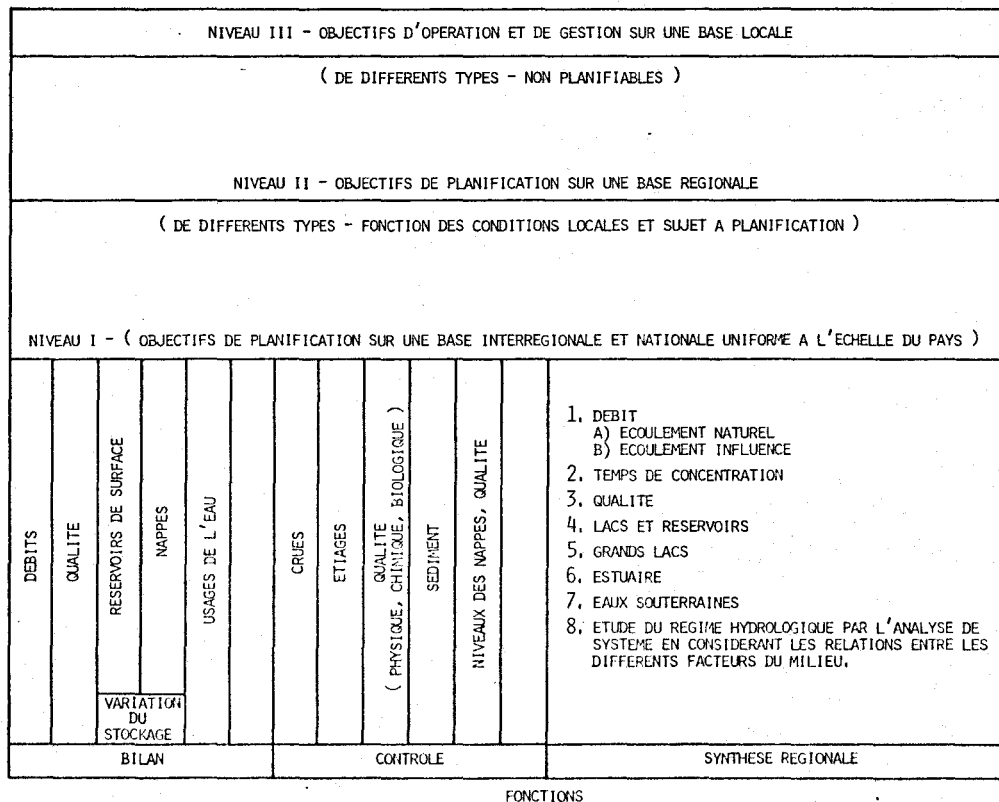


Fig. 1-9

DIAGRAMME SCHEMATIQUE MONTRANT LA RELATION ENTRE LES NIVEAUX D'INFORMATION ET LES FONCTIONS DANS LE RESEAU NATIONAL DES ETATS-UNIS

coordination des principaux réseaux, notamment celle des réseaux de précipitation et de débit.

-Linsley et Crawford (1965) qui proposent un modèle déterministique reliant les précipitations et les paramètres significatifs de l'écoulement, et qui montrent que ceci s'accorde bien avec le concept de stations à court terme qui peuvent être déplacées dès qu'une corrélation satisfaisante est établie.

De plus, ces auteurs introduisent le concept de "bassins économiquement importants" et suggèrent par exemple, que dans des régions à forte densité de population des bassins de faible superficie peuvent avoir une grande importance. Depuis 1968, différents pays ont procédé à des études de rationalisation scientifique de leurs réseaux d'eau de surface. Citons en particulier, l'étude de Karazev (1968) du réseau de base de la Russie (cette étude fera l'objet d'un paragraphe spécial), l'étude de Carter et Benson (1969) pour le réseau américain, l'étude de Shawinigan Engineering Company Ltd. et l'étude de T.Ingledow and Associate Ltd., (1969-70) pour le réseau canadien.

Avec ces études apparaissent les premiers efforts de systématisation en vue d'une application pratique.

L'étude de Shawinigan Engineering introduit un schéma de classification du réseau qui s'appuie sur les critères de

subdivision trouvés dans la littérature:

- distinction entre les stations à long et à court terme;
- distinction entre le régime naturel et le régime influencé;
- distinction entre les cours d'eau principaux et secondaires.

Ce schéma comprend trois grandes catégories:

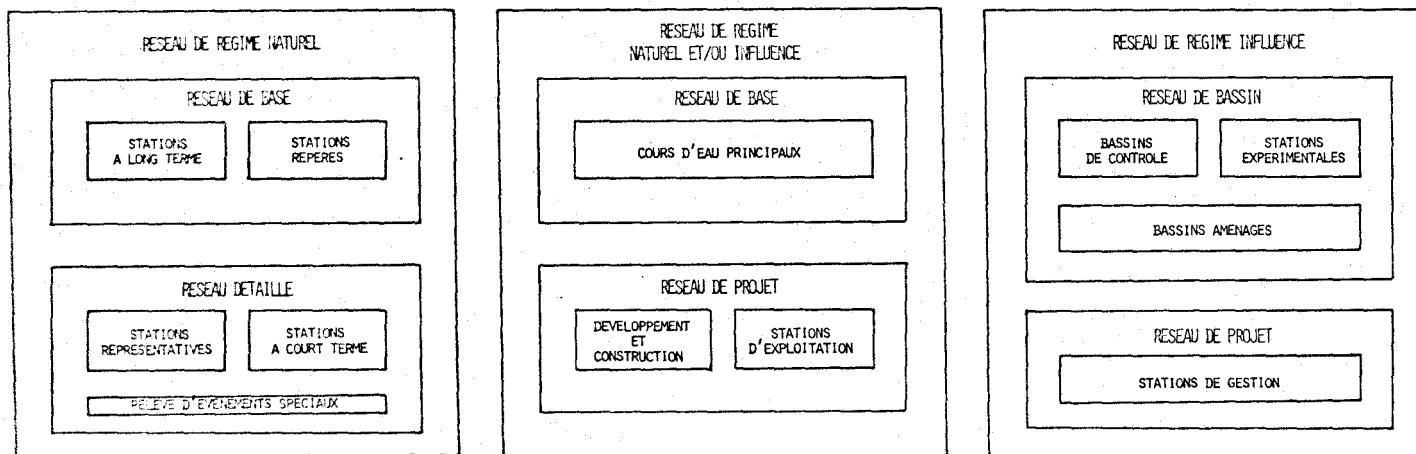
- 1) le réseau relatif aux cours d'eau principaux, qu'ils soient en régime influencé ou naturel;
- 2) le réseau relatif aux cours d'eau secondaires:
 - a) en régime naturel;
 - b) en régime influencé.

Dans chaque catégorie, on trouve plusieurs types de stations ayant des objectifs différents. Cette classification est reproduite dans la figure 1-12.

Carter et Benson (1969) dans une étude récente de l'USGS proposent pour le réseau hydrométrique une classification basée sur l'utilisation ultérieure des données (voir figure 1-5). En fonction des objectifs à atteindre, et compte tenu du niveau de précision désiré, ces auteurs considèrent les données pour:

- l'usage courant: données servant à la prise de

RESEAU HYDROMETRIQUES



DEFINITION DES TERMES UTILISES DANS L'ORGANISATION DU RESEAU HYDROMETRIQUE

RESEAU DE REGIME NATUREL

Partie du réseau hydrométrique qui recueille les données hydrologiques dans les régions aux conditions naturelles d'est-à-dire non affectées par l'activité humaine.

RESEAU DE BASE

Partie du réseau de régime naturel qui recueille l'information hydrologique de base au moyen de stations situées sur des bassins de petite et moyenne dimension dans toute la région.

STATIONS A LONG TERME

Elles fournissent les données homogènes d'écoulement naturel servant d'une part à l'analyse du caractère statistique et des tendances du débit des cours d'eau et d'autre part à évaluer les données des stations à court terme.

STATIONS REPÈRES

Ce sont des stations qui appartiennent au réseau de base et qui sont maintenues indéfiniment pour évaluer les changements hydrologiques à long terme dans des bassins en régime naturel.

RESEAU DETAILLE

Partie du réseau de régime naturel qui recueille les données hydrologiques de petites régions permettant d'établir des relations entre les caractéristiques hydrologiques, climatiques et physiographiques.

STATIONS REPRESENTATIVES

Stations de débit choisies dans différentes régions pour représenter un certain nombre de caractéristiques climatiques et physiographiques.

STATIONS A COURT TERME ET A ENREGISTREMENT PARTIEL

Stations opérées pendant un temps suffisamment long pour :

1. évaluer l'influence sur l'écoulement des caractéristiques physiographiques.
2. établir des relations avec les mesures prises aux stations à long terme.
3. permettre d'estimer les caractéristiques hydrologiques en tout point du terrain.

RELEVÉ D'ÉVÉNEMENTS SPÉCIAUX

Étude de valeurs extrêmes ou d'événements spéciaux par exemple : hydrogrammes de crues.

COURS D'EAU PRINCIPAUX

Stations situées sur des cours d'eau drainant une superficie supérieure à une valeur fixée et dont le but est de fournir une information de la meilleure qualité et de permettre l'intégration des données obtenues sur les petits bassins, soit par mesures ou par synthèse.

RESEAU DE PROJET

Partie du réseau en régime influencé qui recueille les données hydrologiques en certains sites d'une région où des projets sont à l'étude ou en cours de développement.

DÉVELOPPEMENT ET CONSTRUCTION

Données recueillies à des sites non jaugeés où un développement est projeté; ces données servent :

1. à la vérification des estimations faites à l'aide de régressions, d'interpolations, d'analyses régionales, etc...
2. à obtenir des données locales qui sont difficilement interpolables, par exemple, couvert de glace.

STATIONS D'EXPLOITATION

Stations de mesure des données servant à l'exploitation sur une base quotidienne.

RESEAU DE REGIME INFLUENCE

Partie du réseau hydrométrique qui recueille les données hydrologiques dans des régions où les conditions naturelles ont été modifiées (activités humaines, feux de forêts, etc...).

RESEAU DE BASSIN

Partie du réseau en régime influencé qui recueille les données hydrologiques de bassins qui subissent des changements qui ne peuvent pas être considérés individuellement à cause de leur nature diffuse. (Modifications des caractéristiques du bassin, de l'usage de l'eau, etc...).

BASSINS DE CONTRÔLE (A LONG TERME)

Pour témoigner de l'évolution des caractéristiques hydrologiques d'un bassin par suite de l'activité humaine et du développement. Sert à déceler les influences néfastes et à évaluer les bénéfices et les pertes encourues par suite de l'aménagement de la ressource.

BASSINS EXPÉRIMENTAUX ET DE RECHERCHE

Pour évaluer les perturbations hydrologiques engendrées par un changement planifié dans l'utilisation du territoire.

RIVIÈRES AMÉNAGÉES (A COURT TERME)

Pour obtenir l'information nécessaire à la reconstitution des débits naturels des rivières aménagées.

STATIONS DE GESTION

Stations servant à mesurer les quantités d'eau extraite et retournée à la rivière et les changements dans la qualité de l'eau. Elles sont également requises lorsque des ententes internationales ou entre juridictions différentes sont conclues pour l'utilisation de la ressource d'eau.

décision au jour le jour et de manière ponctuelle.
Les stations correspondantes sont utilisées pour un usage bien précis et ne s'intègrent généralement pas dans un réseau de planification.

-la conception et l'aménagement: données devant fournir en tout point un certain nombre de caractéristiques statistiques de l'écoulement.

Deux catégories sont distinguées suivant que le régime est influencé ou non, et dans chaque catégorie on distingue les cours d'eau principaux et secondaires (pour lesquels la précision requise est différente).

-dégager les tendances à long terme et déterminer les variations du régime d'écoulement;
-évaluer l'environnement des cours d'eau;

Cette dernière classification met en pratique les différents principes émis pour la rationalisation des réseaux.

1.3. METHODES D'APPROCHE POUR RATIONALISER UN RESEAU

Le but de la rationalisation est d'étudier pour une région donnée:

- le nombre de stations requises;
- leur localisation ;
- la durée d'enregistrement optimum de chaque station.

Compte tenu de ce que l'on veut mesurer et du niveau de précision désiré, on recherche donc une optimisation de l'information et les différentes méthodes visent surtout à éviter une duplication de cette information tout en échantillonnant la variabilité dans le temps et dans l'espace des caractéristiques de l'écoulement. Dans la littérature, on distingue plusieurs méthodes d'approche pour effectuer une telle rationalisation.

1.3.1. NORMES DE L'OMM (OFFICE METEOROLOGIQUE MONDIAL)

On retrouve dans "Guide to hydrometeorological practices" (1965) les normes de densité du réseau minimal qui est défini comme le réseau ayant peu de déficience sérieuse pour l'aménagement de la ressource. Ces normes sont présentées figure 1-15. On remarque qu'elles sont basées sur la topographie et sur le climat. Le réseau minimal doit être divisé également

DENSITE MINIMUM DES RESEAUX HYDROMETRIQUES

Type de régions	Eventail des normes pour un réseau minimum Aire en Km ² pour 1 station	Eventail des normes provisoires acceptées dans les conditions difficiles ¹ Aire en Km ² pour 1 station
I. Régions de plaine en zones tempérées, méditerranéennes et tropicales.	1,000-2,500	3,000-10,000
II. Régions montagneuses en zones tempérées, méditerranéennes et tropicales. Ilots montagneux avec précipitation très irrégulière, et réseau hydrographique très dense.	300-1,000 140-300	1,000-5,000 ⁴
III. Zones arides et polaires. ²	5,000-20,000 ³	

1. Le dernier éventail ne doit être utilisé que pour des conditions exceptionnellement difficiles.
2. Les grands déserts ne sont pas considérés.
3. Dépendant de la possibilité de réalisation.
4. Sous des conditions très difficiles, ceci peut être poussé jusqu'à 10,000 Km².

L'aire "A" du bassin de drainage à partir de laquelle on sépare grands cours d'eau de petits cours d'eau est :

- pour les régions de la catégorie I : A = 3,000 à 5,000 Km²
- pour les régions de la catégorie II : A = 1,000 Km²
- pour les régions de la catégorie III : A = 10,000 Km²

Normes de l'O.M.M.

Fig. I-15

entre cours d'eau principaux et cours d'eau secondaires. Il doit être considéré comme la première étape vers l'obtention d'un réseau optimum. Ces normes sont une approche globale établie à partir de la connaissance des réseaux de certains pays développés. Elles servent essentiellement pour un pays donné, à comparer son réseau par rapport à un réseau minimal type mais elles ne donnent aucune indication sur la localisation exacte des stations, et la durée des observations. De plus, cette méthode ne tient pas compte de la variabilité des phénomènes hydrologiques et de l'importance des besoins propres à chaque région.

1.3.2. METHODE BASEE SUR LE CONTENU DE L'INFORMATION

1.3.2.1. INTRODUCTION: OPTIQUE DE LANGBEIN ET NOTION DE CONTENU DE L'INFORMATION

C'est Langbein (1954) qui le premier a proposé une réponse aux questions relatives au nombre de stations, à leur localisation et à leur durée d'opération, en introduisant la notion de stations de base et de stations satellites. En partant du principe qu'il est impossible en raison de contraintes budgétaires d'effectuer des jaugeages en tout point et tenant compte des similitudes entre les écoulements de différentes stations,

Langbein propose de déterminer les corrélations entre stations satellites et stations de base. Lorsqu'une corrélation suffisante est établie, permettant de connaître les caractéristiques de l'écoulement au niveau de précision requis, à une station satellite, l'opération de celle-ci peut être arrêtée et elle est déplacée, ce qui permet d'éviter une duplication de l'information. La durée d'opération d'une station satellite pour un niveau de précision donné est essentiellement fonction de la caractéristique considérée et de la corrélation existant entre cette station et la station de base. Il est alors clair que si la caractéristique considérée est variable dans le temps, la durée d'observation des stations secondaires devra être plus longue, tandis que si la caractéristique est surtout influencée par les paramètres de bassin (variabilité spatiale) une durée d'enregistrement assez courte donnera une information suffisante (par exemple, deux à trois ans pour un hydrogramme unitaire, courbe de tarage, etc...).

Si les événements extrêmes nous intéressent plus particulièrement, une station plus spécialisée et peut-être plus sommaire (ex. échelle à maxima) permet de les déterminer par un examen périodique.

Langbein (1954) a également déterminé, en tenant compte des contraintes budgétaires et des corrélations existantes, la répartition optimum entre le nombre de stations de base et le nombre de stations satellites, ainsi que la durée d'opération de ces dernières pour un niveau de précision requis. Le principal avantage de cette étude basée sur des hypothèses simplifiées est de mettre en évidence l'existence d'une répartition optimum et les liens entre les différents paramètres impliqués. Cette approche suggérée par Langbein a été reprise par différents auteurs qui déterminent des critères plus rigoureux pour obtenir une optimisation de l'information. Ces études sont basées sur la notion importante du contenu de l'information que nous allons définir maintenant.

CONTENU DE L'INFORMATION

Lorsque l'on considère deux séries d'observations ayant respectivement N_1 et N éléments ($N > N_1$), on est tenté de compléter la série la plus courte par un modèle de régression en tenant compte de la corrélation existant entre les deux séries, mais on doit se demander qu'elle est la validité de l'extension des données. Wilkes (1952) a montré

que même pour les grands échantillons (N_1 grand) et pour le cas le plus défavorable (corrélation nulle) la précision de la moyenne estimée n'était pas diminuée; ainsi le modèle de régression se trouve justifié pour tous les échantillons de taille élevée.

Langbein et Hardison (1955) ont montré que l'utilisation de la corrélation pour l'extension d'échantillons de faible taille pouvait conduire à une moins bonne estimation de la moyenne. En d'autres mots, on a intérêt dans certains cas, et cela suivant la valeur du coefficient de corrélation à conserver une série courte, plutôt que d'étendre cette série par régression.

Les études rigoureuses qui ont suivi sont basées sur la notion du contenu de l'information introduite par Fisher (1949) qui définit cette mesure par:

$$I(M_i(K), N_i) = \frac{1}{\text{Var}(M_i(K))}$$

où $M_i(K)$ est un estimateur du moment d'ordre K de l'échantillon i de taille N_i tiré d'une population.

Cet estimateur sans biais est consistant, ce qui implique que l'estimateur converge vers la valeur correspondante de la population mère quand la taille de l'échantillon devient infinie. L'information absolue I devient alors infinie. De manière pratique on est souvent amené à comparer l'efficacité de différents estimateurs d'une même statistique pour choisir celui qui a la variance minimum. Pour cela, on utilise le contenu de l'information relative I_r qui est le rapport entre les contenus d'information des estimateurs.

Si pour deux estimateurs, on a respectivement I_1 et I_2 comme contenu d'information absolue, on peut écrire

$$\frac{\text{Var}(\text{est 2})}{\text{Var}(\text{est 1})} = I_r = \frac{I_1}{I_2} \text{ si } I_1 > I_2$$

Le premier estimateur est plus efficace que le second, car sa variance est plus faible. Ces notions peuvent s'appliquer à différents cas pour répondre aux questions posées par la rationalisation.

a) Extension des données d'une série à l'aide d'un modèle régressif, ce qui permettra la

détermination du nombre d'années d'observation requis à une station secondaire (cela sera développé aux paragraphes 3.2.2 et 3.2.3).

b) Critères de détermination du nombre de stations de base requis dans une région par étude du nombre de stations de base "effectivement indépendantes" (cette application sera développée en 3.2.4)

c) Détermination du nombre de stations de base qui donneront le maximum d'informations sur la variabilité dans le temps des paramètres étudiés par l'étude de l'auto-corrélation (cette partie est développée en 3.2.5).

1.3.2.2. EXTENSION DES DONNEES A UNE STATION SECONDAIRE, A PARTIR D'UNE STATION DE BASE

De manière générale, on considère une station ayant N_1 observations (Y_i) et une station ayant $N=N_1+N_2$ observations (X_i).

Il est possible d'établir un modèle de régression linéaire à partir des observations simultanées des deux stations pendant la période N_1 . Ce modèle permet la détermination de N_2 valeurs de Y_i correspondant aux N_2 valeurs de X_i . A ce niveau, le problème est de savoir si l'estimateur d'un moment d'ordre (K) par la série étendue est

meilleur que celui de la série d'origine. Les deux moments considérés dans la littérature sont la moyenne et la variance.

a) APPLICATION A LA MOYENNE

Matalas et Langbein (1962) ont défini la valeur critique du coefficient de corrélation pour lequel l'extension conduit à une meilleure estimation de la moyenne.

$$I_r = \left\{ 1 - \frac{N_2}{N_1 + N_2} \left[\rho^2 - \frac{(1-\rho^2)}{N_1-3} \right] \right\}^{-1}$$

$$I_r = \frac{\text{Var}(\bar{X}_1)}{\text{Var}(\bar{X}_{1+2})} = \frac{I_{N_1+N_2}}{I_{N_1}}$$

Dans ces formules, I_{N_1} est le contenu d'information de la moyenne de la série Y pour les N_1 observations et $I_{N_1+N_2}$ est le contenu d'information de la moyenne pour les N_1+N_2 observations. I_r est le contenu d'information relative de la moyenne. ρ est le coefficient de corrélation des séries X et Y pour les N_1

observations simultanées.

Donc si:

$$I_r < 1 \longleftrightarrow \rho^2 < \frac{1}{N_1 - 2}$$

l'extension conduit à un estimateur de la moyenne moins efficace.

$$\text{Si } I_r > 1 \text{ on a } \rho^2 > \frac{1}{N_1 - 2}$$

l'extension conduit à un estimateur plus efficace.

De manière générale l'ensemble des deux stations conduit pour la station à court terme à un nombre d'années effectif $N'_1 = N_1 I_r$.

Cette méthode est applicable pour $N_1 > 3$. En fait, ρ n'est jamais connu exactement, mais simplement estimé. On a donc intérêt à prendre N_1 aussi grand que possible, pour rendre cette estimation la plus précise possible.

Dans le cas où les séries sont distribuées normalement, tout en étant corrélées, Matalas et Rosenblatt (1962) développent l'expression de I_r en supposant un modèle de Markov d'ordre 1. Ceci permet la détermination des valeurs du

coefficient de corrélation critique $\rho_c = f(\tau, N_1, N_2)$, τ étant la valeur du coefficient d'auto-corrélation, supposé identique pour les deux séries.

Matalas et Jacobs (1964) supposent que les valeurs de Y sont normalement distribuées autour de la ligne de régression et ajoutent ainsi une partie aléatoire au modèle régressif. Ils montrent cependant que ce bruit n'affecte pas de manière significative la variance de l'estimation de la moyenne. Roche (1967) reprend l'expression 1-22-a en considérant l'efficacité relative de la corrélation qu'il définit comme l'inverse du contenu d'information relative I_r .

En se plaçant dans le cas où la corrélation a un intérêt (c'est-à-dire, $I_r > 1$), cet auteur détermine dans le cas où les modules à la station de base sont en nombre infini (c'est-à-dire N_2 très grand), une condition pour que l'estimation de la moyenne des modules soit connue avec une certaine précision ($p/100$) dans le cas où l'intervalle de confiance est désiré à 90%.

La relation déterminée se généralise aisément en considérant que:

- le nombre de données d'enregistrement à la station de base est $N_1 + N_2 = N$;
- la précision désirée sur la valeur moyenne est $p/100$;
- le niveau de confiance désiré est α , la variable normale réduite correspondant à ce niveau de confiance est t_α (ex. $t_\alpha = 1.65$ pour $\alpha = 90\%$).

On a alors:

$$\sqrt{N_1 I_r} \geq \frac{C_v t_\alpha}{p/100}$$

où C_v étant le coefficient de variation calculé sur les données de la série à court terme.

I_r est donc fonction de N_1, N_2, ρ (d'après la formule 1-22-a). On voit donc, d'après 1-25 que:

- pour $N = N_1 + N_2$ données, si N_1 est connu on peut déterminer la valeur critique du

coefficient de corrélation conduisant à la précision désirée sur la valeur moyenne au niveau de confiance choisi. Si ρ_c est supérieur ou égal à 1, cela signifie que les données fournies ne permettent pas une estimation de la moyenne au niveau désiré de précision. Cela revient à une détermination de la densité du réseau.

Si on se donne N, ρ étant supposé connu, on peut alors déterminer N_1 et N_2 par les équations 1-22-a et 1-25 ; on en déduit donc la longueur de l'enregistrement à la station à court terme pour que la précision désirée au niveau de confiance requis soit atteinte.

La relation 1-25 permet également de déterminer pour deux enregistrements donnés respectivement à la station de base et à la station satellite, le niveau de précision atteint sur l'estimation de la valeur moyenne pour un seuil de confiance déterminé.

L'étude de Roche suppose que X et Y sont normalement distribués et qu'il n'y a pas d'auto-corrélation dans les séries.

b) ESTIMATION DE LA VARIANCE

On peut se demander si la corrélation conduit à une meilleure estimation de la variance ou non.

Rosenblatt (1959) détermine le contenu d'information de la variance; le rapport de variance des estimateurs de la variance pour la série à court terme et la série allongée par régression, définit le contenu relatif d'information de la variance comme une fonction de N_1 et N_2 et ρ . Les hypothèses restent les mêmes pour établir cette relation:

- a) les deux séries sont normalement distribuées;
- b) il n'y a pas d'auto-corrélation. On peut donc définir la valeur critique du coefficient de corrélation pour savoir si celle-ci conduit à un gain de précision sur l'estimation de la variance.

Matalas et Jacobs (1964) ajoutent au modèle régressif une partie aléatoire pour tenir compte de la dispersion des valeurs observées autour de la ligne de régression. Cette addition d'un bruit conduit à un meilleur estimateur sans biais de la variance pour la série étendue.

Les résultats donnant les coefficients de corrélation critiques pour diverses valeurs de N_1 et N_2 sont tabulés, suivant que l'on considère le bruit ou non.

1.3.2.3. EXTENSION DES DONNEES A UNE STATION SECONDAIRE A PARTIR DES DONNEES DE PLUSIEURS STATIONS DE BASE.

a) APPLICATION A LA MOYENNE

Fiering (1963) étudie l'estimation de la moyenne lorsque l'on a une station à court terme ayant N_1 observations et p stations à long terme ayant $N = N_1 + N_2$ observations.

Ces distributions sont supposées normales et sans auto-corrélation. On trouve comme valeur du contenu d'information relative de la moyenne

$$I_r = 1 - \frac{N_2}{N_1} \left[\frac{p - (N_1 - 2) R^2}{p - (N_1 - 2)} \right]^{-1}$$

La condition d'amélioration d'estimation de la moyenne est alors:

$$R^2 \geq \frac{p}{N_1 - 2} \quad \text{pour } p \leq N_1 - 2$$

R est le coefficient de corrélation multiple (de la station à court terme sur les p stations de base). Fiering (1963) étudie également le cas particulier où on dispose de deux stations de base pour étendre les observations à une station à court terme. Il montre que si les données sont tirées d'une population normale à trois variates, et s'il n'y a pas d'auto-corrélation dans chaque série, l'application d'un modèle de régression à deux variables indépendantes conduit à une meilleure estimation de la moyenne si:

$$R^2 \geq \frac{2}{N_1 - 2}$$

$$R = \frac{\rho_{XZ}^2 + \rho_{YZ}^2 - 2\rho_{XY}\rho_{XZ}\rho_{YZ}}{1 - \rho_{XY}^2}$$

où R est le coefficient de corrélation

multiple de Z sur X et Y où Z, X et Y sont respectivement les observations à la station à court terme et aux deux stations de base.

Si les stations de base ont des enregistrements de longueur différente, on peut étendre les données de la plus courte par le modèle à une variable indépendante et ensuite appliquer le modèle à deux variables indépendantes.

b) APPLICATION A LA VARIANCE

Le résultat obtenu précédemment pour la variance peut là aussi être étendu.

Fiering a généralisé les résultats de Rosenblatt (1959) et a déterminé les valeurs critiques du coefficient de corrélation.

1.3.2.4. METHODE DE DETERMINATION DU NOMBRE EFFECTIF DE STATIONS DANS UNE REGION

a) CONTENU D'INFORMATION RELATIVE DE LA MOYENNE REGIONALE DE L'ECOULEMENT

Si on considère un nombre p de stations de base dans une région donnée, on peut se demander s'il n'y a pas duplication de l'information, et dans ce cas déterminer le nombre équivalent de stations indépendantes.

Matalas et Langbein (1962) répondent à cette question en étudiant le contenu de l'information relative de la moyenne régionale d'un phénomène hydrologique quelconque.

Soit p stations ayant chacune une série d'information de taille N , chaque série étant supposée sans auto-corrélation et ayant une variance commune σ^2 . Si Y_i est la moyenne à la station i ($i = 1, \dots, p$), la moyenne régionale est:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^p \bar{Y}_i}{p}$$

La variance de Y est alors:

$$\sigma_m^2 = \frac{\sigma^2}{p \cdot N} \left[1 + \frac{2}{p} \sum_{i \neq j} \rho_{ij} \right]$$

ρ_{ij} étant le coefficient de corrélation entre les stations i et j , il y a donc $\frac{p(p-1)}{2}$ corrélations entre les p stations. La moyenne des corrélations sera

donc:

$$\bar{\rho} = \frac{\sum \sum \rho_{ij}}{p(p-1)/2}$$

$$\sigma_m^2 = \frac{\sigma^2}{p \cdot N} \left[1 + (p-1) \bar{\rho} \right]$$

où $\bar{\rho}$ représente le coefficient de corrélation moyen.

$\frac{\sigma^2}{p \cdot N}$ représente la variance de la moyenne régionale obtenue à partir de stations qui n'auraient aucune corrélation ($\rho_{ij} = 0$, quel que soit i différent de j). Dans ce cas l'information obtenue est maximum. Le contenu d'information relative de la moyenne est donc:

$$I_r = \frac{\sigma^2/p \cdot N}{\sigma_m^2} = \left[1 + (p-1) \bar{\rho} \right]^{-1}$$

I_r est toujours inférieur ou égal à 1 car la comparaison des variances est faite avec un

ensemble régional idéal où il n'y aurait aucune corrélation.

On peut donc dire que les p stations se comportent en réalité comme p' stations effectives pour lesquelles toutes les corrélations pour les stations prises deux à deux sont nulles. p' est tel que:

$$p' = p I_r$$

Cela sert à déterminer le nombre de stations de base requis dans une région.

Dans le cas où $I_r = 1$, l'information relative est optimum et le nombre de stations effectives est p . Ce cas idéal est atteint lorsque les ρ_{ij} sont tous nuls (quel que soit i différent de j); on retrouve ainsi le critère choisi par Karazev (1968) pour définir le nombre optimal de stations de base dans une région donnée.

b) METHODE DE FIERING

Fiering (1965) en se basant sur la notion du contenu de l'information, cherche à minimiser

la somme des variances des estimations de la moyenne de chaque station de la région, donc à maximiser le contenu d'information relative. En se fixant une contrainte budgétaire, il détermine le nombre de stations à discontinuer, le nombre de stations à jauger pendant une autre période, de manière que la somme des variances soit minimum.

De manière pratique, pour un groupe de stations, Fiering étudie toutes les possibilités (jaugeage ou non) et à chaque possibilité, il associe un coût d'opération, et détermine la variance totale.

En tenant compte de la contrainte budgétaire, il détermine ensuite, parmi toutes les possibilités qui satisfont le critère budgétaire, celle qui a une variance minimum. Cette méthode permet de déterminer si l'on doit ou non arrêter de jauger les stations de la région. Dans ce modèle, Fiering admet que pour une station discontinuée l'estimation de la moyenne obtenue par régression multiple avec toutes les stations que l'on continue à jauger pendant N_2 années, sera plus efficace que l'estimation de la moyenne avec les N_1 années

de jaugeage effectif. Cette hypothèse a donc deux lacunes:

-dans la régression multiple, pour obtenir l'estimation de la moyenne d'une station discontinuée, toutes les stations jaugées pendant N_2 années sont utilisées.

-l'auteur ne tient pas compte qu'un estimateur plus efficace peut être obtenu en considérant la moyenne pendant les N_1 premières années de jaugeage effectif.

Matalas (1967) propose une amélioration du modèle de Fiering et prend comme hypothèse de départ que:

-une station peut être discontinuée si l'estimation de la moyenne obtenue à partir de la régression est plus efficace que l'estimation de la moyenne à partir des N_1 premières années de jaugeage effectif. Cette contrainte physique supplémentaire semble plus logique.

De plus, Matalas propose un autre modèle qui évite de tenir compte d'une contrainte budgétaire, celle-ci étant en général mal définie. Pour cela, il décompose la région étudiée en plusieurs zones. Pour chacune

d'entre elles, le schéma optimal de jaugeage (c'est-à-dire le choix, parmi les stations ayant N_1 années de données, des stations à laisser en opération pendant une période supplémentaire) est obtenu pour le nombre de stations pour lequel l'information marginale par unité de coût est la même pour chaque zone. Son modèle évite donc les deux lacunes du modèle de Fiering, mais est basé sur une étude de nombreuses possibilités. Cette méthode est donc d'autant moins pratique que le nombre de stations considérées est plus grand.

1.3.2.5. DETERMINATION DU NOMBRE EFFECTIF D'OBSERVATIONS DANS UNE SERIE

La plupart des séries hydrologiques ne sont pas entièrement aléatoires, il y a en général une certaine auto-corrélation, ce qui veut dire que les différentes valeurs ne sont pas entièrement indépendantes et il y a répétition de l'information. Le nombre effectif d'observations N' est donc inférieur au nombre réel d'observations N (dans le cas où la série est complètement aléatoire, on a $N' = N$).

Autrement dit, l'information donnée par les N

valeurs d'une série auto-corrélée est équivalente à l'information donnée par N' valeurs d'une série entièrement aléatoire.

Pour un paramètre donné, $N'/N = I_r$ représente le contenu d'information de ce paramètre et on aura toujours

$$0 < I_r < 1$$

Le modèle d'auto-corrélation le plus classique, est le modèle de Markov d'ordre 1 reliant deux valeurs successives.

$$X_{i+1} = \tau_1 X_i + \epsilon_{i+1}$$

$$\mu_\epsilon = (1 - \tau_1) \mu$$

$$\text{Var}(\epsilon) = (1 - \tau_1^2) \sigma^2$$

μ représente la moyenne de la distribution de X;

σ représente l'écart type de la distribution de X;

τ_1 est le coefficient d'auto-corrélation de la série;

μ_ϵ et $\text{Var}(\epsilon)$ représentent respectivement la moyenne et la variance de la variable aléatoire ϵ .

Si le paramètre considéré est la moyenne de la série, son contenu d'information est (Matalas et Langbein 1962)

$$I = \left\{ \left(\frac{1 + \tau_1}{1 - \tau_1} \right) - \frac{2}{N} \frac{\tau_1 (1 - \tau_1^N)}{(1 - \tau_1)^2} \right\}^{-1}$$

Dawdy et Matalas (1964) donnent une autre présentation de ce résultat qui permet une détermination graphique de N' connaissant N et τ_1 .

1.3.3. METHODE DE KARAZEV (1968)

D'après Karazev, un réseau hydrométrique doit comprendre:

- des stations de base observant systématiquement le régime des rivières, lacs et réservoirs;
- des stations spéciales fonctionnant en étroite relation avec les programmes de recherche scientifique et dont le but est de recueillir des informations sur les conditions de formation du ruissellement, sur les valeurs relatives des éléments du budget hydrique, etc...

L'objectif de Karazev est de préciser les principes de distribution du réseau de base. Ce réseau comprend:

- les stations de régime dont la fonction est de préciser les conditions régionales du régime hydrologique;
- les stations d'exploitation visant à fournir l'information courante nécessaire à une bonne utilisation de l'eau (complexe hydro-électrique, etc...).

Cette méthode tente donc de définir une densité de stations de jaugeage telle qu'on puisse, à l'intérieur d'un critère de précision donné, estimer par interpolation le débit moyen annuel d'un cours d'eau. La première étape consiste à établir des régions ayant des caractéristiques géographiques et hydrologiques relativement homogènes. Ensuite, on définit pour chaque région trois critères qui seront utilisés pour déduire la densité optimum des stations de jaugeage.

Ces critères sont:

1) Une superficie minimum de bassin de drainage:

Amin

Un bassin dont la superficie est inférieure à Amin, est trop sensible aux variations locales pour être considéré comme représentatif des conditions climatiques et hydrologiques régionales; on ne pourrait utiliser les données dans une interpolation.

2) Un critère de superficie reposant sur les conditions de variabilité dans l'espace: A_v

Une densité de stations plus faible que celle suggérée par ce critère, fournit des débits qui se distinguent de manière significative d'un bassin à l'autre. A partir du calcul d'un gradient d'écoulement régional, ∇q , on s'assure que la différence d'écoulement spécifique annuel entre deux bassins adjacents est dans 95% des fois plus grande que l'erreur standard des débits.

Donc

$$\begin{aligned} \nabla q \cdot L_1 &= \Delta q \geq 2\sigma_{\Delta q} \\ A_{op} &\geq \frac{4\sigma^2_{\Delta q}}{\nabla q^2 \text{ rég}} \\ A_{op} &\geq A_v = \frac{8e^2 \cdot q_o^2 \text{ rég}}{\nabla q^2 \text{ rég}} \end{aligned}$$

où

∇q rég: gradient moyen régional de l'écoulement moyen inter-annuel

l_1 : la distance entre deux bassins dans le sens du gradient

A_v : le critère calculé exprimé en unités de superficie

$\sigma_{\Delta q}$: erreur quadratique sur les données combinées obtenues aux stations de deux bassins compris dans une région

e_o : erreur-type relative sur la mesure du débit moyen annuel

$q_{o\text{rég}}$: écoulement moyen interannuel spécifique pour la région considérée.

Ce critère exprime donc la superficie minimum pour laquelle un changement du module spécifique interannuel à deux stations consécutives est significatif.

Cependant, une densité trop faible de stations nous conduirait à une perte de corrélation sur les débits annuels; il est donc important d'imposer un troisième critère limitatif sur les superficies de bassins jaugés.

3) Critère de superficie maximum : Acor

Ce critère, basé essentiellement sur la variabilité dans le temps et sur une fonction régionale de corrélation, nous assure une certaine précision d'interpolation linéaire sur des débits annuels. Ainsi, l'erreur engendrée dans l'interpolation doit demeurer inférieure à l'erreur de mesure à chacune des stations.

$$Aop \leq Acor = \frac{e_o^2}{a^2 C_v^2}$$

C_v : coefficient de variation du débit annuel

$a=1/L_o$: inverse de la distance moyenne entre deux bassins (centres) pour laquelle la corrélation entre les séries annuelles de débit est nulle. Cette valeur provient de la fonction linéaire de corrélation déterminée pour chaque région.

$$\rho(\beta) = 1 - a\beta = 1 - \frac{\beta}{L_o}$$

β : distance entre les centres de deux bassins versants

ρ (1): coefficient de corrélation

Connaissant ces trois critères, la superficie optimum A_{op} d'un bassin de drainage à jauger devra être comprise dans ces limites.

$$A_{min} \leq A_{\nabla} \leq A_{op} \leq A_{cor}$$

Cette méthode prévoit en plus un certain nombre de stations supplémentaires sur les grands bassins. Le critère alors utilisé repose sur la loi d'Horton:

$$n_{add} = \sum_{i=s_{op}+1}^S r^{s-i}$$

r : coefficient de bifurcation (environ égal à 3)

S : ordre maximum de la rivière drainant un grand bassin compris dans la région étudiée

s_{op} : ordre moyen des rivières jaugées d'après les critères exposés précédemment

Ce critère prévoit donc une station par bassin dont l'ordre dépasse " s_{op} ".

La méthode de Karazev prévoit de plus un certain nombre de stations sur de petits bassins d'un ordre inférieur à " s_{op} ". Ce nombre varie entre 15 et

30 % du total des stations sur les bassins optimum et les grands bassins.

D'après l'auteur, cette méthode de rationaliser le développement du réseau hydrométrique est adéquate et suffisante pour assurer une bonne connaissance de la distribution spatiale des autres éléments hydrologiques tels que les débits de crues et d'étiages, les phénomènes de glace, etc...

L'uniformité dans la répartition des stations au sein d'une région doit être respectée autant que possible dans le but d'assurer une bonne précision dans l'interpolation des débits.

L'auteur expose de plus certaines idées au sujet du réseau d'exploitation (opérationnel). Les stations de ce type visent à fournir les informations hydrologiques courantes aidant à bien gérer les ouvrages de génie ou les installations nécessitant ce type d'information.

1.3.4. METHODE DE REGIONALISATION

Une autre forme de planification des réseaux fait appel à la "régionalisation".

Là encore, le but est d'obtenir une information suffisante en tout point, tout en évitant une duplication de l'information. C'est-à-dire que l'on recherche une optimisation de l'information à un coût minimum.

Le principe de cette méthode revient à déterminer en plusieurs points d'une région, une relation entre une caractéristique de l'écoulement et certains facteurs physiques ou climatiques significatifs permettant d'estimer en tout point de la région la valeur de cette même caractéristique de l'écoulement à partir des valeurs des facteurs climatiques et physiques en ce point.

Dans cette définition, plusieurs termes sont à préciser:

- la relation considérée est en fait une régression au sens large (simple ou multiple, linéaire ou non) pour laquelle les hypothèses sur les variables sont à préciser suivant l'utilisation;
- une région définie comme statistiquement homogène est délimitée par l'ensemble des bassins où les valeurs des caractéristiques statistiques, telles que prédites à partir des facteurs physiques et climatiques, se trouvent dans le domaine de confiance de la régression. Ce concept de région

statistiquement homogène a été utilisé par Shawinigan Engineering (1969-1970)

Les facteurs physiques et climatiques significatifs sont les facteurs qui, à l'aide du modèle régressif, servent à expliquer une partie de la variabilité spatiale de la caractéristique considérée de l'écoulement.

Différentes applications de ces principes généraux ont été faites.

1.3.4.1. METHODE DE DALRYMPLE (Index flood method)

Le but de la méthode (Dalrymple 1960) est de déterminer la courbe de fréquence des crues en tout point d'une région définie comme homogène. Pour arriver à ce but, différentes étapes doivent être suivies:

- en chaque station, détermination de la courbe de fréquence Q_T (T) où Q_T est le débit correspondant à une période de retour T;
- un test d'homogénéité (à 95% de confiance) défini par Langbein est appliqué pour éliminer les stations ne faisant pas partie de la zone homogène. Ce test est basé sur les données de l'étape précédente ajustées par une loi de

Gumbel (période de retour de la crue moyenne Q_m , $T_m = 2.33$ ans).

A partir des stations faisant partie de la zone homogène et pour lesquelles on dispose de suffisamment de données concurrentes, on établit une courbe régionale $Q_T(T)$, où Q_T est la médiane des Q_T/Q_m obtenus à chaque station.

Une régression entre Q_m et les caractéristiques physiques et climatiques du bassin est établie pour la zone homogène. En général, cette régression fait appel à la superficie du bassin de drainage.

Pour un site non jauge de la région homogène, on détermine Q_m en tenant compte des variables indépendantes de la régression. La courbe de fréquence de la station considérée est alors reproduite à partir de la courbe régionale.

Cette méthode a été appliquée avec la loi de Gumbel par Remenieras (1967), mais il est évident que toute autre distribution rendant compte des données peut être utilisée, de même qu'une loi de fréquence graphique. D'ailleurs, à l'origine, cette méthode était basée sur une loi de fréquence graphique.

Le principe de cette méthode reste valable pour la détermination d'autres caractéristiques de l'écoulement, mais elle a l'inconvénient de ne tenir compte que de la variabilité de la moyenne.

1.3.4.2. REGRESSION MULTIPLE LINEAIRE ENTRE CARACTERISTIQUES DE L'ECOULEMENT ET FACTEURS PHYSIQUES ET CLIMATIQUES

Cette méthode très générale consiste à exprimer une caractéristique quelconque de l'écoulement, comme une fonction de paramètre physique et climatique. La zone de validité de cette fonction sera la zone statistiquement homogène. L'ajustement entre valeurs observées et valeurs prédites permet de déterminer, par la méthode des moindres carrés, les coefficients de la régression. Les variables indépendantes de la régression peuvent être des caractéristiques physiques et climatiques, tandis que la variable dépendante est une caractéristique de l'écoulement. Le but de la régression est d'expliquer la variance de la variable dépendante à l'aide des variables indépendantes les plus significatives.

L'erreur-type (S_e) de la valeur prédite est calculée comme la racine de la valeur moyenne des carrés des

résidus (le résidu est la différence entre la valeur observée et la valeur prédite de la variable indépendante). En faisant l'hypothèse que ces résidus sont distribués normalement autour de la ligne de régression, 68% des prédictions sont dans un domaine (-Se, +Se) autour de la vraie valeur et 95% des prédictions sont dans un domaine (-2Se, +2Se).

La relation de régression sera donc acceptable si l'erreur type de la prédiction est à l'intérieur du domaine de précision fixé, compte tenu des objectifs. Dans les différentes régressions considérées, les auteurs ne tiennent pas compte des erreurs commises sur la détermination des coefficients de la régression, ce qui conduit à une sous-estimation de l'erreur sur la valeur prédite. Les relations entre les variables ne conduisent pas toujours à une régression linéaire. Pour utiliser cette méthode de régression linéaire qui est la plus pratique, on peut linéariser. C'est pourquoi dans les différentes études hydrologiques on est souvent conduit à utiliser les logarithmes des variables (Benson et Carter 1970).

De nombreuses études régionales utilisant la

régression multiple, ont eu lieu. Les principales variables dépendantes qui interviennent sont:

- les débits moyens annuels;
- les débits moyens mensuels;
- les débits saisonniers moyens;
- les débits de crues et d'étiages pour une période fixée (débits de trois jours consécutifs, etc...);
- les écarts -types des débits moyens annuels, mensuels, etc.

Les caractéristiques physiques utilisées comme variables indépendantes peuvent être très nombreuses. Les plus significatives semblent être en général:

- la superficie du bassin de drainage;
- la pente moyenne des cours d'eau (ou un indice de pente);
- la longueur du cours d'eau principal;
- le facteur de forme du bassin;
- le pourcentage de la superficie totale qui est en lacs ou marécages;
- le pourcentage de la superficie totale qui est en forêts;
- l'élévation.

Il est évident que l'importance de ces facteurs est

fonction de la caractéristique hydrologique étudiée (par exemple, pour les étiages, il pourra être intéressant de considérer un indice d'infiltration ou de perméabilité des sols).

Les caractéristiques climatiques les plus fréquemment utilisées sont:

- les précipitations moyennes annuelles;
- la chute de neige moyenne annuelle;
- l'intensité de pluie ayant une période de retour donnée;
- la température moyenne ou maximum d'une période donnée.

De manière générale, une grande partie de la variance totale est expliquée par quelques facteurs (2à5) et l'introduction de nouveaux facteurs diminue peu l'erreur de l'estimé. Cela vient du fait que la plupart de ces facteurs sont reliés entre eux et que la prise en compte de quelques-uns introduit implicitement les autres.

Benson (1962) discute l'importance des différents facteurs dans une étude de caractéristiques de crues. Shawinigan (1968-1970) étudie l'influence de nombreux facteurs physiques pour la prédiction des valeurs moyennes annuelles de débits. De

nombreuses autres études existent parmi lesquelles nous pouvons citer: Lull & Sopper (1966), Carter & Benson (1969), Paterson (1969)

1.3.4.3. REGIONALISATION DES MOMENTS D'UNE LOI STATISTIQUE

Dans une région donnée, il est possible de trouver une loi statistique qui rend bien compte de la distribution de fréquence des débits en un point de cette région. Cette loi s'appliquera en tout point et seules les valeurs des paramètres varieront d'un point à l'autre. Pour une station donnée, on peut calculer la moyenne (M), l'écart-type (σ), et éventuellement l'asymétrie (g) des observations. Il devient alors possible d'établir une régression régionale entre ces moments et certains facteurs physiques et climatiques.

$$M = f (A_i)$$

$$\sigma = f (A_i)$$

$$g = f (A_i)$$

Si en un point on connaît les facteurs physiques et climatiques (A_i) et si on admet que la loi statistique s'applique, on peut en déduire la valeur des moments et la répartition de fréquence des écoulements en ce point (J) puisque les

paramètres de la loi sont alors connus. Si plus précisément on veut déterminer en ce point un débit de période de retour fixée Q_T , on aura (Chow, 1964):

$$(Q_T)_j = (Q_m)_j + K_T \sigma_j$$

où:

K_T est le facteur de fréquence qui dépend de la loi et de la période de retour.

Cette méthode générale a été appliquée par Cruff & Rantz (1965), en utilisant plusieurs lois (log normal, Gumbel, Pearson III, gamma).

Dans les exemples cités, il a été impossible de trouver une régression entre le coefficient d'asymétrie et les facteurs physiques et climatiques (A_i). Dans ce cas, une valeur moyenne régionale est utilisée. Ce coefficient n'est nécessaire que pour la loi de Pearson III.

Cette méthode nécessite donc de supposer que la loi statistique s'applique sur une base régionale. Le problème est de choisir la loi statistique qui rend le mieux compte des observations. D'après Cruff & Rantz (1965) la loi de Pearson III semble

plus appropriée pour l'étude des crues, car en raison de sa plus grande flexibilité (3 paramètres), elle ajuste mieux les données observées. Une variante de la méthode précédente a été appliquée par Benson et Matalas (1967) pour la génération d'écoulements moyens annuels et mensuels en un point. Pour une caractéristique de l'écoulement (débits moyens annuels et mensuels), ces auteurs font une régression régionale de la moyenne et de l'écart-type avec certains facteurs physiques et climatiques. Ils déterminent une valeur régionale du coefficient d'asymétrie et du coefficient d'auto-corrélation.

Ainsi, en tout point de la région, moyenne, écart-type, asymétrie et auto-corrélation sont connus et il est alors possible d'introduire des valeurs dans un modèle de Markov permettant la génération des écoulements en ce point. Dans ce cas l'hypothèse de l'existence d'une loi est remplacée par celle de l'existence d'un modèle de Markov d'ordre 1.

1.3.5. LES MODELES

1.3.5.1. INTRODUCTION

Les caractéristiques hydrologiques des bassins versants de tailles différentes, nécessaires au projeteur et au planificateur, seront évaluées pour un certain temps encore, à partir des données fournies par le réseau hydrométrique, ou bien estimées à l'aide de considérations statistiques liées aux caractéristiques du bassin. Il est à noter que l'échantillonnage hydrométrique des petits bassins versants (en dessous de 20 mi.c.) et de ceux dont la superficie est comprise entre 20 et 200 mi.c., ne peut être suffisamment élaboré dans l'espace et dans le temps pour détecter rapidement les paramètres physiques principaux qui influencent telle ou telle caractéristique du régime hydrologique. Egalement, les modifications apportées au régime naturel des cours d'eau par l'action directe ou indirecte de l'homme, rendent difficilement utilisables les données hydrométriques brutes. En effet, seules des caractéristiques naturelles peuvent être extrapolées dans l'espace et dans le temps.

A l'extrême, lorsque les ressources en eau seront largement domestiquées, il faudra trouver une procédure particulière pour fournir au planificateur l'ensemble des débits naturels des

divers sous-bassins. Ceux-ci ne peuvent être évalués qu'à l'aide des données météorologiques, climatologiques et pédologiques, seules caractéristiques non affectées par l'homme.

L'utilisation de modèles dynamiques permet de déterminer l'évolution de l'écoulement issu des bassins à partir des données d'observations pluviométriques (pluie et neige), de la connaissance de l'évolution des caractéristiques physiques du bassin versant et de la climatologie régionale.

De nombreux modèles paramétriques permettent actuellement de reproduire au pas de temps désiré les écoulements réels. Ils répondent à des besoins tels que:

- prévision de crues; évaluation des étiages;
- conception des aménagements;
- gestion de la ressource.

1.3.5.2. DESCRIPTION ET UTILISATION DES MODELES PARAMETRIQUES

Nous ne pensons pas qu'il soit nécessaire de présenter ici un exposé détaillé de ces techniques

et nous référons le lecteur aux différents articles dont les principaux sont cités dans la liste bibliographique.

De par leur flexibilité et leur aptitude évolutive, les modèles sont des outils qui répondent bien aux objectifs de divers auteurs (Langbein, 1965; Kalinin, 1965):

-éviter la duplication de l'information obtenue par les réseaux hydrométriques;

-préciser les influences des caractéristiques physiques des bassins d'une part, et, d'autre part, celles du climat régional sur le régime hydrologique des cours d'eau par extraction de toute l'information potentielle contenue.

A partir d'observations simultanées, sur une période de temps relativement courte, des données météorologiques (précipitations, température) et hydrométriques, et tenant compte des caractéristiques physiques et géomorphologiques du bassin (superficie, pente, couvert végétal, etc.), on peut mettre au point un ALGORITHME permettant de reconstituer les débits naturels.

Au site où il a été déterminé, un tel algorithme nous permet par la suite d'évaluer les débits lorsque l'on dispose uniquement des données météorologiques. Ceci nous permet, soit d'utiliser au maximum toutes les données météorologiques disponibles pour reconstituer dans le passé les débits qui n'ont pas été observés, soit d'abandonner les observations hydrométriques et reconstituer les débits actuels à partir des observations météorologiques.

En plus de cette possibilité d'utiliser un algorithme au site où il a été déterminé, on peut également par une extrapolation ou une transposition dans l'espace des caractéristiques physiques et géomorphologiques caractérisant le modèle, générer des débits à des sites où l'on dispose uniquement d'observations météorologiques.

1.3.5.2.1. RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR UN MODELE

La série des débits reconstitués par un modèle peut servir, tout comme celle des débits observés à toutes les stations de mesure, à une étude statistique complète, par exemple:

-distribution de fréquence des crues;

- distribution de fréquence pour différentes périodes;
- distribution de fréquence des volumes de crues pour différentes périodes;
- distribution de fréquence des écoulements annuels, mensuels et journaliers.

Un modèle peut fournir également des informations sur l'humidité des sols, la recharge des nappes souterraines, l'évolution du stock de neige. Il est aussi un outil permettant de suivre les variations du débit d'un cours d'eau par suite des modifications physiques sur une partie de ces sous-bassins.

A titre d'exemple, les essais réalisés avec le modèle SIM sur les bassins versants des rivières CHAUDIERE et MASKINONGE (modèle initialement calé sur trois années), pour une période 23 et 35 ans, ont donné une série simulée de débits, qui, comparée à celle des débits effectivement observés, ne différerait statistiquement que de 5 à 10% pour chacune des caractéristiques hydrologiques extrêmes.

1.3.5.2.2. FIDELITE DES MODELES

La fidélité des débits reproduits par de tels modèles va dépendre essentiellement de:

a) La pertinence des caractéristiques physiques et géomorphologiques, choisies pour la conception de l'algorithme. Il est évident qu'il sera impossible d'inclure toutes les caractéristiques qui ont un effet sur l'écoulement, et que le choix des facteurs qui seront retenus peut influencer la fidélité avec laquelle le modèle va reproduire les débits.

b) La représentativité et la qualité des données météorologiques. Certains types de données telles que les précipitations et les températures devront être connues avec une grande précision si on veut reproduire fidèlement les données de débits pour un bassin donné. La fidélité du modèle est reliée directement à la densité du réseau pluviométrique. Le tableau 1-65 présente une indication quant à la densité optimale nécessaire pour connaître avec une certaine précision les hauteurs moyennes de précipitations reçues par une surface donnée. Nous voyons que

pour une précision adéquate, on devra disposer de 5 à 10 stations pluviométriques réparties sur le bassin.

D'autres types de données météorologiques (radiation, vent, humidité, évapotranspiration) peuvent être connues avec une précision moindre nécessitant seulement des observations en un point quelconque ou à proximité du bassin.

c) Le calage du modèle

La méthode utilisée pour caler le modèle ainsi que la durée d'observation simultanée nécessaire à un tel calage a également une répercussion sur la fidélité. En général, 2 ou 3 années d'observation seront suffisantes; la durée optimale devra cependant être précisée dans chaque cas en prenant en considération les imprécisions inhérentes à la nature même du modèle et à la qualité des données météorologiques utilisées.

Cependant, si les relations entre paramètres du modèle et caractéristiques physiques du bassin ne sont pas encore

suffisamment développées pour les stations du réseau hydrométrique actuel, elles le seront mieux d'ici quelques années, lorsque seront exploités rationnellement les réseaux hydrométriques et météorologiques pour l'étude des bassins versants de petite taille, mais économiquement importants.

L'exploitation actuelle du réseau de stations secondaires peut également contribuer à l'amélioration de ces relations. En effet, l'adjonction pour un temps limité d'un ensemble de stations météorologiques précisera le régime pluviométrique sur le bassin versant, ainsi que la liaison entre les paramètres du modèle et les caractéristiques physiques du bassin.

Par ailleurs, étant donné que les éléments du régime hydrologique sont plus étroitement liés aux caractéristiques physiques des bassins, on voit tout l'intérêt que présente l'exploitation complète de petites unités homogènes par les modèles. Il serait alors suffisant

d'opérer une station hydrométrique satellite pendant quelques années, à condition de disposer à proximité immédiate d'une station météorologique de longue durée.

1.3.5.3. APPLICATION A LA RATIONALISATION DU RESEAU

Nous voyons donc l'importance que peut revêtir l'emploi systématique des modèles hydrologiques pour la rationalisation du réseau.

A partir d'observations systématiques des principales variables météorologiques, on peut, avec un nombre relativement faible d'observations hydrométriques, arriver à reconstituer en tout point d'un territoire les principales caractéristiques hydrologiques nécessaires à la gestion des ressources en eau.

Le réseau météorologique possède une information primaire d'une valeur potentielle remarquable. La coordination du réseau météorologique et du réseau hydrométrique prend d'autant plus d'importance en raison de la mise au point de modèles capables de fournir les caractéristiques hydrologiques sur l'ensemble des bassins.

Par leur souplesse, les modèles permettent de façon plus aisée que les autres méthodes:

- de tenir compte des changements intervenus sur le bassin lui-même;
- de considérer les effets d'urbanisation;
- d'effectuer la prévision des étiages et des crues.

S'ils exigent pour être utilisés en prévision, une parfaite connaissance spatio-temporelle du régime pluvial et météorologique, par contre pour des études statistiques, ils ne requièrent qu'une connaissance plus réduite dans l'espace mais plus longue dans le temps.

Durée sur laquelle est calculée la précipitation moyenne	Densité du réseau (km ² par pluviomètre)	Zone où les précipitations frontales prédominent : Surface sur laquelle est estimée la moyenne des précipitations (km ²)						Zone où les précipitations d'origine convective prédominent : Surface sur laquelle est estimée la moyenne des précipitations (km ²)					
		1	10	50	100	500	1000	1	10	50	100	500	1000
1 jour	1	21	11	3	2	1	1	41	13	6	4	2	1
	10		44	20	14	6	4		35	31	39	28	15
	50			60	42	19	13			80	75	46	33
	100				70	31	22				90	67	50
	500					88	78					92	84
10 jours	1	8	4	2	1	<1	<1	26	8	4	3	1	<1
	10		18	13	6	2	2		20	16	12	8	6
	50			24	17	8	5			33	24	17	15
	100				28	13	9				32	28	24
	500					48	34					47	45
1 mois	1	5	2	1	<1	<1	<1	15	5	2	1	<1	<1
	10		10	4	3	1	1		15	10	7	4	3
	50			14	10	4	3			18	15	10	8
	100				16	7	5				23	14	12
	500					20	14					40	38
Saison (3 à 6 mois)	1	2	<1	<1	<1	<1	<1	9	3	1	<1	<1	<1
	10		4	2	1	<1	<1		9	7	4	3	2
	50			5	4	2	1			9	7	4	3
	100				6	3	2				10	6	5
	500					9	6					12	10

Erreur relative (correspondant à une fréquence de 75%) dans la détermination de la moyenne des hauteurs de précipitations reçues par une surface donnée, pour différentes densités de réseaux pluviométriques.

TABLEAU 1-65

D'après F. Dési

Chapitre 1

LISTE DES SYMBOLES

A_v	: Critère de superficie lié à la variabilité spatiale de l'écoulement
A_{cor}	: Critère de superficie lié à la variabilité dans le temps de l'écoulement
A_{min}	: Critère de superficie lié à la représentativité d'un bassin
A_{op}	: Critère de superficie optimum
a	: Inverse de L_0
C_v	: Coefficient de variation
e_0	: écart-type relatif de la fonction normale de distribution de l'erreur ϵ_i
$I ()$: Contenu de l'information absolue
I_r	: Contenu de l'information relative
K_T	: Facteur de fréquence qui dépend de la loi statistique et de la période de retour T
L_0	: Distance moyenne pour laquelle le coefficient de corrélation entre les séries annuelles de débits à deux stations d'une région est nul.
λ	: Distance entre les centres de deux bassins.

l_i : Distance entre deux bassins dans le sens du gradient d'écoulement
 $M_i (K)$: Estimateur du moment d'ordre K de l'échantillon i .
 N : Taille de l'échantillon
 N_i : Taille de l'échantillon i
 N_i' : Nombre d'années effectif de l'échantillon
 p : Nombre de stations
 $p/100$: Niveau de précision
 p' : Nombre de stations effectif dans une région.
 Q_T : Débit correspondant à une période de retour T
 q_0 rég. : Ecoulement moyen interannuel spécifique régional
 R : Coefficient de corrélation multiple
 r : Coefficient de bifurcation
 S : Ordre maximum d'un cours d'eau d'une région
 s_{op} : Ordre moyen des cours d'eau correspondant à A_{op}
 T : Période de retour

t_α : Variable normale réduite correspondant au niveau de confiance α
 $var ()$: Variance
 \bar{x}_i : Moyenne de l'échantillon de taille N_i
 ϵ : Variable aléatoire
 μ : Moyenne de la distribution X
 μ_ϵ : Moyenne de la variable aléatoire ϵ
 ρ : Coefficient de corrélation
 $\bar{\rho}$: Coefficient de corrélation moyen
 ρ_c : Coefficient de corrélation critique
 ρ_{ij} : Coefficient de corrélation entre les séries d'observations aux stations i et j
 ρ_{XY} : Coefficient de corrélation entre les séries d'observation X et Y
 σ : Ecart-type
 σ_m^2 : Variance de la moyenne régionale des observations
 $\sigma_{\Delta q}$: Erreur quadratique
 τ : Coefficient d'autocorrélation
 ∇_q : Gradient d'écoulement régional

BIBLIOGRAPHIE

BENSON, M.A. (1962) - Factors influencing the occurrence of floods in Southwest. U.S. Geol. Survey W.S.P. 1580-B, 1580-D (1964).

BENSON, M.A. and CARTER, R.W. (1970) - Areal extension of stream-flow information by multiple-regression techniques. Am. Water Res. Association, Proc. of the Symposium of water balance in North America, Urbana Illinois:137-143.

BENSON, M.A. and MATALAS, N.C. (1967) - Synthetic hydrology based on regional statistical parameters. Water Resources Research, vol.3, no.4:931-935.

CARTER, R.W. and BENSON, M.A. (1969) - Concepts for the design of streamflow data programs. U.S.G.S. open file report:44 pp.

CHOW, V.T. (1964) - Handbook of Hydrology. Section 8-I, part I, frequency analysis. McGraw Hill book Co.:8-23.

CRUFF, R.W. and RANTZ, S.E. (1965) - A comparison of methods used in flood frequency studies for Coastal Basins in California. U.S. Geol. Survey Water Supply Paper 1580-E.

DALRYMPLE, T. (1960) - Frequency analysis. Manual of

Hydrology, part III. U.S. Geol. Survey Water Supply Paper 1543-A.

DAWDY, D.R. and MATALAS, N.C. (1964) - Handbook of Hydrology. Sec.8, III. Analysis of variance, covariance and time series:8-86. Ed. V.T. Chow.

DUMITRESCU, V. (1965) - Les principes de l'organisation et de la planification des réseaux. Proc. WHO/IASH Symp. on the design of hydrological networks, Quebec, IASH Pub. no.67:245.

FIERING, M.B. (1963) - Use of correlation to improve estimates of the mean and variance. U.S. Geol. Survey Prof. Paper 434-C.

FIERING, M.B. (1965) - An optimization scheme for gauging. Water Resources Research. vol.1, no.4:463-470.

FISHER, R.A. (1949) - The design of experiments. Oliver and Boyd, London, England, 5th Edn.:p.182.

INGLEDDOW AND ASSOCIATES LIMITED. (April 1969) - British Columbia hydrometric network study. Submitted to government of Canada, dept. of Energy, Mines and Resources.

INGLEDDOW AND ASSOCIATES LIMITED. (Dec. 1970) - Hydrometric network plan for the provinces of Newfoundland, New-Brunswick, Nova Scotia and Prince Edward Island. Submitted to government

of Canada, dept. of Energy, Mines and Resources.

KALININ, G.P. (1959) - Calculations and forecasts of streamflow from scanty hydrometric readings. In hydrologic networks and methods. World Meteor. Org., Flood Control Series, no.15:42-68.

KARAZEV, I.F. (1968) - Principles for distribution and prospects for development of a hydrologic network. Soviet hydrology, no.6:560-588.

KOHLER, M.A. (1958) - Design of hydrological networks. World Meteor. Org., Tech. Note, no.25, WMO-no.82. TP.32.

KOVZEL, A.G. (1969) - Network planning and design for land water investigations. Material for the report to the mid-decade conference.

LANGBEIN, W.B. (1954) - Stream gauging networks. IASH Pub.no.38:293-303.

LANGBEIN, W.B. and HARDISON, C.H. (1955) - Extending streamflow data. Proc. Am. Soc. of Civil Engrs., vol.81, Paper no.826:1-13.

LANGBEIN, W.B. (1965) - National networks of hydrological data. Proc. WMO/IASH Symp. on the design of hydrological networks, Quebec, IASH Pub.no.67:5-11.

LINSLEY, R.K. (1965) - Symposium on hydrometeorological networks: a summary. Proc. WMO/IASH Symp. on the design of hydrological networks, Quebec, IASH Pub. no.67:809-814.

LULL, H.W. and SOPPER, W.E. (1966) - Factors that influence streamflow in the Northeast. Water Resources Research, vol.2, no.3:371-379.

MATALAS, N.C. and LANGBEIN, W.B. (1962) - Information content of the mean. Inst. of Geoph. Research, vol.67, no.9:3441-3448.

MATALAS, N.C. and ROSENBLATT, J.R. (1962) - Use of correlation for augmenting autocorrelated streamflow information. U.S. Geological Survey Water Supply Paper.

MATALAS, N.C. and JACOBS, B. (1964) - A correlation procedure for augmenting hydrologic data. U.S. Geological Survey Prof. Paper 434-E.

MATALAS, N.C. (1967) - Optimum gauging station location. IBM Scientific Computing Symp. on Water and Air Resource. Management, Yorktown Heights, N.Y.:85-94.

PATERSON, J.L. (1969) - A proposed streamflow data program for Arkansas, open file report. Little Rock Arkansas, U.S. Dept. of Int. Geol. Survey.

PEMENIERAS, G. (1967) - Statistical method of flood frequency analysis, in Assessment of the magnitude and frequency of flood flows. Water Resources Series, no.30, UN/WMO:50-108.

ROCHE, M. (1967) - Composition et rationalisation des réseaux hydrométéorologiques. Cahier de l'O.R.S.T.O.M., vol.4, no.3:47-60.

RODDA, J.C. (1969) - Hydrological network design - needs, problems and approaches. World meteorological Organization, reports on WMO/IND projects, report no.12:pp.57.

ROSENBLATT, J.R. (1959) - On the synthetic record problems. Natl. Bur. Standards, Tech. Rept.1.

SERRA, L. (1965) - Organisation des réseaux pluviométriques. Proc. WMO/IASH Symp. on the design of hydrological networks, Quebec, IASH Pub.no.67:5-11.

SHAWINIGAN ENGINEERING COMPANY LIMITED. (April 1969) - Planning of a hydrometric network for the province of Ontario. Report 3728-1-69. Submitted to government of Canada, dept. of Energy, Mines and Resources.

SHAWINIGAN ENGINEERING COMPANY LIMITED. (July 1970) - Hydrometric network planning study for the Prairie provinces, British Columbia and Northern Territories. Report 5019-1-70.

Submitted to government of Canada, dept. of Energy, Mines and Resources.(2 volumes).

URYVAEV, V.A. (1965) - Basic principles governing the design of hydrological networks. Proc. WMO/IASH Symp. on the design of hydrological networks, Quebec, IASH Pub. no.67:199.

WILKS, S.S. (1952) - Moments and distribution of estimates of population parameters from fragmentary samples. Annals of Math. Statistics, vol.23:163-190.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (1965) - Guide to hydrometeorological practices. WMO no.168, TP. 82.

Références relatives aux modèles

DUNIN, F.X. (Sept. 1969) - A model for rainfall routing during initial abstraction. Journal of hydrology, vol.9, no.1:57-72; 16p. 5tab. 9ref.

FORTIN, J.P. et GIRARD, G. (1970) - Modèle budgétaire de crue estivale. Ministère des Richesses Naturelles, Direction générale des Eaux, Service de l'hydrométrie. Québec. Pub. H-12.

LICHTY, R.W., DAWDY, D.R. and BERGMANN, J.M. (1968) - Rainfall runoff model for small basin flood hydrograph simulation. International Association of Scientific Hydrology. Pub.

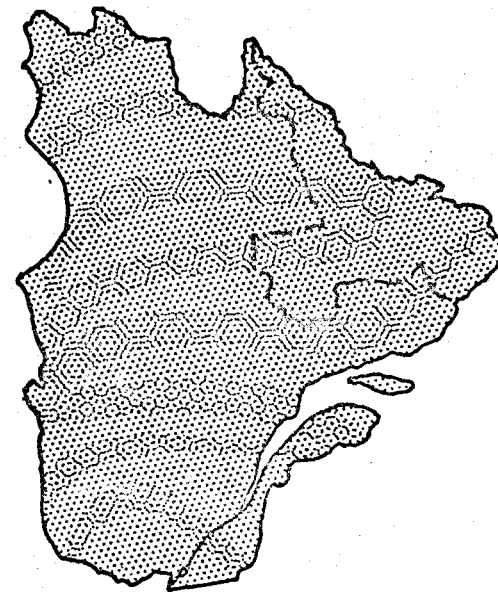
no.81:356-367, symposium de Tuscon. 12p. 6 fig. 2tab. 10ref.

ROCKWOOD, David, (1968) - Application of streamflow synthesis and reservoirs regulation SSAR program to the lower Mekong river. Int. Ass. of Scien. Hydrology. Pub.no.80, vol.1:329-344. 16p. 4fig. 6ref.

SCHULTZ, G.A. (1968) - Digital computer solutions for flood hydrograph prediction from rainfall data. Int. Ass. of Scien. Hydrology. Pub. no.80, vol.1: 125-137. 13p. 9fig. 3tab. 11ref.

SUGAWARA, M. (1968) - A comparative analysis of digital and analog computer as to their effectiveness in salving runoff analysis. Int. Ass. of Scien. Hydrology. Pub. no.80, vol.1:170-174. 5p. 4fig. 2ref.

RÉSEAU HYDROMÉTRIQUE
ET
RÉSEAU MÉTÉOROLOGIQUE
DU
QUÉBEC



CHAPITRE 2

INTRODUCTION

Comme nous le verrons à la figure 3-12 du chapitre suivant, la rationalisation du réseau hydrométrique fait appel aux connaissances acquises sur les écoulements à la fois dans l'espace et dans le temps.

En effet, le principe même de la rationalisation est basé sur la comparaison entre la précision obtenue sur les données actuelles et la précision requise sur les variates, dont la connaissance permet d'obtenir une solution économique aux besoins formulés.

Nous avons vu aussi au chapitre précédent que les différentes méthodes de rationalisation nécessitent dans leur application un échantillonnage des données hydrologiques qui nous est fourni par les stations existantes. L'étude critique de cet échantillonnage pour une variate donnée (localisation-densité-durée) est un élément important de la rationalisation.

L'utilisation des données acquises ne peut donc pas se faire sans une étude de l'ensemble des stations qui fournissent ces données.

En plus de l'étude du réseau hydrométrique, les stations météorologiques seront considérées dans leur ensemble

parce que leurs données sont utilisées dans l'exploitation des modèles et peuvent intervenir dans les régressions multiples.

2.1 LE RESEAU HYDROMETRIQUE DU QUEBEC

2.1.1 INTRODUCTION

Les stations hydrométriques qui nous intéressent dans cette section sont les stations de jaugeage permanentes, ainsi que les stations barrages et usines où sont recueillies les données sur les débits dans le Québec.

Le "Répertoire des Stations hydrométriques" (1970), indique qu'il y a présentement 297 stations hydrométriques entrant dans les catégories énumérées précédemment. Nous avons ajouté à ce nombre, huit stations de jaugeage qui ne sont plus en opération, mais qui peuvent être utilisées dans différentes études hydrologiques, en raison de leur nombre élevé d'années d'observation.

Le but de cette section est de montrer la répartition actuelle du réseau de jaugeage et autres points de mesure des débits, par région hydrographique, suivant la nature du régime du cours d'eau, la superficie drainée au droit des

stations de mesure et le nombre d'années d'observation. Ces différentes compilations nous serviront à mieux juger l'état actuel du réseau de mesure des débits du Québec en fonction des différents besoins et objectifs visés.

2.1.2 REPARTITION DES STATIONS PAR REGION HYDROGRAPHIQUE SUIVANT LA NATURE DU REGIME ET LEUR CATEGORIE

Le Québec a été divisé en dix régions hydrographiques telles que décrites dans la publication H-1, de la Direction Générale des Eaux, Ministère des Richesses Naturelles. La carte du Québec, figure 2-5, montre les limites des dix régions hydrographiques identifiées par leur numéro.

La Direction Générale des Eaux, du Ministère des Richesses Naturelles reconnaît trois types de régime:

- 1) régime naturel;
- 2) influencé journallement;
- 3) influencé mensuellement.

Le régime est naturel lorsqu'il n'y a aucun ouvrage de retenue modifiant les conditions naturelles de

l'écoulement. Dans le cas contraire, lorsque les hauteurs journalières du plan d'eau créé par la retenue sont influencées sans affecter d'une manière appréciable les valeurs moyennes mensuelles, le régime est décrit comme étant influencé journallement; lorsque les valeurs moyennes mensuelles sont influencées, le régime est dit influencé mensuellement.

On reconnaît également trois catégories de stations de mesure des débits, soit:

- 1) les stations de jaugeage;
- 2) les stations barrages;
- 3) les stations usines.

Les débits sont obtenus dans le premier cas par des mesures périodiques de débits sur les cours d'eau et l'utilisation de la courbe de tarage; dans le deuxième cas, par la calibration des pertuis et dans le dernier cas, par la calibration des turbines et des pertuis s'il y a lieu.

Le tableau 2-6 illustre la distribution des stations par région hydrographique, suivant la nature du régime et la catégorie des stations.

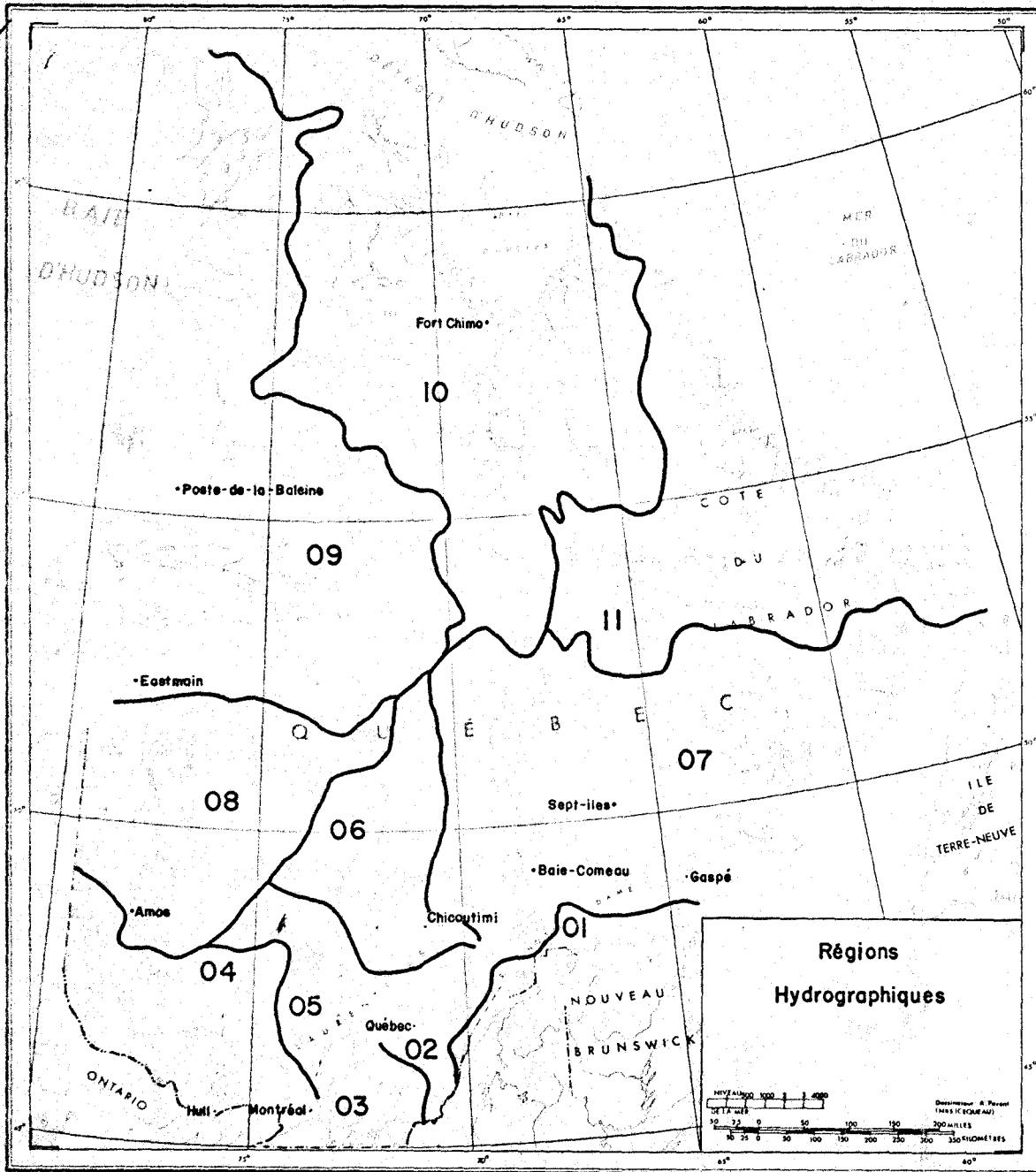


Figure. 2-5

TABLEAU 2-6

NOMBRE TOTAL DE STATIONS PAR REGION ET SUIVANT LA NATURE DU REGIME

Régime

Régions	10	20	21	31	32	33	Total
01	9	2	0	1	0	0	12
02	19	9	0	4	3	2	37
03	16	9	1	6	2	4	38
04	9	8	0	15	14	10	56
05	18	12	2	7	2	9	50
06	6	1	0	3	7	7	24
07	14	1	0	2	3	6	26
08	16	0	0	0	0	0	16
09	32	0	0	0	0	0	32
10	13	0	0	1	0	0	14
TOTAL	152	42	3	39	31	38	305

Régime 10 - Régime naturel - jaugeage
 20 - Régime influencé journellement - jaugeage
 21 - Régime influencé journellement - usine
 31 - Régime influencé mensuellement - jaugeage
 32 - Régime influencé mensuellement - barrage
 33 - Régime influencé mensuellement - usine

Des 305 stations de débit du Québec, 108 sont influencées mensuellement et 197 ont un régime naturel ou influencé journellement. De ce dernier nombre, 62 stations sont localisées dans les régions nordiques du Québec (08, 09, 10). On remarque également que c'est dans le bassin de la rivière Outaouais (04) que l'on rencontre le plus grand nombre de stations influencées mensuellement, soit 39.

2.1.3 DENSITE DU RESEAU HYDROMETRIQUE

Dans le calcul de la densité du réseau hydrométrique, il est nécessaire de distinguer les bassins influencés mensuellement de ceux à régime naturel et influencés journellement; en effet seulement les données provenant de ces derniers bassins peuvent être utilisées pour la transposition géographique et l'étude de la variabilité chronologique des écoulements. Les bassins à régime influencé mensuellement peuvent être utilisés uniquement pour l'étude des débits annuels et mensuels, lorsque l'on possède les données requises pour reconstituer le régime naturel.

Le tableau 2-8 indique qu'il y a des différences

TABLEAU 2-8

DENSITE DU RESEAU HYDROMETRIQUE

Région	Superficie m.c.	No. Stations 10,20,21	Densité m.c./Station	No. total Stations	Densité totale m.c./Station	Type de région (OMM)
01	8,811	11	800	12	735	2
02	11,018	28	408	37	290	2
03	10,711	26	412	38	282	1,2
04	36,472	17	2,120	56	652	1,2
05	26,662	32	833	50	533	1,2
06	32,439	7	4,640	24	1,350	1,2
07	96,208	15	6,400	26	3,700	1,2
08	67,716	16	4,230	16	4,230	1
09	134,669	32	4,200	32	4,200	1
10	189,051	14	13,500	0	13,500	1
<u>TOTAL</u>	613,751	198	3,100	305	2,010	

énormes dans la densité de jaugeage sur le territoire du Québec. A première vue, on distingue deux différents groupes de densité, soit le groupe formé des régions 01 à 05 et celui comprenant les régions 06 à 10. On remarque de plus des différences assez grandes à l'intérieur de ces deux groupes. Par exemple, dans le bassin de la rivière Outaouais (04) on note une très faible densité de stations à régime naturel ou peu influencé, ce qui s'explique par l'aménagement des principaux tributaires de ce bassin pour la production d'énergie hydro-électrique.

On remarque également que la densité des points de mesure dans la région 10 est environ trois fois inférieure à celle des autres régions du deuxième groupe.

Si l'on compare le réseau hydrométrique actuel avec les normes minimales proposées par l'OMM et reproduites à la figure 1-15, on se rend bien compte que seules les régions 02 et 03 se conforment à ces normes. Par contre, les régions 01, 04 et 05 ont une densité correspondant aux normes minimales tolérées dans les conditions difficiles, tandis que les autres régions n'ont pas encore atteint cette densité.

Les normes de l'OMH sont basées sur l'expérience acquise par les pays ayant les réseaux les plus évolués et ne tiennent pas compte des conditions particulières de développement de chaque pays et de la variabilité spatiale et chronologique des phénomènes propres à chaque région.

Cette comparaison nous permet tout de même de constater que le réseau québécois est réparti fort inégalement entre les différentes régions et qu'en général la densité de jaugeage est faible en comparaison à ce que l'on retrouve dans d'autres pays développés.

2.1.4 REPARTITION DES STATIONS PAR REGION ET PAR CLASSE DE SUPERFICIE

La superficie des bassins versants est le facteur physique le plus important à considérer dans l'étude des débits des cours d'eau (Thomas et Benson 1970). C'est également un indice morphologique de premier ordre puisque dans une région donnée, la superficie est liée par le biais des lois morphologiques, à l'ordre, au nombre, à la longueur et à la pente des cours d'eau, ainsi qu'aux caractéristiques de forme et de pente du

bassin. On peut noter également que les chutes totales de pluie pour différentes durées varient en fonction de la superficie.

Il s'avère donc intéressant de connaître la répartition des stations suivant la superficie totale drainée au droit de la station de jaugeage. La figure 2-12 indique le nombre total de stations au Québec dont la superficie drainée est supérieure à la valeur spécifiée en ordonnée. Le tableau 2-13 donne cette répartition pour chacune des régions hydrographiques, suivant que le régime est influencé mensuellement ou non.

Pour bien juger de la répartition du réseau, nous présentons dans le tableau 2-13, des données comparatives entre le nombre total de bassins de drainage et le nombre de bassins jaugeés, pour le groupement des régions suivantes:

- 1) les régions (01, 02 et 03) au sud du fleuve Saint-Laurent:
- 2) les régions (04 et 05) au nord du fleuve et à l'ouest du Saguenay:
- 3) les régions (06 et 07) au nord du Golfe.

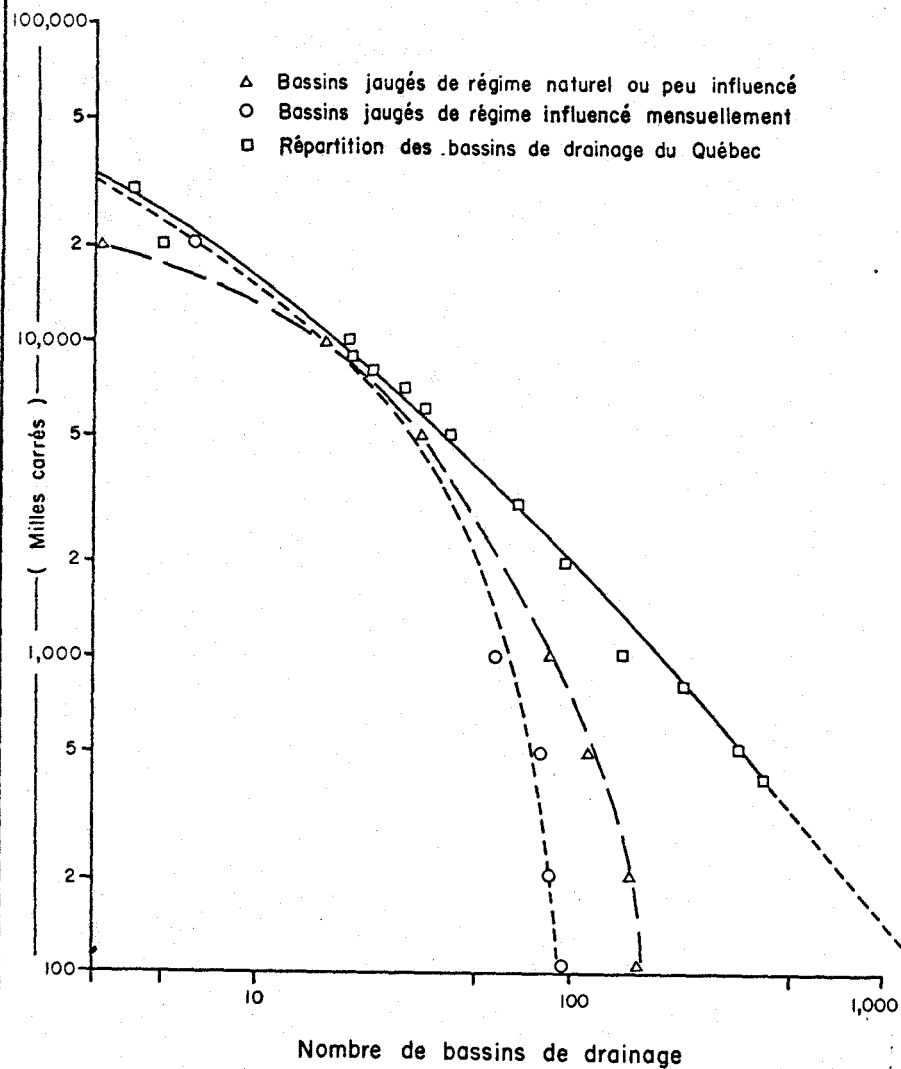


Fig. 2-12 Nombre de bassins de drainage dont la superficie est supérieure ou égale à celle spécifiée en ordonnée.

TABLEAU 2-13

COMPARAISON ENTRE LE NOMBRE TOTAL DE BASSINS DE DRAINAGE
ET LE NOMBRE DE BASSINS JAUGÉS, PAR CLASSE DE SUPERFICIE

Classes de superficie	Régions 01 à 03			Régions 04 et 05			Régions 06 et 07			Régions 08,09,10		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
20 - 100	318	17	.05	414	24	.06	-	2	-	-	4	-
100 - 200	52	10	.19	88	7	.08	-	1	-	-	1	-
200 - 500	37	29	.78	49	17	.35	109	6	.05	61*	3	.05
500 - 1000	14	16	1.1**	16	16	1.0	41	6	.14	80	5	.07
1000 - 5000	10	12	1.2	21	20	.95	35	19	.54	82	24	.29
5000 - 10000				2	11	5.5**	7	11	1.16**	13	9	.70
10000 - 20000				1	6	6.0	1	4	4.0	12	13	1.1*
20000 et plus				1	5	5	1	1	1.0	4	3	.75
TOTAL	531	87	.16	592	106	.18	194	50	.26	252	62	.24

- (1) Nombre de bassins de drainage par classe de superficie
- (2) Nombre de bassins jaugés par classe de superficie
- (3) Rapport entre le nombre de bassins jaugés et le nombre de bassins de drainage

* Nombre de bassins entre 300 et 500 milles carrés

** Plus d'une station sur un même bassin

Saint-Laurent, à partir du Saguenay jusqu'à l'extrémité est du Québec:

4) les régions (08, 09 et 10) se déversant vers le nord.

Ces compilations ont été effectuées à partir des publications du Ministère des Richesses Naturelles concernant les "Superficies des Bassins versants du Québec". Dans les régions 01 à 05, il semble que toutes les superficies supérieures à 30 milles carrés aient été planimétrées, tandis que dans les autres régions, seules les superficies supérieures à 300 milles carrés l'ont été. Le regroupement des régions tient compte de ce fait, de la similitude dans la distribution de fréquence des superficies et du degré de développement et d'éloignement de ces régions.

Le tableau 2-13 indique que dans les régions 01 à 05, la quasi-totalité des bassins versants supérieurs à 500 milles carrés est jaugée tandis que ceux compris entre 200 et 500 milles carrés le sont dans une proportion de 1 sur 2.

C'est pour les bassins compris entre 20 et 200 milles carrés que l'échantillonnage devient faible,

soit 1 bassin jaugé sur 20 environ. Ce chiffre est encore plus faible si on retranche les stations de jaugeage à régime influencé mensuellement. On peut affirmer que l'échantillonnage sur les bassins de taille inférieure à 20 milles carrés est pratiquement inexistant. En effet, le nombre de bassins de cette taille est très élevé et il n'y en a que 5 qui sont jaugés. Dans les régions 06 à 10, les bassins dont la superficie est supérieure à 5000 milles carrés sont pour la plupart jaugés; entre 1000 et 5000 milles carrés, on en trouve 1 sur 2 dans les régions 06 et 07 et 1 sur 3 dans les régions 08 à 10. Ce rapport baisse à 1 sur 10 pour les superficies inférieures et 1 sur 20 pour les bassins entre 200 et 500 milles carrés. Il n'y a que 8 stations de jaugeage pour échantillonner tous les bassins de superficie inférieure à 200 milles carrés, ce qui représente une goutte d'eau dans un gallon d'eau.

Nous concluons donc que le réseau actuel couvre les principaux cours d'eau (au point de vue taille) des différentes régions du Québec. Cependant, le tableau 2-13 illustre très bien que pour les bassins de taille inférieure à 500 milles carrés dans les régions 01 à 05, et inférieure à 5000 milles carrés dans les régions 06 à 10, le rapport

du nombre de bassins jaugés au nombre de bassins de drainage dans chaque classe de superficie diminue avec l'augmentation du nombre de bassins à jauger.

Vu que le nombre de bassins de drainage croît au fur et à mesure que l'on considère des bassins de taille plus petite, nous croyons qu'il est important de définir la taille minimum des bassins qui représentent une certaine importance économique pour les différentes régions du Québec. Ceci nous permettrait de mieux définir la population de bassins à échantillonner et aussi de tenir compte du développement économique actuel et futur du Québec. Ces idées seront développées au chapitre 3.

2.1.5 REPARTITION DES STATIONS PAR NOMBRE D'ANNEES D'OBSERVATIONS

Cette section a pour but de montrer l'évolution du réseau hydrométrique au cours des années. Pour ce faire, nous avons groupé les données pertinentes dans le tableau 2-18. Pour chacune des régions hydrographiques, nous avons indiqué le nombre de stations de jaugeage de régime peu ou pas influencé, et influencé mensuellement, installées durant la période de temps indiquée en ordonnée.

A partir de ces données, nous avons tracé sur la figure 2-19 les courbes montrant l'évolution du nombre de stations au cours des années, pour les deux classes de régimes distinguées ci-haut. Les stations de régime influencé mensuellement ont connu une augmentation quasi constante au cours des années.

Ces stations ont été ouvertes pour la plupart par suite de la construction d'ouvrages pour la production d'énergie hydro-électrique, (création de réservoirs) pour le contrôle des inondations et pour des fins d'alimentation et de récréation.

Jusqu'au début des années 60, ces stations ont été implantées de manière plus soutenue que celles de régime naturel ou peu influencé. Ceci indique assez bien que le développement du réseau a été conditionné par le développement ou les perspectives de développement hydro-électrique. Ceci montre en partie pourquoi les grands bassins étaient jaugés de préférence aux petits. Benson (1965), a également mis en relief l'influence du développement sur la densité des stations des différents Etats américains.

C'est durant la dernière décennie que la croissance

TABLEAU 2-18

NOMBRE DE STATIONS DE JAUGEAGE PAR PERIODE D'OBSERVATION
ET SUIVANT LA NATURE DU REGIME

Durée (ans)	Régime	Régions										Total		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Simple	Cumulé (1)	Cumulé (2)
0-5	1*	8	9	13	7	18	0	8	7	3	2	75	197	
	2*	0	1	0	0	1	2	0	0	0	1	5		108
6-8	1	1	4	0	1	1	4	4	2	7	11	35	122	
	2	0	0	1	2	0	1	2	0	0	0	6		
9-10	1	1	0	0	0	0	2	0	2	15	0	20	87	
	2	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	5		97
11-20	1	1	2	2	0	1	1	2	2	7	0	18	67	
	2	0	1	1	4	1	5	5	0	0	0	17		92
21-30	1	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	5	49	
	2	0	3	2	9	1	2	0	0	0	0	17		75
31-40	1	0	1	5	3	3	0	0	0	0	0	12	44	
	2	0	0	3	7	3	0	0	0	0	0	13		58
41-50	1	0	7	5	4	4	0	1	1	0	0	22	32	
	2	0	4	2	12	5	1	1	0	0	0	25		45
51-60	1	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	8	10	
	2	1	0	3	3	5	3	0	0	0	0	15		20
61-70	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	
	2	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	5		5
TOTAL		12	37	38	56	50	24	26	16	32	14	305		
0-10	1	10	13	13	8	19	6	12	11	25	13	130	197	
	2	0	1	1	3	1	4	5	0	0	1	16		108
11-70	1	1	15	13	9	13	1	3	5	7	0	67		
	2	1	8	11	36	17	13	6	0	0	0	92		

* Régime 1 - Régime peu ou pas influencé
Régime 2 - Régime influencé mensuellement

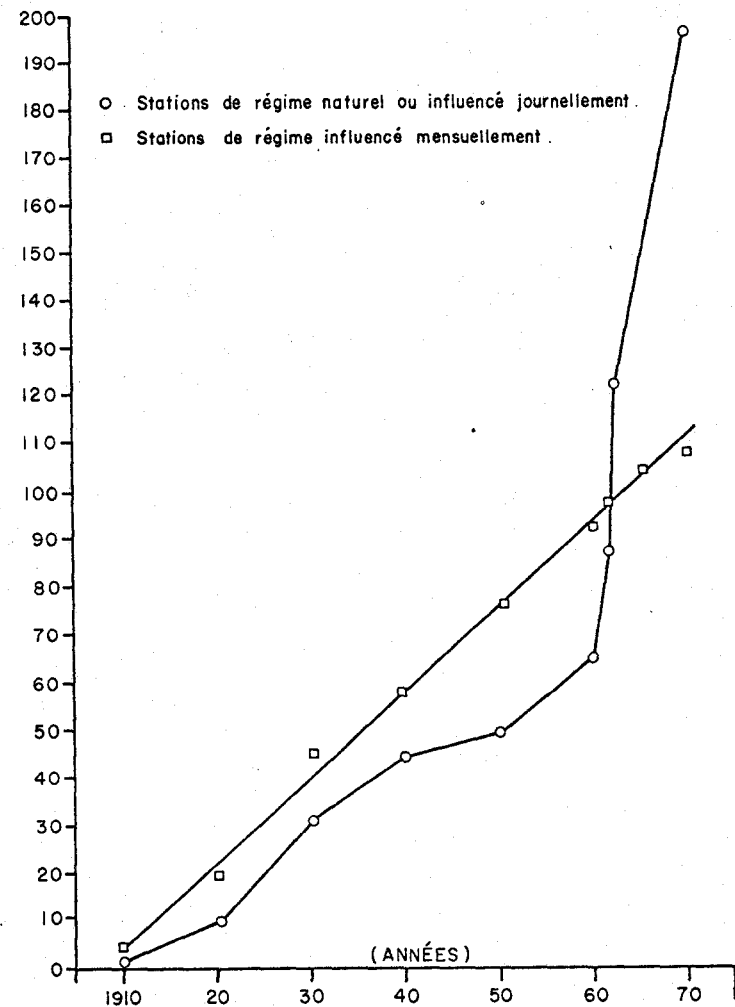


Fig.2-19 Nombre de stations de jaugeage en opération pour l'année indiquée.

des stations de régime naturel ou peu influencé a été la plus rapide. Durant cette période, les lacunes les plus importantes ont été corrigées dans les régions les plus éloignées du Québec (07 à 10) et dans les régions 01 et 06. En effet, une bonne partie des stations de régime naturel de ces régions a été installée durant cette décennie. Les autres régions ont également connu une augmentation notable: le nombre de stations a pratiquement doublé dans toutes les régions durant cette dernière décennie.

Pour bien montrer les changements profonds qui se sont opérés durant cette période dans la distribution des stations de différents régimes, nous avons totalisé à la fin du tableau 2-18 les données pertinentes à la période 1900-60 et 1961-70. On peut remarquer qu'avant 1960, 75% des stations à régime peu influencé étaient situées dans les régions 02 à 05.

Il est intéressant de comparer la distribution des superficies des bassins jaugés durant ces deux périodes dans le but de déceler s'il y a eu un changement appréciable dans l'échantillonnage des superficies (tableau 2-21).

TABLEAU 2-21

REPARTITION DES STATIONS DE REGIME NATUREL OU PEU INFLUENCE PAR CLASSE DE SUPERFICIE ET PERIODE D'OBSERVATION

Classes de superficie m.c.	Périodes d'observation					
	0 - 10 ans			11 - 60 ans		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
0 - 100	26	.20	.20	7	.10	.10
100 - 200	7	.05	.25	3	.05	.15
200 - 500	17	.13	.38	23	.34	.49
500 - 1000	16	.12	.50	14	.21	.70
1000 - 5000	40	.31	.81	11	.16	.86
5000 - 10000	12	.09	.90	5	.07	.93
10000 - 20000	10	.08	.98	3	.05	.98
20000 - 60000	2	.02	1.00	1	.02	1.00
TOTAL	130	1.00		67	1.00	

(1) Nombre de stations.

(2) Nombre relatif de stations pour la période d'observation:
nombre de stations / nombre total de stations.

(3) Nombre relatif cumulé de stations: indique le nombre relatif de bassins jaugés ayant une superficie inférieure à celle spécifiée dans la colonne de gauche.

On peut constater qu'il y a eu un changement significatif durant la dernière décennie. Durant cette période, 50% des nouvelles stations représentent des superficies supérieures à 1000 milles carrés, comparativement à 30% pour la période précédente. C'est dans la classe de 1000 à 5000 milles carrés que l'on retrouve le plus grand nombre de stations. On s'est attaché durant cette période, à jauger les cours d'eau principaux des régions éloignées du Québec (07 à 10).

On constate également que le nombre de petits bassins jaugés (inférieurs à 100 milles carrés) a augmenté considérablement durant cette période. Cette tendance est encore plus récente puisque 23 des 26 stations de cette catégorie ont été ouvertes dans les 5 dernières années, ce qui représente près de 30% des stations mises en opération depuis 1965.

Cette nouvelle tendance se poursuivra, vraisemblablement puisque nous avons montré précédemment que les grands bassins des différentes régions étaient en bonne partie jaugés. Le nombre élevé de petits bassins de drainage et les fonds limités octroyés pour le développement du réseau, rend donc impérieuse la nécessité de rationaliser

le réseau de jaugeage pour obtenir le maximum d'informations avec les fonds disponibles.

2.2 LE RESEAU METEOROLOGIQUE DU QUEBEC

2.2.1 INTRODUCTION

Dans le passé, l'évolution des réseaux hydrométriques et météorologiques s'est faite, la plupart du temps de façon indépendante.

Il apparaît aujourd'hui à plusieurs auteurs (Kohler 1965, Linsley 1965) que ces réseaux sont complémentaires.

Donc "il est important d'établir les divers réseaux et particulièrement les réseaux pluviométriques et hydrométriques, sur une base intégrée" (OMM 1965 : guide des pratiques hydrométéorologiques).

Nous considérons que l'étude hydrométrique du Québec ne saurait être complète sans une description du réseau météorologique qui couvre ce territoire.

Nous nous bornerons toutefois aux principales mesures qui intéressent l'hydrologie. D'après le guide des pratiques hydrométéorologiques de l'OMM, les observations des chutes de pluie, de neige, et

du couvert neigeux sont indispensables au développement et à la gestion des ressources hydriques.

La radiation, le vent, la température et l'humidité de l'air sont les facteurs qui contrôlent les processus d'évaporation et de fonte de neige ; ils sont donc pertinents aux projets d'aménagements et aux prévisions hydrologiques (OMM, 1965). Nous avons donc retenu uniquement ces mesures, et en ce qui concerne le climat québécois, Gagnon (1967a; 1967b) en donne une description détaillée.

2.2.2 MESURE DE LA PRECIPITATION

2.2.2.1 PRECIPITATION JOURNALIERE

a) REPARTITION DES STATIONS PAR REGION

Le réseau se compose de stations permanentes et de stations dites saisonnières. Si nous nous en tenons à la mesure des hauteurs de pluie journalières, le tableau 2-26-a nous apprend qu'un total de 590 stations permanentes ou saisonnières, étaient en opération en 1970 et que ce nombre passe à 996, lorsque nous considérons toutes les stations pour lesquelles

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Nb. de stn.	4	20	25	17	26	9	8	9	13	6	177
Nb./km ² en 6	12,9	20,8	20,3	20,2	31,3	18,0	12,9	31,0	59,1	60,0	

a- Répartition des pluviographes (Nb) en opération en 1970 et pourcentage par rapport aux appareils non automatisés (1951).

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Nb. de stn.	4	20	25	17	26	9	8	9	13	6	177

b- Répartition des pluviographes en opération en 1970, selon la région et la durée.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Nb. de stn. en alt.	20	36	22	27	37	28	28	17			210
Nb. de stn. en alt. totales	3	2	3	3	3	8	1	2	3	28	
TOTAL:	26	33	24	30	40	36	29	19	4	238	

c- Répartition des stations saisonnières en opération en 1970.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Nb. de stations	4	16	24	36	60	26	21	7	14	6	194

d- Répartition des stations nivométriques en opération en 1970.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Nb. de stations	4	16	24	36	60	26	21	7	14	6	194

e- Répartition des bass d'évaporation de classe A en opération en 1970.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Nb. de stations	6	12	14	13	15	8	8	7	4	3	92

f- Répartition des stations en opération en 1970.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Nb. de stations	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	13

g- Répartition des stations en opération en 1970.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Nb. de stations	2	4	6	2	6	2		1	1	1	25

h- Répartition des bass d'évaporation de classe A en opération en 1970.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Nb. de stations	2	4	6	2	6	2		1	1	1	25

i- Répartition des stations en opération en 1970.

Fig. 2-27 Statistiques du réseau météorologique

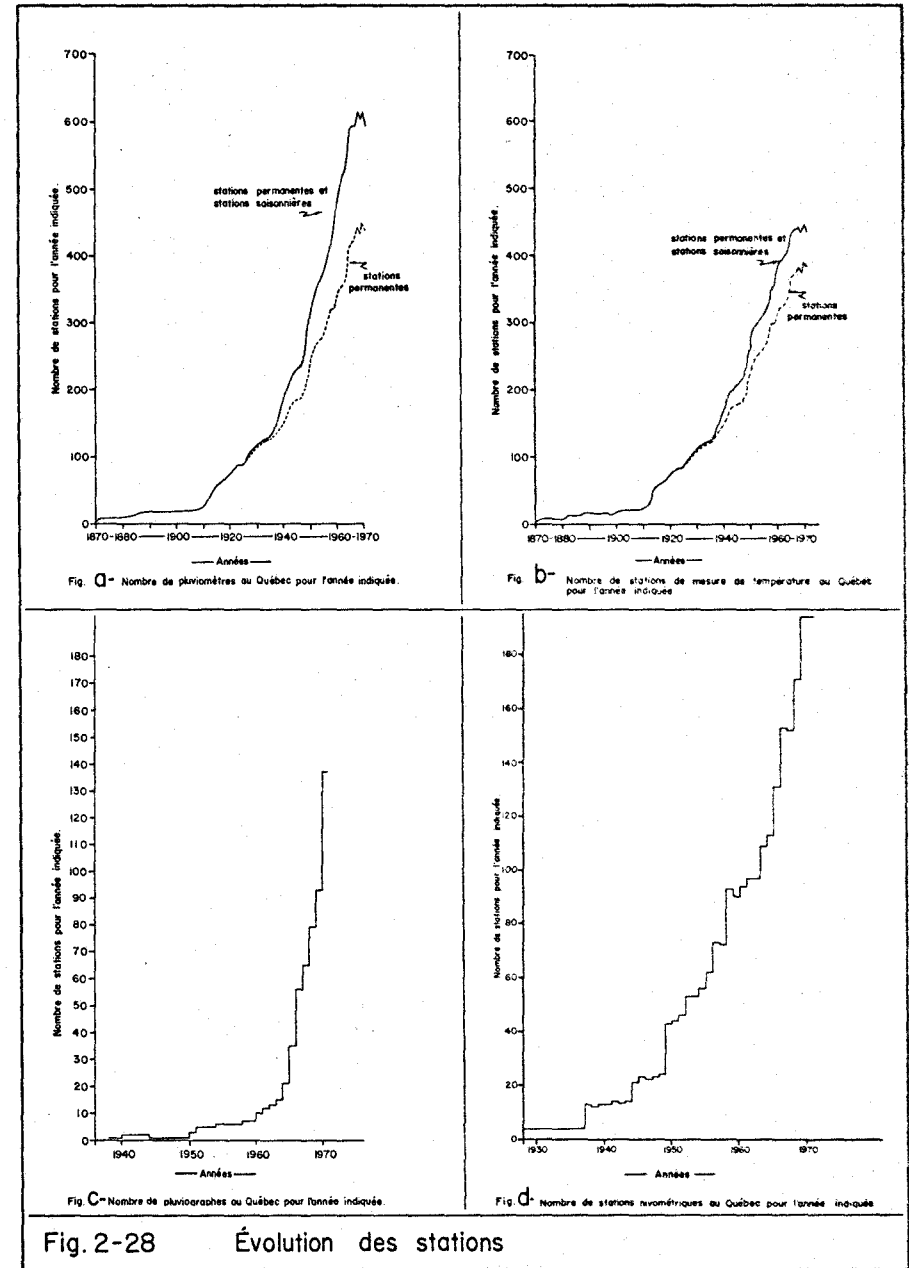


Fig. 2-28 Évolution des stations

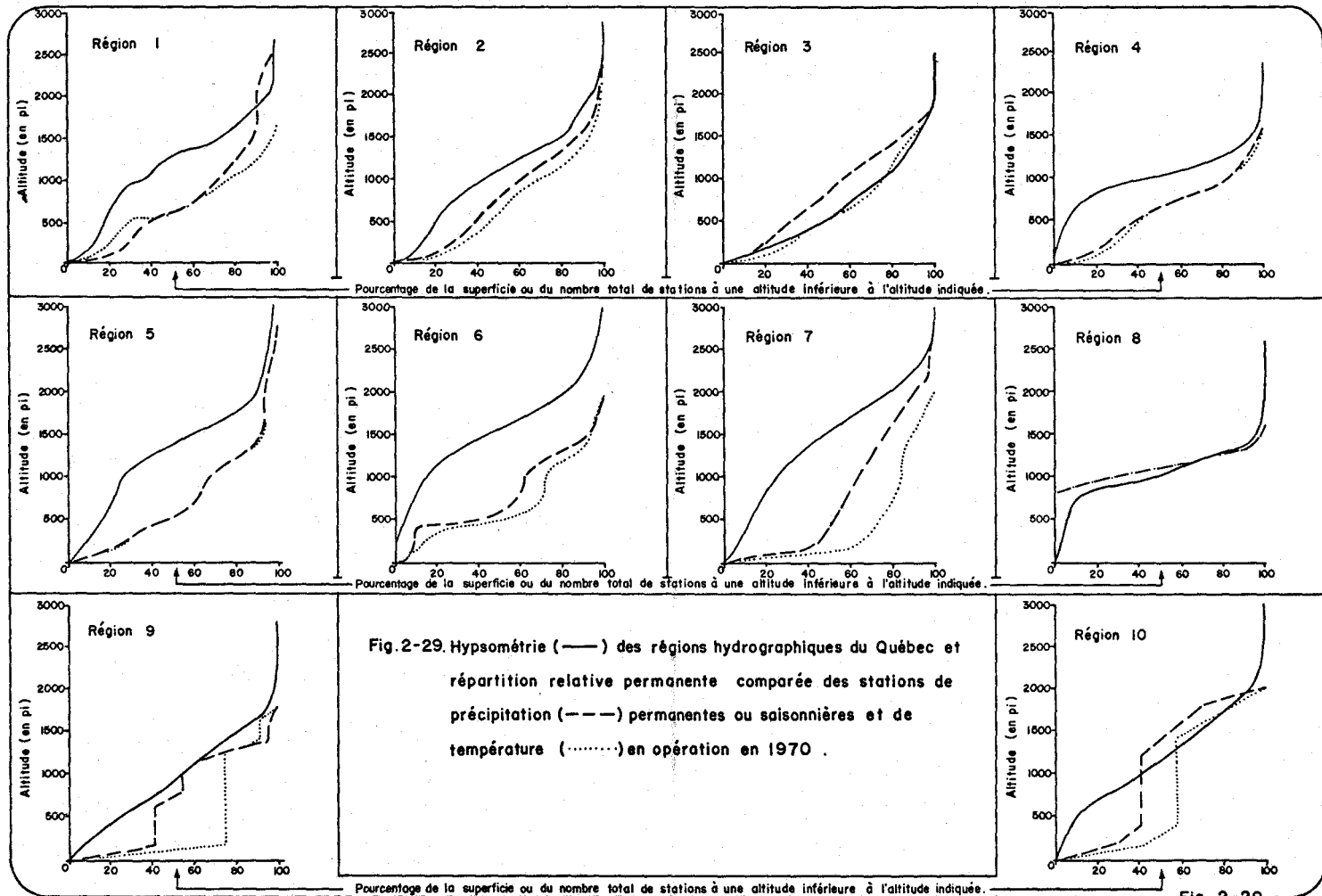


Fig.2-29. Hypsométrie (—) des régions hydrographiques du Québec et répartition relative permanente comparée des stations de précipitation (---) permanentes ou saisonnières et de température (.....) en opération en 1970 .

Fig. 2-29

des données existent, qu'elles soient en opération ou non, en 1970.

Nous constatons en ce qui concerne la mesure des hauteurs de pluie et de neige, que dans le cas des stations en opération en 1970, seulement deux régions, les régions 02 et 03, satisfont aux normes minimales de l'OMM relatives aux régions peu accidentées des zones tempérées.

D'autre part il est possible de constater que la densité des stations, permanentes ou saisonnières, décroît du sud au nord et que cette diminution est accentuée à des latitudes supérieures à 50-N.

b) EVOLUTION DU RESEAU AU COURS DES ANNEES

C'est aux environs de 1910 que le nombre de stations s'est mis à augmenter de façon appréciable jusque vers 1935, figure 2-28-a . A la fin de 1970, un total de 590 stations étaient en opération, dont 438 permanentes.

c) REPARTITION DES STATIONS PAR REGION ET DUREE

Nous pouvons constater dans le tableau 2-26-e que 78% des stations permanentes encore en opération à la fin de 1970 ont des durées d'observation égales ou inférieures à 30 ans. Ce pourcentage (voir tableau 2-26-f) augmente à 83% si nous ajoutons les stations saisonnières. La plupart des stations où nous pouvons compter sur de longues séries de données se trouvent dans les régions 02 à 05. L'ouverture des stations dans les autres régions s'est produite à des dates plus récentes.

d) REPARTITION DES STATIONS PAR REGION ET ALTITUDE

61% de stations permanentes de précipitation sont situées à des altitudes inférieures à 800 pieds, alors que cette gamme ne représente que 28% de la superficie du territoire. C'est ce que nous constatons en comparant les données des tableaux 2-26-c, 2-26-d, 2-26-i ; en terme de pourcentage, nous pouvons donc conclure à un excédent de stations dans la bande d'altitude comprise entre 0 et 800 pieds, par rapport à la bande immédiatement supérieure.

Ces observations faites sur l'ensemble du territoire demeurent vraies à l'intérieur de chacune des régions. Dans presque tous les cas, une forte proportion des stations est située à des altitudes peu élevées. C'est seulement dans les régions 08, 09 et 10 que cette distribution est modifiée selon l'altitude (voir figure 2-29).

La figure 2-29 montre bien que l'échantillonnage est plus dense dans les zones de basse altitude que dans celles d'altitude plus élevée.

2.2.2.2 ENREGISTREMENT CONTINU DE LA PLUIE

a) REPARTITION DES STATIONS PAR REGION

Le tableau 2-27-j nous indique que la répartition des pluviographes est loin d'être uniforme. C'est dans le sud du Québec que le nombre de stations est le plus important, et nous remarquons des concentrations de stations autour des villes de Montréal, de Québec, et des bassins des rivières Eaton et Chaudière. Ailleurs, les stations sont beaucoup plus

distantes les unes des autres.

Le tableau 2-27-b confirme que ce sont les régions 02 à 05 qui comptent le plus de stations, alors que leur superficie est en général inférieure à celle des autres. Le pourcentage de pluviographes par rapport aux pluviomètres s'y maintient au-dessus de 10% ce qui peut être considéré comme satisfaisant.

b) EVOLUTION DU RESEAU AU COURS DES ANNEES

Un total de 7 stations était en opération en 1959, (figure 2-28-c) pour tout le Québec et ce n'est qu'à partir de 1964 que l'augmentation devient plus rapide pour atteindre 137 en 1970.

c) REPARTITION DES STATIONS PAR REGION ET DUREE D'OBSERVATION

Ainsi que nous l'avons vu, le développement du réseau de pluviographes s'est fait essentiellement au cours des dernières années. Seulement 8 stations (tableau 2-27-b) ont plus de 10 ans de données. Les stations dont la durée est la plus longue se retrouvent dans

le sud du Québec, notamment dans les régions 03, 04 et 05.

d) REPARTITION DES STATIONS PAR REGION ET ALTITUDE

Le tableau 2-26-j montre que 53% des stations sont situées à des altitudes inférieures à 800 pieds, alors que seulement 28% de la superficie totale du Québec est située entre 0 et 800 pieds.

2.2.2.3 MESURE DES HAUTEURS DE NEIGE AU SOL

a) REPARTITION DES STATIONS PAR REGION

Les régions 03 à 07, bien que ne représentant que 33% de la superficie totale du Québec, comptent 76% des stations nivométriques. Avec 40 stations, la région 05 à elle seule comprend 21% du nombre total. Le tableau 2-27-d montre que la densité des stations varie à l'intérieur des régions. Cette augmentation de densité est particulièrement sensible pour la rivière Eaton dans la région 02 et pour la rivière Sainte-Anne dans la région 05.

b) EVOLUTION DU RESEAU AU COURS DES ANNEES

Jusqu'en 1949, (figure 2-28-d), nous comptons au Québec moins de 25 stations nivométriques. A partir de cette date, le nombre de stations augmente à peu près régulièrement pour atteindre 194 en 1970.

c) REPARTITION DES STATIONS PAR REGION ET DUREE D'OBSERVATION

94 stations nivométriques existant en 1960 sont encore en opération en 1970. 43% des stations ont 6 ans ou moins de données (tableau 2-27-d), et 40% ont entre 11 et 30 ans de données.

d) REPARTITION DES STATIONS PAR REGION ET ALTITUDE

Pour l'ensemble du Québec, la répartition des stations selon l'altitude est plus satisfaisante que celle des pluviographes. Ainsi 31% des stations sont comprises entre 0 et 800 pieds et 44% entre 800 et 1600 pieds (tableau 2-26-k); la répartition hypsométrique du Québec est respectivement 28 et 51% pour ces

mêmes bandes d'altitude.

La région 05 avec des stations dans toutes les bandes d'altitude choisies, est la mieux représentée en ce qui concerne ce facteur.

2.2.3 MESURE DES TEMPERATURES

Comme nous l'avons mentionné au début de ce chapitre, la précipitation n'est pas la seule variable météorologique qui puisse être reliée au débit des rivières. La température, la radiation, l'évaporation et le vent ont aussi une influence plus ou moins marquée sur l'écoulement.

Les crues provenant de la fonte de la neige ne peuvent être prévues de façon satisfaisante qu'avec des données sur plusieurs facteurs dont la température.

2.2.3.1 REPARTITION DES STATIONS PAR REGION

Dans la majorité des cas, les stations de mesure de température sont aussi des stations de mesure de précipitations. Il n'est donc pas étonnant de retrouver une distribution qui ressemble à celle des stations de

précipitations journalières. Si nous comparons les tableaux 2-26-a et 2-26-b, nous constatons que dans le cas des stations en opération en 1970, environ 60% des stations de précipitations des régions 03, 07 et 09 sont des stations où l'on mesure aussi les températures maximales et minimales journalières. Ce pourcentage devient supérieur à 70% en moyenne dans les autres régions.

Les mesures de température sont soumises à des variations spatiales moins marquées que celles des précipitations; un réseau moins dense peut donc permettre de connaître assez bien cette variable. Nous nous bornerons à signaler que pour l'ensemble des stations en opération en 1970, la superficie moyenne couverte par une station passe de 150 milles carrés dans la région 02 à 27000 milles carrés dans la région 10.

2.2.3.2 EVOLUTION DU RESEAU AU COURS DES ANNEES

Jusqu'en 1930, (figure 2-28-b), le taux de croissance très lent du réseau de mesure de température suit de très près celui du réseau

de précipitation. En 1970, le réseau compte 382 stations permanentes et 432 stations si nous y ajoutons les stations saisonnières. Enfin, le tableau 2-26-b indique que dans les régions 09 et 10 il n'y a aucune station saisonnière, tandis que la région 05 en possède 15 et la région 07 en a 13.

2.2.3.3 REPARTITION DES STATIONS PAR REGION ET DUREE D'OBSERVATION

La comparaison des tableaux 2-26-g et 2-26-h montre des pourcentages à peu près identiques de stations pour des durées données. Alors que 75% des stations permanentes en opération en 1970 ont moins de 30 ans de données, 42% des stations ont 10 ans ou moins de données.

2.2.3.4 REPARTITION DES STATIONS PAR REGION ET ALTITUDE

L'une des premières choses que nous notons à la lecture des tableaux 2-26-l et 2-27-i est le nombre relativement important de stations à des altitudes inférieures à 200 pieds. La figure 2-29 montre bien les différences de répartition des stations de précipitation et de

température, selon l'altitude.

2.2.4 MESURE DE L'HUMIDITE RELATIVE

D'une part la connaissance de l'humidité relative est utile aux organismes de prévention des feux de forêt, d'autre part les phénomènes d'évaporation et de condensation sont liés à l'humidité qui est un terme important du bilan hydrique, d'où l'intérêt d'une mesure de ce facteur.

En 1970, selon le tableau 2-27-e, un total de 238 stations permettent de connaître l'humidité relative. De ce nombre, la presque totalité soit 210 stations, sont saisonnières.

La plupart de ces stations sont situées dans le sud du Québec, ainsi que nous pouvons le constater au tableau 2-27-e. Les régions 02 à 07 comptent en moyenne 30 stations. Les autres régions, particulièrement les régions 09 et 10 sont loin de cette moyenne avec respectivement 2 et 4 stations. Il faut toutefois noter que présentement l'humidité relative est surtout importante pour la protection des forêts commerciales.

2.2.5 MESURE DE L'INSOLATION ET DE LA RADIATION

La mesure de l'insolation et de la radiation trouve des applications pratiques dans le calcul de la fonte de la neige et de l'évaporation. Le tableau 2-27-f indique que 92 héliographes sont actuellement en opération.

Pour ce qui est de la radiation, nous ne saurions parler de réseau puisque 13 stations sont en opération en 1970, au Québec, comme le montre le tableau 2-27-g. Trois régions, les régions 01, 02 et 09 n'ont aucune station; on trouve 1 station dans les régions 06, 07, 08, 10, et 3 dans les régions 03, 04 et 05.

2.2.6 MESURE DE L'EVAPORATION

L'évaporation, nous l'avons déjà mentionné, est un terme important du bilan hydrique. Le type de bac utilisé au Québec, est le bac de classe A. Le tableau 2-27-h indique un total de 25 appareils inégalement répartis entre les régions. Ce fait est accentué lorsque nous comparons les superficies moyennes relevant de chaque appareil dans chacune des régions. Les stations, une fois de plus, ne sont pas distribuées uniformément à l'intérieur des régions.

BIBLIOGRAPHIE

BENSON, M.A. (1965) - Allocation of stream gaging stations within a country. Proc. WMO/IASH Symp. on the design of hydrological networks, Quebec, IASH. Pub. no.67:222-228.

GAGNON, R. (1967a) - Climat du Québec septentrional. Service de Météorologie du Ministère des Richesses Naturelles. M.P-10.

GAGNON, R. (1967b) - Climat du Québec méridional. Service de Météorologie du Ministère des Richesses Naturelles. M.P-13.

KOHLER, M.A. (1965) - Coordinated network planning. Proc. WMO/IASH Symp. on the design of hydrological networks, Quebec, IASH. Pub. no.67:591-596.

LINSLEY, R.K. (1965) - Symposium on hydrometeorological networks: a summary. Proc. WMO/IASH Symp. on the design of hydrological networks, Quebec, IASH. Pub. no.67:809-814.

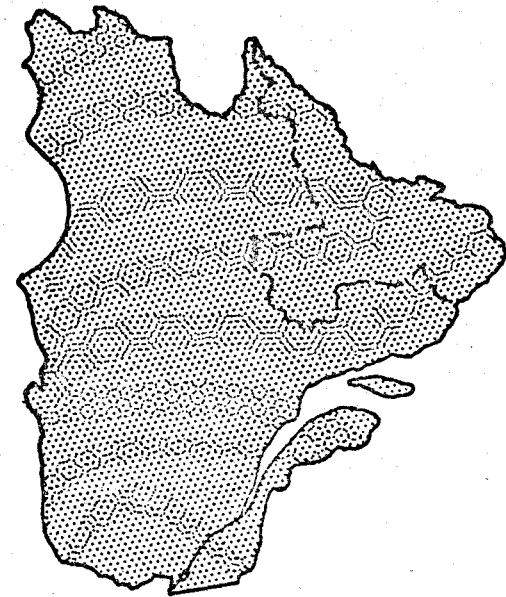
MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DU QUÉBEC, Direction générale des Eaux (1970) - Répertoire des stations hydrométriques. Pub. M.P-23.

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DU QUÉBEC, Direction générale des Eaux (1969) - Superficies des bassins versants. Pub. M.1.

THOMAS, D.M. and BENSON, M.A. (1970) - Generalization of streamflow characteristics from drainage basin characteristics. U.S. Geol. Survey Water Supply Paper 1975.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO/OMM) (1965) - Guide to hydrometeorological practices. WMO no.168, T.P-82.

PRINCIPES GÉNÉRAUX
DE LA
RATIONALISATION
DU
RÉSEAU HYDROMÉTRIQUE
DU
QUÉBEC



CHAPITRE 3

INTRODUCTION

Comme on l'a vu dans la revue de littérature, la collecte des données doit correspondre à des objectifs bien précis. Nous considérons que le réseau doit fournir l'information hydrologique nécessaire à la solution des problèmes de nature économique ou scientifique en tenant compte de la variabilité physique des phénomènes.

La rationalisation a pour but de déterminer les moyens à mettre en oeuvre pour obtenir cette information à un coût optimal; le coût étant lié à la précision, il faut chercher à déterminer le nombre minimum de stations, (localisation et durée d'observation), permettant de fournir les caractéristiques hydrologiques requises avec le niveau désiré de précision.

L'information doit répondre d'abord à un besoin de connaissances générales qui touche l'ensemble du pays et ensuite aux exigences des usagers.

a) CONNAISSANCES GENEPALES

Ces connaissances permettent de faire l'inventaire des ressources nationales dans un but de planification et dans un but scientifique.

b) REPOSE AUX USAGES

Dans les régions ayant un certain niveau d'activité humaine, le réseau doit répondre aux exigences de l'utilisateur. L'information requise dépend des usages de l'eau; elle est donc directement liée à l'activité économique et à la densité de population. (Ceci implique aussi des contraintes au niveau de la récréation de l'alimentation, de la qualité, etc...).

3.0.1 ZONATION

Nous utiliserons dans cette étude une méthode d'approche qui tient compte des disparités effectivement rencontrées au Québec. D'une région à l'autre, l'activité économique varie en nature et en intensité de manière très nette, ce qui nous amène à définir trois grandes zones (figure 3-3):

La zone 1:

Comprenant les bassins de drainage de la Baie de James, de la Baie d'Ungava et de la Baie d'Hudson.

L'activité économique se réduit à l'exploitation de quelques mines, et il existe des prévisions d'aménagement hydroélectrique (Baie de James).

La zone 2:

Scale 100%

15/90
révision

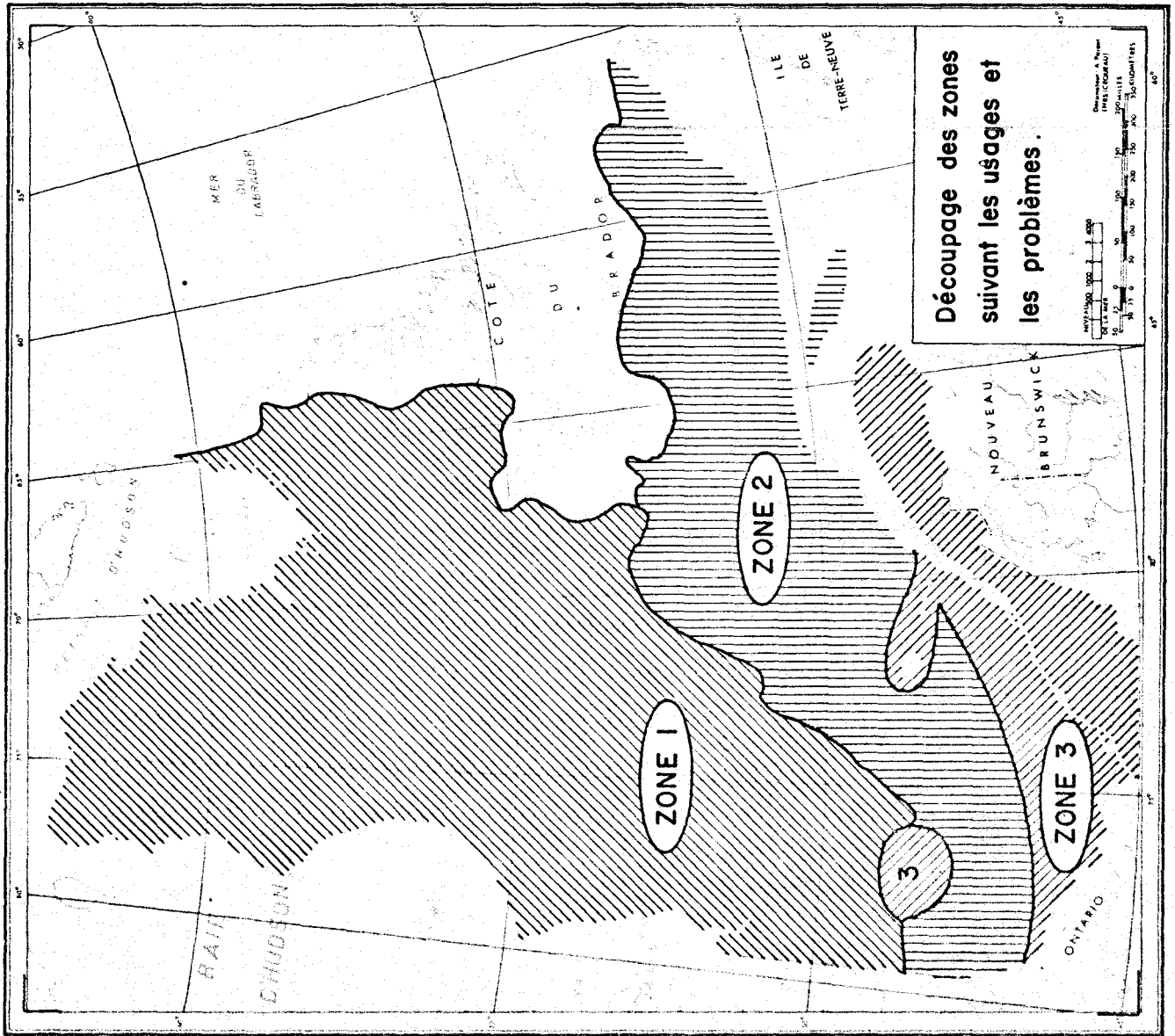


Fig. 3-3

Comprenant les bassins de drainage de l'Outaouais, du Saint-Maurice, du Lac Saint-Jean et de la Côte Nord. Cette zone très faiblement habitée est caractérisée par la production d'énergie hydroélectrique et par l'exploitation minière et forestière.

La zone 3:

Qui représente la partie habitée du Québec (figure 3-3); dans cette zone où la production d'énergie hydroélectrique est réduite, on retrouve de très nombreuses activités économiques industrielles, manufacturières, minières, forestières et agricoles.

Ce découpage sommaire montre bien que les problèmes seront de nature tout à fait différente suivant la zone:

Dans la zone 1, les données hydrologiques ont pour but de fournir une connaissance générale de la variabilité des écoulements annuels dans l'espace et dans le temps, pour une planification ultérieure des ressources et une évaluation scientifique des phénomènes.

Dans la zone 2, s'ajoute à cet objectif de connaissance générale, un objectif de planification et d'exploitation des ressources. De plus, en raison des activités de cette zone, les données hydrologiques doivent fournir la réponse à certains problèmes, essentiellement d'exploitation.

La zone 3 est celle des véritables problèmes en raison de la concentration humaine que l'on y trouve; la connaissance mensuelle et annuelle des événements a moins d'importance que les problèmes de crue et d'étiage.

On précise la nature exacte et la dimension des problèmes rencontrés dans chaque zone, ceci conditionnant le choix des caractéristiques à étudier. Le niveau de précision requis sur chacune d'elles permet l'établissement d'un réseau rationnel de stations dont les données fournissent la réponse aux problèmes de nature économique et scientifique.

Cette vue d'ensemble volontairement concise met l'accent sur l'approche générale de cette étude et sur une conception du réseau qui doit être un outil apportant la réponse aux problèmes concrets, scientifiques et économiques; outil qui doit s'adapter au contexte géomorphologique, climatique et économique.

Cette étude, pour être menée à bien et aboutir à la rationalisation du réseau devrait comporter les étapes suivantes pour chacune des grandes zones définies plus haut:

a) Identification régionale des divers usages (alimentation, récréation, énergie hydroélectrique, etc...) et des problèmes impliqués en vue d'une

utilisation rationnelle tenant compte des facteurs économiques et humains (contrôle des crues, niveau des étiages, etc...).

b) La détermination des caractéristiques hydrologiques nécessaires pour répondre de manière adéquate aux usages et problèmes avec le niveau de précision désiré. L'évaluation de la précision requise tient compte de l'intensité de l'usage, de l'intensité des problèmes et de la nature de la caractéristique considérée.

On étudie pour certaines caractéristiques, la gamme des tailles de bassins sur lesquels se posent les problèmes, et où ont lieu ces usages; exemple: les problèmes de crue et d'étiage ne se poseront pas sur les bassins de même dimension. Cette taille dépend également du niveau d'activité économique et justifie la notion de "bassins économiquement importants".

c) La définition et la classification des types de stations suivant les objectifs auxquels elles doivent répondre:

- Connaissance
- Planification et aménagement
- Exploitation et gestion

-Etude des influences humaines

Dans chacune de ces catégories, une diversification sera faite correspondant aux objectifs scientifiques et économiques.

Il faut noter que certaines stations ne se prêtent pas à la rationalisation, par exemple les stations d'exploitation liées à un ouvrage; cependant ces stations peuvent fournir des données hydrologiques sur certaines caractéristiques de sorte qu'elles interviennent sur la densité du réseau à rationaliser. Une identification de ces stations devra être faite pour en extraire le maximum de données et lorsque une de ces stations disparaît, la rationalisation doit éventuellement en tenir compte. Les données de stations de précipitation sont également utilisées dans certains cas, (modèle précipitation-débit), ce qui montre la nécessité de coordonner les réseaux de débit et de précipitation.

L'interaction entre les étapes deux et trois sera mise en évidence par des diagrammes logiques qui pour chaque type d'usage ou problème permettent la détermination systématique des stations à mettre en place et du type de mesure à effectuer en tenant compte du niveau de développement économique actuel ou à court terme, de la

zone considérée.

Ces diverses étapes vont donc permettre, à partir des caractéristiques hydrologiques à mesurer, de définir pour chaque région les différents types de stations.

3.0.2 ASPECTS PRATIQUES DE LA RATIONALISATION

Au paragraphe précédent nous avons défini les zones présentant des différences importantes quant à la nature de l'information requise. Il nous faut donc vérifier si dans chacune de ces zones l'information dont on dispose est suffisante, sinon il faut installer des stations qui complètent l'information requise pour répondre aux besoins de chaque zone. La rationalisation commence donc par un examen critique du réseau actuel.

On doit vérifier si à partir du réseau existant:

a) On peut déterminer la valeur mesurée ou prédite de la caractéristique hydrologique au point qui nous intéresse.

b) La caractéristique obtenue a le niveau désiré de précision. Une étude statistique sera effectuée pour déterminer, à partir d'un échantillon de taille donnée, la précision sur les différentes variates

hydrologiques.

Lorsque, pour une caractéristique hydrologique donnée, l'objectif de précision n'est pas atteint avec le réseau actuel, il est nécessaire d'installer des stations permettant l'obtention de données relatives à cette caractéristique.

Leur nombre et leur durée d'opération pour une caractéristique donnée peuvent être déterminés par:

a) L'écart entre la précision désirée et obtenue;

b) La variabilité spatiale de la caractéristique qui pourra être mise en évidence par cartographie et par certaines études de régionalisation (voir revue de la littérature);

c) La nature de la caractéristique, car l'auto-corrélation de certains échantillons est liée à la caractéristique considérée.

Leur localisation doit tenir compte:

a) De la variabilité spatiale;

b) Des stations déjà installées;

c) De la taille des bassins où sont les usages et où se posent les problèmes.

La densité du réseau est déterminée par la caractéristique qui impose les conditions les plus restrictives, c'est-à-dire celle qui nécessite le plus grand nombre de stations en raison de sa plus grande variabilité ou de la précision requise; en pratique, de nombreuses stations opérant en continu permettent en général la détermination de plusieurs caractéristiques. On commencera donc l'étude par la caractéristique qui montre le plus grand écart de précision.

Certaines stations peuvent être éliminées ou déplacées lorsque leur opération ne correspond plus à l'objectif défini; quant à l'installation progressive de nouvelles stations, elle permet:

a) Une comparaison permanente entre les objectifs obtenus et requis;

b) Une adaptation à la nature évolutive des usages et problèmes.

Ces deux éléments mettent en lumière la nécessité d'un réseau dynamique, réajusté périodiquement en tenant compte du but de chaque station et en fonction des objectifs de

précision.

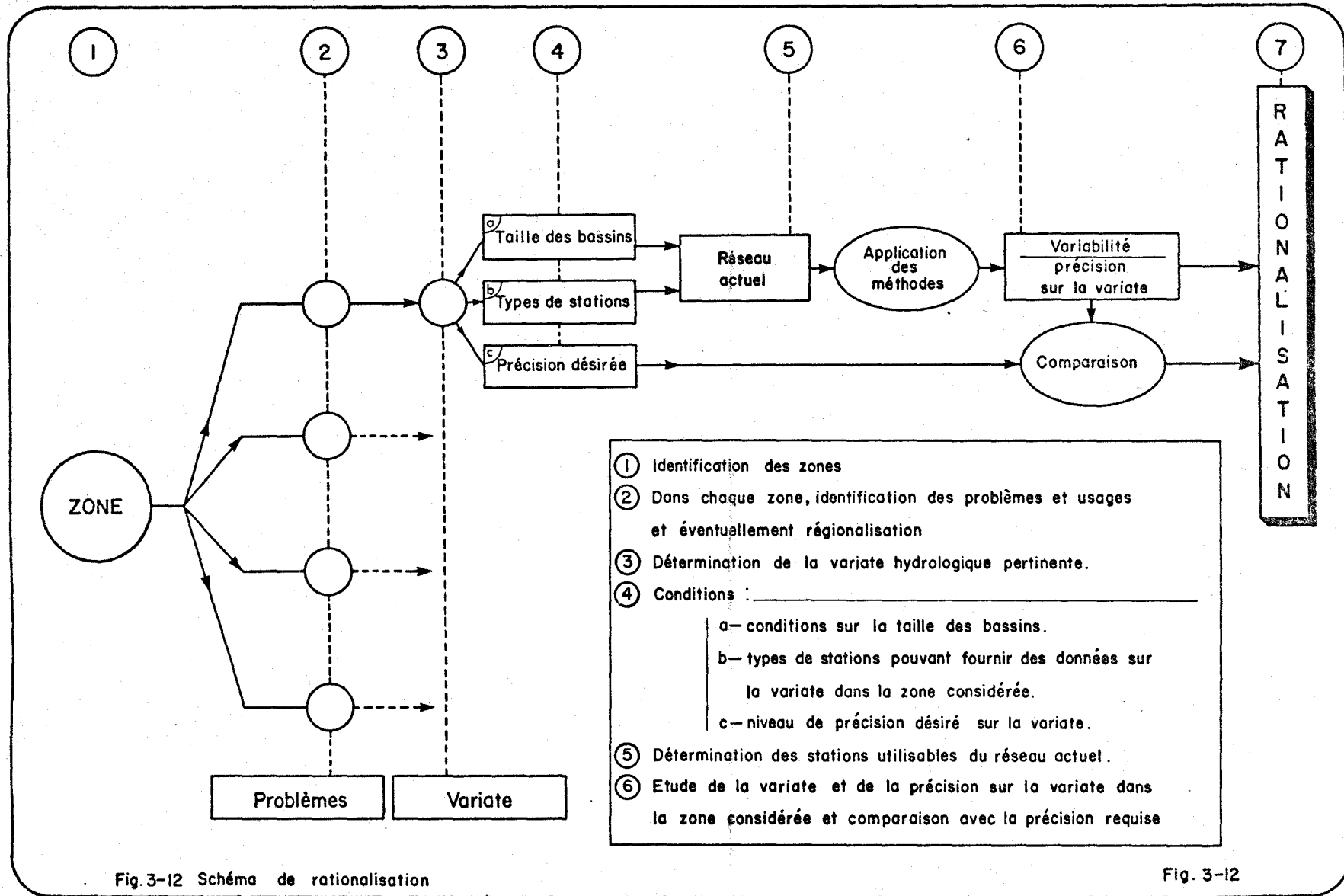
Un schéma de la méthode d'approche est indiqué (figure 3-12).

3.0.3 NATURE DYNAMIQUE D'UN RESEAU

Un réseau d'observations hydrologiques doit répondre à différents objectifs bien spécifiques suivant la région considérée, ce qui implique la connaissance à des degrés différents de précision de certaines caractéristiques hydrologiques.

A un objectif de connaissances générales valable pour toutes régions, se superposent des objectifs qui dépendent des usages de l'eau et de la vocation économique de la région considérée ce qui implique l'existence de différents types de stations.

Il est donc nécessaire, périodiquement et pour chaque station, d'évaluer son utilité et de se demander si elle répond bien à l'objectif qui lui a été assigné au départ. Dans le cas où l'objectif est atteint, on doit se demander avant de supprimer une station si elle peut être utile pour répondre à d'autres objectifs sur le plan local ou régional. D'une part, une station peut répondre à plusieurs objectifs simultanément et avant sa suppression



- ① Identification des zones
- ② Dans chaque zone, identification des problèmes et usages et éventuellement régionalisation
- ③ Détermination de la variate hydrologique pertinente.
- ④ Conditions : _____
 - a- conditions sur la taille des bassins.
 - b- types de stations pouvant fournir des données sur la variate dans la zone considérée.
 - c- niveau de précision désiré sur la variate.
- ⑤ Détermination des stations utilisables du réseau actuel.
- ⑥ Etude de la variate et de la précision sur la variate dans la zone considérée et comparaison avec la précision requise

Fig. 3-12 Schéma de rationalisation

Fig. 3-12

tous les objectifs doivent être atteints; d'autre part, une station ayant satisfait l'objectif pour lequel elle a été ouverte peut ensuite être utilisée pour donner de nouveaux renseignements; une station destinée à l'aménagement, peut par exemple être utilisée ensuite pour servir à des fins d'exploitation et de gestion.

En se basant donc sur une classification des stations, basée elle-même sur les objectifs à atteindre régionalement ou localement on doit périodiquement réviser l'utilité des stations considérées, soit comme unité faisant partie d'un groupe de stations liées à des problèmes régionaux, soit comme entité devant répondre à un problème local spécifique.

LA RATIONALISATION DOIT DONC SE FAIRE SUR UNE BASE DYNAMIQUE, PAR UNE REVISION CONTINUE DES OBJECTIFS A ATTEINDRE.

3.1 OBJECTIFS DU RESEAU ET TYPES DE STATIONS

Les objectifs du réseau peuvent être définis en fonction de l'utilisation des données et classifiés en quatre catégories suivant la nature et l'intensité des informations que nécessitent:

1. La connaissance générale des ressources hydriques;

2. La planification et l'aménagement;

3. L'exploitation et la gestion;

4. L'évaluation et la prévision de l'influence humaine sur les régimes d'écoulement des cours d'eau.

Les objectifs indiquent une évolution dans l'utilisation des données, évolution qui suit le degré d'exploitation des ressources hydriques. De même, il est aisé de voir que le nombre d'informations requises augmente et que la nature des données requises est différente suivant le degré d'utilisation de la ressource. Le réseau hydrométrique du Québec doit donc être conçu de façon dynamique de manière à prévoir le nombre croissant d'informations requises au fur et à mesure que le développement économique rend nécessaire la maîtrise et l'utilisation des ressources en eau. Les critères de rationalisation du réseau doivent également être flexibles puisque le développement des ressources hydriques et les usages de l'eau varient énormément sur l'ensemble du territoire. Pour tenir compte de ces différents facteurs dans la régionalisation du réseau, nous croyons qu'il faut spécialiser les stations suivant les objectifs à atteindre.

Cette façon de procéder permet d'adopter des critères différents suivant la nature et le degré d'utilisation des ressources hydriques des différentes régions du Québec.

3.1.1 LA CONNAISSANCE GENERALE DES RESSOURCES HYDRIQUES

La connaissance générale de la ressource est un objectif d'intérêt national, car elle permet l'inventaire de cette richesse, la détermination de la variabilité géographique des régimes d'écoulement, l'échantillonnage régional des événements rares et l'étude de leurs fluctuations à long terme. Les données hydrométriques traduisent les conditions naturelles de l'écoulement et le choix des stations tient compte des différents types de régimes d'écoulement. Quant aux bassins, ils doivent être représentatifs du caractère physique prédominant de la région et couvrir une gamme variée de superficies de drainage. L'ensemble de ces stations forment l'ossature de base du réseau hydrométrique et doit fournir le minimum d'informations nécessaires à la planification et à l'aménagement futur des ressources du territoire.

Deux types de stations sont recommandés pour atteindre cet objectif:

Les STATIONS REPRESENTATIVES qui permettent d'échantillonner la variabilité géographique des régimes d'écoulement, et dont le nombre devra être suffisant pour permettre d'évaluer, au moins sur une base annuelle, les quantités d'eau disponibles en tout point du territoire. Pour pouvoir établir le bilan hydrique complet (toujours sur une base annuelle), les bassins jaugés devraient être complétés par des stations donnant un minimum d'information climatique: stations de précipitation et de température.

Les STATIONS REPERES établies dans chaque région ayant un régime hydrologique distinct; elles sont opérées indéfiniment dans le but d'évaluer les tendances naturelles à long terme des régimes d'écoulement. Ces stations au nombre de une ou deux par région doivent être localisées dans des endroits susceptibles de demeurer à l'état vierge (par exemple dans les parcs nationaux ou provinciaux).

Il peut être nécessaire, dans certaines régions, (où il y a peu de connaissance), d'effectuer des mesures hydrométriques et climatiques supplémentaires. Ces mesures peuvent être concentrées sur certains bassins représentatifs et viseront à mettre en évidence les

processus physiques de formation de l'écoulement. Elles permettront aussi d'étudier plus en détail les divers éléments du bilan hydrologique et de mettre au point des méthodes généralement applicables à la région.

3.1.2. PLANIFICATION ET AMENAGEMENT

Les problèmes liés à la planification et à l'aménagement ne sont pas de nature répétitive, en ce sens qu'ils peuvent être résolus définitivement en utilisant les données hydrologiques disponibles au site de l'aménagement ou obtenues par une technique quelconque de transposition géographique: interpolation, régression, régionalisation, modèles déterministiques et stochastiques. Puisqu'il n'est pas nécessaire de connaître la séquence chronologique exacte des événements, les hydrologues utilisent de plus en plus les caractéristiques statistiques de l'écoulement dans le but d'évaluer les probabilités d'occurrence d'un événement dans une période future de temps (Carter et Benson, 1969).

Les caractéristiques de l'écoulement qui sont intéressantes à connaître dépendent de la nature des problèmes que rencontre le planificateur. Par ailleurs, les usages ou les fléaux reliés à l'eau sont

très variables sur l'ensemble du territoire québécois et dépendent aussi étroitement, de la distribution de population sur le territoire, de la vocation industrielle des différentes régions, de la nature des richesses naturelles exploitées, du climat et de la géomorphologie des différentes régions. Pour déterminer la nature et l'intensité des informations requises concernant les caractéristiques de l'écoulement, il est donc nécessaire de connaître les différents problèmes ou besoins existants dans chaque région du Québec. La répartition, la densité et la durée d'observation des stations visant à fournir l'information régionale (stations régionales) doivent donc refléter l'influence des différents facteurs déjà énumérés. La rationalisation du réseau de stations doit être effectuée sur une base régionale de manière à satisfaire les besoins spécifiques de chaque région. Cette manière de procéder permet d'établir des priorités pour le développement du réseau et de subordonner sa croissance à l'ampleur et à la nature des problèmes et des besoins.

L'ensemble des stations régionales devra être complété par des STATIONS PROJET implantées sur les sites probables d'aménagements futurs. Ces stations permettront de vérifier et d'améliorer les résultats obtenus par les méthodes de transposition des données.

Une fois les projets terminés, ces stations devront être abandonnées ou servir à des fins d'exploitation de l'ouvrage.

3.1.3. EXPLOITATION ET GESTION

Les problèmes reliés à l'exploitation sont de nature continue en ce sens qu'ils nécessitent des informations régulières sur l'écoulement actuel et parfois des prévisions à court ou à long terme. La séquence chronologique des événements est très importante et la connaissance des facteurs conditionnant l'écoulement est requise. Chaque station d'exploitation doit être localisée et opérée en fonction de buts spécifiques, de sorte qu'il est impossible de déterminer a priori des critères de densité et d'opération.

Nous recommandons d'installer systématiquement des stations permettant de reconstituer les écoulements naturels (au moins à l'échelle mensuelle), sur tous les cours d'eau régularisés du Québec. Ces données permettront d'évaluer les résultats obtenus par le mode d'opération de l'ouvrage de retenue et de fournir les données essentielles en vue d'aménagements futurs sur ce même cours d'eau.

Les stations de gestion ont pour objectif de mesurer

les quantités d'eau extraites et retournées à la rivière ainsi que les changements dans la qualité de l'eau. Elles sont également requises lorsque des ententes internationales ou interprovinciales sont conclues pour l'utilisation des ressources hydriques. L'ensemble de ces stations n'est donc pas sujet à planification et chaque cas doit être étudié individuellement.

3.1.4. EVALUATION ET PREVISION DES CONSEQUENCES DES ACTIVITES HUMAINES SUR LE REGIME D'ECOLEMENT

Depuis quelques années, on accorde une importance accrue aux problèmes créés par suite de l'aménagement et de l'exploitation des cours d'eau et du territoire. En effet, de plus en plus, l'homme est conscient des perturbations qu'il crée sur le régime d'écoulement et sur la qualité de l'eau en construisant des ouvrages sur les rivières, en modifiant les tracés des cours d'eau, ou encore en modifiant les caractéristiques physiques du bassin versant lui-même (urbanisation, exploitation forestière, drainage, irrigation, etc...).

Dans le cas d'un aménagement sur le cours d'eau lui-même, nous avons recommandé précédemment d'évaluer les modifications apportées aux caractéristiques de

l'écoulement en mesurant les débits en aval, et en prenant des mesures supplémentaires pour reconstituer les écoulements naturels. Cependant, bien que le sujet déborde le cadre de cette étude, il faut considérer en plus de la modification du régime d'écoulement, l'érosion, le transport des sédiments, le changement de la qualité du milieu physico-chimique et de la vie aquatique. L'évolution de tous ces facteurs due à la construction d'un ouvrage hydraulique doit donc être prévue si l'on désire parvenir à un aménagement rationnel. Nous croyons donc essentiel l'implantation de STATIONS EXPERIMENTALES pour évaluer et prévoir les répercussions engendrées par les aménagements hydrauliques sur les facteurs énumérés plus haut et d'en tirer profit pour les aménagements futurs. Précisons que le choix des paramètres à mesurer, des sites, de la fréquence et de la durée des observations doit être fait à l'intérieur d'un programme de recherches expérimentales et en fonction d'objectifs bien définis. Lorsque les influences sont de nature diffuse, et modifient une ou plusieurs phases du cycle de l'eau, il est beaucoup plus difficile d'en évaluer les conséquences sur l'écoulement et la qualité du milieu.

L'étude des écoulements historiques n'a de sens qu'en autant que les conditions futures d'écoulement seront

similaires à la période historique. Dans le cas contraire, il est essentiel de prévoir l'importance des modifications apportées au régime d'écoulement naturel. Pour cela, on procède généralement à la création de bassins expérimentaux, sur lesquels on modifie les caractères physiques d'un certain nombre de sous-bassins après calibration avec les sous-bassins témoins qu'on conservera intacts. La prévision de ces influences revêt une grande importance pour l'aménagement hydrique des régions subissant des modifications profondes de leurs territoires. Il existe actuellement au Québec un bassin expérimental à vocation forestière pour l'évaluation des traitements sylvicoles sur le rendement hydrologique des bassins.

Il faut mentionner d'autres modifications profondes apportées à l'utilisation des sols au Québec, tels le drainage souterrain dans certaines régions agricoles et l'urbanisation croissante. Peu de considération a été apporté jusqu'ici à ces deux problèmes; un effort coordonné de recherche devrait être entrepris pour mettre au point un programme d'actions appropriées.

3.1.5. RESUME

Nous présentons (tableau 3-23), une liste des différents types de stations préconisées pour chacun

TYPES DE STATIONS EN FONCTION DES OBJECTIFS

Objectifs de réseau	Type de stations	Type de régime	Fonctions
1. Connaissance générale de la ressource	Stations représentatives Stations repères Bassins représentatifs	Naturel Naturel Naturel	Echantillonner la variabilité géographique sur l'ensemble du territoire, des caractéristiques du régime d'écoulement. (Permet l'inventaire de la ressource à l'échelle annuelle). Détecter les tendances à long terme des caractéristiques de l'écoulement. Etudes détaillées des processus de formation de l'écoulement et des autres éléments du bilan hydrique.
2. Planification et aménagement	Stations régionales Stations de projet	Naturel Naturel et influencé	Permettre la transposition des caractéristiques statistiques de l'écoulement, pertinentes à la solution des problèmes propres à chaque région. Stations de mesure permettant: a) lors d'aménagement en cours d'étude, la vérification aux sites des données obtenues par transposition; b) lors de campagnes intensives, l'obtention des données régionales sur une ou des caractéristiques spécifiques de l'écoulement.
3. Exploitation Gestion	Stations d'exploitation Station de régime régularisé Station de gestion	Naturel et influencé Influencé Naturel et influencé	-Opération et contrôle des ouvrages -Prévision à court ou à long terme Pour reconstituer les écoulements naturels En conformité avec la loi.
4. Influences humaines	Stations expérimentales	Naturel et influencé	Evaluation et prévision des modifications, apportées au régime d'écoulement et de la qualité du milieu.

des objectifs visés, ainsi que leurs fonctions à l'intérieur du réseau. Mentionnons qu'une station hydrologique peut servir à plusieurs fins à la fois, en autant qu'elle respecte toutes les conditions requises. Un choix judicieux de stations peut donc entraîner une économie considérable dans le nombre de stations requises pour atteindre tous les objectifs visés. Une station repère pourrait également servir de station représentative, de station régionale et être localisée dans un bassin représentatif.

Les stations représentatives et régionales forment la base du réseau permanent de stations et c'est à ce niveau que la planification du réseau doit se faire. Les stations repères peuvent être choisies parmi ces stations en autant que les critères de superficie et de localisation concordent.

Les stations expérimentales et les bassins expérimentaux et représentatifs sont des outils de recherche ayant pour fonction d'étudier les processus fondamentaux du cycle de l'eau et les répercussions provenant de l'activité humaine. La mise en oeuvre de ces stations et bassins doit découler d'objectifs bien définis. Il n'est donc pas possible d'évaluer globalement dans le cadre de cette étude le nombre et la localisation de ces stations. Ce sujet devrait

faire l'objet d'une étude approfondie, principalement en ce qui concerne les modifications entraînées par l'urbanisation et le drainage souterrain.

Les stations de projet, d'exploitation et de gestion sont implantées pour répondre à des besoins bien spécifiques, et, pour cette raison, nous ne pouvons établir à l'avance des critères permettant de fixer leur nombre, leur localisation et les paramètres à mesurer; chaque cas doit être étudié séparément. Cependant, chacune de ces stations doit être justifiée et lorsque sa raison d'être disparaît, elle devrait être abandonnée.

Tous les cours d'eau de régime régularisé devraient systématiquement être équipés d'instruments permettant de fournir les données nécessaires à la reconstitution des écoulements naturels, au moins sur une base mensuelle.

L'EAU EST UTILISEE POUR DES FINS URBAINES, AGRICOLES, INDUSTRIELLES, ENERGETIQUES, ET POUR DES FINS DE TRANSPORT ET DE RECREATION. LES CRUES, LA SECHERESSE ET LA POLLUTION (FLEAUX) SONT PLUS OU MOINS RELIEES AUX USAGES ET SONT D'ORIGINE SOIT HUMAINE, SOIT HYDROMETEOROLOGIQUE. (J. deBeauregard, 1970).

3.2. USAGES ET FLEAUX DE L'EAU AU QUEBEC: DONNEES REQUISES POUR LA CONCEPTION DES AMENAGEMENTS

Nous avons vu précédemment que les STATIONS REPRESENTATIVES ET REGIONALES formaient l'ensemble des stations permanentes du réseau; la détermination de leur nombre, leur localisation et leur durée d'observation représentent l'objectif principal de cette étude. Dans cette section, nous allons expliciter les données requises pour satisfaire principalement les besoins de la planification et de l'aménagement: ce qui requiert la connaissance des caractéristiques de l'écoulement suivant les fins particulières pour lesquelles l'aménagement est conçu.

Dans le passé, les principales utilisations de l'eau au Québec ont donné lieu à des aménagements dont les buts étaient la production d'énergie et le transport du bois.

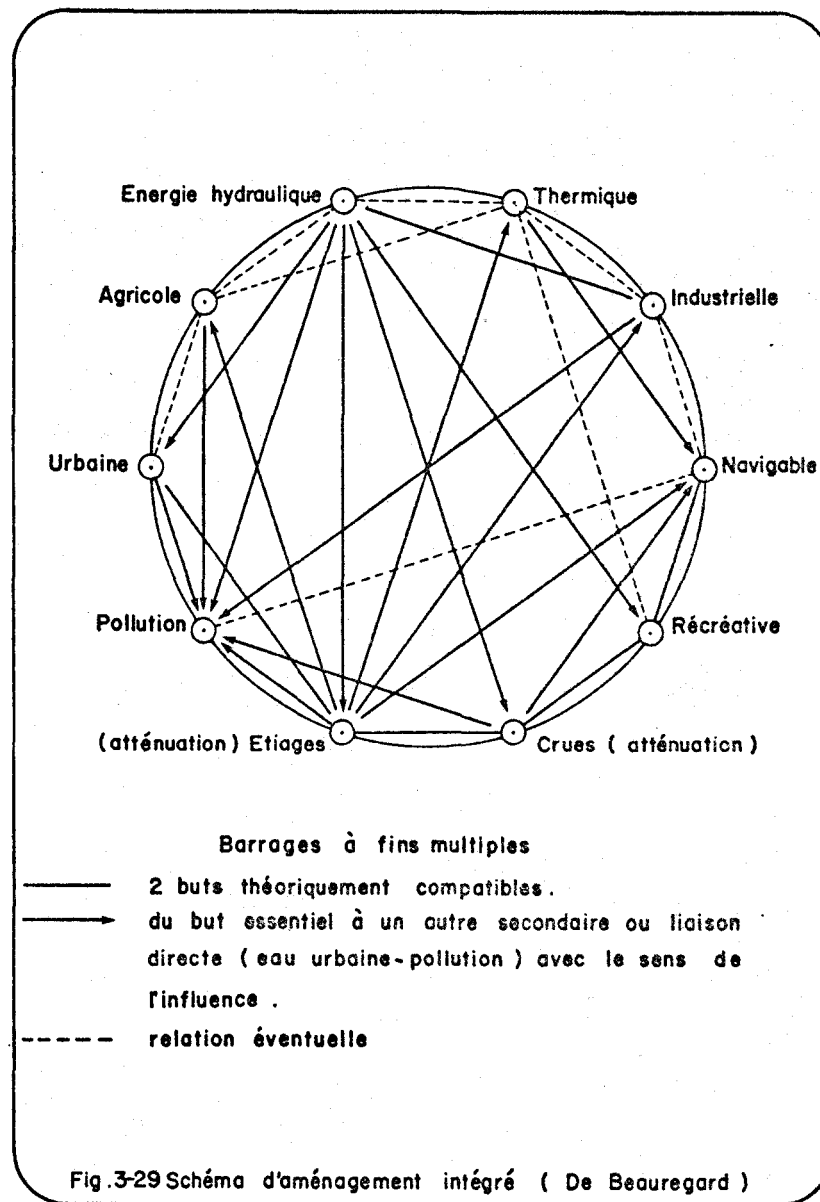
On observe maintenant une nouvelle tendance alors que les besoins en eau potable et industrielle augmentent dans les régions habitées du Québec et que l'utilisation des eaux courantes pour des fins de récréation et de plaisance est de plus en plus importante. L'utilisation polyvalente des

eaux et l'accroissement de pollution qui en découle ont conduit à concevoir des aménagements à fins multiples, dont la conception est souvent très complexe en raison des limites de compatibilité qui existent entre les différents usages et fléaux. J. deBeauregard (1970) illustre les différentes possibilités d'aménagement intégré à l'aide d'un diagramme que nous reproduisons à la figure 3-29 .

Pour rationaliser les stations régionales, il est essentiel de connaître les usages potentiels de l'eau dans chacune des régions, de définir les caractéristiques de l'écoulement et de choisir parmi ces caractéristiques une variate sur laquelle on se basera pour établir la densité, la localisation des points de mesure et la durée des observations.

Il est à noter également que les données hydrométriques sont souvent nécessaires pour le dimensionnement des ouvrages de voirie tels que ponts et ponceaux.

Emsellen et Margat (1970) présentent un diagramme (reproduit à la figure 3-30) qui illustre très bien les différentes étapes conduisant à la décision d'aménager des ressources en eau. Bien que ce diagramme ait été conçu pour l'aménagement des eaux souterraines, il s'applique très bien à l'étude des eaux de surface. Ce schéma montre le cheminement vers la décision d'aménagement en



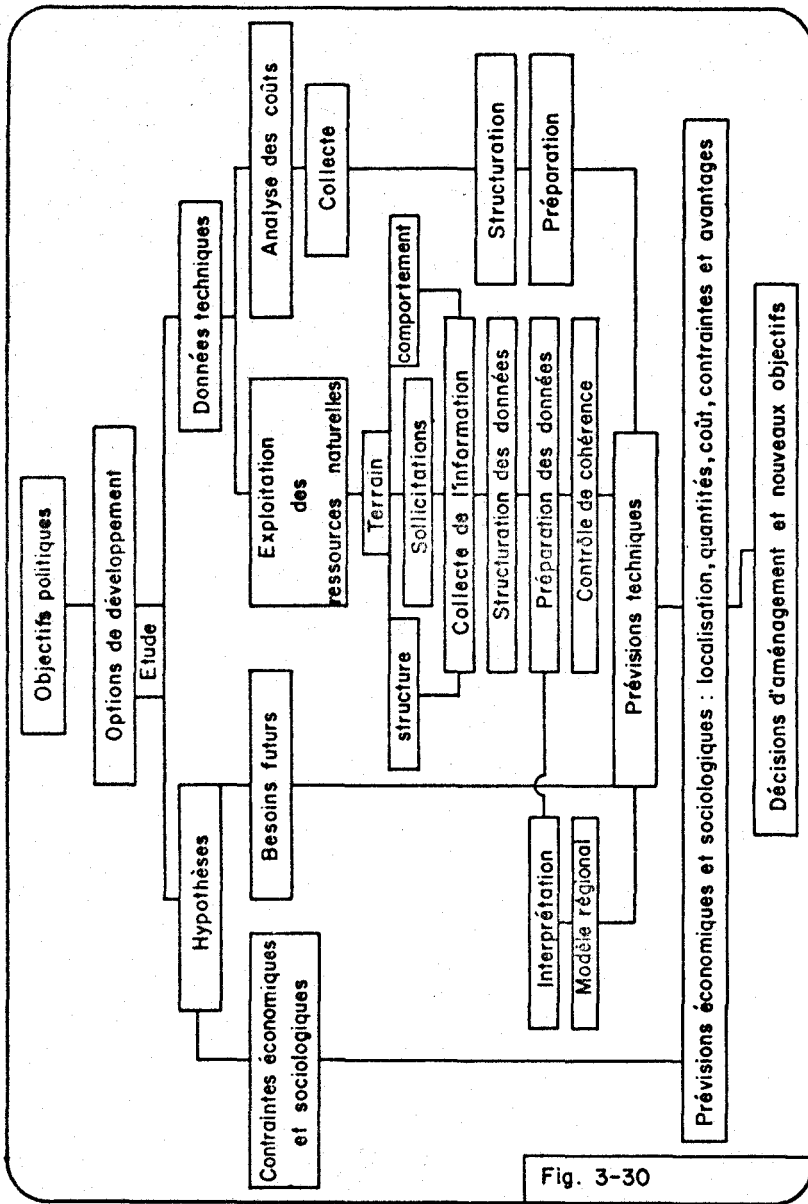


Fig. 3-30

Diagramme logique d'aménagement de la ressource. (Emselfem et Margat)

mettant en parallèle d'une part, les aspects techniques (inventaire des ressources naturelles et analyse des coûts), et d'autre part, l'analyse des besoins et des contraintes socio-économiques.

C'est principalement la première partie qui nous intéresse, soit la collecte de l'information jusqu'aux précisions techniques. Nous allons détailler cette partie du schéma à l'aide de diagrammes logiques illustrant la nature des informations requises et le type de stations hydrométriques à installer pour les obtenir. Ces diagrammes auront pour but ultime de donner aux utilisateurs un processus logique à suivre lorsqu'il s'agit de savoir s'il faut, sur tel ou tel bassin, installer une station hydrologique. De plus, ces diagrammes mettront en évidence la nécessité d'intégrer et de coordonner les différents types de réseaux (climatiques, hydrométriques, piézométriques et de qualité) pour en arriver à une meilleure décision d'aménagement.

3.2.1. PROBLEMES D'ALIMENTATION EN EAU

Lors du dernier recensement de 1966, (Annuaire du Québec, 1970), il y avait 1635 municipalités au Québec. La distribution des municipalités en terme de

population se lisait comme suit:

Population	Nombre de municipalités
Plus de 50,000	11
20,000-50,000	29
10,000-20,000	44
5,000-10,000	50
0- 5,000	1,501
Total	1,635

Les onze plus grandes villes (50,000 h. et plus), s'alimentent en eaux superficielles parce qu'elles sont toutes en bordure d'un grand cours d'eau, tel le fleuve Saint-Laurent, le Saint-Maurice, l'Outaouais et le Saint-François. S'il n'y a pas de problèmes au niveau de la quantité des approvisionnements, il y en a certainement au niveau de la qualité.

Entre 1954 et 1967, le Service d'hydrogéologie du Ministère des Richesses Naturelles a dû effectuer des études dans 328 municipalités aux prises avec des problèmes d'alimentation en eaux souterraines (Rapport HGP-1, Ministère des Richesses Naturelles du Québec).

Il existe essentiellement deux sources pour

l'alimentation en eau à des fins urbaines (industrielles ou agricoles): les eaux d'origine superficielles ou souterraines.

Le choix entre l'une ou l'autre doit tenir compte:

- de la quantité d'eau disponible;
- de la qualité de l'eau en fonction de la qualité désirée;
- de la garantie des approvisionnements en quantité et en qualité;
- du coût de la prospection, du transport et du traitement requis.

Jusqu'à présent, le manque de données de base sur les petits cours d'eau, sur l'hydrogéologie régionale et sur la qualité des eaux, a empêché un choix rationnel et économique de la source d'alimentation en eau. De plus, le manque de planification à l'échelle du bassin a conduit à étudier chaque problème sur une base ponctuelle et on a rarement considéré des solutions d'ensemble.

Indépendamment du choix des planificateurs et considérant que les demandes viendront des petites municipalités, nous devons définir une surface de bassin qui prendra une importance économique d'autant

plus grande qu'elle pourra répondre à ce besoin d'alimentation. Pour pouvoir évaluer l'aptitude de ces bassins à répondre à la demande, on devra connaître les données hydrologiques nécessaires à cette évaluation. Dans les problèmes d'alimentation, il est évident que l'étiage est la variate à déterminer et on doit la connaître avec la précision requise.

Pour définir cette superficie minimum de bassin, utilisons la moyenne de population des municipalités du Québec, soit 3,500 d'après le recensement de 1966, et une consommation moyenne journalière de 200 g.l. par jour et par personne; la consommation moyenne journalière prévisible est de 1.3 pied cube par seconde. Par contre, si l'on utilise un débit moyen inter-annuel de 1 pied cube par seconde et par mille carré (ce qui représente un minimum pour le Québec) et une régularisation équivalente à 10 pour cent du débit moyen annuel, un bassin versant, drainant 13 milles carrés de superficie, peut servir à l'alimentation de cette municipalité. Il va de soi que dans certains cas, des bassins de taille plus réduite pourraient servir aux mêmes fins, puisque les valeurs utilisées dans le calcul sont conservatrices et conduisent à un estimé sécuritaire de la superficie minimum économiquement importante.

Dans les régions du Québec, le réseau hydrométrique régional devra donc fournir les informations nécessaires sur les petits et moyens cours d'eau susceptibles d'être aménagés pour des fins d'alimentation.

Les principales informations requises sont celles concernant la durée, l'intensité et la fréquence des périodes d'étiage. Ces périodes varient ordinairement de 1 à 60 jours. A partir de ces données, on peut établir la capacité requise de stockage pour garantir un débit spécifié avec un seuil de confiance donné. Puisqu'il n'est pas économique de jauger tous les cours d'eau, le réseau de stations devra donc fournir l'échantillonnage nécessaire pour transposer cette information avec une précision donnée à tous les cours d'eau économiquement importants de la région.

La densité de stations requises dépendra de la variabilité spatiale des caractéristiques d'étiage, du nombre de cours d'eau, de la variance des facteurs conditionnant les étiages et de la méthode d'approche utilisée. Si un ouvrage de stockage est requis, des données concernant la fréquence et l'intensité des débits de crues seront nécessaires pour le dimensionnement des évacuateurs. Le réseau régional est requis si le problème d'alimentation existe ou est

potentiel à plusieurs endroits de la région.

Trois types de stations hydrométriques sont mises en cause dans le schéma d'études techniques (figure 3-38):

-la station projet qui a pour but de recueillir les données pertinentes au site proposé de manière à vérifier ou améliorer les résultats obtenus par transposition. S'il est nécessaire d'ériger un ouvrage de retenue, cette station pourra être convertie en station d'exploitation.

-la station d'exploitation servira à reconstituer les débits naturels pour vérifier et contrôler l'exploitation de l'ouvrage et pour fournir les données pertinentes lorsque d'autres aménagements seront requis sur ce cours d'eau.

- les stations du réseau régional qui devront avoir un régime d'écoulement naturel de manière à permettre la transposition des données.

En résumé, pour les fins d'alimentation, ce sont les bassins de 10 milles carrés ou plus qui sont ou deviendront économiquement importants et la variate principale à connaître sur ces bassins est un débit

caractérisant l'étiage. A la figure 3-38 , nous trouvons le diagramme logique montrant le cheminement à suivre lorsqu'il s'agit de savoir s'il faut ou non installer des stations pour les fins d'alimentation.

3.2.2. AMENAGEMENTS POUR DES FINS HYDROELECTRIQUES

Il y avait au Québec en 1969, 87 aménagements hydroélectriques, produisant plus de 2,000 h.p. chacun, et environ 400 aménagements de moins de 2,000 h.p.. Ces chiffres ne tiennent pas compte des installations en cours à Manic 3 et à Manic 5 qui porteront le total à 20,756,552 h.p. (Ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources, 1969). Outre le fleuve Saint-Laurent, les principaux bassins hydrographiques aménagés sont ceux de l'Outaouais, du Saint-Maurice, du Saguenay et de la Côte Nord dont les principales rivières aménagées sont la Bersimis, la Manicouagan et la rivière aux Outardes.

Ces aménagements prennent une importance particulière à cause de la modification des régimes engendrée par la présence des réservoirs de régularisation.

En 1966, il y avait 42 réservoirs d'une capacité supérieure à 1 milliard de pieds cubes, et environ 61 réservoirs de capacité inférieure. Ces réservoirs

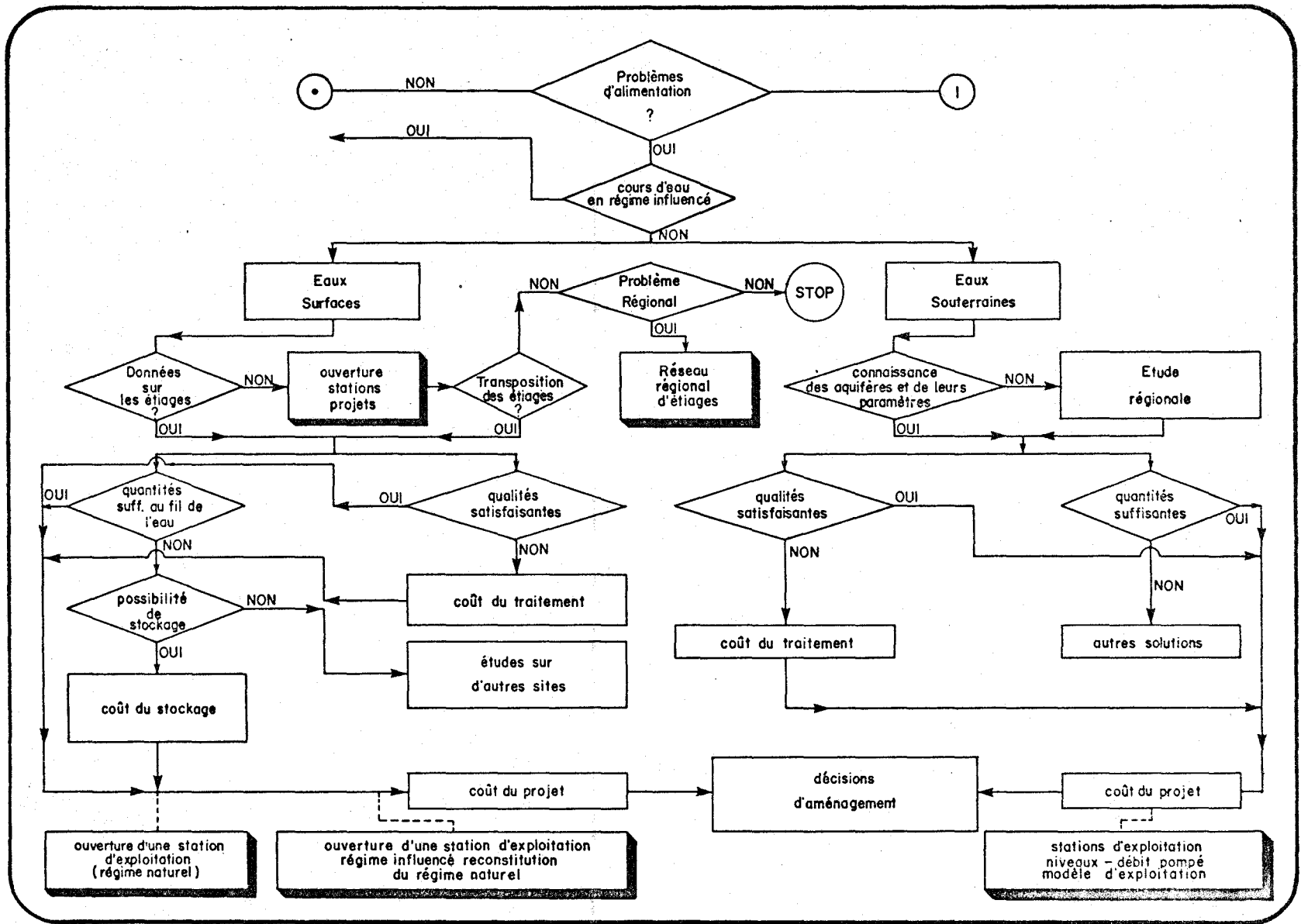


Schéma d'études techniques: aménagements pour des fins d'alimentation.

Fig. 3-38

créés principalement pour des fins de production d'énergie hydroélectrique, sont répartis sur 42 cours d'eau dont six seulement sont à l'extérieur des régions hydrographiques mentionnées ci-haut. Les informations relatives à ces réservoirs sont compilées dans la publication D-3 du Ministère des Richesses Naturelles (1966).

Les prochains développements hydroélectriques prévus sont les aménagements des principaux tributaires de la Baie de James; les bassins concernés ont tous une superficie supérieure à 8,000 milles carrés. Il est donc à noter au passage que la mise en oeuvre de tels aménagements nécessitera la création de routes, de ponts, d'aéroports et de villes pour permettre l'exploitation des richesses naturelles de cette région.

En ce qui concerne les informations hydrologiques requises et nécessaires à l'aménagement pour des fins de production d'énergie hydroélectrique, on distingue deux cas (figure 3-41) suivant que les bassins sont aménagés ou non.

3.2.2.1. REGIME NATUREL

Lorsque le régime d'écoulement est naturel, on utilise le débit moyen inter-annuel observé ou

estimé pour évaluer le potentiel théorique de production d'énergie. Il est aussi nécessaire de connaître le débit annuel moyen d'une probabilité de 90%, celui-ci étant utilisé dans plusieurs pays comme un indice des disponibilités garanties en eau, pour des fins de production d'énergie au fil de l'eau.

Lorsqu'il y a des possibilités intéressantes de stockage sur le bassin, la connaissance des débits mensuels ou encore des débits consécutifs minima pour différentes périodes de temps devient nécessaire pour l'évaluation des débits disponibles avec une probabilité donnée de défaillance. Lorsqu'il y a décision d'aménager le cours d'eau, on doit également connaître la distribution de fréquence des débits de crue pour permettre le dimensionnement des évacuateurs, principalement si le réservoir créé est de faible importance par rapport au débit du cours d'eau.

Lorsque l'aménagement est conçu pour des fins multiples, on doit posséder d'autres informations sur l'écoulement (voir schémas 3-38; 3-41; 3-48) afin d'évaluer les contraintes et les bénéfices impliqués par les différents usages.

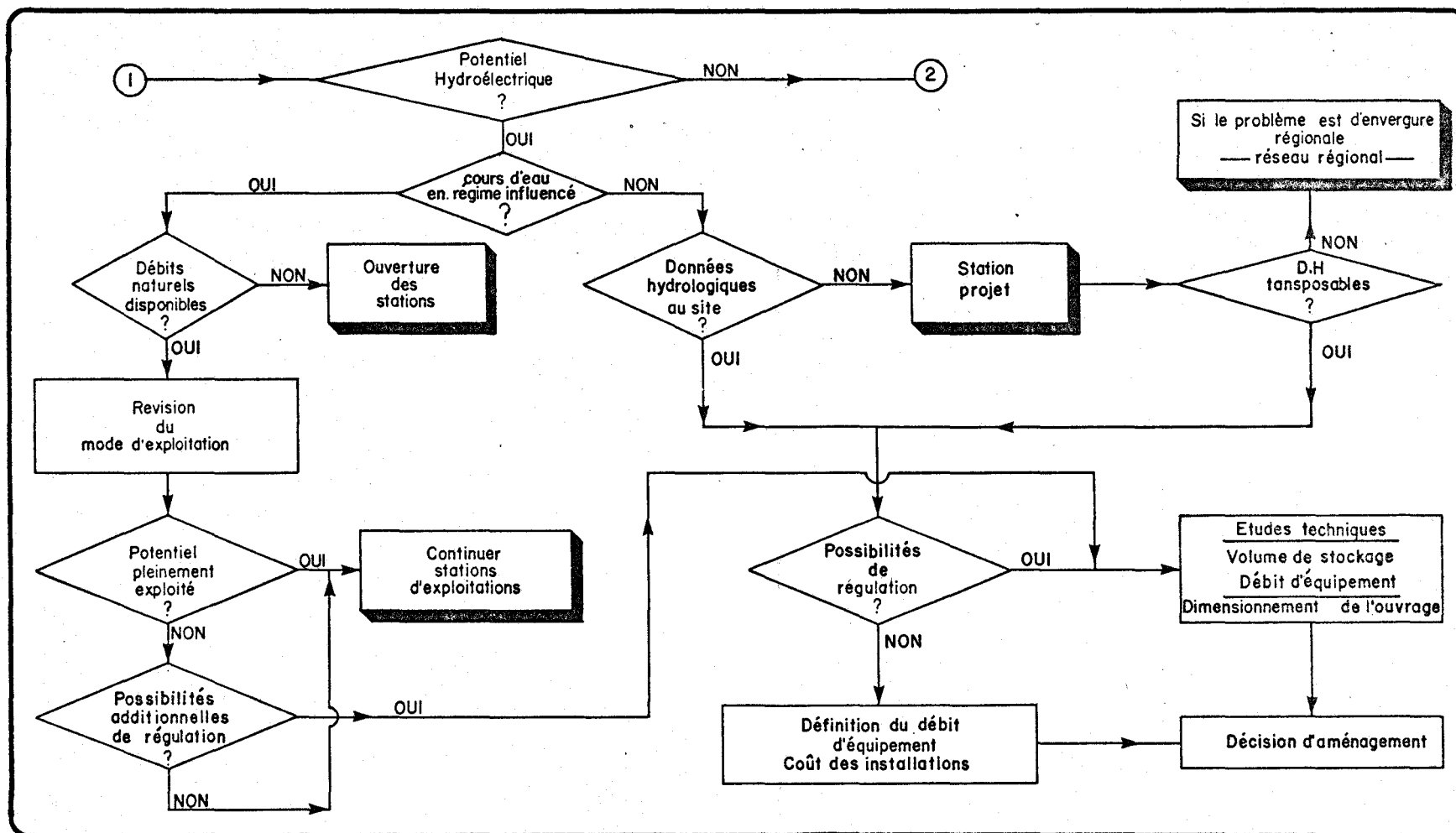


Schéma d'études techniques : aménagements pour des fins hydroélectriques.

Fig. 3-41

3.2.2.2. REGIME INFLUENCE

Lorsque le bassin est complètement ou partiellement aménagé, l'exploitation planifiée de l'ouvrage ou l'étude de nouveaux aménagements à l'aval doit être faite à partir des débits naturels reconstitués. C'est pourquoi nous recommandons, à la suite de la construction d'ouvrages, d'ouvrir les stations nécessaires pour la connaissance du régime naturel à l'amont de l'ouvrage et du régime influencé à l'aval si on prévoit de nouveaux aménagements. L'opération des ouvrages peut requérir également l'implantation des stations climatiques et hydrométriques et le développement de modèles hydrologiques pour la prévision des apports à court ou à moyen terme.

3.2.3. AMENAGEMENTS POUR DES FINS DE CONTROLE DES INONDATIONS

Les inondations représentent depuis fort longtemps un danger périodique pour les riverains de plusieurs cours d'eau du Québec. Chaque année, de nombreux travaux remédiateurs sont entrepris par le Ministère des Richesses Naturelles pour minimiser les pertes matérielles et protéger les riverains. Pour ces raisons, (risque de perte de vies humaines et pertes

économiques), le Ministère des Richesses Naturelles a accordé une attention particulière à l'étude des crues et des averses exceptionnelles sur plusieurs cours d'eau; de plus, le Bureau de la Statistique du Québec effectue depuis 1966 une enquête-questionnaire permanente auprès des municipalités et des officiers de certains ministères dans le but d'établir la valeur des dommages causés par l'eau.

Les régions hydrographiques 06, 08, 09 et 10 (figure 2-5) ne sont pas couvertes par l'enquête. Dans toutes les autres régions, on a enregistré des dommages mais les bassins les plus touchés sont ceux des rivières Chaudière, Saint-François, du Gouffre et Sainte-Anne-de-la-Pérade. Depuis le début de cette enquête, les dommages relevés s'élèvent à plus de 10 millions de dollars dont 75% sont dus aux débâcles printanières (Desmeules, 1971).

La lutte contre les inondations prend plusieurs formes et le choix des méthodes à utiliser repose sur une connaissance des lieux et des phénomènes hydrométéorologiques à l'origine des inondations. En ce qui concerne l'hydrométrie, les données de base essentielles à la prise de décision sont:

-la durée, l'intensité et la fréquence des niveaux,

débits et volumes de crue;

-des relevés systématiques sur le couvert de glace lorsque les inondations sont dues aux embâcles .

Ces données doivent être connues non seulement sur le cours d'eau principal, mais aussi sur les principaux tributaires.

Pour étudier le synchronisme des crues, il est nécessaire de connaître l'hydrogramme de crue des principaux affluents.

Puisque les inondations sont courantes dans les régions habitées du Québec, le réseau hydrométrique régional doit fournir les caractéristiques de crue (directement ou indirectement) sur les cours d'eau de ces régions.

En consultant la répartition des dommages par bassin versant (Desmeules 1971) on se rend compte que les plus petits bassins affectés sont de l'ordre de 100 milles carrés (rivière Saint-Charles, Yamaska supérieure). Ceci est normal puisque les petits bassins ont une plaine d'inondation réduite, et des vallées étroites qui restreignent le développement riverain. Les caractéristiques sur la forme des crues peuvent être obtenues sur une période de temps assez courte (1 à 4

ans); l'installation de stations projet (stations à court terme) sur les bassins fréquemment affectés par les crues permettra d'établir l'hydrogramme de crue, et en plus de vérifier ou d'améliorer les résultats de la transposition géographique des caractéristiques de fréquence des crues. Les stations du réseau devraient permettre de connaître les caractéristiques statistiques de crue des bassins supérieurs à 100 milles carrés. Il est d'autant plus inutile de descendre à une limite inférieure que la connaissance de ces statistiques avec une précision acceptable requiert de nombreuses années d'observation.

Lorsque la construction d'un ouvrage de retenue est jugée nécessaire pour contrôler les inondations, et que le bris de cet ouvrage pourrait mettre en danger la vie des riverains, le dimensionnement du réservoir et autres évacuateurs est basé sur le "débit maximum probable". Ce débit est particulièrement important pour la conception de grands barrages; on le détermine par des études détaillées sur l'intensité, la transposition et la maximisation des averses exceptionnelles, ainsi que sur la détermination de l'hydrogramme unitaire de crue.

Les données recueillies aux stations du réseau régional peuvent servir, connaissant les caractéristiques

physiques des bassins, à la détermination d'hydrogrammes synthétiques (méthode de Snyder), ce qui permet de reconstituer l'hydrogramme unitaire. L'étude des averses critiques a déjà été amorcée dans la région des rivières Saint-François et Chaudière (Gagnon et al., 1970). Nous recommandons des études similaires principalement sur la rive nord du Saint-Laurent, de la rivière au Lièvre jusqu'au Saguenay, dans la région de la rivière Yamaska, ainsi que sur les bassins de la rive sud entre la rivière Chaudière et la Gaspésie.

Peu d'ouvrages de retenue ont été construits uniquement pour des fins de contrôle des inondations au Québec et il est probable qu'il en sera encore ainsi dans l'avenir. Il serait donc important de considérer les bénéfices accrus par suite d'allocation de stockage pour le contrôle des inondations lors d'aménagements pour d'autres fins.

Soulignons enfin que tous les cours d'eau, sur lesquels on a relevé des dommages, sont présentement jaugés. Il s'agit donc ici de vérifier si les observations permettent d'atteindre la précision désirée, ou encore si nous pouvons l'atteindre par des méthodes indirectes. Le schéma de la figure 3-48 résume bien les différentes étapes en vue de l'installation des

stations d'observation et de leur évolution en fonction de l'état des connaissances et de la nature des aménagements.

3.2.4. AMELIORATION DE LA QUALITE, RECREATION DANS LE CADRE D'AMENAGEMENTS A FINS MULTIPLES

Il n'y a jamais eu au Québec d'aménagements hydrauliques pour la seule fin d'améliorer la qualité de l'eau et de l'environnement. Cependant, dans le cadre d'un aménagement intégré, on tient compte, de plus en plus, dans le calcul de rentabilité des ouvrages, des bénéfices découlant de l'amélioration de la qualité (utilisation des plans à l'amont). La régularisation des débits à l'aval permet de préserver la qualité de l'habitat et des organismes qui y vivent, de diminuer ou de stabiliser les coûts de traitement de l'eau potable et, par dilution, de combattre une pollution excessive. Les ouvrages de retenue ne peuvent répondre à tous les usages à la fois, et les conditions d'opération optimale dans le temps et l'espace sont parfois contradictoires suivant les buts recherchés.

C'est durant les périodes de sécheresse que la pollution est la plus accentuée; toute augmentation des

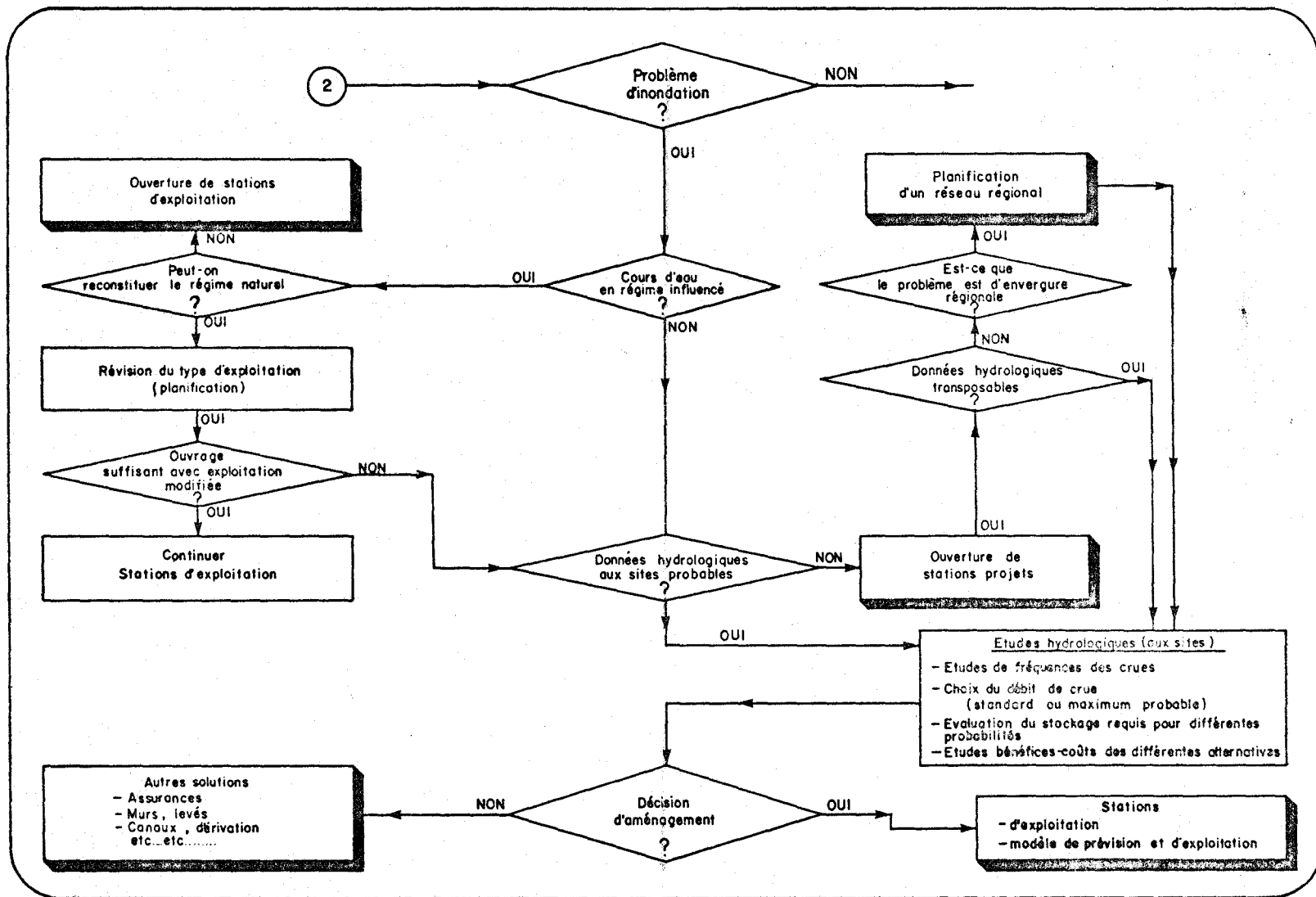


Schéma d'études techniques: aménagements pour des fins de contrôle des inondations

Fig. 3-48

débits d'étiage contribuera à diluer le taux de concentration des matières polluantes et à améliorer l'esthétique du cours d'eau. Il est donc nécessaire de connaître l'intensité et la fréquence des débits d'étiage pour différentes durées, de manière à évaluer l'augmentation de débit pour un volume de stockage donné. On utilise donc ici les mêmes données que pour l'étude des aménagements à des fins d'alimentation. La connaissance des paramètres de la qualité du cours d'eau et des rejets est également essentielle. Ces données ne sont pas transposables d'un cours d'eau à l'autre et peuvent être obtenues à court terme. Les possibilités d'aménager un cours d'eau pour la récréation sont dépendantes de la qualité de l'eau et de la possibilité de stabiliser les variations de niveau à un degré acceptable. Lorsqu'un aménagement est nécessaire à cette fin, les caractéristiques de crues sont requises pour le dimensionnement des évacuateurs.

3.2.5. RESUME

Dans les paragraphes précédents, nous avons donné les principaux objectifs auxquels le réseau doit répondre; nous avons résumé dans le tableau 3-51 ces différents objectifs, leur définition, les données nécessaires et les études requises pour les satisfaire.

3.3. REGIONALISATION GENERALE DES USAGES DE L'EAU

Pour plusieurs auteurs, le réseau hydrométrique doit fournir l'information en tous les points de tous les cours d'eau. Vu les grandes disparités régionales qui existent au Québec du point de vue économique et démographique, l'acceptation d'un tel énoncé mènerait à une forte densité de stations, ce qui nous semble non justifié et surtout économiquement non justifiable.

Les objectifs définis à la section 3.1. ne s'appliquent pas tous à toutes les régions du Québec.

Nous avons convenu de diviser le Québec en trois grandes zones, en nous basant sur la présence de centres urbains et sur le type d'activités économiques caractérisant chaque zone. Ainsi le choix de la variate sur laquelle l'étude de la densité sera effectuée dépendra des objectifs définis pour chaque zone.

3.3.1. ZONE HABITEE DE QUEBEC (3)

La délimitation des zones est assez simple si l'on considère les grands contrastes de population qui existent au Québec. A l'exception de quelques centres miniers, la majorité des centres urbains sont localisés

DONNEES HYDROLOGIQUES REQUISES POUR LES DIFFERENTS OBJECTIFS

	Objectifs	Définition	Données nécessaires	Etudes requises
	Connaissance générale	Etudes des régimes hydrologiques, inventaire, bilan	Débit annuel et mensuel (autres éléments du bilan)	Etudes de fréquence Bilan Hydrogramme des coefficients mensuels des débits
PLANIFICATION ET AMENAGEMENT	Hydroélectricité	Evaluer le potentiel Débit d'équipement	Débit annuel et mensuel	Etudes de fréquence Courbes de masses cumulées Courbes de valeurs classées
	Alimentation, sécheresse, dilution, régulation des sécheresses	Déterminer les quantités d'eau disponibles en période de sécheresse	Débits minimums journaliers pour différentes périodes de jours (1 à 60 jours)	Etudes de fréquences des débits pour les différentes périodes Fréquence des volumes disponibles pour les différentes périodes Volumes de stockage requis pour garantir un débit avec une certaine probabilité
	Inondation, dimensionnement des barrages, des déversoirs et des évacuateurs Régulation des crues	Evaluer les risques d'inondations, en termes d'intensité, de fréquence et de durée	Débits maximums journaliers Niveaux maximums journaliers Niveaux et débits d'inondation Débits des crues pour différentes périodes de jours consécutifs Hydrogrammes de crues	Etudes de fréquence, des maximums instantanés pour différentes périodes de jours consécutifs Fréquence des volumes Volume de stockage requis pour éliminer les inondations Transposition et maximisation des averses combinées à l'hydrogramme unitaire
	Exploitation et gestion	Opération des types d'ouvrages ou tout autre système pour en retirer le maximum de bénéfices	Telles que requises pour reconstituer les écoulements naturels (base mensuelle lorsque régularisé)	Modèles analytiques
	Modifications du régime d'écoulement et de l'environnement	Evaluer et prévoir les modifications causées par la construction d'ouvrages et les changements dans l'utilisation des sols (Urbanisation, boisement, déboisement, drainage, irrigation)	Sur toutes les phases de l'écoulement et tous les paramètres caractérisant le milieu	Suivant les buts spécifiques poursuivis

au sud le long d'une bande plus ou moins étroite longeant les deux rives du fleuve et du golfe Saint-Laurent ainsi que la rive gauche de l'Outaouais. On peut inclure dans cette zone, les régions habitées du Lac Saint-Jean et de l'Abitibi. Cette zone est délimitée sur la figure 3-54 où nous indiquons les différentes régions hydrographiques du Québec ainsi que la distribution des populations. Il faut noter que la répartition des populations est très inégale dans cette zone, 56% étant localisée dans la région économique de Montréal, et fournissant 70% d'effectifs et de la valeur des expéditions de l'industrie manufacturière du Québec (Girard, 1969). La plus importante zone agricole du Québec est également située dans cette zone, soit le triangle Sorel-Valleyfield-Granby. Bien que cette zone soit considérée globalement pour des fins de régionalisation générale des usages de l'eau, on devrait accorder des priorités dans l'établissement du réseau à certaines parties dont les disponibilités de la ressource sont faibles par rapport à la demande.

Il existe malheureusement peu d'informations concernant la demande en eau pour les différents usages, ce qui rend difficile l'évaluation quantitative des problèmes.

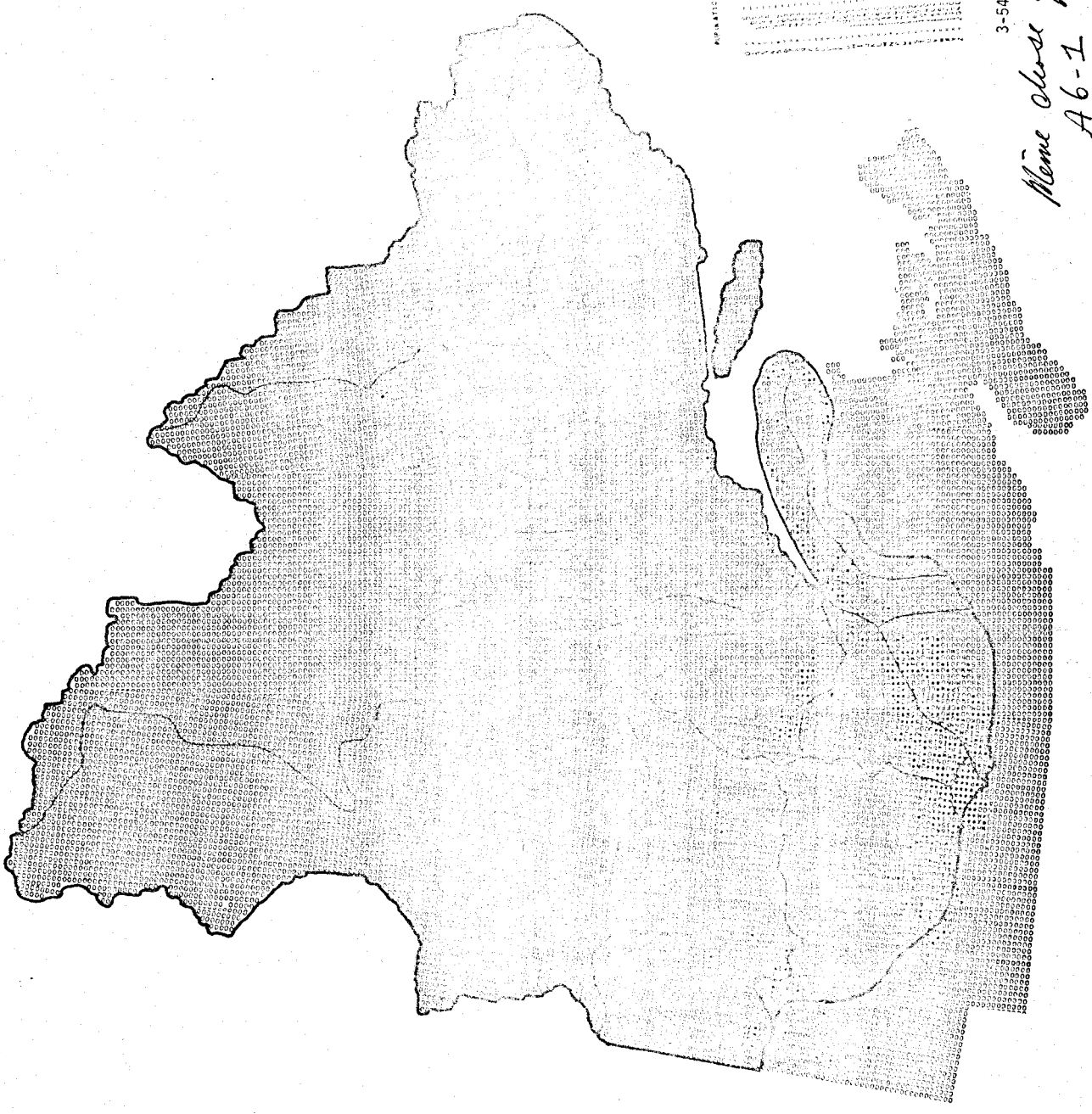
Tout de même, on peut remarquer que les principaux

usages concernent l'alimentation en eau pour des fins urbaines, industrielles et agricoles et pour des fins récréatives.

Certaines régions connaissent des difficultés au niveau de l'alimentation en eau, difficultés aggravées par le taux élevé de pollution que l'on rencontre dans les cours d'eau traversant les principaux centres urbains du Québec. De plus, tel que mentionné dans la section 3.2.3, les inondations causent des dégâts dans presque toutes les parties habitées du Québec et les caractéristiques de crue pour les bassins de 100 milles carrés et plus sont requises.

Il y a donc nécessité dans la région habitée du Québec, de connaître toutes les caractéristiques de l'écoulement puisque c'est une région où l'eau est mise à profit pour tous les usages, ce qui donne lieu évidemment aux différents problèmes qui y sont reliés (pollution, pénurie d'eau potable, incompatibilités entre les différents usages, inondations).

Les variates à considérer pour la rationalisation du réseau sont celles qui imposent les conditions extrêmes en ce qui concerne la variabilité spatiale, la variabilité temporelle et la taille des bassins à considérer. En ce qui concerne cette zone, les



POPULATION

3-54

*Meme chose que
A6-1*

U.S. M. FORM NO. 17 - SCHEM OF LATITUDE AND

caractéristiques de l'écoulement à considérer sont donc celles concernant les étiages et les crues. Pour caractériser la variabilité spatiale des étiages, nous avons choisi comme indice la moyenne, l'écart-type et l'asymétrie de la série annuelle de la moyenne du débit minimum de sept jours consécutifs. Cet indice est couramment utilisé aux Etats-Unis pour étudier la variabilité des étiages. Pierce (1967) présente les avantages et les inconvénients de cet indice. Un autre indice des étiages est également utilisé, soit le débit journalier égalé ou dépassé 90% du temps obtenu à partir des courbes de débits journaliers classés. Hely et Olmsted (1963) ont cependant démontré que ces deux indices étaient corrélés. Pour caractériser les crues, nous utiliserons également la moyenne, l'écart-type et l'asymétrie de la série annuelle des débits maximums journaliers.

3.3.2. ZONE MEDIANE (2)

Cette zone est constituée des régions du Québec faisant partie des bassins de drainage des rivières Outaouais, Saint-Maurice, Saguenay et de la Côte Nord, et qui ne sont pas généralement habitées de façon permanente. Les principales activités dans cette zone découlent de l'exploitation forestière et minière. C'est également dans cette zone que sont situés les

principaux aménagements hydroélectriques du Québec, et trente-six des plus importants cours d'eau de cette zone sont régularisés par des réservoirs de stockage. Près de 80% des points de mesure (85) sur les cours d'eau influencés mensuellement sont dans cette zone. Les débits régularisés sont obtenus par calibration des turbines et/ou des évacuateurs et dans certains cas par jaugeage. On devrait s'assurer dans tous les cas que les fluctuations des réserves sont connues de façon à permettre la reconstitution des écoulements mensuels naturels. Ces débits pourraient également servir à la connaissance générale des régimes hydrologiques sur l'ensemble de cette zone.

Les principaux usages de l'eau dans cette zone sont pour des fins de production d'énergie et de transport du bois. Les données hydrologiques requises pour l'aménagement des ouvrages concernent principalement les moyennes mensuelles de l'écoulement.

Les principales techniques d'études sont les courbes de masses cumulées et les courbes de débits classés. De plus en plus, ces courbes sont établies à partir de la génération synthétique de longues séries de débits mensuels en utilisant des modèles de Markov (voir 1.3.4.3.). La régionalisation des paramètres du modèle de Markov (moyenne, écart-type, asymétrie,

autocorrélation) permettrait donc de transposer ces valeurs sur tous les cours d'eau non jaugés de cette zone. Un autre indice de la variabilité des écoulements mensuels est le débit égalé ou dépassé 90% du temps. Ce débit sert d'indice pour évaluer la production d'énergie lors d'un aménagement au fil de l'eau.

La taille des bassins actuellement aménagés est dans la majorité des cas, supérieure à 200 milles carrés, et on ne prévoit pas pour l'avenir immédiat que les bassins inférieurs à cette taille représenteront un intérêt économique important.

La densité de stations dans cette zone devra donc permettre d'échantillonner principalement les bassins supérieurs à 200 milles carrés (environ 270) et dépendra de la variabilité de l'indice des débits mensuels.

3.3.3. ZONE NORDIQUE(1)

Cette zone comprend les bassins se drainant vers les baies de James, d'Hudson et d'Ungava.

A l'exception de quelques mines qui sont présentement exploitées, l'activité économique est très réduite et

de ce fait, l'usage de l'eau également.

L'unique objectif du réseau dans cette zone est de fournir les connaissances générales permettant d'effectuer l'inventaire de la ressource, sur une base annuelle, et ainsi de connaître la répartition géographique des écoulements. Ce réseau minimal sera suffisant pour permettre de planifier l'aménagement futur de ce vaste territoire.

L'étude de la rationalisation dans cette zone fera intervenir la méthode de Karazev, qui a servi à la rationalisation du réseau hydrométrique dans les régions identiques de la Russie. Les principaux paramètres considérés dans cette méthode sont: le débit moyen annuel, son coefficient de variation, la corrélation entre stations et la superficie minimum de bassins représentatifs des facteurs locaux de l'écoulement. Les principes de cette méthode sont expliqués dans le paragraphe 1.3.8. (page 1-38), et elle est appliquée à la zone nordique du Québec au chapitre 4.2. Le développement hydroélectrique projeté des grands bassins de la Baie de James justifie qu'on continue à jauger les cours d'eau supérieurs à 10,000 milles carrés dans cette zone.

3.3.4. CONCLUSION

OBJECTIFS VISÉS DANS LES DIFFÉRENTES ZONES

Objectifs	Critères de superficie	Variate à utiliser	Critères de précision	Zone
Connaissance générales	Suivant la méthode de Karasev	Débit moyen annuel et son écart-type	6%	Toutes les zones 1,2,3
Hydroélectricité	>10,000 m.c.	Mesures continues de tous les cours d'eau >10,000		(1), (2)
Alimentation, sécheresse régulation des sécheresses	>10 milles c. <500 milles c.	Débit moyen (Tr=2 ans) de sept jours consécutifs minimum écart-type et asymétrie	15%	Zone habitée du Québec (3)
Inondations, dimensionnement des barrages	>100 milles carrés	Débit maximum journalier annuel, moyenne, écart-type et asymétrie	20%	Zone habitée du Québec (3)
Dimensionnement des barrages et des ouvrages de voiries	<100 milles carrés	Moyenne et écart-type	30%	Zone habitée du Québec (3)
Exploitation et aménagement additionnel de cours d'eau régularisés	200 milles carrés	Paramètres du modèle de Markov débits mensuels classés (égalé ou dépassé 10 à 90% du temps)	15%	Zone médiane (2) et zone 3
Modifications des régimes d'écoulement	Suivant les buts poursuivis			Dans les régions profondément modifiées par les activités humaines

Pour résumer la régionalisation générale, nous présentons (tableau 3-59), pour chacun des objectifs, les critères de superficie à respecter, la variate à utiliser, la précision visée et les zones pour lesquelles les objectifs devraient être atteints.

Ce tableau indique que tous les objectifs devraient être poursuivis dans la zone habitée du Québec (3), et nous avons signalé à la section 3.3.1. que les variates critiques qui conditionneront la densité du réseau dans cette zone étaient relatives aux débits extrêmes. La taille inférieure des bassins à échantillonner dans cette zone (10 milles carrés pour l'alimentation) sera un facteur important dans la rationalisation du réseau.

La zone médiane est caractérisée par de nombreux aménagements pour des fins de production d'énergie, et l'objectif principal dans cette zone est lié à l'exploitation des ouvrages existants et à la reconstitution des écoulements mensuels naturels. Le réseau régional devrait permettre dans cette zone de transposer les courbes caractéristiques des écoulements mensuels naturels sur les bassins supérieurs à 200 milles carrés. Ce réseau, à notre avis, sera assez dense pour fournir également une connaissance générale

BIBLIOGRAPHIE

BUREAU DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (1970) - Annuaire du Québec 1970. Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

CARTER, R.W. and BEHSON, M.A. (1969) - Concepts for the design of streamflow data programs U.S.G.S. - open file report:44 pp.

DE BEAUREGARD, J. (1970) - Les usines électriques et leurs rapports avec les usages ou les fléaux des eaux courantes. Société hydrotechnique de France. Compte rendu. Utilisation des ressources en eau d'un bassin. Tome II:1-12.

DESMEULES, Jean (1971) - Les inondations au Québec de 1966 à 1970. Statistiques, vol.9, no.4. Bureau de la Statistique du Québec.

EMSELLEM, Y. et MARGAT, J. (1970) - Collecte et stockage des informations sur les caractéristiques hydrodynamiques des réservoirs aquifères et l'état des réserves d'eau souterraines. Société hydrotechnique de France. Compte rendu. Utilisation des ressources en eau d'un bassin. Tome I:1-18.

GAGNON, P.M., POLLOCK, D.M. et SPARROW, D.M. (1970) - Conditions météorologiques critiques et crues exceptionnelles des rivières Chaudière et Saint-François. Ministère des Richesses Naturelles du Québec. Pub. MP-29.

GIRARD, J. (1969) - Géographie de l'industrie manufacturière du Québec. Ministère de l'Industrie et du Commerce. Direction générale de l'économie industrielle.

HELLY, A.G. and OLMSTED, F.H. (1963) - Some relations between streamflow characteristics and the environment in the Delaware river region. U.S. Geol. Survey Prof. Paper 417-B.

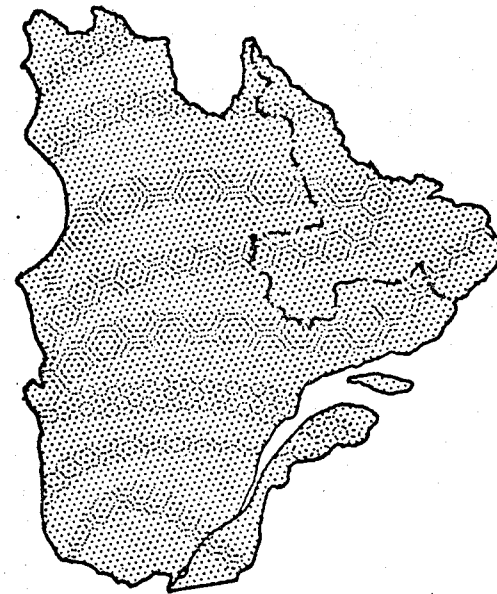
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES, Ottawa (1969) - L'énergie électrique au Canada.

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES (1966) - Aménagements hydrauliques et réservoirs du Québec. Compilation au 1er janvier 1966. Pub. D-3.

PEIRCE, L.B. (1967) - 7-Day low flows and flow duration of Alabama streams. Geol. Survey of Alabama. Bull.87, Part A.

ROY, R. (1969) - Levés hydrogéologiques ponctuels effectués entre 1954 et 1967. Ministère des Richesses Naturelles du Québec. Pub. HGP-1.

APPLICATION DE MÉTHODE
CONDUISANT
À LA
RATIONALISATION



CHAPITRE 4

4 - INTRODUCTION

La rationalisation d'un réseau est basée sur la nature et la qualité des informations que l'on peut obtenir à partir du réseau existant. Quelle que soit la méthode utilisée dans l'extrapolation, l'interpolation ou dans la prolongation des données observées, ce qui nous préoccupe c'est la précision des estimés obtenus par ces méthodes.

Dans le cadre du mandat de ce travail, il n'est pas possible de définir le réseau optimal répondant à tous les besoins, tous les problèmes et ce en tous les points du territoire. En effet, nous ne sommes pas habilités à définir ou à résoudre tous les cas nécessitant des données hydrométriques; de plus, seuls ceux qui ont établi la structure actuelle, ont les éléments nécessaires pour la modifier.

La seule partie du réseau qui peut et doit être définie en dehors de toutes considérations particulières est celle qui concerne la connaissance générale de la ressource et la dé-

finition de la variabilité spatiale des caractéristiques hydrologiques.

C'est pourquoi dans ce chapitre nous nous bornons à appliquer les méthodes dont les résultats sont la base de la rationalisation.

Dans la première section, nous allons traiter de la précision des variates hydrologiques; on sait que la précision de ces variates est la condition essentielle dans la décision d'installer ou de supprimer une station.

La connaissance générale de la ressource étant jugée essentielle, nous appliquons à la zone 1 la méthode de Karazev; dans la deuxième section de ce chapitre, nous nous limitons à l'appliquer à cette zone mais nous considérons, pour les mêmes raisons, qu'il est essentiel qu'elle soit appliquée dans les zones 2 et 3.

En raison de la nature des besoins définis au chapitre 3, nous avons regroupé les zones 2 et 3 pour appliquer les différentes méthodes d'estimation de données aux sites non-jaugés. Ces applications sont effectuées dans la troisième section.

Dans tous les développements qui suivent nous utilisons des séries d'observations concomitantes, en raison des variations cycliques observées sur les caractéristiques hydrologiques. On retrouve une telle utilisation des données dans la littérature, et de plus, une étude préliminaire nous a montré qu'il était préférable de se servir de séries concomitantes.

4.1 PRECISION DES VARIABLES HYDROLOGIQUES

La satisfaction des objectifs économiques requiert une précision qui sera fixée par les normes en vigueur, compte tenu de l'importance économique et démographique de la région considérée. Un des éléments décisifs de la rationalisation consiste en la comparaison entre la précision requise et la précision atteinte. Il est donc nécessaire de déterminer les erreurs commises sur l'estimation et la mesure des variates en tout point où leur connaissance est requise.

4.1.1 Origine des erreurs

Les erreurs commises lors de l'estimation d'une variate sont de trois sources différentes:

- a) Erreurs dues à la mesure (E_m);
- b) Erreurs dues à la variabilité dans le temps (E_t);
- c) Erreurs dues à la variabilité spatiale (E_s).

4.1.1.1 Erreurs dues à la mesure (E_m)

Celles-ci dépendent essentiellement de la manière dont les données sont prises aux sites et elles sont le résultat d'erreurs aléatoires et d'erreurs systématiques. En pratique, ces erreurs sont très difficilement séparables dans les mesures hydrologiques, parce que l'événement n'est pas répétitif.

4.1.1.2 Erreurs dues à la variabilité dans le temps (E_t)

Ce type d'erreur est essentiellement lié à la fluctuation dans le temps du phénomène physique que l'on mesure et existera lorsque l'on tirera une variate d'un échantillon.

Par exemple, si nous considérons un échantillon dont les individus sont les moyennes annuelles de l'écoulement, la variate tirée de l'échantillon pourrait être la moyenne interannuelle. Cette moyenne n'est qu'un estimé de la valeur vraie, dont l'évaluation est entachée de l'erreur due à la variabilité dans le temps.

L'erreur totale sur la moyenne interannuelle au site sera donc:

$$\sqrt{(E_t)^2 + (E_m)^2}$$

Ne pouvant distinguer dans E_m la partie aléatoire et la partie systématique, nous pouvons admettre, pour conserver une marge de sécurité, que cette erreur devait être considérée comme une erreur uniquement systématique dans le cas d'un estimé tiré d'un échantillonnage.

4.1.1.3 Erreurs dues à la variabilité spatiale (E_s)

Les fluctuations dans l'espace des variates sont dues à l'hétérogénéité spatiale des caractéristiques hydrologiques et à la variabilité des phénomènes climatologiques intégrés par les variates.

Ce genre d'erreur interviendra lorsqu'il s'agira de déterminer une variate en un site non jaugé, à partir de la connaissance des valeurs de cette variate en différents sites jaugés de la même région.

L'erreur est liée directement à:

- la variabilité spatiale de la variate, dont la précision d'évaluation est fonction du nombre de stations;
- l'importance relative à la signification réelle des caractéristiques physiques intervenant dans la formation d'une variate.

L'évaluation de l'erreur est liée à la méthode de détermination des données aux sites non jaugés, et sera effectuée lorsque ces méthodes seront employées.

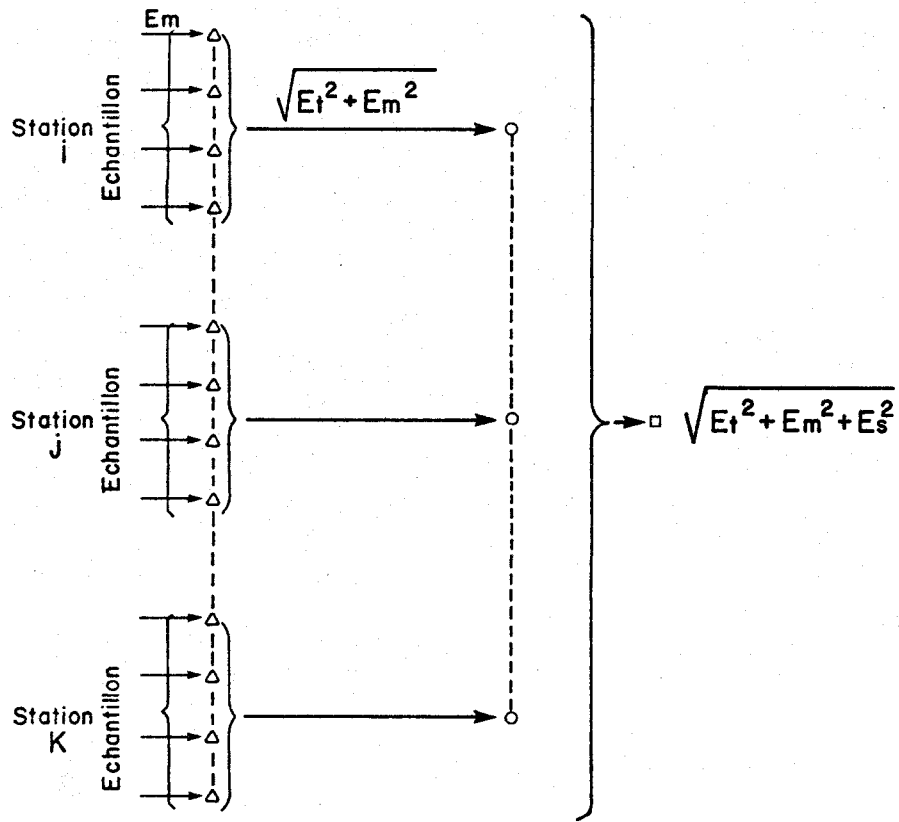
L'origine et les liens entre les trois types d'erreur sont schématisés à la figure 4 - 8.

4.1.2 Calcul des erreurs d'échantillonnage (Erreurs dues au temps)

De récentes études (Benson M.A. 1968, Morin Guy 1969-70, Markovic R.D. 1965) ont montré que la distribution des événements hydrologiques pouvait être très bien prise en compte par une loi de distribution du type Pearson III avec ou sans paramètre d'origine. Dans un but d'uniformité le comité d'hydrologie du Water Resources Council recommande l'usage de la loi log Pearson III. (*)

Pour ces raisons nous utiliserons cette forme de loi pour déterminer les erreurs-types des différentes variates hydrologiques. Les développements mathématiques de ces calculs sont faits en appendice A1 et nous nous contenterons d'indiquer ici les résultats obtenus.

(*) La loi log Pearson III n'est en fait qu'une loi Pearson où le logarithme des événements, au lieu des valeurs des événements, se distribue suivant une loi de Pearson.



E_m : Erreur de mesure

E_t : Erreur d'échantillonnage
dans le temps

E_s : Erreur spatiale

Δ : Individu de l'échantillon

\circ : VARIATE tirée de l'échantillon

\square : VARIATE estimée à un
site non jaugé

Pour un échantillon de taille N, les principales variates utilisées sont:

- la moyenne
- la variance
- le coefficient de variation
- l'écart-type
- le coefficient d'asymétrie
- l'événement X_T avec une période de retour T

Ces variates sont des estimations faites à partir d'un échantillon tiré d'une population, elles sont donc des estimations des valeurs vraies. Il est important de connaître l'erreur-type (E.T.) sur les estimés, en d'autres termes, de déterminer les limites entre lesquelles se trouve la vraie valeur de la variate pour un niveau donné de confiance.

En supposant que la population suive une loi Pearson III avec paramètre d'origine nul (Loi Gamma) nous déterminons maintenant les différentes erreurs-types E.T. (figure 4-8).

Fig. 4.8 Origine des erreurs

Dans les formules que nous donnons, les moments qui interviennent sont des estimations des moments de la population (obtenus à partir de l'échantillon). Pour avoir une meilleure estimation il faudra utiliser les estimations non biaisées telles que définies en appendice A1.

4.1.2.1 Moyenne (m_1)

On a démontré (A1) que la moyenne d'un échantillon tirée d'une population qui suit une loi Gamma est aussi distribuée suivant une loi Gamma. L'erreur-type sur la moyenne (m_1) est donnée par la relation suivante:

$$E.T._{m_1} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

où N est la taille de l'échantillon.

σ est l'écart-type de l'échantillon
 m_1 est la moyenne de l'échantillon

4.1.2.2 Variance (m_2)

L'erreur-type sur la variance m_2 est donnée par:

$$(E.T.)_{m_2} = m_2 \sqrt{\frac{2}{N} (1+3Cv^2)}$$

où: Cv est le coefficient de variation de l'échantillon.

Cette erreur diffère de celle que l'on aurait avec l'hypothèse d'une distribution normale (figure 4-12) de la population dont l'erreur-type est:

$$(E.T.)_{m_2} = m_2 \sqrt{\frac{2}{N}}$$

4.1.2.3 Écart-type ($\sigma = \sqrt{m_2}$)

L'erreur-type sur l'écart-type peut être estimée de la façon suivante:

$$(E.T.)_{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{2N}} \sqrt{(1+3Cv^2)}$$

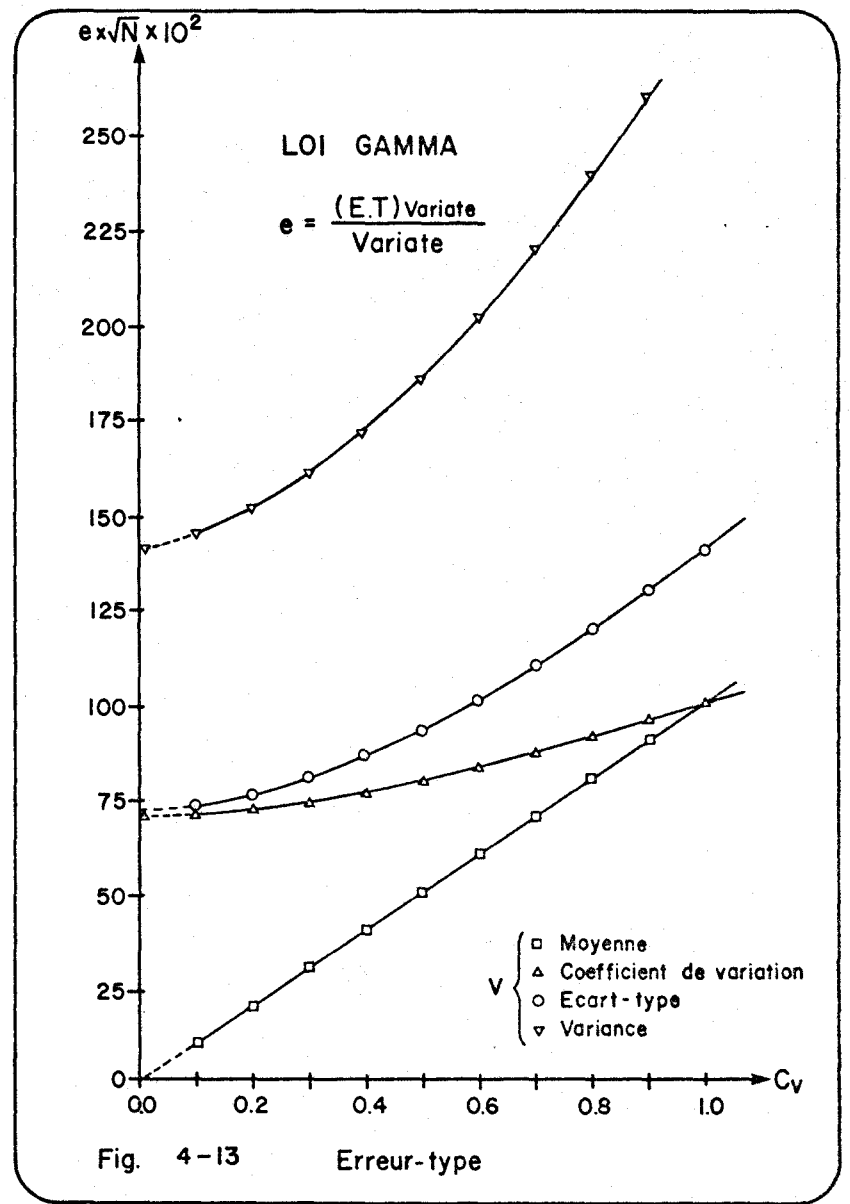
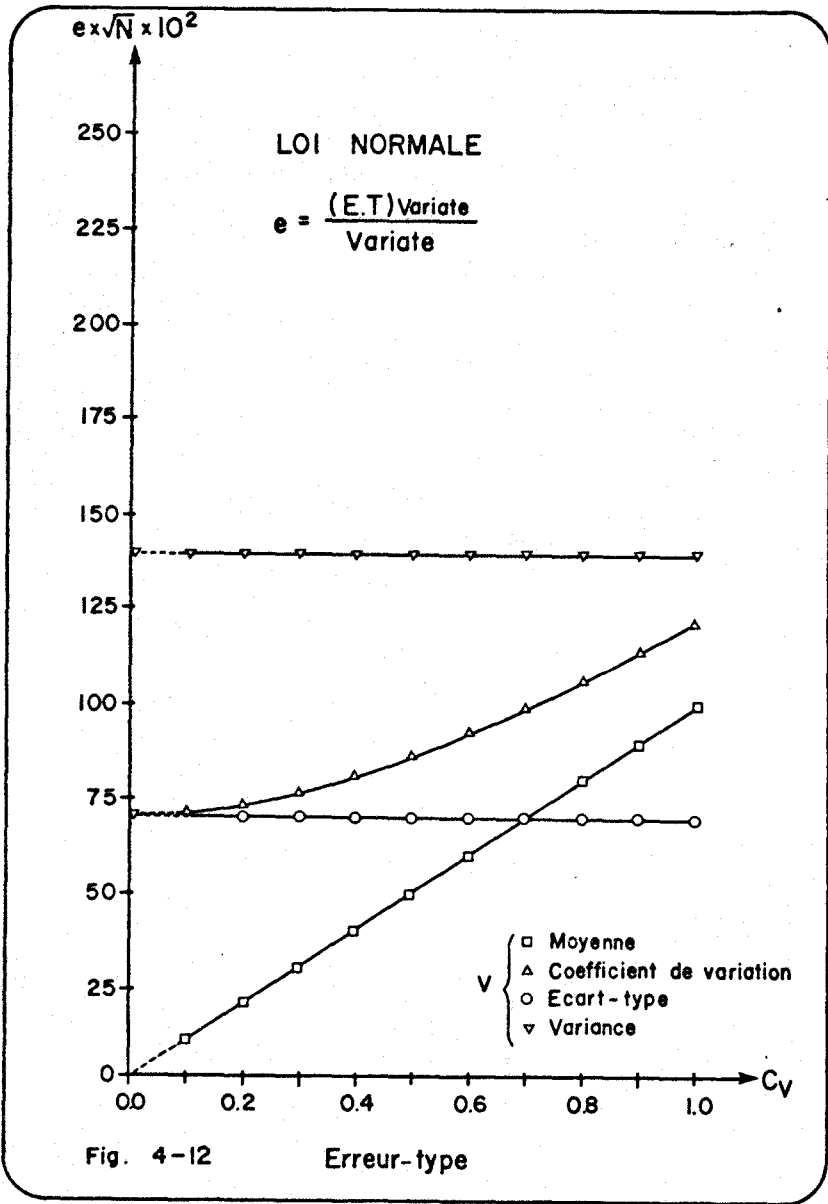
celle obtenue à partir de l'hypothèse d'une distribution normale est:

$$(E.T.)_{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{2N}}$$

4.1.2.4 Coefficient de variation (Cv)

On a:

$$(E.T.)_{Cv} = \frac{Cv}{\sqrt{2N}} \sqrt{1+Cv^2}$$



Remarquons que l'erreur-type relative sur le coefficient de variation ($E.T._{Cv} / Cv$) est inférieure à celle sur l'écart-type ($E.T._\sigma / \sigma$). Ce résultat est l'inverse de ce que l'on obtient pour la loi normale et cela s'explique par le fait que le coefficient de corrélation entre l'écart-type et la moyenne est nul pour la loi normale alors que pour la loi Gamma il est égal à:

$$\rho(\sigma, m_1) = Cv \sqrt{\frac{2}{1+3Cv^2}}$$

4.1.2.5 Coefficient d'asymétrie

La validité du calcul de l'erreur-type du coefficient d'asymétrie est douteuse pour un échantillon de faible taille ($N < 100$).

Cependant, comme le montrent Matalas et Benson (1968) en faisant l'hypothèse de la loi normale, il est possible d'obtenir un ordre de grandeur de l'erreur-type et de tester si le coefficient d'asymétrie est significativement différent de zéro.

4.1.2.6 Evénement X_T de période de retour I

L'échantillon que l'on considère dans ce cas est celui des valeurs classées, tiré d'une population que l'on suppose distribuée suivant une loi Pearson III (avec ou sans

paramètre d'origine). La variate peut être évaluée par l'équation de V.T. Chow:

$$X_T = m_1' + K \sqrt{m_2}$$

où

- m_1' = moyenne de l'échantillon
- m_2 = variance de l'échantillon
- K = facteur de fréquence dont la valeur dépend de la loi de distribution et de la période de retour T .

On montre que l'erreur-type sur X_T est donnée par la relation:

$$(E.T.)_{X_T} = \frac{\sigma}{\sqrt{2N}} \sqrt{2 + K^2 (1 + 3Cv^2) + 2KC_s}$$

Dans le cas où l'hypothèse de la loi Gamma est valable, (Pearson III sans paramètre d'origine) C_s est égal à $2Cv$, il est alors inutile de calculer C_s à partir de l'échantillon (dans la formule précédente on remplacera donc C_s par Cv).

Ce résultat rejoint celui établi par Hardison (1969), mais ce dernier introduit inutilement le coefficient de corrélation $\rho(\sigma, m_1')$ qu'il détermine par échantillonnage;

il s'avère que ce coefficient peut s'exprimer en fonction de C_v et éventuellement C_s . Ceci est démontré en appendice (A1).

4.1.3 Importance de la précision

La précision des observations influence directement le coût de construction des ouvrages.

Une augmentation de la précision, si elle diminue le coût de construction, augmente par contre le coût d'obtention de l'information. Il existe alors dans chaque cas particulier un optimum à déterminer.

Ceci a été récemment mis en évidence par différents auteurs (Ingledow 1970; Dawdy et Al, 1970; Moss, 1970;). Pour leur part, Dawdy et Moss ont montré l'existence d'une durée optimale d'opération des stations.

Cette méthode, valable dans le cas de projets spécifiques, sort du cadre de notre étude et à notre avis devrait faire l'objet d'études et de recherches plus approfondies.

Pour un besoin régional pouvant nécessiter la construction de nombreux ouvrages, un gain de préci-

sion dans la région aura une répercussion importante sur la diminution des coûts (somme importante des coûts individuels). L'objectif de précision imposé par l'intensité et la nature des besoins d'une région est donc une justification supplémentaire du réseau régional.

4.2 RATIONALISATION DE LA ZONE 1

L'objectif fixé pour les bassins se déversant dans la Baie de James, la Baie d'Hudson et la Baie d'Ungava, est d'obtenir un niveau de connaissance minimum de la ressource hydrique. Cette connaissance comprend la répartition territoriale et la variabilité dans le temps de l'écoulement moyen annuel. Il s'agit donc de définir des critères de densité du réseau de stations hydro-métriques tels que l'on puisse atteindre cet objectif.

Dans la définition des critères on doit tenir compte de trois impératifs:

- a) les bassins jaugés doivent avoir une superficie suffisamment grande pour que les débits soient représentatifs d'une tendance régionale. Les bassins trop petits donnent des résultats influencés par des conditions locales (formations souterraines,

développement du réseau de drainage, structures géologiques locales, etc.).

- b) Les stations de mesure doivent être suffisamment éloignées pour que les débits spécifiques mesurés à deux stations consécutives soient significativement différents l'un de l'autre; sinon, on risque de répéter l'information.
- c) Ces stations devront par contre être suffisamment rapprochées de manière à ce que l'on puisse interpoler les débits compte tenu des exigences de précision. Cette précision dépend principalement du synchronisme régional exprimé par une fonction de corrélation.

La méthode exposée dans un article de Karazev (1968) et appliquée aux bassins de l'URSS, nous permet d'évaluer les critères répondant aux impératifs cités plus haut.

4.2.1 Théorie

4.2.1.1 Caractéristiques régionales

Pour le calcul on doit connaître au préalable un certain nombre de caractéristiques régionales.

- a) Le module interannuel spécifique de débit: (q_0)
On calcule pour chaque bassin jaugé le module interannuel de débit ainsi que la valeur régionale pondérée par la superficie des bassins.

$$q_0 \text{ rég} = \frac{1}{A_{\text{rég}}} \sum_{j=1}^n A_j \cdot q_{0j}$$

$A_{\text{rég}}$: superficie totale de la région =

A_j : superficie totale de chacun des bassins de la région

q_{0j} : module interannuel de débit au bassin j

n: nombre de bassins dans la région

- b) Le gradient d'écoulement: (∇q)

Pour une région donnée, on le calcule ainsi

$$\nabla \text{rég} = \frac{1}{A_{\text{rég}}} \sum_{j=1}^n \frac{|q_{0j+1} - q_{0j}| \cdot A_j}{L_{1j}}$$

A_j : superficie du bassin j

ou

superficie de la région comprise entre les isolignes d'écoulement j et j + 1

q_{0j} : valeur de l'écoulement interannuel correspondant au bassin j
ou
à l'isoligne j

l_{1j} : distance dans la direction moyenne du gradient de l'écoulement entre les bassins j et j + 1

ou distance moyenne pour la région entre les isolignes j et j + 1

c) Le coefficient de variation du débit annuel: (Cv)

Défini par

$$Cv = \frac{\sigma_f}{q_0}$$

où

σ_f : l'écart-type du débit annuel par rapport au module interannuel (pcs/mi²).

d) Les caractéristiques morphologiques du réseau d'écoulement régional

Si on considère L comme la longueur moyenne d'un cours d'eau, alors

$$L = 2\sqrt{A}$$

$$A = (L/2)^2$$

A étant la superficie du bassin correspondant

$$l = L/2$$

l étant la distance moyenne entre deux bassins adjacents de dimensions comparables.

e) Pour chaque région hydrologique, (figure 4-23), on peut représenter le débit moyen annuel par une fonction aléatoire ayant une espérance mathématique donnée.

$$q_i(\xi) = m_q(\xi) + f_i(\xi)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N$$

ξ : coordonnée régionale dans la direction du gradient d'écoulement

$q_i(\xi)$: valeur du débit moyen annuel spécifique au point ξ

$m_q(\xi)$: fonction déterministique du module interannuel spécifique au point ξ

$f_i(\xi)$: fonction aléatoire caractérisant les déviations du débit annuel spécifique par rapport à la moyenne $m_q(\xi)$

Au sein d'une région hydrologiquement homogène et pour des bassins n'étant pas trop sensibles aux conditions

locales, la fonction aléatoire peut-être considérée comme quasi-homogène; c'est-à-dire:

$$m_f = 0 \text{ et } \sigma_f = \text{cte}$$

m_f : moyenne des déviations du débit annuel par rapport à la moyenne interannuelle.

σ_f : écart-type du débit annuel.

Les déviations du débit annuel par rapport à la moyenne ne sont pas toujours bien synchronisées pour différents bassins. En fait, on peut exprimer le degré de synchronisme de deux bassins par le calcul du coefficient de corrélation entre les séries de débits annuels.

$$\rho_q(\lambda) = \frac{B_q(\lambda)}{\sigma_f^2}$$

$$\rho_q(\lambda) = \frac{1}{\sigma_f^2} \cdot \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i(\xi) \cdot f_i(\xi + \lambda)$$

$B_q(\lambda)$: covariance moyenne des séries annuelles de débits de deux bassins séparés par la distance "λ".

Pour chaque région qui nous intéresse, on peut exprimer la corrélation par une fonction linéaire de la distance entre les bassins

$$\rho_q(\lambda) = 1 - \frac{\lambda}{L_0} = 1 - a\lambda$$

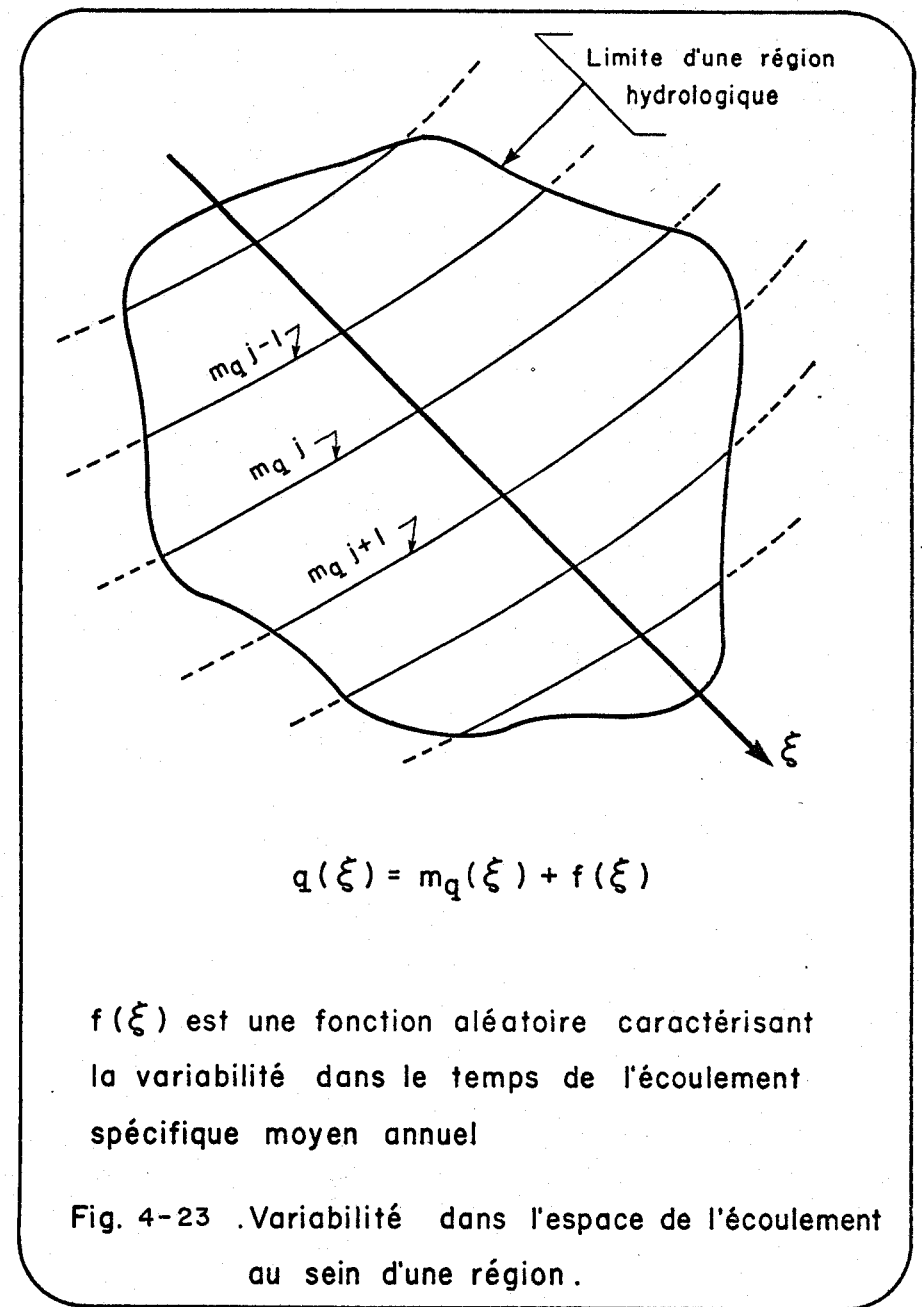


Fig. 4-23 Variabilité dans l'espace de l'écoulement au sein d'une région.

4.2.1.2 Critères de densité

Trois critères sont utilisés pour optimiser la distribution du réseau hydrométrique devant nous assurer une connaissance minimale de la ressource hydrique:

- Le premier reposant sur la représentativité des bassins.
- Le second reposant sur les conditions de variabilité dans l'espace de l'écoulement spécifique moyen interannuel.
- Le troisième basé essentiellement sur la variabilité dans le temps de l'écoulement annuel et sur le synchronisme régional exprimé par une fonction de corrélation.

Le choix d'une densité de station sera optimum s'il réussit à satisfaire ces trois critères.

a) Critère de superficie minimum représentative: A_{\min}

Essentiellement basé sur des régressions régionales, ce critère détermine la superficie critique pour laquelle un bassin ne répond plus de façon satisfaisante aux lois régionales. Les débits spé-

cifiques provenant d'un bassin plus petit que cette limite dépendent de la superficie du bassin. Au dessus de celle-ci les débits spécifiques sont pratiquement indépendants de la superficie.

Les petits bassins sont généralement très sensibles aux conditions hydrologiques et physiques locales. On ne peut donc pas les considérer comme représentatifs de grandes tendances régionales.

Pour ces deux raisons, il devient très risqué d'opérer une interpolation entre les valeurs d'écoulement spécifique sur de petits bassins dont la superficie est inférieure à A_{\min} .

Ce critère de superficie minimum nous sert dans le choix des bassins qui seront représentatifs d'une tendance régionale et plus particulièrement de la tendance au sein de chacune des superficies A_{op} que l'on obtiendra par le calcul des deux critères suivants: A_{\min} et A_{cor}

b) Critère de variabilité dans l'espace: A_{\min}

Il s'agit d'établir un critère qui détermine une

superficie à jauger pouvant nous assurer un accroissement significatif de l'écoulement spécifique interannuel d'une station à l'autre

$$A_{op} \geq A_{\nabla}$$

Cet accroissement d'un point à un autre d'une région hydrologique s'exprime ainsi:

$$\begin{aligned} \Delta q(\xi) &= \frac{dq(\xi)}{d\xi} \cdot \Delta \xi \\ &= \nabla q(\xi) \cdot \Delta \xi \end{aligned}$$

où $q(\xi)$ est le gradient d'écoulement au point ξ

Nous devons faire en sorte que cet accroissement dans l'écoulement moyen interannuel dépasse, avec une probabilité donnée, l'erreur-type d'échantillonnage à deux stations consécutives.

$$\Delta q(\xi) = q_0(\xi) - q_0(\xi + \lambda)$$

Si l'on admet que les événements $q(\xi)$ sont indépendants

$$\sigma_{\Delta q}^2 = \sigma_{q_0}^2(\xi) + \sigma_{q_0}^2(\xi + \lambda)$$

Vu que les régions hydrologiques sont définies selon des critères d'homogénéité (σ_f , C_v , ∇q etc ...), alors, si les valeurs de $q_0(\xi)$ et $q_0(\xi + \lambda)$ ont été déterminées selon un échantillon de même taille

$$\sigma_{\Delta q} = \sqrt{2} \sigma_q = \sqrt{2} \sigma_{oq} \cdot q_0 \text{ moyen}$$

où σ_q désigne l'erreur-type d'échantillonnage sur la moyenne q_0

σ_{oq} désigne l'erreur-type relative correspondante.

Si on choisit $K_1 \cdot \sigma_{\Delta q}$ comme intervalle de confiance, notre critère s'exprime ainsi

$$\begin{aligned} \Delta q &= \nabla q \cdot \lambda \geq k_1 \cdot \sigma_{\Delta q} \\ \lambda &\geq k_1 \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot \sigma_{oq} \cdot q_0 \text{ moy}}{\nabla q} \end{aligned}$$

donc,

Si l'on pondère sur toute la région en utilisant les valeurs moyennes de q_0 et ∇q

$$\lambda \geq k_1 \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot \sigma_{oq} \cdot q_0 \text{ rég}}{\nabla q}$$

En utilisant la relation $A = \lambda^2$, on arrive à définir la valeur de notre critère de densité sous forme de superficie minimum sur laquelle on doit obtenir une information hydrologique

$$A_{op} \geq A_{\nabla} = k_1^2 \cdot \frac{2 \cdot \sigma_{oq}^2 \cdot q_0^2 \text{ rég}}{\nabla^2 \text{ rég}}$$

Donc, les bassins plus grands que A_v devraient avoir un module interannuel significativement différent de celui des bassins adjacents de dimensions analogues. Cette distinction se fera avec un intervalle de confiance " β " qui dépend de la constante k_1 choisie.

Si $k_1 = 1 \longrightarrow \beta = 68\%$
 $k_1 = 2 \longrightarrow \beta = 95\%$

Cependant, un choix de bassins trop grands (à l'intérieur d'une région hydrologique) nous conduirait à une corrélation trop faible entre les séries annuelles de débits. On aurait ainsi une trop faible précision sur une interpolation.

c) Critère de corrélation: Acor

Il s'agit donc de définir un troisième critère qui assure une densité de stations telle qu'on puisse interpoler les débits spécifiques annuels avec un certain niveau de précision.

$$A_{op} \leq A_{cor}$$

L'erreur E que l'on commet en interpolant les débits dépend principalement du niveau régional de cor-

rélation entre les stations. On définit cette erreur par la fonction suivante (cette relation est démontrée en annexe 2).

$$E^2 = D_f \left(\frac{l}{2}\right) - \frac{1}{4} D_f(l) + \frac{1}{2} e^2$$

En introduisant dans cette fonction la relation

$$B_f = \sigma_f^2 \cdot \rho_f(l)$$

et en divisant par la moyenne régionale de l'écoulement spécifique, ou carré on obtient:

$$\sigma_0^2 \text{ int} = \frac{E^2}{q_0^2 \text{ rég}} = \frac{3}{2} C_v^2 - 2 C_v^2 \cdot \rho_f\left(\frac{l}{2}\right) + \frac{C_v^2}{2} \cdot \rho_f(l) + \frac{e_0^2}{2}$$

et puisque $\rho_f(l) = 1 - al$

$$\sigma_0^2 \text{ int} = \frac{1}{2} (C_v^2 al + e_0^2)$$

Le critère de corrélation consiste à imposer un seuil d'erreur d'interpolation $k_2 \cdot e_0$ qui ne doit pas être dépassé

$$\sigma_0^2 \text{ int} \leq k_2^2 \cdot e_0^2$$

donc $l \leq l_{cor} = \frac{(2k_2^2 - 1) \cdot e_0^2}{a C_v^2}$

et puisque $A = l^2$

$$A_{op} \leq A_{cor} = \frac{(2k_2^2 - 1)^2 \cdot e_0^4}{a^2 \cdot C_v^4}$$

Ainsi, on obtient deux critères A_v et A_{cor} entre lesquels on doit choisir la superficie optimum sur laquelle on veut obtenir une information sur les débits annuels.

4.2.2 Application à la zone 1

Nous avons appliqué cette méthode aux bassins de la Baie de James, de la Baie d'Hudson et de la Baie d'Ungava. Les débits disponibles pour l'étude sont ceux de la période allant de 1960 à 1969. Pour certaines régions la période d'observation est un peu plus courte (voir tableau 4-37). Nous avons retenu les stations pour lesquelles les débits n'étaient pas influencés par des conditions climatiques ou hydrologiques spéciales (présence de lacs se déversant dans deux bassins adjacents, etc.). De plus, toutes les stations n'ayant pas au moins sept années de données ont été rejetées parce qu'il devenait hasardeux de travailler avec si peu d'informations.

4.2.2.1 Calcul des paramètres de l'étude

a) Module spécifique interannuel - (tableau 4-37)

$$q_{0j} = \frac{1}{A_j} \cdot \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_i$$

Q_i : débit moyen pour l'année i et le bassin j
 A_j : superficie du bassin j
 N : nombre d'années de données disponibles.

b) Gradient d'écoulement -

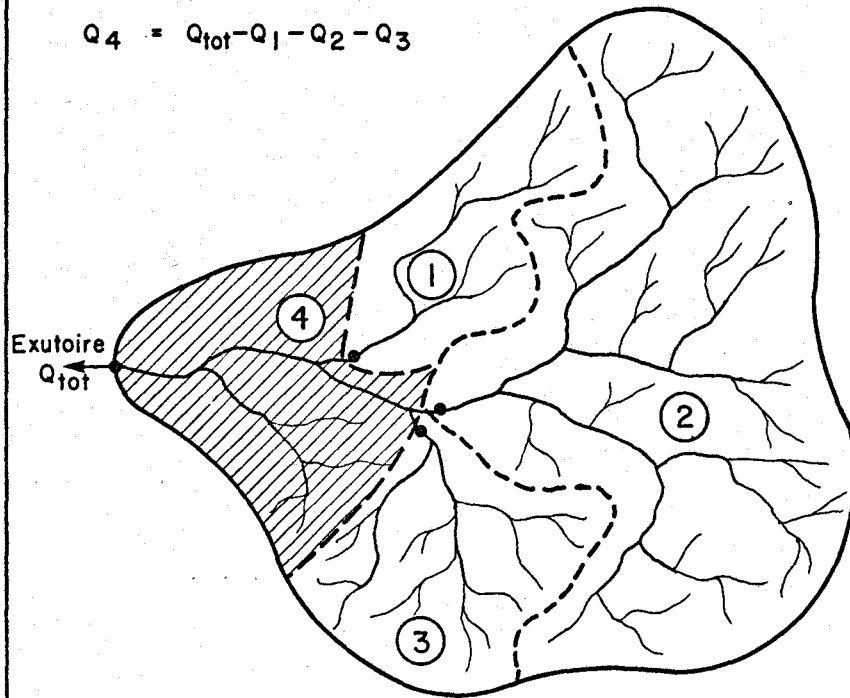
Nous avons tracé, à l'aide des valeurs * ponctuelles de l'écoulement interannuel, une carte représentant l'écoulement moyen pour tout le territoire étudié (figure 4-35). A partir de cette carte, nous avons calculé pour chaque grand bassin le gradient d'écoulement selon la formule (4-19). Ensuite, pour chaque région hydrologiquement homogène, nous avons déterminé le gradient moyen régional à partir d'une pondération sur les bassins considérés.

$$\nabla_{\text{rég}} = \frac{1}{A_{\text{rég}}} \sum_{j=1}^n \nabla_j \cdot A_j$$

* Le cas s'est présenté où un grand bassin et ses principaux sous-bassins sont jaugés (figure 4-32). Nous avons donc une répétition de l'information puisque les débits provenant des tributaires sont mesurés de nouveau sur le cours d'eau principal.

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 +$$

$$Q_4 = Q_{tot} - Q_1 - Q_2 - Q_3$$



- : Portion du grand bassin contribuant de façon indépendante à Q_{tot} mais sur lequel s'écoulent les débits Q_1, Q_2, Q_3 .
- : Limite d'un sous-bassin.
- : Station de mesure
- Q_i : Débit fourni par une portion de bassin indépendante.

Fig. 4-32. Débit fourni par une portion de territoire donné

Pour tracer une carte d'isoécoulement, il est préférable d'utiliser l'information nette, i.e. on ne doit utiliser les débits provenant d'une portion donnée de territoire qu'une seule fois. C'est pourquoi, nous avons soustrait des grands bassins la superficie et les débits des sous-bassins jaugés. Les portions de territoire 1, 2, 3 et 4 sont donc considérées de façon indépendante. Dans le tableau (4-37) les numéros marqués d'une astérisque correspondent à des portions résiduelles de grands bassins sur lesquels on a effectué ce calcul (telle la portion 4 dans la figure 4-32).

c) Coefficient de variation du débit annuel - (Cv)
(tableau 4-37)

$$Cv = \frac{1}{Q_{0j}} \cdot \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_{ij}^2} = \frac{\sigma_f}{Q_{0j}}$$

où f_{ij} représente de la déviation du débit annuel autour du module interannuel pour l'année i et le bassin j .

N: nombre d'années de données disponibles.

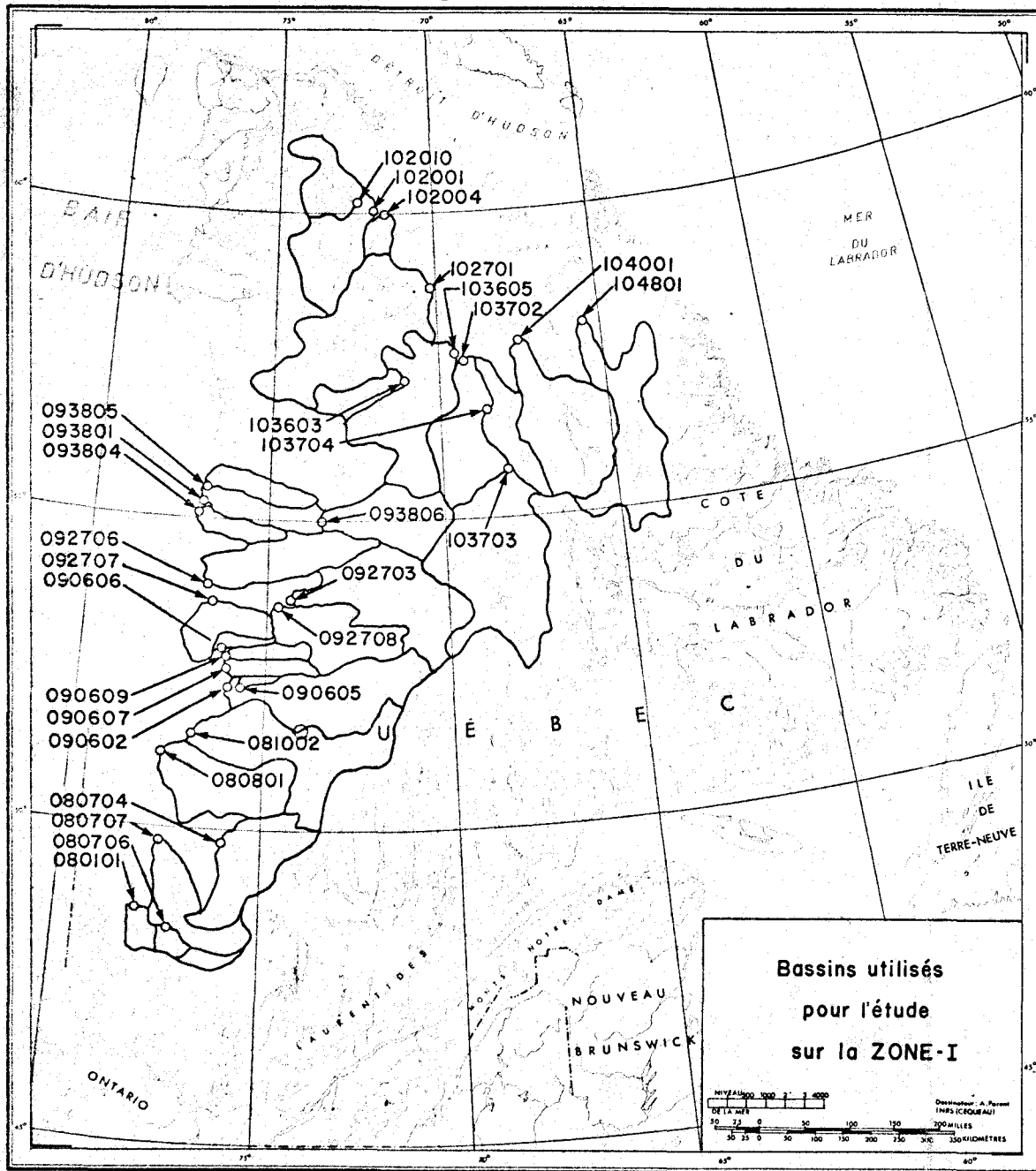


Fig. 4-34

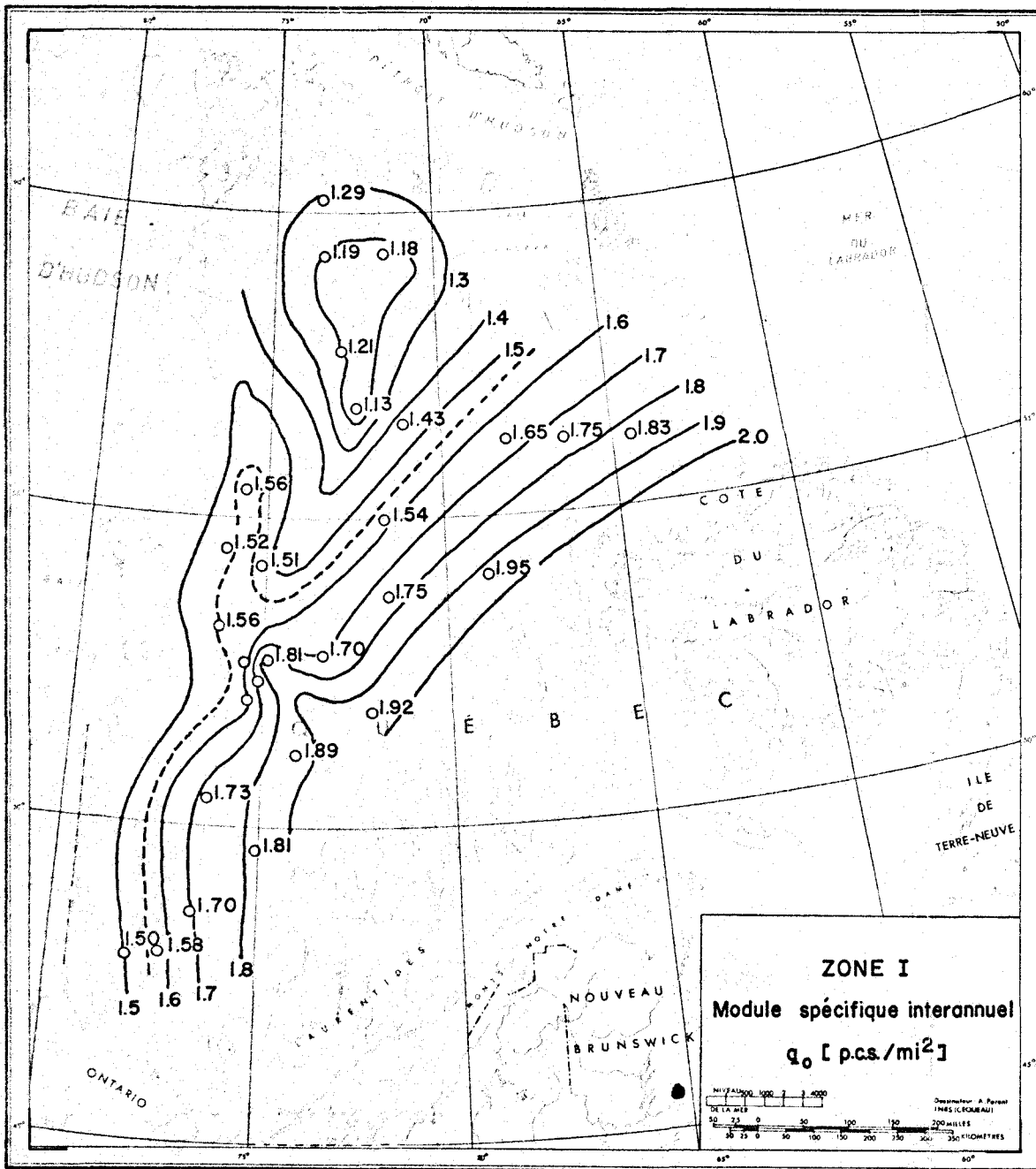


Fig. 4-35

La valeur du coefficient de variation a été utilisée pour régionaliser. Nous parlerons un peu plus loin de cette régionalisation.

d) Courbes régionales de l'écoulement annuel

$$q_f(\xi) = m_q(\xi) + f_f(\xi) ; f = 1, 2, 3, \dots, N$$

Pour une région donnée, le coefficient de variation est relativement homogène i.e. $\sigma_f = \text{cte.}$

Nous avons donc superposé à la fonction déterministique $m_q(\xi)$ un terme correspondant en pourcentage au coefficient régional de variation. Les figures 4-38 et 4-39 illustrent bien la variabilité dans le temps du débit annuel combiné à la variabilité spatiale. Sur ces figures, ξ est une coordonnée traversant chaque région et dont l'axe est celui du gradient d'écoulement.

e) Fonction régionale de corrélation

$$\rho_q(l) = 1 - \frac{l}{L_0} = 1 - al$$

No Station	A mi ²	Q ₀ pcs	q ₀ pcs/mi ²	σ _f pcs/mi ²	Cv []	▽ pcs/mi ² /mi	Années disponibles
080101	1430	2157	1.50	0.334	0.221	0.25	60-69
080704	7260	13150	1.81	0.27	0.149	0.217	62-69
080706	747	1187	1.59	0.359	0.226	0.259	60-69
080707	8370	14248	1.70	0.257	0.151	0.254	62-69
080801	6730	11673	1.73	0.398	0.229	0.237	62-69
081002	15700	29812	1.90	0.313	0.165	0.260	60-69
090602	11200	21541	1.92	0.377	0.196	0.241	61-69
090605	808	1234	1.53	0.450	0.295	0.376	62-68
090606	840	1313	1.56	0.320	0.205	0.345	61-69
090607	1210	2354	1.94	0.480	0.247	0.478	61-69
090609	1350	2175	1.61	0.428	0.265	0.271	61-69
092703	14900	26166	1.76	0.363	0.207	0.263	61-69
092706	6680	10134	1.52	0.194	0.128	0.152	62-68
092707	4200	6545	1.56	0.320	0.205	0.254	61-69
092708	6750	11477	1.70	0.277	0.164	0.328	61-69
093801*	3110	3679	1.18	0.310	0.261	0.139	63-69
093804	1590	2432	1.53	0.253	0.165	0.144	62-69
093805	2370	3712	1.57	0.276	0.176	0.146	63-69
093806	8320	12833	1.54	0.202	0.131	0.253	63-69
102001*	6470	7711	1.19	0.140	0.117	0.142	63-69
102004	1600	1892	1.18	0.158	0.133	0.138	63-69
102010	3930	5070	1.29	0.187	0.145	0.152	63-69
102701	16100	19524	1.21	0.163	0.135	0.258	63-69
103603	3130	3530	1.13	0.115	0.102	0.446	63-69
103605*	13470	19388	1.44	0.141	0.098	0.287	63-69
103702*	7620	13497	1.77	0.247	0.139	0.249	63-69
103703	19900	38873	1.95	0.324	0.166	0.253	63-69
103704	6280	10382	1.65	0.188	0.114	0.247	63-69
104001	11200	19572	1.75	0.235	0.134	0.245	63-69
104801	14900	27072	1.82	0.184	0.102	0.235	63-69

* (Données obtenues par soustraction d'un sous-bassin).

Tableau 4-37 : Caractéristiques hydrologiques utilisées dans la zone I (par bassin)

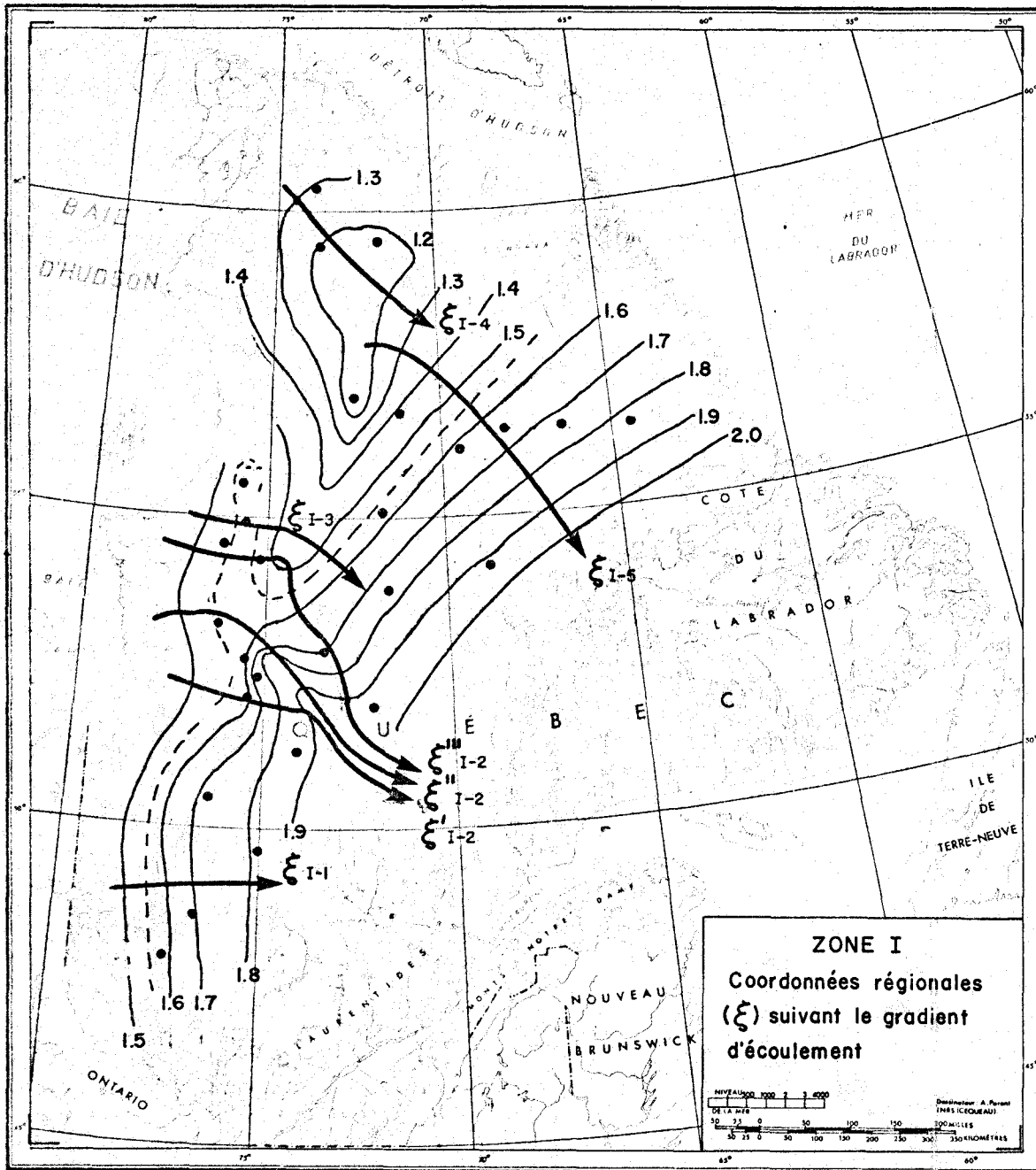


Fig. 4-38

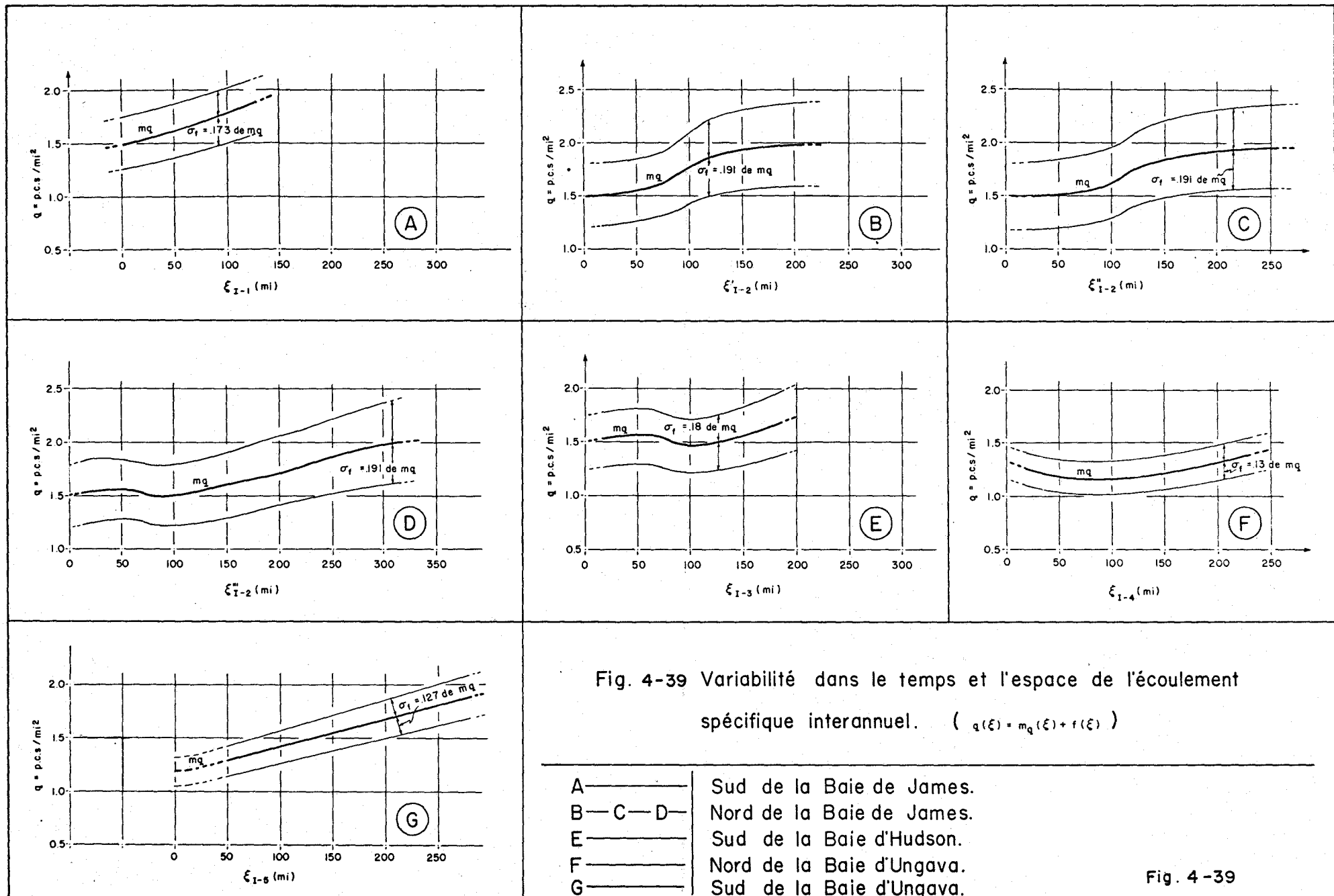
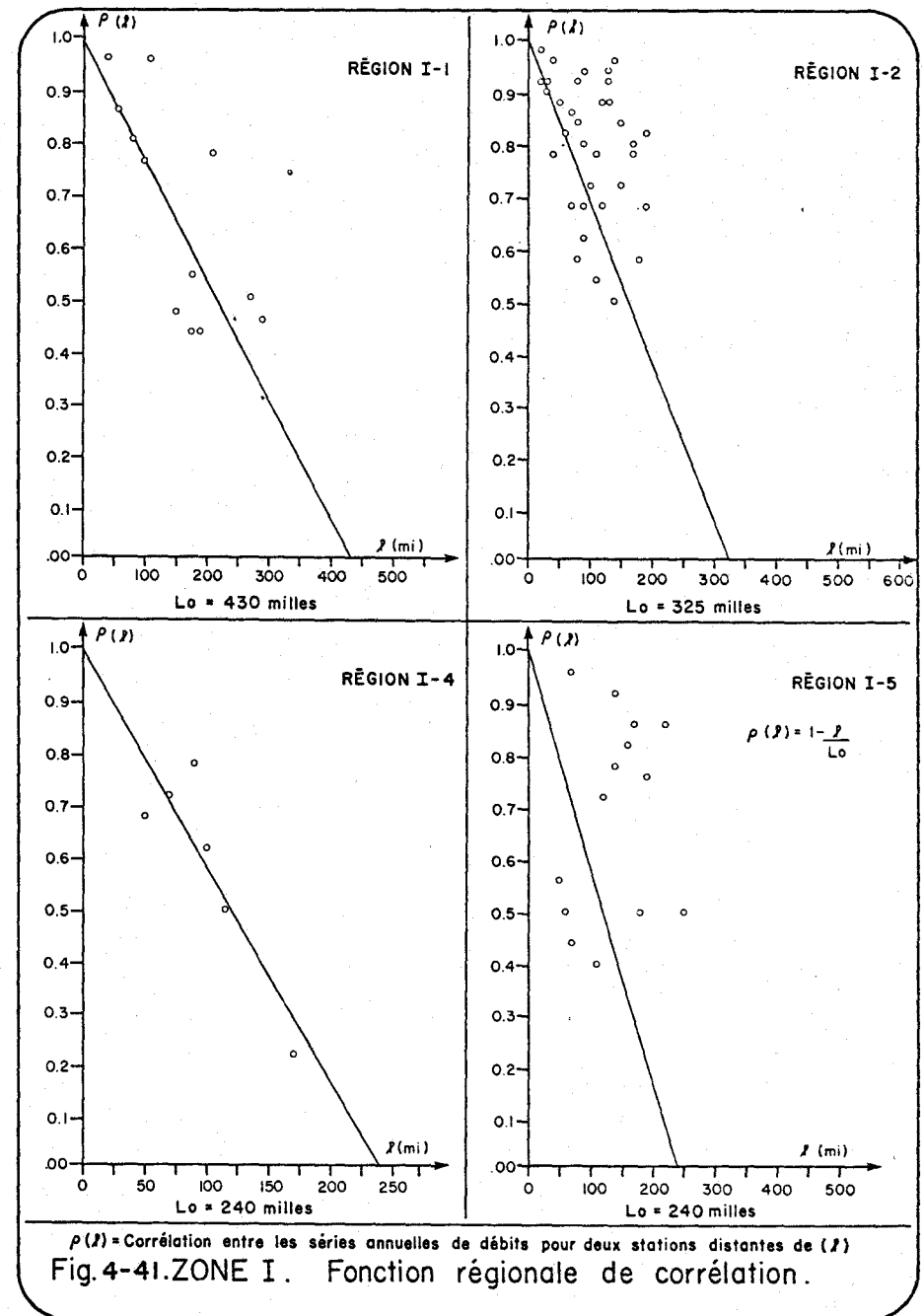


Fig. 4 - 39

Nous avons calculé le coefficient de corrélation pour toutes les combinaisons possibles de deux bassins dans la zone 1 (régions hydrographiques 08,09, 10). Nous avons ensuite introduit ces valeurs dans le processus de régionalisation. (La dispersion autour de la fonction linéaire de corrélation devant être faible pour chaque région). Nous avons donc tracé des courbes représentatives de chacune des régions. (figures 4-38 et 4-39).

Un calcul de corrélation sur des périodes assez courtes (7-10 ans) présente certains dangers d'imprécision que nous avons dû accepter. Cependant, si l'on considère sous son aspect dynamique la méthode utilisée, on peut reprendre le calcul des critères de rationalisation lorsque la période d'observation devient plus longue et améliore la validité de nos relations. Dans le but de diminuer les risques dans l'utilisation des courbes régionales de corrélation, nous avons pris la précaution d'être conservateurs dans le tracé. Ainsi, l'erreur d'interpolation réelle aura tendance à être plus faible que l'erreur évaluée à l'aide de la fonction régionale de corrélation.



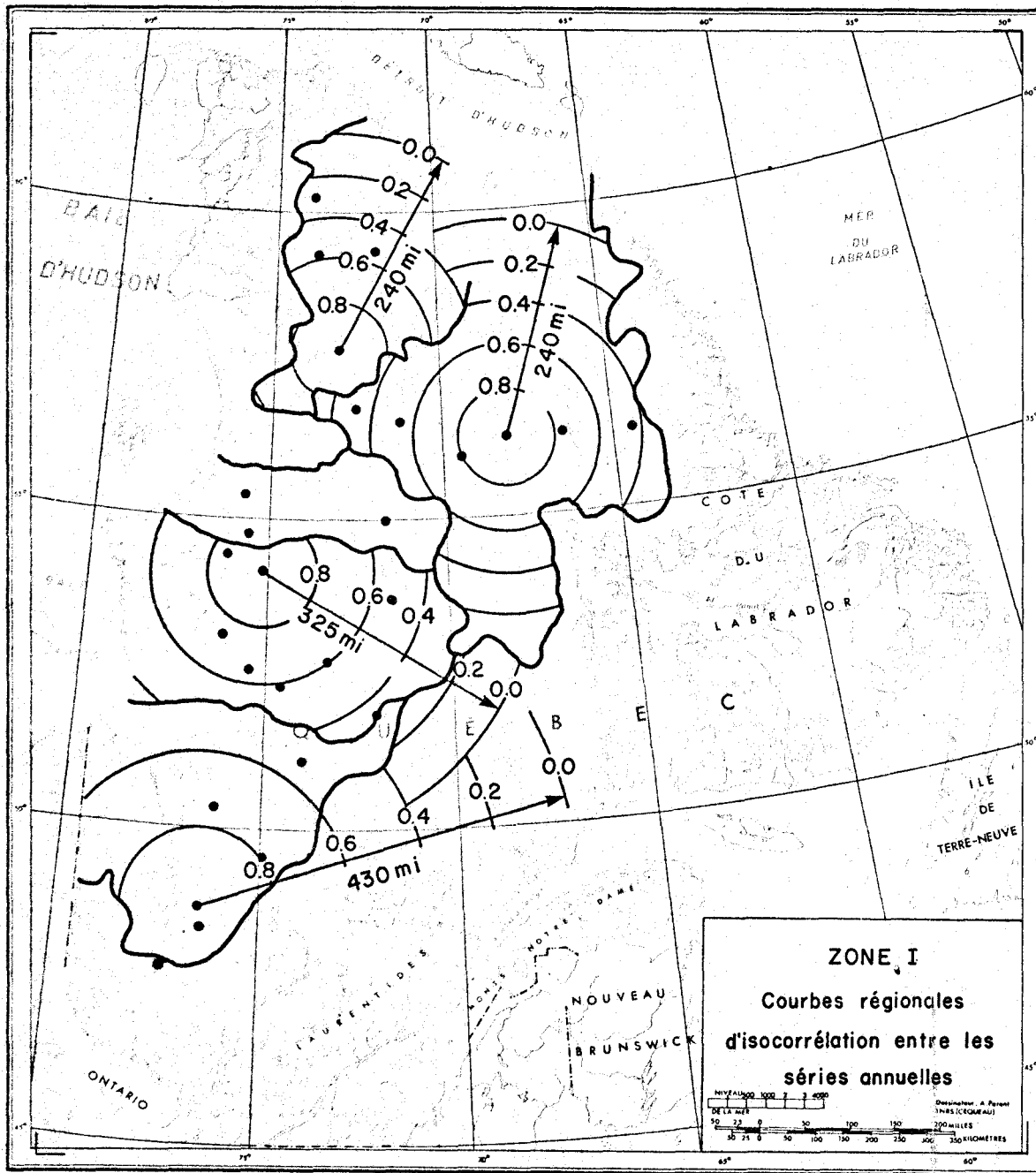


Fig. 4-42

4.2.2.2 Régionalisation

Le but de cette régionalisation est de définir dans la zone 1 des portions de territoire pour lesquelles on retrouve une homogénéité relative de certaines caractéristiques hydrologiques ou physiques. Le choix des caractéristiques à étudier dépend principalement du type d'information hydrologique auquel on est intéressé. Notre préoccupation principale, pour les régions nordiques, est de définir les patrons de variabilité spatiale de l'écoulement annuel et les conditions de variabilité dans le temps de cette variate.

Nous avons donc basé la régionalisation sur l'analyse des caractéristiques hydrologiques telles que:

- le coefficient de variation;
- les courbes régionales de corrélation;
- le gradient d'écoulement.

Nous avons considéré d'autres facteurs tels que le régime mensuel des débits, le couvert forestier et le type de végétation mais en y attachant moins d'importance.

a) Coefficient de variation

En se basant sur le coefficient de variation on définit trois régions principales: la première délimitée par les bassins coulant vers la Baie de James et la Baie d'Hudson, la seconde et la troisième délimitées respectivement par le nord et le sud de la Baie d'Ungava. La figure 4-45 montre que le coefficient de variation est assez uniforme pour la Baie d'Ungava puisqu'il se situe entre .10 et .17. Par contre, pour la Baie d'Hudson et la Baie de James, sa gamme de variation est un peu plus étendue: de .13 à .29.

b) Coefficient de corrélation

Le coefficient de corrélation entre les séries de débits annuels de deux bassins exprime le degré de synchronisme des écoulements. Suivant que la distance entre les bassins est plus ou moins grande, le coefficient de corrélation change selon un taux propre à chaque région. C'est pour cette raison que nous introduisons les courbes régionales de corrélation en fonction de la distance. Pour la zone 1, nous avons subdivisé le territoire en 4 régions (figure 4-42) qui se distinguent l'une de l'autre par la valeur de la distance théorique " L_0 " (où le

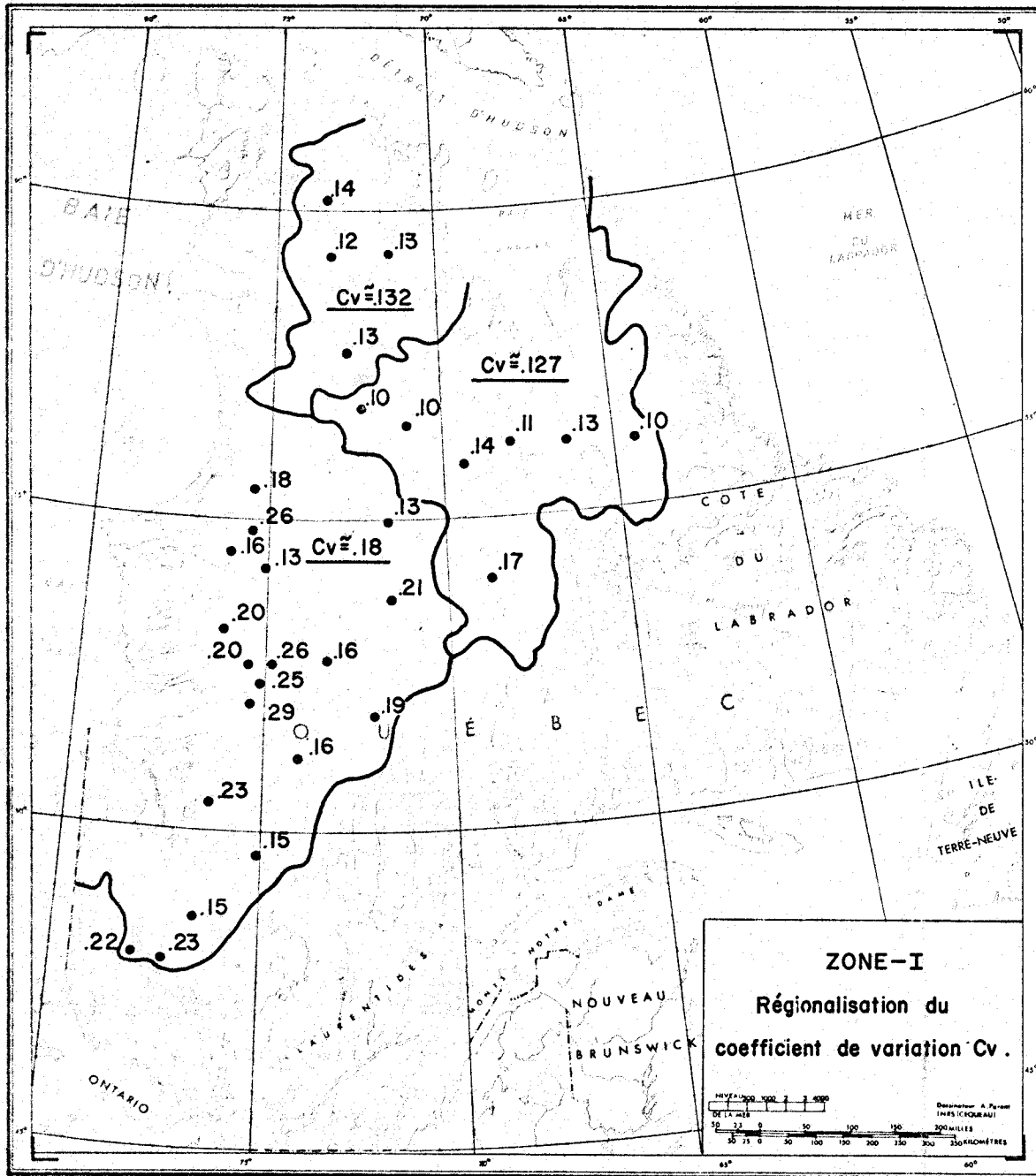


Fig. 4-45

coefficient de corrélation est à toute fin pratique, nul).

Sud de la Baie de James :	L_0	=	430 milles
Nord de la Baie de James :	L_0	=	325 milles
Nord de la Baie d'Ungava :	L_0	=	240 milles
Sud de la Baie d'Ungava :	L_0	=	240 milles

Dans le cas de la région du Sud de la Baie d'Ungava la tendance régionale est faiblement marquée. Nous utilisons alors comme valeur de " L_0 " celle correspondant au Nord de la Baie d'Ungava. Cette valeur est conservatrice puisque la valeur du coefficient de corrélation obtenue à partir de la courbe régionale est la plupart du temps inférieure à la valeur effective. On obtient ainsi une courbe enveloppe plutôt qu'une courbe représentative de la moyenne des points.

c) Le gradient d'écoulement

Le gradient d'écoulement n'apporte pas de nouvelle subdivision régionale car il est pratiquement uniforme sur tout le territoire du Nord excepté pour le Nord de la Baie d'Ungava et le Sud de la Baie d'Hudson où le gradient est légèrement inférieur

à celui que l'on trouve dans le reste de la zone. Pour les régions déjà définies en 4.2.2.2 a et b, le gradient prend les valeurs suivantes:

Sud de la Baie de James :	∇ rég	=	.00246 pcs/mi ² /mi
Nord de la Baie de James :	∇ rég	=	.00263 pcs/mi ² /mi
Sud de la Baie d'Hudson :	∇ rég	=	.00201 pcs/mi ² /mi
Nord de la Baie d'Ungava :	∇ rég	=	.00208 pcs/mi ² /mi
Sud de la Baie d'Ungava :	∇ rég	=	.00263 pcs/mi ² /mi

d) Régions utilisées dans l'étude (figure 4-48)

En plus des cinq régions énumérées dans la section précédente une région supplémentaire regroupe les bassins coulant vers le Nord de la Baie d'Hudson. Sur ces bassins, on ne dispose d'aucune donnée pouvant nous permettre de rationaliser. Dans le calcul des critères nous prenons donc, pour chacun des paramètres nécessaires, les valeurs correspondantes du Nord de la Baie d'Ungava. Nous choisissons ces valeurs en raison de la proximité géographique des deux régions et de la similitude de la position (latitude) vers le nord.

4.2.2.3 Calcul des critères

Pour chacune des régions définies au chapitre précédent,

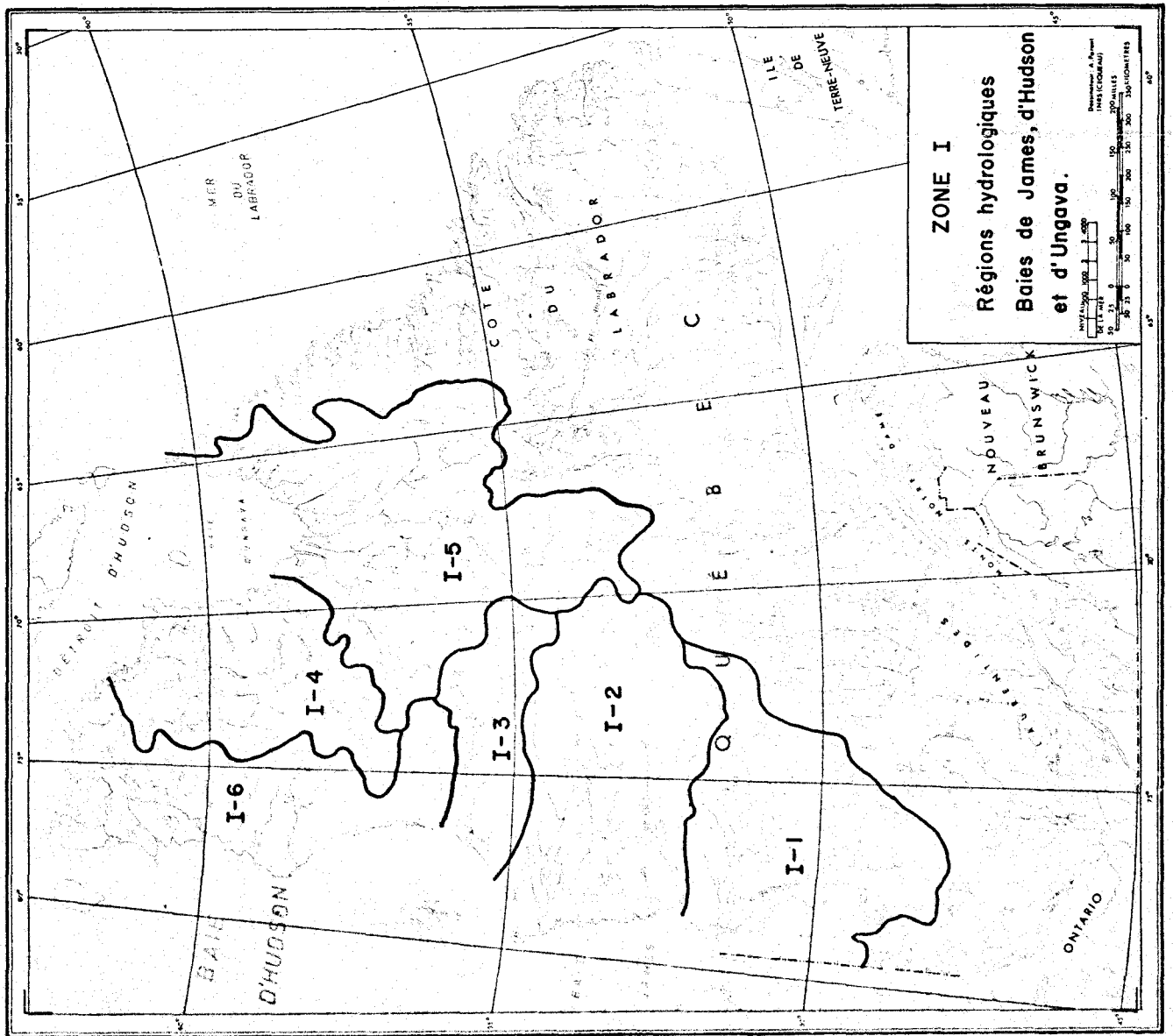


Fig. 4-48

nous avons mis en graphique (figure 4-51) les relations donnant A_V et A_{cor} (établies en 4.2.1.2).

a) Superficie minimum représentative: A_{min}

Pour le nord du Québec, nous ne disposons pas de données hydrologiques sur les petits bassins (le plus petit utilisé dans l'étude a 747 milles carrés). Il est donc impossible de connaître, même approximativement, l'ordre de grandeur du critère A_{min} . Pour établir cette valeur pour les différentes régions de la zone 1, nous nous référons aux études menées par Karazev (1968) et Voskresenskiy (1962) sur les bassins du nord de l'URSS. Les critères utilisés lors de cette étude sont appliqués intégralement dans les différentes régions climatiques du nord classées en deux catégories distinctes: la forêt et la toundra.

- Forêt : $A_{min} = 500 \text{ km}^2$ ou 200 mi^2
- Toundra : $A_{min} = 200 \text{ km}^2$ ou 80 mi^2

b) Critère de variabilité dans l'espace: A_V

On sait déjà que

$$A_{op} \geq A_V = k_1^2 \cdot \frac{2\sigma_{oq} \cdot q_0^2 \text{ rég}}{\nabla_{\text{rég}}^2}$$

et que $\pm k_1 \cdot \sqrt{2} e_0$ représente l'intervalle de confiance que Δq dépasse l'erreur d'échantillonnage à deux stations consécutives, donc

$$k_1 = \frac{\nabla_{\text{rég}}}{\sigma_{oq} \cdot q_0 \text{ rég}} \sqrt{\frac{A}{2}}$$

Nous avons mis en graphique k_1 en fonction de la superficie de l'unité de bassin pouvant être jaugé. À partir de ces graphiques (4-51), on peut évaluer, pour une densité donnée de stations (représentée par la superficie de base), l'intervalle de confiance "β" suivant les valeurs de k_1 .

c) Critère de corrélation: A_{cor}

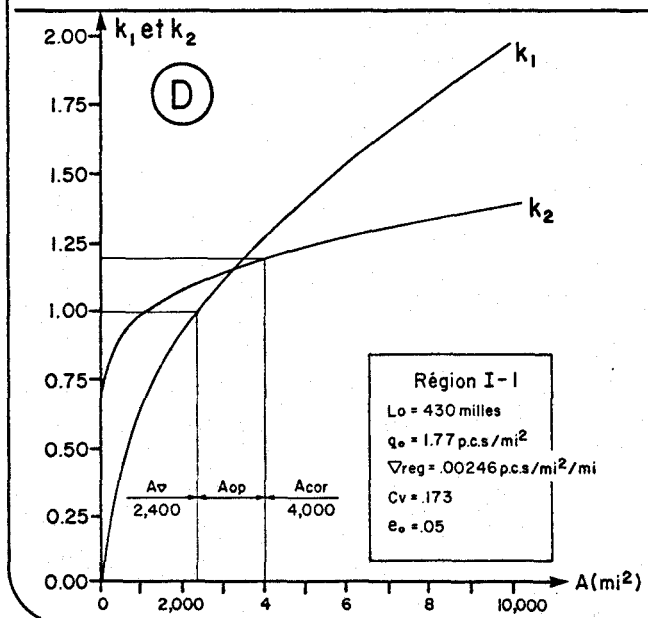
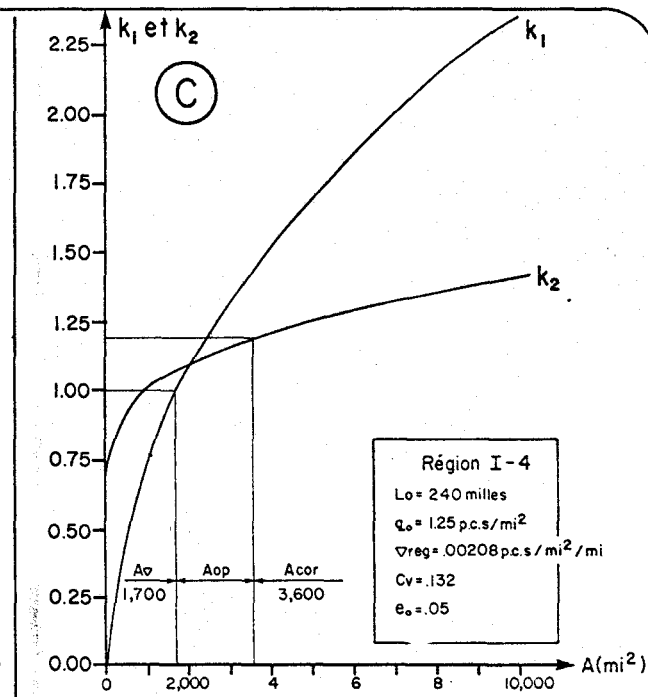
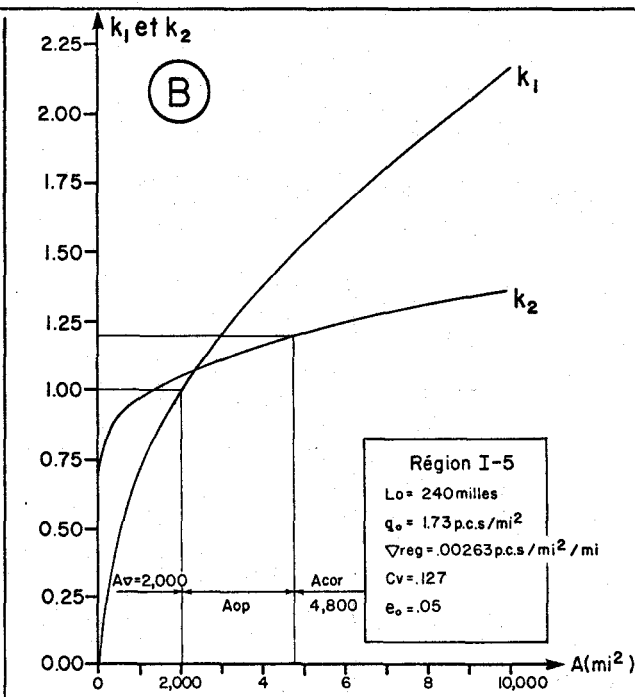
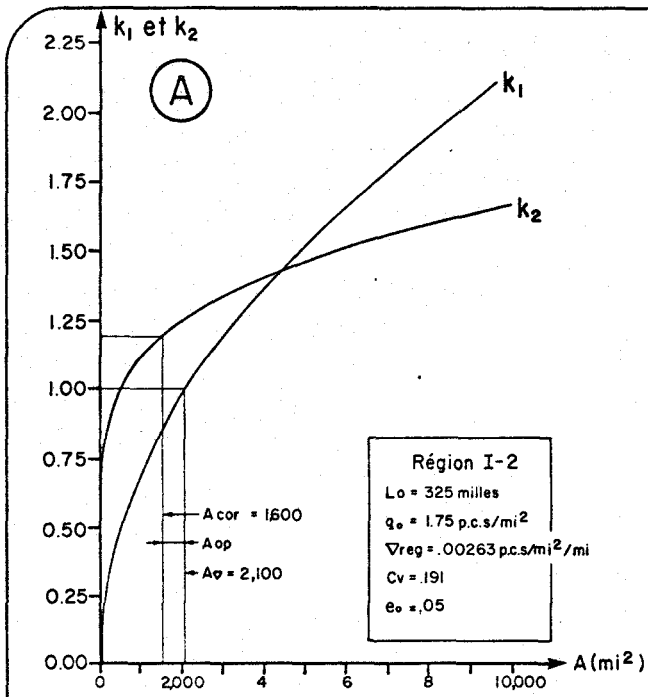
On sait que

$$A_{op} \leq A_{cor} = \frac{(2k_2^2 - 1)^2 \cdot e_0^4}{a^2 \cdot C_V}$$

et que $k_2 \cdot e_0$ représente le maximum d'erreur permise dans l'interpolation linéaire de débits sur une base annuelle, donc

$$k_2 = \sqrt{\frac{1}{2} \left(1 + \frac{a C_V^2}{e_0^2} \cdot \sqrt{A} \right)}$$

NOTE: Dans tous nos calculs l'erreur "e₀" est prise égale à .05. En effet, on reconnaît en pratique que la mesure

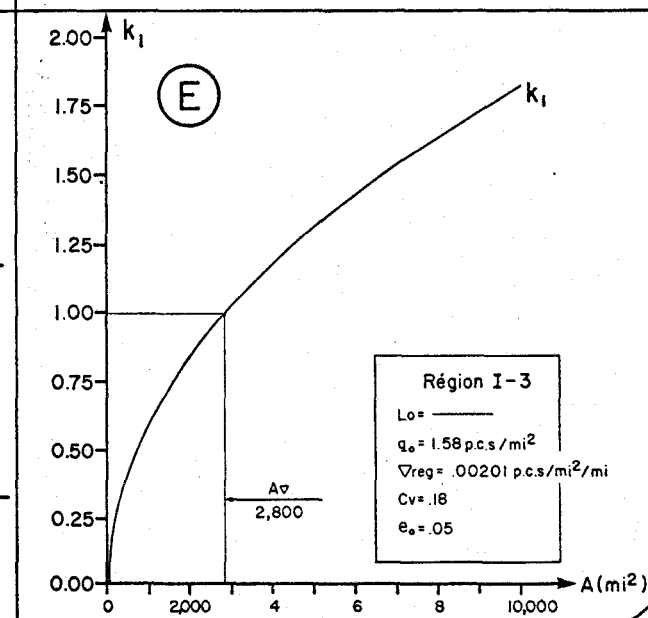


A : Nord de la Baie de James
 B : Sud de la Baie d'Ungava
 C : Nord de la Baie d'Ungava
 D : Sud de la Baie de James
 E : Sud de la Baie d'Hudson

$$k_1 = \frac{\nabla_{reg}}{e_0 \cdot q_0 \cdot reg} \cdot \sqrt{\frac{A}{2}}$$

$$k_2 = \sqrt{\frac{1}{2} \left(1 + \frac{q_0 \cdot C_v^2 \cdot \sqrt{A}}{e_0^2} \right)}$$

Fig.4-51. Fonctions régionales des critères de rationalisation. (A_{∇} , A_{cor})



du débit annuel est faite avec une erreur dont l'écart-type e_0 se situe autour de la valeur .05.

Nous avons mis en graphique la valeur du coefficient k_2 en fonction de la superficie de l'unité de bassin pouvant être jaugé. A partir de ces graphiques (figure 4-51), et pour une densité donnée de stations, on peut évaluer l'erreur que l'on risque de commettre en interpolant les débits.

4.2.3 Conclusion

4.2.3.1 Stations représentatives (réseau optimum)

Pour une région donnée, l'unité de base de bassin correspondant au réseau optimum devra avoir une superficie aussi près que possible de la gamme optimum déterminée par la valeur de critères A_v et A_{cor} . Cependant, ces bassins pourront avoir une superficie inférieure à cette gamme à condition qu'elle reste supérieure à A_{min} . On sait que cette dernière valeur détermine la limite de représentativité régionale d'un bassin.

$$A_{min} < A_v < A_{op} < A_{cor}$$

Etant donné le principal objectif de ce type de réseau qui est de préciser les patrons de variabilité spatiale de l'écoulement annuel, les stations devront être localisées de façon à ce que les centres des bassins correspondants soient répartis uniformément sur le territoire.

Au sein d'une région hydrologique, le nombre de bassins à jauger du réseau optimum sera égal à la simple division de la superficie totale de la région par la superficie optimum.

Nous choisissons comme valeur de la superficie optimum la plus grande des deux superficies A_v et A_{cor} . Dans la plupart des cas, la superficie optimum est égale à A_{cor} . Ainsi, nous satisfaisons aux impératifs de précision d'interpolation sur les débits annuels spécifiques. De plus, les valeurs d'écoulement moyen interannuel d'une station à l'autre sont significativement différentes avec un intervalle de confiance " β " plus grand que celui désiré et exprimé par le critère A_v .

Pour chacune des régions de la zone 1, nous avons établi des courbes régionales (figure 4-51) définissant

la valeur de la précision $k_2 \cdot e_0$ et l'intervalle de confiance $k_1 \cdot e_0$ en fonction d'une densité quelconque de station. Pour concrétiser la rationalisation, il faut alors choisir un objectif à atteindre pour chacun des critères. Nous avons choisi d'élaborer deux hypothèses de rationalisation définies comme suit:

1ère hypothèse (recommandée)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{int}} &< k_2 \cdot e_0 && \text{pour } k_2 = 1.2 \\ &< 6 \% && \\ - \Delta q &\geq k_1 \cdot \sigma_{\Delta q} && \\ \beta &= 68 \% && \text{pour } k_1 = 1.0 \end{aligned}$$

cette hypothèse est illustrée à la figure (4-51).

2ème hypothèse (faible)

$$\begin{aligned} - \sigma_{\text{int}} &< 7 \% && \text{pour } k_2 = 1.4 \\ - \beta &= 80 \% && \text{pour } k_1 = 1.3 \end{aligned}$$

La première hypothèse suppose une erreur d'interpolation égale à 6%. C'est à notre avis l'objectif final que devra atteindre le réseau de stations hydrométriques du Nord. Cependant, en première étape, on pourra commencer à établir le réseau selon la deuxième hypothèse qui suppose une erreur d'interpolation de 7%. Les bassins choisis selon les critères de l'hypothèse

faible (deuxième hypothèse) devront alors satisfaire les dimensions de bassins optimums de l'hypothèse recommandée (première hypothèse). Les tableaux (4-59) et (4-60) exposent les valeurs des critères de rationalisation selon chacune des deux hypothèses ainsi que le nombre de stations à établir pour chaque situation.

Exemple d'application (région 1-5)

Pour la région 1-5 qui comprend les rivières du Sud de la Baie d'Ungava à partir de la Rivière Koksoak nous devons établir environ 9 stations optimums selon les critères de densité de l'hypothèse faible et 19 selon les critères de l'hypothèse recommandée. La dimension des bassins optimums choisis devra se situer dans les deux cas entre les limites de l'hypothèse recommandée

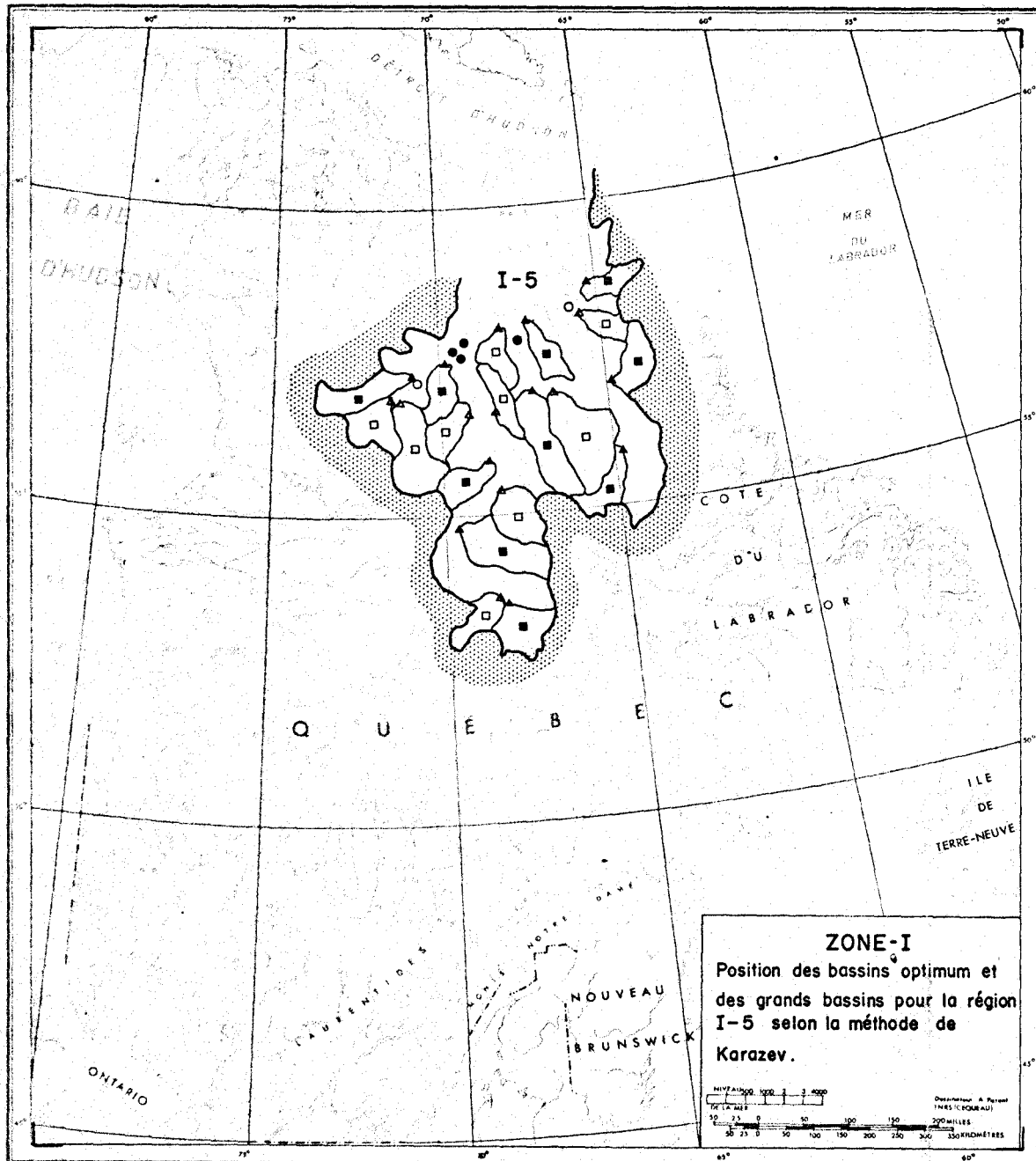
$$n_{\text{op}} \text{ faible} = \frac{92,000}{10,300} = 9$$

Ainsi,

$$n_{\text{op}} \text{ recommandé} = \frac{92,000}{4,800} = 19$$

$$80 \text{ mi}^2 \leq 2000 \text{ mi}^2 \leq A_{\text{op}} \leq 4800 \text{ mi}^2$$

Sur la figure (4-56) nous illustrons un exemple de choix de bassins optimums. On remarquera sur cette illustration l'uniformité relative dans la répartition géographique.



LEGENDE

- = Position éventuelle d'une station sur un grand bassin satisfaisant l'hypothèse faible.
- + ○ = Position éventuelle d'une station sur un grand bassin satisfaisant l'hypothèse recommandée.
- ▲ = Position éventuelle d'une station correspondant à la densité optimum faible.
- ▲ + ▲ = Position éventuelle d'une station correspondant à la densité optimum recommandée.
- = Position du centre d'un bassin correspondant à la densité optimum faible.
- + □ = Position du centre d'un bassin correspondant à la densité optimum recommandée.
- = Limite de la région I-5
- = Limite de chaque bassin optimum

Fig. 4-56

4.2.3.2 Stations sur grands bassins

En prévision de développements hydroélectriques futurs, on devra installer des stations sur tous les grands bassins d'un ordre supérieur à l'ordre moyen des bassins ayant A_{op} . Peu d'études ayant été effectuées sur l'ordre des cours d'eau de la zone nordique, nous choisirons en pratique les bassins ayant une fois et demie ou plus la dimension A_{op} correspondant à l'hypothèse recommandée de la section précédente.

4.2.3.3 Stations sur petits bassins

Dans chaque région hydrologique, on devra établir un certain nombre de stations sur de petits bassins. Ce nombre variera autour de 15% du total des stations sur les bassins optimums et les grands bassins. Il pourra être plus grand si nécessaire.

La fonction principale de ce type de station sera de préciser les différents types de conditions de formation de l'écoulement au sein d'une région. On arrivera ainsi à préciser les influences locales. De plus, ce type de station nous sera d'une grande utilité dans la définition exacte de A_{min} qui exprime la superficie minimum représentative.

La superficie moyenne des bassins de ce type devra être environ A_{min} suggérée pour chacune des régions. Cependant, on essaiera de répartir les superficies autour de cette valeur (plus ou moins 50%)

On localisera enfin chacun de ces bassins sur un bassin plus grand déjà mesuré par le réseau optimum. Ce bassin optimum devra lui-même être un bassin repère défini à la section 4.2.3.4.

Pour la région 1-5, par exemple, on établira deux stations de ce type selon l'hypothèse faible et trois selon l'objectif recommandé. La dimension moyenne des bassins sera de 80 milles carrés mais pourra varier de 40 à 120 milles carrés.

4.2.3.4 Durée d'observation (Stations repères)

La durée d'observation recommandée pour le réseau représentatif optimum repose sur un certain nombre d'imperatifs dont les principaux sont les suivants:

- obtenir des données sur tous les bassins représentatifs pour une période commune d'au moins dix ans en première étape;

Caractéristiques	Régions hydrologiques					
	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-6
1. Superficie de la région (mi ²)	67,700	68,500	22,700	43,900	92,000	43,500
2. Module interannuel spécifique: q ₀ (pcs/mi ²)	1.77	1.75	1.58	1.25	1.73	-
3. Gradient moyen régional de l'é- coulement: $\nabla_{\text{rég}}$ (pcs/mi ² /mi)	.00246	.00263	.00201	.00208	.00263	-
4. Coefficient de variation: Cv	.173	.191	.18	.132	.127	-
5. Paramètre L ₀ de la fonction de corrélation (mi)	430	325	-	240	240	-
6. Critères de rationalisation -						
a) Superficie minimum repré- sentative A _{min} (mi ²)	200	80	80	80	80	80
b) Variabilité dans l'espace: A _v (mi ²)						
i) k ₁ = 1.0 β = 68%	2,400	2,100	2,800	1,700	2,000	-
ii) k ₁ = 1.30 β = 80%	4,400	3,800	5,200	3,200	3,600	-
c) Variabilité dans le temps: A _{corr} (mi ²)						
i) k ₂ = 1.2 σ _{0 int} = 6%	4,000	1,600	-	3,600	4,800	-
ii) k ₂ = 1.4 σ _{0 int} = 7%	11,000	4,000	-	10,000	10,300	-
d) Superficie optimum: A _{opt} (mi ²)						
i) hypothèse recommandée	4,000	2,100	2,800	3,600	4,800	3,600
ii) hypothèse faible	11,000	4,000	5,200	10,000	10,300	10,000

TABLEAU: 4.59 ZONE I - CARACTERISTIQUES REGIONALES ET VALEURS DES CRITERES

4.59

	Régions hydrologiques						Total zone I
	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-6	
1. Optimum: n _{op}							
i) recommandé	17	33	8	12	19	12	101
ii) faible	6	17	5	5	10	5	48
2. Sur grands bassins: n _{ad}							
i) optimum recommandé	5	8	3	2	6	1	25
ii) optimum faible	2	3	11	0	4	0	10
3. Optimum + grands bassins							
i) recommandé	22	41	11	14	25	13	126
ii) faible	8	20	6	5	14	5	58
4. +15% sur petits bassins							
i) recommandé	3	6	2	2	3	2	18
ii) faible	2	3	1	1	2	1	10
5. Total des stations: n _{rég} *							
i) recommandé	25	47	13	16	28	15	144
ii) faible	10	23	7	6	16	6	68

$$* n_{\text{rég}} = 1.15 (n_{\text{op}} + n_{\text{ad}})$$

TABLEAU: 4.60 ZONE I - NOMBRE DE STATIONS PAR CATEGORIE ET PAR REGION

4.60

- préciser les fonctions régionales de corrélation ($\rho = 1 - \alpha x$) avec un niveau de confiance suffisant;
- calculer les modules interannuels avec une précision de 5%; ce calcul est étroitement lié à la valeur du coefficient de variation du débit annuel et à la durée d'observation.

Etant donné l'aspect dynamique de la méthode utilisée, une période d'observation de base de dix ans pour le réseau représentatif nous permettra de réévaluer les recommandations incluses dans ce rapport et préciser les patrons de variabilité spatiale là où le besoin se fera sentir.

Parmi les stations représentatives optimums, on choisira un certain nombre de stations repères, de préférence deux ou trois par région hydrologique, dont la fonction principale sera de servir de témoin de la variabilité à très long terme des régimes hydrologiques. Ces stations seront donc opérées indéfiniment et devront être localisées sur des bassins qui ont peu de chance d'être influencés éventuellement.

On essaiera, si possible, de situer ces stations repères sur des bassins optimums qui sont déjà jaugés par

des stations existantes. On gagnera ainsi un certain nombre d'années dans l'évaluation des tendances à long terme des régimes hydrologiques.

4.2.3.5 Cas spéciaux

Dans le cas où un développement hydroélectrique majeur est prévu (Baie de James) qui influencera de façon permanente le régime des cours d'eau impliqués, on localisera les bassins représentatifs en un endroit où le régime restera à son état naturel. Tel qu'exposé au chapitre 3 on verra, de plus, à prévoir des stations d'exploitation dans le but de reconstituer les débits naturels et assurer ainsi une meilleure gestion des ouvrages.

4.3 RATIONALISATION DES ZONES 2 ET 3

La zone 2 est caractérisée par la présence de nombreux réservoirs et usines hydroélectriques sur ses principaux cours d'eau. Les caractéristiques de l'écoulement requises dans cette zone concernent principalement la distribution de fréquence des débits.

La zone 3 englobe tous les centres urbains du Québec et les caractéristiques des extrêmes de débits (crues et étiages) sont les plus importantes à connaître pour la satisfaction des besoins et la solution des nombreux problèmes reliés à l'usage de l'eau. On a vu précédemment que les débits de crue moyen devraient être connus sur les bassins ayant une superficie supérieure à 100 milles carrés avec une précision de l'ordre de 20% tandis que les étiages devraient être déterminés sur les bassins compris entre 10 et 500 milles carrés avec une précision de l'ordre de 15%.

En plus de satisfaire ces besoins régionaux, nous devons établir la densité de stations représentatives nécessaire par la connaissance générale de la ressource. A l'instar de la zone 1, la méthode de Karazev peut servir à cette fin.

Le but de cette section est de mettre en évidence l'aspect fondamental de la rationalisation, c'est-à-dire, la précision que l'on peut obtenir en appliquant différentes méthodes de transposition spatiale des variates hydrologiques. Nous avons utilisé les méthodes suivantes:

- Cartographie;
- Régressions multiples;
- Méthode de Dalrymple;
- Courbes régionales d'emménagement;
- Modèles.

4.3.1 La cartographie

La cartographie des variates hydrologiques permet de visualiser rapidement leur variabilité spatiale et les principaux facteurs du relief influençant cette variabilité. Les cartes permettent aussi d'établir les zones où les caractéristiques de l'écoulement sont les plus variables et nécessitent une densité de stations plus élevée. Une fois le patron de variabilité établi, la carte peut servir à déterminer la valeur de la variate aux sites non-jaugés.

Les valeurs utilisées dans la cartographie doivent être représentatives du régime hydrologique de la région étudiée. A l'instar de la méthode de Karazev, la taille des bassins à utiliser doit être assez grande de manière à ce que les facteurs locaux (azonaux) ne masquent pas la variabilité géographique de la variate étudiée, et ne doit pas dépasser une taille ma-

ximum. La carte peut donc être utilisée pour des bassins respectant ces normes.

4.3.1.1 Choix des variates et des stations hydrométriques

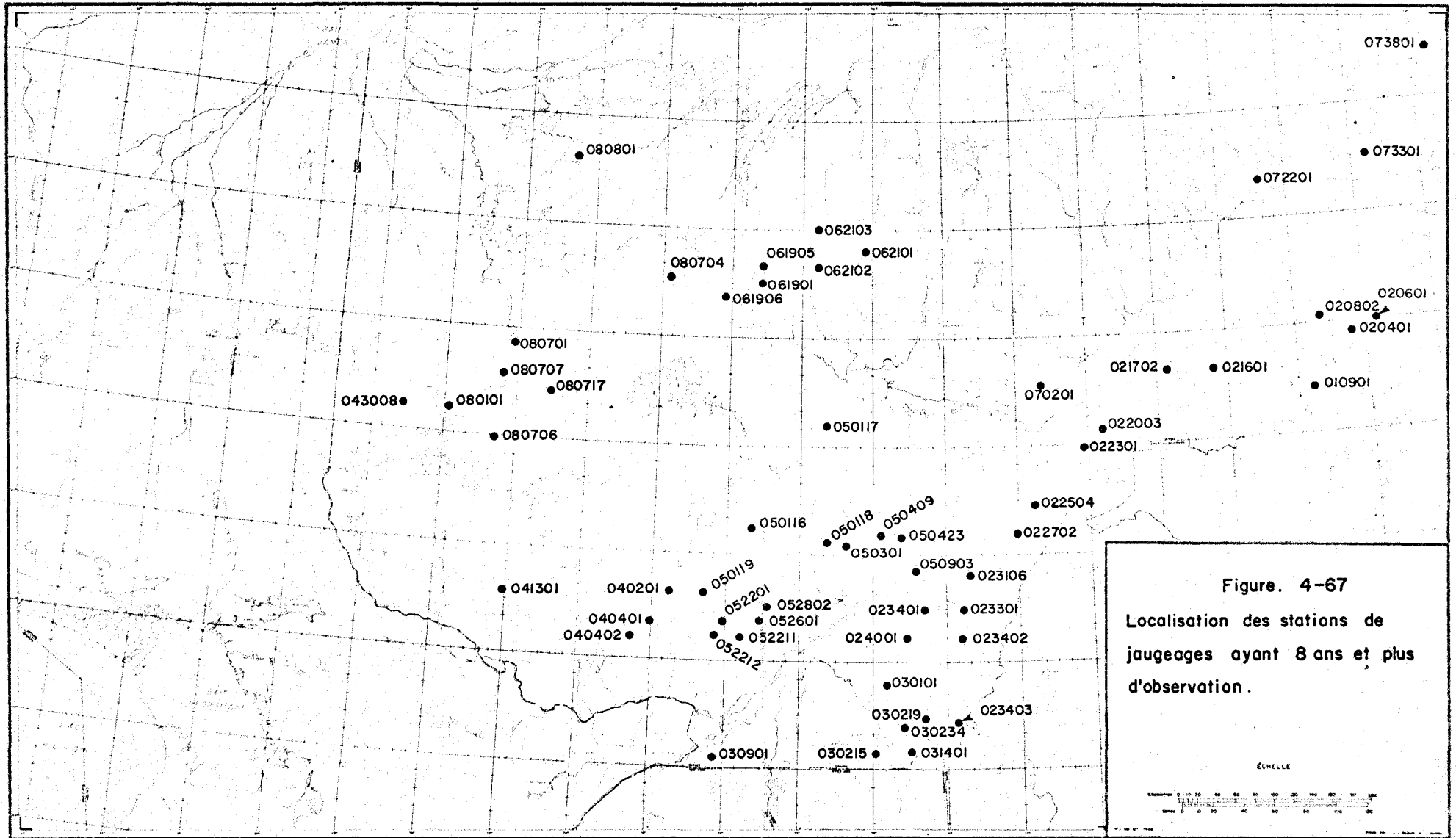
Nous avons choisi de cartographier des variates caractérisant les distributions de fréquence des modules annuels, des crues et des étiages soit:

- La moyenne et le coefficient de variation des modules annuels ;
- La moyenne, le coefficient de variation et l'écart-type de la série annuelle des débits journaliers maximums ;
- La moyenne, le coefficient de variation et l'écart-type de la série annuelle des débits moyens minimums de sept jours consécutifs.

Les variates caractérisant les extrêmes des débits ne sont requises, en pratique, que dans la zone 3. Cependant, pour bien définir les patrons de variabilité, il peut être utile de connaître les tendances dans les zones adjacentes. Nous utilisons donc dans la cartographie des extrêmes les stations situées dans la zone 2 et celles faisant partie du bassin versant de la Baie de James (zone 1).

Les variates mentionnées ci-haut ont été calculées pour les 29 stations de régime naturel ou influencé journalièrement possédant trente ans d'observations concomitantes (1940-69).

Les stations sont distribuées dans les régions hydrographiques 02,03,04,05 et 08; les régions 01,06 et 07 n'étant pas représentées. Dans le but d'obtenir une meilleure illustration de la variabilité géographique, la valeur des variates a été établie pour 58 stations possédant des observations durant la période commune de 1962-69. Bien que l'erreur relative sur l'estimé des variates, en utilisant la période de 8 ans, soit environ deux fois plus grande que celle obtenue à partir de la période de trente ans (voir section 4.1.1), la précision obtenue sur les valeurs moyennes de la période de 8 ans est suffisante pour établir le patron de variation géographique. Par contre, l'erreur relative sur le coefficient de variation et sur l'écart-type sont supérieures à 25% dans tous les cas et il devient impossible d'établir nettement leur patron de variation géographique. Nous trouvons en appendice A3 les valeurs de variates étudiées pour chacune des stations et pour les deux périodes utilisées.



Teintes Hypsométriques

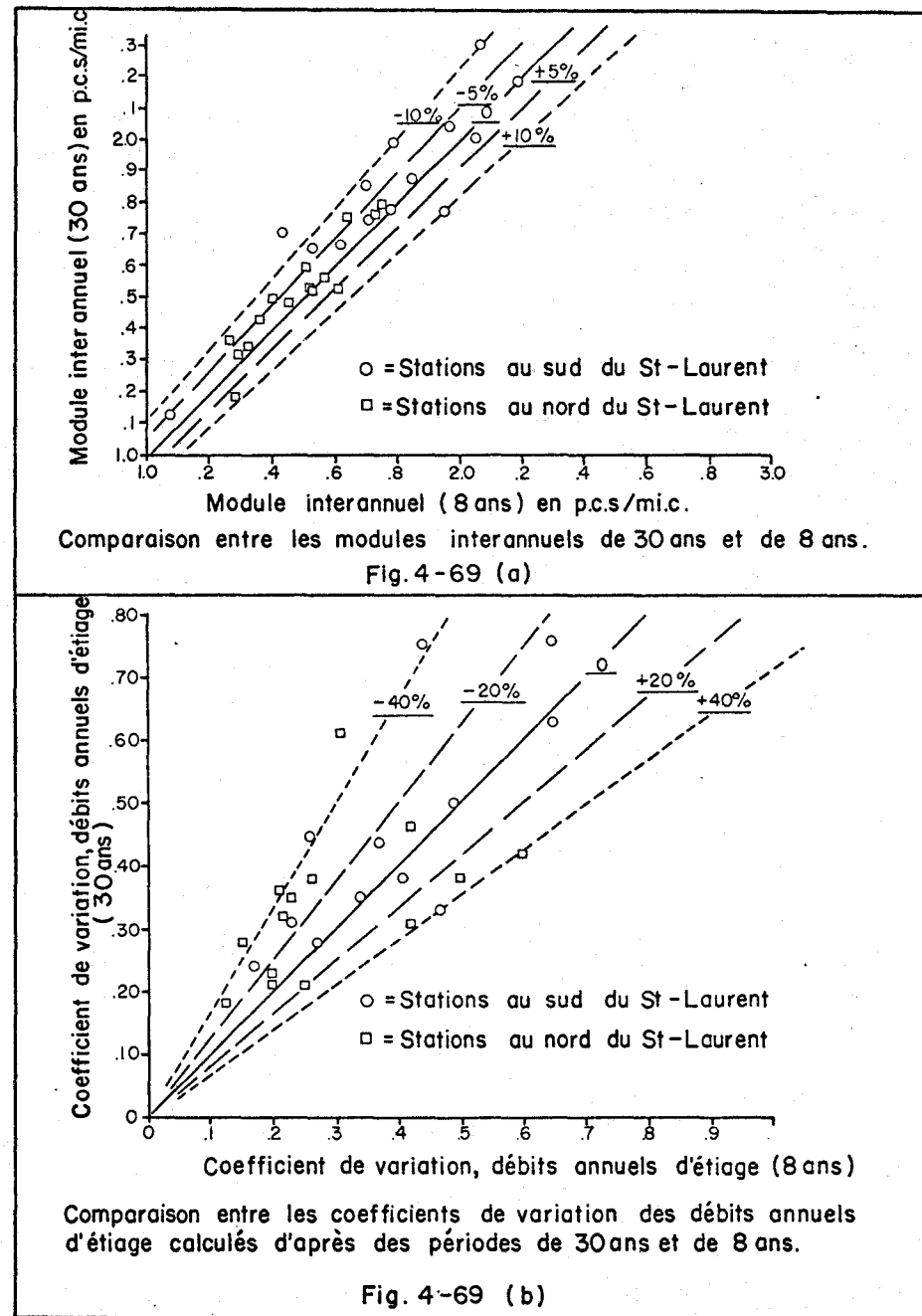
4.3.1.2 Comparaison des valeurs obtenues sur les deux périodes d'observation

Dans le but de vérifier si la période de 8 ans (1962-69) est suffisamment représentative de celle de trente ans (1940-69), nous avons étudié les écarts relatifs entre ces deux périodes en utilisant comme valeurs de référence celles calculées d'après la plus longue série d'observation.

Les écarts observés entre les modules interannuels des deux périodes (figure 4-69 a) varient de +10 à -10% dans la majorité des cas. De plus, pour 82% des stations, le module interannuel a été inférieur durant la courte période d'observation. Dans les régions au nord du fleuve Saint-Laurent, les écarts entre les deux périodes sont assez consistants: ils sont de l'ordre de 5% pour la majorité des stations.

Par contre dans les régions hydrographiques 02 et 03, la distribution spatiale des écarts est beaucoup plus erratique.

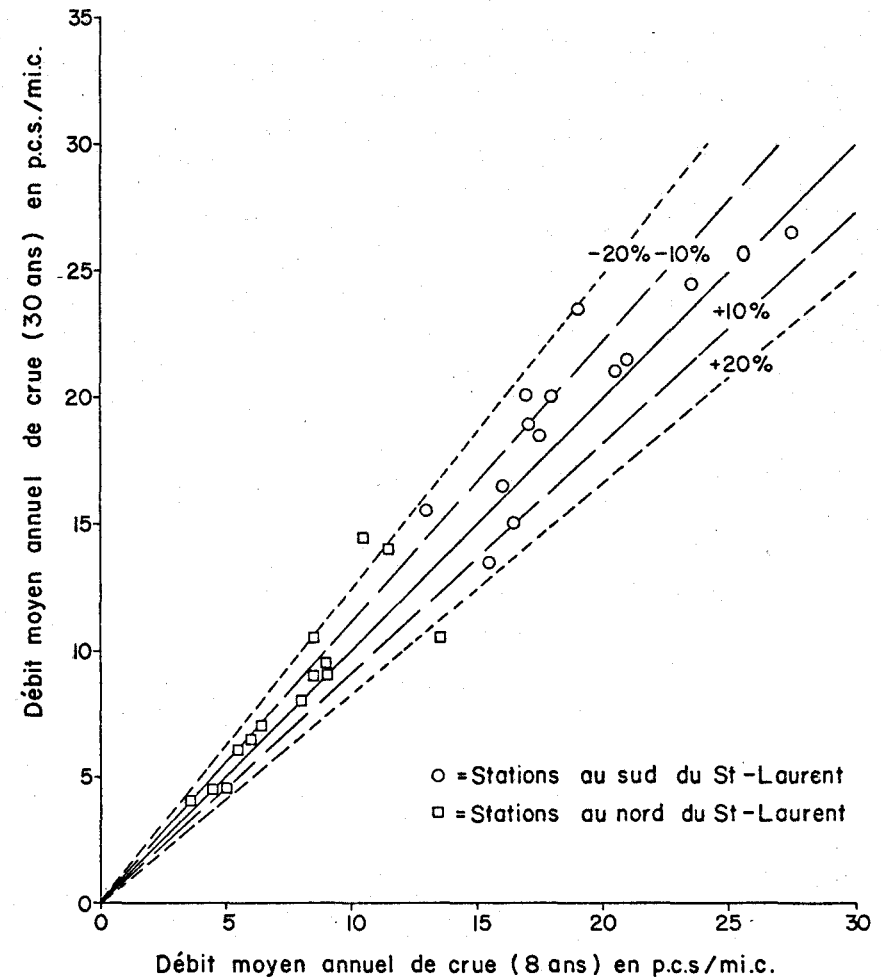
En ce qui concerne le débit de crue moyen annuel, les écarts entre les deux périodes vont de -20 à +20%



(figure 4-71). De plus, à l'instar du module interannuel, 82% des stations ont des valeurs moins élevées durant la période d'observation de 8 ans. Les écarts les plus élevés (de - 10 à - 20%) sont observés pour les stations au nord du fleuve Saint-Laurent et localisés entre la rivière Petite-Nation et la rivière Saint-Maurice. Les autres stations sises au nord du fleuve ont des écarts très faibles. Au sud du fleuve les écarts sont distribués erratiquement d'une station à l'autre.

Les écarts entre les débits moyens d'étiage, (la moyenne de la série annuelle des débits moyens minimums de sept jours consécutifs) tels que calculés pour les deux périodes d'observation, varient également entre - 20 et + 20% (figure 4-72 a). Cependant, dans ce cas-ci, les étiages dans la région au sud du Saint-Laurent ont été moins sévères durant les 8 dernières années que durant les 30 dernières. Dans les régions au nord du fleuve les écarts s'étaient de - 20 à + 20% et le patron de distribution est très erratique.

On remarque donc, une certaine analogie dans la distribution spatiale des écarts du module interannuel et du débit moyen annuel de crue, ce qui laisse croire que



Comparaison entre les débits moyens annuels de crue calculés d'après des périodes de 30 ans et de 8 ans.

Fig. 4-71

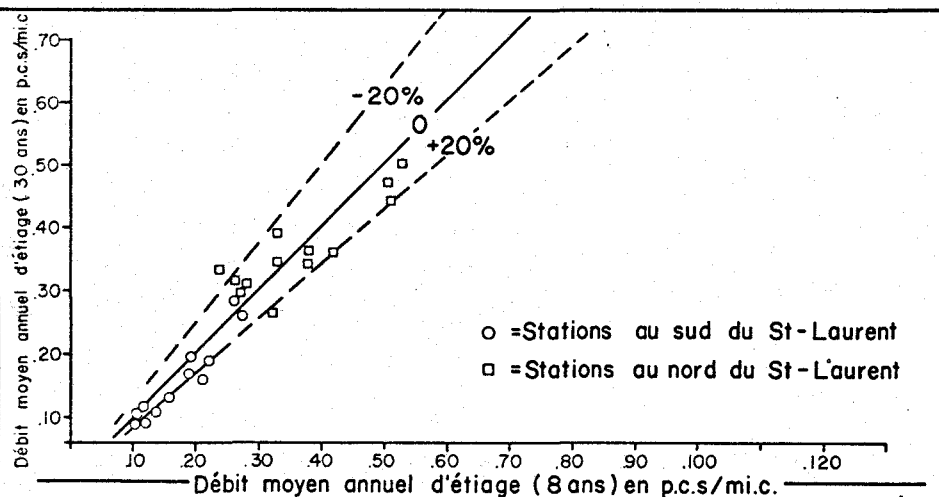


Fig. 4-72 Comparaison entre les débits moyens annuels d'étiage calculés (a) d'après des périodes de 30 ans et de 8 ans.

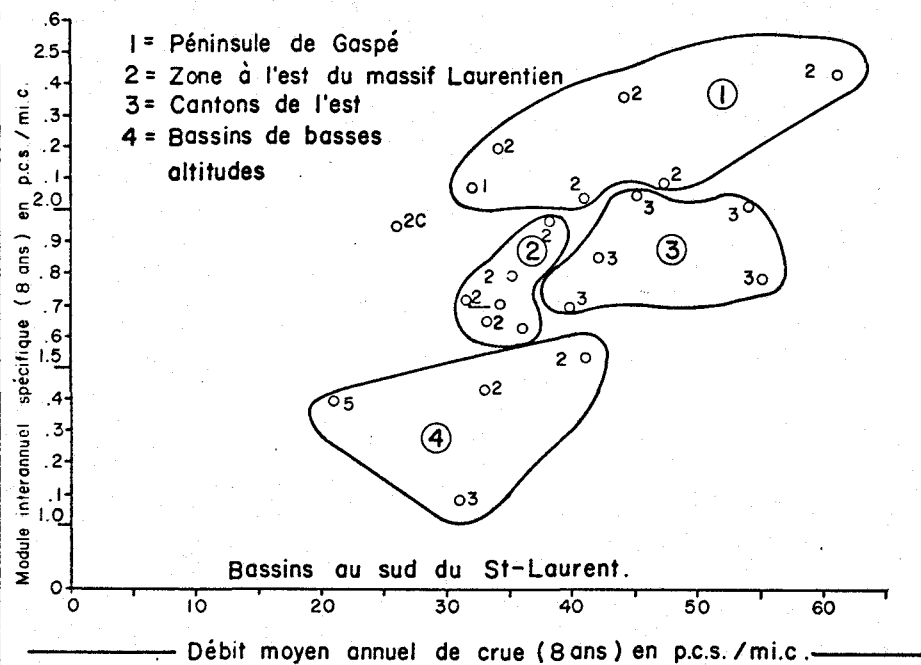
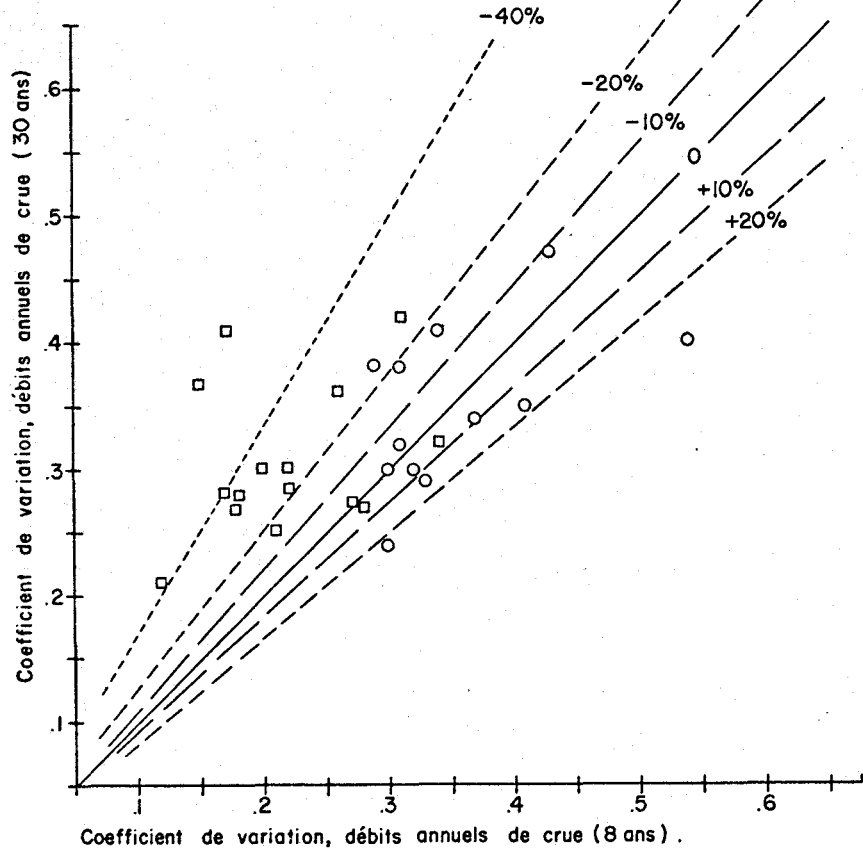


Fig. 4-72. Relation entre le module interannuel et le débit moyen (b) journalier de crue

ces deux variates sont contrôlées par le ou les mêmes facteurs météorologiques. Les écarts entre les débits moyens d'étiage de 30 ans et de 8 ans ont une distribution spatiale différente de deux variates précédentes.

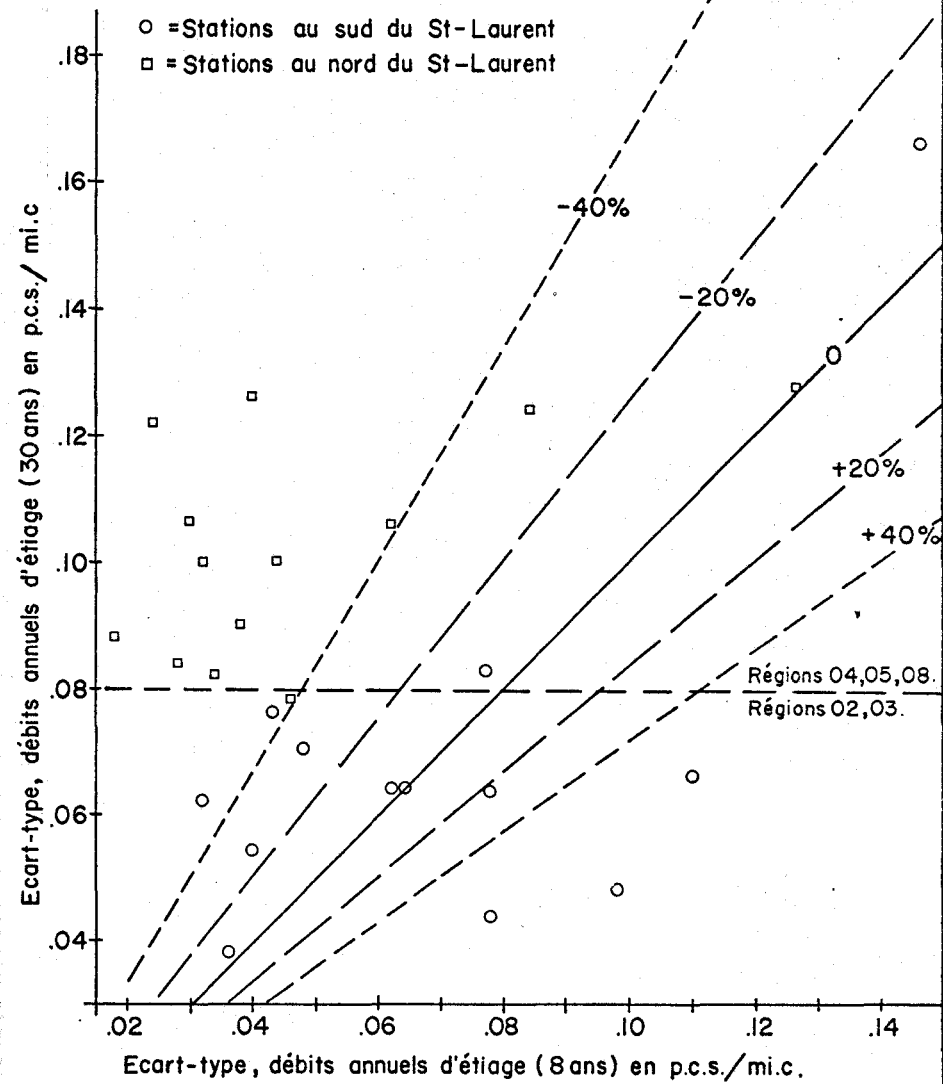
Les valeurs des coefficients de variation des séries annuelles de crue et d'étiage ayant 8 ans d'observation (1962-69) diffèrent de celles ayant 30 ans par des pourcentages allant jusqu'à $\pm 40\%$ (figures 4-74 et 4-69 b). Les écarts varient de manière parfois radicale d'une station à l'autre, de sorte qu'il devient impossible à partir de 8 ans d'observation d'établir le patron de variabilité spatiale des coefficients de variation des séries annuelles de débits extrêmes (étiage et crue).

On a également comparé les écarts-types des débits annuels d'étiage obtenus à partir des deux périodes d'observation (figure 4-75). Les écarts sont supérieurs à $\pm 40\%$ dans plus de la moitié des cas. Les écarts-types calculés d'après la courte période d'observation sont inférieurs de plus de 40% par rapport à la longue période pour la majorité des stations au nord du fleuve.



Comparaison entre les coefficients de variation des débits annuels de crue calculés d'après des périodes de 30 ans et de 8 ans

Fig. 4-74



Comparaison entre les écarts-types des débits annuels d'étéage calculés d'après des périodes de 30 ans et de 8 ans.

Fig. 4-75

On remarque donc dans l'ensemble que les écarts relatifs entre les deux périodes sont d'autant plus élevés que l'erreur relative sur l'estimation de la variabilité est élevée (voir graphique des erreurs relatives des paramètres de la loi Gamma - figure 4-13).

4.3.1.3 Cartographie des modules interannuels.

Nous présentons à la figure 4-78, une interprétation de la distribution géographique des modules interannuels spécifiques. Les valeurs utilisées ont été calculées à partir de la période d'observation 1962-69. Pour augmenter l'information nous avons également utilisé les modules interannuels (valeurs naturelles reconstituées) de cours d'eau de régime influencé mensuellement. Ces valeurs ont été tirées du rapport publié par le "Comité Technique de la Rivière Outaouais (1965)".

Le module interannuel spécifique varie de 1.0 pcs/mi.c. dans la vallée de l'Outaouais et du Saint-Laurent, à 2.99 pcs/mi.c., dans le massif de la Côte-Nord. Dans la région du bouclier Précambrien, le module croît régulièrement de la vallée de l'Outaouais vers le nord-est. En bordure du bouclier (région longeant la vallée et le fleu-

ve Saint-Laurent), cette croissance est perturbée par la présence des zones montagneuses au nord de Montréal, de Québec et de l'île d'Anticosti; les modules sont généralement plus élevés dans ces zones. Dans la plaine du Saint-Laurent, malgré un manque évident d'information, le module croît parallèlement à l'axe du fleuve vers la région des Appalaches et la bordure du bouclier Précambrien.

La variation des modules dans la région des Appalaches est particulièrement influencée par la présence de la chaîne des monts Mégantic dans les Cantons de l'Est, et la chaîne des monts Shickshocks en Gaspésie. Les modules les plus faibles dans cette région sont situés à l'est du massif Laurentien.

On peut constater, d'après cette carte, un manque complet d'information dans les régions suivantes:

- le bassin du Saint-Maurice;
- la Côte-Nord entre le Saguenay et la rivière Sainte-Marguerite;
- la plaine du Saint-Laurent;
- la Baie des Chaleurs.

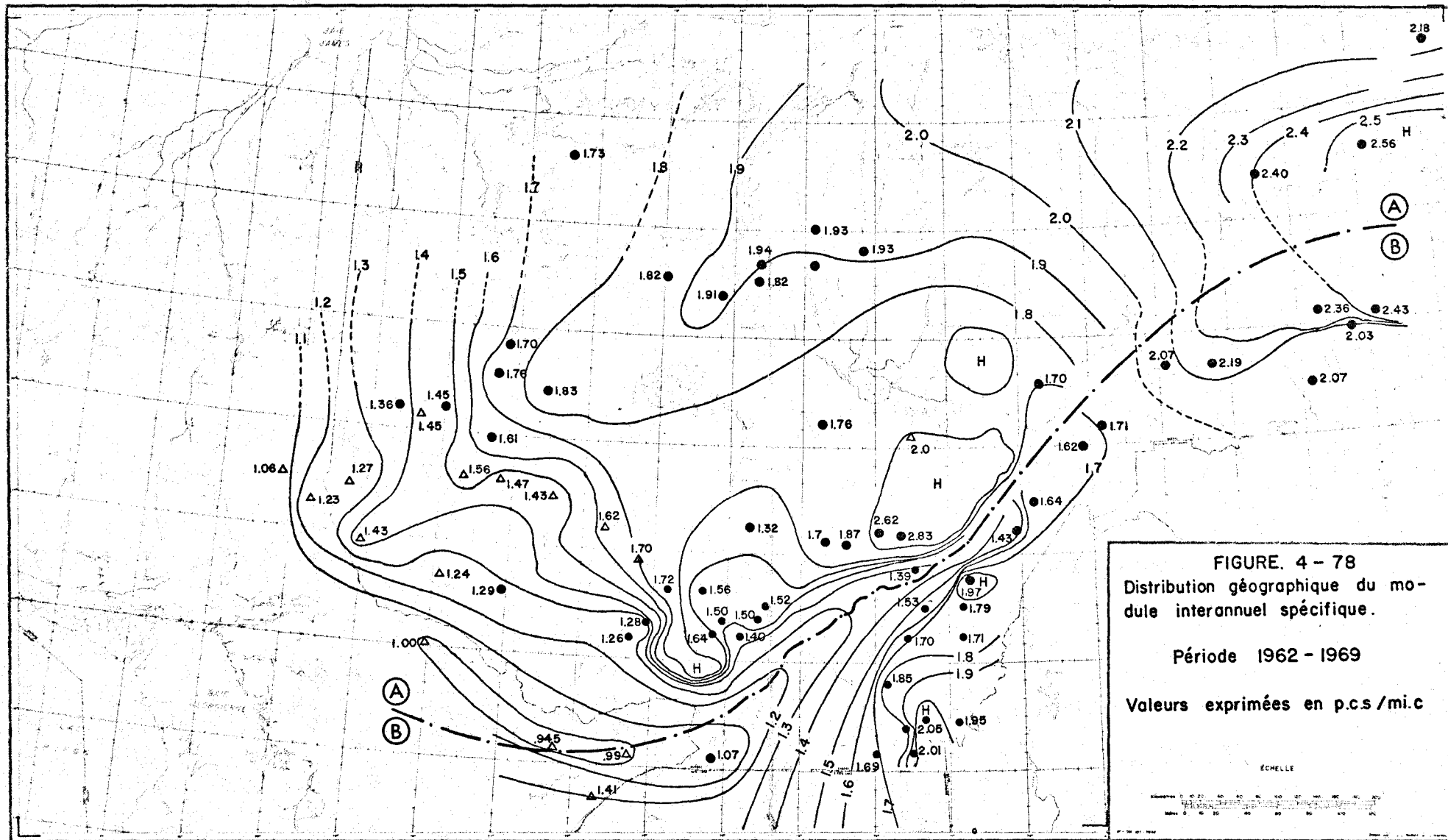


FIGURE 4-78
 Distribution géographique du module interannuel spécifique.
 Période 1962 - 1969
 Valeurs exprimées en p.c.s./mi.c

ÉCHELLE

0 1 2 3 4
 En 1,000 pieds

Teintes Hypsométriques
 0 1 2 3 4
 En 1,000 pieds

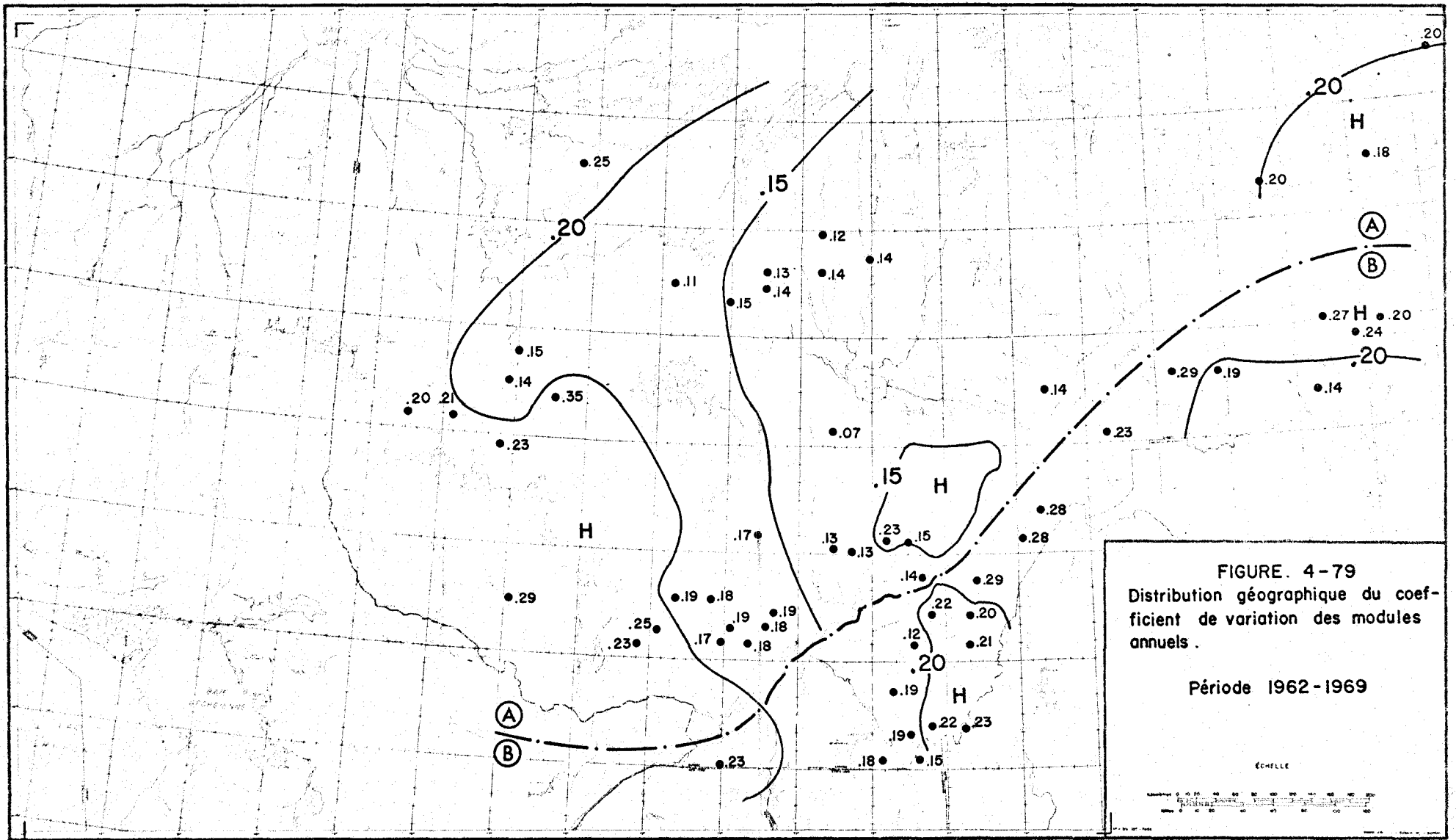


FIGURE 4-79
 Distribution géographique du coefficient de variation des modules annuels.

Période 1962-1969



Teintes Hypsométriques
 0 1 2 3 4
 En 1,000 Pieds

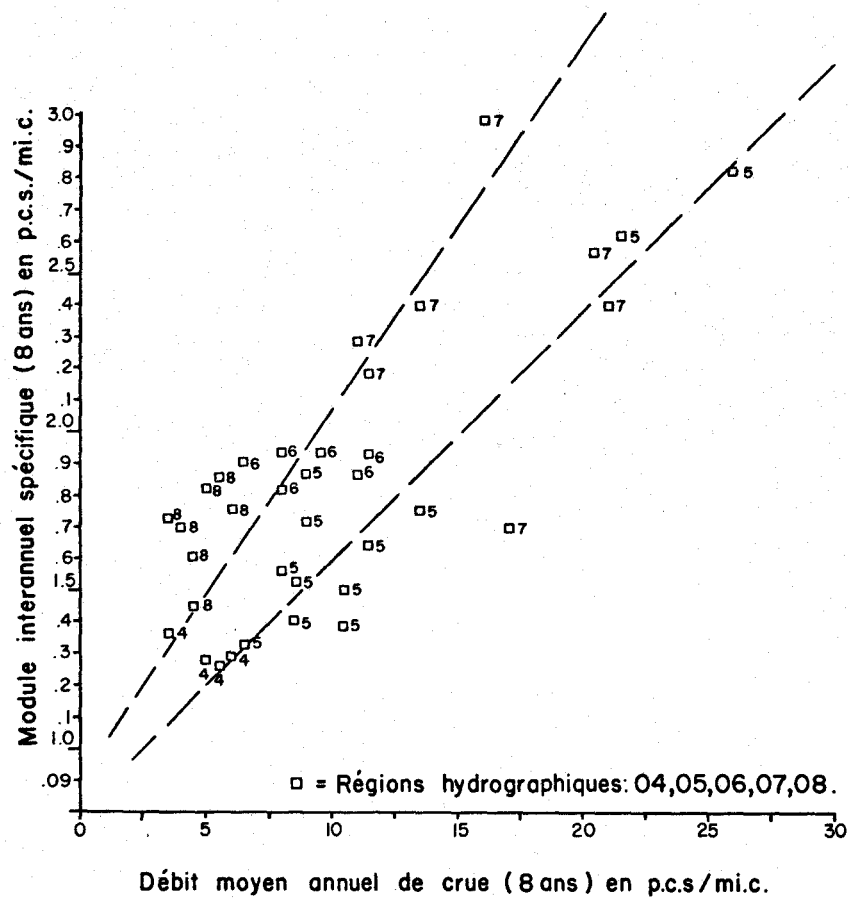
Ces lacunes peuvent être comblées immédiatement dans les deux premières régions, en reconstituant les écoulements naturels des cours d'eau jaugés de régime influencé mensuellement. Dans la Baie des Chaleurs, ces lacunes seront comblées lorsque les 11 stations actuellement en opération auront suffisamment d'années d'observation. Pour combler le manque d'information dans la plaine du Saint-Laurent, de nouvelles stations devront être ouvertes:

Le coefficient de variation des modules annuels (figure 4-79) prend des valeurs allant de 0.10 à 0.30. L'erreur relative sur l'estimé de cette variate étant plus élevée que celle sur le module interannuel, son patron de variation est moins nettement défini. Les valeurs les plus élevées se trouvent au sud du Saint-Laurent, dans la région du bas du fleuve et de la Gaspésie ainsi que dans le bassin de l'Outaouais. Les valeurs les plus faibles sont situées dans le bassin du lac Saint-Jean et entre le Saint-Maurice et le massif Laurentien. On remarque également que dans certaines régions les valeurs du coefficient de variation sont constantes, ce qui laisse espérer que ce coefficient pourrait être une constante régionale ou du moins sous-régionale.

4.3.1.4 Cartographie du débit de crue moyen annuel

Le débit de crue moyen annuel est la moyenne de la série annuelle des débits maximums journaliers. Ces valeurs obtenues à partir de 8 ans d'observation et exprimées en pieds cubes par seconde et par unité de superficie, ont été cartographiées à la figure 4-84. Elles varient de 3.5 à 30 pieds cubes/seconde/mi. c.

La variation spatiale de cette variate ressemble à celle des modules interannuels; le taux de variation en est cependant différent. Pour illustrer ce fait, on a porté en ordonnée le module interannuel spécifique observé à chaque station, en regard du débit moyen annuel de crue correspondant en abscisse. Pour les stations sises au nord du fleuve (figure 4-82), on observe que le débit de crue est généralement proportionnel au module interannuel et que la croissance de ces deux variates s'effectue dans une direction nord-est le long de deux axes principaux. Un de ces axes longe la bordure du bouclier Précambrien et comprend la partie inférieure des régions hydrographiques 04,05 et 07. L'autre axe est plus au nord et englobe les parties supérieures des régions 04,08,06 et 07.



— Bassins au nord du St-Laurent —

Relation entre le débit interannuel et le débit moyen journalier de crue.

Fig. 4-82

Bien que cette relation soit moins bien définie pour les bassins au sud du Saint-Laurent, on peut isoler quatre sous-régions en regroupant les points, tel qu'illustré à la figure 4-72 b. Ces sous-régions sont délimitées par:

- la péninsule de Gaspé;
- les Cantons de l'Est;
- la zone intermédiaire entre (1) et (2);
- les bassins de basses altitudes de la Beaurivage, de la Blanche, de la Châteauguay et de la Saint-Charles.

Le relief et l'effet bouclier du massif Laurentien semblent donc les facteurs contrôlant la répartition des modules interannuels et des débits moyens annuels de crue dans la région des Appalaches.

En consultant la carte des "précipitations totales annuelles" (Ferland et Gagnon, 1967), on remarque plusieurs similitudes entre la répartition des précipitations annuelles, celle des modules interannuels et des débits moyens annuels de crue, principalement en ce qui concerne la position géographique des valeurs les plus élevées et les plus basses.

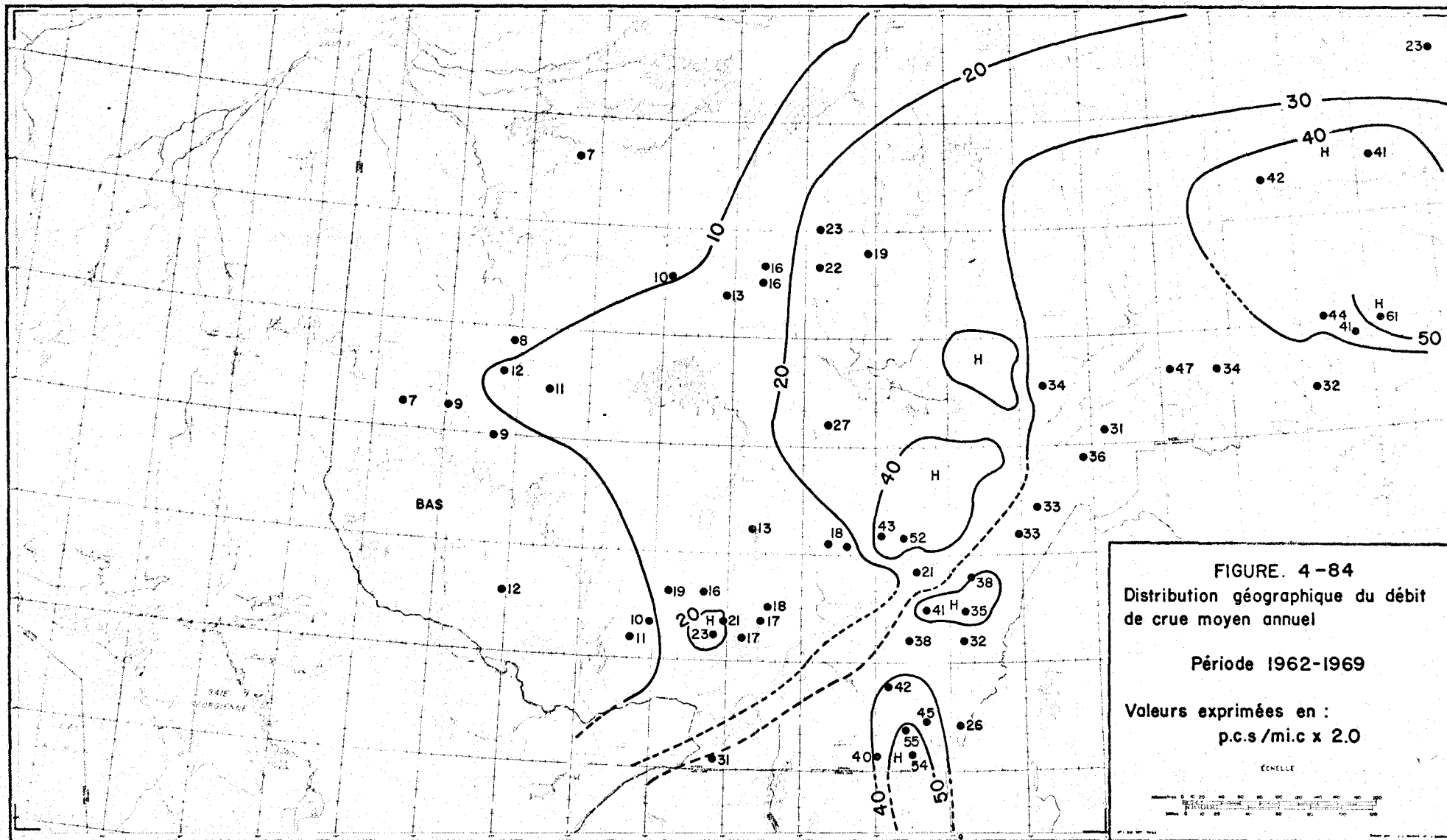


FIGURE 4-84
 Distribution géographique du débit
 de crue moyen annuel
 Période 1962-1969
 Valeurs exprimées en :
 p.c.s./mi.c x 2.0
 ÉCHELLE

Teintes Hypsométriques
 0 1 2 3 4
 En 1,000 Pieds

Le coefficient de variation des débits maximums annuels de crue varie de .12 à .58 et il est impossible d'établir nettement un patron de variabilité géographique, ce qui peut être dû à l'imprécision de l'estimé de cette variate. Un plus grand nombre d'années d'observation sera donc requis pour en évaluer la distribution spatiale et pour mettre en évidence les facteurs qui en sont responsables.

Par ailleurs, l'écart-type des débits maximums annuels de crue, exprimé en pcs/mi.c (figure 4-87) présente un patron de distribution identique à celui du débit de crue moyen annuel.

4.3.1.5 Cartographie du débit moyen annuel d'étiage

Le débit moyen annuel d'étiage est défini comme étant la moyenne de la série annuelle des débits moyens minimums de sept jours consécutifs. Ce débit a été calculé pour toutes les stations ayant 8 ans d'observation (1962-69) et les valeurs exprimées en pcs/mi.c ont été reportées à la figure 4-88. Ces valeurs varient de .08 à .53 et leur distribution spatiale est fort différente de celle rencontrée précédemment.

Les étiages sont moins sévères pour les bassins situés au nord du Saint-Laurent par rapport à ceux situés au sud. Les valeurs les plus élevées sont dans les régions hydrographiques 08 et 07 ainsi que dans le massif Laurentien. Les bassins ayant les étiages les plus faibles sont situés à l'est du massif Laurentien et dans la zone de transition entre la plaine et la chaîne des Appalaches. De plus, on peut noter que ce patron de variation présente plusieurs similitudes avec celui des températures moyennes annuelles.

Le coefficient de variation des séries annuelles de débits d'étiage varie de .12 à .76. En se basant sur les valeurs calculées à partir de 30 ans d'observation, il semble que cette variate a une distribution semblable à celle du débit moyen d'étiage. Cependant, la densité de station étant faible, on ne peut l'établir avec précision.

4.3.1.6 Conclusion

La cartographie a permis de mettre en évidence la variation géographique des modules interannuels et des débits moyens annuels de crue et d'étiage. On a remarqué un manque d'information dans quatre régions du Qué-

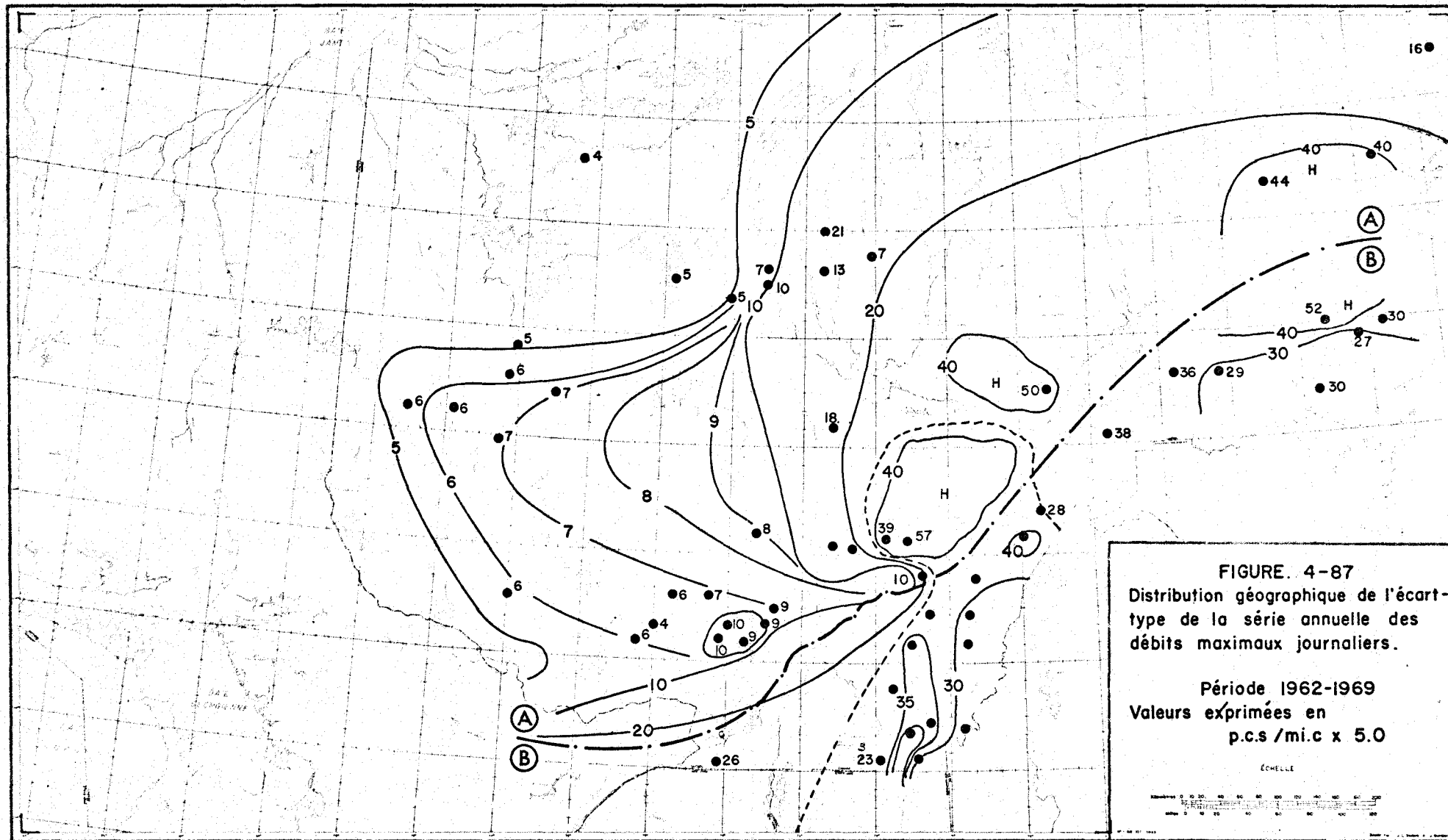
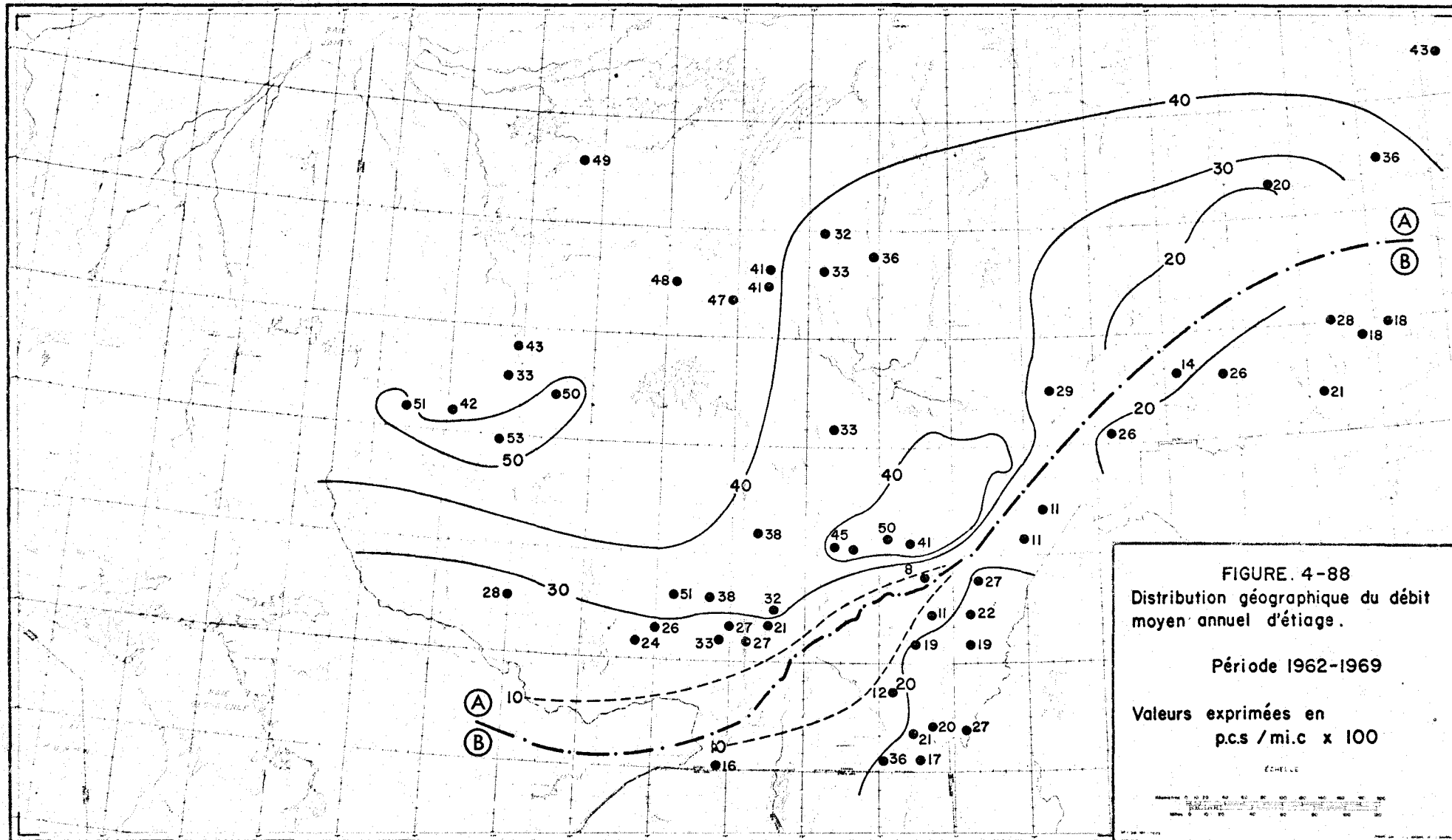


FIGURE 4-87
 Distribution géographique de l'écart-type de la série annuelle des débits maximaux journaliers.

Période 1962-1969
 Valeurs exprimées en
 p.c. / mi.c x 5.0

ÉCHELLE

Tintes Hypsométriques
 0 1 1 2 2 3 3 4
 En 1,000 Pieds



Teintes Hypsométriques
 0 1 1 2 2 3 3 4
 En 1,000 Pieds

bec. Cette lacune sera partiellement comblée, du moins pour les modules interannuels, en reconstituant les écoulements naturels des bassins de régime influencé mensuellement. La méthode de Karazev devrait être appliquée dans les zones 2 et 3, ce qui permettrait de déterminer le nombre de stations représentatives dans les différentes régions. Vu que les débits extrêmes sont également influencés par des facteurs zonaux (responsables de la variation géographique) la densité de stations telle que définie en utilisant les modules interannuels sera suffisante pour connaître et interpoler les caractéristiques moyennes des débits extrêmes sur l'ensemble du territoire, avec un niveau de précision que l'on peut déterminer.

Pour tirer le maximum de bénéfices de cette méthode, il sera important de définir pour chaque région la taille minimum de bassins en deçà de laquelle les facteurs locaux (azonaux) masquent la variabilité géographique des variates considérées. On donne à la section 4.2, un ordre de grandeur de la superficie minimum représentative pour différents types de régions.

Le manque de précision sur l'estimation des coefficients de variation et des écarts-types établis à partir de 8 ans d'enregistrement, ne permet pas de définir la varia-

tion spatiale de ces variates. Cependant, les valeurs calculées à partir de séries plus longues (30 ans) permettent de constater que ces variates sont relativement constantes à l'intérieur d'une région ou d'une sous-région donnée, et que par conséquent, la densité de stations définie par la méthode de Karazev sera suffisante pour établir les valeurs de ces variates pour tous les cours d'eau du territoire dans la gamme de superficie de bassins, comprise entre A_{min} et A_{opt} .

La méthode cartographique et celle de Karazev ne permettent pas l'étude de la variabilité des caractéristiques de l'écoulement des petits bassins. Ces méthodes ne peuvent donc être utilisées pour définir le nombre de stations régionales requises pour l'étude des étiages et des crues des petits bassins.

4.3.2 Régressions multiples

Le but des régressions multiples est de permettre l'évaluation des différentes caractéristiques de l'écoulement, par l'entremise de relations mathématiques faisant intervenir les caractéristiques physiographiques. Cette méthode est très précieuse puisqu'elle permet d'extrapoler aux stations non jaugées les résultats obtenus aux stations jaugées.

Elle sert aussi à mettre en évidence les facteurs physiographiques expliquant la variabilité spatiale de l'écoulement, ce qui peut nous guider dans le choix des bassins à jauger.

De plus, cette méthode est utilisée pour définir des régions homogènes, c'est-à-dire, des régions à l'intérieur desquelles la variabilité de l'écoulement est contrôlée par un même ensemble de facteurs physiques ou climatiques.

La méthode de régression multiple utilisée est du type "Stepwise" et fait appel à la méthode abrégée de Doolittle pour choisir les variables indépendantes entrant dans la régression et pour calculer les coefficients de régression. Bennet et Franklin (1954) donnent de plus amples détails sur cette méthode.

En utilisant les mêmes stations et les mêmes valeurs (8 ans, 1962-69 - 30 ans, 1940-69) que celles utilisées dans la cartographie, (section 4.3.1) nous avons choisi d'estimer, à l'aide de régressions, la moyenne et l'écart-type des séries annuelles suivantes (naturelles ou logarithmiques):

- modules annuels
- débits maximaux journaliers
- débits moyens minimaux, de sept jours consécutifs.

L'intérêt à déterminer la moyenne et l'écart-type réside dans le fait que la connaissance de ces valeurs estimées conduit à l'évaluation des variates de la série statistique par l'entremise d'une loi, autrement, il faudrait établir un modèle régressif pour chacune des variates que l'on désire connaître.

Nous verrons dans les prochaines sections que le modèle régressif est aussi utilisé lorsque l'on définit une courbe régionale de distribution de fréquence (méthode de Dalrymple) ou encore lorsque l'on a des courbes régionales d'emménagement faisant intervenir un débit de référence (Q_{7-2}).

4.3.2.1 Equation générale d'analyse de fréquence

L'utilisation d'un modèle général d'analyse de fréquence et la transposition géographique des paramètres de ce modèle par les régressions multiples, permettent d'établir la fréquence des caractéristiques de l'écoulement pour tous les cours d'eau localisés dans une ré-

gion; cette région est celle où la régression a été établie, et celle dont les valeurs des caractéristiques physiques sont comprises dans la gamme des valeurs des variables indépendantes de la régression.

L'équation générale d'analyse de fréquence, présentée par Chow (1964) est la suivante:

$$X_T = \bar{X} + \sigma_X \cdot K_T$$

X_T étant un événement ayant une période de retour T ;
 \bar{X} étant la moyenne de la série des événements;
 σ_X étant l'écart-type de la série;
 K_T étant le facteur de fréquence pour une période de retour T .

Le facteur de fréquence K_T dépend non seulement de la période de retour mais également du type de distribution de fréquence utilisé.

Les principaux types de distribution que l'on utilise dans les études hydrologiques sont:

- la loi normale pour l'étude des modules annuels;
- la loi de Gumbel et de Pearson III pour les extrêmes (crues et étiages).

Les paramètres à déterminer pour utiliser ces lois ont la moyenne et l'écart-type des valeurs naturelles des débits.

Pour la loi de Pearson III, la connaissance des coefficients d'asymétrie est requise. Cependant, le calcul de cette valeur étant entaché d'une trop grande erreur, en raison du trop faible nombre d'années d'observation, on utilisera la médiane de l'ensemble des coefficients d'asymétrie obtenus à partir des stations à long terme de la région (≥ 30 ans d'observation).

Lorsque l'écart-type varie peu au sein d'une région ou lorsque sa prédiction n'est pas suffisamment précise, une courbe moyenne régionale de fréquence peut être utilisée (méthode de Dalrymple).

$$q_T = 1 + K_T \cdot C_{v_{rég}}$$

$$\text{où } q_T = \sum_{j=1}^p \frac{(Q_T)_j + \bar{Q}_j}{p}$$

$$\text{et } C_{v_{rég}} = \sum_{j=1}^p \frac{(\sigma Q)_j + \bar{Q}_j}{p}$$

Dans ce cas, seul \bar{Q} est requis puisque

$$(Q_T)_j = q_T \times \bar{Q}_j$$

La distribution des débits extrêmes (crues, étiages) présente souvent une forte asymétrie, nous distribuons alors les valeurs logarithmiques au lieu des valeurs naturelles. Ceci permet un meilleur ajustement de la loi de distribution; l'équation générale s'écrit alors comme suit:

$$(\ln Q)_j = \overline{\ln Q} + \sigma_{\ln Q} \times K_T$$

Pour appliquer cette relation, il faut alors connaître la moyenne des valeurs logarithmiques et le coefficient de variation. Notons au passage que la moyenne géométrique étant:

$$G = \left[\prod_{i=1}^N Q_i \right]^{1/N}$$
$$\ln G = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ln Q_i$$

alors:

4.3.2.2 Présentation et interprétation des résultats

Les variables physiographiques utilisées sont celles définies par "Shawinigan Engineering" et calculées à l'aide de la méthode du "Square Grid". Nous trouvons les valeurs de ces caractéristiques aux tableaux 4-97, 4-98, 4-99. Les cartes montrant la variabilité spatiale de quelques facteurs figurent en annexe A3.

Dans la régression par étape (Stepwise), chaque étape consiste à établir une régression qui fait intervenir une variable de plus que l'étape précédente.

La première étape consiste à choisir la variable qui explique le plus de variance (celle qui est la plus corrélée avec la variable dépendante), et on établit la régression avec cette variable. Dans les étapes suivantes, pour établir la régression on choisit la variable qui, combinée avec celle(s) de l'étape précédente, explique le plus de variance (coefficient de corrélation multiple le plus grand).

En annexe A3, nous donnons pour chaque régression la matrice de corrélation entre chacune des variables dépendantes et indépendantes. On y présente également

DASSIN	STATISTIQUES GÉNÉRALES												DIRECTION ELLE							
	HAUTEUR DE LA BARRIÈRE	SURFACE RELATIVE			POPULATION			EFFET BOUCLIER			DIRECTION ELLE									
SURFACE	COURBURE	ELEV.	MOY.	RÉPART.	N	M	E	S	E	S	E	N	M	E	S	E	N	M	E	
																				HAUTEUR
10001	807.7	132	84	1274	1.5	210	60	86	110	70	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10002	823.4	130	84	110	1.7	188	49	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10003	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10004	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10005	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10006	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10007	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10008	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10009	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10010	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10011	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10012	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10013	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10014	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10015	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10016	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10017	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10018	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10019	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10020	874.8	136	81	1324	2.0	283	40	79	110	113	113	154	100	158	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Données physiographiques obtenues par la méthode de "Square Grid"

TABLEAU. 4-97

STATION	STATISTIQUES GÉNÉRALES			DISTANCE DU CÂBLE			SURFACE MISE			PROFONDEUR			DIRECTION GÉNÉRALE			DIRECTION GÉNÉRALE		
	SURFACE (M ²)	COORDONNÉES (N, E)	ELEV. (M)	N (M)	E (M)	S (M)	PROF. (M)	PROF. (M)	PROF. (M)	N (M)	E (M)	S (M)	N (M)	E (M)	S (M)	N (M)	E (M)	S (M)
48001	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48002	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48003	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48004	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48005	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48006	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48007	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48008	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48009	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48010	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48011	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48012	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48013	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48014	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48015	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48016	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48017	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48018	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48019	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48020	1800	20 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Données physiographiques obtenues par la méthode de " Square Grid "

TABLEAU . 4-98

le résultat final de la régression. Ce résultat comprend la somme ainsi que le pourcentage des carrés réduits, le coefficient de corrélation multiple et l'erreur standard de l'estimé, ces deux valeurs étant également ajustées pour tenir compte de la perte de degré de liberté. On présente de plus pour chaque variable entrée, son coefficient de régression, l'erreur standard de ce coefficient et la valeur de T calculée. Finalement, on présente un tableau comparatif des valeurs observées et calculées pour chacune des stations de la région. Un exemple de ces résultats est donné dans les tableaux 4-102, 4-103.

Le nombre de variables entrées dans la régression est limité par:

- le pourcentage de variance expliquée;
- la taille de l'échantillon. (celle-ci doit être au moins cinq fois plus grande que le nombre de variables indépendantes).

Après quelques essais sur la forme des régressions à utiliser, nous sommes arrivés à la conclusion qu'une régression multiple linéaire sur les logarithmes des variates donne les meilleurs résultats. Cette forme de régression

s'exprime comme suit:

$$\ln V = \ln a_0 + a_1 \ln X_1 + a_2 \ln X_2 + \dots + a_n \ln X_n$$

ce qui peut aussi s'écrire

$$V = a_0 \cdot X_1^{a_1} \cdot X_2^{a_2} \cdot \dots \cdot X_n^{a_n}$$

V étant la variable dépendante (caractéristiques statistiques des débits)
 X_1, X_2, \dots, X_n étant les variables physiographiques
 $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ étant les coefficients de régression.

Les calculs étant effectués sur les valeurs logarithmiques, l'erreur standard de l'estimé est donnée en unités logarithmiques. Pour évaluer l'erreur relative moyenne que l'on commet sur l'estimation des valeurs naturelles, on utilise la relation suivante:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{2} \left[\left(e^{\frac{\Delta E}{V}} - 1 \right) - \left(1 - e^{-\frac{\Delta E}{V}} \right) \right]$$

où $\frac{\Delta V}{V}$ est l'erreur relative sur les valeurs naturelles;

ΔE est l'erreur standard de l'estimé en unité log.

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 815 VARIABLE NO 5

ETAPE NUMERO 3			
VARIABLE ENTREE 13			
SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .008			
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .014			
POUR 3 VARIABLES ENTREES			
SOMME DES CARRÉS REDUIT .553			
POURCENTAGE REDUIT .979 DE .565			
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE989			
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .988			
ERREUR STANDARD DE L ESTIME030			
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .032			
VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 199,523			
VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	1,37451	-	-
21	-.28958	.01479	19,584
7	.26283	.03175	8,279
13	.02964	.00998	2,971
A) RESULTAT FINAL DE LA REGRESSION.			

POUR 3 VARIABLES ENTREES							
	LOGARITHMES			NATURELLES			
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	STATION NUMERO
1	.309	.339	.097	1,36	1,40	.030	43008
2	.599	.617	.031	1,82	1,85	.018	61901
3	.663	.609	.092	1,94	1,84	.053	61905
4	.646	.621	.039	1,91	1,86	.025	61906
5	.660	.677	.027	1,93	1,97	.018	62101
6	.621	.618	.005	1,86	1,86	.003	62102
7	.778	.788	.013	2,18	2,20	.010	73801
8	1,095	1,071	.021	2,99	2,92	.023	74601
9	.874	.892	.021	2,40	2,44	.018	74701
10	.825	.817	.009	2,28	2,26	.008	74901
11	.370	.355	.042	1,45	1,43	.016	80101
12	.532	.587	.104	1,70	1,80	.057	80701
13	.661	.670	.014	1,94	1,95	.009	80704
14	.442	.411	.069	1,56	1,51	.030	80706
15	.566	.538	.048	1,76	1,71	.027	80707
16	.619	.647	.045	1,86	1,91	.028	80717
17	.551	.551	.000	1,73	1,74	.000	80801
B) COMPARAISON ENTRE LES VALEURS ESTIMEES ET LES VALEURS OBSERVEES.							

TABLEAU: 4.102 REGRESSION ENTRE LE MODULE INTERANNUAL SPECIFIQUE ET LES DONNEES PHYSIOGRAPHIQUES.

CORRELATION DEBIT VS CAPACITÉS PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 815 VARIABLE NO 5

MATRICE DE CORRELATION

VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	.173	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	.346	.822	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	.257	.574	.461	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	.361	.317	.752	.387	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	-.171	-.728	-.652	-.471	-.746	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	.484	.281	.269	.512	.247	-.283	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	-.034	-.943	-.874	-.419	-.439	.585	.005	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	.167	-.748	-.441	-.333	-.629	.588	-.275	.719	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	.116	-.908	-.753	-.318	-.436	.616	.030	.945	.791	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	-.252	-.232	-.128	-.512	-.468	.385	-.534	.114	.173	.083	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	.024	.446	.314	.695	.622	-.576	.572	-.361	-.571	-.395	-.738	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	.235	-.627	-.525	-.421	-.751	.624	-.234	.617	.620	.677	.505	-.818	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	.273	.422	.858	.602	.775	-.684	.550	-.712	-.573	-.645	-.449	.683	-.735	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	-.027	-.867	-.736	-.638	-.722	.596	.051	.889	.607	.774	.025	-.440	.554	-.625	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	.075	-.981	-.756	-.375	-.776	.639	-.373	.937	.850	.944	.034	-.429	.625	-.703	.827	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	.066	-.826	-.777	-.245	-.774	.592	-.838	.933	.803	.975	.005	-.334	.601	-.671	.734	.968	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	.265	.911	.802	.611	.806	-.701	.595	-.791	-.770	-.748	-.348	.640	-.646	.893	-.668	-.805	-.786	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	.026	-.861	-.885	-.412	-.757	.691	-.046	.937	.694	.879	.028	-.417	.727	-.798	.808	.897	.891	-.781	1.000	0.000	0.000	0.000
20	.270	-.547	-.257	-.063	-.391	.399	-.017	.616	.926	.705	-.050	-.360	.470	-.332	.518	.756	.726	-.550	.607	1.000	0.000	0.000
21	.038	-.985	-.795	-.255	-.794	.590	-.042	.936	.784	.980	.036	-.343	.615	-.687	.730	.950	.994	-.787	.891	.705	1.000	0.000
22	.189	.426	.787	.364	.785	-.585	.353	-.852	-.811	-.880	-.148	.413	-.546	.760	-.623	-.891	-.926	.898	-.798	-.659	-.430	1.000

TABLAU:4- 103 CORRELATION ENTRE LE MODULE INTERANNUAL SPECIFIQUE ET LES DONNEES PHYSIOGRAPHIQUES.

On constate alors que le nombre d'unités log correspond approximativement à l'erreur relative pour des valeurs de ΔE inférieures à .15.

4.3.2.3 Discussion des résultats

4.3.2.3.1 Régression sur les variates définies à partir des valeurs observées

Les résultats qui nous intéressent le plus sont:

- la précision obtenue sur l'estimé de la caractéristique (i.e. erreur-type de l'estimé);
- la combinaison de caractéristiques hydrographiques expliquant le plus de variance.

La connaissance de cette combinaison est fort utile puisqu'elle met en évidence les facteurs contrôlant la variabilité spatiale de l'écoulement et donne une base pour le choix des bassins à échantillonner. (On doit choisir les bassins qui représentent le plus l'ensemble des facteurs).

Un des moyens d'améliorer la précision des régressions est de subdiviser l'échantillon original en plusieurs parties de manière à définir des régions dans lesquelles la variabilité des caractéristiques de l'écoulement est contrôlée par un même ensemble de facteurs physiques ou encore dans lesquelles le taux de variation de l'écoulement en regard des facteurs physiographiques significatifs, est relativement constant.

Nous avons également cherché à comparer la précision obtenue en utilisant les caractéristiques de l'écoulement calculées d'après 8 et 30 ans d'observation.

Les variates choisies sont la moyenne et l'écart-type des modules annuels, des débits maximaux annuels et des débits minimaux annuels, divisés par la surface.

Bouclier (1)

A la lecture du tableau 4-106, on constate que c'est sur le bouclier Précambrien que l'on obtient les meilleurs résultats pour toutes les caractéristiques étudiées de l'écoulement. Ceci s'explique par le fait que les caractéristiques de l'écoulement possèdent un patron de variation géographique assez bien défini et que les

Nord du fleuve (1 - 2) p: 36 stations				Bouclier (1) p: 17 stations				Bordure du bouclier (2) p: 19 stations				Sud du fleuve (3) p: 22 stations			
No. var.	No. variables corrélées	E.S.E.	R	No. var.	No. variables corrélées	E.S.E.	R	No. var.	No. variables corrélées	E.S.E.	R	No. var.	No. variables corrélées	E.S.E.	R
Moy./S. des modules annuels															
2	5,8,10,14,17,18,21	.17	.68	21	2,3,5,8,10,16,17,19	.07	.93	2	1,8,10,13,14,17	.18	.71	21	2,8,9,10,12,16,17,20	.13	.73
7	13,18	.14	.79	7	18	.04	.98	14	2,4,8,19,21	.15	.84	12	2,17,21	.12	.77
8	2,17,19,21	.13	.83	13	5,12,14,16,18,19	.03	.99	6		.13	.89	17	2,3,8,9,10,15,16,19	.12	.80
3	8,19	.12						20	2,9,10,13,16,17	.11	.92	7	2,3,8,9,13,14,18,19	.11	.84
18	2,5,14	.10	.91												
Ecart-type/S. des modules annuels															
17	2,8,9,10,16,20,21	.30	.49	17	2,3,8,9,10,16,19,21	.23	.71	7	3	.28	.66	12	2,17,21	.22	.63
9	16,17,20	.26	.66	12	4,11,13,14	.19	.82	11	5	.24	.77	5	2,3,8,	.22	.67
14	2,5,18	.24	.74	1		.17	.88	5	1,2,11	.22	.83	10	9,16,17,20,21	.22	.70
15	8,19	.24	.73					3	2,7,8,10,13,17	.20	.86	6	10,16	.21	.74
3	8,19	.24	.75												
Moy./S. Débits de crue Qmax-1															
5	1,2,11,14,18	.29	.84	5	2,3,4,6,8,10,13,17,21	.19	.93	2	1,8,10,13,14,17	.31	.79	1		.18	.59
17	2,8,9,10,16,20,21	.22	.92	9	2,8,10,16,17,20,21	.12	.97	4	14,15	.24	.89	10	9,16,17,20,21	.16	.69
12	4	.17	.95	11	12	.11	.98	6		.18	.74	11		.16	.74
10	2,8,16,17,20,21	.15	.96	16	2,8,9,10,15,17,18,19	.08	.99	7	3	.15	.96	6	10,16	.156	.76
16	2,8,9,10,17,20,21	.14	.97												
Ecart-type/S. Débits de crue Qmax-1															
17	2,8,9,10,16,20,21	.98	.77	5	2,3,4,6,8,10,13,17,20	.28	.83	2	1,8,10,13,14,17	.49	.83	15	2,3,8,9,16,17,19,20	.19	.43
5	1,2,11,14,18	.40	.85	20	9,10,16,17,21	.23	.90	4	14,15	.40	.89	16	2,8,9,10,15,17,19,20	.17	.64
21	2,8,10,16,17	.36	.88	9	2,8,10,16,17,20,21	.23	.91	7	3	.31	.94	11		.17	.65
16	2,8,9,10,17,20,21	.30	.92					19	2,3,8,10,13,16,17	.27	.96	21	2,8,9,10,12,16,17,20	.17	.68
20	9,10,16,17,21	.29	.93												
Moy./S. Débits d'étiage Qmin-7															
11	5	.31	.57	11	12	.09		12		.33	.63	4		.29	.58
4	12,15	.26	.73	7	18	.09		13	2,3,8,10,17,18,20	.27	.80	5		.27	.67
3	8,19	.25	.75	1		.08		17	2,3,8,10,13,16,20	.24	.85	21	2,8,9,10,12,16,17,20	.25	.74
16	2,8,9,10,17,20,21	.24	.80					1	2,5,8	.22	.89	7	2,3,8,9,13,14,18,19,20	.25	.76
9	16,17,20	.22	.84												
Ecart-type/S. Débits d'étiage Qmin-7															
11	5	.37	.55	4	12	.09	.80	11	5	.39	.76	6	10,16	.38	.48
13	1,3,5,7	.35	.61	16	18	.09	.83	18		.40	.71	15	2,3,8,9,16,17,19,20	.31	.73
9	16,17,20	.35	.64	10		.08	.87	12		.39	.74	16	2,8,9,10,15,17,19,20	.28	.81
15	8,19	.35	.65					1	5.2	.38	.78	9	2,3,7,8,10,15,16,17,18	.28	.81
3	8,19	.35	.65												

TABEAU: 4-106

RESULTATS DES REGRESSIONS CALCULEES EN UTILISANT
LES VARIATES DE DEBITS D'APRES 8 ANS D'OBSERVATION

Variable no	Variabes physiographiques	Unités
1	Surface du bassin versant	mi ²
2	Coordonnées ouest-est I	UTM
3	Coordonnées sud-nord J	UTM
4	Élévation (altitude)	pi
5	Pente moyenne du bassin versant	%
6	L'azimut de la pente	degré
7	Vers le nord	km
8	Vers le nord-est	km
9	Vers l'est	km
10	Vers le sud-est	km
	} distance du centre du bassin versant à la mer	
11	Lacs	%
12	Forêts	%
13	Marécages	%
	} surface relative	
14	Au nord	pi
15	Au nord-est	pi
16	A l'est	pi
17	Au sud-est	pi
	} hauteur de la barrière	
18	Au nord	pi
19	Au nord-est	pi
20	A l'est	pi
21	Au sud-est	pi
	} effet bouclier	

TABLEAU: 4-107 CODE DES VARIABLES PHYSIOGRAPHIQUES UTILISEES DANS LES REGRESSIONS.

variables physiographiques sont fortement corrélées entre elles. La combinaison des variables qui a été choisie fait intervenir des facteurs directionnels et de position géographique ce qui montre bien l'existence d'un patron de variation. Même des facteurs tels que la pente moyenne des bassins et le pourcentage de marécages varient graduellement dans l'espace.

Dans cette région, on remarque également que les étages sont contrôlés principalement par le pourcentage de lacs sur les bassins et on note aussi que cette dernière caractéristique est corrélée au pourcentage de forêts.

Bordure du bouclier (2 - A et B)

Dans cette région, on obtient de moins bons résultats; ceci peut s'expliquer par le fait que les variables physiographiques ont une variabilité spatiale plus grande et qu'elles sont moins corrélées entre elles. Chacune de ces variables n'intervenant que pour quelques-unes des stations à la fois, la régression requiert donc un plus grand nombre de variables. Le fait d'introduire dans la régression des variables qui ne sont pas reliées à la variable dépendante à certaines stations se traduit souvent, à ces stations, par une perte de précision.

Dans cette région, on observe que les caractéristiques, qui expliquent le plus la variabilité des étiages, sont les superficies relatives de lacs et de forêts. On note également que les erreurs relatives sur la moyenne et l'écart-type des séries annuelles d'étiages sont plus élevés en bordure du bouclier que sur le bouclier lui-même.

S u d d u S a i n t - L a u r e n t (3)

La précision des régressions, en utilisant les stations au sud du fleuve, est du même ordre de grandeur que celle en bordure du bouclier, à l'exception des erreurs sur l'écart-type des séries de crue et d'étiage qui sont plus faibles au sud; ceci est dû à une moins grande variabilité spatiale.

A l'instar des deux régions précédentes, les principaux facteurs expliquant la variabilité des caractéristiques des modules annuels et des crues sont d'ordre directionnel et de position géographique. Cependant, les caractéristiques d'étiage dans cette région semblent en partie contrôlées par l'élévation, la pente moyenne et l'azimut de la pente.

D'une manière générale on observe en moyenne que les régressions ont une erreur-type qui varie dans le même sens que l'imprécision sur les variates utilisées. La précision moyenne des modules annuels est plus grande que celle des débits de crue, qui elle est plus grande que celle des débits d'étiage; quant à la précision des estimés obtenus par régression, on note le même ordre. Cette remarque laisse supposer qu'en ayant des variates plus précises on pourrait diminuer l'erreur d'estimation; ce gain de précision peut être obtenu en augmentant le nombre d'années d'observation. Nous vérifions cette remarque dans les lignes qui suivent.

a) Régionalisation

Lors de la cartographie des caractéristiques de l'écoulement, nous avons mis en évidence que les liens entre le module interannuel et le débit annuel de crue variaient suivant différentes régions. Les deux principales régions définies se situaient au nord et au sud du fleuve Saint-Laurent. La région au nord du fleuve se subdivisait en deux sous-régions et celle du sud en quatre sous-régions. Vu le nombre restreint de stations de jaugeage ayant 8 ans d'observation (22) au sud du fleuve en regard du nombre de sous-régions, nous n'avons pu vérifier le bien fondé de ces subdivisions.

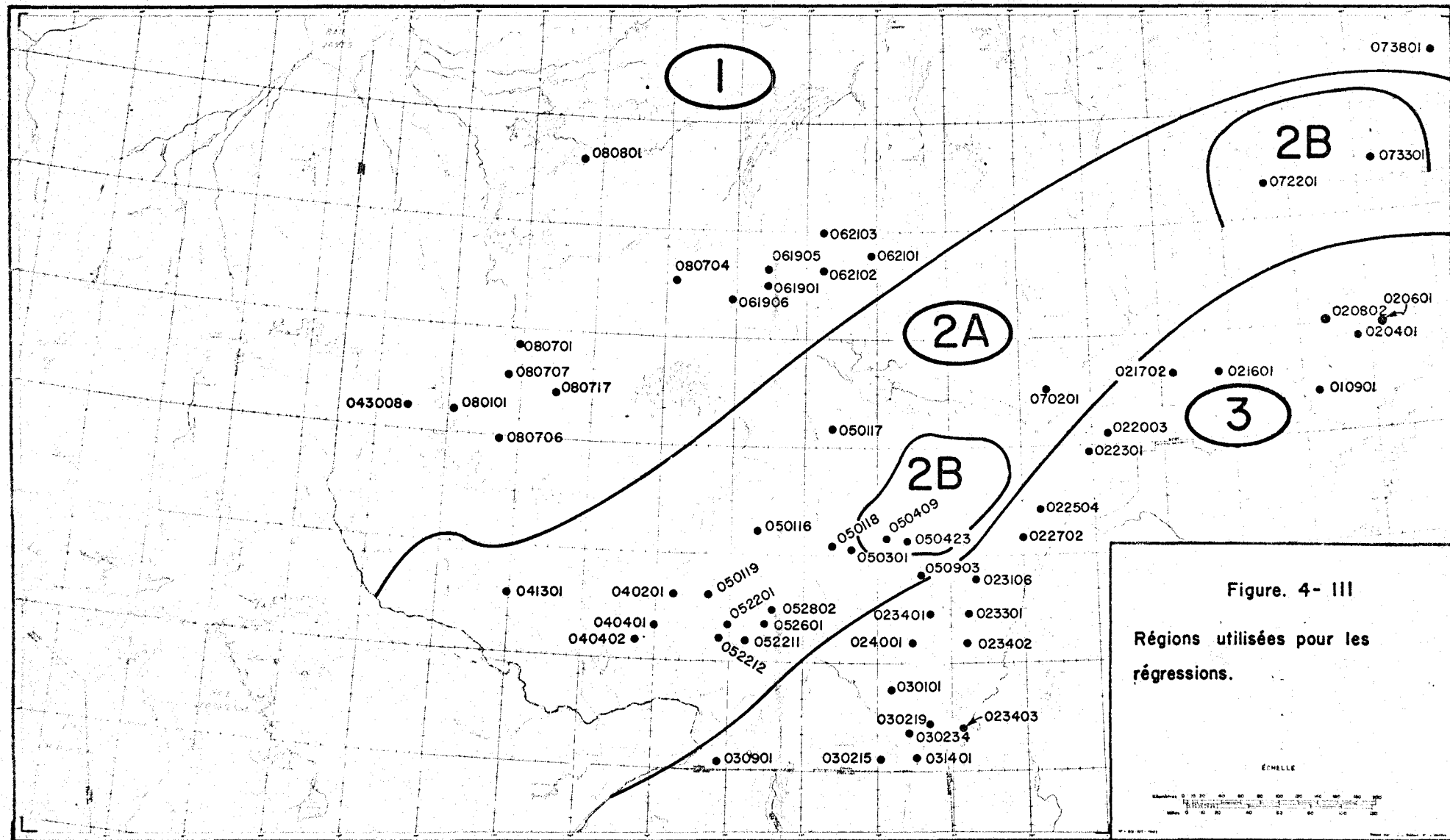


Figure. 4- III
 Régions utilisées pour les régressions.

ÉCHELLE

0 1 1 2 2 3 3 4
 En 1,000 pieds

Teintes Hypsométriques

Pour la région au nord du fleuve, nous avons établi les régressions en utilisant l'ensemble de toutes les stations ayant 8 ans d'observation. La cartographie des déviations relatives entre les valeurs observées et calculées (après 5 variables entrées), nous a permis de constater que ces valeurs avaient encore une distribution géographique. On a pu tracer deux axes d'erreur nulle, définissant trois régions d'erreurs de même signe. Ces trois régions (figure 4-111) sont les suivantes:

- (1) Bouclier, régions hydrographiques 04 (amont), 08,06 et 07 (nord-est);
- (2A) Bordure du bouclier, régions hydrographiques 04 (aval), 05,07;
- (2B) Massifs Laurentien et de la Côte-Nord.

Nous avons donc établi de nouvelles régressions pour les stations situées sur le bouclier et pour les stations en bordure du bouclier et dans les massifs. Les deux dernières régions ont été regroupées en raison du nombre peu élevé de stations dans les massifs. L'amélioration de la précision est très forte sur toutes les caractéristiques de l'écoulement principalement dans la région du bouclier.

Nous présentons au tableau 4-106 les résultats obtenus pour les groupes de stations localisées au: (figure 4-111).

- Nord du fleuve (1 et 2);
- Bouclier (1);
- Bordure du bouclier (2);
- Sud du fleuve (3).

- b) Comparaison des résultats en utilisant les variates évaluées sur 8 ans et 30 ans d'observation
- Nous présentons au tableau 4-115, les résultats concernant la précision et les variables physiographiques entrant dans les régressions sur les variates de débits étudiées. Le nombre restreint de stations nous force à diviser les zones 2 et 3 uniquement en deux groupes, soient les stations situées au nord et au sud du fleuve. Si on compare les résultats des tableaux 4-106 et 4-115 on remarque une amélioration sensible de précision pour les régressions sur les variates obtenues avec 30 années d'observation. Cette amélioration est plus marquée pour les régressions sur les écarts-types. Il est intéressant de noter qu'on obtient d'aussi bons résultats sur les écarts-types que sur les moyennes (à une

4.3.2.3.2

Régression sur les variates définies à partir des logarithmes des valeurs observées

Le deuxième modèle général d'analyse de fréquence fait intervenir la moyenne et l'écart-type des séries de débits exprimés en valeurs logarithmiques. Nous avons également montré que:

$$\frac{\ln Q_1}{\ln Q_2} = \ln G$$

4 - 114

exception près) bien que l'on observe que la variance expliquée soit moins élevée. Ceci est attribuable à la moins grande variabilité spatiale des écart-types et rejoint l'observation faite lors de la cartographie de cette variate.

En ce qui concerne les variables physiographiques entrant dans ces régressions on peut faire les mêmes constatations que pour les facteurs expliquant la variation des caractéristiques d'étiage dans les régions au nord du fleuve; les variables significatives ne sont plus le pourcentage de jacs et de forêt, mais des facteurs directionnels ou de position géographique.

		Stations au nord du fleuve				Stations au sud du fleuve			
		No. var.	Variabes corrélées	E.S.E.	R	No. var.	Variabes corrélées	E.S.E.	R
Modules annuels	Moy./ Surface	11	2,4,5,8,18	.09	.69	2	3,7,8,9,12,13,14,17,18,19,20,21	.10	.81
		14	2,7,10,13,18,21	.08	.77	9	3,7,8,18	.09	.87
		20	1	.08	.81	5		.06	.95
	Ecart-type/ Surface	16	1,4,5,15	.09	.62	1		.15	.57
		19		.08	.67	5		.14	.65
		13	2,3,5,7,10,14,18	.08	.74	10	4	.136	.74
Débit d'étiage	Moy./ Surface	21	2,7,8,10,14,17,18	.178	.68	4	11,12,15,16	.30	.68
		19		.178	.71	5	2,7,10,11,13,18	.24	.83
		14	2,7,10,13,17,18	.174	.75	1	16,20	.21	.88
	Ecart-type/ Surface	19		.147	.47	6		.22	.80
		3	7,10,13	.143	.56	4	11,12,15,16	.19	.87
		16	1,4,5	.13	.70	16	1,5,6	.178	.90

No. var. - Numéro de code de la variable physiographique
 E.S.E. - Erreur standard de l'estimé en unité log
 R - Coefficient de corrélation

TABEAU: 4-115 RESULTATS DES REGRESSIONS CALCULEES EN UTILISANT LES VARIATES DE DEBITS D'APRES 30 ANS D'OBSERVATION

où G est la moyenne géométrique. Cette dernière est toujours inférieure à la moyenne arithmétique (M) et nous avons constaté que le rapport entre ces deux valeurs était relativement constant. Nous avons établi une relation entre G et la moyenne arithmétique, des débits de crue des 36 stations situées au nord du fleuve. La relation est la suivante:

$$G = -0.366 + 1.07M$$

Le coefficient de corrélation est de .998 et l'erreur standard de l'estimé de .29, ce qui représente une erreur moyenne de 3%.

Il est donc possible de déterminer la moyenne des valeurs logarithmiques des différentes séries de débits, en se servant des régressions précédentes. Nous avons effectué des régressions sur le logarithme de la moyenne géométrique et les résultats obtenus, au niveau de la précision et des variables entrées, sont identiques à ceux obtenus sur le logarithme de la moyenne arithmétique.

Nous présentons au tableau 4-118 les résultats des régressions sur l'écart-type des séries logarithmiques

des débits de crue et d'étiage (30 ans d'observation) pour les stations situées au nord et au sud du fleuve Saint-Laurent. On obtient des résultats comparables à ceux obtenus sur les écarts-types des valeurs naturelles (30 ans d'observation) et les mêmes commentaires s'appliquent.

4.3.2.4. CONCLUSION

Les résultats obtenus dans la région du bouclier où toutes les variables physiographiques sont fortement corrélées entre elles, sont très satisfaisants. Dans les autres régions, les résultats sont moins bons; ceci est expliqué par le fait que la variabilité spatiale des caractéristiques statistiques de l'écoulement est due à plusieurs facteurs qui n'interviennent que pour quelques unes des stations. Un échantillonnage plus important dans ces régions est donc nécessaire. En général, les variates de l'écoulement sont reliées à des facteurs directionnels ou de position géographique. Il est donc nécessaire que les stations hydrométriques couvrent adéquatement l'ensemble du territoire. Nous remarquons également une amélioration sensible dans les résultats lorsque les variates sont calculées à partir d'une plus longue série d'observation. Bien que cette technique

	Stations au nord du fleuve			Stations au sud du fleuve		
	No. var.	E.S.E.	R	No. var.	E.S.E.	R
Débits de crue	1	.14	.45	10	.135	.496
	20	<u>.10</u>	.75	21	.139	.51
				4	<u>.141</u>	.56
Débits d'étiage	14	.22	.73	9	.28	.57
	12	.20	.81	1	.24	.75
	6	<u>.19</u>	.84	11	<u>.20</u>	.86

TABLEAU: 4-118 RESULTATS DES REGRESSIONS SUR L'ECART-TYPE
DES SERIES LOGARITHMIQUES DES DEBITS
(30 ANS D'OBSERVATION)

d'interpolation géographique n'explique pas parfaitement la variation spatiale des variates de l'écoulement; les erreurs d'estimation sont tout de même assez rapprochées de la précision désirée. Nous présentons au tableau 4-120, les erreurs-types relatives sur l'estimation des débits de crue et d'étiage ayant une période de retour de 20 ans et 100 ans. Ces erreurs sont calculées à partir de la formule suivante:

$$\text{VAR } Q_T = \text{VAR } \bar{Q} + K_T^2 \text{VAR } \sigma$$

L'erreur relative de l'estimé est donc:

$$(\text{E.R.E.})_{Q_T} = \frac{\sqrt{\text{VAR } Q_T}}{\bar{Q}}$$

L'objectif de précision n'est pas atteint sur les débits d'étiage pour les stations en bordure du bouclier et au sud du fleuve (8 ans d'observation), et sur les débits de crue en bordure du bouclier. On constate cependant que l'objectif est atteint sur l'estimation des étiages lorsqu'on utilise les variates calculées à partir de 30 ans d'observation.

Régions	Variate	Période	E.S.E. (Q/A)	Moy. (Q/A)	E.S.E. ($^{\circ}$ Q/A)	Moy. (σ)	E.R.E. 20 ans %	E.R.E. 100 ans %
Sud du fleuve	débits de crue	8 ans	.15	20	.17	6.5	18.5	20
Bordure du bouclier	débits de crue	8 ans	.15	12	.27	3.7	22	24.6
Sud du fleuve	débits d'étiage	8 ans	.25	20	.28	0.06	30	31.5
Bordure du bouclier	débits d'étiage	8 ans	.22	.30	.38	0.08	31.5	32.3
Sud du fleuve	débits d'étiage	30 ans	.21	.20	.18	0.06	22	23
Nord du fleuve	débits d'étiage	30 ans	.17	.34	.13	0.10	18.6	19.4

TABLEAU: 4-120 ERREUR-TYPE RELATIVE SUR L'ESTIMATION DES DEBITS DE CRUE ET D'ETIAGE AYANT UNE PERIODE DE RETOUR DE 20 ANS ET 100 ANS

L'objectif de précision n'est pas atteint sur les débits d'étiages pour les stations en bordure du bouclier et au sud du fleuve (8 ans d'observation), et sur les débits de crues en bordure du bouclier. On constate cependant que l'objectif est atteint sur l'estimation des étiages lorsqu'on utilise les variates calculées à partir de 30 ans d'observation.

4.3.3 Application de la méthode de Dalrymple

Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, il est nécessaire de connaître les débits de crue avec une probabilité d'occurrence donnée en chaque point des zones 2 et 3. La méthode de Dalrymple (paragraphe 1.3.4.1) qui a pour but de déterminer la courbe de fréquence de crue d'une région homogène, peut fournir un élément de réponse.

Desforges (1970) a appliqué cette méthode à l'ensemble des régions hydrographiques (figure 2-5) 02,03,04,05,06, 07 et 08. Dans son application, il admet que la loi de distribution de fréquence de Gumbel représente bien la distribution des crues. Cependant, dans l'établissement de la courbe régionale de distribution de fréquence, il modifie la méthode. En effet, pour chaque période T fixée, il utilise la moyenne pour toutes les stations du rapport des débits ($Q_T/Q_{2.33}$), au lieu de la médiane (ainsi qu'il est spécifié dans la méthode originale). En pratique, pour les régions considérées, cette modification a peu d'influence puisque la distribution des valeurs présente une faible asymétrie.

Dans les lignes qui suivent, nous reprenons quelques-uns des calculs effectués par Desforges. Nous utilisons son estimation des valeurs des débits de crue pour établir de nouvelles courbes régionales. Nous vérifions ensuite si ces courbes conduisent à une estimation suffisamment précise des débits de crue pour une période de retour donnée. On trouve dans le tableau 4-123 a les valeurs de $q_T = Q_T/Q_{2.33}$ pour $T = 5, 10, 20, 50, 100$, estimées à chaque station au moyen de la loi de distribution de fréquence de Gumbel.

4.3.3.1 Test d'homogénéité de Langbein

La courbe régionale est définie, pour chaque période de retour, par la moyenne calculée sur les stations de la région des débits en crue ayant cette période de retour. Cette courbe étant établie, le test d'homogénéité permet de déterminer les stations dont la période de retour du débit reconstitué à partir de la valeur régionale pour 10 ans ne s'éloigne pas trop de 10 ans. On admet alors que l'ensemble des stations respectant les limites du test détermine une région homogène où s'applique la courbe régionale.

Pour appliquer le test d'homogénéité de Langbein, on définit la relation suivante

$$(Q_{Tc})_j = (Q_{2.33})_j \times \bar{q}_{10}$$

STATIONS	Q _{2.33} P.C.S	q ₅ []	q ₁₀ []	q ₂₀ []	q ₅₀ []	q ₁₀₀ []	SUPERFICIE EN M ² .C.	NOMBRE D'ANNÉES (observations)	Tc ANS
20401	7490	1.27	1.48	1.69	1.95	2.14	390	24	10
20801	8910	1.20	1.52	1.74	2.02	2.24	287	24	8.8
20802	13000	1.16	1.63	1.89	2.22	2.47	470	12	6.6
21601	12300	1.23	1.42	1.82	1.92	1.98	616	43	12.5
21702	1990	1.32	1.58	1.82	2.14	2.37	82.4	36	7.4
22301	7500	1.32	1.57	1.81	2.12	2.35	370	46	7.6
22702	5210	1.31	1.56	1.78	2.09	2.3	312	49	9.1
22504	3610	1.33	1.58	1.82	2.13	2.36	190	13	7.4
23402	38000	1.26	1.46	1.65	1.9	2.09	2250	47	10.4
23403	6130	1.3	1.53	1.75	2.04	2.25	439	54	8.5
23101	8760	1.28	1.51	1.73	2.01	2.21	319	41	11.1
23301	9000	1.22	1.4	1.57	1.79	1.94	438	51	13.4
23401	4260	1.26	1.46	1.66	1.9	2.09	273	44	10.0
24001	11520	1.3	1.53	1.75	2.05	2.27	545	47	8.6
30210	8380	1.28	1.49	1.71	1.98	2.18	324	32	9.7
30302	8950	1.28	1.51	1.73	2	2.21	48	26	7.1
30234	6760	1.32	1.57	1.8	2.12	2.34	248	38	7.6
30101	4790	1.29	1.52	1.75	2.03	2.25	210	40	8.8
31401	2700	1.24	1.43	1.61	1.81	1.94	84	15	11.7
30901	17400	1.3	1.53	1.76	2.06	2.28	951	47	8.6
30215	3600	1.28	1.49	1.69	1.95	2.14	201	13	9.7
30224	1520	1.39	1.71	2.01	2.39	2.68	59.8	40	9.8
30217	3560	1.3	1.52	1.73	2	2.21	81.2	10	6.8
40115	1100	1.25	1.44	1.63	1.86	2.04	63.1	27	11.1
40201	9440	1.19	1.38	1.48	1.67	1.81	994	39	22.1
40202	16100	1.19	1.34	1.48	1.68	1.82	2122	40	25.2
40401	2460	1.3	1.54	1.76	2.06	2.28	542	43	8.2
40402	4610	1.23	1.41	1.58	1.8	1.97	811	47	12.9
40401	13000	1.25	1.45	1.63	1.88	2.08	1990	42	11.2
43008	1800	1.72	2.42	2.82	3.51	4.23	380	32	5.7
43009	5610	1.21	1.37	1.53	1.73	1.88	647	30	15.7
50118	7080	1.27	1.49	1.69	1.96	2.16	1050	44	9.7
50117	7800	1.21	1.56	1.84	2.14	2.38	787	28	13.5
50119	4320	1.23	1.42	1.59	1.82	1.99	657	18	12.5
52201	3410	1.35	1.63	1.9	2.24	2.5	212	54	6.7
52202	5310	1.24	1.53	1.75	2.04	2.25	518	47	8.5
52201	7290	1.21	1.58	1.84	2.15	2.41	488	44	11.1
52601	4190	1.24	1.42	1.6	1.83	2	397	44	12.1
52801	9240	1.22	1.39	1.55	1.78	1.92	538	27	14.4
50402	8610	1.37	1.65	1.92	2.27	2.54	295	17	6.4
50403	5360	1.23	1.4	1.56	1.78	1.94	295	14	13.5
60301	18420	1.23	1.41	1.59	1.81	1.98	1770	37	12.5
51001	12810	1.37	1.65	1.92	2.27	2.53	425	16	6.4
61901	50200	1.29	1.51	1.72	2	2.2	5920	17	9.1
62103	20000	1.35	1.6	1.85	2.17	2.44	1770	8	17.3
61903	35300	1.21	1.36	1.51	1.7	1.84	4302	8	17.3
62101	35000	1.2	1.35	1.5	1.69	1.83	3600	16	16.2
62102	46800	1.29	1.51	1.72	2	2.2	3810	11	9.1
62104	13700	1.23	1.39	1.56	1.76	1.92	1290	8	13.7
71001	62570	1.18	1.33	1.47	1.65	1.78	7300	36	20.6
73301	8002	1.67	2.19	2.69	3.33	3.81	264	21	3.8
73801	57330	1.26	1.45	1.63	1.87	2.05	5010	12	11
74601	12427	1.24	1.41	1.58	1.8	1.96	803	9	11.9
74701	30222	1.19	1.33	1.47	1.64	1.77	2310	9	20.8
74702	1558	1.28	1.48	1.68	1.89	2.03	58.2	6	9.7
74901	49820	1.3	1.51	1.73	1.99	2.2	6490	8	11.1
80101	6760	1.22	1.39	1.56	1.78	1.94	1420	54	14
80701	94280	1.21	1.38	1.53	1.73	1.88	22200	10	15.7
80702	37700	1.23	1.4	1.58	1.78	1.94	7230	14	13.5
80703	3420	1.33	1.59	1.84	2.17	2.41	784	44	7.3
80705	18270	1.28	1.5	1.71	1.98	2.19	3210	20	9.4
80801	24130	1.18	1.32	1.45	1.62	1.74	6610	11	27

(a) Valeurs pour chaque station

STATIONS	Q _{2.33} P.C.S	\bar{q}_5 []	\bar{q}_{10} []	\bar{q}_{20} []	\bar{q}_{50} []	\bar{q}_{100} []
02	8764.3	1.2893	1.5157	1.7321	2.0107	2.2193
03	6406.7	1.1997	1.53	1.7584	2.0411	2.2569
04	7015	1.2925	1.5213	1.74	2.0238	2.2382
05	7653.3	1.2683	1.4792	1.6792	1.9792	2.1341
06	33053	1.2657	1.4533	1.6433	1.8887	2.165
07	34532	1.3028	1.53	1.7514	2.0314	2.2429
08	30757	1.2417	1.43	1.6083	1.8433	2.0567

(b)

Moyennes régionales

Tableau.4-123 Débits de crue calculés à partir de la loi de Gumbel pour différentes périodes de récurrence

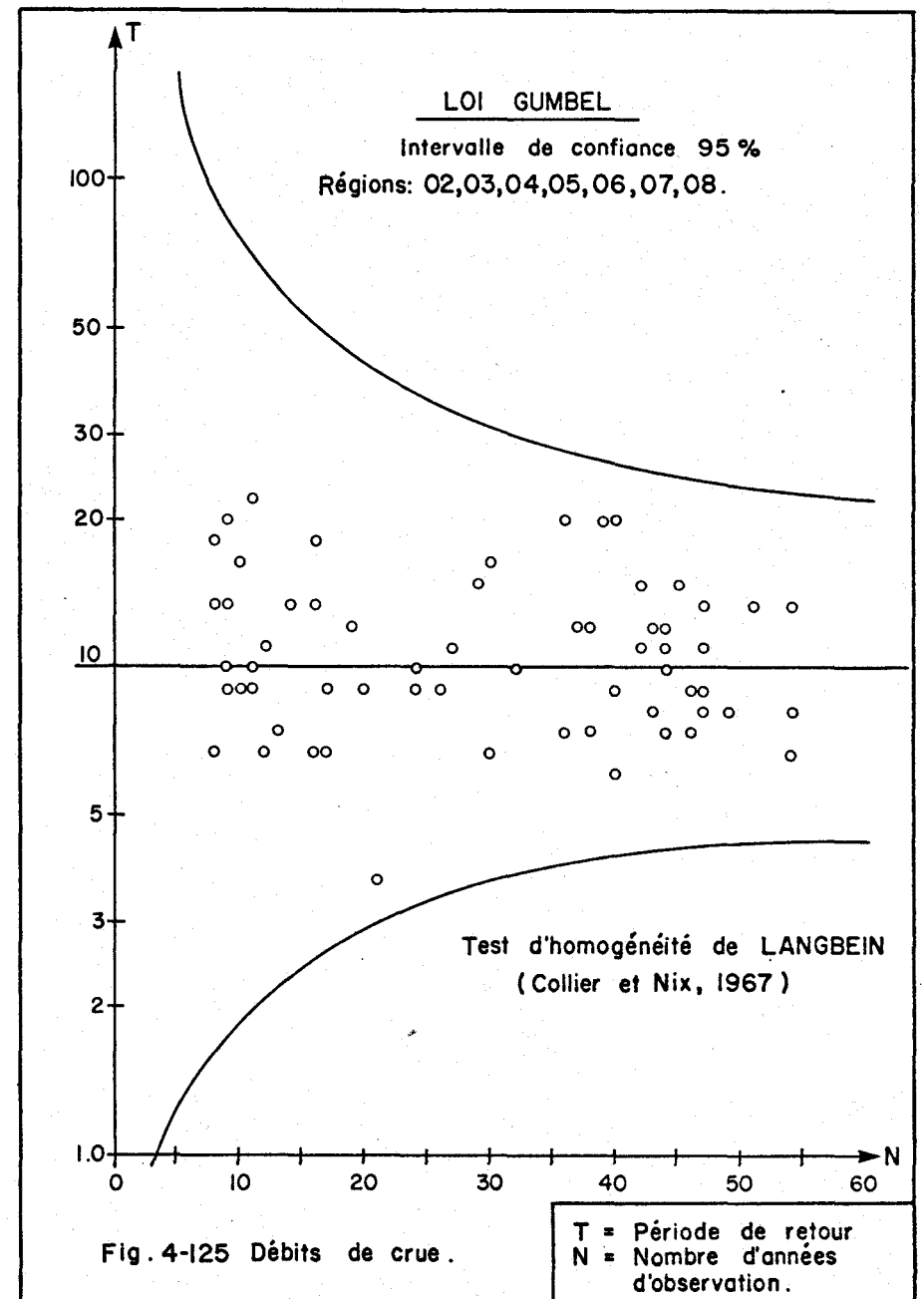
$$ou \quad \bar{q}_{10} = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p (q_{10})_j = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p (q_{10})_j / (q_{2.33})_j$$

p est le nombre de stations dans la région;
 T_c est un indice dont la valeur est égale à la période de retour.

Si la région est parfaitement homogène, la valeur de T_c est nécessairement de 10 ans puisque le débit est déterminé à partir de \bar{q}_{10} . Ce n'est pas le cas, comme on peut le voir au tableau 4-123 a; on doit donc nécessairement admettre une plage de variation de T_c autour de 10 ans, ce qui est fait dans le test de Langbein. On admet alors que les stations dont la valeur de T_c en fonction du nombre d'années est située dans un intervalle de confiance de 95% autour de 10 ans, font partie d'un groupe homogène.

Nous appliquons ce test (figure 4-125) en utilisant les valeurs de T_c du tableau 4-123 a. Notons qu'au lieu d'utiliser $(Q_{T_c})_j$, nous utilisons \bar{q}_{10} , ce qui revient en réalité à déterminer T_c tel que:

$$(q_{T_c})_j = \bar{q}_{10}$$

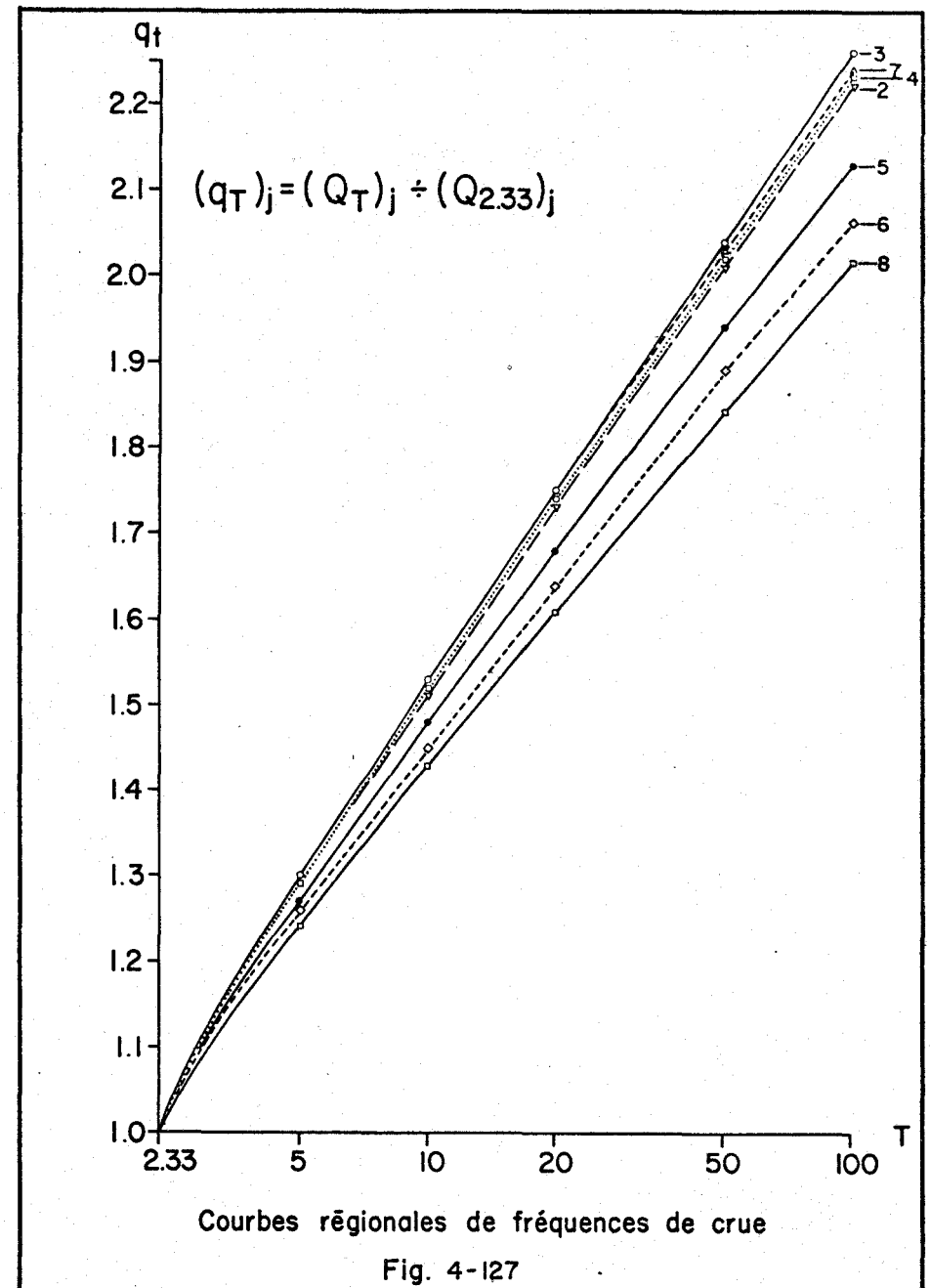


Pour déterminer la valeur de $(q_T)_{c j}$ à chaque station, nous effectuons une interpolation parabolique sur trois points successifs de la série des $q_{2.33}$, q_5 , q_{10} , q_{20} , q_{50} et q_{100} . Ceci revient à remplacer la courbe des fréquences cumulées par une succession de segments de parabole, Ceci constitue une excellente approximation.

Nous référant à la figure 4-125, nous constatons que toutes les stations utilisées satisfont au test d'homogénéité de Langbein, puisque les valeurs sont toutes à l'intérieur des courbes de contrôle (intervalle de 95%). Ceci signifie que les débits de période de retour 10 ans ne sont pas significativement différents sur l'ensemble du territoire considéré. Nous croyons aussi que ce test n'est pas assez sévère et qu'il manque de précision en ne tenant compte que des valeurs moyennes.

4.3.3.2 Détermination des courbes régionales

Si l'on considère la répartition des stations autour de la valeur $T = 10$ ans, il semble que l'on puisse effectuer un certain regroupement qui correspond aux régions hydrographiques telles que définies figure 2-5



Nous trouvons au tableau 4-123 b, les valeurs moyennes pour chaque courbe régionale. Ces courbes sont tracées sur la figure 4-127 et nous constatons que, pour les régions 02, 03, 04 et 07, une seule courbe serait suffisante.

4.3.3.3 Précision des valeurs estimées

Pour chaque région et pour chaque période de retour, on donne (tableau 4-129) les erreurs-types relatives. Ces erreurs sont importantes pour les régions 04 et 07; ceci est dû, d'abord, au petit nombre d'années d'observation pour certaines stations et ensuite, à une régionalisation qui n'est pas optimale. On peut se demander si certaines stations soumises à des conditions locales n'introduisent pas aussi des déviations importantes, (par exemple: $q_{100} = 4.03$ pour la station 43008, comparativement à la moyenne qui est 2.03).

Si l'on admet, comme on l'a vu précédemment, que les régressions conduisent à une estimation des débits $Q_{2.33}$ avec une erreur-type relative de l'ordre de 6%, on obtient sur les débits estimés une erreur-type relative de l'ordre de 7% dans les cas les plus favorables (régions 02, 03, 05, 06 et 08), et de l'ordre de 30% dans les cas les plus défavorables.

Stations	(E.T.) q_5	(E.T.) q_{10}	(E.T.) q_{20}	(E.T.) q_{50}	(E.T.) q_{100}
02	0.0295	0.0416	0.0514	0.0612	0.0662
03	0.0301	0.0477	0.0587	0.0701	0.0762
04	0.128	0.193	0.24	0.284	0.31
05	0.0465	0.0703	0.0881	0.105	0.115
06	0.042	0.0633	0.0785	0.0959	0.104
07	0.119	0.181	0.225	0.268	0.293
08	0.0395	0.0622	0.0802	0.0982	0.11

TABLEAU: 4-129 ERREURS TYPES RELATIVES REGIONALES

4.3.3.4 CONCLUSION

Cette méthode, dans son ensemble, conduit à des résultats intéressants. Cependant, il faut être prudent dans son application. Nous pensons qu'elle pourrait être améliorée en utilisant une distribution régionale autre que celle des régions hydrographiques. On pourrait par exemple établir la régionalisation à partir des débits spécifiques.

4.3.4 Courbes régionales d'emménagement

Comme nous l'avons vu au chapitre 3, les débits d'étiage sont des variates dont la connaissance est essentielle pour résoudre les problèmes d'emménagement que l'on trouve principalement au sein de la zone 3. Dans cette section nous allons régionaliser des courbes qui permettent de déterminer l'emménagement nécessaire pour garantir un débit donné avec une probabilité fixée de succès.

L'intérêt de cette régionalisation sera de pouvoir évaluer en un site peu ou non jaugé de la région la réserve nécessaire pour fournir le débit demandé. Pour établir les courbes régionales d'emménagement nous procédons de la façon suivante:

A chaque station:

- a) Evaluation statistique des débits ayant une période de retour fixée.
- b) Détermination des volumes d'emménagement.
- c) Construction des courbes d'emménagement en fonction du débit-garanti.

Pour toutes les stations -

- a) Régionalisation des courbes d'emménagement.
- b) Evaluation du débit de référence.

4.3.4.1 Evaluation des débits minimums

Les séries utilisées pour cette évaluation sont celles des débits moyens minimums annuels de 1, 3, 7, 10, 15, 30, 60, 90, 120, 150, 183 et 274 jours consécutifs.

Dans l'expression suivante chaque valeur de k définit une série.

$$(Q_{k,j})_i - \text{ou}$$

$k = 1, 3, 7, 10, 15, 20, \dots, 274$ jours consécutifs

$j = 1, 2, 3, \dots, n$

$i = 1, 2, 3, 4, \dots, N$ années

n - est le nombre de stations utilisées dans l'étude;

N - est le nombre d'années d'observation pour la station j ;

Pour chaque station, nous avons k séries statistiques. Pour une région comprenant n stations, nous avons donc $n \times k$ séries. On admet généralement que l'on peut très bien substituer pour chacune de ces séries une loi de distribution de fréquence log Pearson III avec paramètre d'origine nul.

A l'aide de cette distribution de fréquence, nous évaluons, pour chaque station et chaque période de jours consécutifs, la valeur des débits ayant les périodes moyennes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans. Ainsi, nous utilisons des débits qui seront dépassés respectivement dans 90, 95, 98 et 99% des cas. Ceci donne la même probabilité de succès aux débits garantis. Ces évaluations statistiques sont tabulées en annexe A4.

4.3.4.2 Calcul de l'emménagement

Le volume d'emménagement nécessaire pour satisfaire la demande pendant les périodes de faibles débits est égal au déficit maximal entre l'apport cumulé et la demande cumulée, quelque soit la durée de la période.

Volume d'emménagement

$$= \max [V_{a.c.}(t) - V_{d.c.}(t)]$$

Le calcul peut être exécuté graphiquement. Il s'agit en premier lieu de construire les courbes d'apport cumulé en fonction d'une période variable de jours consécutifs (figure 4-136a). Ces courbes représentent la quantité maximale d'eau qu'il est probable d'accumuler pendant une période donnée avec une certaine chance de succès, (90, 95, 98, 99% pour les fins de l'étude). Ces courbes s'expriment ainsi:

$$V_{a.c.}(t) = f(t, Q_{k,j,p})$$

$$= \sum_{k=1}^t Q_{k,j,p} \times \Delta t_k$$

où

$V_{a.c.}(t)$ désigne le volume d'apport cumulé pour une période t ;

$Q_{k,j,p}$ représente le débit moyen minimal dont la probabilité de dépassement est (P) pour une station j et pour une période de k jours consécutifs;

t représente la période pour laquelle on veut calculer l'apport cumulé.

Ensuite, nous traçons les courbes qui représentent la demande cumulée en fonction d'une période variable

de t jours consécutifs. Cette demande cumulée est égale à:

$$Vd.c. (t) = Q_t \times t$$

où

Q_t est la demande en eau pour un besoin quelconque (industriel, municipal, pollution, etc...);

t est la période de jours consécutifs pendant laquelle on devra satisfaire cette demande.

La différence maximale lue sur les courbes entre l'apport cumulé et la demande pour n'importe quelle période représente le volume d'emménagement (f) nécessaire pour satisfaire la demande.

Vu que les apports cumulés sont calculés avec des probabilités de succès de 90,95,98 et 99%, les volumes d'emménagement trouvés ont les mêmes probabilités de succès (i.e. volumes d'emménagement suffisants dans 90,95,98 et 99% des cas).

Enfin, pour atténuer l'influence de certains facteurs climatiques et géographiques (superficie du bassin versant, température, précipitation, etc...), et pour se

ramener à une valeur de référence facile à déterminer ou à reconstituer, nous divisons les débits à chaque station (apport ou demande) par le débit minimal de 7 jours consécutifs ayant une période moyenne de retour de 2 ans (Q_{7-2}). Ces débits deviennent donc de simples multiples du Q_{7-2} .

Exemple: figure 4-136 a-

Nous avons tracé à titre d'exemple à la figure 4-136 a, trois courbes de demande cumulée ainsi qu'une courbe d'apport cumulé correspondant à une probabilité de succès P. Les courbes de demande cumulée ont une pente (F) qui correspond au rapport du débit demandé au débit de référence.

$$F = \frac{Q_t}{Q_{7-2}} = 1.0, 1.5, 2.0 \text{ dans l'exemple}$$

Le déficit maximal correspondant à chacun des taux de demande F est illustré par la flèche maximale et est désigné par f. Nous obtenons ainsi l'emménagement total qu'on devra prévoir pour satisfaire la demande avec une probabilité P de succès. Ce volume est évidemment un multiple de Q_{7-2} sur ces courbes.

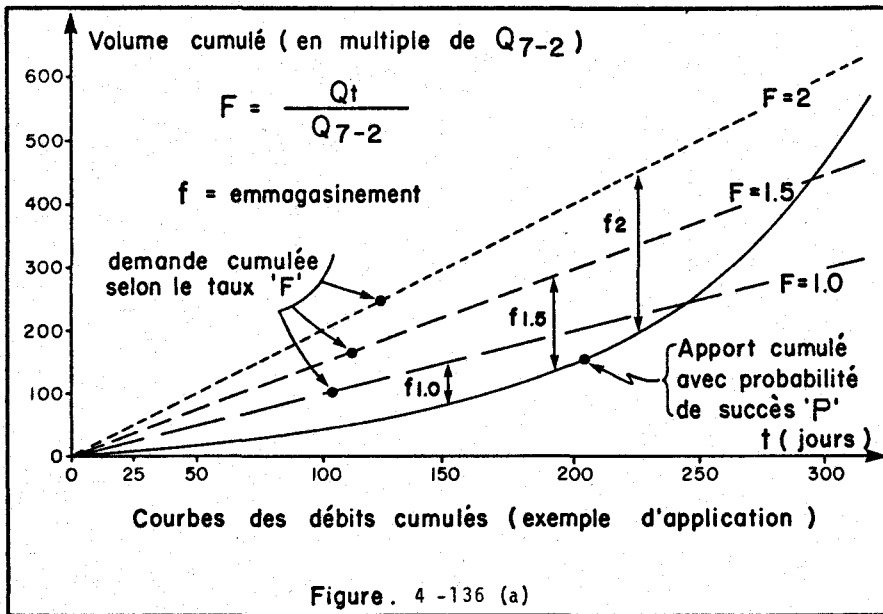


Figure. 4 -136 (a)

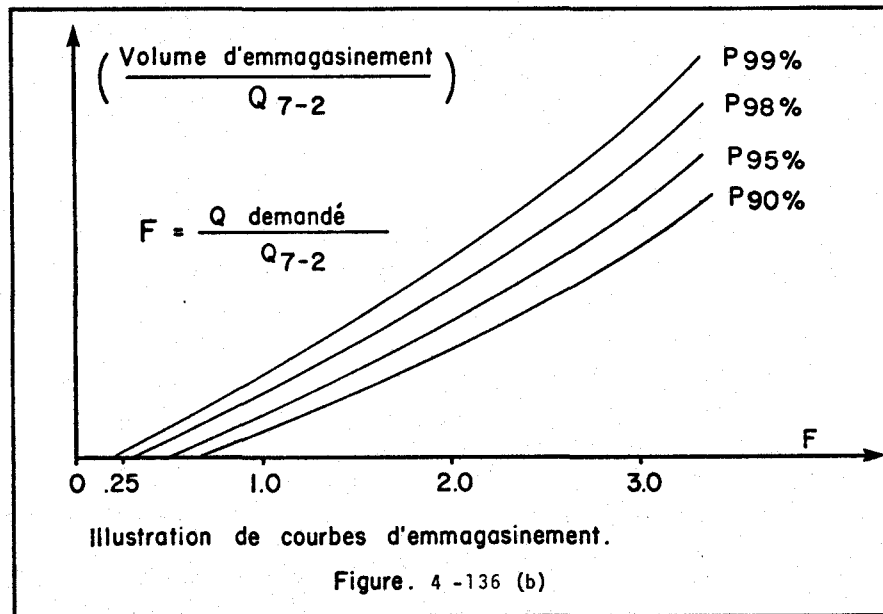


Figure. 4 -136 (b)

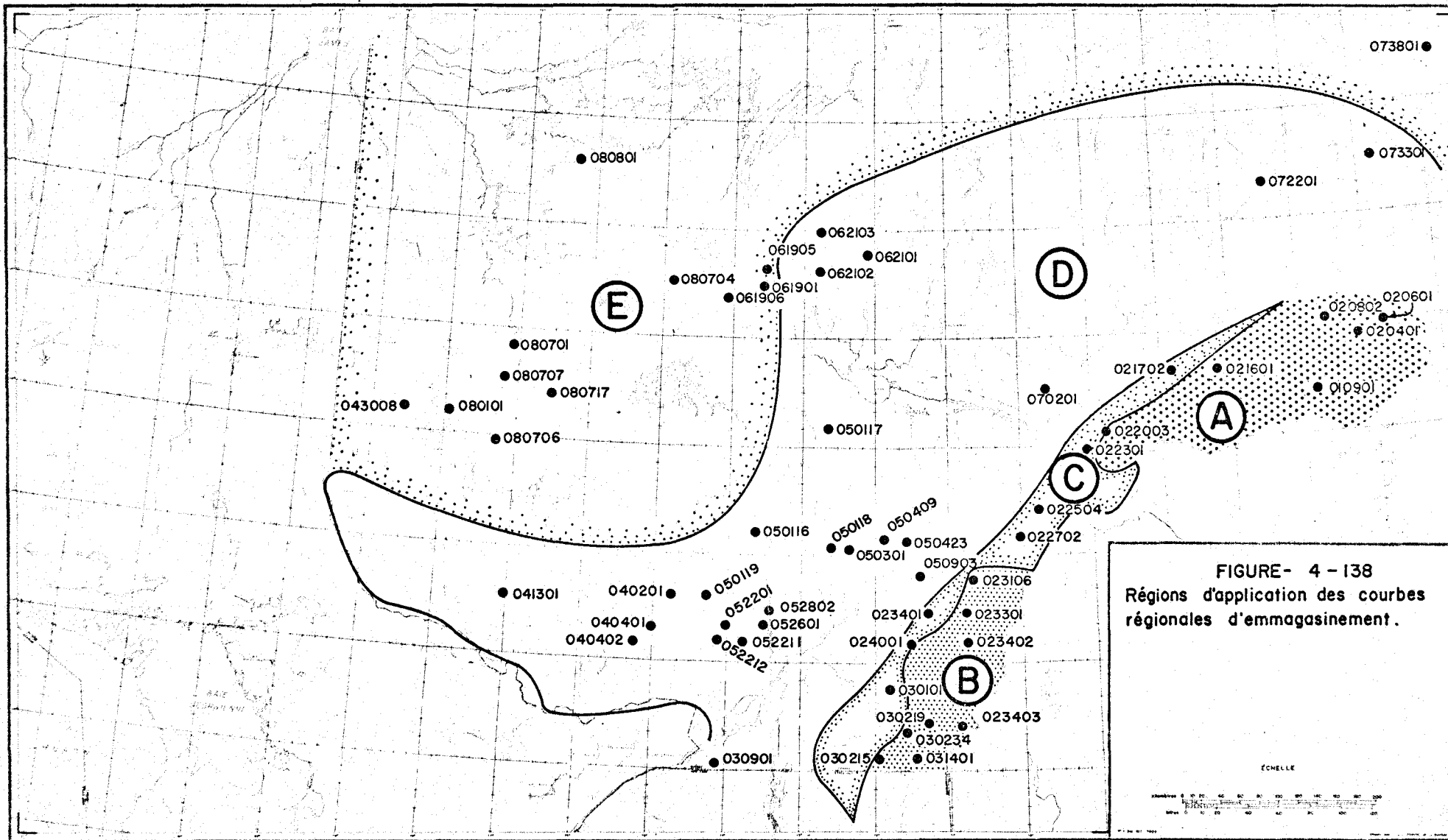
Pour les fins de l'étude, nous avons calculé cet emmagasinement pour un taux de demande F variant de .25 à 3.0 et ce avec un pas de .25. Les résultats sont tabulés dans la partie 4 de l'annexe.

4.3.4.3 Courbes d'emmagasinement

Les courbes d'emmagasinement telles qu'illustrées à la figure 4-136 b, sont construites en portant en ordonnée le volume d'emmagasinement (déficit maximal entre apport et demande) correspondant au taux de demande F qui, lui, est porté en abscisse. Chacune de ces courbes exprime le volume d'eau à emmagasiner nécessaire pour satisfaire la demande F avec une probabilité de réussite P égale à 99,98, 95 et 90% respectivement pour chaque courbe. Ces courbes ont été construites pour chaque station utilisée dans l'étude.

4.3.4.4 Régionalisation

La régionalisation des courbes a pour but de délimiter un territoire dans lequel une courbe unique, pour chaque probabilité de succès, suffit pour le calcul de l'emmagasinement. Cette régionalisation est essentiellement basée sur la similitude existant entre les courbes



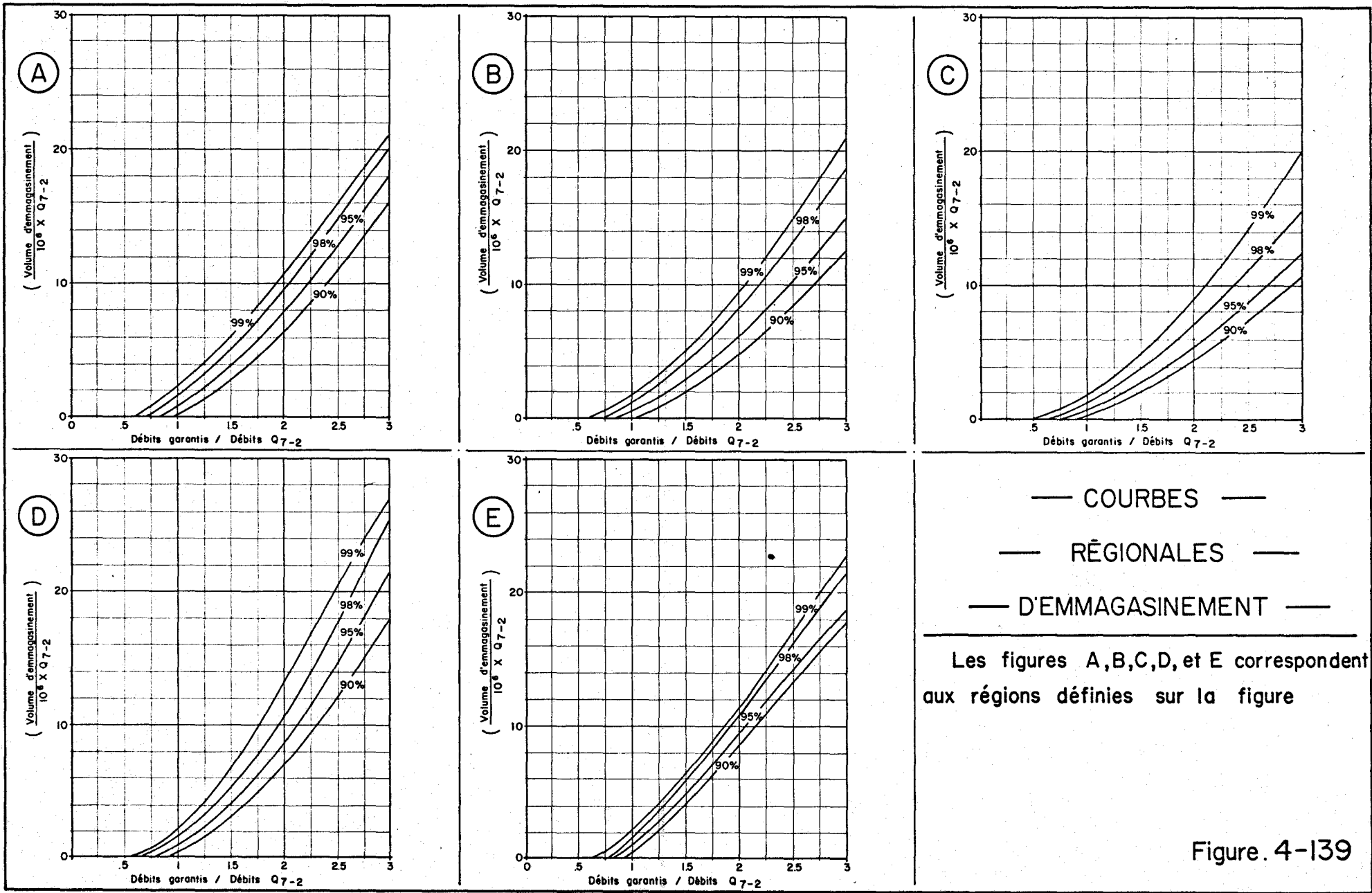


Figure. 4-139

au sein d'une région donnée. On retrouvera à la figure 4-138 les limites de cinq (5) régions désignées par A,B,C,D et E et déterminées de cette manière. Les courbes régionales sont tracées à la figure 4-139.

4.3.4.5 Evaluation du Q_{7-2}

Toutes les valeurs de débits et de volumes sont exprimées par rapport au Q_{7-2} ; il est donc nécessaire de pouvoir évaluer cette valeur du Q_{7-2} en tous points du territoire si l'on veut appliquer nos courbes régionales à un site non jaugé. Pour faire cette évaluation, nous avons opté pour la méthode de régression multiple en faisant intervenir les caractéristiques physiographiques. Les résultats de cette régression sont donnés aux tableaux 4-142, 4-143. Pour obtenir de meilleurs résultats, nous avons appliqué la régression à deux régions distinctes; la première constituée par les régions hydrographiques 02 et 03 (sud du fleuve Saint-Laurent) et la seconde par les régions 04, 05, 07 et 08. Pour ces deux régions, nous obtenons respectivement une erreur-type relative de 15% et 25% sur l'évaluation du Q_{7-2} . On remarquera que même si les besoins en alimentation municipale ou autres sont surtout présents dans la zone 3, nous utilisons dans

cette étude certaines données provenant des zones 2 et 1. Ces données sont utiles pour améliorer les résultats dans la zone concernée.

4.3.4.6 Précision

Comme nous l'avons vu, ces courbes régionales ont été obtenues par affinité entre certaines stations faisant partie d'une région. Il n'a donc pas été possible de déterminer l'erreur-type de ces courbes moyennes. Pour obtenir un ordre de grandeur de l'imprécision que l'on commet en utilisant les courbes régionales, nous allons effectuer le calcul dans les conditions suivantes:

- 1 - Région B;
- 2 - Taux de demande de F égal à 2.0;
- 3 - Probabilité de réussite de 95%.

On retrouve pour ces stations une erreur-type relative de 20%. L'erreur-type relative sur l'estimé d'un emmagasinement en un site non jaugé de cette région est donc de l'ordre de 28%.

ETAPE NUMERO 4

POUR 4 VARIABLES ENTREES

VARIABLE ENTREE 19

SOMME DES CARRÉS RÉDUITS DANS CETTE ÉTAPE .042
 POURCENTAGE DES CARRÉS RÉDUIT DANS CETTE ÉTAPE .023

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS RÉDUIT .933
 POURCENTAGE RÉDUIT .500 DE 1.867

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE707
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTÉ) .649

ERREUR STANDARD DE L'ESTIME228
 ERREUR STANDARD DE L'ESTIME (AJUSTÉ) .245

VALEUR DE F POUR L'ANALYSE DE LA VARIANCE 4.496

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. CUEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	.21405	-	-
14	-.14624	.04962	2.947
1	.11197	.06318	1.772
11	-.22326	.12567	1.777
19	-.17139	.18940	.905

LOGARITHMES

NATURELLES

	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	STATION NUMERO
1	-1.544	-1.604	.039	.21	.20	.058	40115
2	-.855	-.985	.151	.43	.37	.121	40201
3	-.961	-.995	.036	.38	.37	.034	40202
4	-1.043	-1.324	.269	.35	.27	.245	40401
5	-1.038	-1.250	.204	.35	.29	.191	40402
6	-1.115	-1.076	.034	.33	.34	.039	41301
7	-.769	-1.021	.329	.46	.36	.223	43008
8	-1.086	-.800	.263	.34	.45	.331	43009
9	-1.097	-1.103	.005	.33	.33	.006	50116
10	-1.145	-1.040	.091	.32	.35	.110	50117
11	-1.786	-1.328	.257	.17	.27	.582	50118
12	-1.131	-1.022	.096	.32	.36	.115	50119
13	-.609	-1.018	.670	.54	.36	.335	50403
14	-1.313	-1.170	.109	.27	.31	.154	52201
15	-1.207	-1.110	.080	.30	.33	.102	52211
16	-.898	-1.128	.255	.41	.32	.205	52212
17	-1.553	-1.301	.162	.21	.27	.286	52601
18	-1.306	-1.292	.011	.27	.27	.014	52802
19	-1.290	-1.220	.054	.28	.30	.072	70201
20	-1.277	-1.252	.020	.28	.29	.025	73301
21	-.993	-.743	.252	.37	.48	.284	80101
22	-.735	-.842	.145	.48	.43	.101	80706
23	-.652	-.780	.196	.52	.46	.120	80717

Tableau 4-142 : Régression Q₇₋₂ vs variables physiographiques, régions 04, 05, 07, 08

ETAPE NUMERO 12

VARIABLE ENTREE 17

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .055
 POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .022

POUR 12 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 2.519
 POURCENTAGE REDUIT .986 DE 2.554

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE993
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .980

ERREUR STANDARD DE L ESTIME084
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .142

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 29.508

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALFUR DE T CALCULEE
-	-.42.05368	-	-
4	1.56403	.19004	8.230
5	-.19820	.15416	1.286
1	.22432	.03584	6.259
21	3.09264	.31021	9.969
8	-.34379	.08259	4.162
11	-.19203	.02338	8.213
6	-.12747	.04240	3.006
3	1.12124	.21205	5.288
14	.13221	.02894	4.569
12	1.13677	.26617	4.271
16	-.45360	.13459	3.370
17	.48538	.17382	2.793

POUR 12 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	-1.755	-1.787	.018	.17	.17	.031	20401
2	-1.825	-1.798	.015	.16	.17	.027	20601
3	-1.347	-1.328	.014	.26	.26	.019	21601
4	-2.323	-2.369	.020	.10	.09	.045	21702
5	-2.097	-2.068	.014	.12	.13	.030	22301
6	-2.214	-2.205	.004	.11	.11	.009	22702
7	-1.269	-1.360	.072	.28	.26	.087	23106
8	-1.615	-1.518	.060	.20	.22	.102	23301
9	-2.464	-2.439	.010	.09	.09	.025	23401
10	-1.642	-1.639	.002	.19	.19	.003	23402
11	-1.269	-1.274	.004	.28	.28	.005	23403
12	-1.767	-1.805	.021	.17	.16	.037	24001
13	-2.628	-2.641	.005	.07	.07	.013	30101
14	-1.776	-1.760	.009	.17	.17	.016	30219
15	-2.024	-2.029	.003	.13	.13	.005	30234
16	-2.128	-2.045	.039	.12	.13	.087	30301
17	-2.019	-2.051	.016	.13	.13	.031	30901
18	-1.899	-1.946	.025	.15	.14	.046	31401

Tableau 4-143 Régression Q₇₋₂ vs variables physiographiques, régions 02, 03

4.3.4.7 Conclusion

L'erreur-type relative que nous espérons obtenir dans le cas des bas débits est de l'ordre de 25%. Il va de soi qu'en obtenant une précision de l'ordre de 30% sur les volumes d'emmagasinement nous devons être satisfait.

Cependant, nous croyons qu'il est possible d'améliorer la précision en redéfinissant un autre processus de régionalisation, on pourrait par exemple procéder d'une façon similaire à celle de la méthode de Dalrymple.

4.3.5 Application des modèles

Nous avons mentionné au premier chapitre que les modèles devaient être considérés comme un élément important de la rationalisation. Il est impossible dans le cadre de cette étude d'appliquer les modèles sur l'ensemble du territoire; nous nous bornerons à montrer par 4 exemples comment les modèles peuvent fournir les informations nécessaires à la satisfaction des objectifs. Une brève description du modèle utilisé est donnée en annexe 5.

Nous pourrions constater que les données hydrologiques nécessaires au fonctionnement du modèle demandent une courte

période d'opération des stations, et que le modèle calé en un point, s'applique aussi en d'autres points.

4.3.5.1 Définition et fonction des modèles

Les deux fonctions principales des modèles, l'évaluation spatiale et la prolongation des données, sont liées à la rationalisation des réseaux puisqu'elles permettent de décider de l'installation des stations ou de leur prolongation.

L'objectif final est de représenter avec une certaine précision la variation dans le temps de la ressource en eau en divers points d'un bassin et de gérer au mieux la ressource après la réalisation des aménagements. Pour ce faire, il est nécessaire de posséder des outils permettant d'assumer les deux fonctions et nous croyons qu'un modèle paramétrique est un de ces outils car il permet:

- de simuler le passé, à partir des données atmosphériques, compte tenu des caractéristiques du bassin et des interrelations mises en évidence;
- de prévoir les apports futurs distribués dans le temps à partir des données observées, ou des prévisions fournies par les services météorologiques.

Les modèles paramétriques, où on prend en compte les caractéristiques physiques du bassin par le biais des relations paramètres-caractéristiques, fonctionnent à partir des interrelations climat-sol connues ou estimées. Il est important de noter, toutefois, qu'un modèle convenablement calé ayant un comportement homogène assurera la prévision des débits avec une précision toujours inférieure ou égale à la précision des données d'entrée.

D'autre part, la comparaison entre les prévisions et les observations faites ultérieurement permet d'améliorer les performances du modèle et de raffiner les interrelations sol -atmosphère.

A l'heure actuelle, en hydrologie, on élabore de nombreux modèles déterministes qui répondent à des objectifs plus spécifiques:

- prévision de crue sur les grands bassins versants;
- simulation des débits continus pour les bassins versants;
- reproduction des crues sur les petits bassins versants;
- prévision de l'évolution des crues par suite des

modifications des caractéristiques physiques des bassins (urbanisation, techniques agricoles).

Les concepts de base de ces modèles représentent, ou essaient de représenter les liens entre plusieurs phénomènes. Ces liaisons sont toutefois variables avec la dimension du bassin versant. Pour un grand bassin, la simulation repose surtout sur la transmission des ondes de crue produites par des impulsions météorologiques journalières, tandis que pour un petit bassin versant, la simulation requiert la connaissance de l'intensité des précipitations et des caractéristiques physiques du sol. La dualité espace-temps mise à part, les modèles reposent sur des principes qui tendent à respecter la réalité puisqu'ils sont contraints de reproduire le passé avec une finesse sans cesse plus recherchée.

Comme les données météorologiques sont essentiellement stochastiques et que les caractéristiques physiographiques d'un bassin versant sont constantes pour un laps de temps relativement long, le modèle engendrera une série continue de débits simulés qui présentera des caractéristiques statistiquement identiques à celles de la série effectivement observée, à condition bien entendu que les interrelations soient acceptables.

4.3.5.2 Simulation actuelle des débits continus observés dans le passé

Le modèle paramétrique utilisé a été mis au point sur des bassins de différentes tailles.

Bassin versant des

Eaux-Volées 3,93 km² ou 1,51 mi²

Bassin versant du

réservoir Kénogami 3,290 km² ou 1,270 mi²

Bassin versant de la

Nam Mum à Pak Mune 114,000 km² ou 44,000 mi²
(Thaïlande)

A partir des données météorologiques (température, précipitations, évaporation potentielle) et hydrométriques (débits), nous avons procédé au calage des paramètres sur quatre bassins de la zone 3:

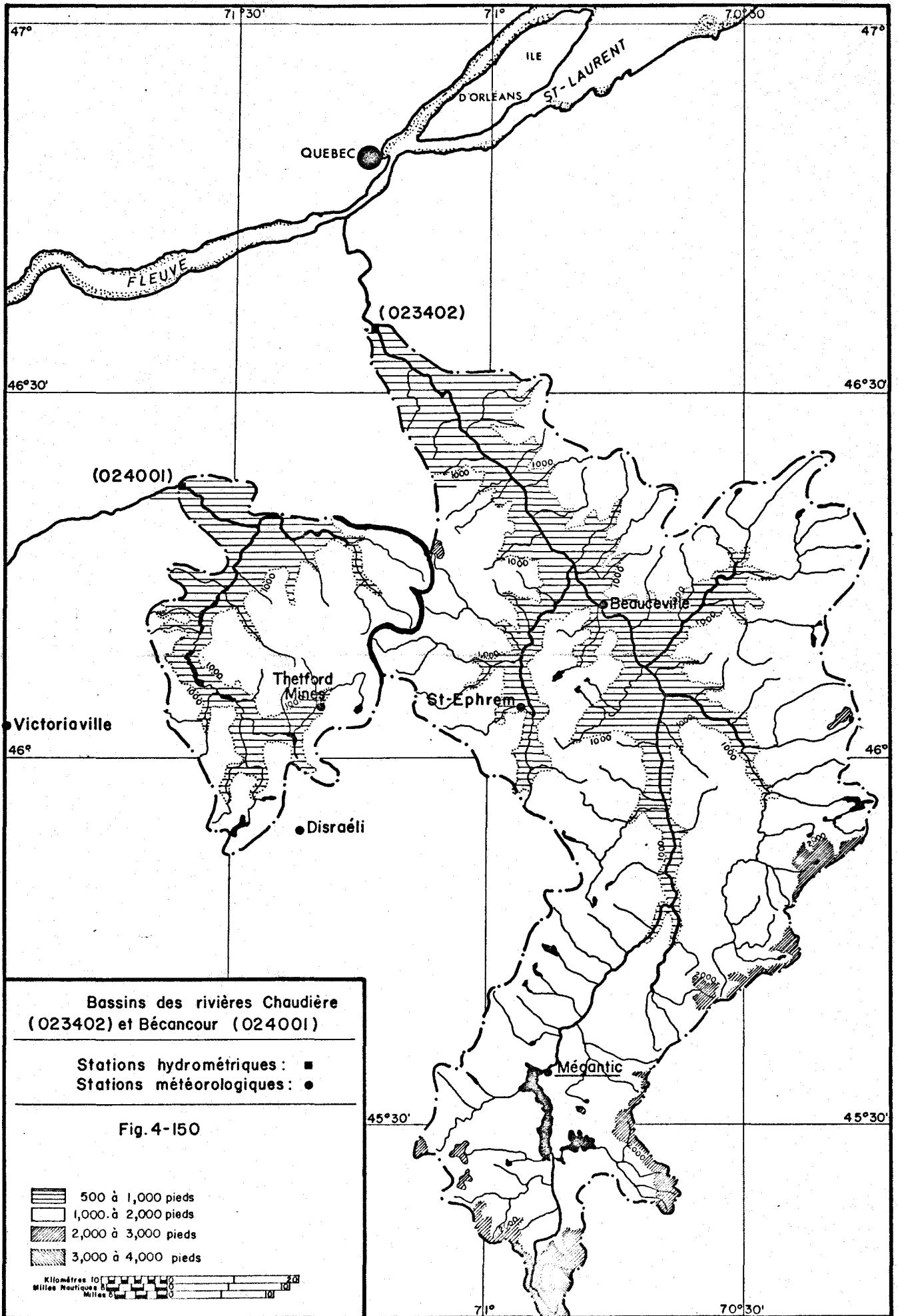
Maskinongé	397 mi ²
Rivière-du-Loup	533 mi ²
Chaudière	2,250 mi ²
Bécancour	545 mi ²

Le calage a consisté à obtenir une représentation satisfaisante, sur une période de trois ans, pour des débits de crue, du tarissement et des étiages. Ensuite, à partir des données météorologiques, nous avons simulé les débits pour les périodes allant de 19 à 35 ans. Non seulement la série chronologique des débits reproduits est comparable à celle des débits effectivement observés, mais les statistiques des diverses caractéristiques hydrologiques de chacune des séries le sont beaucoup mieux.

Il est bon de rappeler que ces simulations ne sont réalisées qu'à partir de quatre à cinq stations météorologiques situées, bien souvent, à l'extérieur du bassin. Aucun poste n'est situé à l'intérieur du bassin de la Rivière-du-Loup (figure 4-151) et on trouve seulement un poste sur les bassins de Maskinongé et Bécancour (figure 4-150).

Il est, d'autre part, difficile de rechercher la source des erreurs. Elles peuvent provenir:

- de la conception du modèle;
- de l'imprécision des données d'entrée du modèle (représentativité spatiale des stations ou manque d'informations);



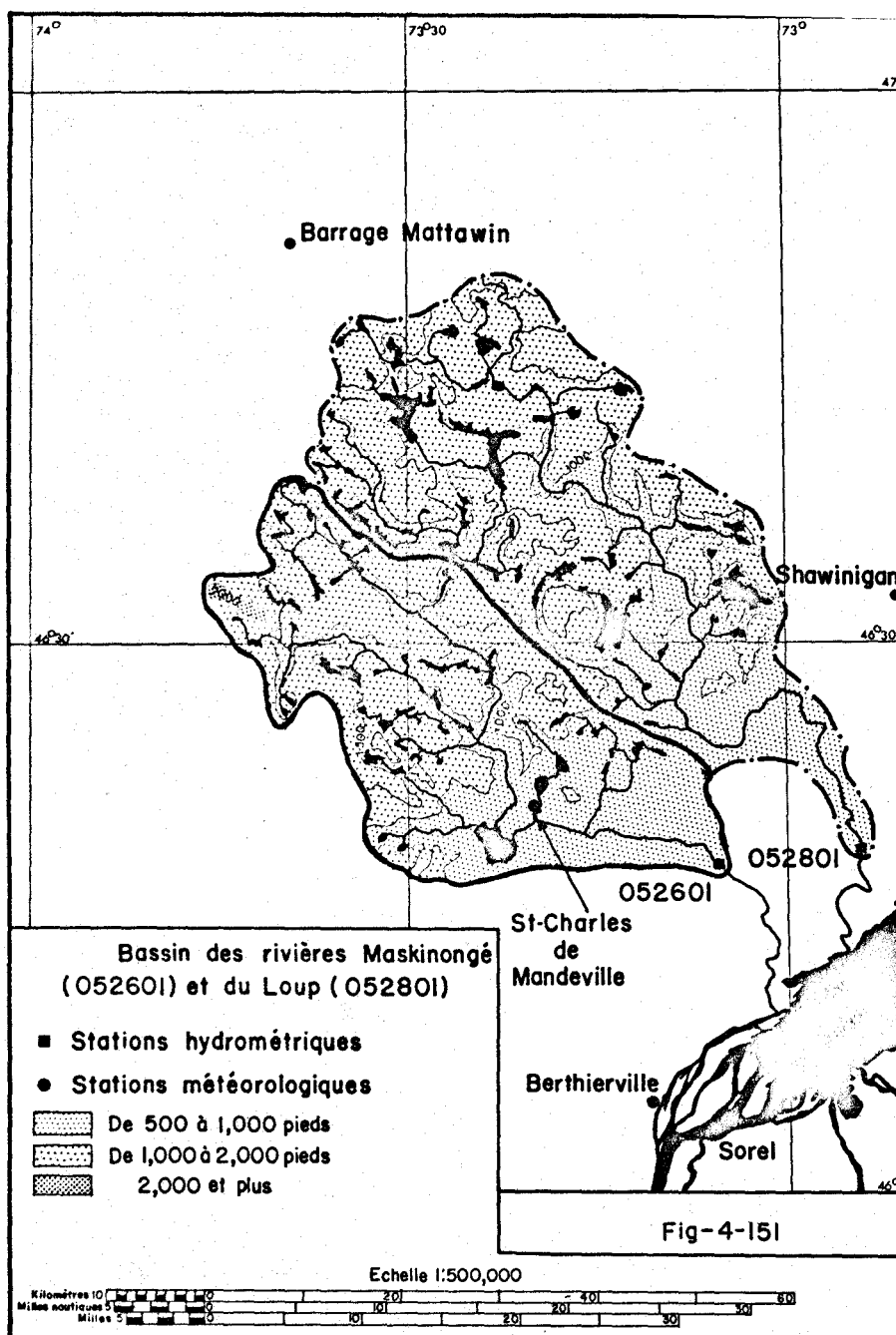
**Bassins des rivières Chaudière
(023402) et Bécancour (024001)**

Stations hydrométriques: ■
Stations météorologiques: ●

Fig. 4-150

- ▨ 500 à 1,000 pieds
- ▩ 1,000 à 2,000 pieds
- ▧ 2,000 à 3,000 pieds
- ▦ 3,000 à 4,000 pieds

Kilomètres 0 10 20
Millees Nautiques 0 10 20
Miles 0 10 20



- de l'imprécision sur les débits observés;
- du calage du modèle;
- de la représentativité des années de calage.

a) Bassin de la Chaudière (Hydrogrammes à la figure 4-153)

Après un calage effectué à partir des années 1967-68-69, la simulation de 1937 à 1961 est intéressante mais présente de nombreuses anomalies:

- les lames d'eau annuelles ont une tendance nette à être excédentaires (valeur médiane de l'écart + 2.24 pouces) et la courbe de ces écarts avec ces éléments de droites indique la présence d'anomalies (figure 4-156);
- on constate que les années à faible couvert neigeux sont généralement celles pour lesquelles les écarts sont les plus forts. Il s'agirait de savoir quelle est la valeur exacte de l'équivalent en eau de chaque chute de neige. A la suite de ces résultats, une relation empirique, relativement significative, entre la densité de la neige et la température de l'air a été appliquée aux chutes journalières de neige. Ainsi évalué, l'équivalent en eau des chutes

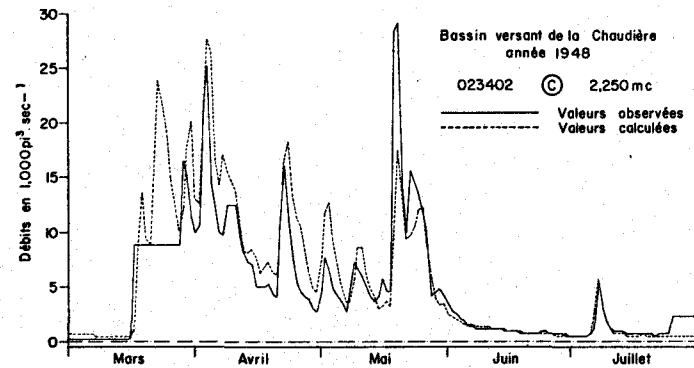
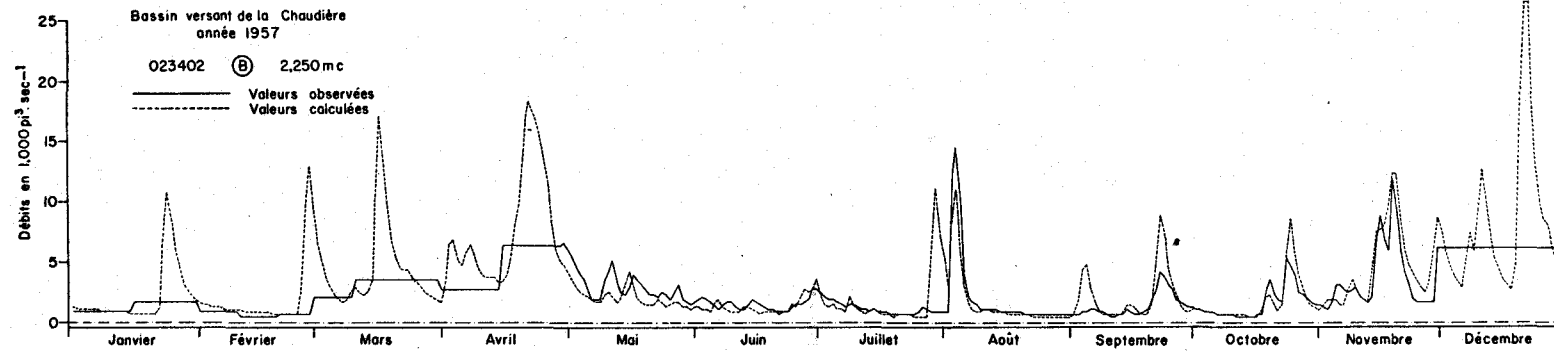
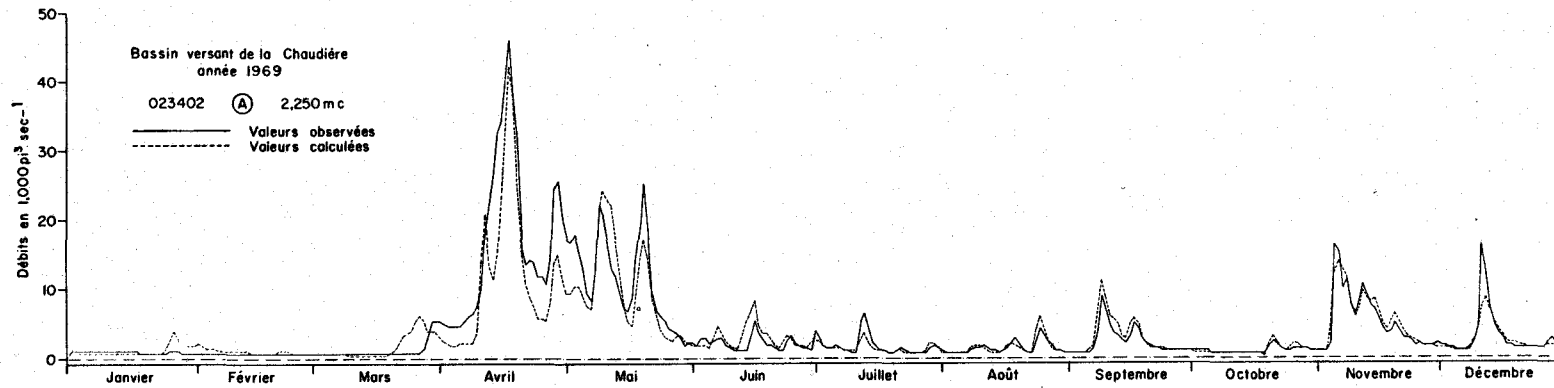


Fig. 4-153

annuelles diffère de celui calculé à partir de la densité 1.0. De plus, l'introduction de cette correction sur la densité améliore, pour le bassin de Bécancour où elle a été testée, la reproduction des crues d'automne et de fin d'hiver;

- les deux années (1952 et 1957) possédant les plus mauvaises valeurs du critère de reproductibilité de NASH présentent les anomalies classiques. En 1957, les faibles valeurs du critère, -2.25 et -0.32 résultent du fait que les débits "observés" sont en réalité des valeurs constantes plus ou moins bien estimées pour des périodes de 10 à 30 jours. La figure 4-153 b montre l'importance de ces écarts;
- en 1952, la valeur (-26.8) pour le deuxième semestre résulte d'une imperfection dans le calage du modèle associé sûrement à des erreurs d'observations des débits. Avec des précipitations en octobre de 4.2 à 5.8 pouces, le modèle a fourni une lame écoulée de 2.46 pouces comparativement à .68 pouces observée.

Mais comme le confirment les résultats de 1950, le modèle répond trop aux impulsions pluviométriques.

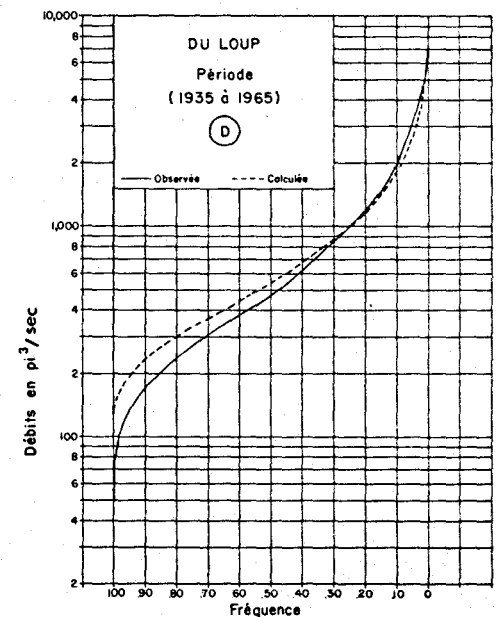
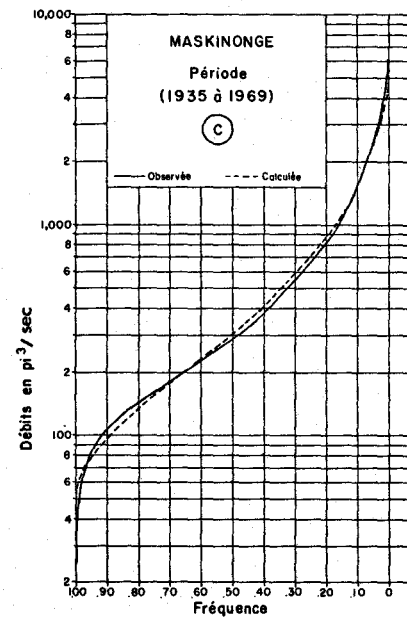
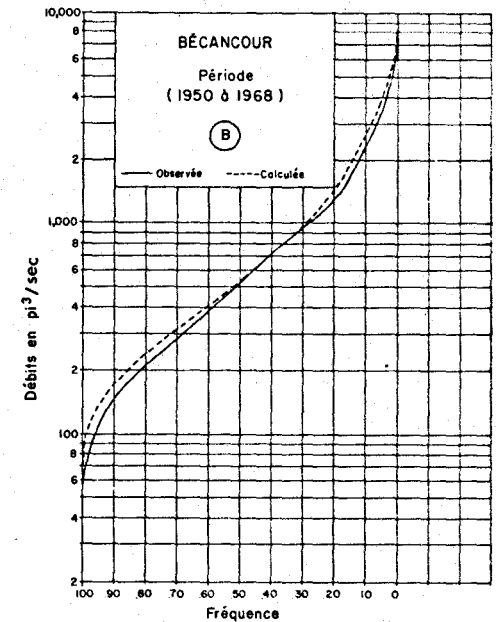
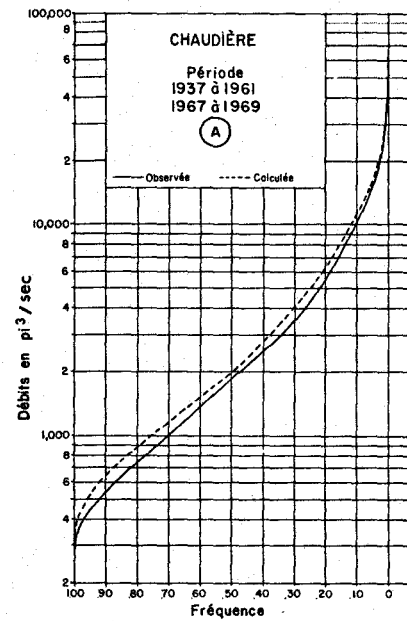
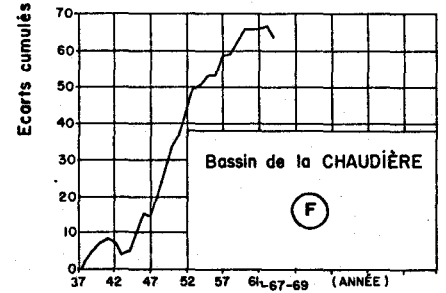
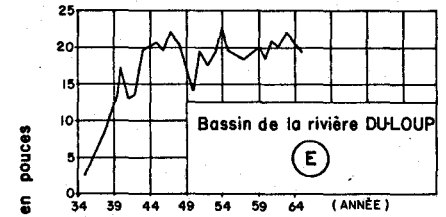
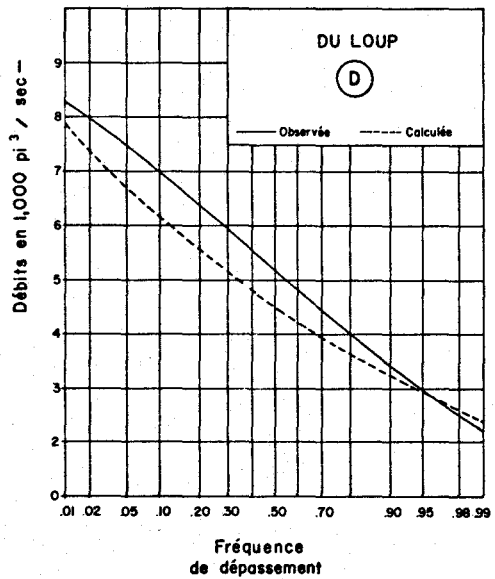
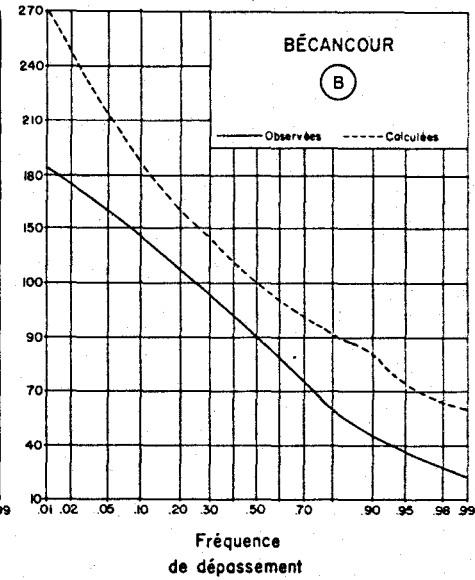
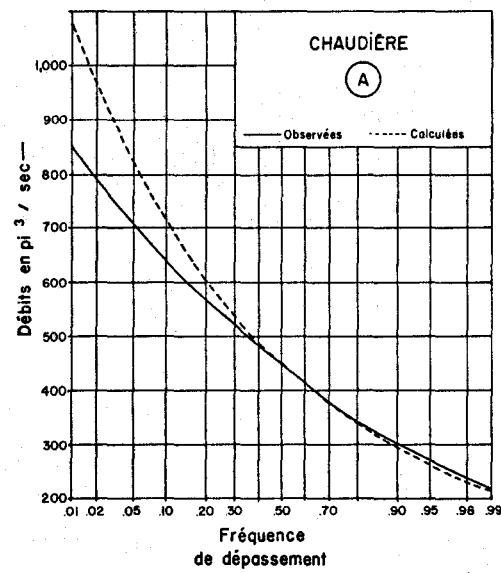
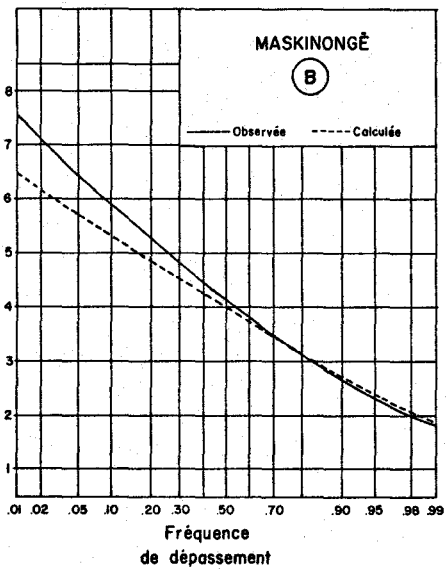
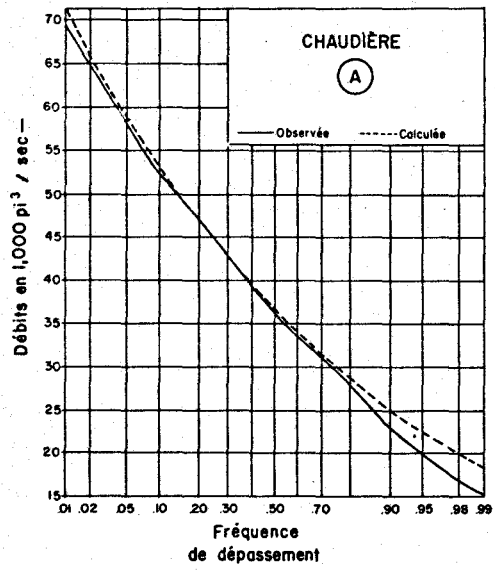


Fig-4-155 . Distribution des débits journaliers classés .



Variation des écarts cumulés sur les lames annuelles

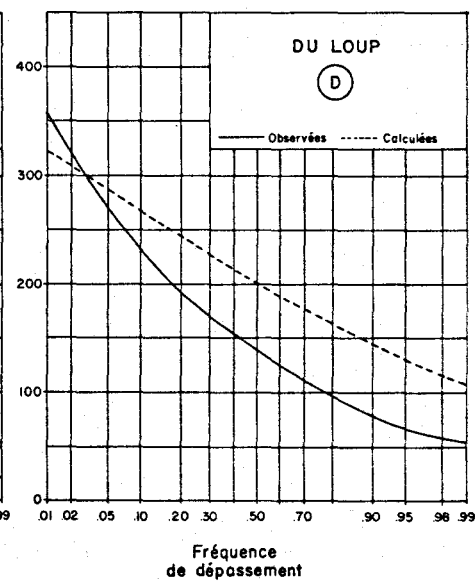
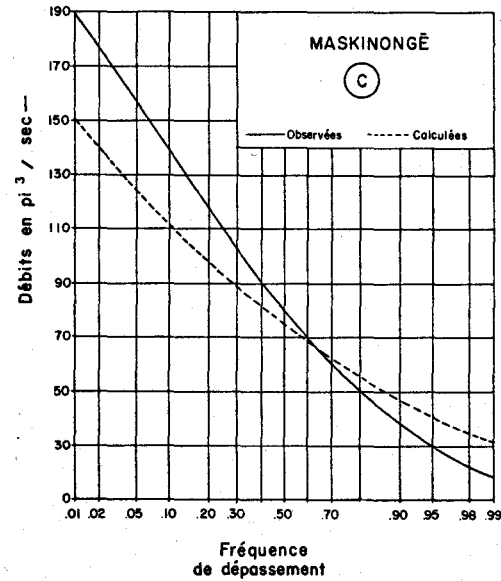


Fig. 4-156 Débits maxima (1 jour) (Distribution, log Pearson III)

Fig. 4-157 Débits minima consécutifs (7 jours)

Les pluies de juin-juillet-août 1950, régulièrement réparties, varient de 15.1 pouces à 20.7 pouces aux postes utilisés, et engendrent des crues relativement moins intenses que celles reproduites par le modèle. Les capacités de rétention des sols semblent être plus élevées que celles estimées. Un essai effectué sur le bassin de la rivière Bécancour pour la crue du 3 août 1957, a permis de confirmer cette hypothèse comme on pourra le voir plus loin.

La figure 4-153a, présente les séries simulées et observées pour l'année 1969 au cours de laquelle la synchronisation est excellente tandis que la figure 4-153 c, montre une des plus mauvaises simulations.

Les résultats des tests statistiques, bien qu'entachés de nombreuses erreurs signalées incitent à penser qu'avec des données plus nombreuses dans l'espace, on puisse aussi utiliser ce modèle pour une simulation de prévision.

A l'aide de la loi logarithmique de Pearson III ajustée aux valeurs observées et simulées, les dé-

terminations des étiages minima sur 7 jours (figure 4-157a) et des débits maxima journaliers (figure 4-156a) de diverses fréquences sont parfaitement comparables.

La distribution des débits classés (figure 4-155a) présente des erreurs plus importantes allant dans le même sens que celles déjà signalées sur les lames annuelles.

b) Bassin de la rivière Bécancour (Hydrogramme à la figure 4-165a)

Sur ce bassin versant, le régime pluviométrique n'est pas suffisamment bien représenté par les postes disponibles, aussi les résultats sont entachés de très grosses erreurs. (Etiages de diverses fréquences, figure 4-157b).

Pour les crues, la bonne concordance des quartiles des débits maxima observés et calculés, ne doit pas faire illusion.

Le 3 août 1957, les précipitations de 2.69, 2.40, 1.95, 0.73 et 0.14 pouces relevées aux postes re-

tenus générèrent une crue simulée de 3,837 pi³/sec. alors que le débit observé atteint 23,600 pi³/sec. Ce dernier chiffre est en réalité, non pas le débit moyen de la journée (16,800) mais le débit de pointe. L'étude faite par Cartier et Leclerc (1962) nous a cependant permis d'évaluer plus précisément la distribution des précipitations, au cours de cet orage.

Nous avons donc voulu savoir comment le modèle réagirait à des précipitations de forte intensité. Au cours de cet essai portant sur une période de 12 ans incluant l'année 1957, nous avons en plus modifié la valeur de certains paramètres dans le sens des remarques précédentes sur le comportement du modèle.

A la suite de l'application des nouvelles données au modèle, (10 pouces sur 10% de la superficie du bassin, 6 pouces sur 10%, 4 pouces sur 25%, 2.68 pouces sur 25% et 1.5 pouce sur 30%), le débit maximum moyen simulé atteint 16,483 pi³/sec. Ce résultat met en évidence la nécessité de connaître les entrées aussi parfaitement que possible.

Considérant l'ensemble des résultats obtenus, il convient d'améliorer certains aspects de la structure du modèle et de procéder à de nouveaux essais en suivant le même cheminement: calage sur trois années et reproduction subséquente sur toute la période.

Toutefois, les lacunes d'observations rendent plus délicate la critique constructive du modèle. Par exemple:

- débits maxima continus sur 11 jours en 1951; débits identiques sur 16 jours consécutifs en 1953, 10 jours en 1955, 10 jours en 1958, 10 jours en 1962, au voisinage du maximum.

Les débits observés et simulés en 1964 pour la rivière Bécancour sont portés sur la figure 4-165a.

Bassin de la rivière Maskinongé (Hydrogrammes à la figure 4-164 a et b)

Le calage du modèle sur les années 1967-1968-1969 a demandé l'introduction d'une station météorologique fictive dont les caractéristiques étaient

représentatives de celles de la partie supérieure du bassin, par exemple:

- augmentation de la chute de neige avec l'altitude;
- diminution de la température moyenne.

Les résultats de la simulation présentés dans le tableau 4-166, et les figures 4-155 c, 156 b, 157 c, 164 a, sont relativement homogènes et précis. Compte tenu des données d'entrée, il y a donc tout lieu d'être satisfait de ces résultats.

Aucune tendance n'est réellement marquée. La figure (4-164 b), indique le maximum d'anomalies par rapport aux débits observés. La présence de lacs influence particulièrement la modulation des ondes de crue. Trois paramètres seulement du modèle ont été modifiés. Dans l'ensemble, c'est sur le bassin que la simulation s'accorde le plus avec les valeurs observées.

d) Bassin de la Rivière-du-Loup (Hydrogrammes à la figure 4-164)

Le calage du modèle a été délicat, car nous ne pouvions pas reproduire les impulsions de juin-juillet des années 1963-1964-1965. La présence d'un grand nombre de lacs contrôlant le bassin induit des réactions différentes que ne peut reproduire le modèle. Il faut d'ailleurs noter que les débits journaliers sont influencés par des opérations de petits barrages.

Bien qu'insatisfait des résultats du calage, nous avons réalisé la simulation pour la période 1935-1965 et les résultats obtenus présentent des écarts sensibles principalement pour les étiages (tableau 4-166; figures 155 d, 156 e, 4-157d, 4-165b et c).

La courbe des écarts cumulés annuellement entre lames calculées et observées (figure 4-156 d) indique, par sa cassure autour de l'année 1944, une modification certaine mais dont les origines sont inconnues (non-homogénéité des mesures climatologiques ou hydrométriques dans le temps, variation des caractéristiques physiques du bassin).

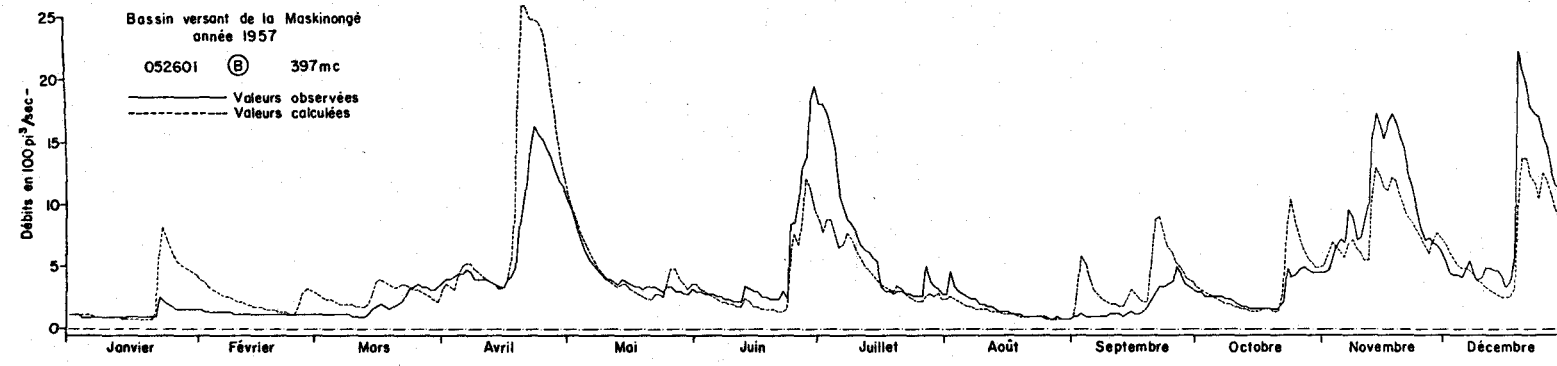
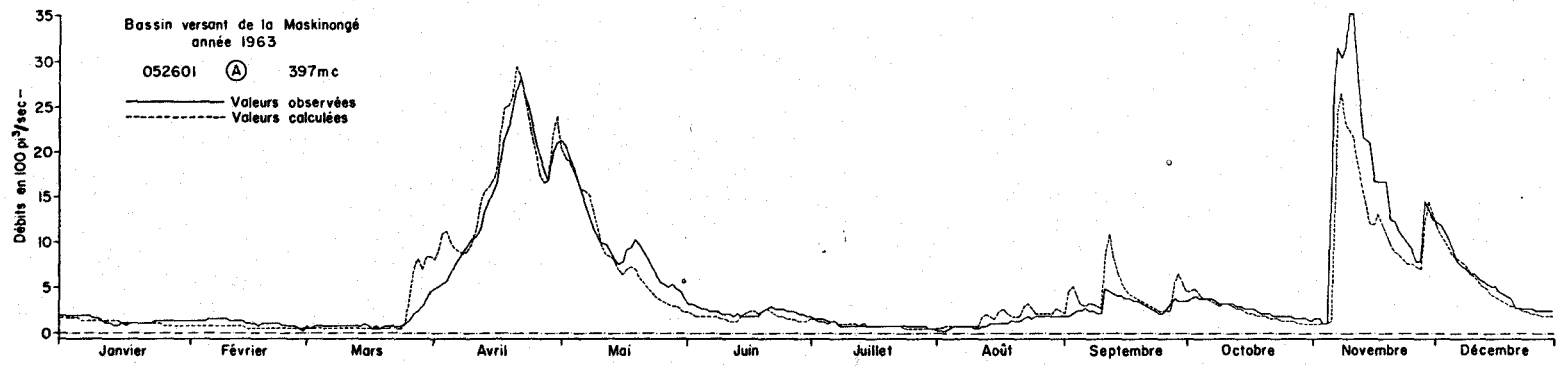


Fig. 4-164

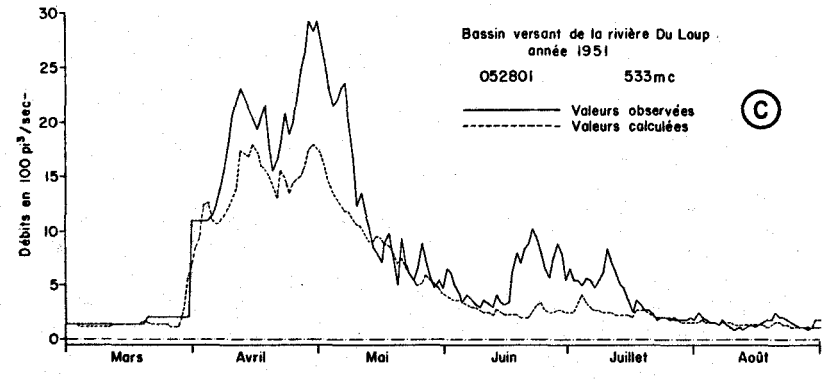
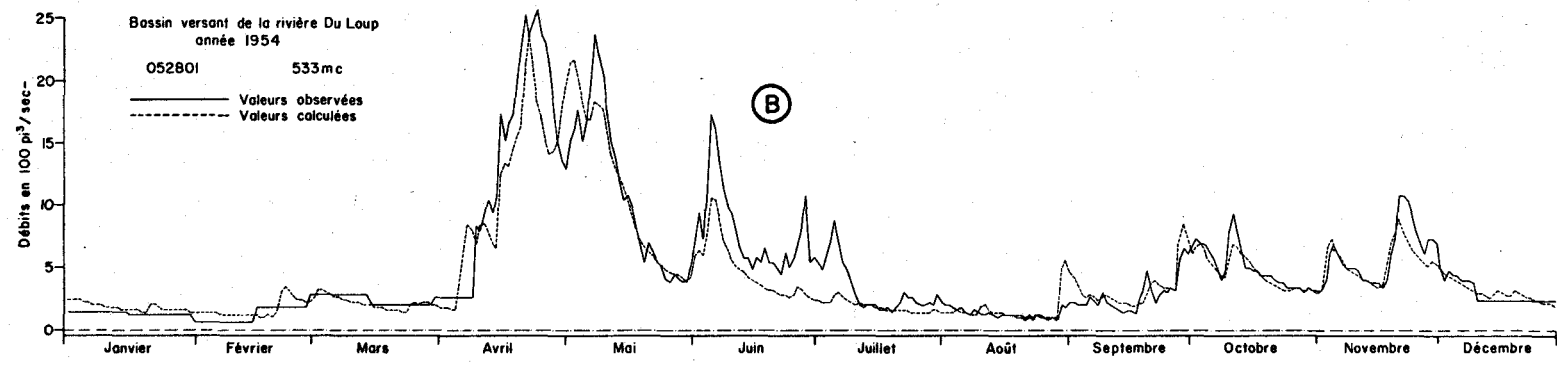
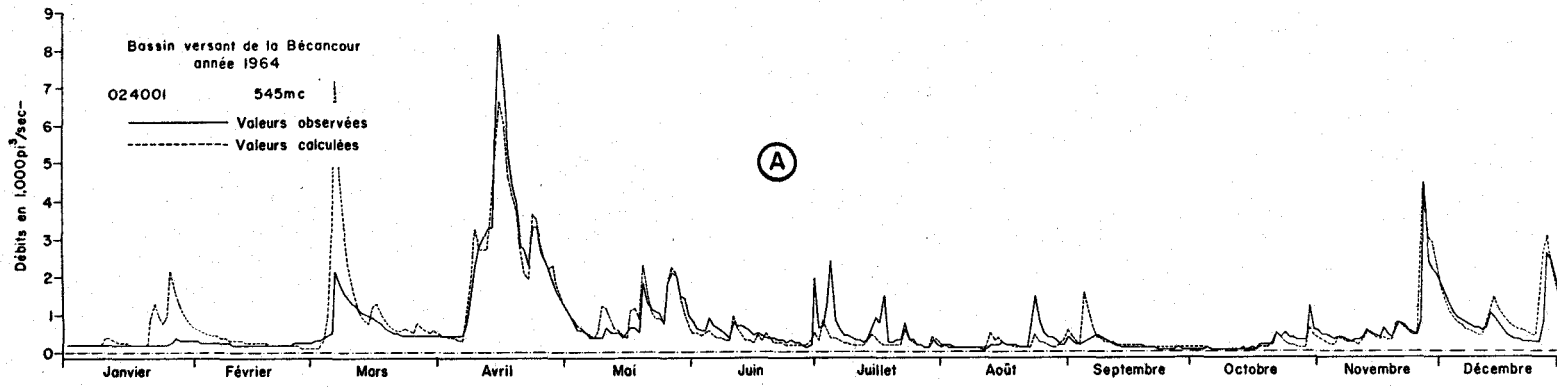


Fig. 4-165

Numéro de la station Bassin versant en mi.ca.	RIVIERE CHAUDIERE à Saint-Lambert (023402) 2,250	RIVIERE BECANCOUR à Lyster (024001) 545	RIVIERE MASKINONGE à Saint-Ursule (052601) 397	RIVIERE DU LOUP à Saint-Paulin (052801) 533
Distribution des débits classés (écart en %) aux fréquences 10%, 50%, 90%	+ 10% + 8% + 11%	+ 17% 0 + 17%	- 8% + 5% 0	+ 35% + 13% - 5%
Etlage minimal (7 jours) 0.99 0.95 Fréquence au dépassement 0.9 (Loi de GUMBEL) 0.5 0.1	+ 2% + 4% + 6% - 1% - 9%	-300% +200% + 60% + 33% + 30%	+ 75% + 60% + 20% - 8% - 24%	+200% + 90% + 80% + 40% + 15%
Crue maximale (1 jour) 0.01 0.05 Fréquence au dépassement 0.1 (Loi de GUMBEL) 0.5 0.9	+ 2% + 2% + 1% + 1% + 10%	Quartiles 25% 50% 75% Cal 10.530 9080 6990 Obs 11.100 9560 6240	- 13% - 12% - 10% - 8% 0	+ 5% 7% 13% 15% + 6%
Précision de reproduction selon NASH Maximum - médiane - minimum				
1er semestre	.83 .68 -2.25	.84 .64 -1.66	.25 .84 .34	.93 .81 .58
2ième semestre	.86 .28 -26.8	.78 .46 -3.25	.88 .26 -5.66	.82 .33 -5.9

TABEAU 4-166 COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS

En résumé et compte tenu du fait que peu de paramètres ont été modifiés en changeant de bassin versant et que nous n'avions pas encore utilisé le modèle pour des années très particulières (année à très faible chute de neige, ou à très forte chute de pluie), les résultats de ces simulations tendent à mettre en évidence les intérêts et les contraintes reliés à l'utilisation des modèles paramétriques en hydrologie.

4.3.5.3 Intérêts et contraintes des modèles

Par ces exemples précis, il ressort que les modèles, outils fidèles, cohérents et souples, assurent deux fonctions complémentaires:

- interprétation des données avec extraction de l'information;
- amélioration de la compréhension des phénomènes et ajustement de la conception réaliste du modèle.

Ce cycle interprétation - évolution atteint, pour un ensemble de données, une limite qui est fonction de l'information contenue potentiellement dans cet ensemble.

Mais la phase interprétation met aussi en évidence les défaillances de la simulation dues:

- aux informations incomplètes fournies par les données d'entrée (phénomène naturel non représenté dans l'espace et le temps: précipitations ...);
- aux erreurs contenues dans les données (débits estimés, équivalence en eau de chaque chute de neige);
- aux informations incomplètes sur les caractéristiques du sol;
- aux imperfections du modèle introduites par l'incompréhension des phénomènes ou la non-introduction des liaisons secondaires même connues.

Les modèles simulent d'autant mieux la réalité que les entrées sont représentatives des principaux phénomènes et que la conception est réaliste.

4.3.5.4 Simulation du passé

Avec l'information disponible au temps présent (données météorologiques, données caractéristiques du bassin), les modèles assurent la simulation du passé lorsqu'ils ont été préalablement calés, et que les données météorologiques sont représentatives du régime sur le bassin versant.

Cette simulation a également l'avantage de saisir au plus près la réalité même, selon l'information potentielle contenue dans les données.

Les exemples présentés peuvent être de nouveau améliorés en tenant compte de certains facteurs négligés tels que les tests d'homogénéité sur les données elles-mêmes.

Ils montrent comment les caractéristiques hydrologiques des bassins se déduisent des informations météorologiques et des caractéristiques physiques des bassins.

4.3.5.5 Prédiction de l'avenir

Cet outil, préalablement calé, assure la prévision des débits à partir des conditions antérieures qu'ils conservent et des événements actuels ou futurs que les services météorologiques peuvent fournir.

La reproduction de la crue de la Bécancour du 3 août 1957 est un exemple type des possibilités et des contraintes des modèles (connaissance parfaite des données d'entrée).

Au temps présent, les modèles sont des outils de recherche puisqu'ils aident à mesurer le degré de compréhension des phénomènes.

En plus, les modèles permettent, en hydrologie en particulier, de retirer toute l'information potentielle contenue dans les mesures faites sur les bassins versants expérimentaux et de mettre à jour les interrelations qui existent entre les phénomènes naturels du cycle de l'eau au niveau du sol.

Ainsi développés, les modèles paramétriques simuleront les débits continus des rivières à partir des observations météorologiques. Ils présenteront d'énormes avantages le jour où la connaissance de la ressource naturelle sera nécessaire à tous moments.

4.3.5.6 Conclusion

Nous avons vu que les modèles sont capables de répondre aux objectifs fixés: l'inventaire des ressources en eau, par le biais de l'information primaire (les données météorologiques) et des relations entre les caractéristiques physiques du bassin versant et les paramètres des modèles.

L'information contenue dans les données météorologiques ponctuelles est suffisante pour la simulation des débits continus de petits bassins, car dans ce cas, les

caractéristiques physiques du bassin sont les seules variables prédominantes. Pour de grands bassins, la collecte des données météorologiques dans l'espace prend une importance plus grande pour que la simulation reste valable.

La précision demandée sur l'inventaire ou la prévision dicte la quantité et la qualité des informations de base nécessaires à l'obtention de cette précision.

LISTE DES SYMBOLES

A_j	:	Superficie d'un bassin j
A_{min}	:	Critère de superficie lié à la représentativité d'un bassin
$A_{rég.}$:	Superficie totale d'une région
A_{∇}	:	Critère de superficie lié à la variabilité spatiale de l'écoulement
a	:	Inverse de L_0
a_i	:	Coefficient de régression
A_{cor}	:	Critère de superficie lié à la variabilité dans le temps de l'écoulement
A_{op}	:	Critère de superficie optimum
$B_q(\lambda)$:	Fonction de covariance entre deux séries annuelles quelconques de débits, pour une distance " λ "
C_s	:	Coefficient d'asymétrie
C_v	:	Coefficient de variation
$D_f(\lambda)$:	Fonction intermédiaire utilisée dans le but de simplifier l'expression de fonctions plus complexes.
E	:	Ecart-type de la distribution de l'erreur d'interpolation E_i
E_i	:	Déviation annuelle de l'estimation du débit par rapport à la valeur vraie.
E_m	:	Erreur due à la mesure

E_s	: Erreur due à la variabilité spatiale.
E_t	: Erreur due à la variabilité dans le temps.
$E.R.E$: Erreur relative de l'estimé.
$E.T.$: Erreur-type
e	: Erreur-type relative de la variate
e	: Ecart-type de la fonction normale de distribution de l'erreur de mesure ϵ_i
e_0	: Ecart-type relatif de la fonction normale de distribution de l'erreur ϵ_i
F	: Taux de demande
f	: Flèche
$f_i (\xi)$: Déviation pour l'année i du module spécifique annuel par rapport à la valeur moyenne interannuelle.
G	: Moyenne géométrique
K	: Facteur de fréquence
K_T	: Facteur de fréquence qui dépend de la loi statistique et de la période de retour T
k_1	: Coefficient servant à définir un intervalle de confiance.
k_2	: Coefficient de détermination du seuil d'erreur d'interpolation.
L	: Longueur moyenne d'un cours d'eau.
L_0	: Distance moyenne pour laquelle le coefficient de corrélation entre les séries annuelles de débits à deux stations d'une région est nul.
l	: Distance entre les centres de deux bassins.
l_1	: Distance entre deux bassins dans le sens du gradient d'écoulement

m_f	: Moyenne de déviations du débit annuel par rapport à la moyenne interannuelle
$m_q (\xi)$: Fonction déterministique du module interannuel spécifique au point ξ
m_r	: Moment centré par rapport à la moyenne d'ordre r , tiré de l'échantillon
m_r'	: Moment non centré d'ordre r tiré de l'échantillon
N	: Taille de l'échantillon
n	: Nombre de bassins dans la région
p	: Nombre de stations
Q	: Débit
$(Q_{k.j})_i$: Débit minimal de K jours consécutifs pris à la station j pour l'année i
$Q_{k.j.P}$: Débit moyen minimal dont la probabilité de dépassement est P pour une station j et k jours consécutifs
Q_{7-2}	: Débit de sept jours consécutifs et de période de retour deux ans
Q_T	: Débit correspondant à une période de retour T
q_0	: Ecoulement moyen interannuel spécifique
q_0 rég.	: Ecoulement moyen interannuel spécifique régional
$q_i (\xi)$: Valeur du débit moyen annuel spécifique au point ξ
q_T	: Débit relatif (par rapport à la moyenne) de récurrence T
T_c	: Indice dont la valeur est égale à la période de retour

\bar{X}	: Moyenne d'une série d'événements
X_i	: Variable physiographique
X_T	: Evénement de période de retour T
V	: Variate
V a.c. (t)	: Volume d'apport cumulé pour une période t
V d.c (t)	: Volume de demande cumulée pour une période t
$\Delta q (\xi)$: Accroissement de l'écoulement moyen inter-annuel au point ξ
ε_i	: Déviation par rapport à la valeur vraie due à l'erreur sur la mesure pour l'année i au point ξ d'une région
ξ	: Système de coordonnée curviligne traversant une région perpendiculairement aux lignes d'isoécoulement
ρ	: Coefficient de corrélation
$\rho_q (l)$: Fonction de corrélation entre deux séries de débits annuels
σ	: Ecart-type
σ_f	: Ecart-type du débit annuel
$\sigma_o \text{ int.}$: Ecart-type relatif de l'erreur d'interpolation
σ_q	: Erreur-type d'échantillonnage sur la moyenne q_o
σ_{oq}	: Erreur-type relative d'échantillonnage sur la moyenne q_o
$\sigma_{\nabla q}$: Erreur quadratique.
∇_q	: Gradient d'écoulement régional

4.4 BIBLIOGRAPHIE

- BENSON, M.A. Uniform Flood Frequency Estimating Methods for Federal Agencies. Water Resources Research, Vol. 4, No. 5
1968
- BENNETT, A.C., FRANKLIN, N.L. Statistical Analysis in Chemistry and the Chemical Industry. John Wiley and Sons, Appendix 6A
1954
- CARTIER & LECLERC Bassin de la rivière Bécancour, Inondation du 3 août 1957. Ministère des Richesses Naturelles du Québec, Rapport 33-2
1962
- CHARBONNEAU, R., FORTIN, J.-P., GIRARD, G. Précision et sensibilité des modèles paramétriques. Huitième symposium canadien sur l'hydrologie, Québec
1971
- COLLIER, E.P., NIX, G.A. Flood Frequency Analysis for the New Brunswick-Gaspé Region.

Technical Bulletin No.9, Inland Waters Branch, Department of Energy, Mines and Resources.

1967

- DAWDY, D.R. et Al Value of Streamflow data for Project Design. A pilot study, Water Resources Research, Vol. 6, No. 4.

1970

- DESFORGES, P. Analyse de la fréquence des crues. Rapport interne, Service d'Hydrométrie. Ministère des Richesses Naturelles du Québec.

1970

- FERLAND, M.G., GAGNON, R.M. Climat du Québec Méridional. Ministère des Richesses Naturelles, Publication M.P.-13.

1967

- HARDISON, C.M. Accuracy of Streamflow Characteristics Geological Survey Research, USG Survey Paper 650-D. Pages 0210-0214.

1969

INGLEDOW AND ASSOCIATES LIMITED Hydrometric Network
Plan for the Provinces of Newfoundland,
New-Brunswick, Nova-Scotia and Prince-
Edward Island.

1970

KARAZEV, I.F. Principles for Distribution and Pros-
pects for Development of a Hydrometric
Network*. Soviet Hydrology: Selected
Papers, Issue No. 6, pp. 560-588.

* Transactions of the State Hydrologic
Institute (trudy CGI), No. 164,
pp. 3-36.

1968

MOSS, E. MARSHALL Optimum Operating Procedure for a
River Gaging Station Established to Pro-
vide Data for Design of a Water Supply
Project. Water Resources Research,
Vol. 6, No.4.

1970

MARKOVIC, R.D. Probability Function of Best Fit to
Distribution of Annual Precipitation
and Runoff. Hydrology Papers, CSU
Fort Collins.

1965

4 - 178

MATALAS, N.C., BENSON, M.A. Note on the Standard
Error of the Coefficient of Skewness.
Water Resources Research, Vol. 4, No. 1.
1968

MORIN, G. Etude statistique des débits de la ri-
vière Eaton. Ministère des Richesses
Naturelles du Québec, Publication
No. DHQ-4.

1969

MORIN, G. Exploitation d'un réservoir. Thèse de
maîtrise, Université Laval.

1970

VOSKRESENSKY, K.P. Normal Annual Runoff and its Va-
riability in the Rivers of the Soviet
Union. Gidrometeoizdat. Leningrad.

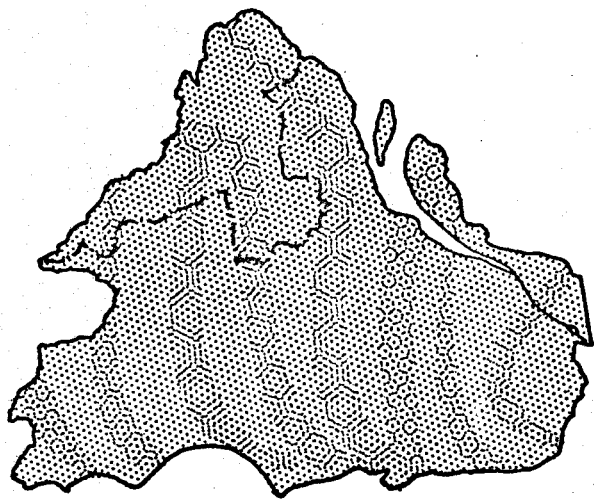
1962

WATER RESOURCES COUNCIL HYDROLOGY COMMITTEE A Uni-
form Technique for Determining Flood
Flow Frequency.

1967

4 - 179

— CONCLUSIONS —



RESUME ET RECOMMANDATIONS

Au chapitre 3, nous avons défini les objectifs scientifiques et économiques à satisfaire par l'implantation d'un réseau hydrométrique (paragraphe 3.1). Nous avons montré que les besoins reliés à l'eau découlent des activités économiques dans chaque région. Nous avons séparé le Québec en trois zones, (paragraphe 3.0.1) parce que dans chacune de ces zones, les besoins en eau sont de nature et d'intensité différentes. Nous avons ensuite défini dans chaque zone, (pages 3-4, 3-5), les caractéristiques de l'écoulement et la précision requise pour satisfaire aux objectifs d'intérêt national, régional ou local. Nous avons également adopté une classification des stations basée sur les objectifs à atteindre. (tableau 3-51).

Chaque type de stations (tableau 3-59) doit res-

pecter des critères concernant la nature du régime d'écoulement du cours d'eau, la durée, la précision et la nature des observations et dans certains cas, la taille des bassins.

Pour s'assurer que chacune des stations du réseau joue un rôle dans la réalisation des objectifs visés, nous recommandons que:

- toutes les stations actuelles du réseau soient classifiées en se basant sur la classification du tableau 3-23 et sur les critères élaborés au chapitre 3.

Puisque certaines stations peuvent servir, à plusieurs fins, il sera également utile d'indiquer par ordre de priorité les différents objectifs qu'elles peuvent servir. La classification des stations n'est qu'une étape dans le processus de rationalisation du réseau. Cette première étape

permettra de déterminer le nombre actuel de stations pouvant servir à la réalisation des différents objectifs, et permettra même dans certains cas, d'éliminer d'office certaines stations qui ne respectent pas les critères énoncés.

Le but de la rationalisation (page 3-1 et 3-12), étant de déterminer le nombre, la localisation et la durée d'observation requises pour l'obtention des différents objectifs avec le niveau de précision désiré, nous avons montré, au chapitre 4, des exemples d'application des différentes méthodes préconisées dans la littérature.

A la lumière de ces études pilotes, nous sommes arrivés à la conclusion que la méthode de Karazev était la plus appropriée pour déterminer le réseau de base lors de la rationalisation, nous recommandons que:

- la méthode de Karazev soit appliquée sur tout le territoire québécois.

Cette méthode (paragraphe 4.2.1), est basée sur l'étude de la variabilité géographique des modules annuels de débits (figure 4-33) et sur une fonction de corrélation entre stations (figure 4-39). Elle permet donc de déterminer pour une précision désirée, le nombre optimum de stations requises. De plus, cette méthode permet de déterminer la localisation approximative des stations fixant des critères de superficie, de telle sorte que la taille des bassins à échantillonner est fixée, (paragraphe 4.2.3.1).

La cartographie des différentes variates de l'écoulement (paragraphe 4.3.1) et les régressions multiples (paragraphe 4.3.2) sur ces mêmes variates nous incitent à croire que le nombre et la localisation des stations tels que définis par la méthode de Karazev pourra suffir pour interpoler avec

une précision que l'on peut évaluer, non seulement les caractéristiques statistiques des modules annuels de débits, mais également celles sur les crues et les étiages, pour tous les bassins dont la taille est comprise entre A_{min} et A_{op} (calculé d'après Karazev). Cette méthode étant basée sur les modules annuels, nous pouvons reconstituer les écoulements naturels des stations de régime influencé mensuellement et ainsi augmenter l'information sur laquelle sera basée la rationalisation.

L'ensemble de ces stations formera donc l'ossature de base du réseau hydrométrique. Suivant la classification adoptée, (tableau 3-23) ces stations sont appelées " représentatives " et

- devront être opérées de manière continue sur une longue période de temps.

Ces observations devront être soignées et les courbes de tarage définies pour la gamme complète de variation des débits.

- Une ou deux stations repères devraient être choisies parmi ces stations (paragraphe 4.2.3.4)

pour chacune des régions définies par l'application de la méthode de Karazev. Nous recommandons de plus

- qu'un minimum de stations de précipitation et de temps soient installés sur les bassins jaugés, de manière à pouvoir établir un bilan hydrique plus complet, permettre le calage et l'application des modèles hydrologiques et améliorer le résultat des régressions.

Une autre phase importante est de déterminer la superficie minimum de bassins sur lesquels on peut appliquer

la méthode de Karazev.

L'étude du réseau actuel a montré une lacune évidente (paragraphe 2.1.4, page 2-14), au niveau des bassins versants jaugés de superficie inférieures à 200 milles carrés et ayant plus de 5 ans d'observations. Les méthodes de rationalisation n'ont pu être appliquées à cette gamme de bassins. La nécessité d'obtenir de l'information statistique sur les étiages des bassins supérieurs à 10 milles carrés dans la zone habitée du Québec (zone 3), (paragraphe 3.2.1), nécessitera donc

- un effort accru sur l'implantation de stations dites régionales, sur les cours d'eau ayant une superficie comprise entre 10 mi. c. et Amin.

Comme point de départ, on devra donc:

- analyser les données des stations récemment établies.

entrant dans la gamme de superficie mentionnée ci-haut.

Il sera donc nécessaire, pour obtenir un ordre de grandeur de la variabilité spatiale des étiages, d'utiliser des méthodes ne faisant pas appel aux propriétés statistiques des séries d'étiages, mais plutôt des méthodes axées sur l'étude des courbes de tarissement et des courbes de débits journaliers classés, lesquelles courbes peuvent s'obtenir sur quelques années d'observation.

Le même principe s'applique pour l'étude de la variabilité des crues sur les petits bassins. On devra faire appel, dans ce cas,

- à l'étude des hydrogrammes de crues.

Pour obtenir le maximum d'information, on devra coordonner

- l'étude des étiages avec l'étude des nappes d'eau souterraines;

- l'étude des crues avec l'étude des précipitations

D'où nécessité de coordonner les différents réseaux.

Un point important à retenir est

- l'aspect dynamique de la rationalisation des réseaux (paragraphe 3.0.3)

Les résultats obtenus de cette première rationalisation devront faire l'objet de révision périodique et les informations obtenues des stations devraient faire l'objet d'analyses continues (page 3-13).

Notons enfin que le réseau actuel a donné des résultats plus satisfaisant que ceux que l'on espérait obtenir à prime abord; et il s'avérera, lorsque toutes les stations actuelles auront plus d'années d'observation, que nous aurons un surplus d'information dans certaines régions.

RAPPORT

**GOUVERNEMENT DU CANADA
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT**



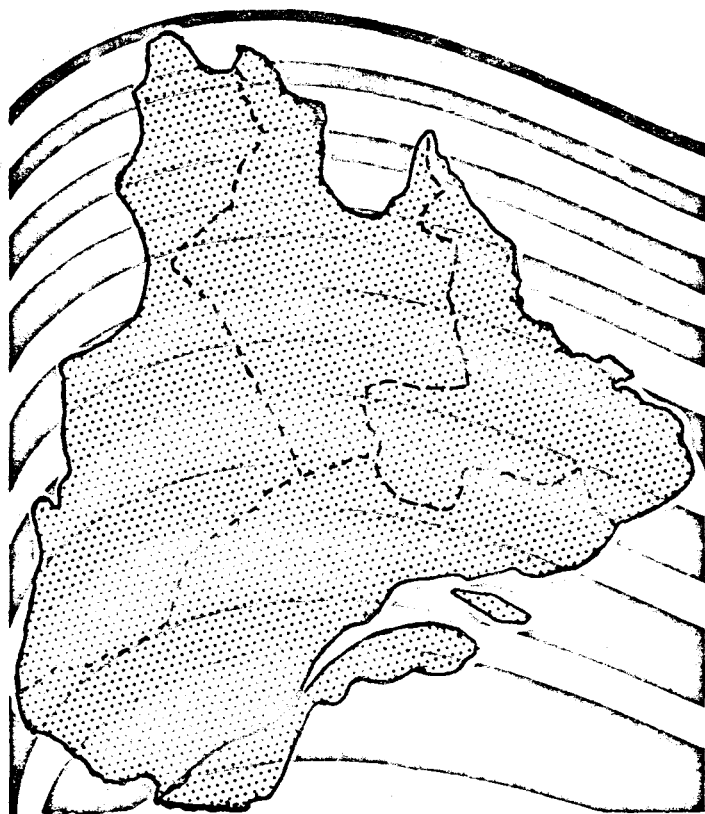
**RATIONALISATION
DU
RÉSEAU
HYDROMÉTRIQUE
DU
QUÉBEC**

ANNEXE

UNIVERSITE DU QUÉBEC

**INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (INRS)
CENTRE QUÉBÉCOIS DES SCIENCES DE L'EAU (CEQUEAU)**

GOVERNEMENT DU CANADA
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



RATIONALISATION
DU
RÉSEAU
HYDROMÉTRIQUE
DU
QUÉBEC

ANNEXE

UNIVERSITE DU QUÉBEC

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (INRS)
CENTRE QUÉBÉCOIS DES SCIENCES DE L'EAU (CEQUEAU)

RATIONALISATION
DU
RÉSEAU
HYDROMÉTRIQUE
DU
QUÉBEC

ANNEXE

CENTRE QUÉBÉCOIS DES SCIENCES DE L'EAU

I.N.R.S

PAR

Dr Villeneuve Jean-Pierre , Ing, Coordonnateur.

ST-Martin Henri ,MSc A , Ing .

Bobee Bernard , MSc A , Ing .

Leclerc Michel , MSc A , Ing .

Morin Guy , MSc A , Ing .

Charbonneau Raymond, MA , Ing.

Fortin Jean-Pierre , MSc , Physicien .

PAR

Dr Villeneuve Jean-Pierre , Ing, Coordonnateur.

ST-Martin Henri ,MSc A, Ing .

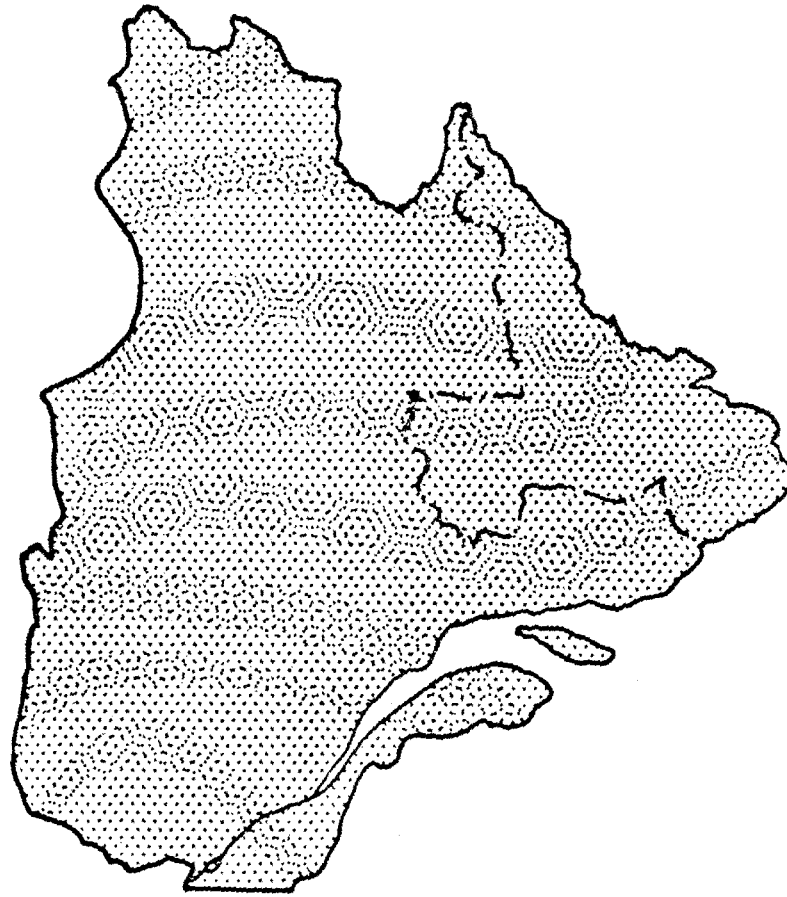
Bobee Bernard , MSc A , Ing.

Leclerc Michel , MSc A, Ing .

Morin Guy , MSc A , Ing .

Charbonneau Raymond, MA , Ing.

Fortin Jean-Pierre , MSc , Physicien .



ANNEXE A-1

CALCUL DES ERREURS
SUR LES VARIATES HYDROLOGIQUES

TABLE DES MATIERES

Al-1	Introduction
Al-2	Rappel de résultats statistiques
Al-2.1	Distribution des moments non centrés
Al-2.2	Distribution des moments centrés
Al-2.3	Distribution d'une fonction de variables aléatoires.
Al-2.4	Détermination des moments à partir de la fonction caractéristique
Al-3	Application à la loi gamma.
Al-3.1	Détermination des moments de la loi gamma.
Al-3.2	Distribution de la moyenne d'un échantillon lorsque la population mère suit une loi gamma.
Al-3.3	Erreur-type sur la variance de l'échantillon.
Al-3.4	Erreur-type sur l'écart type.
Al-3.5	Erreur-type sur le coefficient de variation de l'échantillon.
Al-3.6	Comparaison entre les erreurs-types relatives sur C_v et σ .
Al-3.7	Erreur-type sur le coefficient d'asymétrie
Al-3.8	Erreur-type sur l'estimation d'un événement ayant une période de retour donnée
Al-4	Application à la loi Log-Pearson III
Al-5	Estimateurs biaisés et non biaisés.

A1-1 INTRODUCTION

La loi de Pearson III est utilisée de plus en plus couramment pour rendre compte de phénomènes hydrologiques. Son utilisation peut se faire sous différentes formes:

- loi avec ou sans paramètre d'origine (loi gamma)
- loi log Pearson

De manière pratique, lorsque l'on considère un échantillon de taille donnée tiré d'une population qui suit une loi Pearson III, il est intéressant de connaître les erreurs-types commises lors de l'estimation de différents moments.

C'est pourquoi, après avoir rappelé les principaux résultats de statistique que nous utiliserons, nous les appliquerons à la loi Pearson III.

A1-2 RAPPELS DE RESULTATS STATISTIQUES

Considérons un échantillon comprenant N éléments x_j ($j= 1, \dots, N$) supposés indépendants, tirés d'une population dont:

- le moment non centré d'ordre r est μ'_r
- le moment centré par rapport à la moyenne d'ordre r est μ_r

soient:

m'_r le moment non centré d'ordre r de l'échantillon

m_r le moment centré d'ordre r par rapport à la moyenne.

on a:

$$m'_r = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{j=N} x_j^r \quad (1)$$

$$m_r = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (x_j - m'_1)^r \quad (2)$$

Ces moments sont des estimations (déterminées à partir des valeurs de l'échantillon) des moments de la population; leur valeur est fonction de l'échantillon tiré, ces moments peuvent donc être considérés comme des variables aléatoires.

Donnons les résultats concernant les distributions de m_r et m'_r établis par Kendall (1969).

A1-2.1 DISTRIBUTION DES MOMENTS NON CENTRES (m'_r)

m'_r est distribué avec:

une moyenne $E(m'_r) = \mu'_r \quad (3)$

une variance $Var(m'_r) = \frac{1}{N} [\mu'^2_{2r} - \mu'^2_r] \quad (4)$

une covariance
$$\text{Cov}(m'_r, m'_q) = \frac{1}{N} \left[\mu'_{q+r} - \mu'_q \mu'_r \right] \quad (5)$$

A1-2.2 DISTRIBUTION DES MOMENTS CENTRES (m_r)

Le moment centré par rapport à la moyenne, m_r , est distribué avec:

une moyenne
$$E(m_r) \approx \mu_r \quad (6)$$

une variance
$$\text{Var}(m_r) \approx \frac{1}{N} \left[\mu_{2r} - \mu_r^2 + r^2 \mu_2 \mu_{r-1}^2 - 2r \mu_{r-1} \mu_{r+1} \right] \quad (7)$$

on peut également montrer que la covariance de 2 moments centrés est:

$$\text{Cov}(m_r, m_q) \approx \frac{1}{N} \left[\mu_{r+q} - \mu_r \mu_q + r q \mu_2 \mu_{r-1} \mu_{q-1} - r \mu_{r-1} \mu_{q+1} - q \mu_{r+1} \mu_{q-1} \right] \quad (8)$$

Dans le cas des moments centrés, ces formules sont des approximations à l'ordre $1/\sqrt{N}$, c'est à dire que les termes en $\frac{1}{N}$, $\frac{1}{N^{3/2}}$, ... etc... du développement de m_r suivant les puissances de r sont négligés.

Il est également possible d'établir au même ordre d'approximation des relations donnant la covariance entre un moment centré et un moment non centré, la plus utilisée est:

$$\text{Cov}(m_1^i, m_r) \triangleq \frac{1}{N} (\mu_{r+1} - r\mu_2 - \mu_{r-1}) \quad (9)$$

A1-2.3 DISTRIBUTION D'UNE FONCTION DE VARIABLES ALEATOIRES

Soit: $g(y_1, \dots, y_i, \dots, y_k)$ une fonction des variables aléatoires y_i ($i=1, \dots, k$) telles que:

$$E(y_i) = \theta_i$$

Si l'on désigne par:

θ le point de coordonnées $(\theta_1, \dots, \theta_i, \dots, \theta_k)$

y le point de coordonnées $(y_1, \dots, y_i, \dots, y_k)$

$g(y)$ est distribué avec:

une moyenne $E [g(y)] \triangleq g(\theta) \quad (10)$

une variance

$$\text{var} [g(y)] \approx \sum_{i=1}^k \left[\left. \frac{\partial g(y)}{\partial y_i} \right|_{y=\theta} \right]^2 * \text{var } y_i \quad (11)$$

$$+ \sum_{i=1}^k \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^k \left[\frac{\partial g(y)}{\partial y_i} \right]_{y=\theta} \left[\frac{\partial g(y)}{\partial y_j} \right]_{y=\theta} \cdot \text{cov}(y_i, y_j)$$

De même la covariance de 2 fonctions de variables aléatoires $g(y)$ et $h(y)$ est:

$$\begin{aligned} \text{Cov} [g(y), h(y)] &\approx \sum_{i=1}^k \left[\frac{\partial g(y)}{\partial y_i} \right]_{y=\theta} \cdot \left[\frac{\partial h(y)}{\partial y_i} \right]_{y=\theta} \cdot \text{var } x_i \\ &+ \sum_{i=1}^k \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^k \left[\frac{\partial g(y)}{\partial y_i} \right]_{y=\theta} \left[\frac{\partial h(y)}{\partial y_j} \right]_{y=\theta} \cdot \text{cov}(y_i, y_j) \end{aligned} \quad (12)$$

A1-2.4 DETERMINATION DES MOMENTS D'UNE LOI A PARTIR DE LA FONCTION CARACTERISTIQUE DE LA DISTRIBUTION

Soit une distribution définie pour un domaine donné de x par la densité de probabilité $f(x)$

La fonction caractéristique de cette distribution est:

$$\phi(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{itx} f(x) dx \quad (13)$$

Les moments non centrés de la distribution peuvent se déduire du développement limité de $\phi(t)$ suivant les puissances de t :

$$\phi(t) = \sum_r \frac{(it)^r}{r!} \mu'_r \quad (14)$$

μ'_r apparaît donc comme le coefficient de $\frac{(it)^r}{r!}$ du développement

Les moments centrés par rapport à la moyenne (μ_r) sont d'autre part liés aux moments non centrés (μ'_r) par la relation:

$$\mu_r = \sum_{j=0}^{j=r} C_r^j (\mu'_{r-j}) (-\mu'_1)^j \quad (15)$$

Il est donc possible, connaissant la fonction caractéristique, d'en déduire rapidement l'ensemble des moments μ_r et μ'_r .

Deux autres résultats importants de la fonction caractéristique peuvent être signalés.

- Si $z = \sum_{j=1}^N y_j$ est la somme de N variables indépendantes y_j de fonctions caractéristiques respectives $\phi_j(t)$, la fonction caractéristique de z est le produit des $\phi_j(t)$. Cette propriété résulte directement de la structure de la fonction caractéristique.

$$\phi_z(t) = \phi_1(t) * \dots * \phi_j(t) * \dots * \phi_N(t) \quad (16)$$

- Si on considère la variable $u=z/p$, la fonction caractéristique de u est :

$$\phi_u(t) = \phi_z(t/p) \quad (17)$$

A1-3 APPLICATIONS A LA LOI GAMMA

La loi gamma est la loi Pearson III sans paramètre d'origine (ou avec paramètre d'origine nul).

A1-3.1 DETERMINATION DES MOMENTS DE LA LOI GAMMA

La fonction densité de la loi gamma est:

$$f(x) = \frac{\alpha^\lambda}{\Gamma(\lambda)} e^{-\alpha x} x^{\lambda-1} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \alpha > 0 \\ \lambda > 0 \\ x \geq 0 \end{cases} \quad (18)$$

D'après (13) la fonction caractéristique est:

$$\phi(t) = \int_0^{+\infty} \frac{\alpha^\lambda}{\Gamma(\lambda)} x^{\lambda-1} e^{x(it - \alpha)} dx \quad (19)$$

$$\phi(t) = \frac{\alpha^\lambda}{\Gamma(\lambda)} \frac{1}{(\alpha - it)^\lambda} \Gamma(\lambda) = \frac{1}{\left(1 - \frac{it}{\alpha}\right)^\lambda}$$

Le développement de $\phi(t)$ suivant les puissances de t donne:

$$\phi(t) = 1 + \lambda \left[\frac{it}{\alpha} \right] + \dots + \frac{\lambda(\lambda+1) \dots (\lambda+r-1)}{r!} \left[\frac{it}{\alpha} \right]^r + \dots$$

en identifiant avec la relation (14) on en déduit les moments non centrés

$$\mu_r' = \frac{\lambda(\lambda+1) \dots (\lambda+r-1)}{\alpha^r} \quad (20)$$

Les moments centrés par rapport à la moyenne sont alors déterminés par la relation (15).

Le tableau 1 récapitule les résultats pour les moments jusqu'à l'ordre 4.

TABEAU 1

Ordre r	Moments non centrés (μ_r')	Moments centrés / moyenne (μ_r)
1	λ / α	0
2	$\lambda(\lambda+1) / \alpha^2$	λ / α^2
3	$\lambda(\lambda+1) (\lambda+2) / \alpha^3$	$2\lambda / \alpha^3$
4	$\lambda(\lambda+1) (\lambda+2) (\lambda+3) / \alpha^4$	$3\lambda (\lambda+2) / \alpha^4$

On peut définir pour cette loi:

- le coefficient de variation $C_V = \frac{\sqrt{\mu_2}}{\mu_1} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}}$ (21)

- le coefficient d'asymétrie $C_S = \frac{\mu_3}{\sqrt{\mu_2}^3} = \frac{2}{\sqrt{\lambda}}$ (22)

- le coefficient d'aplatissement $C_K = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} = \frac{3(\lambda+2)}{\lambda}$ (23)

Certains auteurs (en vue d'une comparaison avec la loi normale) utilisent comme coefficient d'aplatissement (C_K-3)

Ces coefficients sont liés par les relations:

$$C_S = 2 C_V \quad (24)$$

$$C_k = 3 \left[\frac{C_S^2}{2} + 1 \right] \quad (25)$$

$$C_k = 3 \left[2 C_V^2 + 1 \right] \quad (26)$$

Ces résultats peuvent se généraliser dans le cas où le paramètre d'origine n'est pas nul (loi Pearson III).

Lorsque le paramètre d'origine n'est pas nul, la fonction de distribution est:

$$g(x) = \frac{\alpha^\lambda}{\Gamma(\lambda)} e^{-\alpha(x-m)} (x-m)^{\lambda-1} \quad \left\{ \begin{array}{l} \alpha > 0 \\ \lambda > 0 \\ x \geq m \end{array} \right.$$

Pour cette loi on peut montrer que:

$$\mu'_1 = m + \frac{\lambda}{\alpha}$$

Les moments centrés par rapport à la moyenne s'expriment comme dans le tableau 1, en effet:

$$\mu_r = \int_m^{+\infty} \frac{\alpha^\lambda}{\Gamma(\lambda)} e^{-\alpha(x-m)} (x-m)^{\lambda-1} (x-m-\frac{\lambda}{\alpha})^r dx$$

Si on pose $u = x - m$

$$\mu_r = \int_0^{+\infty} \frac{\alpha^\lambda}{\Gamma(\lambda)} e^{-\alpha u} u^{\lambda-1} \left(u - \frac{\lambda}{\alpha}\right)^r du$$

On retrouve donc la définition du moment centre d'ordre r de la loi gamma. Donc les coefficients C_s, C_k qui font intervenir des moments centrés, s'exprimeront de la même manière, tandis que C_v qui est lié à μ_1' s'exprimera différemment et le paramètre d'origine m interviendra.

En particulier la relation (25) reste vraie.

A1-3.2 DISTRIBUTION DE LA MOYENNE D'UN
ECHANTILLON LORSQUE LA POPULATION MERE
SUIT UNE LOI GAMMA

Soient $x_1, \dots, x_j, \dots, x_N$ les N éléments indépendants de l'échantillon tiré d'une population qui suit une loi gamma.

La fonction caractéristique de x_j est d'après la relation (19)

$$\phi_j(t) = \frac{1}{\left[1 - i \frac{t}{\alpha}\right]^\lambda}$$

En utilisant la relation (16), la fonction caractéristique de $z = \sum_{j=1}^N x_j$ sera:

$$\phi_z(t) = \phi_1(t) * \phi_2(t) \dots * \phi_N(t)$$

donc:

$$\phi_z(t) = \frac{1}{\left[1 - i \frac{t}{\alpha}\right]^{N\lambda}}$$

La fonction caractéristique de $m'_1 = z/N$ moyenne de N valeurs de l'échantillon est d'après (17)

$$\phi_{m'_1}(t) = \phi_z(t/N) = \frac{1}{\left[1 - i \frac{t}{N\alpha}\right]^{N\lambda}}$$

Ce qui correspond à la fonction de distribution de m'_1

$$f(m'_1) = \frac{(N\alpha)^{N\lambda}}{\Gamma(N\lambda)} e^{-N\alpha x} x^{N\lambda-1}$$

ou encore en posant

$$\alpha' = N\alpha$$

$$\lambda' = N\lambda$$

$$f(m'_1) = \frac{\alpha'^{\lambda'}}{\Gamma(\lambda')} e^{-\alpha' x} x^{\lambda'-1}$$

On en déduit donc que la moyenne m_1' des éléments d'un échantillon, tirés d'une population qui suit une loi gamma, suit aussi une loi gamma dont:

- la moyenne est: $\frac{\lambda'}{\alpha'} = \frac{\lambda}{\alpha}$ (= moyenne de la population mère)

- la variance est: $\frac{\lambda}{\alpha'^2} = \frac{1}{N} \frac{\lambda}{\alpha^2}$ (= $\frac{1}{N}$ variance de la population mère)

Ces résultats correspondent aux relations (3) et (4), avec la propriété supplémentaire que la moyenne est distribuée suivant une loi gamma.

Si σ est l'écart-type de la population mère (estimé par $\sqrt{m_2}$) l'erreur-type sur la moyenne de l'échantillon est:

$$E.T. m_1' = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

A1-3.3 ERREUR-TYPE SUR LA VARIANCE DE L'ECHANTILLON

D'après (6) et (7), la variance de l'échantillon (m_2) est distribuée avec:

- une moyenne $E(m_2) = \mu_2$

- une variance $\text{var}(m_2) = \frac{1}{N} [\mu_4 - \mu_2^2]$

En appliquant ce résultat à la loi gamma on a

$$\text{var } m_2 \approx \frac{\mu_2^2}{N} (C_k - 1) \quad (\text{d'après 23})$$

$$\text{var } m_2 \approx \frac{2\mu_2^2}{N} (1 + 3C_v^2) \quad (\text{d'après 26})$$

L'erreur-type sur m_2 peut donc être estimée par

$$(E.T)_{m_2} = m_2 \sqrt{\frac{2}{N} (1 + 3C_v^2)}$$

AI-3.4 ERREUR-TYPE SUR L'ECART-TYPE DE L'ECHANTILLON

L'écart-type de l'échantillon est $\sqrt{m_2}$ en appliquant (11) on a:

$$\text{var } \sigma = \text{var}(m_2^{1/2}) \approx \left[\left[\frac{\partial (m_2^{1/2})}{\partial m_2} \right]_{m_2 = \mu_2} \right]^2 * \text{var } m_2$$

$$\text{var}(m_2^{1/2}) \approx \frac{1}{4N} \left[\frac{\mu_4 - \mu_2^2}{\mu_2} \right]$$

$$\text{var } \sigma \approx \frac{\mu_2}{4N} (C_k - 1) \quad (\text{d'après 23})$$

$$\text{var } \sigma \approx \frac{\mu_2}{2N} (1 + 3C_v^2) \quad (\text{d'après 26})$$

L'erreur-type sur l'écart-type de l'échantillon σ peut donc être estimée par:

$$(E.T)_{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{2N}} \sqrt{1 + 3 C_V^2}$$

A1-3.5 ERREUR-TYPE SUR LE COEFFICIENT DE VARIATION DE L'ECHANTILLON

Soit C_V le coefficient de variation de l'échantillon

$$C_V = \frac{\sqrt{m_2}}{m_1'}$$

En utilisant la relation (11):

$$\text{var}(C_V) = \left[\begin{array}{c} \left[\frac{1}{2\sqrt{m_2} m_1'} \right] \\ m_2 = \mu_2 \\ m_1' = \mu_1' \end{array} \right]^2 * \text{var } m_2 + \left[\begin{array}{c} \left[\frac{\sqrt{m_2}}{m_1'^2} \right] \\ m_2 = \mu_2 \\ m_1' = \mu_1' \end{array} \right]^2 * \text{var } m_1'$$

$$-2 \left[\begin{array}{c} \left[\frac{1}{2\sqrt{m_2} m_1'} \right] \\ m_2 = \mu_2 \\ m_1' = \mu_1' \end{array} \right] * \left[\begin{array}{c} \left[\frac{\sqrt{m_2}}{m_1'^2} \right] \\ m_2 = \mu_2 \\ m_1' = \mu_1' \end{array} \right] \text{Cov}(m_1', m_2)$$

Ce qui s'écrit

$$\text{var } (C_V) \approx \frac{1}{(2\mu_1' \sqrt{\mu_2})^2} \text{var } m_2 + \frac{\mu_2}{\mu_1'^4} \text{var } m_1' - \frac{1}{\mu_1'^3} \text{cov } (m_1', m_2)$$

avec

$$\text{var } m_2 \approx \frac{1}{N} (\mu_4 - \mu_2^2)$$

$$\text{var } m_1' = \frac{\mu_2}{N}$$

$$\text{cov } (m_2, m_1') \approx \frac{\mu_3}{N} \quad (\text{d'après 9})$$

on obtient:

$$\text{var } (C_V) = \frac{C_V^2}{N} \left[\frac{\mu_4 - \mu_2^2}{4\mu_2^2} + \frac{\mu_2}{\mu_1'^2} - \frac{\mu_3}{\mu_1'\mu_2} \right]$$

en appliquant à la loi gamma, d'après (21), (22), (23):

$$\text{var } (C_V) = \frac{C_V^2}{N} \left[\frac{C_k - 1}{4} + C_V^2 - C_S C_V \right]$$

en utilisant (24) et (26) on peut exprimer cette relation

en fonction de C_V :

$$\text{var } (C_V) = \frac{C_V^2}{2N} (1 + C_V^2)$$

L'erreur-type sur le coefficient de variation peut donc être estimée par:

$$(E.T)_{C_V} = \frac{C_V}{\sqrt{2N}} \sqrt{1 + C_V^2}$$

A1-3.6 COMPARAISON ENTRE LES ERREURS-TYPES
RELATIVES SUR C_V ET σ

Le rapport des erreurs-types relatives de C_V et σ est

$$\frac{(E.T)_{C_V} / C_V}{(E.T)_{\sigma} / \sigma} = \sqrt{\frac{1 + C_V^2}{1 + 3 C_V^2}}$$

Dans le cas de la loi gamma ce rapport est inférieur à l'unité, cela s'explique par l'existence d'une corrélation entre σ et m_1' , en effet

$$\rho_{\sigma, m_1'} = \frac{\text{cov} [\sqrt{m_2}, m_1']}{\sqrt{\text{var}[\sqrt{m_2}] * \text{var} (m_1')}}}$$

or:

$$\text{cov}(\sqrt{m_2}, m_1') = \left[\frac{1}{2\sqrt{m_2}} \right]_{m_2=\mu_2} \text{cov}(m_2, m_1') \quad (\text{d'après 12})$$

en tenant compte de (9): $\text{cov}(m_2, m_1') = \frac{\mu_3}{N}$

donc:

$$\text{cov}(\sqrt{m_2}, m_1') = \frac{\mu_3}{2N\sqrt{\mu_2}}$$

De plus:

$$\text{var}\sqrt{m_2} = \frac{1}{4N} \frac{\mu_4 - \mu_2^2}{\mu_2}$$

$$\text{var} m_1' = \frac{\mu_2}{N}$$

Donc en remplaçant:

$$\rho_{\sigma, m_1'} = \frac{\mu_3}{\sqrt{\mu_2} \sqrt{[\mu_4 - \mu_2^2]}}$$

En appliquant ce résultat à la loi gamma et en remplaçant en fonction de C_V on a:

$$\rho_{\sigma, m_1'} = C_V \sqrt{\frac{2}{1 + 3 C_V^2}}$$

En raison de cette corrélation entre σ et m_1' , les erreurs d'échantillonnage se compenseront dans le rapport $C_V = \frac{\sigma}{m_1'}$, dont l'erreur-type relative sur C_V sera inférieure à celle commise sur σ .

A1-3.7 ERREUR-TYPE SUR LE COEFFICIENT D'ASYMETRIE

La valeur estimée du coefficient d'asymétrie est:

$$C_s = \frac{m_3}{m_2^{2/3}}$$

On peut calculer la variance de C_s en utilisant la relation (11)

$$\text{var}(C_s) \approx \frac{1}{\mu_2^3} \text{var } m_3 + \frac{9}{4} \frac{\mu_3^2}{\mu_2^5} \text{var } m_2 - \frac{3\mu_3}{\mu_2^4} \text{cov}(m_2, m_3)$$

or:

$$\text{var}(m_3) \approx \frac{1}{N} [\mu_6 - \mu_3^2 + 9\mu_2^3 - 6\mu_2\mu_4] \quad (\text{d'après 7})$$

$$\text{var}(m_2) \approx \frac{1}{N} [\mu_4 - \mu_2^2]$$

$$\text{cov}(m_2, m_3) \approx \frac{1}{N} [\mu_5 - 4\mu_2\mu_3]$$

en remplaçant il vient:

$$\text{var}(C_s) \approx \frac{1}{N\mu_2^3} \left[(\mu_6 - \mu_3^2 + 9\mu_2^3 - 6\mu_2\mu_4) + \frac{9}{4} \frac{\mu_3^2}{\mu_2^3} (\mu_4 - \mu_2^2) - \frac{3\mu_3}{\mu_2} (\mu_5 - 4\mu_2\mu_3) \right]$$

Les moments μ_r de la population sont inconnus et sont estimés par m_r . Cette formule doit être utilisée prudemment en raison des différentes approximations qui ont été

faites pour l'établir et de l'ordre élevé des moments qui interviennent.

Matalas et Benson (1968) conseillent d'utiliser ce résultat pour $N > 100$ et lorsque C_s n'est pas trop élevé.

Dans le cas contraire il vaut mieux utiliser le résultat établi par Fisher (1931) pour la loi normale:

$$\text{var } C_s = \frac{6N(N-1)}{(N-2)(N+1)(N+3)} = (E.T.)_{C_s}^2$$

Cette formule permet de déterminer si C_s est significativement différent de zéro avec un niveau de confiance donné (puisque pour la loi normale $C_s = 0$).

Lorsque C_s n'est pas significativement différent de zéro, la formule précédente donne un ordre de grandeur de l'erreur-type sur C_s .

A1-3.8 ERREUR-TYPE SUR L'ESTIMATION D'UN EVENEMENT AYANT UNE PERIODE DE RETOUR DONNEE

Nous voulons déterminer l'erreur-type d'un événement X_T ayant une période de retour de T années, à partir d'un échantillon de taille N , tiré d'une population qui suit la distribution Pearson III.

X_T peut être décomposé suivant l'équation de VEN TE CHOW

$$X_T = \mu_1' + K\sqrt{\mu_2}$$

μ_1' et μ_2' étant les moments de la population sont estimés par m_1' et m_2' , donc:

$$X_T = m_1' + K\sqrt{m_2}$$

Le facteur de fréquence K est fonction du type de loi utilisé et de la période de retour T de l'événement. Pour la loi Pearson III, Harter (1969) montre que K est parfaitement défini par la connaissance de T et du coefficient d'asymétrie (C_S)

Pour la loi gamma (Pearson III sans paramètre d'origine) T et C_V sont suffisant pour déterminer K puisque $C_S = 2 C_V$. m_1' et m_2' sont des variables aléatoires, pour déterminer la variance de X_T on peut donc appliquer la relation (11) à l'équation de CHOW d'où:

$$\text{var } X_T = \text{var } m_1' + K^2 \text{var}[\sqrt{m_2}] + 2K \text{cov} [m_1', \sqrt{m_2}]$$

or :

$$\text{var } m_1' = \frac{\mu_2}{N}$$

$$\text{var} \sqrt{m_2} = \frac{1}{4N} \left[\frac{\mu_4 - \mu_2^2}{\mu_2} \right] = \frac{\mu_2}{4N} [C_K - 1]$$

$$\text{cov} [m_1', \sqrt{m_2}] = \frac{\mu_3}{2N\sqrt{\mu_2}} = \frac{\mu_2}{2N} C_S$$

donc:

$$\text{var } X_T = \frac{\mu_2}{2N} \left[2 + \frac{K^2}{2} (C_K - 1) + 2K C_S \right]$$

Cette relation est vraie pour toute loi. Dans le cas de la loi Pearson III et de la loi gamma, C_S et C_K ne sont pas fonction du paramètre d'origine, puisque les moments centrés pas rapport à la moyenne n'en dépendent pas, donc la relation (25) est vraie pour ces 2 lois et l'on a:

$$\text{var } X_T = \frac{\mu_2}{2N} \left[2 + K^2 \left[\frac{3}{4} C_S^2 + 1 \right] + 2K C_S \right]$$

donc:

$$(\text{E.T.})_{X_T} \approx \frac{\sigma}{\sqrt{2N}} \sqrt{2 + K^2 \left[\frac{3}{4} C_S^2 + 1 \right] + 2K C_S} \quad (\text{Loi gamma et Pearson III})$$

Dans le cas plus particulier de la loi gamma, il est possible d'exprimer cette relation en fonction de C_V (relation 24), qui en pratique est connu avec une meilleure précision.

$$(\text{E.T.})_{X_T} \approx \frac{\sigma}{\sqrt{2N}} \sqrt{2 + K^2 (1 + 3C_V^2) + 4K C_V} \quad (\text{Loi gamma})$$

L'écart-type sur une caractéristique X_T ayant une période de retour de T années dépend donc pour la loi Pearson III (avec ou sans paramètre d'origine):

- la période de retour T (par l'intermédiaire de K)
- du coefficient d'asymétrie de la distribution (Cs)
- de la taille de l'échantillon (N)
- de l'écart-type de la population mère estimé par celui de l'échantillon.

Hardison (1969), a calculé $(E.T)_{X_T}$ pour la loi Pearson III, mais sa formule fait apparaître ρ_σ, m_j' qui est ensuite déterminé par échantillonnage, or comme nous l'avons montré (A1-3.6) ρ_σ, m_j' peut s'exprimer en fonction des moments et on arrive alors aux formules déterminées précédemment.

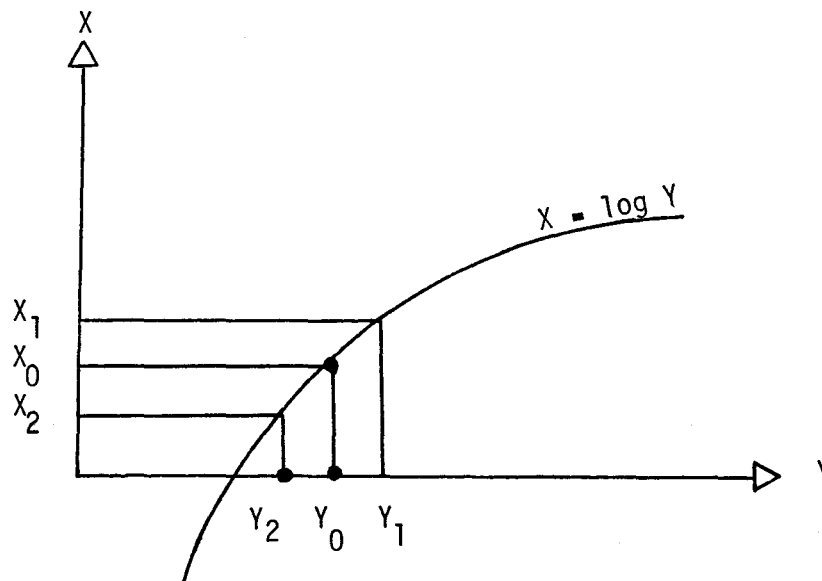
A1-4 APPLICATIONS A LA LOI LOG PEARSON III (avec ou sans paramètre d'origine)

Dans certains cas les logarithmes des événements hydrologiques sont distribués suivant une loi Pearson III (avec ou sans paramètre d'origine).

Si on désigne par $X_j = \text{Log } Y_j$, le logarithme de l'événement hydrologique Y_j , les résultats précédents peuvent donc s'appliquer, les différents moments et coefficients étant calculés sur la variable aléatoire X.

La transformation logarithmique tend en général à réduire l'asymétrie lorsque celle-ci est élevée. Hardison (1969) utilise une correspondance entre les erreurs sur X , $(E.T.)_X$, exprimées en unités logarithmiques et les erreurs relatives sur Y , $\frac{\Delta Y}{Y}$

Etablissons la relation générale donnant cette correspondance; on suppose que $X = \log Y$ suit une distribution donnée, il est alors possible de déterminer $(E.T.)_X$



on a :

$$\begin{aligned} X_1 &= X_0 + \Delta X & X_1 &= \log Y_1 = \log (Y_0 + \Delta Y_1) \\ X_2 &= X_0 - \Delta X & X_2 &= \log Y_2 = \log (Y_0 + \Delta Y_2) \end{aligned} \quad \Delta X, \Delta Y_1, \Delta Y_2 > 0$$

$\Delta Y_1 \neq \Delta Y_2$ en raison de la non-linéarité

on peut donc écrire en identifiant les expressions de X_1 et X_2

$$\begin{aligned} X_0 + \Delta X &= \log (Y_0 + \Delta Y_1) = \log Y_0 + \log \left(1 + \frac{\Delta Y_1}{Y_0}\right) \\ X_0 - \Delta X &= \log (Y_0 - \Delta Y_2) = \log Y_0 + \log \left(1 - \frac{\Delta Y_2}{Y_0}\right) \end{aligned}$$

puisque $X_0 = \log Y_0$ on a :

$$\Delta X = \log \left(1 + \frac{\Delta Y_1}{Y_0}\right) \quad \text{et} \quad -\Delta X = \log \left(1 - \frac{\Delta Y_2}{Y_0}\right)$$

on suppose que l'on est en logarithmes décimaux (ce qui ne nuit pas à la généralité) d'où :

$$\begin{aligned} 10^{\Delta X} &= 1 + \frac{\Delta Y_1}{Y_0} \\ 10^{-\Delta X} &= 1 - \frac{\Delta Y_2}{Y_0} \end{aligned}$$

Si l'on prend comme valeur moyenne de l'erreur relative

$$\frac{\Delta Y}{Y_0} = \frac{1}{2} \left[\frac{\Delta Y_1}{Y_0} + \frac{\Delta Y_2}{Y_0} \right] \quad \text{il vient:}$$

$$\frac{\Delta Y}{Y_0} = \frac{1}{2} \left[(10^{\Delta X} - 1) + (1 - 10^{-\Delta X}) \right]$$

$$\frac{\Delta Y}{Y_0} = \frac{1}{2} \left[10^{\Delta X} - 10^{-\Delta X} \right]$$

Cette relation permet d'associer à un écart ΔX exprimé en unités logarithmiques, une erreur relative $\frac{\Delta Y}{Y_0}$ (La formule précédente se généralise aisément aux logarithmes népériens).

A1-5 ESTIMATEURS BIAISES ET NON BIAISES

m_r calculé par la formule (2) est distribué avec une moyenne $E(m_r) \approx \mu_r$, cette relation est une approximation à l'ordre $\frac{1}{\sqrt{N}}$, elle sera d'autant plus proche de la réalité que la taille de l'échantillon est élevée.

Les estimateurs m_r des moments μ_r sont donc biaisés. Pour des événements hydrologiques, la taille de l'échantillon considéré est assez faible en général, et il vaut mieux alors utiliser des estimateurs non biaisés.

- un estimateur non biaisé de μ_2 est:

$$\hat{m}_2 = \frac{N}{(N-1)} m_2 \quad \text{car} \quad E(\hat{m}_2) = \mu_2$$

De même $\hat{\sigma} = \sqrt{\hat{m}_2}$

- un estimateur non biaisé de μ_3 est:

$$\hat{m}_3 = \frac{N^2}{(N-1)(N-2)} m_3 \quad \text{car} \quad E(\hat{m}_3) = \mu_3$$

- on prend également comme valeur non biaisée du coefficient d'asymétrie C_s

$$\hat{C}_s = \frac{\hat{m}_3}{\hat{m}_2^{3/2}} = \frac{N^{1/2} (N-1)^{1/2}}{(N-2)} \frac{m_3}{m_2^{3/2}}$$

Dans les différentes formules d'erreur-type, lorsque les échantillons considérés ont une taille réduite ($N < 30$), on remplacera donc m_2, m_3, σ par $\hat{m}_2, \hat{m}_3, \hat{\sigma}$.

BIBLIOGRAPHIE

- FISHER, R.A. (1931) The moments of the distribution for normal samples of measures of departure from normality Proc. Roy. Soc. London (A) 130, 16-28.
- HARDISON, C.H. (1969) Accuracy of streamflow characteristics, Geological Survey Research, D-210 - D-214.
- HARTER, H.L. (1969) A new table of percentage points of the Pearson type III distribution. Technometrics Vol. II , no.1, 177-187.
- KENDALL, M.G. (1969) The advanced theory of statistics. Vol. I, 3^{ème} edition. Hafner Publishing Company.
- MATALAS, N.C. & BENSON, M.A. (1968) Note on the standard error of the coefficient of skewness. Water Resources Research, Vol. 4, no.1.

Annexe A1

LISTE DES SYMBOLES

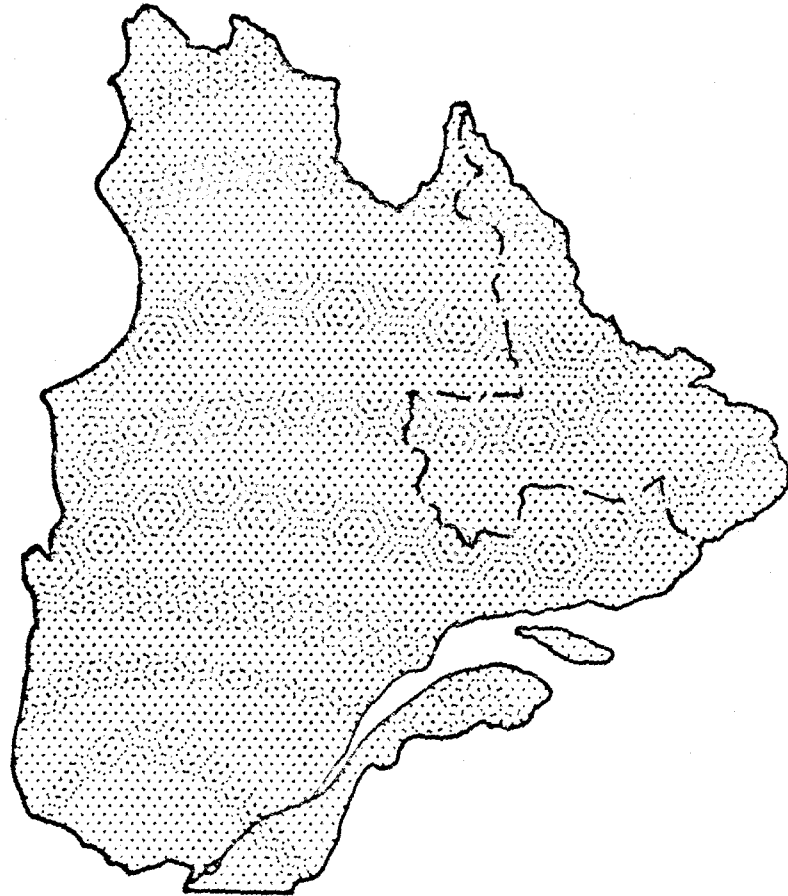
C_k	:	Coefficient d'applatissage
C_s	:	Coefficient d'asymetrie
\hat{C}_s	:	Valeur non biaisée du coefficient d'asymetrie
C_v	:	Coefficient de variation
C_r^j	:	Combinaison de j éléments pris parmi r.
$Cov ()$:	Covariance
$E ()$:	Espérance mathématique
E.T.	:	Erreur-type
$f (x)$:	Densité de la probabilité de la variable aléatoire
g	:	fonction
h	:	fonction
K	:	Facteur de fréquence
m	:	Paramètre d'origine de la distribution Pearson III
m_r	:	Moment centré par rapport à la moyenne d'ordre r, tiré de l'échantillon
\hat{m}_r	:	moment centré d'ordre r, non biaisé

m'_r	:	Moment non centré d'ordre r , tiré de l'échantillon
N	:	Taille de l'échantillon
r	:	Ordre des moments
T	:	Période de retour
t	:	Variable de la fonction caractéristique d'une distribution
$\text{var} ()$:	variance
X_T	:	Evenement de période de retour T
x_j	:	Elément j de l'échantillon
Y_i	:	Variable aléatoire
z	:	Variable aléatoire
α	:	Paramètre de la distribution Pearson III
$\Delta x, \Delta y$:	Accroissement sur les variables x et y
θ_i	:	Moyenne de la variable aléatoire y_i .
λ	:	Paramètre de la distribution Pearson III
μ_r	:	Moment d'ordre r , centré par rapport à la moyenne tirée de la population
μ'_r	:	Moment non centré d'ordre r , tiré de la population
ρ	:	Coefficient de corrélation

σ :Ecart type

$\hat{\sigma}$:Valeur non biaisée de l'écart type.

$\phi(t); \phi_j(t)$:Fonction caractéristique d'une distribution statistique.



ANNEXE A-2

MÉTHODE DE KARAZEV
ÉQUATIONS THÉORIQUES

Annexe A2

TABLE DES MATIERES

- A2-1 Fonction $D_f(\ell)$
- A2-2 Fonction $D'_f(\ell)$ incluant l'erreur de
 mesure.
- A2-3 Erreur d'interpolation :E
- A2-4 Erreur d'interpolation maximum dans
 l'intervalle " $\xi \rightarrow \xi + \ell$ "

A2-1 FONCTION $D_f(\ell)$

$$D_f(\ell) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [f_i(\xi) - f_i(\xi+\ell)]^2$$

Cette fonction est utilisée pour simplifier l'expression de relations plus complexes telle que celle exprimant l'erreur d'interpolation développée en A2-3.

$f_i(\xi)$ - exprime la déviation pour l'année "i" du module spécifique annuel par rapport à la valeur moyenne interannuelle au point " ξ " d'une région. Cette déviation est généralement exprimée sous forme d'une loi normale.

N - désigne le nombre d'années d'observations disponibles.

En développant, on obtient:

$$D_f(\ell) = \frac{1}{N} \sum_1^N f_i^2(\xi) - 2f_i(\xi) \cdot f_i(\xi+\ell) + f_i^2(\xi+\ell)$$

or d'après la définition de B_f

$$B_f(\ell) = \frac{1}{N} \sum_1^N f_i(\xi) \cdot f_i(\xi+\ell)$$

qui constitue une covariance, on peut écrire:

$$D_f(\lambda) = 2B_f(0) - 2B_f(\lambda)$$

A2-2 FONCTION $D'_f(\lambda)$ INCLUANT L'ERREUR DE MESURE

$$D'_f(\lambda) = D_f(\lambda) + 2e^2$$

On peut introduire dans la fonction $D_f(\lambda)$ une composante qui tiendra compte de l'erreur de mesure "e" du débit moyen annuel aux points " ξ " et " $\xi + \lambda$ "

$$\begin{aligned} D'_f(\lambda) &= \frac{1}{N} \sum_1^N [f_i(\xi) + \varepsilon_i(\xi) - f_i(\xi + \lambda) - \varepsilon_i(\xi + \lambda)]^2 \\ &= \frac{1}{N} \sum_1^N f_i^2(\xi) - 2f_i(\xi) \cdot f_i(\xi + \lambda) + f_i^2(\xi + \lambda) \\ &\quad + \frac{1}{N} \sum_1^N f_i(\xi) \cdot \varepsilon_i(\xi) + f_i(\xi + \lambda) \cdot \varepsilon_i(\xi + \lambda) \\ &\quad - f_i(\xi + \lambda) \cdot \varepsilon_i(\xi) - f_i(\xi) \cdot \varepsilon_i(\xi + \lambda) \\ &\quad - \frac{1}{N} \sum_1^N \varepsilon_i^2(\xi) - 2\varepsilon_i(\xi) \cdot \varepsilon_i(\xi + \lambda) + \varepsilon_i^2(\xi + \lambda) \end{aligned}$$

où $\varepsilon_i(\xi)$ exprime la déviation par rapport à la valeur vraie due à l'erreur sur la mesure. Cette déviation est généralement exprimée sous forme d'une loi normale et n'est pas corrélée avec les erreurs en d'autres points de la région.

Dans cette dernière relation, les termes en

$$\frac{1}{N} \sum_1^N f_i \cdot \varepsilon_i \quad \text{et} \quad \frac{1}{N} \sum_1^N \varepsilon_i(\xi) \cdot \varepsilon_i(\xi+\lambda)$$

sont des covariances. Or, du fait que le phénomène n'est pas corrélé avec l'erreur sur sa mesure et que l'erreur sur la mesure au point " ξ " n'est pas corrélée avec celle au point " $\xi+\lambda$ ", ces covariances s'annulent.

$$\begin{aligned} \text{Donc} \quad D_f'(\lambda) &= D_f(\lambda) + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2(\xi) + \varepsilon_i^2(\xi+\lambda) \\ &= D_f(\lambda) + 2e^2 \end{aligned}$$

où "e" désigne l'écart-type de la fonction normale de distribution de l'erreur ε_i . En valeur relative, on le désigne par " e_0 ".

A2-3 L'ERREUR D'INTERPOLATION: E

Comme on l'a vu au chapitre 4.2, on sait que:

$$q_i(\xi) = m(\xi) + f_i(\xi)$$

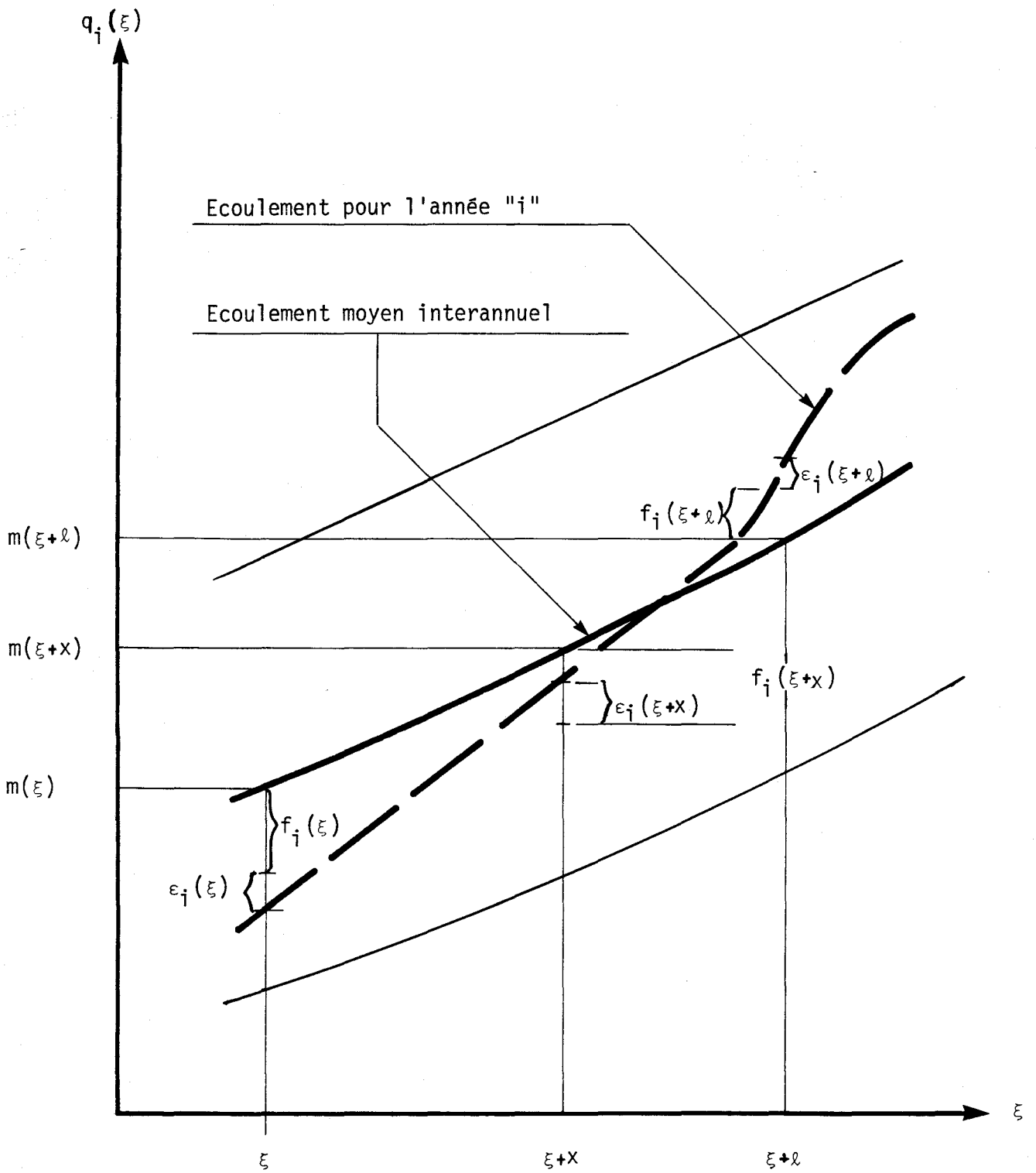


FIGURE SCHEMATISATION DE L'ECOULEMENT MOYEN INTERANNUAL ET DE L'ECOULEMENT POUR L'ANNEE "i"

où $m(\xi)$ représente l'espérance mathématique de $q_i(\xi)$; c'est donc l'écoulement spécifique moyen interannuel.

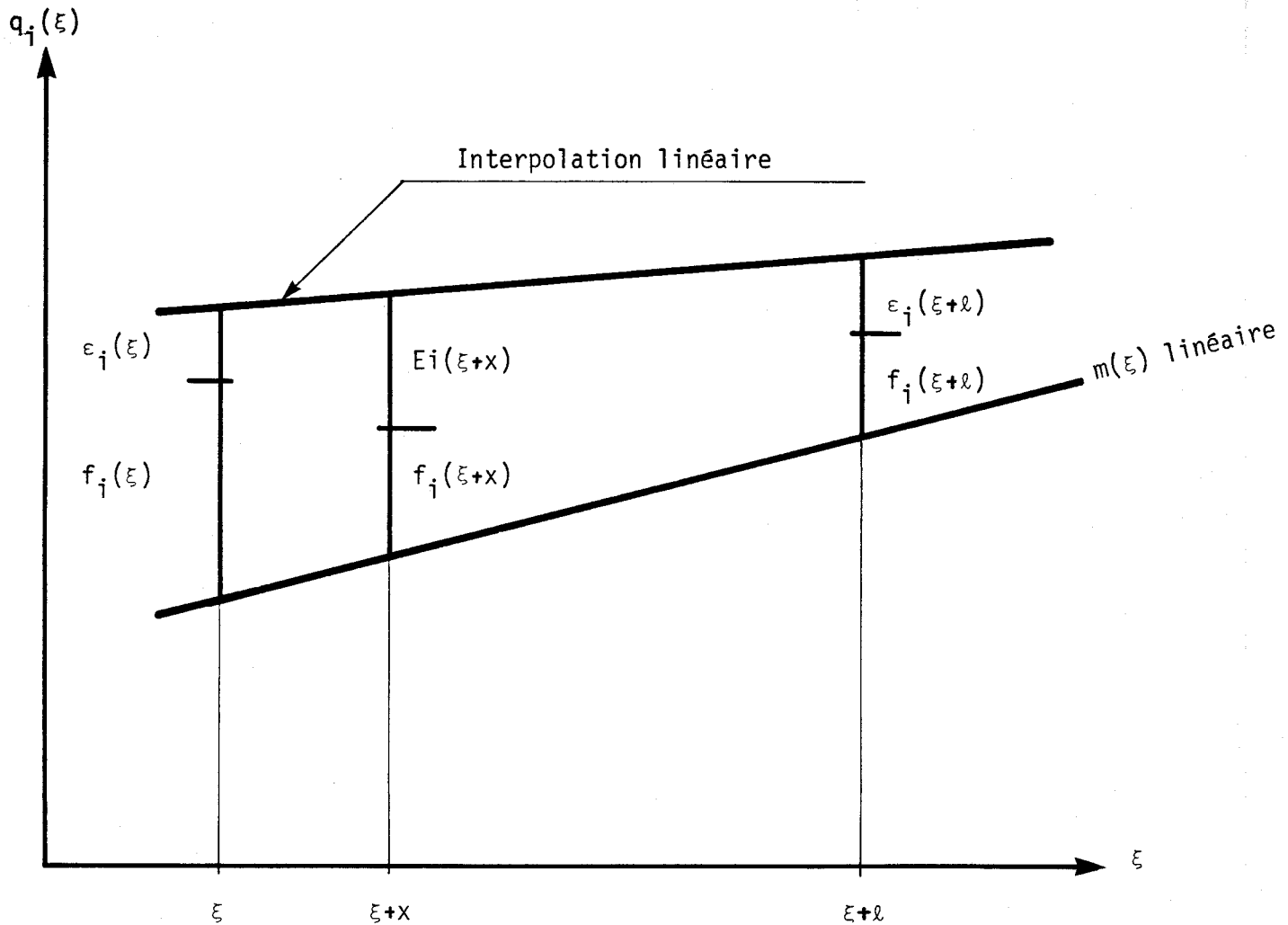
$f_i(\xi)$ - désigne la déviation annuelle du débit par rapport à $m(\xi)$

Ces composantes ne tiennent compte que du phénomène lui-même et de sa variabilité. Cependant, en pratique l'erreur de mesure " ε_i " vient s'y ajouter.

L'erreur d'interpolation linéaire au point x dans l'intervalle " ξ - $\xi+l$ " est désignée par $E_i(x)$ pour l'année " i ". On la déduit d'après la relation suivante:

$$E_i(\xi+x) = [f_i(\xi) + \varepsilon_i(\xi)] \cdot \left[1 - \frac{x}{l}\right] + [f_i(\xi+l) + \varepsilon_i(\xi+l)] \cdot \frac{x}{l} - f_i(\xi+x)$$

Cette relation est plus facile à comprendre si on se réfère aux figures A2- et A2- . Il est à noter qu'en pratique, l'interpolation s'effectuera sur un intervalle assez court pour que l'on puisse supposer la variation spatiale de l'écoulement $m(\xi)$ linéaire.



La variance de l'erreur d'interpolation (déviation annuelle de l'estimation de q_i par rapport à la valeur vraie) s'écrit donc:

$$E^2(\xi+x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i^2(\xi+x)$$

En introduisant la valeur de $E_i(\xi+x)$ dans cette relation et en simplifiant à l'aide de la fonction B_f on obtient:

$$\begin{aligned} E^2(\xi+x) = & B_f(0) \cdot \left[\left(1 - \frac{x}{\ell}\right)^2 + \left(\frac{x}{\ell}\right)^2 + 1 \right] \\ & + B_f(\ell) \cdot \left[\frac{x}{\ell} \left(1 - \frac{x}{\ell}\right) \right] \\ & + B_f(x) \cdot \left[-2 \left(1 - \frac{x}{\ell}\right) \right] \\ & + B_f(\ell-x) \cdot \frac{x}{\ell} \cdot (-2) \\ & + \left(1 - \frac{x}{\ell}\right) \cdot e^2 + \frac{x^2}{\ell^2} \cdot e^2 \end{aligned}$$

$$\text{où } B_f(\ell) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i(\xi) \cdot f_i(\xi+\ell)$$

$$\text{les termes en } \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i \cdot \varepsilon_i$$

$$\text{et } \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i(\xi) \cdot \varepsilon_i(\xi+\ell)$$

sont nuls pour les mêmes raisons que celles mentionnées en

A2

On sait déjà que:

$$B_f(\ell) = \sigma_f^2 \cdot (1-a\ell)$$

où $a = \frac{1}{L_0}$

L_0 - désigne la distance moyenne pour laquelle le coefficient de corrélation entre les séries annuelles de débits à deux stations d'une région est nul (voir chap. 4.2).

en substituant, on obtient:

$$E^2(\xi+x) = \sigma_f^2 \left[-\frac{x}{\ell} + \frac{x^2}{\ell^2} + 3ax - \frac{3ax^2}{\ell} \right]$$
$$- e^2 \left[1 - \frac{2x}{\ell} + \frac{2x^2}{\ell^2} \right]$$

A2-4 ERREUR D'INTERPOLATION MAXIMUM DANS

L'INTERVALLE " $\xi \rightarrow \xi + \ell$ "

On cherchera à savoir à quelle distance " x ", l'erreur d'interpolation, sera maximum. C'est cette valeur qui nous servira dans la définition des critères de densité optimum du réseau, car elle est la plus restrictive.

Pour trouver cette valeur, il suffit de maximiser la fonction par dérivation par rapport à "x"

$$\frac{d E^2 (\xi + x)}{dx} = 0$$

donc

$$\sigma_f^2 \left[-\frac{1}{l} + \frac{2x}{l^2} + 3a - \frac{6ax}{l} \right] + e^2 \left[-\frac{2}{l} + \frac{4x}{l^2} \right] = 0$$

On explicite "x"

$$x = \frac{\sigma_f^2 \cdot \frac{1}{l} - 3a \cdot \sigma_f^2 + 2 e^2}{\frac{2}{l} \left[\sigma_f^2 \cdot \frac{1}{l} - 3a \cdot \sigma_f^2 + 2 e^2 \right]}$$

$$x = \frac{l}{2}$$

c'est donc à la mi-distance de l'intervalle $\xi \longrightarrow \xi + l$ que l'erreur d'interpolation est maximum.

Si on transpose cette valeur de x dans l'équation générale de $E_i(\xi+x)$ on obtient:

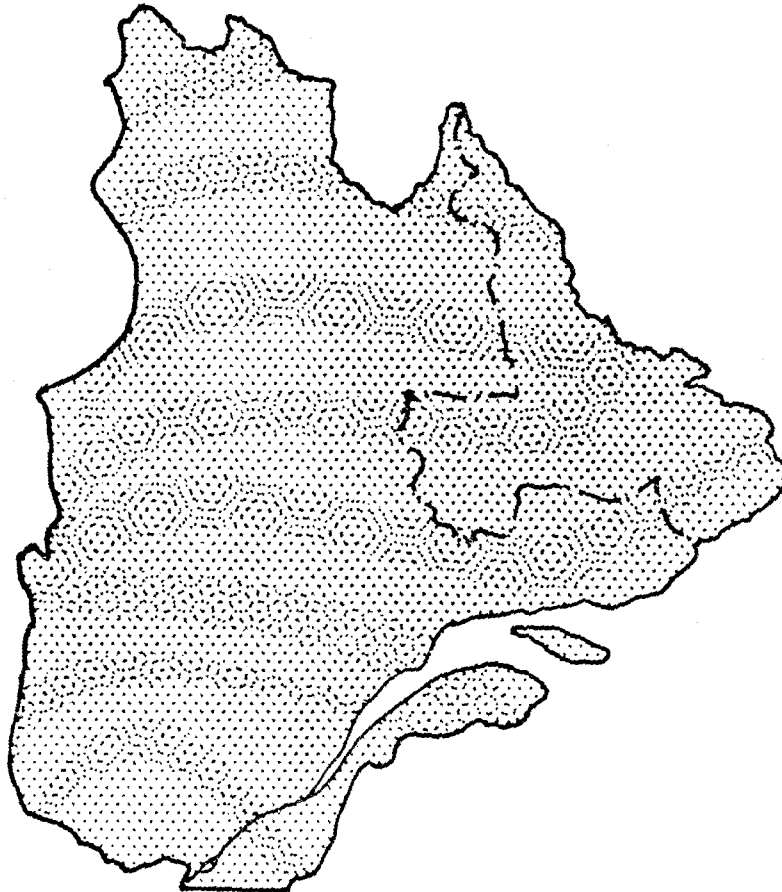
$$E^2 = D_f\left(\frac{l}{2}\right) - \frac{1}{4} D_f(l) + \frac{1}{2} e^2$$

Annexe A2

LISTE DES SYMBOLES

- a : Inverse de L_0
- $B_f(\lambda)$: Fonction de covariance entre deux séries annuelles quelconques de débits, pour une distance " λ "
- $D_f(\lambda)$: Fonction intermédiaire utilisée dans le but de simplifier l'expression de fonctions plus complexes.
- $D'_f(\lambda)$: Fonction $D_f(\lambda)$ incluant les erreurs de mesure
- E : Ecart-type de la distribution de l'erreur d'interpolation E_i .
- E_i : Déviation annuelle de l'estimation du débit par rapport à la valeur vraie.
- e : Ecart-type de la fonction normale de distribution de l'erreur de mesure ε_i .
- e_0 : Ecart-type relatif de la fonction normale de distribution de l'erreur ε_i .
- $f_i(\xi)$: Déviation pour l'année i du module spécifique annuel par rapport à la valeur moyenne inter-annuelle.
- L_0 : Distance moyenne pour laquelle le coefficient de corrélation entre les séries annuelles de débits à deux stations d'une région est nul.

- l : distance entre les centres de deux bassins.
- $m(\xi)$: fonction déterministique du module inter-annuel spécifique au point ξ
- N : Nombre d'années d'observation
- $q_i(\xi)$: Valeur du débit moyen annuel spécifique au point ξ
- x : Système de coordonnées utilisé pour caractériser un intervalle " $\xi \rightarrow \xi + l$ "
- $\varepsilon_i(\xi)$: Déviation par rapport à la valeur vraie due à l'erreur sur la mesure pour l'année i au point ξ d'une région.
- ξ : Système de coordonnées curviligne traversant une région perpendiculairement aux lignes d'isoécoulement.
- σ_f : Ecart-type du débit annuel.



ANNEXE A-3

REGRESSIONS

Annexe A3

TABLE DES MATIERES

Définition des variables			A3-1
Description du code			A3-2
Corrélation débit	vs	caractéristiques physiographiques	
clé	114	variables no. 5	A3-3
clé	114	variables no. 8	A3-4
clé	115	variables no. 5	A3-5
clé	115	variables no. 8	A3-6
clé	114	variables no. 5	A3-7
clé	114	variables no. 8	A3-8
clé	115	variables no. 5	A3-9
clé	115	variables no. 8	A3-10
clé	121	variables no. 7	A3-11
clé	124	variables no. 7	A3-12
clé	121	variables no. 7	A3-13
clé	124	variables no. 7	A3-14
clé	811	variables no. 8	A3-15
clé	814	variables no. 5	A3-16

clé	811	variable	no. 8	A3-17
clé	814	variable	no. 5	A3-18
clé	811	variable	no. 8	A3-19
clé	814	variable	no. 5	A3-20
clé	811	variable	no. 8	A3-21
clé	814	variable	no. 5	A3-22
clé	814	variable	no. 8	A3-23
clé	815	variable	no. 5	A3-24
clé	814	variable	no. 8	A3-25
clé	815	variable	no. 5	A3-26
clé	815	variable	no. 8	A3-27
clé	811	variable	no. 5	A3-28
clé	814	variable	no. 8	A3-29
clé	815	variable	no. 5	A3-30
clé	815	variable	no. 8	A3-31
clé	811	variable	no. 5	A3-32
clé	815	variable	no. 8	A3-33
clé	811	variable	no. 5	A3-34
clé	815	variable	no. 8	A3-35
clé	811	variable	no. 5	A3-36
clé	814	variable	no. 8	A3-37

DEFINITION DES VARIABLES

No.	5	Débit moyen, surface du bassin
No.	7	Ecart-type
No.	8	Ecart-type, surface du bassin

DESCRIPTION DU CODE

A) 1er chiffre

- 8 = Calcul fait sur 8 ans
- 1 = Calcul fait sur 30 ans

B) 2ème chiffre

- 1 = Valeurs naturelles
- 2 = Valeurs logarithmiques

C) 3ème chiffre

- 1 = Calcul fait avec les maximums journaliers.
- 2 = Calcul fait avec les moyennes des 3 jours consécutifs maximas.
- 3 = Calcul fait avec les moyennes des 7 jours consécutifs maximas.
- 4 = Calcul fait avec les moyennes des 7 jours consécutifs minimas.

TABLEAU DES CODES

	VALEURS NATURELLES				VALEURS LOGARITHMIQUES			
	Qmax 1	Qmax 3	Qmax 10	Qmin 7	Qmax 1	Qmax 3	Qmax 10	Qmin 7
8 ans	811	812	813	814	821	822	823	824
30 ans	111	112	113	114	121	122	123	124

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 114 VARIABLE NO 5

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.262	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.263	-.563	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.283	.437	-.101	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.475	-.091	-.422	.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.319	-.563	.293	-.340	-.250	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.406	.916	-.754	.359	-.868	-.578	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.209	-.771	-.652	-.399	-.607	.493	-.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.137	-.248	-.571	-.277	-.172	.069	-.018	.749	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.493	-.837	.858	-.200	-.829	.475	-.902	.397	-.185	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.202	-.708	.181	-.600	-.763	.234	-.591	.755	-.482	.418	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.119	.440	-.135	.619	.397	-.398	.478	-.510	-.254	-.204	-.537	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.218	-.779	.742	-.295	-.714	.529	-.893	.473	-.064	.778	.527	-.637	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.217	.779	-.451	.075	.695	-.484	.872	-.565	-.045	.783	-.538	.489	-.939	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.093	.151	-.058	-.712	-.623	.041	.103	-.145	-.027	-.144	.125	-.294	-.695	.311	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.611	-.442	.573	-.496	-.667	.117	-.523	.105	-.053	.542	.439	-.312	.468	-.299	.655	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.456	-.783	.195	-.502	-.622	.664	-.710	.857	.565	.572	.600	-.482	.602	-.629	.120	.414	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.459	.927	-.474	.409	.889	-.594	.907	-.675	-.130	.915	-.667	.504	-.868	.868	.038	-.549	-.782	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.167	.175	-.146	.073	.122	.247	-.140	.231	-.222	.010	.151	-.378	.217	-.319	.008	-.144	.241	-.186	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.644	-.176	.009	-.172	-.423	-.265	-.192	.263	.495	.208	.345	-.134	.637	-.130	.245	.538	.375	-.244	.642	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.418	-.811	.347	-.134	-.669	.564	-.763	.733	.354	.757	.422	-.188	.619	-.743	-.264	.281	.859	.815	.136	.378	1.000	0.000	0.000	0.000
.251	-.563	.515	-.147	-.479	.221	-.515	.310	.039	.594	.234	.072	.548	-.633	-.227	.354	.528	.522	-.184	.396	.680	1.000	0.000	0.000
6.473	3.866	3.678	7.108	-.242	4.998	7.260	7.259	6.674	6.224	7.642	-.156	6.061	5.941	7.258	6.728	7.443	9.286	10.240	8.836	8.871	1.085	1.085	1.085
.557	.369	.215	.176	.588	.804	.375	.070	.222	.289	.419	.087	1.796	1.231	.187	.510	.303	.422	.207	.190	.263	.234	.234	.234

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 14

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .069
POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .090

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT .484
POURCENTAGE REDUIT .630 DE .769

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE793
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .764

ERREUR STANDARD DE L ESTIME161
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .174

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 6.232

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	.94330	-	-
21	.33774	.24678	1.369
19	-.43833	.22224	1.972
14	-.69031	.15522	1.635

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 114 VARIABLE NO 5

POUR 3 VARIABLES ENTREES

STATION NUMERO	LOGARITHMES			NATURELLES		
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE
1	-.811	-1.000	.232	.44	.37	.171
2	-1.164	-1.141	.020	.31	.32	.024
3	-1.123	-1.153	.027	.33	.32	.030
4	-1.158	-1.036	.105	.31	.35	.130
5	-.753	-.675	.102	.47	.51	.080
6	-1.069	-1.161	.086	.34	.31	.088
7	-1.085	-1.151	.061	.34	.32	.064
8	-1.015	-1.038	.022	.36	.35	.022
9	-1.246	-1.129	.094	.29	.32	.124
10	-1.243	-1.225	.015	.29	.29	.018
11	-.953	-1.157	.214	.39	.31	.184
12	-1.592	-1.340	.158	.20	.26	.286
13	-1.361	-1.368	.006	.26	.25	.007
14	-1.017	-.799	.214	.36	.45	.243
15	-.686	-.904	.317	.50	.41	.195

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlations for 16 variables. The diagonal is all 1.000. Values range from -0.557 to 0.669.

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREES 16

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETE ETAPE .069
POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .190

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT .262
POURCENTAGE REDUIT .654 DE .361

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE747
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (ADJUSTE) .696

ERREUR STANDARD DE L ESTIME121
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (ADJUSTE) .130

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 4.625

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT REPRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., VALEUR DE T CALCULEE. Rows for variables 10, 3, and 16.

POUR 3 VARIABLES ENTREES

Table with 8 columns: LOGARITHMES (VALEURS OBSERVEES, VALEUR CALCULEES, DEVIATION RELATIVE), NATURELLES (VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVES), STATION NUMERO. Rows 1-16.

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 115 VARIABLE NO 5

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.262	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.263	-.563	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.283	.437	-.101	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.475	.891	-.622	.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.019	-.563	.293	-.340	.250	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.406	.976	-.754	-.359	.848	-.574	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.209	-.771	-.052	-.399	-.647	.493	-.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.137	-.248	-.571	-.277	-.172	.769	-.018	.749	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.453	-.837	.858	-.200	-.829	.475	-.942	.397	-.165	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.202	-.749	-.161	-.600	-.743	.234	-.591	.755	.482	.418	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.119	.440	-.135	.619	.397	-.394	.478	.510	.754	-.204	.537	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.218	-.779	-.742	-.295	-.714	-.529	-.893	.473	-.064	-.778	.527	-.637	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.217	.779	-.451	.075	.495	-.484	.872	-.565	-.045	-.783	.538	.489	-.939	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.423	.151	-.658	-.712	-.023	.041	-.103	-.145	.027	-.144	.125	-.294	-.095	.311	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.611	-.442	-.573	-.696	-.667	-.117	-.523	.105	-.053	.542	.439	-.312	.468	-.299	.655	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.456	-.927	-.474	-.502	-.622	.664	-.710	.851	.565	.572	.600	-.482	.602	-.629	.120	.414	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.459	.927	-.474	.409	.866	-.590	.987	-.675	-.130	-.915	-.667	.504	-.868	.868	.038	-.549	-.782	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.167	.075	-.146	.073	.122	.247	-.140	.231	.222	-.010	.151	-.378	.217	-.319	.008	-.144	.241	-.186	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.644	-.176	.009	-.172	-.423	-.265	-.162	.263	.495	.208	.345	.134	.037	-.130	.245	.538	.375	-.246	.042	1.000	0.000	0.000	0.000
-.418	-.411	.347	-.134	.669	.564	-.783	.733	.354	.757	.422	-.188	.619	-.743	-.264	.281	.859	-.815	.136	.378	1.000	0.000	0.000
-.213	.317	-.177	.542	.510	.167	-.183	-.504	-.609	-.041	-.695	.364	-.062	.056	-.276	-.389	-.284	.265	-.026	-.526	-.130	1.000	0.000
6.473	3.466	3.678	7.104	-.242	4.998	7.260	7.259	6.574	6.220	-2.642	-156.6	6.061	5.941	7.258	6.728	7.443	9.286	10.240	8.836	8.871	4.02	1.000
.557	.349	.215	.176	.588	.804	.375	.070	.222	.283	.419	.087	1.796	1.231	.187	.510	.303	.422	.207	.190	.263	.115	0.000

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREES 20

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .015

POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .078

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT .131

POURCENTAGE REDUIT .703 DE .186

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE839

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (ADJUSTE) .809

ERREUR STANDARD DE L ESTIME071

ERREUR STANDARD DE L ESTIME (ADJUSTE) .077

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 8.693

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEFF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	1.64150	-	-
11	-.22550	.05671	3.978
14	-.03981	.01830	2.175
20	-.18097	.10641	1.701

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 115 VARIABLE NO 5

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	.566	.458	.176	1.74	1.58	.093	40201
2	.165	.242	.448	1.18	1.27	.080	40401
3	.787	.281	.084	1.76	1.33	.025	40402
4	.266	.274	.021	1.31	1.31	.006	41301
5	.353	.339	.044	1.42	1.40	.014	43008
6	.290	.312	.077	1.34	1.37	.023	50116
7	.582	.559	.039	1.79	1.75	.023	50117
8	.443	.457	.030	1.56	1.58	.014	50119
9	.442	.498	.079	1.59	1.65	.037	52201
10	.385	.528	.374	1.47	1.70	.154	52211
11	.559	.463	.172	1.75	1.59	.092	52212
12	.428	.421	.014	1.53	1.52	.007	52601
13	.433	.381	.121	1.54	1.46	.051	52802
14	.388	.438	.170	1.47	1.55	.052	80101
15	.410	.377	.080	1.51	1.46	.032	80706

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.262	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.263	-.563	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.283	.437	-.101	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.475	.891	-.622	.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.019	-.563	.293	-.340	-.250	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.406	.916	-.754	-.359	.868	-.578	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.209	-.771	-.052	-.399	-.667	.493	-.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.137	-.248	-.571	-.277	-.172	.069	-.018	.749	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.453	.837	.858	-.200	.829	.475	-.942	.397	-.165	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.202	-.788	.161	-.600	-.763	.234	-.591	.755	.482	.418	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.119	.449	-.135	.619	.397	-.398	.478	-.510	-.254	-.204	-.537	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.218	-.779	.742	-.298	-.714	.529	-.893	.473	-.064	.778	.527	-.637	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.217	.779	-.451	.875	.695	-.484	.872	-.565	-.045	-.783	-.538	.489	-.939	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.423	.151	-.058	-.712	-.023	.041	.103	-.145	.027	-.144	.125	-.294	-.095	.311	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.611	-.442	.573	-.696	.667	.117	-.523	.105	-.053	.542	.439	-.312	.468	-.299	.655	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.456	-.783	.195	-.502	.622	.664	-.710	.853	.565	.572	.600	-.482	.602	-.629	.120	.414	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.459	.927	-.676	.409	.886	-.590	.987	-.475	-.130	.915	-.667	.504	-.868	.868	.038	-.549	-.782	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.167	.075	-.146	.073	.122	.247	-.140	.231	.222	.010	.151	-.378	.217	-.319	.008	-.144	.241	-.186	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.644	-.176	.009	-.172	-.423	-.265	-.162	.263	.495	.208	.365	.134	.037	-.130	.245	.538	.375	-.246	.042	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.418	-.811	.397	-.134	-.669	.564	-.783	.733	.354	.757	.422	-.188	.619	-.743	-.264	.281	.859	-.815	.136	.378	1.000	0.000	0.000	0.000
-.314	.440	-.504	.356	.600	.147	.423	-.119	.106	.409	-.294	.339	-.488	.369	-.191	-.620	-.220	.407	.409	-.254	.252	1.000	0.000	0.000
6.473	3.866	3.678	7.108	-.242	4.998	7.260	7.259	6.574	6.220	2.642	-.156	-6.061	5.941	7.258	6.728	7.443	0.286	10.240	8.836	8.871	1.182	1.000	0.000
.557	.369	.215	.170	.588	.804	.375	.070	.222	.283	.419	.087	1.796	1.231	.187	.510	.303	.422	.207	.190	.263	.105	0.000	0.000

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREES 13

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .019
POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .121

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT .095
POURCENTAGE REDUIT .610 DE .155

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE781
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .738

ERREUR STANDARD DE L ESTIME074
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .080

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 5.741

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-.316216	-	-
16	-.07468	.04592	1.625
19	.22796	.10252	2.224
13	-.02443	.01321	1.850

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	-1.169	-1.192	.019	.31	.30	.022	40201
2	-1.303	-1.205	.075	.27	.30	.103	40401
3	-1.167	-1.201	.029	.31	.30	.034	40402
4	-.078	-1.121	.040	.34	.33	.043	41301
5	-1.297	-1.354	.044	.27	.26	.056	43008
6	-1.261	-1.243	.015	.28	.29	.019	50116
7	-1.220	-1.251	.026	.30	.29	.031	50117
8	-1.259	-1.127	.105	.28	.32	.141	50119
9	-.975	-1.077	.104	.38	.34	.096	52201
10	-1.210	-1.107	.085	.30	.33	.109	52211
11	-1.062	-1.095	.031	.35	.33	.033	52212
12	-1.091	-1.114	.021	.34	.33	.023	52601
13	-1.077	-1.117	.037	.34	.33	.039	52802
14	-1.337	-1.303	.025	.26	.27	.035	80101
15	-1.219	-1.218	.001	.30	.30	.001	80706

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.262	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.263	.527	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.283	.437	.133	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.475	.040	-.222	.004	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.019	-.553	.251	-.341	-.255	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.406	.411	-.731	-.750	-.545	-.578	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.209	-.771	-.071	-.300	-.257	.492	-.525	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.137	-.247	-.571	-.277	-.172	.643	-.118	.744	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.453	-.057	-.521	-.260	-.420	.475	-.042	.497	-.165	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.202	-.731	.001	-.351	-.743	.234	-.591	.755	.482	.416	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.119	.424	.003	-.214	-.247	-.393	-.478	-.516	-.254	-.204	.537	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.218	-.772	.742	-.246	-.714	.520	-.443	.473	-.464	.774	.527	-.637	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.217	.770	-.751	.775	-.605	.484	-.372	-.565	-.465	-.783	-.538	-.489	-.939	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.423	-.181	-.071	-.712	-.223	.641	-.103	-.145	-.227	-.144	.125	-.294	-.095	.311	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.611	-.442	-.473	-.426	-.467	.117	-.523	.105	-.053	.542	.439	-.312	.468	-.290	.655	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.456	-.730	.002	-.512	-.232	.664	-.711	.453	-.665	.572	.600	-.482	.602	-.629	.120	.414	1.000	0.000	0.000	0.000
-.459	.027	-.470	-.260	-.304	-.591	.047	-.475	-.130	-.915	-.467	.504	-.868	.864	.038	-.549	-.742	1.000	0.000	0.000
.167	-.374	-.340	-.773	.122	.247	-.140	.231	.222	-.014	.151	-.374	.217	.319	.008	-.144	.241	-.186	1.000	0.000
.644	-.174	-.323	-.172	-.423	.265	-.162	.263	.495	.280	.345	.134	.037	-.130	.245	.538	.375	-.246	.042	1.000
.418	-.011	-.057	-.114	-.649	.664	-.763	.733	.454	.757	.472	-.188	.619	-.743	-.264	.281	.859	-.015	.136	.374
.190	-.177	.012	-.222	-.107	-.414	.309	-.073	.125	-.307	.044	.144	-.395	.394	.374	.209	-.084	.286	-.449	.283
6.473	3.244	3.170	7.104	-.242	4.995	7.268	7.254	6.474	6.224	-2.642	-1.154	-6.061	5.941	7.258	6.724	7.443	9.286	10.240	8.836
.557	.340	.315	.173	.548	.604	.375	.676	.222	.280	.419	.687	1.796	1.231	.187	.510	.303	.422	.207	.190
																			.263
																			.161

ETAPES DE REGR

VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES RESIDUS DANS CETTE ETAPES .049
 NOMBRE DEGR RESIDUS DANS CETTE ETAPES .190

NOMBRE DES VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES RESIDUS .222
 NOMBRE DEGR RESIDUS .361

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE747
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .606

ERREUR STANDARD DE L'ESTIME121
 ERREUR STANDARD DE L'ESTIME (AJUSTE) .130

VALEUR DE F POUR L'ANALYSE DE LA VARIANCE 4.625

VARIABLE	COEFFICIENT DE REGR	ERREUR STAN. COEFF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-.477	-	-
12	-.34013	.16744	2.425
13	-.51615	.14370	2.610
14	.14704	.17729	2.173

NOMBRE DES VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	NUMERO
1	-.287	-.201	.040	.12	.11	.009	40201
2	-.177	-.172	.002	.13	.13	.003	40401
3	-.194	-.159	.014	.12	.13	.005	40402
4	-.203	-.208	.002	.10	.10	.005	41301
5	-.290	-.240	.025	.10	.11	.006	43008
6	-.252	-.184	.024	.11	.11	.006	50116
7	-.241	-.210	.006	.11	.10	.019	50117
8	-.267	-.236	.013	.13	.10	.023	50119
9	-.264	-.247	.015	.08	.09	.015	52201
10	-.254	-.215	.025	.10	.10	.006	52211
11	-.248	-.227	.014	.08	.10	.017	52212
12	-.264	-.210	.026	.09	.10	.009	52601
13	-.241	-.234	.002	.10	.10	.005	52802
14	-.264	-.249	.002	.08	.09	.009	80101
15	-.249	-.250	.002	.09	.08	.002	80706

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 115 VARIABLE NO 5

MATRICE DE CORRELATION

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.340	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.355	.914	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.335	.139	-.173	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.114	.381	.367	.199	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.103	-.005	.246	-.471	-.699	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.394	-.727	-.792	.395	-.323	-.157	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.358	-.897	-.943	.229	-.455	-.187	.911	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.263	-.777	-.854	.214	-.380	-.214	.828	.902	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.390	-.774	-.390	-.483	-.642	-.430	.796	-.241	-.294	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.104	-.684	.087	-.229	-.211	-.315	-.368	-.238	-.493	.650	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.244	.628	.542	.523	-.275	-.313	-.397	-.552	-.558	-.244	-.023	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.313	-.628	-.682	.139	-.689	-.100	.430	.707	.552	-.271	-.536	-.403	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.334	-.663	-.673	.361	-.689	-.131	.931	.754	.754	-.366	-.380	-.336	.849	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.257	-.587	-.667	-.141	-.652	-.127	.296	.442	.463	-.441	.135	-.412	.490	.394	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.190	-.494	-.406	-.629	-.159	.141	.004	.194	.137	.050	.220	-.438	.207	.394	.728	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.056	-.792	-.711	-.431	-.690	0.000	.351	.565	.632	-.072	.134	-.787	.471	.377	.791	.747	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.412	-.658	-.779	.464	-.286	-.187	.994	.893	.823	-.375	-.420	-.351	.710	.937	.297	-.050	.322	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.432	-.684	-.449	.526	-.261	-.374	.829	.875	.790	-.578	-.176	-.186	.662	.743	.556	.126	.408	.844	1.000	0.000	0.000	0.000
.117	-.694	-.420	.628	-.118	-.384	.468	.632	.674	-.440	.276	-.370	.359	.492	.826	.608	.793	.454	.710	1.000	0.000	0.000
.146	-.721	-.443	-.650	-.164	-.108	.113	.376	.286	.315	.338	-.799	.269	.018	.522	.693	.797	.037	.118	.506	1.000	0.000
-.446	.817	.657	.306	.611	-.248	-.443	-.625	-.199	-.074	-.138	.666	-.400	-.249	-.432	-.541	-.526	-.382	-.402	-.427	-.751	1.000

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 5

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETE ETAPE .051
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETE ETAPE .147

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT .322
POURCENTAGE REDUIT .923 DE .349

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE941
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .952

ERREUR STANDARD DE L ESTIME055
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .060

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 35,815

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-6.59627	-	-
2	1.18516	.15273	7.760
0	.28667	.06573	4.362
5	.40030	.09684	4.134

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 115 VARIABLE NO 5

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	.776	.802	.034	2.17	2.23	.026	21601
2	.819	.897	.014	2.27	2.24	.012	21702
3	.505	.500	.010	1.66	1.65	.005	22301
4	.524	.555	.054	1.69	1.74	.031	22702
5	.712	.667	.063	2.04	1.95	.044	23106
6	.688	.629	.086	1.99	1.88	.057	23301
7	.500	.477	.046	1.65	1.61	.023	23401
8	.552	.632	.145	1.74	1.88	.083	23402
9	.574	.617	.075	1.77	1.85	.044	23403
10	.616	.668	.085	1.85	1.95	.053	24001
11	.628	.558	.112	1.87	1.75	.068	30101
12	.570	.522	.085	1.77	1.69	.047	30234
13	.127	.158	.241	1.14	1.17	.031	30901

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlation coefficients between variables. The table is a lower triangular matrix with 1.000 on the diagonal. Values range from approximately -0.568 to 0.000.

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 10

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .053
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .145

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT .225
POURCENTAGE REDUIT .420 DE .364

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE787
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .736
ERREUR STANDARD DE L ESTIME174
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .136

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 4.894

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., VALFUR DE T CALCULEE. It lists regression coefficients and F-values for variables 1, 4, and 10.

POUR 3 VARIABLES ENTREES

Table comparing LOGARITHMES and NATURELLES values for variables 1 through 13. Columns include VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE, and STATION NUMERO.

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-.262	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.263	-.563	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.283	-.437	-.101	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.475	-.891	-.622	-.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.019	-.563	-.293	-.344	-.250	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.406	-.916	-.754	-.359	-.868	-.574	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.209	-.771	-.652	-.399	-.607	-.494	-.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.137	-.248	-.571	-.277	-.172	-.069	-.018	-.749	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.453	-.837	-.858	-.200	-.429	-.475	-.942	-.397	-.165	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.202	-.708	-.161	-.600	-.763	-.234	-.591	-.755	-.482	-.418	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.119	-.449	-.135	-.619	-.397	-.394	-.478	-.510	-.754	-.204	-.537	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.218	-.779	-.742	-.295	-.714	-.529	-.893	-.473	-.064	-.778	-.527	-.637	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.217	-.779	-.651	-.075	-.695	-.484	-.872	-.565	-.045	-.783	-.538	-.489	-.939	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.423	-.151	-.058	-.712	-.023	-.041	-.103	-.145	-.027	-.144	-.125	-.294	-.095	-.311	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.611	-.442	-.573	-.696	-.667	-.117	-.523	-.105	-.053	-.547	-.439	-.312	-.468	-.299	-.655	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.456	-.783	-.195	-.507	-.622	-.664	-.710	-.853	-.565	-.577	-.600	-.482	-.602	-.629	-.120	-.414	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.459	-.927	-.476	-.409	-.886	-.594	-.987	-.474	-.130	-.915	-.667	-.504	-.868	-.868	-.038	-.549	-.782	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.167	-.075	-.166	-.073	-.122	-.247	-.140	-.231	-.222	-.010	-.151	-.378	-.217	-.319	-.008	-.144	-.241	-.186	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.644	-.176	-.009	-.172	-.423	-.265	-.162	-.263	-.495	-.208	-.345	-.134	-.037	-.130	-.245	-.538	-.375	-.246	-.042	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.418	-.811	-.397	-.134	-.669	-.564	-.763	-.733	-.354	-.757	-.422	-.188	-.619	-.743	-.264	-.281	-.059	-.815	-.136	-.378	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.450	-.037	-.078	-.036	-.049	-.197	-.079	-.006	-.204	-.126	-.248	-.042	-.050	-.022	-.114	-.016	-.188	-.077	-.075	-.191	-.144	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6.473	3.866	3.678	7.108	-.242	4.994	7.260	7.259	6.574	6.220	2.642	-1.156	-6.061	5.941	7.258	6.728	7.443	9.286	10.240	8.836	8.871	1.217	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.557	.369	.215	.170	.588	.804	.375	.670	.222	.283	.419	.087	1.796	1.231	.187	.510	.303	.422	.207	.190	.263	.148	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 16

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .016
 POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .450

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT .199
 POURCENTAGE REDUIT *645 DF .308

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE805
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .767

ERREUR STANDARD DE L ESTIME099
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .107

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 6.743

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALFUR DE T CALCULEE
-	-.03349	-	-
1	-.29562	.06874	4.332
20	-.58382	.18791	3.107
1A	.08496	.06770	1.255

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMFS			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	-1.517	-1.324	.127	.22	.27	.213	40201
2	-.942	-1.028	.047	.37	.36	.045	40401
3	-1.275	-1.144	.103	.28	.32	.140	40402
4	-1.234	-1.362	.103	.29	.26	.120	41301
5	-1.166	-1.110	.044	.31	.33	.058	43008
6	-1.036	-1.092	.054	.35	.34	.054	50116
7	-1.242	-1.261	.016	.28	.28	.021	50117
8	-1.308	-1.262	.035	.27	.28	.046	50119
9	-.970	-1.048	.081	.38	.35	.075	52201
10	-1.203	-1.275	.060	.30	.28	.069	52211
11	-1.285	-1.195	.070	.28	.30	.094	52212
12	-1.196	-1.268	.060	.30	.28	.069	52601
13	-1.306	-1.333	.023	.27	.26	.027	52802
14	-1.381	-1.417	.024	.25	.24	.035	80101
15	-1.117	-1.138	.019	.33	.32	.021	80706

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.262	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.263	-.563	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.283	.437	-.101	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.475	-.891	-.622	.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.019	-.563	.293	-.340	-.250	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.404	-.916	-.754	.359	.868	-.574	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.209	-.771	-.052	-.399	-.607	.493	-.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.137	-.248	-.571	-.277	-.172	-.069	-.018	.749	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.453	-.837	.858	-.200	-.829	.475	-.942	.397	-.165	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.202	-.708	-.161	-.600	-.763	.234	-.591	.755	.482	.418	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.119	.449	-.135	.619	.397	-.398	.478	-.510	-.754	-.204	-.537	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.218	-.779	.742	-.295	-.714	-.529	-.893	.473	-.064	.778	.527	-.637	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.217	.779	-.651	.075	.695	-.488	.872	-.565	-.045	-.783	-.538	.489	-.939	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.423	.151	-.058	-.712	-.023	.041	.103	-.145	.027	-.144	.125	-.294	-.095	.311	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.611	-.442	.573	-.696	-.667	.117	-.523	.105	-.053	.547	.439	-.312	.468	-.299	.655	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.456	-.783	.195	-.502	-.622	.664	-.710	.853	.865	.572	.600	-.482	.602	-.629	.120	.414	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.459	.927	-.676	.409	.886	-.590	.987	-.675	-.130	-.915	-.667	.504	-.868	.868	.038	-.549	-.782	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.167	.075	-.146	.073	.122	.247	-.140	.231	.222	-.010	.151	-.378	.217	-.319	.008	-.144	.241	-.186	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.644	-.176	.009	-.172	-.423	-.265	-.192	.263	.495	.208	.345	.134	.037	-.130	.245	.538	.375	-.266	.042	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.418	-.811	.397	-.134	-.869	-.564	-.783	.733	.354	.757	.422	-.188	.619	-.743	-.264	.281	.859	-.815	.136	.378	1.000	0.000	0.000	0.000
-.105	.562	-.635	-.191	.363	-.506	.652	-.275	.092	-.700	-.121	.033	-.674	.734	.390	-.149	-.472	.611	-.157	-.086	-.831	1.000	0.000	0.000
6.473	3.866	3.678	7.108	-.242	4.998	7.260	7.259	6.874	6.220	2.642	-.156	-6.061	5.941	7.258	6.728	7.443	9.286	10.240	8.836	8.871	1.125	1.000	0.000
.557	.369	.215	.170	.588	.804	.375	.070	.222	.283	.419	.087	1.796	1.231	.187	.510	.303	.422	.207	.190	.263	.317	0.000	0.000

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 6

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .091
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .065

POUR 3 VARIABLES ENTRES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 1.045
POURCENTAGE REDUIT .744 DE 1.405

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE863
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .898

ERREUR STANDARD DE L ESTIME181
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .105

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 10.672

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-.208756	-	-
14	.21359	.04890	4.422
12	-.179955	.05401	2.752
-	-.11760	.07029	1.673

POUR 3 VARIABLES ENTRES

STATION NUMERO	LOGARITHMES			NATURELLES		
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES
1	-1.240	-1.264	.020	.79	.28	.024
2	-.644	-.870	.369	.62	.42	.202
3	-.797	-.774	.030	.45	.46	.024
4	-1.119	-1.296	.158	.33	.27	.162
5	-1.534	-1.477	.037	.22	.23	.059
6	-1.082	-.918	.157	.34	.40	.179
7	-1.099	-1.081	.018	.33	.34	.018
8	-.848	-1.126	.327	.43	.32	.242
9	-1.264	-1.320	.044	.28	.27	.055
10	-1.038	-.859	.173	.35	.42	.196
11	-1.473	-1.138	.227	.23	.32	.397
12	-.662	-.787	.188	.62	.46	.117
13	-.966	-.905	.063	.38	.40	.062
14	-1.404	-1.401	.002	.25	.25	.003
15	-1.709	-1.664	.024	.18	.19	.046

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.347	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.355	-.014	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.335	-.130	-.173	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.114	-.341	-.347	-.199	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.03	-.075	-.244	-.471	-.099	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.39	-.73	-.742	-.345	-.323	-.15	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.354	-.441	-.443	-.229	-.455	-.187	-.911	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.263	-.771	-.454	-.210	-.347	-.216	-.428	-.402	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.344	-.74	-.74	-.444	-.442	-.430	-.296	-.29	-.294	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.144	-.84	-.667	-.204	-.011	-.315	-.348	-.234	-.193	-.152	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.244	-.81	-.547	-.523	-.275	-.313	-.347	-.557	-.556	-.244	-.023	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.313	-.626	-.602	-.134	-.149	-.100	-.441	-.787	-.552	-.277	-.536	-.403	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.334	-.643	-.673	-.361	-.149	-.131	-.451	-.754	-.754	-.366	-.380	-.336	-.649	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.257	-.587	-.667	-.181	-.152	-.120	-.276	-.442	-.443	-.441	-.135	-.412	-.490	-.394	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.191	-.494	-.446	-.424	-.159	-.141	-.054	-.194	-.137	-.058	-.228	-.434	-.207	-.045	-.728	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.56	-.792	-.711	-.431	-.090	-.004	-.451	-.465	-.432	-.072	-.134	-.787	-.471	-.377	-.791	-.717	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.412	-.644	-.774	-.464	-.246	-.187	-.094	-.493	-.423	-.375	-.420	-.351	-.710	-.937	-.297	-.050	-.322	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.146	-.626	-.444	-.424	-.114	-.387	-.468	-.432	-.474	-.440	-.276	-.370	-.359	-.492	-.426	-.604	-.793	-.454	-.710	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.49	-.195	-.354	-.243	-.102	-.123	-.067	-.100	-.117	-.494	-.285	-.173	-.133	-.004	-.130	-.240	-.121	-.003	-.075	-.002	-.424	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5.483	4.472	3.544	4.424	4.24	5.444	6.454	5.405	6.144	5.694	-5.039	-4.32	-5.180	-4.517	6.607	6.877	6.873	9.117	8.918	8.613	8.150	-1.011	1.000	0.000	0.000	0.000
.795	.164	.354	.317	.174	.740	1.419	.752	.482	.236	1.352	.353	1.444	1.714	.527	.342	.443	1.235	.762	.220	.257	.148	0.000	1.000	0.000	0.000

ETAPE NO 3

VARIABLE ENTREE 11

SUMME DES CARRÉS REDUITES DANS CETTE ETAPE .240
 POURCENTAGE DES CARRÉS REDUITES DANS CETTE ETAPE .181

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SUMME DES CARRÉS REDUIT 1.429
 POURCENTAGE REDUIT DE 1.323

Coefficient de corrélation multiple882
 Coefficient de corrélation multiple (ajusté) .866

Erreur standard de l'estime181
 Erreur standard de l'estime (ajusté) .194

Valeur de F pour l'analyse de la variance 10.504

VARIABLE NOMBRE	COEFFICIENT REGRESSION	Erreur Stan. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-2.52821	-	-
4	.66673	.14244	4.673
1	-.2513	.06843	3.662
11	.13402	.04910	2.712

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	
1	-1.223	-1.211	.010	.29	.30	.012	21601
2	-.847	-.959	.114	.42	.38	.048	21702
3	-1.011	-.930	.081	.36	.39	.035	22301
4	-.943	-.949	.012	.43	.37	.065	22702
5	-.946	-.947	.003	.37	.39	.024	23106
6	-1.114	-.961	.140	.43	.38	.050	23301
7	-1.067	-1.067	.000	.34	.34	.000	23401
8	-1.094	-1.053	.042	.33	.35	.020	23402
9	-.943	-1.054	.111	.37	.35	.020	23403
10	-.772	-.453	.314	.46	.39	.065	24001
11	-1.265	-1.063	.199	.48	.35	.128	30101
12	-1.042	-1.126	.082	.45	.32	.132	30234
13	-.854	-.834	.020	.43	.43	.000	30901

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.487	0.488	0.368	1.000	0.400	0.400	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.448	1.000	0.918	0.808	0.000	0.600	0.600	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.355	-.918	1.000	0.808	0.000	0.600	0.600	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.335	-.139	-.174	1.000	0.600	0.600	0.600	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.118	-.381	-.367	-.144	1.000	0.600	0.600	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.103	-.085	-.242	-.471	-.099	1.000	0.600	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.398	-.737	-.792	-.395	-.323	-.157	1.000	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.458	-.893	-.943	-.229	-.455	-.187	-.911	1.000	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.263	-.773	-.854	-.211	-.386	-.210	-.828	-.407	1.000	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.345	-.774	-.854	-.211	-.386	-.210	-.828	-.407	-.294	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.104	-.084	-.242	-.471	-.099	-.315	-.388	-.238	-.493	-.050	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.244	-.101	-.542	-.523	-.275	-.313	-.337	-.552	-.558	-.249	-.023	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.313	-.628	-.682	-.139	-.689	-.100	-.490	-.707	-.552	-.270	-.536	-.403	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.374	-.613	-.673	-.361	-.689	-.131	-.931	-.754	-.754	-.366	-.380	-.336	-.649	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.257	-.587	-.667	-.181	-.652	-.120	-.776	-.447	-.463	-.441	-.135	-.412	-.490	-.394	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.190	-.444	-.405	-.423	-.159	-.141	-.104	-.194	-.137	-.050	-.220	-.438	-.207	-.045	-.728	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.456	-.792	-.711	-.431	-.690	-.000	-.351	-.465	-.632	-.072	-.134	-.787	-.471	-.377	-.791	-.717	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.412	-.688	-.719	-.464	-.686	-.187	-.934	-.893	-.823	-.378	-.420	-.351	-.710	-.937	-.297	-.050	-.322	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.432	-.688	-.719	-.464	-.686	-.187	-.934	-.893	-.790	-.578	-.176	-.186	-.662	-.743	-.556	-.126	-.408	-.844	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.117	-.694	-.721	-.424	-.618	-.118	-.466	-.637	-.674	-.440	-.276	-.370	-.359	-.492	-.826	-.608	-.793	-.454	-.710	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.144	-.721	-.737	-.455	-.664	-.104	-.513	-.474	-.486	-.315	-.338	-.799	-.269	-.018	-.522	-.693	-.797	-.037	-.118	-.504	1.000	0.000	0.000	0.000
-.355	-.274	-.397	-.132	-.512	-.469	-.288	-.374	-.668	-.128	-.298	-.134	-.022	-.263	-.268	-.325	-.371	-.262	-.320	-.549	-.107	1.000	0.000	0.000
5.443	4.472	4.548	6.324	2.94	5.544	6.359	5.405	6.148	5.694	-5.039	-.432	-5.180	6.517	6.607	6.877	6.873	9.117	8.918	8.613	8.150	-8.867	1.000	0.000
-.795	-.164	-.354	-.317	-.179	-.742	1.919	-.757	-.782	-.236	1.352	-.353	1.444	1.718	-.527	-.392	-.483	1.235	-.762	-.229	-.257	-.332	0.000	1.000

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 4

SOMME DES CARRÉS RÉDUITS DANS CETTE ÉTAPE .028
POURCENTAGE DES CARRÉS RÉDUITS DANS CETTE ÉTAPE .106

POUR 3 VARIABLES ÉTRANGÈRES

SOMME DES CARRÉS RÉDUITS .314
POURCENTAGE RÉDUITS .432 DE .264

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE657
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTÉ) .544

ERREUR STANDARD DE L'ESTIME129
ERREUR STANDARD DE L'ESTIME (AJUSTÉ) .141

VALEUR DE F POUR L'ANALYSE DE LA VARIANCE 2.222

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
1	-.809765		
21	.44361	.22139	1.999
41	.33145	.14624	1.689
	.26836	.21647	1.298

POUR 3 VARIABLES ÉTRANGÈRES

STATION NUMERO	LOGARITHMIQUES			NATURELLES		
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE
1	-1.344	-1.403	.041	.26	.25	.053
2	-.737	-.642	.194	.45	.53	.167
3	-1.111	-1.138	.024	.33	.32	.027
4	-.628	-.667	.397	.54	.42	.215
5	-1.358	-1.366	.211	.26	.34	.329
6	-1.054	-1.173	.014	.35	.34	.017
7	-1.064	-.863	.290	.51	.42	.180
8	-1.071	-1.159	.011	.34	.35	.012
9	-.339	-.528	.558	.71	.59	.172
10	-.828	-.661	.201	.44	.52	.181
11	-.295	-.285	.024	.74	.75	.010
12	-.832	-.876	.053	.44	.42	.043
13	-.947	-.811	.152	.38	.44	.157

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-.639	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.317	.489	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.814	-.185	-.188	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.801	.624	.279	.179	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.135	.129	.494	-.135	.372	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.255	-.444	-.438	-.234	-.174	-.339	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.618	-.444	-.619	.417	-.524	-.165	.510	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.311	-.549	-.561	-.277	-.284	-.041	.195	.483	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.479	-.413	-.794	.321	-.326	-.194	.423	.761	.590	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.492	-.360	-.168	-.084	-.686	-.209	.059	.481	.313	-.041	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.014	.278	.473	.585	.021	-.057	-.430	-.066	-.334	-.185	.028	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.579	.772	.738	-.452	.419	.147	-.435	-.932	-.419	-.839	-.372	.016	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.296	.654	.639	-.702	.329	.184	-.099	-.721	-.403	-.549	-.335	-.331	.670	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.306	-.447	-.442	-.722	-.252	.125	.078	-.047	.467	.143	.154	-.516	-.081	.461	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.445	-.471	-.467	-.129	-.341	-.155	.284	.512	.725	.851	-.002	-.279	-.701	-.245	.530	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.457	-.486	-.476	.107	-.348	-.098	.577	.767	.726	.945	.070	-.381	-.812	-.476	.283	.047	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.335	.314	-.649	-.102	.369	-.150	.512	-.217	.007	.001	-.391	-.237	.071	.389	.113	.203	.092	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.467	.738	-.757	.520	-.307	.009	.365	.469	.212	.729	.224	-.080	-.790	-.623	-.243	.406	.642	-.212	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.519	-.445	-.467	.249	-.300	-.132	.202	.688	.814	.877	.138	-.139	-.813	-.541	.304	.086	.852	-.091	.515	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.524	.483	.783	.216	.579	.237	-.645	-.642	.605	.964	.091	-.170	-.872	-.661	.061	.763	.949	-.079	.780	.845	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.524	.483	.783	.216	.579	.237	-.645	-.642	.605	.964	.091	-.170	-.872	-.661	.061	.763	.949	-.079	.780	.845	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 19

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .401
 POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .031

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 12.044
 POURCENTAGE REDUIT .934 DE 12.894

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE946
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .960

ERREUR STANDARD DE L'ESTIME247
 ERREUR STANDARD DE L'ESTIME (AJUSTE) .270

VALEUR DE F POUR L'ANALYSE DE LA VARIANCE 49.536

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
2	17.95193	-	-
7	2.45077	.30039	8.159
4	.83360	.32756	1.934
7	-1.26224	.26443	4.766
14	.91737	.35714	2.569

POUR 4 VARIABLES ENTREES

LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO	
VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES		
1	.113	.139	.230	1.12	1.15	.026	40201
2	-.284	-.157	.464	.75	.85	.141	40401
3	.162	-.176	2.088	1.18	.84	.286	40402
4	.124	.129	.037	1.13	1.14	.005	41301
5	.507	.544	.073	1.66	1.72	.038	50116
6	1.245	.750	.421	3.65	2.12	.420	50117
7	.299	.533	.782	1.35	1.70	.264	50119
8	.877	1.163	.324	2.40	3.20	.330	50301
9	2.059	2.244	.090	7.84	9.43	.203	50409
10	2.424	2.247	.073	11.29	9.46	.162	50423
11	.739	.906	.226	2.09	2.48	.182	50903
12	.658	.702	.067	1.93	2.02	.045	52201
13	.573	.656	.146	1.77	1.93	.087	52211
14	.707	.620	.123	2.03	1.86	.083	52212
15	.637	.670	.052	1.89	1.96	.034	52601
16	.598	.767	.282	1.82	2.15	.184	52802
17	2.299	1.941	.154	9.97	6.97	.301	70201
18	2.190	2.165	.011	8.93	8.72	.024	72201
19	2.090	2.218	.061	8.08	9.19	.137	73301

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.634	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.317	-.462	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.014	-.155	-.180	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.001	-.620	-.279	-.179	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.135	-.120	-.044	-.135	-.372	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.255	-.464	-.634	-.834	-.174	-.339	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.014	-.620	-.279	-.179	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.311	-.562	-.561	-.777	-.284	-.041	-.196	-.483	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.479	-.473	-.724	-.321	-.324	-.194	-.423	-.761	-.590	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.492	-.369	-.164	-.084	-.646	-.209	-.059	-.480	-.313	-.041	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.014	-.234	-.473	-.585	-.021	-.257	-.430	-.064	-.334	-.185	-.028	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.079	-.772	-.734	-.452	-.419	-.147	-.435	-.932	-.619	-.839	-.372	-.016	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.284	-.659	-.539	-.742	-.329	-.184	-.059	-.721	-.403	-.549	-.335	-.331	-.670	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.364	-.407	-.042	-.722	-.252	-.125	-.074	-.047	-.467	-.143	-.154	-.516	-.081	-.461	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.445	-.571	-.587	-.079	-.341	-.255	-.204	-.512	-.725	-.851	-.002	-.279	-.701	-.245	-.530	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.335	-.455	-.816	-.107	-.368	-.194	-.577	-.767	-.724	-.945	-.070	-.381	-.812	-.476	-.283	-.847	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.444	-.318	-.044	-.182	-.369	-.150	-.512	-.217	-.007	-.001	-.391	-.237	-.071	-.389	-.113	-.203	-.092	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.444	-.735	-.757	-.520	-.307	-.009	-.365	-.069	-.212	-.729	-.224	-.080	-.790	-.623	-.243	-.406	-.642	-.212	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.467	-.694	-.467	-.244	-.300	-.132	-.202	-.664	-.414	-.877	-.138	-.139	-.813	-.541	-.304	-.886	-.852	-.091	-.515	1.000	0.000	0.000	0.000
-.514	-.425	-.445	-.340	-.396	-.084	-.475	-.064	-.605	-.964	-.091	-.170	-.872	-.661	-.061	-.763	-.949	-.079	-.780	-.845	1.000	0.000	0.000
-.473	-.111	-.034	-.652	-.244	-.068	-.062	-.412	-.017	-.153	-.396	-.633	-.499	-.447	-.190	-.142	-.025	-.100	-.328	-.220	-.187	1.000	0.000

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 1

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .106
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .059

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 2.577
POURCENTAGE REDUIT 82.0 DE 3.142COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE946
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .846ERREUR STANDARD DE L ESTIME201
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .220

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 15.979

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-.34221	-	-
12	2.04944	.11238	2.572
13	-.34335	.10074	3.804
17	-.16493	.05822	2.902
19	.17041	.07959	2.146

POUR 4 VARIABLES ENTREES

LOGARITHMES

NATURELLES

STATION NUMERO	LOGARITHMES			NATURELLES		
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE
1	-.672	-1.012	.506	.51	.36	.288
2	-1.341	-1.336	.004	.26	.26	.006
3	-1.404	-1.379	.021	.24	.25	.030
4	-1.262	-.945	.220	.28	.37	.320
5	-.970	-.487	.085	.38	.41	.086
6	-1.111	-.499	.191	.33	.41	.237
7	-.976	-1.033	.054	.38	.36	.055
8	-.797	-.968	.214	.45	.38	.157
9	-.687	-.480	.281	.50	.41	.175
10	-.884	-.852	.036	.41	.43	.032
11	-2.542	-2.552	.004	.08	.08	.010
12	-1.314	-1.183	.100	.27	.31	.140
13	-1.315	-1.370	.042	.27	.25	.053
14	-1.122	-1.118	.004	.33	.33	.004
15	-1.547	-1.419	.083	.21	.24	.137
16	-1.132	-1.219	.077	.32	.30	.084
17	-1.236	-1.171	.053	.29	.31	.067
18	-1.404	-1.320	.170	.20	.27	.333
19	-1.015	-1.357	.337	.36	.26	.290

SUMME DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.022	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.034	-.017	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.078	-.174	-.145	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.251	-.534	-.324	-.252	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.086	-.451	-.295	-.210	-.296	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.076	-.437	-.234	-.157	-.446	-.272	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.084	-.443	-.281	-.104	-.557	-.440	-.280	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.088	-.482	-.285	-.100	-.495	-.442	-.285	-.284	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.082	-.424	-.237	-.090	-.353	-.544	-.395	-.421	-.286	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.061	-.432	-.250	-.122	-.279	-.124	-.294	-.448	-.42	-.402	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.186	-.746	-.573	-.521	-.616	-.414	-.513	-.588	-.644	-.452	-.249	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.071	-.734	-.481	-.374	-.299	-.211	-.725	-.731	-.607	-.228	-.254	-.493	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.140	-.551	-.469	-.251	-.156	-.264	-.449	-.294	-.484	-.007	-.309	-.371	-.622	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.073	-.758	-.705	-.135	-.424	-.534	-.410	-.834	-.835	-.522	-.199	-.483	-.574	-.454	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.147	-.799	-.663	-.257	-.473	-.574	-.673	-.836	-.844	-.752	-.129	-.496	-.484	-.284	-.889	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.050	-.491	-.250	-.047	-.375	-.436	-.424	-.805	-.861	-.744	-.099	-.719	-.621	-.302	-.712	-.804	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.110	-.784	-.683	-.284	-.436	-.213	-.866	-.866	-.861	-.303	-.283	-.470	-.775	-.879	-.611	-.542	-.562	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.068	-.452	-.294	-.274	-.312	-.277	-.472	-.933	-.761	-.394	-.283	-.396	-.780	-.639	-.611	-.726	-.769	-.874	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.042	-.464	-.284	-.114	-.481	-.437	-.702	-.904	-.903	-.737	-.143	-.499	-.573	-.412	-.875	-.935	-.888	-.676	-.838	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.099	-.543	-.463	-.070	-.341	-.471	-.477	-.743	-.789	-.788	-.265	-.719	-.468	-.122	-.693	-.844	-.899	-.416	-.587	-.827	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.120	-.614	-.624	-.111	-.244	-.033	-.343	-.325	-.247	-.042	-.119	-.253	-.235	-.396	-.429	-.166	-.198	-.331	-.331	-.237	-.138	1.000	0.000	0.000	0.000

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ETAPE 21

SOMME DES CARRÉS RESULTÉS DANS CETTE ETAPE .054
 POURCENTAGE DES CARRÉS RESULTÉS DANS CETTE ETAPE .063

POUR .4 VARIABLES ENTRES

SOMME DES CARRÉS RESULTÉS .464
 POURCENTAGE RESULTÉS DES CARRÉS .867

CORTECE TOUT CORRELATION MULTIPLE731
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (JUSTE) .676
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME164
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (JUSTE) .166

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 4.888

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRSSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	4.15074	-	-
14	-.31050	.07372	-4.213
16	-.34871	.09466	-3.158
11	-.65548	.07644	-8.560
21	-.28751	.14016	-1.514

POUR .4 VARIABLES ENTRES

	ORDONNEES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	
1	1.812	1.805	-.002	6.06	6.08	-.003	10901
2	1.674	1.670	-.004	5.33	5.42	-.016	20401
3	2.037	2.040	-.003	7.52	7.76	-.032	20601
4	2.445	2.243	-.042	10.47	9.05	-.136	20802
5	1.744	1.698	-.047	5.73	6.67	-.164	21601
6	1.882	2.027	-.023	7.26	7.59	-.046	21702
7	2.120	1.966	-.034	7.68	7.13	-.071	22003
8	2.122	2.051	-.014	7.65	7.77	-.024	22301
9	1.736	2.010	-.158	5.67	7.46	-.315	22504
10	2.105	2.129	-.024	6.90	8.40	-.056	22702
11	1.827	1.814	-.007	6.21	6.13	-.013	23106
12	1.634	1.710	-.044	5.14	5.53	-.075	23301
13	1.871	1.756	-.047	6.30	5.78	-.083	23401
14	1.648	1.694	-.005	5.47	5.44	-.005	23402
15	1.585	1.826	-.167	4.78	6.21	-.299	23403
16	1.644	1.871	-.050	7.30	6.49	-.111	24001
17	1.643	1.841	-.001	6.32	6.30	-.003	30101
18	1.644	1.804	-.013	6.61	6.45	-.024	30215
19	2.058	1.825	-.114	7.84	6.20	-.209	30219
20	2.171	1.758	-.151	7.93	5.80	-.269	30234
21	1.642	1.690	-.029	5.17	5.42	-.049	30901
22	1.637	1.778	-.094	5.14	5.92	-.152	31401

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlations showing values between 1.000 and -0.252 across various variables.

ETAPE NO 600

VARIABLES ETIERES 7

SOMME DES CARRÉS REJETS DANS CETTE ETAPE .109
POINCE LIRE DES CARRÉS REJETS DANS CETTE ETAPE .143

POUR 4 VARIABLES ETIERES

SOMME DES CARRÉS REJETS 1.609
POINCE LIRE DES CARRÉS REJETS 2.537

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE796
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .747

ERREUR STANDARD DE L'ESTIME234
ERREUR STANDARD DE L'ESTIME (AJUSTE) .262

VALEUR DE F POUR L'ANALYSE DE LA VARIANCE 7.378

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT DE RESSION, ERREUR STAN. CHEF. RES., VALEUR DE T CALCULEE. Rows 4, 5, 21, 7.

POUR 4 VARIABLES ETIERES

Table with 7 columns: VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE, VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE, STATION NUMERO. Rows 1-22.

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 811 VARIABLE NO 8

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.130	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.540	-.415	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.147	-.198	-.203	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.601	-.711	-.147	-.214	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.261	-.334	-.210	-.102	-.324	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.212	-.074	-.580	-.085	-.356	-.454	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.053	-.867	-.466	-.324	-.428	-.140	-.286	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.130	-.515	-.319	-.134	-.278	-.090	-.057	-.484	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.398	-.779	-.264	-.134	-.596	-.244	-.053	-.684	-.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.302	-.288	-.214	-.184	-.663	-.154	-.363	-.095	-.234	-.124	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.223	-.427	-.022	-.547	-.462	-.361	-.233	-.165	-.356	-.342	-.400	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.589	-.167	-.723	-.148	-.599	-.491	-.609	-.193	-.141	-.145	-.350	-.469	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.266	-.752	-.020	-.002	-.719	-.415	-.489	-.509	-.321	-.590	-.478	-.459	-.511	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.279	-.532	-.539	-.564	-.139	-.118	-.275	-.074	-.397	-.281	-.122	-.253	-.222	-.136	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.250	-.653	-.396	-.118	-.453	-.177	-.074	-.111	-.743	-.063	-.048	-.339	-.025	-.420	-.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.232	-.777	-.520	-.067	-.459	-.136	-.246	-.144	-.732	-.030	-.072	-.352	-.077	-.480	-.398	-.883	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.231	-.777	-.059	-.154	-.703	-.488	-.623	-.484	-.250	-.451	-.442	-.405	-.486	-.012	-.243	-.290	-.336	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.177	-.718	-.726	-.048	-.212	-.144	-.205	-.014	-.341	-.502	-.066	-.146	-.251	-.453	-.631	-.504	-.624	-.406	1.000	0.000	0.000	0.000
-.292	-.539	-.315	-.165	-.328	-.055	-.060	-.546	-.829	-.802	-.102	-.234	-.106	-.346	-.295	-.850	-.014	-.297	-.435	1.000	0.000	0.000
-.253	-.836	-.484	-.163	-.524	-.185	-.152	-.406	-.630	-.954	-.109	-.270	-.024	-.587	-.340	-.822	-.961	-.462	-.690	-.793	1.000	0.000
-.459	-.673	-.214	-.232	-.678	-.161	-.161	-.504	-.603	-.711	-.419	-.567	-.236	-.476	-.251	-.611	-.768	-.352	-.296	-.575	-.703	1.000

ETAPE NUMERO 5

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE940
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (ADJUST)932

VARIABLE ENTREE 20

ERREUR STANDARD DE L'ESTIME272
 ERREUR STANDARD DE L'ESTIME (ADJUST)289

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE354
 POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE019

VALEUR DE F POUR L'ANALYSE DE LA VARIANCE 45.307

POUR 5 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 16.704
 POURCENTAGE REDUIT .643 DF 18.916

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-3.91051	-	-
17	-1.09641	.13736	7.980
5	.79021	.09592	7.580
21	1.54393	.26749	5.614
1A	.49694	.10518	4.725
20	-.45790	.20961	2.191

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 811 VARIABLE NO 8

POUR 5 VARIABLES ENTRES

LOGARITHMES NATURELLES

	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	STATION NUMERO
1	.113	.582	4.163	1.12	1.79	.599	40201
2	-.284	.179	1.619	.75	1.20	.596	40401
3	.162	.162	.002	1.18	1.18	.000	40402
4	.124	.050	.593	1.13	1.05	.071	41301
5	.142	-.147	1.908	1.18	.06	.266	43008
6	.507	.283	.442	1.66	1.33	.201	50116
7	1.295	1.133	.125	3.65	3.11	.149	50117
8	.249	.470	.570	1.35	1.60	.106	50119
9	.677	.763	.130	2.40	2.15	.107	50301
10	2.054	2.113	.026	7.84	8.27	.055	50409
11	2.424	2.132	.120	11.29	8.43	.253	50423
12	.739	.918	.241	2.09	2.50	.195	50903
13	.658	.675	.026	1.93	1.96	.017	52201
14	.573	.704	.230	1.77	2.02	.141	52211
15	.717	.556	.213	2.03	1.74	.140	52212
16	.637	.423	.335	1.89	1.53	.192	52601
17	.548	.381	.364	1.82	1.46	.195	52802
18	.712	.475	.333	2.04	1.61	.211	61901
19	.383	.349	.088	1.47	1.42	.033	61905
20	-.029	.369	13.875	.97	1.45	.488	61906
21	.363	.642	.764	1.44	1.90	.322	62101
22	.976	.755	.227	2.65	2.13	.198	62102
23	2.299	2.471	.075	9.97	11.83	.187	70201
24	2.190	1.761	.196	4.93	5.82	.349	72201
25	2.090	2.160	.034	8.08	8.67	.073	73301
26	1.196	.721	.394	3.29	2.06	.375	73801
27	1.163	1.463	.250	3.20	4.32	.350	74601
28	.940	1.297	.380	2.56	3.66	.429	74701
29	1.252	1.136	.093	3.50	3.11	.110	74901
30	.219	-.068	1.309	1.24	.93	.249	80101
31	-.067	.109	2.623	.94	1.12	.193	80701
32	.091	-.016	1.178	1.10	.98	.101	80704
33	.343	.269	.216	1.41	1.31	.071	80706
34	.130	.158	.213	1.14	1.17	.028	80707
35	.293	.365	.247	1.34	1.44	.075	80717
36	-.350	.041	1.117	.70	1.04	.478	80801

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 814 VARIABLE NO 5

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.130	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.541	.415	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.147	.191	.184	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.041	.771	-.197	.273	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.241	-.334	.211	-.182	-.324	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.053	-.067	-.064	-.024	-.021	-.021	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.133	-.515	-.374	-.135	-.274	.291	-.057	.889	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.394	-.770	-.202	.134	-.594	.244	-.053	.689	.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.345	-.244	.211	-.104	-.663	.154	-.363	.195	.234	.124	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.225	.427	.22	-.547	-.462	-.461	.233	-.165	-.357	-.342	-.400	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.544	-.167	.763	-.147	-.899	-.491	-.409	-.193	-.141	-.145	.359	-.469	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.264	.752	.237	-.002	.719	-.415	.469	-.504	-.321	-.590	-.478	.459	-.511	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.274	-.535	-.334	-.306	-.139	-.115	.275	.674	.497	.281	-.122	-.253	-.222	-.136	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.251	-.653	-.256	-.111	-.453	.177	-.374	.611	.743	.863	.048	-.339	-.025	-.420	.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.232	-.777	-.220	.007	-.454	.134	.246	.744	.732	.930	.072	-.352	-.077	-.480	.398	.855	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.231	.751	.59	-.184	.703	-.444	-.623	-.489	-.250	-.451	-.442	.405	-.486	.812	-.243	-.290	-.338	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.177	-.714	.720	-.037	-.212	.144	.265	.414	.341	.562	-.064	-.146	-.251	-.453	.631	.504	.624	-.406	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.292	-.534	.315	-.167	-.328	-.055	-.060	-.546	-.824	.802	.102	-.234	-.106	-.346	.295	.850	.814	-.297	.435	1.000	0.000	0.000	0.000
.253	-.836	-.404	.143	-.324	.185	.122	.406	.430	.934	.109	-.270	-.024	-.587	.340	.822	.961	-.462	.690	.793	1.000	0.000	0.000
.476	-.137	.363	.304	-.440	.189	-.344	.083	-.000	.246	.568	.073	.306	-.437	-.272	.149	.048	-.264	-.067	.170	.173	1.000	0.000

ETAPE 0000 0
 VARIABLE ENTREE 9
 SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .317
 POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .667

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE855
 COEFFICIENT OF CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE)835
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME206
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE)219
 VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 16,361

POUR 5 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT	POURCENTAGE REDUIT	COEFFICIENT DE PERMESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
3.466	4.737	-.04172	-	-
		.44262	.07734	6.734
		.47721	.16112	4.846
		.26444	.11364	2.328
		.14353	.04603	3.987
		-.24199	.10394	2.737

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 814 VARIABLE NO 5

POUR 5 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	-.672	-.6192	.0774	.51	.30	.406	40201
2	-.1341	-.1176	.124	.26	.31	.180	40401
3	-.1407	-.1333	.053	.24	.26	.078	40402
4	-.1262	-.1156	.163	.28	.35	.229	41301
5	-.665	-.796	.196	.51	.45	.123	43008
6	-.970	-.667	.105	.38	.42	.108	50116
7	-.1111	-.1154	.069	.33	.30	.074	50117
8	-.976	-.1122	.047	.38	.36	.045	50119
9	-.797	-.1780	.384	.45	.34	.246	50301
10	-.687	-.910	.324	.50	.40	.200	50409
11	-.884	-.946	.024	.41	.40	.021	50423
12	-2.542	-2.143	.157	.68	.12	.490	50903
13	-.1314	-.1247	.051	.27	.29	.069	52201
14	-.1315	-.1442	.096	.27	.24	.119	52211
15	-.1122	-.1318	.175	.33	.27	.178	52212
16	-.1547	-.1224	.209	.21	.29	.381	52601
17	-.1132	-.1786	.040	.32	.34	.047	52802
18	-.844	-.970	.007	.41	.41	.006	61901
19	-.400	-.624	.070	.41	.44	.074	61905
20	-.760	-.597	.215	.47	.55	.178	61906
21	-.1724	-.467	.060	.36	.38	.063	62101
22	-.1123	-.1173	.044	.33	.31	.049	62102
23	-.1235	-.1160	.061	.29	.31	.079	70201
24	-.1604	-.1572	.022	.27	.21	.036	72201
25	-.1115	-.1417	.397	.36	.24	.332	73301
26	-.647	-.593	.300	.43	.55	.290	73801
27	-.714	-.1111	.414	.49	.36	.257	74601
28	-.924	-.749	.135	.40	.45	.133	74701
29	-.734	-.677	.084	.44	.51	.064	74901
30							
31	-.472	-.914	.055	.42	.40	.047	80101
32	-.644	-.814	.041	.43	.44	.035	80701
33	-.733	-.639	.190	.48	.53	.099	80704
34	-.637	-.680	.048	.53	.51	.042	80706
	-.1111	-.918	.173	.33	.40	.212	80707
35	-.742	-.730	.040	.50	.48	.027	80717
36	-.736	-.761	.075	.49	.47	.052	80801

TABLEAU DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.174	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.348	.997	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.297	.574	.481	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.351	.917	.745	.647	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.171	-.720	-.532	-.471	-.746	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.494	-.241	-.209	-.512	-.247	-.283	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.339	-.943	-.774	-.819	-.839	-.685	-.805	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.167	-.744	-.441	-.334	-.629	-.580	-.275	-.719	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.114	-.377	-.753	-.310	-.836	-.615	-.030	-.945	-.791	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.252	-.237	-.127	-.512	-.261	-.385	-.534	-.014	-.173	-.083	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.029	.486	.319	.695	.622	-.574	.572	-.361	-.571	-.395	-.738	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.235	-.627	-.525	-.421	-.751	-.424	-.234	-.617	-.420	-.677	-.505	-.818	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.273	.422	.850	.602	.775	-.484	-.550	-.712	-.573	-.645	-.449	-.683	-.735	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.627	-.477	-.734	-.634	-.722	-.594	-.051	-.889	-.407	-.774	-.025	-.440	-.554	-.625	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.195	-.491	-.750	-.375	-.776	-.639	-.873	-.937	-.850	-.944	-.034	-.429	-.625	-.703	-.827	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.166	-.496	-.777	-.245	-.774	-.592	-.638	-.933	-.803	-.975	-.005	-.334	-.601	-.671	-.734	-.968	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.259	.911	.462	.611	-.806	-.781	-.595	-.791	-.770	-.748	-.348	-.640	-.646	-.893	-.668	-.805	-.786	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.126	-.461	-.465	-.312	-.757	-.491	-.046	-.937	-.494	-.879	-.028	-.417	-.727	-.798	-.808	-.897	-.891	-.781	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.271	-.447	-.257	-.843	-.391	-.399	-.017	-.614	-.924	-.705	-.050	-.360	-.470	-.332	-.518	-.756	-.726	-.550	-.607	1.000	0.000	0.000	0.000
.031	-.115	-.745	-.256	-.744	-.593	-.942	-.934	-.784	-.980	-.036	-.343	-.615	-.687	-.730	-.950	-.994	-.787	-.891	-.705	1.000	0.000	0.000
-.123	.791	.493	.467	-.827	-.750	.040	-.820	-.743	-.822	-.338	.590	-.737	.595	-.783	-.799	-.746	.684	-.746	-.654	-.752	1.000	0.000

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE EFFECTIVE 4

SOMME DES CARRÉS RESIDUS DANS CETTE ETAPE .125
 POURCENTAGE DES CARRÉS RESIDUS DANS CETTE ETAPE .033

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS RESIDUS 3.245
 POURCENTAGE RESIDUS .846 DE 3.836

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE920
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .908

ERREUR STANDARD DE L ESTIME213
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .228

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 23.824

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	6.20769	-	-
5	.85644	.17419	4.922
20	-1.35355	.52075	2.601
9	1.04190	.62849	1.658

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
	1	.162	.048	.706	1.14	1.05	
2	.712	.464	.347	2.04	1.59	.219	61901
3	.343	.247	.353	1.47	1.28	.126	61905
4	-.429	.250	.778	.97	1.28	.321	61906
5	.363	.571	.574	1.44	1.77	.232	62101
6	.076	.766	.276	2.65	2.03	.236	62102
7	1.190	1.013	.149	3.29	2.75	.162	73801
8	1.163	1.394	.199	3.20	4.03	.259	74601
9	.940	.977	.039	2.56	2.66	.038	74701
10	1.252	1.198	.043	3.50	3.32	.052	74901
11	.219	.057	.740	1.24	1.06	.149	80101
12	-.047	.147	.318	.94	1.16	.239	80701
13	.041	-.084	1.922	1.10	.92	.160	80704
14	.343	.259	.245	1.41	1.30	.081	80706
15	.130	.274	.110	1.14	1.31	.154	80707
16	.293	.307	.048	1.34	1.36	.014	80717
17	-.350	-.058	.835	.70	.94	.339	80801

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlation coefficients between variables 1 through 20. The diagonal is 1.000, and the matrix is symmetric.

ETAPE NOMBRE 4

VARIABLE FITTEE 20

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .080
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .068

POUR 4 VARIABLES ENTRES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 1.030
POURCENTAGE REDUIT 97% DE 1.174

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE .937
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .924

ERREUR STANDARD DE L ESTIME .101
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .111

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 25.159

Table with 4 columns: VARIABLE NOMBRE, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., VALEUR DE T CALCULEE. Rows for variables 1, 2, 4, and 20.

POUR 4 VARIABLES ENTRES

LOGARITHMES

NATURELLES

Table comparing log and natural values, deviations, and station numbers for variables 1 through 20.

MATRIICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.022	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.039	-.910	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.078	.174	-.145	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.250	.504	.504	-.002	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.066	-.450	-.238	-.418	-.294	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.076	-.835	-.834	.187	-.460	.272	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.004	-.942	-.841	.008	-.557	.449	.490	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.008	-.883	-.755	-.103	-.495	.402	.788	.944	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.002	-.624	-.307	-.496	-.353	.580	.345	.620	.764	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.301	.033	.050	-.132	.229	-.124	-.240	-.044	.042	.042	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.180	.759	.573	.520	.160	-.414	-.513	-.588	-.569	-.452	-.049	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.071	-.734	-.810	.136	-.299	.211	.755	.731	.607	.228	-.254	-.493	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.140	-.530	-.609	.281	-.156	.064	.409	.594	.464	.007	-.309	-.371	.622	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.023	-.759	-.700	-.135	-.426	.504	.410	.834	.835	.522	.199	-.483	.574	.454	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.147	-.798	-.653	-.257	-.473	.574	.573	.834	.866	.752	.129	-.496	.484	.284	.889	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.050	-.900	-.753	-.347	-.375	.434	.620	.805	.863	.744	.099	-.719	.621	.302	.712	.804	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.110	-.788	-.830	.284	-.436	.213	.986	.864	.761	.303	-.283	-.470	.775	.879	.611	.542	.562	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.008	-.857	-.940	.274	-.512	.277	.872	.933	.841	.394	-.059	-.396	.780	.639	.782	.726	.709	.876	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.042	-.864	-.756	-.114	-.461	.437	.702	.904	.963	.737	.143	-.499	.573	.412	.875	.935	.880	.676	.838	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.029	-.842	-.631	-.432	-.341	.471	.477	.743	.789	.788	.265	-.719	.468	.122	.693	.844	.899	.416	.587	.827	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.340	-.004	-.193	.384	-.622	-.481	.144	.110	.143	-.279	.285	.059	.182	.413	.234	-.043	.008	.295	.231	.151	-.140	1.000			

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREES 9

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .188
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .050

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 2.433
POURCENTAGE REDUIT .711 DE 3.757

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE897
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .807
ERREUR STANDARD DE L ESTIME257
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .278

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 9.953

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-.187474	-	-
6	-.36834	.09311	3.956
15	.45907	.11878	3.888
16	-.49062	.16047	3.057
9	.23742	.14029	1.685

POUR 4 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	-2.327	-2.601	.114	.10	.07	.240	10901
2	-2.745	-2.434	.129	.06	.09	.435	20401
3	-3.120	-3.087	.011	.04	.05	.034	20601
4	-2.704	-2.985	.104	.07	.05	.245	20802
5	-2.666	-2.946	.109	.07	.05	.252	21601
6	-2.941	-3.160	.060	.05	.04	.164	21702
7	-2.942	-3.132	.065	.05	.04	.173	22003
8	-3.629	-3.257	.103	.03	.04	.451	22301
9	-3.626	-3.274	.097	.03	.04	.422	22504
10	-3.050	-3.213	.053	.05	.04	.150	22702
11	-3.104	-2.931	.054	.04	.05	.188	23106
12	-2.544	-2.698	.044	.08	.07	.108	23301
13	-2.407	-2.890	.004	.05	.06	.017	23401
14	-2.439	-2.521	.034	.09	.08	.079	23402
15	-1.734	-1.641	.054	.18	.19	.098	23403
16	-2.570	-2.835	.103	.08	.06	.233	24001
17	-2.534	-2.650	.044	.08	.07	.110	30101
18	-3.359	-2.912	.133	.03	.05	.564	30215
19	-2.600	-2.713	.044	.07	.07	.107	30219
20	-2.925	-2.804	.041	.05	.06	.128	30234
21	-2.993	-2.839	.052	.05	.06	.167	30901
22	-2.811	-2.864	.019	.06	.06	.052	31401

TABLEAU DE CORRELATION

Table of correlation coefficients between variables. The table is a lower triangular matrix where the diagonal elements are all 1.000. The off-diagonal elements represent the correlation coefficients between pairs of variables, ranging from approximately -0.691 to 0.994.

ETAPE NOMBRE 3

VARIABLE ENTREE 1

SOMME DES CARRÉS RÉDUITS DANS CETTE ÉTAPE .165
POURCENTAGE DES CARRÉS RÉDUITS DANS CETTE ÉTAPE .101

POUR 3 VARIABLES ENTRÉES

SOMME DES CARRÉS RÉDUIT 1.310
POURCENTAGE RÉDUIT .794 DE 1.641

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE803
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTÉ) .877
ERREUR STANDARD DE L'ESTIME140
ERREUR STANDARD DE L'ESTIME (AJUSTÉ) .171

VALEUR DE F POUR L'ANALYSE DE LA VARIANCE 17.144

Table with 4 columns: VARIABLE NOMBRE, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., and VALEUR DE T CALCULÉE. It shows regression coefficients and t-values for three variables.

POUR 3 VARIABLES ENTRÉES

Table with 8 columns: LOGARITHMES (VALEURS OBSERVÉES, VALEURS CALCULÉES, DEVIATION RELATIVE) and NATURELLES (VALEURS OBSERVÉES, VALEURS CALCULÉES, DEVIATION RELATIVES), plus STATION NUMERO. It displays observed and calculated values and relative deviations for 17 stations.

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.178	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.348	.282	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.297	.574	.461	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.061	.317	.795	.607	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.171	-.728	-.652	-.471	-.744	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.444	.281	.709	.517	.247	-.283	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.038	-.443	-.874	-.419	-.839	.685	.005	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.167	-.742	-.441	-.338	-.629	.588	-.275	.719	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.114	.010	-.753	-.310	-.836	.415	.430	.945	.791	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.252	-.232	-.126	-.512	-.460	.365	-.534	.414	.173	.083	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.029	.488	.318	.695	.622	-.574	.572	-.361	-.571	-.395	-.738	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.235	-.627	-.525	-.421	-.751	.624	-.234	.617	.620	.677	.505	.818	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.273	.222	.458	.612	.775	-.684	.530	-.712	-.573	-.645	-.449	.683	-.735	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.027	-.267	-.738	.434	-.722	.594	.091	.889	.607	.774	.025	-.440	.554	-.625	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.095	.081	-.756	-.375	-.774	.639	-.073	.937	.850	.944	.034	.429	.625	-.703	.827	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.064	.404	-.777	-.245	-.774	.592	-.338	.933	.803	.975	.005	-.334	.601	-.671	.734	.968	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.259	.011	.867	.611	.886	-.701	.595	-.791	-.770	-.748	-.348	.640	-.646	.893	-.668	-.805	-.786	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.026	-.441	-.485	-.312	-.757	.691	-.046	.937	.694	.879	.028	-.417	.727	-.798	.808	.897	.891	-.781	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.270	-.547	-.257	-.043	-.391	.399	-.017	.616	.926	.705	-.050	-.360	.470	-.332	.518	.756	.726	-.550	.607	1.000	0.000	0.000	0.000
.038	.414	-.795	-.255	-.794	.598	-.042	.936	.764	.988	.036	-.343	.615	-.687	.730	.950	.994	-.787	.891	.705	1.000	0.000	0.000
-.009	.414	.721	-.546	.929	-.722	.315	-.833	-.815	-.872	-.484	.688	-.774	.801	-.714	-.867	-.841	.861	-.782	-.614	-.848	1.000	0.000

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 16

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .070
POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .018

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT 3.737
POURCENTAGE REDUIT .982 DE 3.804

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE991
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (ADJUSTE) .989

ERREUR STANDARD DE L ESTIME075
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (ADJUSTE) .083

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 168.020

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALFUR DE T CALCULEE
-	4.33057	-	-
4	.33542	.08514	3.940
9	-.24414	.11346	2.144
11	-.33256	.07195	4.622
16	-.23360	.06600	3.538

POUR 4 VARIABLES ENTREES

STATION NUMERO	LOGARITHMES			NATURELLES		
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES
1	1.237	1.295	.046	3.45	3.65	.059
2	2.061	2.122	.029	7.86	8.35	.062
3	2.072	1.991	.079	7.94	7.32	.077
4	1.496	1.898	.004	6.66	6.60	.008
5	2.269	2.276	.000	9.47	9.67	.001
6	2.344	2.392	.001	10.95	10.94	.001
7	2.459	2.451	.003	11.49	11.60	.008
8	2.842	2.765	.026	17.15	15.87	.074
9	2.594	2.661	.026	13.39	14.31	.069
17	2.344	2.421	.011	10.96	11.25	.026
11	1.488	1.441	.071	4.43	4.23	.045
12	1.437	1.608	.114	4.21	4.99	.185
13	1.616	1.556	.037	5.03	4.74	.057
14	1.504	1.490	.009	4.50	4.44	.014
15	1.752	1.682	.040	5.77	5.37	.068
16	1.724	1.749	.015	5.61	5.75	.026
17	1.309	1.259	.032	3.67	3.52	.040

MATRICE DE CORRELATION

1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	.439	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	.417	.442	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	.214	.185	.174	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	.471	.529	.279	.174	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	.135	.129	.198	.135	.177	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	.255	.440	.338	.134	.178	.165	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	.814	.580	.419	.417	.524	.165	.510	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	.311	.564	.361	.477	.244	.141	.176	.483	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	.470	.403	.294	.321	.326	.194	.423	.761	.596	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	.452	.364	.364	.308	.306	.209	.359	.486	.313	.404	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	.114	.234	.473	.545	.021	.157	.430	.084	.334	.185	.028	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	.574	.776	.734	.453	.414	.147	.445	.437	.414	.839	.372	.016	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	.294	.140	.539	.722	.329	.144	.059	.721	.403	.548	.335	.331	.670	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	.364	.147	.442	.722	.329	.124	.078	.447	.467	.143	.154	.516	.081	.461	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	.445	.357	.442	.722	.329	.155	.284	.512	.725	.851	.002	.279	.701	.245	.530	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	.447	.358	.476	.167	.384	.194	.577	.767	.726	.945	.070	.381	.612	.476	.283	.847	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	.335	.331	.149	.182	.389	.154	.512	.217	.007	.001	.391	.237	.071	.389	.113	.203	.092	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	.448	.734	.757	.528	.357	.009	.365	.469	.212	.729	.224	.080	.790	.623	.243	.406	.642	.212	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	.467	.354	.447	.249	.360	.137	.202	.668	.414	.677	.138	.139	.613	.541	.304	.886	.852	.091	.515	1.000	0.000	0.000	0.000
21	.519	.405	.375	.341	.396	.084	.475	.484	.405	.984	.091	.170	.872	.661	.061	.763	.949	.079	.780	.845	1.000	0.000	0.000
22	.512	.116	.162	.102	.479	.115	.166	.387	.042	.000	.699	.224	.386	.041	.191	.041	.026	.002	.147	.041	.019	1.000	0.000

ETAPE NOMBRE 4

VARIABLE ENTREE 1

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .332
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .665

POUR * VARIABLES ENTREE

SOMME DES CARRÉS REDUIT 3.366
POURCENTAGE REDUIT .667 DE 5.079

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE817
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .775

ERROR STANDARD DE L ESTIME348
ERROR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .381

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 7.004

VARIABLE ENTREE	COEFFICIENT REGRESSION	ERROR STAN. COEF. REG.	VALFUR DE T CALCULEE
-	-.449687	-	-
11	.73587	.14055	3.700
12	.43447	.41426	2.015
13	2.07477	1.13039	1.835
14	.21773	.13147	1.656

POUR * VARIABLES ENTREE

LOGARITHMES

NATURELLES

	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	STATION NUMERO
1	-2.542	-2.411	.052	.08	.09	.141	40201
2	-1.452	-2.178	.176	.16	.11	.279	40401
3	-2.105	-2.314	.099	.12	.10	.188	40402
4	-2.775	-2.349	.154	.06	.10	.532	41301
5	-2.557	-2.081	.186	.08	.12	.609	50116
6	-1.971	-2.625	.332	.14	.07	.480	50117
7	-2.450	-2.293	.064	.09	.10	.170	50119
8	-1.959	-2.328	.189	.14	.10	.309	50301
9	-2.747	-2.821	.027	.06	.06	.071	50409
10	-2.657	-2.792	.091	.07	.06	.126	50423
11	-4.375	-4.042	.074	.01	.02	.395	50903
12	-2.445	-2.575	.095	.06	.08	.311	52201
13	-2.467	-2.864	.091	.06	.06	.003	52211
14	-2.708	-2.397	.115	.07	.09	.365	52212
15	-2.420	-2.590	.070	.09	.08	.156	52601
16	-2.491	-2.287	.082	.08	.10	.227	52802
17	-2.554	-2.419	.104	.08	.06	.233	70201
18	-2.535	-2.787	.100	.08	.06	.223	72201
19	-2.348	-2.208	.060	.10	.11	.151	73301

MATRICE DE CORRELATION

1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	-.322	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	-.339	.918	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	-.178	.174	-.145	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	-.250	.564	.564	-.002	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	-.066	-.451	-.238	-.418	.294	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	-.074	-.935	-.834	-.187	-.446	.272	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	-.004	-.942	-.841	-.004	-.587	.449	.788	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	-.008	-.883	-.755	-.143	-.495	.442	.788	.944	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	-.082	-.624	-.307	-.496	-.353	.560	.420	.788	.766	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	-.301	-.633	-.350	-.133	-.229	-.124	-.246	-.042	-.042	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	-.180	-.753	-.573	-.520	-.160	-.414	-.513	-.588	-.544	-.452	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	-.171	-.734	-.510	-.130	-.299	-.211	-.759	-.731	-.607	-.224	-.254	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	-.140	-.453	-.209	-.281	-.156	-.060	-.847	-.594	-.484	-.007	-.309	-.371	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	-.023	-.750	-.708	-.135	-.426	-.504	-.810	-.834	-.836	-.522	-.199	-.483	-.574	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	-.147	-.794	-.653	-.287	-.473	-.578	-.573	-.834	-.484	-.752	-.129	-.496	-.484	-.284	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	-.050	-.670	-.753	-.447	-.375	-.434	-.620	-.805	-.863	-.744	-.099	-.719	-.621	-.302	-.804	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	-.110	-.780	-.900	-.274	-.436	-.213	-.864	-.866	-.761	-.303	-.283	-.470	-.775	-.879	-.611	-.547	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	-.008	-.857	-.940	-.27	-.512	-.277	-.872	-.933	-.841	-.394	-.059	-.396	-.780	-.639	-.782	-.726	-.709	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	-.042	-.864	-.754	-.114	-.401	-.437	-.702	-.904	-.863	-.737	-.143	-.499	-.573	-.412	-.875	-.935	-.880	-.676	1.000	0.000	0.000	0.000
21	-.029	-.843	-.431	-.432	-.341	-.471	-.477	-.743	-.789	-.788	-.265	-.719	-.468	-.122	-.693	-.846	-.899	-.416	-.587	1.000	0.000	0.000
22	-.250	-.719	-.475	-.593	-.296	-.493	-.517	-.613	-.459	-.603	-.116	-.725	-.332	-.271	-.513	-.588	-.581	-.429	-.394	-.519	1.000	0.000

ETAPPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 7

SOMME DES CARRÉS REÇUS DANS CETTE ÉTAPE .044
 POURCENTAGE DES CARRÉS REÇUS DANS CETTE ÉTAPE .068

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REÇUS .509
 POURCENTAGE REÇUS .745 DE .677

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE863
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .838

ERREUR STANDARD DE L'ESTIME101
 ERREUR STANDARD DE L'ESTIME (AJUSTE) .109

VALEUR DE F POUR L'ANALYSE DE LA VARIANCE 12.422

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT DE REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
1	2.77667	-	-
2	-.52900	.14859	3.560
12	.23450	.10105	2.321
17	.20200	.07300	2.779
7	-.13150	.01477	2.136

POUR 4 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	.730	.668	.085	2.07	1.95	-.060	10901
2	.734	.605	.137	2.03	2.24	-.102	20401
3	.884	.941	-.063	2.43	2.56	-.057	20601
4	.841	.673	.218	2.37	1.96	-.171	20802
5	.744	.781	-.043	2.19	2.18	-.002	21601
6	.729	.718	.028	2.07	2.03	-.021	21702
7	.534	.610	-.132	1.71	1.84	-.074	22003
8	.451	.581	-.127	1.62	1.72	-.063	22301
9	.494	.553	-.117	1.66	1.74	-.060	22504
10	.359	.577	-.067	1.43	1.78	-.243	22702
11	.674	.575	.149	1.97	1.78	-.095	23106
12	.540	.535	.078	1.79	1.71	-.044	23301
13	.424	.474	-.122	1.53	1.61	-.053	23401
14	.534	.571	-.069	1.71	1.77	-.037	23402
15	.667	.634	.049	1.95	1.89	-.032	23403
16	.532	.447	.160	1.70	1.56	-.081	24001
17	.613	.570	.049	1.85	1.77	-.042	30101
18	.524	.469	.104	1.69	1.60	-.054	30215
19	.718	.652	.092	2.05	1.92	-.064	30219
20	.576	.674	-.170	1.78	1.96	-.103	30234
21	.070	.138	-.973	1.07	1.15	-.070	30901
22	.698	.543	.164	2.01	1.79	-.108	31401

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.439	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.317	-.282	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.014	-.155	-.168	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.001	-.628	-.279	-.179	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.135	-.129	-.198	-.135	-.372	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.255	-.468	-.438	-.438	-.178	-.339	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.618	-.888	-.819	-.417	-.524	-.165	-.510	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.311	-.962	-.561	-.377	-.284	-.041	-.196	-.483	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.479	-.803	-.794	-.321	-.326	-.094	-.423	-.761	-.590	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.492	-.369	-.168	-.088	-.688	-.209	-.059	-.400	-.313	-.041	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.014	-.238	-.473	-.585	-.021	-.057	-.430	-.066	-.334	-.185	-.028	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.574	-.772	-.738	-.452	-.419	-.147	-.435	-.932	-.619	-.839	-.372	-.016	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.286	-.659	-.539	-.702	-.329	-.184	-.059	-.721	-.403	-.549	-.335	-.331	-.670	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.306	-.297	-.042	-.722	-.252	-.125	-.078	-.047	-.467	-.143	-.154	-.516	-.081	-.461	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.445	-.571	-.567	-.029	-.341	-.055	-.284	-.512	-.725	-.851	-.002	-.279	-.701	-.245	-.530	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.487	-.455	-.876	-.107	-.368	-.098	-.577	-.767	-.726	-.945	-.070	-.381	-.812	-.476	-.283	-.847	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.335	-.318	-.049	-.182	-.369	-.150	-.512	-.217	-.007	-.001	-.391	-.237	-.071	-.389	-.113	-.203	-.892	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.447	-.735	-.757	-.520	-.307	-.009	-.365	-.869	-.212	-.729	-.224	-.080	-.790	-.623	-.243	-.406	-.642	-.212	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.447	-.698	-.667	-.249	-.360	-.132	-.202	-.668	-.814	-.877	-.138	-.139	-.813	-.541	-.304	-.886	-.852	-.091	-.515	1.000	0.000	0.000	0.000
-.519	-.905	-.875	-.340	-.396	-.084	-.475	-.864	-.605	-.964	-.091	-.170	-.872	-.661	-.061	-.763	-.949	-.079	-.780	-.845	1.000	0.000	0.000
-.239	-.235	-.222	-.147	-.088	-.225	-.665	-.147	-.121	-.358	-.369	-.242	-.135	-.269	-.139	-.239	-.380	-.370	-.147	-.055	-.296	1.000	0.000

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 3

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETE ETAPE .142
POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .061

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT 1.837
POURCENTAGE REDUIT .799 DE 2.329

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE888
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .864
ERREUR STANDARD DE L ESTIME187
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .205

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 13.067

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	10.33054	-	-
7	-1.17133	.22790	5.140
11	-.50829	.11857	4.287
5	-.45189	.14779	3.058
3	-.42114	.20928	2.012

POUR 4 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	-1.124	-1.400	.245	.37	.25	.241	40201
2	-1.143	-1.143	.001	.32	.32	.001	40401
3	-1.223	-1.230	.006	.29	.29	.008	40402
4	-.966	-.816	.155	.38	.44	.162	41301
5	-1.477	-1.577	.064	.23	.21	.095	50116
6	-2.098	-1.678	.208	.12	.19	.522	50117
7	-1.263	-1.439	.139	.28	.24	.161	50119
8	-1.445	-1.448	.007	.24	.24	.003	50301
9	-.586	-.713	.411	.60	.49	.187	50409
10	-.852	-.716	.160	.43	.49	.146	50423
11	-1.631	-1.680	.038	.20	.19	.048	50903
12	-1.261	-1.288	.021	.28	.28	.027	52201
13	-1.377	-1.378	.000	.25	.25	.000	52211
14	-1.285	-1.237	.037	.28	.29	.049	52212
15	-1.261	-1.221	.032	.28	.29	.041	52601
16	-1.323	-1.138	.140	.27	.32	.203	52802
17	-1.399	-1.384	.011	.25	.25	.015	70201
18	-.717	-.615	.142	.49	.54	.107	72201
19	-.752	-1.003	.332	.47	.37	.221	73301

CORRELATION DEBTT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 815 VARIABLE NO 8

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.130	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.540	.415	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.147	-.198	.069	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.601	.717	-.197	.219	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.201	-.334	.210	-.182	-.324	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.212	.074	-.580	.089	.356	-.454	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.053	-.867	-.666	-.024	-.420	.140	.266	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.130	-.515	-.379	-.139	-.278	.090	.057	.489	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.398	-.779	-.289	.134	-.596	.244	.053	.689	.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.382	-.288	.214	-.164	-.663	.154	-.363	.095	.234	.124	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.223	.421	.022	.547	.462	-.361	.233	-.165	-.356	-.342	-.450	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.589	-.167	.723	-.148	-.599	.491	-.809	-.193	-.141	.145	.350	-.469	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.266	.767	.020	.002	.719	-.415	.489	-.509	-.321	-.599	-.478	.459	-.511	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.279	-.532	-.539	-.564	-.139	.118	.275	.674	.397	.281	-.122	-.253	-.222	-.136	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.250	-.653	-.356	-.118	-.453	.177	.074	.611	.743	.863	.048	-.339	-.025	-.420	.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.232	-.777	-.521	.007	-.459	.134	.246	.744	.732	.930	.072	-.352	-.077	-.480	.398	.883	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.231	.751	-.059	.154	.703	-.488	.623	-.489	-.250	-.451	-.442	.405	-.486	.812	-.243	-.290	-.338	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.177	-.718	-.726	.038	-.212	.144	.285	.914	.341	.562	-.066	-.146	-.251	-.453	.631	.504	.624	-.406	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.292	-.539	.315	.165	-.328	.055	.000	.546	.829	.807	.102	-.234	-.106	-.346	.295	.850	.814	-.297	.435	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.253	-.836	-.488	.143	-.524	.185	.152	.806	.630	.954	.109	-.270	-.024	-.587	.340	.822	.961	-.462	.690	.793	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.142	.358	.258	.043	.150	.085	-.472	-.407	-.047	-.428	.374	.009	.072	-.022	-.301	-.368	-.489	.002	-.371	-.204	-.442	1.000	0.000	0.000	0.000

ETAPE NUMERO 5

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE785
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (ADJUSTE) .753

VARIABLE ENTREE 3

ERREUR STANDARD DE L ESTIME226
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (ADJUSTE) .240

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .152
POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .038

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 9.651

POUR 5 VARIABLES ENTREE

VARIABLE ENTREE	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	1.53141	-	-
17	-.27569	.04401	6.264
9	.47236	.10423	4.532
14	-.13550	.04368	3.102
15	-.28730	.13262	2.166
8	-.25515	.14792	1.725

CORRELATION DEBTT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 815 VARIABLE NO 8

POUR 5 VARIABLES ENTREE

LOGARITHMES

NATURELLES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	-1.124	-1.334	.146	.32	.26	.189	40201
2	-1.143	-1.245	.089	.32	.29	.096	40401
3	-1.223	-1.201	.031	.29	.28	.038	40402
4	-.966	-1.208	.250	.38	.30	.215	41301
5	-1.244	-1.189	.074	.28	.30	.100	43008
6	-1.477	-1.291	.125	.23	.27	.204	50116
7	-2.098	-1.712	.184	.12	.18	.471	50117
8	-1.263	-1.073	.150	.28	.34	.209	50119
9	-1.445	-1.444	.001	.24	.24	.001	50301
10	-.506	-.994	.965	.60	.37	.386	50409
11	-.852	-.979	.140	.43	.38	.119	50423
12	-1.631	-1.563	.041	.20	.21	.070	50903
13	-1.261	-1.045	.171	.28	.35	.240	52201
14	-1.377	-1.229	.168	.25	.29	.160	52211
15	-1.245	-1.144	.110	.28	.32	.152	52212
16	-1.261	-1.356	.075	.28	.26	.090	52601
17	-1.323	-1.395	.047	.27	.25	.060	52802
18	-1.360	-1.534	.128	.26	.22	.160	61901
19	-1.390	-1.422	.023	.25	.24	.032	61905
20	-1.229	-1.528	.243	.29	.22	.258	61906
21	-1.503	-1.242	.174	.22	.29	.299	62101
22	-1.359	-1.459	.074	.26	.23	.096	62102
23	-1.399	-1.321	.046	.25	.27	.082	70201
24	-.717	-.376	.476	.49	.69	.406	72201
25	-.752	-.746	.009	.47	.47	.006	73301
26	-.858	-.869	.013	.42	.42	.011	73801
27	-.318	-.856	1.694	.73	.42	.416	74601
28	-.746	-.748	.008	.46	.47	.039	74701
29	-1.047	-.953	.107	.34	.39	.121	74901
30	-1.284	-1.138	.055	.30	.32	.068	80101
31	-1.395	-1.275	.084	.25	.28	.128	80701
32	-1.578	-1.343	.140	.21	.26	.265	80704
33	-1.035	-1.048	.012	.36	.35	.013	80706
34	-1.423	-1.202	.155	.24	.30	.247	80707
35	-1.867	-1.179	.115	.35	.31	.115	80717
36	-.853	-1.112	.303	.43	.33	.228	80801

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 011 VARIABLE NO 5

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.130	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.540	.415	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.147	.194	.089	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.601	.710	-.197	.219	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.201	-.334	.210	-.182	-.324	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.212	.074	-.580	.089	.356	-.454	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.053	-.867	-.666	-.024	-.420	-.140	.206	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.130	-.515	-.379	-.139	-.278	.090	.057	.489	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.398	-.779	-.289	.134	-.596	.244	.053	.689	.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.382	-.288	.214	-.164	-.663	.154	-.363	.095	.234	.124	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.223	.424	.022	.547	.462	-.361	.243	-.165	-.356	-.342	-.700	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.589	-.167	.723	-.148	-.599	.491	-.609	-.193	-.141	.145	.350	-.469	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.266	.752	.020	.002	.719	-.415	.489	.509	-.321	-.590	-.478	.459	-.511	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.279	-.532	-.539	-.564	-.139	.118	.275	.674	.397	.281	-.122	-.253	-.222	-.136	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.250	-.653	-.356	-.118	-.453	.177	.074	.611	.743	.663	.048	-.339	-.025	-.420	.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.232	-.777	-.520	.307	-.459	.136	.246	.744	.732	.930	.072	-.352	-.077	-.480	.398	.883	1.000	0.000	0.000	0.000
-.231	.751	-.059	.154	.703	-.488	.623	-.449	-.250	-.451	-.442	.405	-.486	.812	-.243	-.290	-.338	1.000	0.000	0.000
-.177	-.714	-.726	.038	-.212	.144	.205	.914	.341	.562	-.066	-.146	-.251	-.453	.631	.504	.624	-.406	1.000	0.000
.292	-.539	-.315	.165	-.328	.055	.080	.546	.829	.802	.102	-.234	-.106	-.346	.295	.050	.614	-.297	.435	1.000
.253	-.836	-.484	.143	-.524	.185	.152	.806	.430	.954	.109	-.270	-.024	-.587	.340	.822	.961	-.462	.690	.793
-.462	.799	.138	.319	.840	-.214	.051	-.955	-.512	-.712	-.535	.668	-.392	.648	-.202	-.601	-.717	.582	-.368	-.508
																		-.697	1.000

ETAPE NUMERO 5

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 108.713

VARIABLE ENTRE 16

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .113
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .012

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	2.03183	-	-
5	.59146	.05304	10.966
17	-.32144	.04527	7.104
12	1.62093	.29986	5.406
10	.31654	.09730	3.253
16	.10851	.04189	2.590

POUR 5 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 9.181
POURCENTAGE REDUIT 9.4% DF 9.688

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE973
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .970

ERREUR STANDARD DE L ESTIME130
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .138

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 011 VARIABLE NO 5

POUR 5 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	2.214	2.186	.014	9.19	8.90	.032 -	40201
2	1.627	1.763	.084	5.09	5.83	.146 +	40401
3	1.671	1.662	.007	5.32	5.36	.011 +	40402
4	1.632	1.654	.097	6.25	5.23	.163 -	41301
5	1.237	1.345	.087	3.45	3.84	.113 +	43008
6	1.850	2.084	.129	6.36	8.08	.270 +	50116
7	2.665	2.565	.015	13.53	13.00	.039 -	50117
8	2.052	2.106	.027	7.78	8.23	.057 +	50119
9	2.193	2.226	.015	8.96	9.27	.034 +	50301
10	3.044	3.050	.004	21.41	21.12	.013 -	50409
11	3.255	3.055	.061	25.93	21.23	.181 -	50423
12	2.351	2.440	.055	10.49	11.94	.138 +	50903
13	2.334	2.362	.010	10.37	10.61	.023 +	52201
14	2.158	2.139	.009	8.66	8.49	.019 -	52211
15	2.423	2.315	.045	11.28	10.12	.103 -	52212
16	2.145	2.015	.071	8.75	7.50	.143 -	52601
17	2.152	2.189	.017	8.60	8.92	.037 +	52802
18	2.091	2.112	.025	7.86	8.27	.052 +	61901
19	2.072	2.007	.031	7.94	7.44	.062 -	61905
20	1.894	1.885	.006	6.66	6.59	.011 -	61906
21	2.269	2.416	.065	9.67	11.20	.159 +	62101
22	2.394	2.391	.001	10.95	10.93	.002 -	62102
23	2.842	2.976	.047	17.16	19.62	.143 +	70201
24	3.044	3.006	.014	21.10	20.20	.043 -	72201
25	3.018	2.928	.030	20.45	18.68	.087 -	73301
26	2.459	2.437	.004	11.69	11.44	.022 -	73801
27	2.842	2.726	.041	17.15	15.27	.110 -	74601
28	2.564	2.623	.011	13.39	13.77	.029 +	74701
29	2.344	2.491	.040	10.96	12.08	.102 +	74901
30	1.468	1.167	.216	4.43	3.21	.275 -	80101
31	1.437	1.336	.138	4.21	5.13	.219 +	80701
32	1.616	1.517	.091	5.03	4.56	.094 -	80704
33	1.544	1.533	.020	4.50	4.63	.030 +	80706
34	1.752	1.616	.078	5.77	5.03	.128 -	80707
35	1.724	1.735	.007	5.61	5.67	.012 +	80717
36	1.360	1.484	.142	3.67	4.41	.202 +	80801

CORRELATION DEBTT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 815 VARIABLE NO 8

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlation coefficients for variables 1 through 22. The diagonal elements are all 1.000.

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 6

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .106
POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .063

POUR * VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT 1.021
POURCENTAGE REDUIT 627 DE 1.632

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE779
COEFFICIENT OF CORRELATION MULTIPLE (ADJUSTE) .736
ERREUR STANDARD DE L ESTIME197
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (ADJUSTE) .213

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 6.574

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT DE REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALFUR DE T CALCULEE
-	-1.44757	-	-
12	.56221	.15007	3.746
5	.29398	.14147	2.078
16	.22679	.09946	2.276
6	-.12173	.07386	1.648

CORRELATION DEBTT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 815 VARIABLE NO 8

POUR * VARIABLES ENTREES

STATION NUMERO	LOGARITHMES			NATURELLES		
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES
1	-1.239	-.972	.214	.29	.38	.307
2	-.715	-.832	.164	.49	.44	.110
3	-.724	-.833	.151	.48	.43	.104
4	-.433	-.645	.449	.65	.52	.191
5	-.466	-.790	.088	.42	.45	.079
6	-.574	-.709	.405	.60	.49	.185
7	-.437	-.819	.125	.39	.44	.125
8	-1.012	-.946	.045	.36	.39	.068
9	-.774	-.757	.023	.46	.47	.018
10	-.42	-.649	.077	.40	.43	.073
11	-.466	-.837	.478	.57	.43	.237
12	-1.016	-.961	.054	.36	.38	.057
13	-1.099	-1.283	.168	.33	.28	.168
14	-1.005	-1.037	.032	.37	.35	.032
15	-.608	-.600	.257	.45	.55	.231
16	-1.447	-1.159	.274	.20	.31	.548
17	-1.442	-1.221	.172	.35	.29	.164
18	-1.179	-1.078	.086	.31	.34	.106
19	-.617	-.965	.182	.44	.38	.138
20	-1.108	-.939	.153	.33	.39	.185
21	-1.386	-1.462	.047	.25	.23	.064
22	-1.205	-1.259	.053	.30	.28	.062

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 814 VARIABLE NO 8

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.130	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.540	-.115	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.147	-.194	-.089	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.901	-.714	-.197	-.219	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.201	-.334	-.218	-.182	-.324	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.212	-.674	-.586	-.589	-.356	-.454	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.053	-.867	-.466	-.724	-.420	-.140	-.286	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.130	-.515	-.379	-.139	-.278	-.090	-.057	-.489	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.398	-.779	-.289	-.134	-.596	-.244	-.053	-.689	-.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.382	-.284	-.214	-.164	-.663	-.154	-.363	-.095	-.234	-.124	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.223	-.420	-.022	-.547	-.462	-.361	-.243	-.165	-.356	-.342	-.400	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.589	-.147	-.723	-.148	-.599	-.491	-.609	-.193	-.141	-.145	-.350	-.469	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.266	-.752	-.020	-.002	-.719	-.415	-.489	-.509	-.321	-.594	-.478	-.459	-.511	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.279	-.532	-.539	-.564	-.139	-.118	-.275	-.674	-.397	-.281	-.122	-.253	-.222	-.136	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.250	-.653	-.356	-.116	-.453	-.177	-.074	-.611	-.743	-.863	-.048	-.339	-.025	-.420	-.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.232	-.777	-.520	-.007	-.459	-.136	-.246	-.744	-.732	-.930	-.072	-.352	-.077	-.480	-.398	-.863	1.000	0.000	0.000	0.000
-.231	-.751	-.059	-.154	-.703	-.408	-.623	-.489	-.250	-.451	-.442	-.405	-.486	-.812	-.243	-.290	-.338	1.000	0.000	0.000
-.177	-.714	-.726	-.038	-.212	-.144	-.205	-.914	-.341	-.542	-.066	-.146	-.251	-.453	-.631	-.504	-.624	-.406	1.000	0.000
-.292	-.539	-.315	-.165	-.328	-.055	-.060	-.546	-.429	-.802	-.102	-.234	-.106	-.346	-.295	-.850	-.814	-.297	-.435	1.000
-.253	-.836	-.404	-.143	-.524	-.185	-.192	-.806	-.630	-.954	-.189	-.270	-.024	-.587	-.340	-.822	-.961	-.462	-.690	-.793
-.108	-.883	-.046	-.125	-.295	-.063	-.013	-.139	-.008	-.054	-.552	-.042	-.089	-.036	-.061	-.023	-.072	-.065	-.032	-.065

ETAPE NUMERO 5

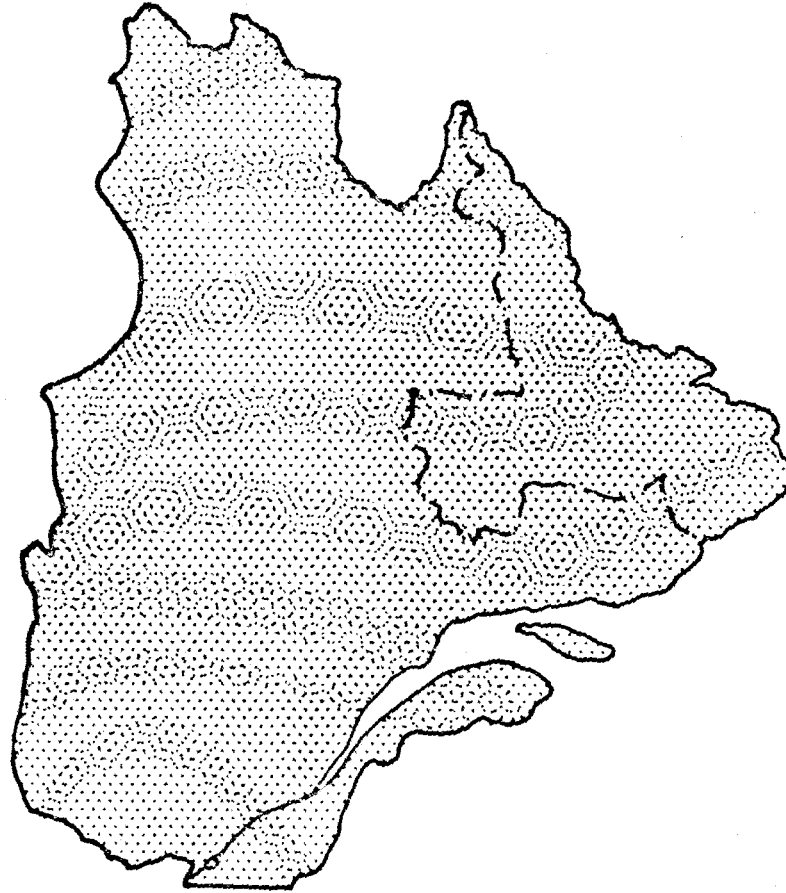
VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 6.766

VARIABLE ENTREE 3

	VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEFF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE		.354		
POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE		.653		
POUR 5 VARIABLES ENTREEES				
SOMME DES CARRES REDUIT	3.521			
POURCENTAGE REDUIT	.530 DF	6.643		
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE	0.728			
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (ADJUSTE)	0.685			
ERREUR STANDARD DE L ESTIME	0.323			
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (ADJUSTE)	0.343			
	11	.67734	.12348	5.486
	13	-.14334	.04543	3.142
	9	-.24521	.11883	1.732
	15	.42577	.19777	2.153
	3	.51594	.27960	1.845

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 814 VARIABLE NO 8
POUR 5 VARIABLES ENTREEES

	LOGARITHMES			NATURELLES			
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	STATION NUMERO
1	-2.542	-2.569	.010	.08	.08	.026	40201
2	-1.852	-2.144	.158	.16	.12	.253	40401
3	-2.105	-2.299	.092	.12	.10	.176	40402
4	-2.775	-2.194	.209	.06	.11	.788	41301
5	-2.057	-2.270	.103	.13	.10	.192	43008
6	-2.557	-2.243	.123	.08	.11	.369	50116
7	-1.971	-2.571	.304	.14	.08	.451	50117
8	-2.450	-2.613	.064	.09	.07	.150	50119
9	-1.959	-2.431	.241	.14	.09	.376	50301
10	-2.747	-2.668	.079	.06	.07	.082	50409
11	-2.657	-2.675	.007	.07	.07	.018	50423
12	-4.375	-3.413	.128	.01	.02	.754	50903
13	-2.445	-2.792	.019	.06	.06	.055	52201
14	-2.447	-2.623	.015	.06	.06	.045	52211
15	-2.708	-2.780	.026	.07	.06	.069	52212
16	-2.420	-2.331	.037	.09	.10	.094	52601
17	-2.491	-2.211	.113	.08	.11	.324	52802
18	-2.368	-2.774	.171	.09	.06	.334	61901
19	-2.660	-2.688	.011	.07	.07	.028	61905
20	-2.648	-2.439	.079	.07	.09	.232	61906
21	-3.173	-2.629	.108	.04	.06	.410	62101
22	-2.535	-2.972	.173	.08	.05	.354	62102
23	-2.554	-2.470	.033	.08	.08	.088	70201
24	-2.535	-2.249	.113	.08	.11	.331	72201
25	-2.348	-2.243	.045	.10	.11	.110	73301
26	-2.309	-2.747	.145	.09	.06	.294	73801
27	-1.823	-2.113	.159	.16	.12	.251	74601
28	-2.576	-2.460	.045	.08	.09	.123	74701
29	-2.847	-2.357	.187	.06	.09	.717	74901
30	-2.474	-2.721	.100	.08	.07	.219	80101
31	-2.633	-2.559	.097	.06	.08	.315	80701
32	-2.434	-2.404	.012	.09	.09	.031	80704
33	-2.752	-2.498	.092	.06	.08	.289	80706
34	-2.411	-2.794	.159	.09	.06	.318	80707
35	-2.599	-2.703	.040	.07	.07	.099	80717
36	-2.350	-2.304	.019	.10	.10	.047	80801



ANNEXE A-4
EMMAGASINEMENT

Annexe A4

TABLE DES MATIERES

LISTE DES SYMBOLES	A4-1
EMMAGASINEMENT	A4-2
1- Station	020601
2- Station	020401
3- Station	021702
4- Station	021601
5- Station	022702
6- Station	023106
7- Station	023301
8- Station	023401
9- Station	023402
10- Station	023403
11- Station	024001
12- Station	030101
13- Station	030234
14- Station	030301
15- Station	030901
16- Station	031401
17- Station	040115
18- Station	040201
19- Station	040202
20- Station	040401

21-	Station	022301
22-	Station	040402
23-	Station	041301
24-	Station	043008
25-	Station	043009
26-	Station	050116
27-	Station	050117
28-	Station	050118
29-	Station	050119
30-	Station	050403
31-	Station	052201
32-	Station	052211
33-	Station	052212
34-	Station	052601
35-	Station	052802
36-	Station	070201
37-	Station	073301
38-	Station	080101
39-	Station	080706
40-	Station	080717

DARTMOUTH A 5.1 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE 6 PRES DE CORTREAL

STATION NUMERO 20601

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1946-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
MOYENNE	41.8	43.0	45.2	46.2	48.5	54.1	70.8	93.8	136.3	236.6	275.4	752.6
ECART TYPE	1.410	1.392	1.392	1.398	1.422	1.478	1.554	1.634	1.788	1.667	1.583	1.243
ASYMETRIE	-0.014	-0.101	-0.081	-0.091	-0.011	-0.388	-0.808	-0.014	-0.128	0.140	0.263	0.970
PROBABILITE/DEBITS												
.99	18.7	19.4	18.9	18.8	18.8	19.6	23.8	29.7	33.4	76.6	102.8	498.1
.98	20.6	21.4	21.3	21.3	21.5	22.5	27.3	34.1	39.7	86.6	114.0	516.2
.95	23.7	24.7	25.3	25.5	26.0	27.4	33.5	41.7	51.3	104.6	133.8	547.2
.90	26.9	28.0	29.2	29.6	30.5	32.4	39.9	49.9	64.2	124.1	155.0	579.2

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 46.27

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.235	.50	.069	.50	0.000	.50	0.000
.75	1.273	.75	.951	.75	.476	.75	.136
1.00	2.421	1.00	2.126	1.00	1.506	1.00	.959
1.25	6.330	1.25	5.246	1.25	2.731	1.25	2.050
1.50	8.730	1.50	7.600	1.50	5.670	1.50	3.313
1.75	11.158	1.75	10.000	1.75	7.994	1.75	5.947
2.00	13.611	2.00	12.419	2.00	10.349	2.00	8.227
2.25	16.089	2.25	14.864	2.25	12.733	2.25	10.538
2.50	18.590	2.50	17.332	2.50	15.141	2.50	12.879
2.75	21.113	2.75	19.822	2.75	17.572	2.75	15.245
3.00	23.657	3.00	22.332	3.00	20.026	3.00	17.636

YORK A 2.7 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE 6 A SUNNY BANK

STATION NUMERO 20401

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1946-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
MOYENNE	61.9	64.1	66.3	67.5	70.6	79.5	101.2	127.4	192.9	343.8	396.3	827.6
ECART TYPE	1.521	1.537	1.514	1.498	1.497	1.501	1.557	1.589	1.610	1.577	1.530	1.195
ASYMETRIE	-0.798	-0.430	-0.247	-0.145	0.059	0.270	-0.262	-0.415	-0.521	0.238	-0.011	0.529
PROBABILITE/DEBITS												
.99	18.4	20.7	23.4	25.3	28.1	33.5	33.2	37.7	53.3	129.1	146.8	586.1
.98	22.1	24.1	26.8	28.6	31.2	36.7	36.4	44.5	63.8	143.1	165.0	604.4
.95	28.6	30.1	32.6	34.2	36.6	42.1	47.3	56.5	82.6	167.8	196.6	635.3
.90	35.3	36.4	38.6	40.0	42.2	47.9	56.8	69.2	102.6	194.2	229.6	666.7

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 67.41

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.112	.50	.066	.50	.015	.50	0.000
.75	1.343	.75	.941	.75	.378	.75	.163
1.00	4.193	1.00	3.066	1.00	1.543	1.00	.916
1.25	6.479	1.25	5.307	1.25	3.388	1.25	2.117
1.50	8.800	1.50	7.579	1.50	5.564	1.50	3.709
1.75	11.148	1.75	9.885	1.75	7.786	1.75	5.801
2.00	13.524	2.00	12.225	2.00	10.045	2.00	7.958
2.25	15.925	2.25	14.590	2.25	12.340	2.25	10.160
2.50	18.350	2.50	16.980	2.50	14.663	2.50	12.399
2.75	20.797	2.75	19.394	2.75	17.013	2.75	14.675
3.00	23.264	3.00	21.831	3.00	19.391	3.00	16.979

BLANCHE A 2.2 MI. EN AMONT DU PONT ROUTE 6 A SAINT-ULRIC >NO 24

STATION NUMERO 21702

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1934-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
MOYENNE	6.4	7.3	7.9	8.3	9.4	11.8	16.2	23.0	39.2	55.1	69.5	180.2
ECART TYPF	1.579	1.586	1.584	1.571	1.514	1.537	1.728	1.664	1.836	1.887	1.869	1.267
ASYMETRIE	.094	-.010	-.041	-.070	-.096	-.483	.728	1.165	.849	.042	-.063	-.800
PROBABILITE/DEBITS												
.99	2.5	2.5	2.7	2.8	3.5	3.7	6.1	10.7	12.2	12.8	15.8	95.5
.98	2.8	2.8	3.0	3.2	3.9	4.4	6.6	11.1	13.6	15.2	18.8	104.4
.95	3.3	3.4	3.7	3.9	4.7	5.5	7.5	12.0	16.0	19.5	24.6	118.5
.90	3.8	4.0	4.4	4.7	5.5	6.7	8.5	13.0	18.8	24.5	31.1	131.8

EMMAGASINMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SFLON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 7.88

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.120	.50	.079	.50	.022	.50	.001
.75	.423	.75	.250	.75	.075	.75	.138
1.00	1.737	1.00	1.433	1.00	.904	1.00	.400
1.25	2.765	1.25	2.447	1.25	1.878	1.25	1.270
1.50	3.888	1.50	3.566	1.50	2.979	1.50	2.331
1.75	5.091	1.75	4.772	1.75	4.182	1.75	3.513
2.00	6.378	2.00	6.057	2.00	5.469	2.00	4.794
2.25	7.721	2.25	7.419	2.25	6.842	2.25	6.165
2.50	9.163	2.50	8.875	2.50	8.308	2.50	7.626
2.75	15.417	2.75	10.464	2.75	9.882	2.75	9.188
3.00	19.503	3.00	14.696	3.00	11.592	3.00	10.826

MATANE A 5.3 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE 6 A MATANE

STATION NUMERO 21601

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1927-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
MOYENNE	161.8	165.5	168.3	170.0	172.8	186.6	218.4	275.3	523.4	790.1	867.2	1474.5
ECART TYPF	1.311	1.311	1.312	1.313	1.310	1.321	1.361	1.417	1.453	1.529	1.451	1.169
ASYMETRIE	.249	.300	.374	.386	.316	.255	.460	.458	-.051	-.384	-.304	-.385
PROBABILITE/DEBITS												
.99	90.6	93.4	96.5	97.5	98.3	102.9	118.4	137.7	216.4	261.5	336.1	981.2
.98	96.3	99.2	101.4	102.9	104.1	109.5	125.4	146.9	240.6	303.5	380.6	1036.6
.95	105.8	108.6	111.1	112.1	113.8	120.6	137.3	162.9	281.6	376.3	456.1	1122.1
.90	115.3	118.1	120.4	121.5	123.6	131.7	149.8	179.8	323.6	451.9	532.7	1200.4

EMMAGASINMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SFLON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 165.45

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000
.75	.332	.75	.230	.75	.092	.75	.014
1.00	1.787	1.00	1.514	1.00	1.051	1.00	.538
1.25	3.495	1.25	3.188	1.25	2.676	1.25	2.158
1.50	5.289	1.50	4.946	1.50	4.383	1.50	3.819
1.75	7.153	1.75	6.772	1.75	6.155	1.75	5.544
2.00	9.079	2.00	8.656	2.00	7.983	2.00	7.326
2.25	11.065	2.25	10.594	2.25	9.861	2.25	9.154
2.50	13.117	2.50	12.583	2.50	11.784	2.50	11.026
2.75	15.252	2.75	14.630	2.75	13.749	2.75	12.937
3.00	17.512	3.00	16.741	3.00	15.758	3.00	14.887

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1922-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MOYENNE	26.2	29.7	33.7	35.4	38.6	47.8	64.5	96.1	207.7	262.3	311.0	549.4
ECART TYPE	1.836	1.793	1.779	1.755	1.729	1.766	1.857	1.958	1.785	1.703	1.656	1.286
ASYMETRIE	-0.332	-0.335	-0.370	-0.400	-0.434	-0.461	-0.483	-0.518	-0.434	-0.411	-0.408	-0.718
PROBABILITE/DEBITS												
.99	6.0	7.8	9.1	9.9	11.0	12.4	15.7	18.4	44.9	56.0	67.0	269.1
.98	7.2	9.1	10.5	11.4	12.7	14.6	18.5	22.6	55.4	70.8	85.7	299.1
.95	9.5	11.4	13.2	14.2	15.8	18.6	23.6	30.8	74.9	98.4	120.2	347.2
.90	12.1	14.1	16.2	17.3	19.2	23.0	29.3	40.1	96.7	128.7	158.0	392.7

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 33.44

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.007	.25	.003	.25	0.000	.25	0.000
.50	.335	.50	.188	.50	.066	.50	.020
.75	2.219	.75	.845	.75	.507	.75	.242
1.00	3.950	1.00	1.300	1.00	2.171	1.00	.612
1.25	5.728	1.25	4.028	1.25	3.824	1.25	2.566
1.50	7.548	1.50	6.796	1.50	5.517	1.50	4.191
1.75	9.406	1.75	8.600	1.75	7.243	1.75	5.848
2.00	11.297	2.00	10.434	2.00	9.001	2.00	7.538
2.25	13.222	2.25	12.304	2.25	10.787	2.25	9.255
2.50	15.177	2.50	14.198	2.50	12.598	2.50	10.997
2.75	17.164	2.75	16.120	2.75	14.436	2.75	12.762
3.00	19.185	3.00	18.069	3.00	16.297	3.00	14.551

DU SUD A 0.6 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE A ARTHURVILLE

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1924-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
MOYENNE	56.1	73.5	88.6	91.8	97.0	108.5	134.2	185.8	306.2	363.9	403.8	696.1
ECART TYPE	1.878	1.597	1.397	1.382	1.360	1.343	1.410	1.547	1.619	1.628	1.575	1.263
ASYMETRIE	-0.763	-1.120	-1.156	-1.185	-1.001	.303	.470	.308	-0.336	-0.651	-0.742	-0.710
PROBABILITE/DEBITS												
.99	9.2	17.2	39.2	41.4	47.4	58.3	68.1	74.4	88.8	93.4	110.5	359.1
.98	12.1	21.8	43.4	45.8	51.6	62.1	72.5	81.7	104.6	113.9	134.1	396.1
.95	17.7	30.2	50.4	53.0	58.5	68.6	80.1	94.4	132.7	140.8	176.0	454.8
.90	24.2	39.2	57.4	60.3	65.4	75.1	88.2	108.0	162.7	190.2	220.2	509.6

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 89.37

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.020	.25	.012	.25	.004	.25	0.000
.50	.080	.50	.066	.50	.042	.50	.024
.75	.287	.75	.224	.75	.117	.75	.083
1.00	1.414	1.00	1.047	1.00	.617	1.00	.414
1.25	3.245	1.25	2.725	1.25	2.033	1.25	1.423
1.50	5.278	1.50	4.565	1.50	3.707	1.50	2.982
1.75	9.492	1.75	6.827	1.75	5.486	1.75	4.647
2.00	13.068	2.00	8.633	2.00	7.351	2.00	6.390
2.25	16.717	2.25	13.125	2.25	9.288	2.25	8.200
2.50	20.430	2.50	16.727	2.50	11.298	2.50	10.067
2.75	24.199	2.75	20.397	2.75	13.398	2.75	11.987
3.00	28.019	3.00	24.126	3.00	17.543	3.00	13.955

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1928-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
MOYENNE	71.1	77.6	87.3	94.7	105.2	131.6	185.5	263.0	422.8	486.2	538.4	937.3
ECART TYPE	1.594	1.509	1.455	1.415	1.398	1.430	1.576	1.633	1.581	1.530	1.425	1.269
ASYMETRIE	-0.864	-1.189	1.040	-1.008	-1.090	1.255	0.643	1.235	-0.369	-0.397	-0.379	-1.128

PROBABILITE/DEBITS

.99	20.6	28.5	37.0	42.1	47.2	61.3	80.0	91.6	128.9	160.0	214.2	527.0
.98												
.95	31.2	38.8	47.4	53.4	60.1	75.1	96.2	121.5	190.3	231.0	290.0	628.3
.90	38.4	45.5	54.1	60.7	68.2	84.1	107.8	142.3	231.5	277.7	337.8	688.8

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERIT FLON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 87.09

PROBABILITE #0.99			PROBABILITE #0.98			PROBABILITE #0.95			PROBABILITE #0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2
.25	.001		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	.052		.50	.035		.50	.016		.50	.005	
.75	.275		.75	.199		.75	.125		.75	.079	
1.00	.770		1.00	.632		1.00	.432		1.00	.280	
1.25	1.943		1.25	1.350		1.25	1.014		1.25	.743	
1.50	3.659		1.50	3.042		1.50	2.145		1.50	1.461	
1.75	5.478		1.75	4.749		1.75	3.707		1.75	2.762	
2.00	7.377		2.00	6.536		2.00	5.356		2.00	4.296	
2.25	9.349		2.25	8.391		2.25	7.069		2.25	5.902	
2.50	11.394		2.50	10.304		2.50	8.839		2.50	7.565	
2.75	13.540		2.75	12.271		2.75	10.658		2.75	9.277	
3.00	15.811		3.00	14.297		3.00	12.523		3.00	11.032	

BEAURIVAGE A 0.7 MI. EN AVAL DU PONT-ROUTE 1 A SAINT-ETIENNE

STATION NUMERO 23401

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1926-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
MOYENNE	16.5	18.4	22.7	25.8	29.1	39.5	63.9	101.6	167.1	202.4	241.7	476.3
ECART TYPE	1.856	1.749	1.801	1.830	1.859	1.939	1.853	1.947	1.937	1.891	1.678	1.376
ASYMETRIE	-0.761	-0.422	-0.216	-0.394	-0.502	-0.561	-0.013	-0.090	-0.436	-0.550	-0.648	-0.244

PROBABILITE/DEBITS

.99	2.8	4.2	5.3	5.3	5.3	6.5	15.1	20.6	29.1	35.7	53.3	240.0
.98	3.7	5.2	6.4	6.6	6.9	8.4	17.9	25.0	37.0	45.7	67.2	257.9
.95	5.3	6.9	8.4	9.0	9.7	12.1	23.1	33.4	52.2	64.9	92.9	288.2
.90	7.2	8.8	10.6	11.6	12.8	16.4	28.9	43.0	69.8	86.9	121.0	319.3

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERIT FLON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 23.23

PROBABILITE #0.99			PROBABILITE #0.98			PROBABILITE #0.95			PROBABILITE #0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2
.25	.018		.25	.010		.25	.002		.25	0.000	
.50	.575		.50	.388		.50	.110		.50	.034	
.75	1.255		.75	1.014		.75	.617		.75	.275	
1.00	2.062		1.00	1.748		1.00	1.251		1.00	.787	
1.25	3.184		1.25	2.619		1.25	1.985		1.25	1.414	
1.50	4.877		1.50	3.893		1.50	2.844		1.50	2.138	
1.75	6.718		1.75	5.539		1.75	3.932		1.75	2.973	
2.00	8.668		2.00	7.298		2.00	5.433		2.00	3.959	
2.25	10.730		2.25	9.145		2.25	7.045		2.25	5.268	
2.50	12.950		2.50	11.066		2.50	8.734		2.50	6.784	
2.75	15.850		2.75	13.058		2.75	10.486		2.75	8.337	
3.00	18.961		3.00	15.130		3.00	12.294		3.00	9.970	

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1937-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
MOYENNE	367.2	390.8	421.1	438.0	465.6	555.5	754.6	1014.1	1531.8	1793.5	2074.2	3937.7
ECART TYP	1.439	1.406	1.400	1.386	1.370	1.437	1.522	1.598	1.699	1.617	1.515	1.273
ASYMETRIE	-1.828	-1.089	-0.808	-0.688	-0.317	0.080	0.154	-0.096	-0.106	-0.206	-0.215	-0.202
PROBABILITE/DEBITS												
.99	124.0	138.8	166.3	183.7	208.1	242.8	297.8	329.8	428.5	545.9	739.0	2168.5
.98	148.6	163.7	190.1	207.1	231.4	266.9	329.8	378.2	500.7	634.8	842.7	2338.7
.95	190.5	205.8	229.9	246.0	270.0	307.8	385.3	463.3	630.7	792.2	1021.7	2613.2
.90	231.9	247.4	269.2	284.5	308.1	349.8	443.7	553.7	772.3	959.8	1207.1	2877.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 435.63

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.072	.50	.040	.50	.008	.50	0.000
.75	.506	.75	.357	.75	.169	.75	.084
1.00	1.953	1.00	1.325	1.00	.796	1.00	.510
1.25	3.834	1.25	3.031	1.25	1.958	1.25	1.299
1.50	5.878	1.50	4.914	1.50	3.591	1.50	2.555
1.75	8.100	1.75	6.933	1.75	5.379	1.75	4.131
2.00	11.534	2.00	9.102	2.00	7.282	2.00	5.843
2.25	13.247	2.25	11.449	2.25	9.288	2.25	7.657
2.50	16.214	2.50	14.037	2.50	11.407	2.50	9.557
2.75	19.407	2.75	16.898	2.75	13.660	2.75	11.534
3.00	22.767	3.00	19.997	3.00	16.094	3.00	13.598

CHAUDIERE A 0.1 MI. EN AVAL DU RUISSEAU DROLET

STATION NUMERO 23403

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1922-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
MOYENNE	62.9	88.4	113.5	122.4	139.3	165.2	208.8	253.2	320.6	373.1	419.8	798.0
ECART TYP	2.347	2.116	1.944	1.865	1.737	1.624	1.497	1.421	1.541	1.519	1.497	1.229
ASYMETRIE	-1.187	-0.332	-0.760	-0.664	-1.000	-0.780	-0.575	-0.038	.106	.149	.099	-0.150
PROBABILITE/DEBITS												
.99	7.7	12.9	16.9	19.7	26.2	40.9	69.2	110.8	121.3	147.8	169.2	482.4
.98	10.0	16.7	22.5	26.1	34.2	50.5	81.0	122.2	135.3	163.6	187.3	513.6
.95	14.8	24.1	33.0	38.6	49.4	67.8	101.4	141.6	159.6	191.1	218.7	563.3
.90	20.8	33.1	46.7	53.2	66.5	86.4	122.3	161.2	185.2	220.0	251.4	610.5

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 123.44

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.078	.25	.041	.25	.015	.25	.007
.50	.438	.50	.293	.50	.162	.50	.073
.75	1.292	.75	.961	.75	.523	.75	.288
1.00	2.363	1.00	1.944	1.00	1.303	1.00	.784
1.25	3.575	1.25	3.097	1.25	2.325	1.25	1.625
1.50	4.906	1.50	4.383	1.50	3.520	1.50	2.690
1.75	7.960	1.75	5.821	1.75	4.865	1.75	3.947
2.00	11.644	2.00	9.393	2.00	7.355	2.00	5.401
2.25	14.348	2.25	12.108	2.25	9.927	2.25	7.850
2.50	18.105	2.50	15.988	2.50	12.603	2.50	10.365
2.75	21.925	2.75	19.744	2.75	16.117	2.75	12.990
3.00	25.798	3.00	23.561	3.00	19.826	3.00	15.756

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1923-1968

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
MOYENNE	70.4	80.7	91.3	98.6	110.5	144.5	203.4	286.4	405.6	495.4	570.1	1022.0
ECART TYPE	1.665	1.586	1.551	1.543	1.570	1.575	1.599	1.677	1.767	1.708	1.549	1.304
ASYMETRIE	-0.644	-0.450	-0.284	-0.072	0.144	0.029	0.057	-0.171	-0.445	-0.805	-0.347	-0.260
PROBABILITE/DEBITS												
.99	17.0	23.8	30.2	35.1	40.9	50.7	69.6	80.7	89.1	115.0	183.4	523.8
.98	20.9	28.1	34.9	39.8	45.5	57.3	78.7	94.6	109.9	140.6	213.5	571.0
.95	28.0	35.8	43.0	47.9	53.8	68.7	94.7	119.5	148.4	187.6	266.0	647.9
.90	35.7	43.9	51.5	56.4	62.5	80.8	111.8	146.4	191.2	239.0	320.8	722.3

EMMAGASTNEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBITSECON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 93.12

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.006	.25	.002	.25	0.000	.25	0.000
.50	.109	.50	.076	.50	.032	.50	.011
.75	.532	.75	.380	.75	.224	.75	.125
1.00	1.353	1.00	1.050	1.00	.684	1.00	.453
1.25	3.160	1.25	2.094	1.25	1.434	1.25	.990
1.50	5.630	1.50	3.778	1.50	2.506	1.50	1.796
1.75	8.280	1.75	6.016	1.75	3.916	1.75	2.867
2.00	11.053	2.00	8.509	2.00	5.611	2.00	4.183
2.25	13.424	2.25	11.163	2.25	7.543	2.25	5.699
2.50	16.876	2.50	14.944	2.50	9.690	2.50	7.373
2.75	19.902	2.75	18.820	2.75	12.042	2.75	9.187
3.00	22.994	3.00	22.777	3.00	14.593	3.00	11.117

NICOLET SUD-OUEST AU PONT-ROUTE EN AVAL D'ASBESTOS

STATION NUMERO 30101

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1930-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
MOYENNE	10.0	12.4	14.8	16.3	18.6	28.6	55.0	87.0	122.7	155.0	195.8	382.1
ECART TYPE	2.586	2.097	2.040	2.068	2.045	2.086	1.939	1.965	2.006	1.846	1.611	1.251
ASYMETRIE	-0.813	-0.191	-0.221	-0.212	-0.290	-0.320	-0.447	-0.467	-0.484	-0.418	-0.535	-0.506
PROBABILITE/DEBITS												
.99	4.6	2.0	2.4	2.7	2.9	4.4	9.5	14.4	19.1	31.0	53.7	209.0
.98	1.0	2.6	3.1	3.4	3.8	5.6	12.1	18.5	24.7	38.6	64.5	227.4
.95	1.7	3.6	4.3	4.7	5.3	8.0	17.1	26.4	35.8	52.9	83.6	256.5
.90	2.8	4.4	5.6	6.3	7.2	10.9	22.9	35.7	48.9	69.1	104.0	283.9

EMMAGASTNEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBITSECON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 15.17

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.172	.25	.028	.25	.012	.25	.006
.50	.556	.50	.394	.50	.195	.50	.074
.75	1.254	.75	.992	.75	.638	.75	.371
1.00	2.155	1.00	1.741	1.00	1.224	1.00	.824
1.25	3.249	1.25	2.645	1.25	1.922	1.25	1.386
1.50	4.549	1.50	3.707	1.50	2.731	1.50	2.037
1.75	6.288	1.75	4.930	1.75	3.653	1.75	2.773
2.00	8.495	2.00	6.330	2.00	4.688	2.00	3.594
2.25	10.800	2.25	8.036	2.25	5.840	2.25	4.501
2.50	13.179	2.50	10.168	2.50	7.110	2.50	5.494
2.75	15.621	2.75	12.611	2.75	8.506	2.75	6.575
3.00	18.116	3.00	14.733	3.00	10.046	3.00	7.745

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1933-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
MOYENNE	27.3	29.5	33.3	35.8	40.9	54.6	87.3	118.9	158.2	193.7	230.9	431.8
ECART TYPE	1.570	1.548	1.555	1.558	1.620	1.661	1.679	1.730	1.753	1.650	1.504	1.261
ASYMETRIE	.364	.294	.233	.089	.011	-.021	-.110	-.190	-.332	-.201	.018	.041

PROBABILITE/DEBITS

.99	10.8	11.7	12.9	13.2	13.4	16.7	25.1	30.8	37.5	56.1	89.8	253.5
.98	11.8	12.9	14.2	14.7	15.3	19.2	29.2	36.5	45.3	65.6	100.3	269.5
.95	13.6	14.9	16.6	17.5	18.6	23.6	36.6	46.9	59.8	82.7	118.3	295.6
.90	15.6	17.1	19.2	20.4	22.1	28.5	44.6	58.3	75.8	100.9	137.0	321.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 32.76

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	2.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.123	.50	.047	.50	.012	.50	.007
.75	.627	.75	.460	.75	.848	.75	.111
1.00	1.395	1.00	1.097	1.00	.736	1.00	.467
1.25	2.523	1.25	1.969	1.25	1.396	1.25	.995
1.50	4.472	1.50	3.179	1.50	2.233	1.50	1.660
1.75	6.728	1.75	4.962	1.75	3.292	1.75	2.462
2.00	9.095	2.00	7.114	2.00	4.673	2.00	3.427
2.25	11.548	2.25	9.398	2.25	6.381	2.25	4.599
2.50	14.074	2.50	11.777	2.50	8.348	2.50	6.036
2.75	16.665	2.75	14.236	2.75	10.683	2.75	7.684
3.00	19.318	3.00	16.765	3.00	12.732	3.00	9.500

YAMASKA A 0.6 MI. EN AVAL DU LAC BROME

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1925-1960

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
MOYENNE	7.1	8.1	9.2	10.0	11.0	14.5	23.6	32.2	40.6	49.9	61.8	121.0
ECART TYPE	2.565	2.716	2.690	2.661	2.606	2.544	2.373	2.236	2.083	2.012	1.818	1.370
ASYMETRIE	-.065	.050	.000	-.017	-.001	-.087	-.644	-.866	-.980	-.890	-.786	-1.225

PROBABILITE/DEBITS

.99	.8	.8	.9	1.0	1.2	1.6	2.1	3.0	4.5	6.3	11.4	44.7
.98	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	2.0	3.0	4.4	6.3	8.7	14.6	52.7
.95	1.5	1.6	1.8	2.0	2.3	3.0	4.9	7.2	10.3	13.6	20.8	66.2
.90	2.1	2.3	2.6	2.8	3.2	4.3	7.5	11.0	15.2	19.5	27.9	79.3

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 9.24

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.217	.25	.110	.25	.033	.25	.007
.50	1.488	.50	.917	.50	.442	.50	.199
.75	3.282	.75	2.339	.75	1.249	.75	.727
1.00	5.419	1.00	4.110	1.00	2.413	1.00	1.469
1.25	8.037	1.25	6.134	1.25	3.900	1.25	2.417
1.50	10.924	1.50	8.462	1.50	5.617	1.50	3.589
1.75	13.945	1.75	11.187	1.75	7.516	1.75	4.993
2.00	17.070	2.00	14.091	2.00	9.586	2.00	6.585
2.25	20.283	2.25	17.111	2.25	11.866	2.25	8.335
2.50	23.575	2.50	20.225	2.50	14.446	2.50	10.221
2.75	26.936	2.75	23.418	2.75	17.255	2.75	12.236
3.00	30.363	3.00	26.685	3.00	20.190	3.00	14.394

CHATEAUGUAY A 0.2 MI. EN AVAL DU PONT-ROUTE 36

STATION NUMERO 30901

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1921-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
MOYENNE	105.9	119.1	129.4	133.8	143.1	161.3	193.9	229.8	263.8	310.8	374.0	928.9
ECART TYPF	1.595	1.913	1.476	1.486	1.472	1.479	1.498	1.596	1.644	1.666	1.685	1.412
ASYMETRIE	-.399	.014	-.180	.226	-.266	-.224	.179	.437	.552	.564	.292	-.178

PROBABILITE/DEBITS

.99	31.2	45.6	55.3	56.9	62.8	69.3	79.8	90.2	101.8	117.4	124.4	398.1
.98	36.8	51.0	60.6	62.3	68.4	75.8	87.9	98.5	110.7	127.8	139.3	442.8
.95	46.8	60.4	69.8	71.6	78.1	87.0	101.8	113.4	126.8	146.7	166.0	517.9
.90	57.2	70.1	79.5	81.4	88.3	98.7	116.4	129.6	144.7	167.9	195.3	593.4

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERITSFLON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 128.37

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
	M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2
.25	.001	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.049	.50	.027	.50	.013	.50	.005
.75	.680	.75	.448	.75	.194	.75	.101
1.00	2.375	1.00	1.814	1.00	1.072	1.00	.635
1.25	4.752	1.25	4.081	1.25	2.948	1.25	1.878
1.50	7.376	1.50	6.614	1.50	5.330	1.50	4.022
1.75	12.434	1.75	10.814	1.75	7.925	1.75	6.461
2.00	16.316	2.00	14.614	2.00	11.805	2.00	9.090
2.25	20.250	2.25	18.473	2.25	15.525	2.25	12.606
2.50	24.231	2.50	22.381	2.50	19.306	2.50	16.242
2.75	28.261	2.75	26.334	2.75	23.140	2.75	19.945
3.00	32.338	3.00	30.332	3.00	27.021	3.00	23.705

RUISSEAU HALL A 2.5 MI. DE LA CONNECTICUT

STATION NUMERO 31401

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1949-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
MOYENNE	9.8	10.8	12.4	13.4	15.3	19.6	27.8	38.9	56.7	67.5	83.4	157.4
ECART TYPF	1.566	1.542	1.526	1.517	1.534	1.598	1.578	1.600	1.783	1.669	1.616	1.231
ASYMETRIE	-.132	-.077	-.144	-.279	-.475	-.287	-.870	-.760	-.160	-.073	-.261	-.118

PROBABILITE/DEBITS

.99	3.3	3.9	4.4	4.7	4.9	6.0	8.0	10.1	13.8	20.0	25.0	95.4
.98	3.8	4.4	5.0	5.4	5.7	7.0	9.5	12.4	16.5	23.1	29.2	101.4
.95	4.6	5.3	6.1	6.6	7.2	8.8	12.3	16.4	21.3	28.8	36.6	111.1
.90	5.5	6.2	7.2	7.8	8.7	10.6	15.2	20.8	26.8	34.9	44.6	120.3

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERITSFLON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 12.58

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
	M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.150	.50	.067	.50	.022	.50	.008
.75	.748	.75	.494	.75	.237	.75	.114
1.00	1.899	1.00	1.344	1.00	.793	1.00	.446
1.25	3.494	1.25	2.554	1.25	1.643	1.25	1.072
1.50	5.456	1.50	4.087	1.50	2.733	1.50	1.911
1.75	7.611	1.75	5.975	1.75	4.033	1.75	2.931
2.00	9.874	2.00	8.101	2.00	5.588	2.00	4.114
2.25	12.237	2.25	10.349	2.25	7.333	2.25	5.448
2.50	14.670	2.50	12.688	2.50	9.399	2.50	6.940
2.75	17.170	2.75	15.104	2.75	11.609	2.75	8.614
3.00	19.732	3.00	17.589	3.00	13.919	3.00	10.510

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1925-1949

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
MOYENNE	11.1	11.8	12.0	13.4	14.1	16.4	21.3	27.0	33.4	42.4	55.5	129.0
ECART TYPE	1.711	1.739	1.733	1.744	1.779	1.786	1.691	1.727	1.772	1.844	1.822	1.297
ASYMETRIE	-1.126	-0.728	-0.557	-0.592	-0.635	-0.286	-0.020	-0.017	-0.005	-0.004	-0.171	-0.114
PROBABILITE/DEBITS												
.99	2.1	2.4	2.9	2.9	3.1	3.8	6.2	7.5	8.8	10.2	12.8	68.9
.98	2.7	3.1	3.5	3.6	3.8	4.6	7.2	8.8	10.3	12.1	15.3	74.4
.95	4.0	4.3	4.8	4.9	5.1	6.0	9.0	11.0	13.0	15.5	20.1	83.4
.90	5.4	5.6	6.2	6.4	6.6	7.7	10.9	13.4	16.0	19.4	25.5	92.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 13.47

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.031	.25	.006	.25	0.000	.25	0.000
.50	.079	.50	.018	.50	.180	.50	.024
.75	1.509	.75	1.199	.75	.807	.75	.470
1.00	3.648	1.00	2.742	1.00	1.748	1.00	1.217
1.25	6.681	1.25	5.057	1.25	3.392	1.25	2.305
1.50	13.252	1.50	8.009	1.50	5.614	1.50	3.930
1.75	13.841	1.75	11.532	1.75	8.134	1.75	6.031
2.00	17.560	2.00	15.119	2.00	11.045	2.00	8.420
2.25	21.282	2.25	18.750	2.25	14.480	2.25	11.022
2.50	25.043	2.50	22.445	2.50	17.994	2.50	13.851
2.75	28.839	2.75	26.171	2.75	21.569	2.75	17.043
3.00	32.670	3.00	29.935	3.00	25.194	3.00	20.446

ROUGE AU PONT DU C.P. PRES DE LA MACAZA

STATION NUMERO 40201

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1931-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
MOYENNE	391.4	401.9	416.0	423.4	437.2	472.2	526.6	624.5	955.8	1129.0	1243.4	1771.4
ECART TYPE	1.380	1.370	1.354	1.345	1.347	1.329	1.331	1.354	1.422	1.454	1.425	1.196
ASYMETRIE	-0.369	-0.340	-0.310	-0.279	-0.280	-0.234	-0.107	-0.084	-0.047	-0.087	-0.594	-0.292
PROBABILITE/DEBITS												
.99	169.8	178.7	192.1	200.4	207.8	231.9	264.6	303.1	367.7	416.5	469.4	1207.2
.98	189.9	199.0	212.6	220.8	229.0	254.1	287.8	330.9	420.9	478.1	539.8	1256.6
.95	223.3	232.6	246.5	254.5	263.7	290.3	326.0	376.9	510.3	582.6	658.3	1336.9
.90	256.4	265.8	279.8	287.5	297.7	325.7	363.7	422.6	599.6	688.4	776.8	1415.5

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 422.55

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.027	.50	.008	.50	0.000	.50	0.000
.75	.644	.75	.404	.75	.183	.75	.062
1.00	2.229	1.00	1.847	1.00	1.283	1.00	.760
1.25	4.196	1.25	3.639	1.25	2.947	1.25	2.345
1.50	6.836	1.50	5.617	1.50	4.756	1.50	4.065
1.75	10.473	1.75	7.823	1.75	6.676	1.75	5.880
2.00	14.221	2.00	11.401	2.00	8.700	2.00	7.776
2.25	18.056	2.25	15.541	2.25	10.866	2.25	9.744
2.50	21.965	2.50	19.374	2.50	15.189	2.50	11.791
2.75	25.939	2.75	23.284	2.75	18.954	2.75	13.941
3.00	29.978	3.00	27.264	3.00	22.815	3.00	18.564

ROUGE A 0.1 MI. EN AVAL DE LA CENTRALE DE BELL FALLS

STATION NUMERO 40202

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1919-1957

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
MOYENNE	516.8	708.0	768.6	798.9	832.7	950.0	1137.8	1394.4	1784.6	2087.4	2304.5	3702.7
ECART TYPE	1.437	1.831	1.824	1.798	1.772	1.691	1.617	1.510	1.479	1.458	1.432	1.237
ASYMETRIE	-.754	-.622	-.494	-.572	-.637	-.514	-.166	-.306	-.767	-.670	-.801	-.403
PROBABILITE/DEBITS												
.99	90.7	132.5	153.6	160.5	169.8	230.5	351.1	488.0	580.5	690.1	815.2	2124.2
.98	117.7	168.8	192.3	201.8	213.9	281.1	406.7	560.1	687.2	818.5	954.3	2290.3
.95	169.8	238.0	265.1	279.4	296.6	373.3	505.1	684.5	871.0	1038.5	1189.9	2553.1
.90	229.4	316.7	347.4	366.8	389.1	473.8	609.9	812.9	1058.1	1260.7	1425.6	2799.7

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 807.41

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.057	.25	.011	.25	.003	.25	0.000
.50	.581	.50	.394	.50	.179	.50	.043
.75	1.637	.75	1.315	.75	.821	.75	.424
1.00	3.078	1.00	2.617	1.00	1.942	1.00	1.325
1.25	5.505	1.25	4.350	1.25	3.358	1.25	2.570
1.50	8.458	1.50	6.729	1.50	5.076	1.50	4.081
1.75	12.067	1.75	9.652	1.75	7.143	1.75	5.808
2.00	15.807	2.00	13.275	2.00	9.552	2.00	7.744
2.25	19.645	2.25	17.025	2.25	12.751	2.25	9.905
2.50	23.564	2.50	20.870	2.50	16.446	2.50	12.333
2.75	27.557	2.75	24.794	2.75	20.248	2.75	15.871
3.00	31.622	3.00	28.792	3.00	24.137	3.00	19.632

DE LA PETITE NATION AU PONT-ROUTE PRES DE COTE-SAINT-PIERRE

STATION NUMERO 40401

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1926-1968

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
MOYENNE	150.3	153.0	158.4	161.5	166.4	178.2	199.3	221.7	265.0	304.4	344.0	642.6
ECART TYPE	1.874	1.757	1.711	1.699	1.678	1.578	1.539	1.534	1.613	1.620	1.568	1.280
ASYMETRIE	-1.095	-1.889	-1.243	-1.191	-1.076	-.307	-.223	-.204	-.097	-.064	-.092	-.288
PROBABILITE/DEBITS												
.99	18.5	22.8	28.8	30.5	33.9	55.7	68.1	76.9	84.2	96.9	129.2	345.6
.98	27.5	32.0	38.3	40.2	43.9	64.9	78.1	87.9	96.8	111.2	145.6	374.5
.95	46.5	50.7	56.6	58.7	62.5	81.1	95.5	107.1	119.1	136.5	174.4	420.9
.90	69.3	72.3	77.1	79.3	83.1	98.1	113.6	127.0	142.8	163.5	204.8	465.6

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 176.52

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.077	.25	.020	.25	0.000	.25	0.000
.50	.595	.50	.366	.50	.194	.50	.044
.75	2.868	.75	2.097	.75	1.145	.75	.564
1.00	5.883	1.00	4.889	1.00	3.377	1.00	2.188
1.25	9.144	1.25	8.044	1.25	6.246	1.25	4.583
1.50	12.644	1.50	11.437	1.50	9.433	1.50	7.490
1.75	16.300	1.75	15.005	1.75	12.840	1.75	10.692
2.00	20.092	2.00	18.714	2.00	16.410	2.00	14.103
2.25	24.007	2.25	22.550	2.25	20.115	2.25	17.670
2.50	28.033	2.50	26.496	2.50	23.936	2.50	21.366
2.75	32.179	2.75	30.547	2.75	27.864	2.75	25.176
3.00	36.417	3.00	34.703	3.00	31.889	3.00	29.087

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1926-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
MOYENNE	38.8	41.7	45.4	47.1	50.1	61.0	78.9	106.2	206.2	260.3	303.9	642.5
ECART TYPE	1.459	1.424	1.400	1.403	1.421	1.478	1.569	1.623	1.709	1.680	1.638	1.229
ASYMETRIE	-.295	-.309	-.176	-.103	.070	.168	.581	.430	-.125	-.463	-.466	-.328
PROBABILITE/DEBITS												
.99	14.9	16.9	19.8	20.9	22.5	25.8	33.6	40.2	56.4	65.6	81.7	378.6
.98	16.8	19.1	22.0	23.0	24.7	28.3	36.2	44.1	66.2	79.3	98.0	406.0
.95	20.2	22.6	25.6	26.7	28.3	32.7	40.8	51.1	83.8	104.2	127.1	449.4
.90	23.7	26.3	29.3	30.4	32.0	37.2	45.9	58.7	103.1	131.3	158.4	490.2

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 45.81

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.041	.50	.022	.50	.005	.50	.000
.75	.485	.75	.349	.75	.177	.75	.074
1.00	1.440	1.00	1.095	1.00	.754	1.00	.494
1.25	3.087	1.25	2.605	1.25	2.038	1.25	1.377
1.50	4.881	1.50	4.393	1.50	3.652	1.50	2.925
1.75	6.781	1.75	6.194	1.75	5.349	1.75	4.551
2.00	8.774	2.00	8.073	2.00	7.111	2.00	6.237
2.25	10.878	2.25	10.019	2.25	8.930	2.25	7.973
2.50	13.147	2.50	12.035	2.50	10.801	2.50	9.755
2.75	17.921	2.75	14.129	2.75	12.717	2.75	11.577
3.00	21.512	3.00	16.324	3.00	14.676	3.00	13.436

DE LA PETITE NATION A 1.0 MI. EN AVAL DU PONT A PORTAGE-DE-LA-NATION

STATION NUMERO 40402

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1926-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
MOYENNE	242.7	246.2	253.7	259.0	265.9	290.9	328.5	373.8	444.8	503.4	593.3	1094.2
ECART TYPE	1.585	1.575	1.561	1.557	1.543	1.531	1.537	1.542	1.580	1.595	1.542	1.257
ASYMETRIE	-1.060	-1.025	-.985	-.944	-.834	-.718	-.775	-.623	-.389	-.374	-.279	.302
PROBABILITE/DEBITS												
.99	59.2	61.9	66.3	69.0	73.7	87.0	95.5	112.6	134.8	149.7	195.0	676.9
.98	74.3	77.2	82.1	85.0	89.6	104.0	115.0	133.9	158.4	176.2	225.4	710.8
.95	101.7	104.8	110.1	113.3	117.9	133.9	149.4	171.3	199.9	222.9	278.4	767.1
.90	130.8	133.9	139.7	143.1	147.5	164.9	185.1	210.2	243.5	272.4	333.8	823.4

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 272.60

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.004	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.908	.50	.406	.50	.088	.50	.002
.75	2.560	.75	2.012	.75	1.090	.75	.410
1.00	5.876	1.00	4.590	1.00	2.904	1.00	1.831
1.25	9.332	1.25	7.910	1.25	5.615	1.25	3.780
1.50	12.925	1.50	11.411	1.50	8.901	1.50	6.521
1.75	16.623	1.75	15.035	1.75	12.374	1.75	9.762
2.00	20.411	2.00	18.759	2.00	15.974	2.00	13.203
2.25	24.279	2.25	22.570	2.25	19.678	2.25	16.777
2.50	28.219	2.50	26.459	2.50	23.471	2.50	20.459
2.75	32.227	2.75	30.418	2.75	27.346	2.75	24.235
3.00	36.303	3.00	34.446	3.00	31.292	3.00	28.093

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1927-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
MOYENNE	610.4	617.2	629.6	637.8	648.8	682.2	771.0	875.6	1248.7	1494.2	1709.6	2699.1
ECART TYPF	1.395	1.385	1.374	1.367	1.356	1.339	1.343	1.342	1.440	1.515	1.500	1.278
ASYMETRIE	-.693	-.668	-.686	-.687	-.682	-.612	-.331	-.210	.177	-.006	-.018	.306
PROBABILITE/DEBITS												
.99	238.7	247.9	257.3	264.7	275.3	304.5	362.0	422.2	560.7	567.1	662.0	1613.2
.98	274.1	283.3	293.5	301.3	312.3	342.0	400.1	463.2	611.5	635.5	740.5	1699.8
.95	333.2	342.2	353.5	361.7	373.1	403.4	462.7	530.7	698.4	753.7	875.6	1844.3
.90	391.6	400.1	412.2	420.7	432.2	462.8	523.9	597.0	788.3	876.9	1015.9	1989.5

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 652.74

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.111	.50	.033	.50	0.000	.50	0.000
.75	1.112	.75	.741	.75	.345	.75	.128
1.00	2.822	1.00	2.389	1.00	1.714	1.00	1.101
1.25	4.690	1.25	4.213	1.25	3.460	1.25	2.764
1.50	6.689	1.50	6.164	1.50	5.342	1.50	4.576
1.75	12.095	1.75	10.444	1.75	7.339	1.75	6.500
2.00	15.797	2.00	14.066	2.00	11.218	2.00	8.532
2.25	19.599	2.25	17.796	2.25	14.806	2.25	11.893
2.50	23.493	2.50	21.624	2.50	18.511	2.50	15.436
2.75	27.475	2.75	25.545	2.75	22.319	2.75	19.110
3.00	31.542	3.00	29.553	3.00	26.224	3.00	22.895

KINOJEVIS AU PONT-ROUTE EN AVAL DU LAC PREISSAC

STATION NUMERO 43008

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1939-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
MOYENNE	176.3	178.0	180.4	181.7	183.4	189.0	202.8	222.6	270.2	304.9	460.5	556.2
ECART TYPF	1.243	1.241	1.236	1.236	1.237	1.239	1.240	1.243	1.284	1.277	1.278	1.236
ASYMETRIE	-.134	-.145	-.136	-.127	-.141	-.136	-.168	-.309	.007	-.522	-.975	.051
PROBABILITE/DEBITS												
.99	104.1	105.2	107.9	108.8	109.4	112.4	119.8	127.7	151.3	198.7	220.0	342.5
.98	111.1	112.3	114.9	115.9	116.6	119.9	128.0	137.4	161.9	218.1	247.3	362.1
.95	122.3	123.7	126.3	127.3	128.2	131.8	141.0	152.8	179.2	249.0	290.7	393.7
.90	133.0	134.5	137.1	138.1	139.2	143.2	153.4	167.3	196.2	278.3	331.3	424.4

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 181.29

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000
.75	.466	.75	.262	.75	.065	.75	.002
1.00	2.350	1.00	1.908	1.00	1.226	1.00	.797
1.25	4.583	1.25	4.106	1.25	3.350	1.25	2.640
1.50	6.977	1.50	6.457	1.50	5.642	1.50	4.878
1.75	9.494	1.75	8.920	1.75	8.040	1.75	7.222
2.00	12.118	2.00	11.477	2.00	10.522	2.00	9.648
2.25	14.885	2.25	14.122	2.25	13.077	2.25	12.143
2.50	20.910	2.50	18.881	2.50	15.700	2.50	14.698
2.75	25.403	2.75	22.538	2.75	18.400	2.75	17.311
3.00	30.074	3.00	27.125	3.00	21.201	3.00	19.985

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1939-1965

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
MOYENNE	215.2	215.4	216.0	217.6	221.3	232.3	258.0	298.7	518.0	672.8	752.3	966.2
ECART TYPE	1.226	1.226	1.226	1.226	1.232	1.251	1.253	1.325	1.326	1.306	1.312	1.207
ASYMETRIE	-0.269	-0.272	-0.244	-0.228	-0.161	.010	-0.266	.062	-1.172	-0.884	-1.055	.290

PROBABILITE/DEBITS

.99	128.9	128.7	129.1	130.9	132.8	138.2	146.0	157.2	213.8	323.3	327.8	649.2
.98	137.7	137.6	138.0	139.7	141.5	146.9	157.2	169.1	247.5	359.0	374.7	676.2
.95	151.7	151.7	152.2	153.6	155.5	160.8	175.1	188.9	302.3	416.7	450.6	720.5
.90	164.9	165.0	165.3	166.8	168.7	174.4	192.1	208.6	354.6	471.9	522.6	764.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 218.50

FACTEUR	PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
	EMM.	M.P.C. X Q7-2	EMM.	M.P.C. X Q7-2	EMM.	M.P.C. X Q7-2	EMM.	M.P.C. X Q7-2
.25	0.000		0.000		0.000		0.000	
.50	0.000		0.000		0.000		0.000	
.75	.434		.203		.059		0.000	
1.00	2.183		1.851		1.403		.542	
1.25	4.229		3.704		3.150		2.679	
1.50	6.404		5.684		4.982		4.447	
1.75	8.669		7.770		6.885		6.273	
2.00	11.010		9.947		8.850		8.150	
2.25	13.414		12.207		10.879		10.072	
2.50	15.877		14.544		12.973		12.036	
2.75	18.392		16.952		15.136		14.045	
3.00	20.958		19.425		17.370		16.101	

VERMILLON A 1.4 MI. DU SAINT-MAURICE

STATION NUMERO 50116

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1929-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
MOYENNE	309.7	324.9	333.5	338.2	352.2	384.1	425.0	478.4	726.6	926.0	1046.2	1461.6
ECART TYPE	1.416	1.386	1.381	1.376	1.367	1.348	1.318	1.319	1.414	1.481	1.400	1.242
ASYMETRIE	-0.549	-0.667	-0.569	-0.602	-0.641	-0.768	-0.742	-0.530	-0.321	-0.553	-0.555	.254

PROBABILITE/DEBITS

.99	120.4	137.2	138.0	140.4	147.6	163.0	193.5	226.2	299.3	318.0	418.3	919.2
.98	137.6	148.8	156.4	159.4	167.5	185.4	217.6	251.4	336.4	370.0	476.4	964.8
.95	166.5	179.8	187.1	190.7	200.3	222.2	256.7	292.2	398.8	459.2	573.3	1039.9
.90	195.4	210.4	217.3	221.4	232.4	257.8	294.1	331.6	461.3	550.2	669.5	1114.2

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 343.80

FACTEUR	PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
	EMM.	M.P.C. X Q7-2	EMM.	M.P.C. X Q7-2	EMM.	M.P.C. X Q7-2	EMM.	M.P.C. X Q7-2
.25	0.000		0.000		0.000		0.000	
.50	.094		.032		.001		0.000	
.75	1.048		.601		.271		.094	
1.00	2.743		2.253		1.502		.824	
1.25	4.604		4.057		3.222		2.469	
1.50	6.599		5.985		5.066		4.244	
1.75	10.717		8.038		7.009		6.114	
2.00	14.063		11.984		9.051		8.066	
2.25	17.496		15.314		11.868		10.101	
2.50	21.020		18.738		15.099		12.247	
2.75	24.640		22.259		18.438		14.932	
3.00	28.357		25.881		21.889		18.148	

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
MOYENNE	214.6	219.9	224.5	228.5	236.2	258.3	301.2	363.4	695.7	934.1	984.2	1300.6
ECART TYPF	1.401	1.398	1.396	1.377	1.353	1.326	1.334	1.391	1.465	1.308	1.303	1.184
ASYMETRIE	-0.361	-0.338	-0.204	-0.166	-0.073	-0.218	-0.125	-0.082	-0.775	-0.578	-0.519	0.178

PROBABILITE/DFBITS

.99	89.7	92.4	99.4	104.4	115.1	128.0	150.1	165.3	232.0	447.4	482.2	897.0
.98	100.8	104.2	110.2	115.1	125.6	140.0	163.5	181.8	273.7	497.0	533.0	933.8
.95	119.3	123.0	128.2	133.0	142.9	159.6	185.7	209.5	345.2	577.1	615.0	993.2
.90	137.8	141.7	146.3	150.8	160.0	178.8	207.5	237.4	417.6	653.9	693.5	1050.6

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERITSEFLON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7=2)

DERIT Q7=2 = 226.99

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2
.25	3.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.038	.50	.012	.50	0.000	.50	0.000
.75	.541	.75	.349	.75	.158	.75	.074
1.00	2.249	1.00	1.582	1.00	1.024	1.00	.554
1.25	4.421	1.25	3.531	1.25	2.697	1.25	2.113
1.50	6.650	1.50	5.626	1.50	4.512	1.50	3.821
1.75	8.927	1.75	7.791	1.75	6.433	1.75	5.607
2.00	11.246	2.00	10.011	2.00	8.438	2.00	7.458
2.25	13.600	2.25	12.277	2.25	10.510	2.25	9.365
2.50	15.988	2.50	14.583	2.50	12.640	2.50	11.324
2.75	18.406	2.75	16.926	2.75	14.819	2.75	13.331
3.00	20.854	3.00	19.305	3.00	17.045	3.00	15.385

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
MOYENNE	58.6	61.0	64.2	66.6	71.7	95.5	124.2	174.3	297.8	410.9	472.1	643.3
ECART TYPF	1.794	1.788	1.802	1.794	1.785	1.738	1.706	1.654	1.498	1.383	1.320	1.288
ASYMETRIE	.145	-0.008	-0.050	-0.028	-0.118	-0.571	-0.875	-1.029	-1.607	-0.363	-0.214	-0.404

PROBABILITE/DFBITS

.99	16.0	15.7	16.0	16.9	17.7	21.1	25.8	37.8	49.4	177.4	237.0	331.5
.98	18.5	18.5	18.8	19.9	21.0	26.1	32.9	48.2	68.2	198.5	258.7	362.7
.95	23.0	23.4	24.2	25.3	27.1	35.5	46.2	67.7	105.3	233.5	294.2	412.9
.90	28.0	29.0	30.1	31.4	33.9	45.9	60.8	88.8	147.3	288.3	328.9	460.9

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERITSEFLON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7=2)

DERIT Q7=2 = 64.51

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2
.25	.003	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.731	.50	.247	.50	.105	.50	.028
.75	1.868	.75	1.376	.75	.575	.75	.296
1.00	3.108	1.00	2.558	1.00	1.608	1.00	.758
1.25	4.445	1.25	3.838	1.25	2.787	1.25	1.735
1.50	9.666	1.50	5.227	1.50	4.074	1.50	2.903
1.75	12.031	1.75	9.690	1.75	5.471	1.75	4.203
2.00	14.410	2.00	12.021	2.00	7.827	2.00	5.621
2.25	16.801	2.25	14.371	2.25	10.027	2.25	7.167
2.50	19.203	2.50	16.737	2.50	12.260	2.50	8.850
2.75	21.612	2.75	19.118	2.75	14.519	2.75	10.681
3.00	24.028	3.00	21.511	3.00	16.803	3.00	12.660

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1932-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
MOYENNE	176.2	179.5	188.5	193.7	202.4	228.8	261.2	298.8	428.6	524.3	573.9	856.7
ECART TYPE	1.523	1.525	1.486	1.463	1.422	1.329	1.322	1.284	1.407	1.439	1.413	1.178
ASYMETRIE	-1.388	-1.487	-1.361	-1.228	-1.058	-0.70	-0.898	.083	-0.287	-0.348	-0.607	.368

PROBABILITE/DEBITS

.99	44.6	44.5	52.0	58.1	68.9	103.8	138.9	169.7	183.0	205.5	220.8	614.3
.98	56.6	56.8	64.9	71.1	81.9	115.8	150.0	180.9	204.1	232.7	253.4	634.8
.95	78.0	79.0	87.6	93.6	104.1	136.6	168.1	199.3	239.3	278.7	308.0	668.3
.90	100.4	102.2	110.9	116.4	126.2	166.7	185.8	217.4	274.7	325.1	362.4	701.4

ENMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 205.60

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.009	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.214	.50	.139	.50	.645	.50	.002
.75	.646	.75	.809	.75	.328	.75	.177
1.00	1.684	1.00	1.410	1.00	.978	1.00	.619
1.25	3.735	1.25	2.897	1.25	2.342	1.25	1.860
1.50	6.387	1.50	5.272	1.50	4.127	1.50	3.520
1.75	10.841	1.75	7.914	1.75	6.253	1.75	5.384
2.00	14.886	2.00	12.291	2.00	8.671	2.00	7.418
2.25	18.595	2.25	16.133	2.25	12.161	2.25	9.629
2.50	22.560	2.50	20.043	2.50	15.945	2.50	12.070
2.75	26.579	2.75	24.013	2.75	19.812	2.75	15.802
3.00	30.683	3.00	28.041	3.00	23.780	3.00	19.618

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1952-1965

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
MOYENNE	163.6	164.6	165.3	166.4	168.6	177.1	208.4	231.8	447.3	592.6	643.1	823.0
ECART TYPE	1.241	1.237	1.236	1.229	1.218	1.216	1.311	1.307	1.352	1.283	1.257	1.127
ASYMETRIE	.860	.883	.873	1.000	1.188	.826	.587	.619	.058	-0.449	-0.692	.546

PROBABILITE/DEBITS

.99	113.6	115.3	115.9	119.9	126.4	126.7	124.8	140.6	224.7	306.1	337.9	654.0
.98	116.5	118.1	118.8	122.3	128.2	129.7	130.4	146.6	243.1	335.2	371.5	667.4
.95	121.8	123.2	123.9	126.8	131.7	135.2	140.2	157.1	273.8	382.0	424.7	689.8
.90	127.5	128.9	129.6	131.9	135.9	141.1	150.4	168.2	304.5	426.5	474.3	712.1

ENMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 160.38

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000
.75	.017	.75	.007	.75	0.000	.75	0.000
1.00	1.436	1.00	1.250	1.00	.926	1.00	.312
1.25	3.135	1.25	2.934	1.25	2.588	1.25	2.224
1.50	4.929	1.50	4.703	1.50	4.327	1.50	3.942
1.75	6.801	1.75	6.543	1.75	6.126	1.75	5.712
2.00	8.741	2.00	8.444	2.00	7.980	2.00	7.530
2.25	10.747	2.25	10.402	2.25	9.882	2.25	9.392
2.50	12.821	2.50	12.413	2.50	11.828	2.50	11.293
2.75	14.967	2.75	14.484	2.75	13.817	2.75	13.229
3.00	17.188	3.00	16.616	3.00	15.851	3.00	15.204

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1916-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
MOYENNE	48.8	50.8	54.6	57.1	59.6	66.3	79.6	98.2	139.9	168.0	195.9	376.3
ECART TYPE	1.518	1.512	1.494	1.438	1.428	1.413	1.445	1.451	1.467	1.628	1.566	1.323
ASYMETRIE	-0.497	-0.668	-0.848	-1.190	-1.187	-1.329	-1.148	-1.109	-1.106	-0.028	-0.072	-0.190
PROBABILITE/DEBITS												
.99	15.9	16.0	17.8	23.3	24.9	27.3	32.5	42.0	49.0	54.6	67.4	204.2
.98	16.6	18.9	21.0	26.1	27.8	30.7	36.4	45.9	55.0	62.2	76.6	218.1
.95	23.3	24.0	26.4	30.8	32.6	36.4	42.8	52.6	65.5	75.6	92.8	241.3
.90	28.1	29.3	32.0	35.6	37.5	42.1	49.4	59.8	76.8	90.1	109.9	264.5

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 57.04

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.113	.50	.080	.50	.030	.50	.001
.75	.960	.75	.652	.75	.292	.75	.115
1.00	2.275	1.00	1.899	1.00	1.292	1.00	.757
1.25	4.053	1.25	3.488	1.25	2.783	1.25	2.059
1.50	7.046	1.50	5.559	1.50	4.505	1.50	3.691
1.75	10.429	1.75	8.557	1.75	6.492	1.75	5.503
2.00	13.948	2.00	11.922	2.00	8.869	2.00	7.488
2.25	17.563	2.25	15.424	2.25	11.901	2.25	9.567
2.50	21.258	2.50	19.024	2.50	15.365	2.50	12.018
2.75	25.022	2.75	22.704	2.75	18.872	2.75	15.182
3.00	28.847	3.00	26.453	3.00	22.671	3.00	18.872

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1922-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MOYENNE	116.3	136.9	150.5	156.3	166.2	184.5	218.5	254.7	342.4	395.9	456.2	836.9
ECART TYPE	1.654	1.517	1.472	1.458	1.422	1.406	1.410	1.448	1.839	1.880	1.473	1.264
ASYMETRIE	4.639	-0.466	-0.393	-0.376	-0.251	.033	-0.237	-0.261	-0.238	-0.210	-0.279	.093
PROBABILITE/DEBITS												
.99	28.7	45.1	54.9	58.7	68.6	84.1	92.6	100.8	116.5	140.2	171.4	489.6
.98	36.2	52.6	62.9	66.9	76.9	92.1	103.4	113.6	133.8	160.0	194.7	519.6
.95	46.9	65.6	76.6	80.9	90.9	105.6	121.5	135.4	163.8	194.1	234.4	568.8
.90	59.6	78.9	90.5	95.2	104.9	119.3	139.6	157.4	198.1	229.6	275.0	616.9

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 154.38

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.006	.25	.002	.25	0.000	.25	0.000
.50	.104	.50	.059	.50	.022	.50	.010
.75	.825	.75	.429	.75	.210	.75	.115
1.00	2.777	1.00	2.054	1.00	1.154	1.00	.613
1.25	5.147	1.25	4.150	1.25	2.906	1.25	1.964
1.50	7.793	1.50	6.568	1.50	4.920	1.50	3.748
1.75	11.053	1.75	9.291	1.75	7.190	1.75	5.707
2.00	14.639	2.00	12.651	2.00	9.782	2.00	7.842
2.25	18.334	2.25	16.233	2.25	12.904	2.25	10.226
2.50	22.113	2.50	19.922	2.50	16.391	2.50	13.130
2.75	25.965	2.75	23.694	2.75	20.006	2.75	16.804
3.00	29.880	3.00	27.539	3.00	23.715	3.00	20.940

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1921-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
MOYENNE	134,3	168,6	194,1	201,5	214,6	234,5	268,2	298,3	308,6	443,3	506,9	907,4
ECART TYPE	1,956	1,945	1,312	1,380	1,279	1,281	1,302	1,345	1,465	1,483	1,454	1,261
ASYMETRIE	-2,526	-2,937	-0,707	-0,398	-0,041	0,323	0,599	0,617	0,182	0,072	-0,121	0,059
PROBABILITE/DEBITS												
.99	10,1	29,3	90,0	102,3	120,1	139,7	163,2	171,6	164,9	181,0	205,3	554,2
.98	17,3	43,0	100,8	112,0	128,7	147,2	170,3	179,7	182,7	200,4	229,4	586,4
.95	34,8	70,5	110,4	127,7	142,7	159,7	182,5	194,1	209,9	233,7	270,4	638,4
.90	58,2	100,5	135,1	148,8	156,4	172,3	195,4	209,2	238,2	266,3	312,3	689,0

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 200,38

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.029	.25	.019	.25	.007	.25	0.000
.50	.092	.50	.074	.50	.041	.50	.018
.75	.184	.75	.156	.75	.110	.75	.064
1.00	.961	1.00	.792	1.00	.884	1.00	.364
1.25	4.499	1.25	3.828	1.25	2.256	1.25	1.633
1.50	8.067	1.50	6.548	1.50	4.693	1.50	3.581
1.75	11.752	1.75	10.108	1.75	7.570	1.75	5.839
2.00	15.535	2.00	13.797	2.00	11.038	2.00	8.578
2.25	19.398	2.25	17.582	2.25	14.661	2.25	11.927
2.50	23.333	2.50	21.447	2.50	18.392	2.50	15.482
2.75	27.332	2.75	25.382	2.75	22.208	2.75	19.155
3.00	31.395	3.00	29.381	3.00	26.101	3.00	22.924

MASKINONGE AU PONT DU C.N. PRES DE SAINTE-URSULE

STATION NUMERO 92401

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1926-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
MOYENNE	68,3	72,5	79,8	82,5	89,0	101,4	123,5	152,2	204,7	251,5	311,0	628,0
ECART TYPE	1,712	1,694	1,633	1,613	1,595	1,602	1,548	1,518	1,765	1,720	1,635	1,260
ASYMETRIE	-0,719	-0,776	-0,763	-0,769	-0,874	-0,819	-0,687	-0,511	-0,173	-0,307	-0,437	-0,305
PROBABILITE/DEBITS												
.99	14,9	15,9	19,4	20,9	22,5	25,8	36,1	49,5	56,3	63,2	84,9	348,6
.98	18,6	20,0	23,9	25,7	27,9	31,8	43,3	57,9	66,1	75,7	101,5	376,6
.95	28,6	27,5	32,2	34,3	37,4	42,6	55,8	72,5	82,9	98,6	131,0	421,4
.90	33,3	35,8	41,0	43,6	47,6	54,0	69,0	87,6	102,3	123,6	162,7	464,0

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 84,01

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.017	.25	.004	.25	0.000	.25	0.000
.50	.561	.50	.318	.50	.079	.50	.019
.75	1.662	.75	1.263	.75	.695	.75	.280
1.00	3.555	1.00	2.546	1.00	1.752	1.00	1.006
1.25	6.463	1.25	4.941	1.25	3.102	1.25	2.224
1.50	9.788	1.50	7.811	1.50	5.326	1.50	3.643
1.75	13.298	1.75	11.027	1.75	7.966	1.75	5.658
2.00	16.816	2.00	14.438	2.00	10.836	2.00	8.108
2.25	20.444	2.25	17.947	2.25	13.949	2.25	10.757
2.50	24.134	2.50	21.532	2.50	17.275	2.50	13.509
2.75	27.876	2.75	25.181	2.75	20.717	2.75	16.608
3.00	31.668	3.00	28.885	3.00	24.242	3.00	19.817

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1925-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
MOYENNE	125.2	134.2	146.3	151.4	158.9	180.3	210.5	254.5	337.4	402.7	479.0	910.8
ECART TYPE	1.858	1.820	1.481	1.440	1.435	1.447	1.451	1.465	1.983	1.634	1.523	1.242
ASYMETRIE	-.230	-.344	-.324	-.385	-.408	-.214	-.391	-.792	-.178	-.149	-.318	-.185

PROBABILITE/DEBITS

.99	41.4	45.6	56.4	58.6	61.8	72.1	75.6	84.6	98.3	121.9	163.5	534.1
.98	47.7	52.7	64.8	66.6	70.2	81.0	87.6	99.9	114.8	141.4	188.4	571.2
.95	58.7	64.8	76.8	80.1	84.4	96.1	107.9	126.2	144.1	176.1	231.4	639.6
.90	70.3	77.5	89.8	93.7	98.8	111.4	120.4	132.8	159.7	212.2	278.1	687.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7=2)

DEBIT Q7=2 = 149.25

PROBABILITE =0.99			PROBABILITE =0.98			PROBABILITE =0.95			PROBABILITE =0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7=2
.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	.112		.50	.044		.50	.017		.50	.003	
.75	1.430		.75	.852		.75	.279		.75	.115	
1.00	3.606		1.00	2.623		1.00	1.448		1.00	.795	
1.25	6.140		1.25	5.000		1.25	3.199		1.25	2.041	
1.50	8.947		1.50	7.627		1.50	5.565		1.50	3.719	
1.75	12.121		1.75	10.492		1.75	8.123		1.75	6.009	
2.00	15.559		2.00	13.654		2.00	10.931		2.00	8.931	
2.25	19.116		2.25	17.056		2.25	13.915		2.25	11.227	
2.50	22.763		2.50	20.581		2.50	17.132		2.50	14.097	
2.75	26.486		2.75	24.199		2.75	20.828		2.75	17.182	
3.00	30.278		3.00	27.894		3.00	24.038		3.00	20.396	

DES ESCOUMINS A 1.9 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE 15 A ESCOUMINS

STATION NUMERO 70801

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1925-1968

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
MOYENNE	80.2	85.9	89.7	92.0	97.8	108.2	125.7	146.8	213.3	341.3	385.5	901.2
ECART TYPE	1.347	1.391	1.394	1.388	1.383	1.378	1.306	1.295	1.944	1.819	1.840	1.882
ASYMETRIE	1.809	1.350	1.218	1.160	.930	.410	1.049	1.394	.680	-.078	-.281	.620

PROBABILITE/DEBITS

.99	98.1	55.0	56.6	56.9	57.5	56.6	83.0	104.3	120.3	212.7	223.9	396.1
.98	98.4	56.0	56.9	58.3	59.5	60.3	85.0	105.6	120.1	225.2	240.3	404.2
.95	99.3	58.1	59.5	61.1	63.3	66.5	88.9	109.4	130.3	245.2	266.4	486.1
.90	98.6	60.7	62.6	64.4	67.5	73.0	93.3	112.1	147.3	264.3	291.1	447.6

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7=2)

DEBIT Q7=2 = 83.95

PROBABILITE =0.99			PROBABILITE =0.98			PROBABILITE =0.95			PROBABILITE =0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7=2
.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	0.000		.50	0.000		.50	0.000		.50	0.000	
.75	.197		.75	.098		.75	.025		.75	.008	
1.00	.898		1.00	.765		1.00	.546		1.00	.340	
1.25	1.756		1.25	1.611		1.25	1.357		1.25	1.091	
1.50	2.773		1.50	2.631		1.50	2.373		1.50	2.090	
1.75	3.949		1.75	3.822		1.75	3.583		1.75	3.314	
2.00	7.222		2.00	6.845		2.00	6.199		2.00	5.542	
2.25	9.578		2.25	9.169		2.25	8.472		2.25	7.755	
2.50	11.963		2.50	11.523		2.50	10.775		2.50	10.006	
2.75	14.372		2.75	13.904		2.75	13.107		2.75	12.288	
3.00	16.804		3.00	16.310		3.00	15.468		3.00	14.601	

AU TONNERRE A 0.4 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE 15

STATION NUMERO 73301

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1950-1968

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

MOYENNE	75.9	76.3	77.4	78.4	80.1	85.1	102.7	127.8	228.2	488.6	571.9	721.1
ECART TYPE	1.377	1.381	1.391	1.397	1.407	1.424	1.547	1.642	1.677	1.287	1.375	1.202
ASYMETRIE	.888	.889	.917	.930	.940	.935	.898	.891	-.814	-.904	-.443	-.189
PROBABILITE/DEBITS												
.99	44.4	44.5	44.9	45.3	46.0	47.8	45.2	50.2	56.6	256.8	243.9	458.4
.98	46.0	46.2	46.6	47.0	47.7	49.6	48.4	54.3	60.9	279.4	274.5	485.4
.95	49.1	49.2	49.6	50.0	50.8	53.0	54.3	62.0	91.0	315.9	325.3	527.9
.90	52.5	52.7	53.1	53.5	54.3	56.9	60.8	70.4	115.1	351.0	375.2	567.8

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBITSELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 73.61

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000
.75	.038	.75	.039	.75	.078	.75	.020
1.00	2.224	1.00	1.811	1.00	1.424	1.00	1.014
1.25	3.299	1.25	3.068	1.25	2.655	1.25	2.207
1.50	4.647	1.50	4.404	1.50	3.975	1.50	3.500
1.75	13.125	1.75	11.997	1.75	10.002	1.75	7.958
2.00	15.495	2.00	14.343	2.00	12.307	2.00	10.220
2.25	17.858	2.25	16.685	2.25	14.612	2.25	12.489
2.50	22.210	2.50	19.017	2.50	16.914	2.50	14.764
2.75	22.544	2.75	21.338	2.75	19.208	2.75	17.041
3.00	23.488	3.00	23.643	3.00	21.493	3.00	19.318

HARRICANA A 2.1 MI. EN AVAL DU PONT-ROUTE 45 A AMOS

STATION NUMERO R0101

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1915-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54

MOYENNE	494.8	506.6	517.5	523.2	532.1	557.7	621.6	715.8	1013.8	1566.0	1776.0	2130.5
ECART TYPE	1.345	1.333	1.327	1.323	1.316	1.314	1.308	1.306	1.343	1.321	1.338	1.237
ASYMETRIE	-.434	-.478	-.440	-.496	-.445	-.379	-.263	-.326	-.398	-.756	-.776	-.022
PROBABILITE/DEBITS												
.99	226.2	235.0	242.0	246.7	257.0	274.4	316.5	361.4	468.9	705.4	775.9	1293.4
.98	251.8	261.4	269.1	274.0	284.0	301.8	345.3	395.6	520.4	794.9	877.5	1372.0
.95	293.7	304.5	313.1	318.4	327.8	346.5	392.3	451.0	605.0	940.3	1043.6	1498.7
.90	334.6	346.3	355.6	361.2	370.2	389.6	437.9	504.6	687.5	1079.5	1203.8	1620.6

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBITSELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 529.70

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2	M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.030	.50	.002	.50	0.000	.50	0.000
.75	.047	.75	.053	.75	.253	.75	.087
1.00	2.488	1.00	1.978	1.00	1.362	1.00	.907
1.25	4.630	1.25	4.016	1.25	3.103	1.25	2.376
1.50	6.498	1.50	6.214	1.50	5.186	1.50	4.281
1.75	9.256	1.75	8.506	1.75	7.381	1.75	6.382
2.00	11.488	2.00	10.873	2.00	9.656	2.00	8.575
2.25	14.186	2.25	13.304	2.25	11.995	2.25	10.836
2.50	16.742	2.50	15.791	2.50	14.391	2.50	13.155
2.75	19.354	2.75	18.332	2.75	16.838	2.75	15.527
3.00	22.024	3.00	20.921	3.00	19.331	3.00	17.945

BELL A 5.6 MI. EN AMONT DU PONT C.N. A SENNETERRE

STATION NUMERO R0706

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1915-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
MOYENNE	331.7	339.4	344.3	346.9	351.3	365.8	400.2	450.9	500.2	569.7	1002.1	1148.5
ECART TYP	1.355	1.326	1.321	1.320	1.317	1.309	1.297	1.283	1.260	1.263	1.299	1.218
ASYMETRIE	-0.972	-0.914	-0.866	-0.845	-0.829	-0.804	-0.792	-0.727	-0.041	-0.363	-0.424	.181
PROBABILITE/DEBITS												
.99	133.2	146.9	152.2	154.2	157.6	167.7	189.0	222.2	336.5	475.4	503.7	745.9
.98	153.8	167.4	172.0	174.6	178.1	188.8	211.7	246.8	359.1	515.4	553.3	781.6
.95	187.8	200.7	205.7	207.7	211.3	222.8	248.2	286.2	395.6	579.3	633.3	839.6
.90	220.8	232.6	237.3	239.3	243.0	255.2	282.7	323.4	431.0	640.1	710.1	896.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBITSECON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 354.23

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.091	.50	.011	.50	0.000	.50	0.000
.75	1.274	.75	.848	.75	.364	.75	.107
1.00	3.002	1.00	2.494	1.00	1.722	1.00	1.098
1.25	4.900	1.25	4.363	1.25	3.509	1.25	2.719
1.50	6.933	1.50	6.390	1.50	5.518	1.50	4.692
1.75	9.086	1.75	8.542	1.75	7.665	1.75	6.827
2.00	11.354	2.00	10.803	2.00	9.913	2.00	9.061
2.25	13.729	2.25	12.159	2.25	12.246	2.25	11.374
2.50	16.205	2.50	14.602	2.50	14.653	2.50	13.753
2.75	18.776	2.75	17.125	2.75	17.126	2.75	16.192
3.00	21.459	3.00	20.725	3.00	19.660	3.00	18.685

MEGISCANE A 8.4 MI. EN AMONT DU LAC PARENT

STATION NUMERO R0717

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1924-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
MOYENNE	1576.3	1581.5	1595.4	1606.5	1622.2	1686.7	1616.0	2014.8	2730.1	4553.2	5089.5	5917.1
ECART TYP	1.169	1.168	1.168	1.170	1.172	1.185	1.210	1.227	1.242	1.275	1.275	1.228
ASYMETRIE	-0.087	-0.118	-0.220	-0.289	-0.329	-0.402	-0.441	-0.436	.114	-0.678	-1.116	-0.083
PROBABILITE/DEBITS												
.99	1085.8	1087.3	1083.7	1079.9	1079.8	1081.4	1097.2	1175.1	1679.9	2301.4	2401.3	3620.8
.98	1136.0	1138.5	1138.0	1137.4	1139.6	1148.5	1175.8	1265.1	1773.4	2543.9	2714.3	3842.8
.95	1215.0	1218.4	1224.2	1226.6	1232.2	1252.7	1298.6	1406.8	1925.6	2930.5	3212.6	4198.2
.90	1288.9	1293.7	1303.4	1308.9	1317.4	1348.6	1412.4	1539.1	2074.2	3294.4	3676.2	4537.7

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBITSECON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

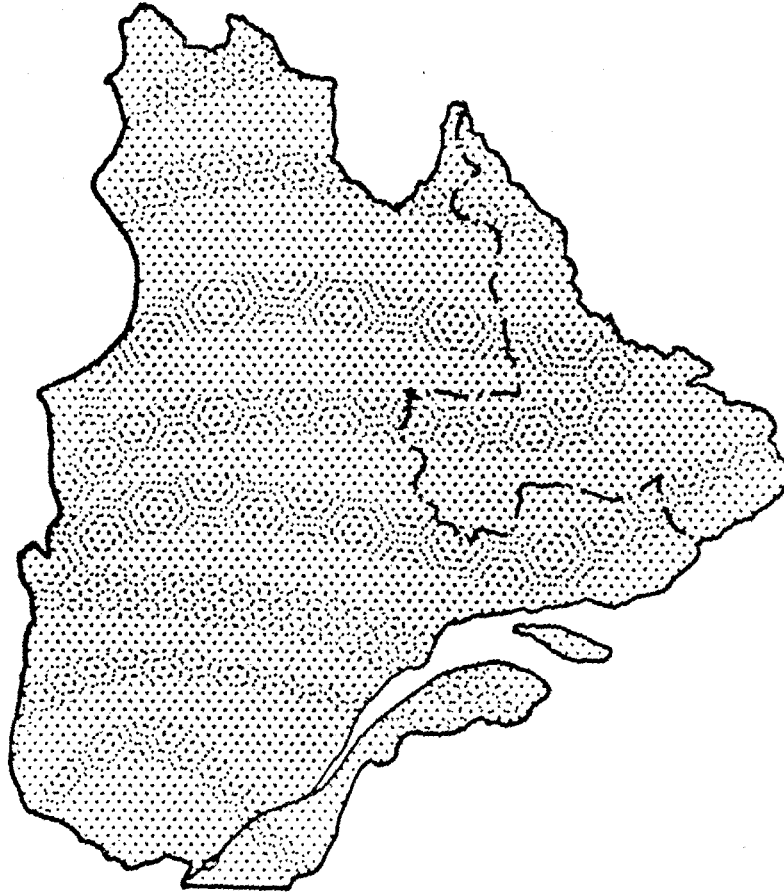
DEBIT Q7-2 = 1615.24

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000
.75	.434	.75	.094	.75	0.000	.75	0.000
1.00	2.149	1.00	1.732	1.00	1.108	1.00	.625
1.25	4.828	1.25	3.592	1.25	2.906	1.25	2.271
1.50	6.932	1.50	6.601	1.50	4.918	1.50	4.274
1.75	8.150	1.75	7.728	1.75	7.051	1.75	6.404
2.00	10.377	2.00	9.953	2.00	9.270	2.00	8.615
2.25	12.709	2.25	12.266	2.25	11.561	2.25	10.887
2.50	15.139	2.50	14.658	2.50	13.915	2.50	13.216
2.75	17.664	2.75	17.123	2.75	16.326	2.75	15.592
3.00	20.285	3.00	19.656	3.00	18.788	3.00	18.012

Annexe A4

LISTE DES SYMBOLES

E M M.	:	Emmagasinement
M. I.	:	Mille
M.P.C.	:	Million de pieds cubes
Q ₇₋₂	:	Débit moyen de sept jours consécutifs et de période de retour deux ans.



ANNEXE A-5

CONCEPTION DU MODÈLE

Annexe A5

TABLE DES MATIERES

Conception du modèle	A5-1
Genèse des apports liquides	A5-3
Evaluation de l'évapotranspiration	A5-5
Remarques sur la formation des écoulements	A5-6
Liste des symboles	A5-8

CONCEPTION DU MODELE

Le bassin versant délimité à l'amont de la station de mesure, est découpé d'abord en polygones correspondant à l'aire d'influence de chacun des postes pluviométriques associés au bassin (fig 1-A), ensuite en zones "isochrones". Les deux découpages délimitent des surfaces appartenant chacune à une zone d'influence pluviométrique J et à une zone isochrone I. L'identification de cette appartenance permet d'obtenir la matrice caractéristique du bassin $S(I,J)$ représentant la superficie de la parcelle soumise à l'influence du pluviomètre J et incluse à la zone isochrone I (Roche 1967).

Chacune de ces parcelles est représenté par un ensemble de (L ou au maximum N), réservoirs dont la superficie correspond à des zones homogènes du point de vue couverture végétale, structure des sols, épaisseur de la zone aérée.

Au temps t, sur le contenu en eau W de chacun de ces L réservoirs, successivement, on prélève l'évapotranspiration E à un taux fixe ou en fonction de la quantité d'eau totale qu'il contient, on ajoute la quantité des apports liquides A provenant des eaux de fonte de neige et des eaux pluviales, et on retranche la quantité d'eau d'écoulement q évacuée par les deux orifices affectés à chacun de ces réservoirs. Ce bilan peut s'exprimer de la façon suivante:

$$W_t = W_{t-1} - E + A - q$$

(1)

Chaque réservoir alimente directement le cours d'eau au moyen de trois orifices. Chacun de ces réservoirs dont le contenu représente la hauteur d'eau disponible ou plutôt la hauteur d'eau mobilisable dans le sol, fournit un écoulement relativement lent, sensé représenter un écoulement intermédiaire entre le ruissellement et l'écoulement de base issu de la parcelle $S(I,J)$ et qui est défini par une loi de vidange du type laminaire, proportionnelle à la puissance $3/2$ de la charge, égale dans ce cas à W . Temporairement quand W a une valeur supérieure à Lx , chacun de ces réservoirs fournit un écoulement rapide assimilé à un ruissellement pur ou retardé et défini par une loi de vidange du type turbulent. Cet écoulement est proportionnel au carré de la charge, égale dans ce cas à $W - Lx$.

Quand W a une valeur supérieure à Lx , il y a infiltration dans le compartiment de base qui simule l'écoulement des nappes; la loi de vidange de ce réservoir est du type laminaire, proportionnelle à la charge, égale dans ce cas à w .

Nous pouvons donc écrire:

où K_1 , K_2 et K_3 sont des coefficients dépendant de la perméabilité du sol, de la dimension du bassin et enfin du pas de temps choisi.

La sommation des écoulements issus des L réservoirs, représente l'écoulement global fourni par le polygone affecté au poste pluviométrique J. Après redistribution de cet écoulement proportionnellement à la valeur des éléments des lignes I de la matrice $S(I,J)$ pour le poste pluviométrique J, nous assurons le transport de chacun de ces écoulements élémentaires du lieu de sa formation à l'exutoire selon la méthode de l'isochronisme (Roche, 1967) sans prévoir par ailleurs de variation des durées d'isochronisme ou d'étalement de l'onde de crue.

L'écoulement global à l'exutoire est obtenu par la sommation directe des écoulements élémentaires ainsi acheminés.

GENESE DES APPORTS LIQUIDES

Sur chacun des L ou au maximum N réservoirs affectés au poste météorologique J, les apports en eau liquide sont

évalués à partir des précipitations liquides tombées au poste J et des lames d'eau de fusion (fig 1-B). La détermination de la lame d'eau de fonte demande la connaissance de nombreuses variables (humidité de l'air, isolation, température de l'air...) et exigerait pour être exacte de tenir compte de nombreux effets (répartition spatiale du stock de neige, murissement de celui-ci, rétention en eau, exposition, couvert végétal).

Par souci de simplification, seuls ont été retenu:

comme variables principales:	la température moyenne de l'air et l'équivalent en eau du stock de neige;
comme facteur principal :	la couverture végétal;
comme paramètres :	le seuil de température et le taux de fonte sous ces deux couverts.

Ainsi nous avons procédé à un autre découpage en surface du bassin versant, non seulement selon les polygones affectés au poste météorologique J comme précédemment, mais également en deux zones superficielles l'une entièrement re-

couverte de forêts et l'autre déboisée. A chacune de ces zones sont affectés les taux de fonte 0,05 et 0,06 pouce par degré-jour et des seuils de température de 32⁰F (sol boisé) et 27⁰F (sol déboisé) qui permettent d'évaluer la lame d'eau produite sur chacune d'elle en fonction de la température moyenne. La lame moyenne de fonte sur le polygone J est une pondération des lames calculées sur chacune des zones superficielles. Cette partie du modèle de type matriciel se prête facilement à l'introduction de toutes nouvelles variables et facteurs conditionnels de fonte de neige (Charbonneau 1969, Girard 1970).

EVALUATION DE L'EVAPOTRANSPIRATION

Tous les modèles déterministes et conceptuels sont basés sur le bilan de l'eau dans le sol ou bien utilisent un indice d'humidité variable selon la saison. Dans ce bilan, le terme "perte par évapotranspiration" représente sous bien des climats un pourcentage très important des précipitations. Or, d'aucuns savent combien il est délicat de tenter d'apprécier la valeur de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et surtout la valeur de l'évapotranspiration réelle véritable, compromis entre le pouvoir évaporant de l'atmosphère et les disponibilités en eau du sol.

Engagé dans la voie des approximations et des simplifications nous avons admis que pour un sol donné l'évapotranspiration réelle demeure égale à l'évapotranspiration potentielle tant que le déficit en eau du sol n'a pas atteint une certaine valeur, puis elle diminue linéairement ou non en fonction du pourcentage de l'humidité encore disponible. L'indice servant à évaluer ETP est choisi parmi les données dont on dispose:

- évaporation moyenne mensuelle ou journalière du bac de classe "A"
- évaporation journalière du bac WRIGHT
- données météorologiques (température-humidité)

Un paramètre de réglage permet d'ajuster les valeurs de l'indice choisi en vue du calcul de l'évapotranspiration réelle.

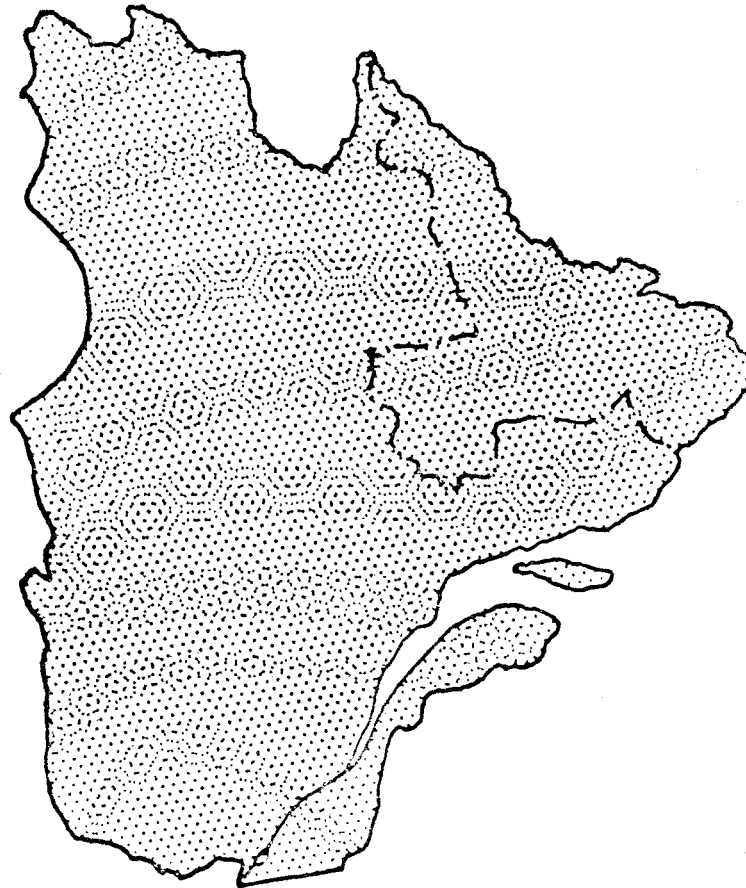
REMARQUES SUR LA FORMATION DES ECOULEMENTS

Il est bien connu que dans un bassin versant, il existe des zones qui absorbent toujours les précipitations, quelles que soient leurs intensités; d'autres qui gorgées temporairement d'eau deviennent imperméables; d'autres encore qui toujours soumises à l'emprise de la frange capillaire d'une nappe peu profonde vont réagir à chaque impulsion pluviométrique.

Dans ces conditions, il est inutile de rechercher la précision sur une verticale alors qu'actuellement il est même quasiment impossible de formuler dans un plan horizontal les écoulements et les divers échanges d'eau entre ces zones, sans parler d'ailleurs des variations et des interactions des écoulements souterrains. S'il est certain que le découpage de chaque polygone au maximum en N réservoirs indépendants dans l'espace ne représente pas directement la réalité, celui-ci permet de pouvoir représenter l'aire d'influence du poste pluviométrique ou météorologique par une série de zones homogènes du point de vue des caractéristiques du sol et de mieux suivre la formation des écoulements sur chacune d'elles. Un semblable découpage avait été suggéré par (KOHLER,1962) pour déterminer la valeur de l'indice moyen d'humidité du sol nécessaire au calcul du rendement de l'averse. Bien que les hypothèses retenues ne soient valides que sous certaines conditions, le modèle appliqué aux divers bassins de superficie très variables et sous des climats différents donne des reproductions de débit forts encourageantes.

LISTE DES SYMBOLES

L	:	Le nombre de réservoirs sur une parcelle
N	:	Le nombre maximum que peut prendre L
W	:	Le contenu en eau (pouces) dans la partie supérieure du réservoir
w	:	Le contenu en eau (pouces) dans la partie inférieure (compartiment de base) du réservoir
ETP	:	L'évapotranspiration potentielle
E	:	L'évapotranspiration réelle
A	:	L'apport liquide (fonte plus pluie)
q	:	L'écoulement quotidien en pouces d'eau
S(I,J)	:	La matrice caractéristique du bassin



ANNEXE A-6

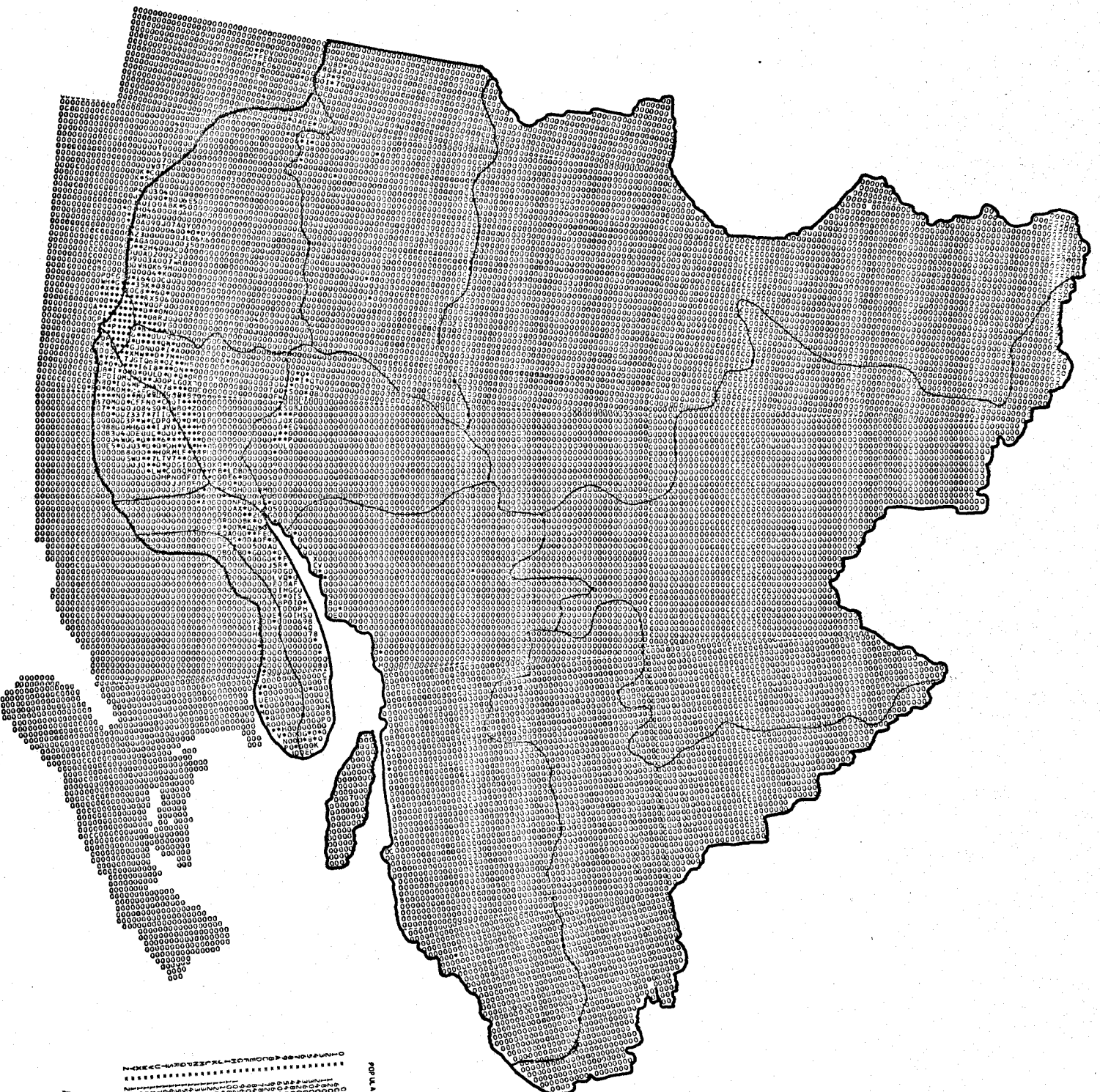
CARTES DE DISTRIBUTION
GÉOGRAPHIQUE

ANNEXE A6

TABLE DES MATIERES

A6-1	Population intervalle 0-60
A6-2	Population intervalle 0-2000 intervalle 0-1, 0-2
A6-3	Superficie des lacs, intervalle 0-1
A6-4	Superficie des lacs intervalle 0-3
A6-5	Superficie de marécage intervalle 0-3
A6-6	Superficie boisée intervalle 0-3

U.T.M. ZONE NO. 17 - SOUTH OF LATITUDE 60
POPULATION



POPULATION

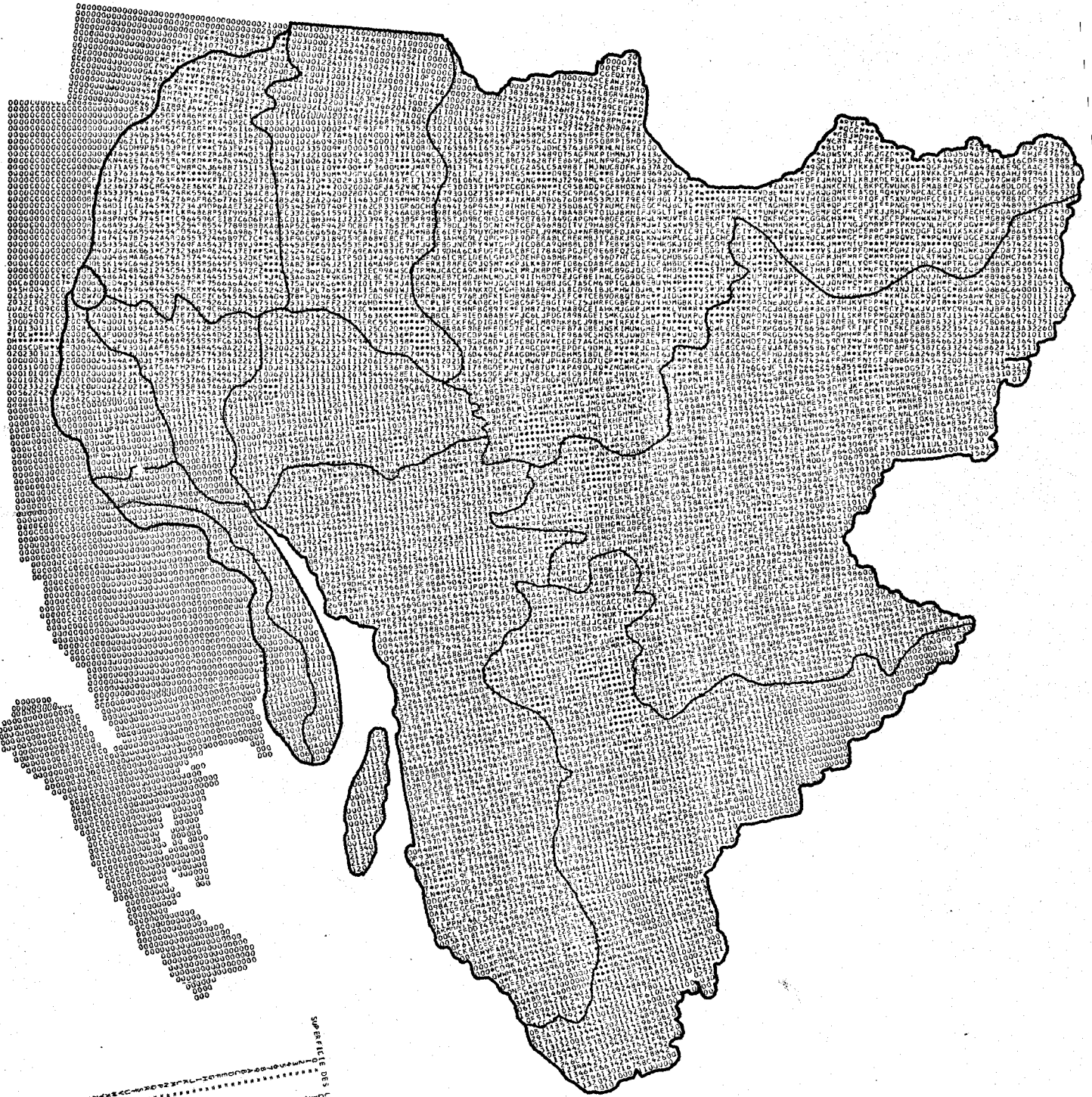
A6-1

AUT. N. ZONE NO. 17 - SOUTH OF LATITUDE 60
POPULATION



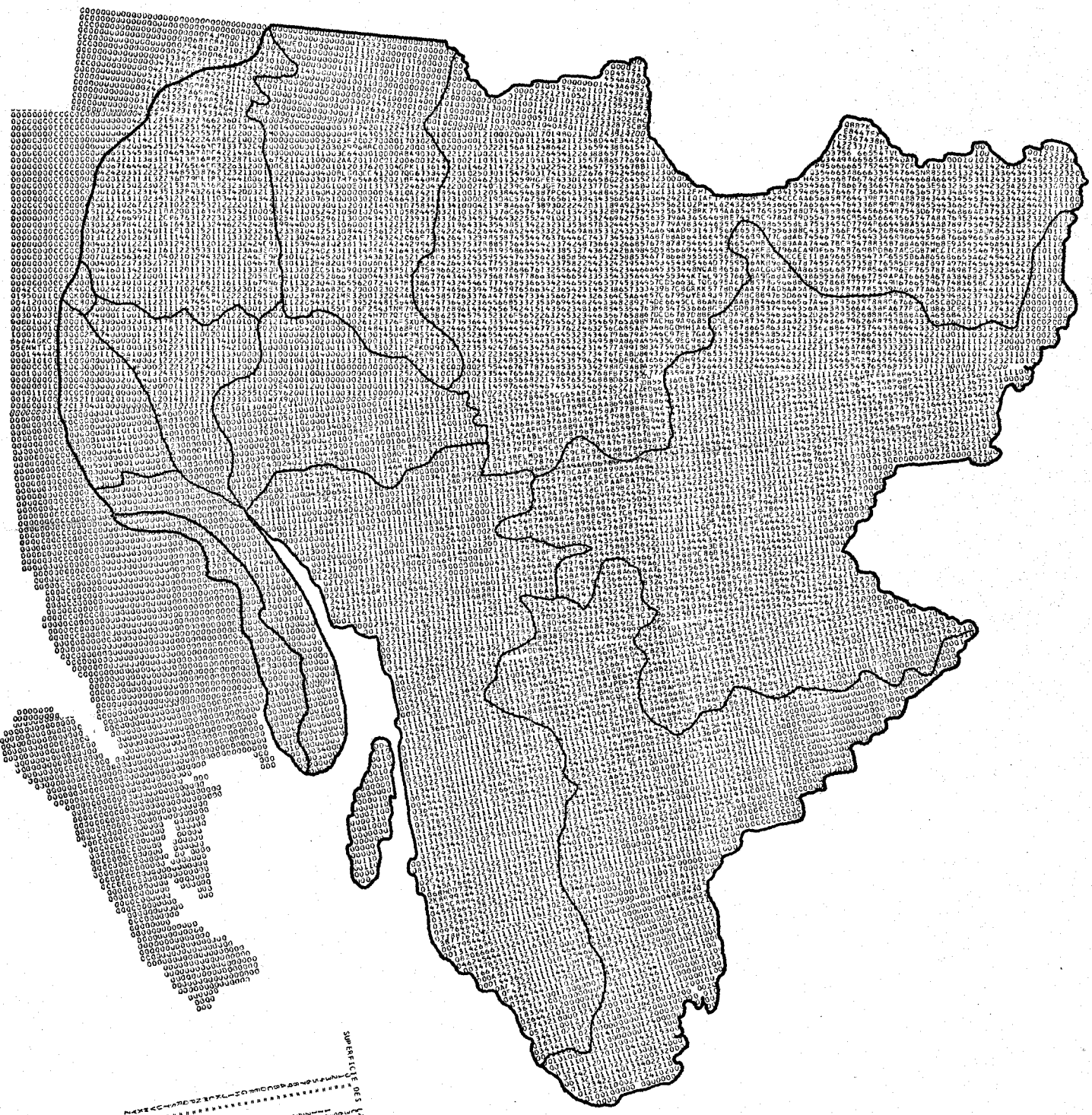
A6-2

AUT. M. ZONE NO. 17 - SOUTH OF LATITUDE 40
SURFACE DES LACS



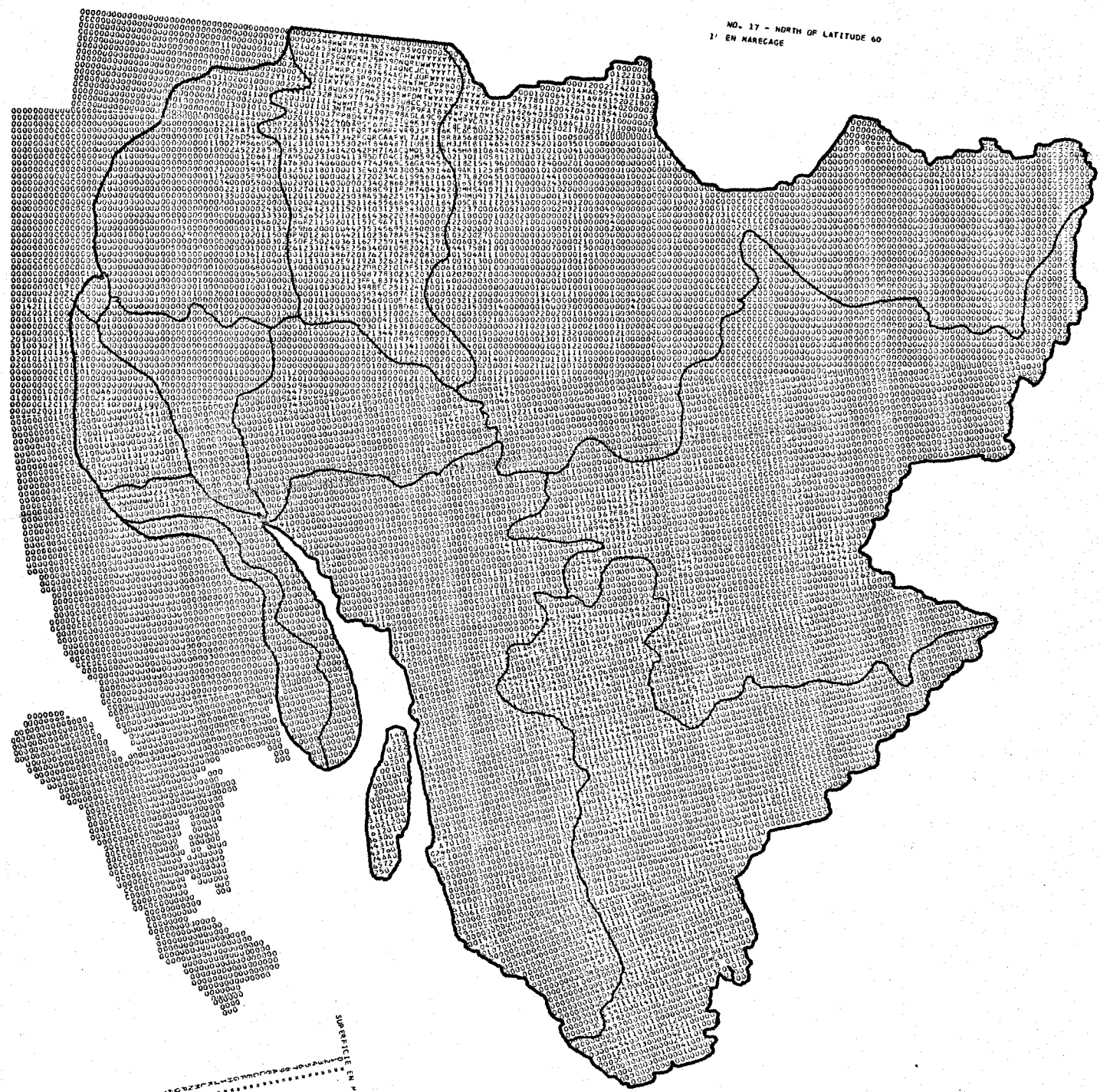
A6 3

SURFACE DES LACS
A6 3



C.U.T.M. ZONE NO. 17 - SOUTH OF LATITUDE 60
SURFICIE EN MARECAGE

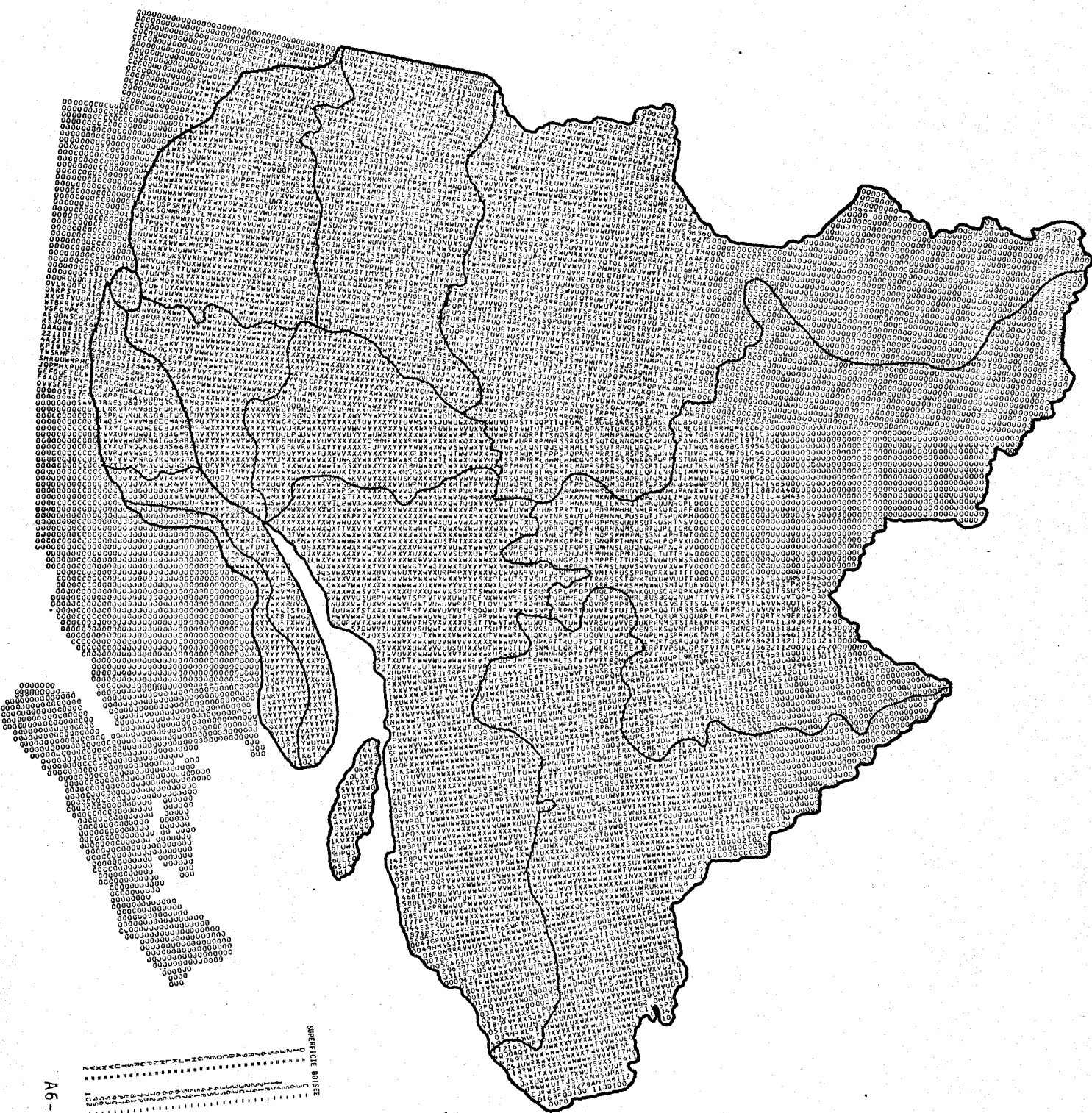
NO. 17 - NORTH OF LATITUDE 60
EN MARECAGE



A6-5

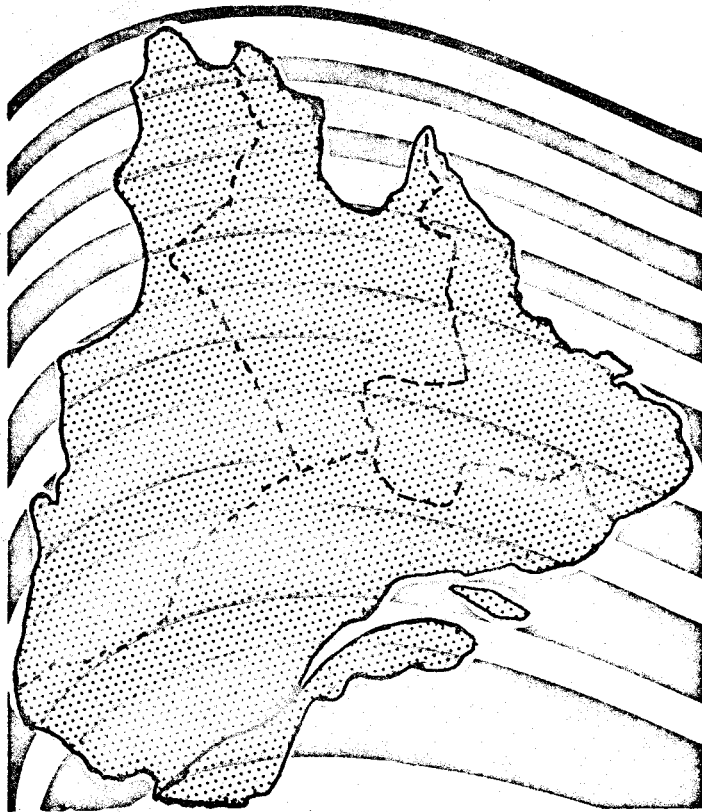
SURFICIE EN MARECAGE

DIST. N. ZONE NO. 17 - SOUTH OF LATITUDE 60
SUPERFICIE BOISEES



RAPPORT

GOVERNEMENT DU CANADA
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



RATIONALISATION
DU
RÉSEAU
HYDROMÉTRIQUE
DU
QUÉBEC

ANNEXE

UNIVERSITE DU QUÉBEC

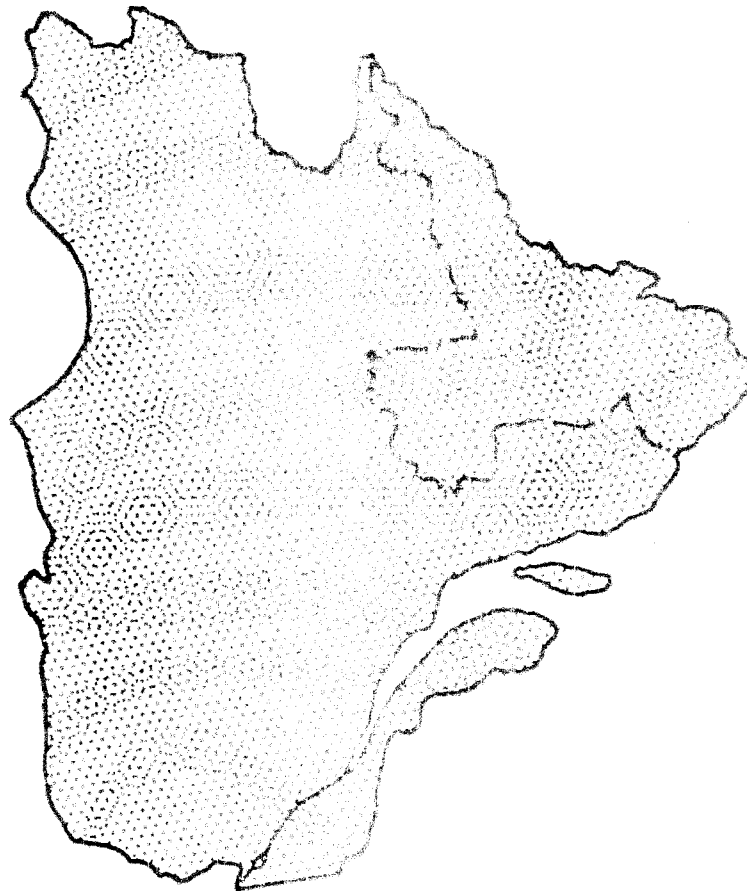
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (INRS)
CENTRE QUÉBÉCOIS DES SCIENCES DE L'EAU (CEQUEAU)

RATIONALISATION
DU
RÉSEAU
HYDROMÉTRIQUE
DU
QUÉBEC

ANNEXE

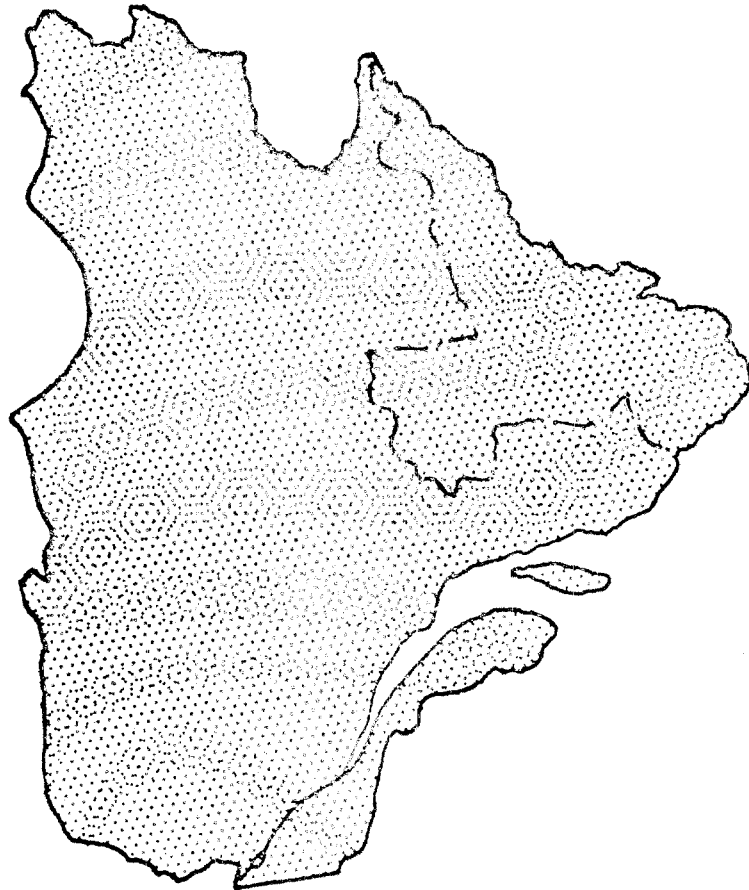
CENTRE QUÉBÉCOIS DES SCIENCES DE L'EAU

I.N.R.S



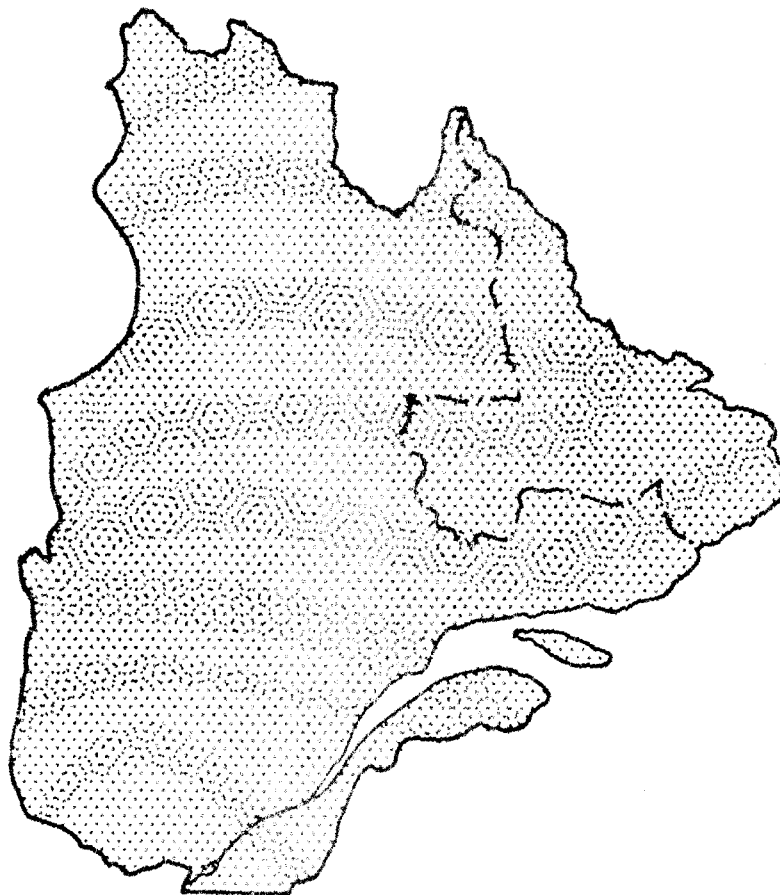
ANNEXE A-1

CALCUL DES ERREURS
SUR LES VARIATES HYDROLOGIQUES



ANNEXE A-2

MÉTHODE DE KARAZEV
ÉQUATIONS THÉORIQUES



ANNEXE A-3

REGRESSIONS

MATRICE DE CORRELATION

Large correlation matrix table with 25 columns and 25 rows of numerical values.

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 14

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETE ETAPE .069
POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .090

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT .484
POURCENTAGE REDUIT .630 DE .769

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE793
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .764

ERREUR STANDARD DE L ESTIME161
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .174

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 6.232

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., VALEUR DE T CALCULEE

POUR 3 VARIABLES ENTREES

LOGARITHMES

NATURELLES

Table with 7 columns: VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE, VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVES, STATION NUMERO

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlation coefficients for 16 variables, ranging from 1.000 to -0.871.

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 16

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETE ETAPE .069
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .190

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT .202
POURCENTAGE REDUIT .558 DE .361

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE747
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (ADJUSTE) .696

ERREUR STANDARD DE L ESTIME121
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (ADJUSTE) .130

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 4.625

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., VALFUP DE T CALCULEE

POUR 3 VARIABLES ENTREES

LOGARITHMES

NATURELLES

Table with 7 columns: VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE, VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVES, STATION NUMERO

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlation coefficients for 20 variables, ranging from 1.000 on the diagonal to various values between -0.262 and 0.655.

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 20

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .015
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .078

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT .131
POURCENTAGE REDUIT .703 DE .186

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE839
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .809

ERREUR STANDARD DE L ESTIME071
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .077

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE R.693

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., VALEUR DE T CALCULEE. Rows for variables 11, 14, and 20.

POUR 3 VARIABLES ENTREES

Table with 8 columns: LOGARITHMES, VALEURS CONSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE, VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVES, STATION NUMERO. Lists data for 15 stations.

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlation coefficients (16x16) showing relationships between variables 1 to 16. The diagonal elements are all 1.000. The off-diagonal elements range from approximately -0.473 to 0.741.

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 13

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETE ETAPE .019
POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .121

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT .095
POURCENTAGE REDUIT .610 DE .155

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE701
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .738

ERREUR STANDARD DE L ESTIME074
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .080

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 5.741

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALFUR DE T CALCULEE
-	-3.16216	-	-
16	-.07460	.04592	1.625
19	.22796	.10252	2.224
13	-.02443	.01321	1.850

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGAPITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	-1.169	-1.192	.019	.31	.30	.022	40201
2	-1.303	-1.205	.075	.27	.30	.103	40401
3	-1.167	-1.201	.029	.31	.30	.034	40402
4	-1.078	-1.121	.040	.34	.33	.043	41301
5	-1.297	-1.354	.044	.27	.26	.056	43008
6	-1.261	-1.243	.015	.28	.29	.019	50116
7	-1.220	-1.251	.026	.30	.29	.031	50117
8	-1.259	-1.127	.105	.28	.32	.141	50119
9	-.975	-1.077	.104	.38	.34	.096	52201
10	-1.210	-1.107	.085	.30	.33	.109	52211
11	-1.062	-1.095	.031	.35	.33	.033	52212
12	-1.091	-1.114	.021	.34	.33	.023	52601
13	-1.077	-1.117	.037	.34	.33	.039	52802
14	-1.337	-1.303	.025	.26	.27	.035	80101
15	-1.219	-1.218	.001	.30	.30	.001	80706

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLEF 115 VARIABLE NO 5

MATRICE DE CORRELATION

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 5

SOMME DES CARRÉS REÇUS DANS CETTE ETAPE .051
 POURCENTAGE DES CARRÉS REÇUS DANS CETTE ETAPE .748

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT .222
 POURCENTAGE REDUIT .362

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE961
 ERREUR STANDARD DE L'ESTIME185
 ERREUR STANDARD DE L'ESTIME (AJUSTE)180

VALEUR DE F POUR L'ANALYSE DE LA VARIANCE 25.815

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE	ERREUR STANDARD DE L'ESTIME	VALEUR DE T
1	-.00000	-.00000	-.00000
2	-.00000	-.00000	-.00000
3	-.00000	-.00000	-.00000

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLEF 115 VARIABLE NO 5

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMIQUES			NATURELLES		
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	CORRELATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	CORRELATION RELATIVE
1	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
2	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
3	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
4	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
5	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
6	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
7	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
8	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
9	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
10	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
11	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
12	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999
13	-1.776	-1.776	.999	2.287	2.287	.999

MATRICE DE CORRELIATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
-.262	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
.263	-.563	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-.283	.437	-1.01	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-.475	.891	-.622	-.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-.019	-.563	.293	-.344	-.250	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-.406	.916	-.754	-.359	.868	-.574	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
.209	-.771	-.852	-.399	.607	.493	-.545	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
.137	-.244	-.571	-.277	.172	.069	-.118	.749	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
.453	-.837	.458	-.200	.829	.475	-.942	.397	-.165	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
.202	-.704	.161	-.600	.763	.234	-.591	.755	.482	.118	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-.119	.449	-.135	.619	.397	-.398	.478	-.510	-.254	-.204	-.537	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-.218	-.779	.742	-.295	-.714	.529	-.893	.473	-.064	.778	.527	.637	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-.217	.779	-.651	.075	.695	-.486	.872	-.565	-.045	-.783	-.538	.489	-.939	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
.423	.151	-.058	-.712	-.023	.041	.103	-.145	.027	-.144	.125	-.294	-.095	.311	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
.611	-.442	.573	-.696	.667	.117	-.523	.105	-.053	.542	.439	.312	.448	-.299	.655	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
.456	-.783	.195	-.502	.622	.664	-.710	.853	.565	.572	.600	.482	.682	-.629	.120	.414	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.459	.927	-.476	.409	.886	-.590	.907	-.475	-.130	-.915	-.667	.584	-.868	.868	.038	-.549	-.782	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.167	.075	-.146	.073	.122	.247	-.140	.231	.222	-.010	.151	.378	.217	-.319	.888	-.144	.241	.186	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.644	-.176	.009	-.172	-.423	-.265	-.102	.263	.495	.288	.345	.134	.037	-.130	.245	.538	.375	-.244	.042	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
.418	-.011	.397	-.134	.669	.564	-.783	.733	.354	.757	.422	-.188	.619	-.743	-.264	.281	.859	-.015	.136	.378	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.450	.037	-.078	-.036	.049	-.197	.079	.006	.784	-.126	.248	.642	-.050	.822	-.114	.016	-.188	.077	.075	.191	-.144	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6.473	3.866	3.678	7.108	-.242	4.998	7.290	7.259	6.574	6.220	2.642	-.196	-6.061	5.941	7.258	6.728	7.443	9.286	10.240	8.836	8.071	-1.217	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.557	.369	.215	.170	.588	.804	.375	.070	.222	.283	.419	.087	1.796	1.231	.187	.510	.383	.422	.287	.190	.283	.148	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 16

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .016
 POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .450

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT .199
 POURCENTAGE REDUIT *648 DF .308

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE805
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .747

ERREUR STANDARD DE L ESTIME099
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .107

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 6.743

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-.03349	-	-
1	-.29562	.06874	4.332
20	-.58382	.18791	3.107
16	.08496	.06770	1.255

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	STATION NUMERO
1	-1.517	-1.324	.127	.22	.27	.213	40201
2	-.982	-1.028	.047	.37	.36	.045	40401
3	-1.275	-1.144	.103	.28	.32	.140	40402
4	-1.234	-1.362	.103	.29	.26	.120	41301
5	-1.166	-1.110	.048	.31	.33	.058	43008
6	-1.036	-1.092	.054	.35	.34	.054	50116
7	-1.242	-1.261	.016	.28	.28	.021	50117
8	-1.308	-1.262	.035	.27	.28	.046	50119
9	-.970	-1.048	.081	.38	.35	.075	52201
10	-1.203	-1.275	.060	.30	.28	.069	52211
11	-1.285	-1.195	.070	.28	.30	.094	52212
12	-1.196	-1.268	.060	.30	.28	.069	52201
13	-1.306	-1.333	.021	.27	.26	.027	52802
14	-1.381	-1.417	.026	.25	.24	.035	80101
15	-1.117	-1.138	.019	.33	.32	.021	80706

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.262	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.263	-.543	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.203	.437	-.101	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.475	.091	-.622	.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.019	-.563	.293	-.340	-.250	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.406	.916	-.754	.359	.868	-.574	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.209	-.771	-.452	-.399	-.607	.493	-.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.137	-.244	-.571	-.277	-.172	.069	-.018	.749	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.453	-.837	.458	-.200	-.829	.475	-.942	.397	-.165	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.202	-.708	.161	-.600	-.763	.234	-.591	.755	.482	.414	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.119	.449	-.135	.619	.397	-.394	.478	-.510	-.754	-.204	-.537	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.218	-.779	.742	-.295	-.714	.520	-.893	.473	-.064	.778	.527	-.637	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.217	.779	-.651	.075	.695	-.404	.872	-.565	-.045	-.783	-.538	.489	-.939	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.423	.151	-.058	-.712	-.023	.041	.103	-.145	.027	-.144	.125	-.294	-.095	.311	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.611	-.442	.573	-.696	-.667	.117	-.523	.105	-.453	.542	.439	-.312	.468	-.299	.655	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.456	-.783	.195	-.502	-.622	.664	-.710	.853	.565	.572	.600	-.482	.682	-.629	.120	.414	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.459	.927	-.676	.409	.886	-.590	.947	-.675	-.130	-.915	-.667	.504	-.868	.868	.038	-.549	-.782	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.167	.075	-.146	.073	.122	.247	-.140	.231	.222	-.010	.151	-.378	.217	-.319	.000	-.144	.241	-.186	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.644	-.176	.009	-.172	-.423	-.265	-.162	.263	.495	.288	.345	.134	.837	-.130	.245	.538	-.246	.042	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.418	-.811	.397	-.134	-.669	.564	-.783	.733	.354	.757	.422	-.188	.619	-.743	-.264	.201	.859	-.815	.136	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.105	.562	-.635	-.191	.363	-.506	.652	-.275	.092	-.700	-.121	.833	-.674	.734	.390	-.149	-.472	.611	-.157	-.806	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6.473	3.866	3.678	7.108	-.242	4.998	7.260	7.259	6.574	6.228	2.642	-.156	6.061	5.941	7.250	6.728	7.443	9.286	10.240	8.036	8.071	1.125	1.125	1.125	1.125
.557	.369	.215	.170	.588	.804	.375	.070	.222	.283	.419	.087	1.796	1.231	.187	.510	.303	.422	.207	.190	.263	.317	.317	.317	.317

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 6

SOMME DES CARRS REDUITS DANS CETE ETAPE .091
POURCENTAGE DES CARRS REDUIT DANS CETTE ETAPE .065

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRS REDUIT 1.045
POURCENTAGE REDUIT .744 DF 1.405

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE863
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .838

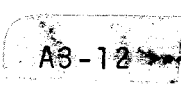
ERREUR STANDARD DE L ESTIME181
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .195

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 10.672

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. CUEF. REG.	VALFUR DE T CALCULEE
-	-2.08756	-	-
14	.21359	.04830	4.422
12	-1.79955	.65401	2.752
	-.11760	.07029	1.673

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	-1.240	-1.264	.020	.29	.28	.024	40201
2	-.644	-.870	.349	.52	.42	.202	40401
3	-.797	-.774	.030	.45	.46	.024	40402
4	-1.119	-1.296	.158	.33	.27	.162	41301
5	-1.534	-1.477	.037	.22	.23	.059	43008
6	-1.082	-.918	.157	.34	.40	.179	50116
7	-1.099	-1.081	.016	.33	.34	.018	50117
8	-.848	-1.126	.327	.43	.32	.262	50119
9	-1.264	-1.320	.044	.28	.27	.055	52201
10	-1.038	-.859	.173	.35	.42	.196	52211
11	-1.473	-1.138	.227	.23	.32	.397	52212
12	-.662	-.787	.184	.52	.46	.117	52601
13	-.966	-.905	.063	.38	.40	.062	52802
14	-1.404	-1.401	.002	.25	.25	.003	80101
15	-1.709	-1.664	.024	.18	.19	.046	80706



MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.340	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.355	.914	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.335	.136	-.173	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.114	.381	.367	.799	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.203	-.075	.248	-.471	.199	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.390	-.731	-.792	.395	-.323	-.157	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.358	-.891	-.943	.220	-.455	-.187	.911	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.268	-.771	-.854	.210	-.340	-.210	.828	.902	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.380	.74	.39	-.683	-.142	.430	-.276	-.24	.294	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.184	-.84	.067	-.204	-.611	-.315	-.388	-.238	-.093	.050	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.244	-.801	.542	.523	.275	-.313	-.347	-.552	-.558	-.248	.023	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.313	-.628	-.462	.134	-.049	-.100	.640	.707	.552	-.270	-.536	-.403	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.334	-.613	-.473	.361	-.049	-.131	.931	.754	.756	-.366	-.380	-.336	.649	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.257	-.587	-.467	-.181	-.152	-.120	.276	.442	.463	-.441	.135	-.412	.490	.394	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.190	-.495	-.406	-.624	-.159	.141	.004	.194	.137	.050	.220	-.438	.207	.045	.728	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.156	-.792	-.711	-.431	-.090	.000	.451	.565	.432	-.072	.134	-.787	.471	.377	.791	.717	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.412	-.688	-.779	.444	-.286	-.187	.994	.893	.823	-.376	-.420	-.351	.710	.937	.297	-.050	.322	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.432	-.68	-.899	.526	-.261	-.374	.829	.875	.790	-.578	-.176	-.186	.662	.743	.556	.126	.408	.844	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.117	-.496	-.421	.228	-.118	-.384	.468	.632	.476	-.440	.276	-.370	.359	.492	.826	.608	.793	.454	.710	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.146	-.721	-.493	-.654	-.164	.104	.103	.376	.286	.318	.338	-.799	.269	.018	.522	.693	.797	.037	.118	.506	1.000	0.000	0.000	0.000
-.340	-.195	-.354	-.283	.102	.023	.067	.100	.017	.494	.285	-.173	.133	-.008	-.130	.249	.121	.003	-.075	.002	.424	1.000	0.000	0.000
5.983	4.472	3.544	5.926	2.994	5.546	6.359	5.805	6.148	5.694	-5.039	-4.32	-5.180	6.517	6.607	6.877	6.873	9.117	8.918	8.613	8.158	-1.011	1.000	0.000
.795	.164	.358	.317	.179	.742	1.919	.752	.982	.236	1.352	.353	1.494	1.718	.527	.392	.443	1.235	.762	.220	.257	.148	0.000	0.000

ETAPE NO EP0 3

VARIABLE ENTREE 11

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .240
 POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .181

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 1.029
 POURCENTAGE REDUIT .778 DE 1.323

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE882
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .856

ERREUR STANDARD DE L ESTIME181
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .198

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 10.508

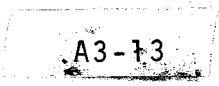
VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-.292821	-	-
9	.66673	.14266	4.673
1	-.2513	.06843	3.662
11	.10692	.03910	2.712

POUR 3 VARIABLES ENTREES

LOGARITHMES

NATURELLES

	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	STATION NUMERO
1	-1.223	-1.211	.010	.29	.30	.012	21601
2	-.867	-.959	.104	.42	.38	.088	21702
3	-1.011	-.430	.081	.36	.39	.085	22301
4	-.443	-.489	.172	.43	.37	.135	22702
5	-.940	-.447	.043	.37	.39	.044	23106
6	-1.119	-.961	.140	.33	.38	.170	23301
7	-1.067	-1.067	.001	.34	.34	.001	23401
8	-1.099	-1.053	.042	.33	.35	.047	23402
9	-.993	-1.054	.061	.37	.35	.059	23403
10	-.772	-.953	.234	.46	.39	.165	24001
11	-1.265	-1.063	.160	.28	.35	.224	30101
12	-1.042	-1.128	.082	.35	.32	.082	30234
13	-.854	-.834	.024	.43	.43	.021	30901



MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.348	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.355	.914	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.335	.139	-.173	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.114	.381	-.367	-.359	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.303	-.005	-.248	-.271	-.099	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.390	-.173	-.292	-.305	-.323	-.157	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.358	-.891	-.843	-.229	-.455	-.187	.911	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.263	-.771	-.854	-.211	-.380	-.218	.828	.902	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.380	-.674	-.897	-.643	-.742	-.430	.826	-.240	-.294	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.164	-.84	-.887	-.209	-.611	-.315	.368	-.238	-.493	.050	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.244	.811	-.542	-.523	.275	-.317	.397	-.552	-.558	-.248	.023	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.313	-.628	-.692	.139	-.049	-.108	.490	.707	.552	-.270	-.535	-.403	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.334	-.813	-.673	.361	-.049	-.131	.931	.754	.756	-.366	-.336	-.336	.649	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.257	-.587	-.607	-.181	-.052	-.120	.296	.442	.483	-.441	.135	-.412	.490	.394	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.190	-.494	-.400	-.823	.159	.141	.664	.194	.137	.050	.220	-.438	.207	.045	.728	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.456	-.792	-.711	-.431	-.190	.000	.351	.565	.432	-.072	-.134	-.787	.471	.377	.791	.717	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.412	-.688	-.719	.464	-.286	-.187	.994	.493	.823	.375	.420	.351	.710	.937	.297	-.050	.322	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.432	-.681	-.499	.528	-.261	-.374	.829	.876	.790	-.578	-.176	-.186	.662	.743	.556	.126	.408	.844	1.000	0.000	0.000	0.000
.117	-.696	-.420	.028	-.118	-.384	.688	.632	.474	-.440	-.276	-.370	.359	.492	.826	.608	.793	.454	.710	1.000	0.000	0.000
-.144	-.721	-.643	-.650	-.164	-.108	.163	.374	.286	.315	.338	-.799	-.249	.818	.522	.693	.797	.837	.118	.568	1.000	0.000
-.355	-.278	-.397	-.132	-.512	-.460	.288	.374	.568	-.128	.298	-.134	-.022	.263	.268	.325	.371	.262	.320	.549	.187	1.000
5.483	4.472	4.548	6.228	.294	5.544	6.359	5.405	6.148	5.694	5.039	-.432	5.180	6.517	6.607	6.877	6.873	9.117	8.918	8.613	8.150	-.867
.795	.164	.358	.317	.179	.742	1.919	.752	.782	.236	1.352	.353	1.494	1.718	.527	.392	.483	1.235	.762	.229	.257	.332

ETAPE NUMERO 2

VARIABLE ENTREE 4

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .028
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .106

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT .114
POURCENTAGE REDUIT .432 DE .264

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE657
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .564

ERREUR STANDARD DE L'ESTIME129
ERREUR STANDARD DE L'ESTIME (AJUSTE) .141

VALEUR DE F POUR L'ANALYSE DE LA VARIANCE 2.282

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALFUR DE T CALCULEE
-	-.809705	-	-
1	.44361	.22149	1.999
21	.33145	.19625	1.689
4	.26836	.20667	1.298

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	
1	-1.348	-1.403	.041	.26	.25	.053	21601
2	-.797	-.662	.194	.45	.53	.167	21702
3	-1.116	-1.138	.024	.33	.32	.027	22901
4	-.625	-.667	.387	.54	.42	.215	22702
5	-1.350	-1.566	.211	.26	.34	.329	23106
6	-1.056	-1.073	.014	.35	.34	.017	23301
7	-.664	-.863	.299	.51	.42	.180	23401
8	-1.071	-1.159	.011	.34	.35	.012	23802
9	-.339	-.528	.558	.71	.59	.172	23403
10	-.828	-.661	.201	.44	.52	.181	24001
11	-.295	-.285	.036	.74	.75	.010	30101
12	-.832	-.876	.052	.44	.42	.043	30234
13	-.967	-.811	.152	.78	.44	.157	30901

A3-14

MATRICE DE CORRELATION

Large correlation matrix with 28 columns and 28 rows, starting with 1.000 and ending with -.524 .831 .783.

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 19

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETE ETAPE .401

POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .031

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT 12.044

POURCENTAGE REDUIT .934 DE 12.895

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE946

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (ADJUSTE) .940

ERREUR STANDARD DE L ESTIME247

ERREUR STANDARD DE L ESTIME (ADJUSTE) .270

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 49.576

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., VALEUR DE T CALCULEE. Rows for variables 2, 4, 7, 14.

POUR 4 VARIABLES ENTREES

LOGARITHMES

NATURELLES

Table with 8 columns: VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE, VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVES, STATION NUMERO. Rows 1-19.

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.639	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.317	-.452	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.014	-.155	-.180	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.801	-.629	-.279	-.179	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.135	-.129	-.098	-.135	-.372	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.255	-.468	-.638	-.638	-.178	-.339	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.018	-.888	-.819	-.417	-.524	-.165	-.510	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.311	-.562	-.561	-.077	-.284	-.041	-.196	-.483	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.479	-.803	-.794	-.321	-.324	-.094	-.423	-.761	-.590	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.492	-.369	-.168	-.088	-.646	-.209	-.059	-.480	-.313	-.041	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.014	-.238	-.473	-.585	-.021	-.057	-.430	-.066	-.334	-.185	-.028	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.579	-.772	-.738	-.452	-.419	-.147	-.435	-.932	-.619	-.839	-.372	-.016	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.286	-.659	-.639	-.702	-.329	-.184	-.059	-.721	-.403	-.549	-.335	-.331	-.670	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.445	-.897	-.842	-.722	-.252	-.125	-.078	-.047	-.467	-.143	-.154	-.516	-.081	-.461	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.445	-.571	-.567	-.029	-.341	-.055	-.284	-.512	-.725	-.851	-.802	-.279	-.701	-.245	-.530	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.487	-.855	-.876	-.107	-.368	-.098	-.577	-.767	-.726	-.945	-.070	-.381	-.812	-.476	-.283	-.847	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.335	-.318	-.049	-.182	-.369	-.150	-.512	-.217	-.007	-.001	-.391	-.237	-.071	-.389	-.113	-.203	-.092	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.460	-.735	-.757	-.520	-.307	-.009	-.365	-.869	-.712	-.729	-.224	-.080	-.790	-.623	-.243	-.406	-.642	-.212	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.467	-.698	-.667	-.249	-.360	-.132	-.202	-.668	-.814	-.877	-.136	-.139	-.813	-.541	-.304	-.886	-.852	-.091	-.515	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.519	-.995	-.845	-.340	-.396	-.084	-.475	-.864	-.605	-.964	-.091	-.170	-.872	-.661	-.061	-.763	-.949	-.079	-.760	-.845	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.473	-.101	-.039	-.552	-.244	-.068	-.082	-.418	-.017	-.153	-.396	-.633	-.499	-.447	-.190	-.142	-.025	-.100	-.328	-.220	-.187	1.000	0.000	0.000	0.000

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 1

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .186
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .059

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 2.577
POURCENTAGE REDUIT .820 DE 3.142

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE .906
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .886

ERREUR STANDARD DE L ESTIME .201
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .220

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 15.979

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-.34281	-	-
12	2.08944	.81238	2.572
13	-.38335	.10078	3.804
17	-.16893	.05822	2.902
1	.17081	.07959	2.146

POUR 4 VARIABLES ENTREES

LOGARITHMES

NATURELLES

	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	STATION NUMERO
1	-.672	-1.012	.506	.51	.36	.288	40201
2	-1.341	-1.336	.004	.26	.26	.006	40401
3	-1.408	-1.379	.021	.24	.25	.030	40402
4	-1.262	-.985	.220	.28	.37	.320	41301
5	-.970	-.887	.085	.38	.41	.086	50116
6	-1.111	-.899	.191	.33	.41	.237	50117
7	-.976	-1.033	.059	.38	.36	.055	50119
8	-.797	-.968	.214	.45	.38	.157	50301
9	-.687	-.880	.281	.50	.41	.175	50409
10	-.884	-.852	.036	.41	.43	.032	50423
11	-2.542	-2.552	.004	.08	.08	.010	50903
12	-1.314	-1.183	.100	.27	.31	.140	52201
13	-1.315	-1.370	.042	.27	.25	.053	52211
14	-1.122	-1.118	.004	.33	.33	.004	52212
15	-1.547	-1.419	.083	.21	.24	.137	52601
16	-1.132	-1.219	.077	.32	.30	.084	52802
17	-1.236	-1.171	.053	.29	.31	.067	70201
18	-1.608	-1.320	.179	.20	.27	.333	72201
19	-1.015	-1.357	.337	.36	.26	.290	73301

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.885	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.022	1.000	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968
-0.039	0.911	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.276	-0.174	-0.145	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.251	0.546	0.504	-0.002	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.066	-0.451	-0.236	-0.418	-0.296	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.076	-0.435	-0.434	-0.187	-0.486	-0.272	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.004	-0.442	-0.491	-0.008	-0.557	-0.449	-0.489	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.008	-0.483	-0.755	-0.103	-0.495	-0.482	-0.786	-0.446	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.002	-0.424	-0.387	-0.495	-0.353	-0.584	-0.395	-0.428	-0.766	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.011	-0.732	-0.574	-0.132	-0.229	-0.128	-0.298	-0.048	-0.442	-0.442	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.188	-0.746	-0.573	-0.026	-0.166	-0.414	-0.513	-0.588	-0.464	-0.452	-0.049	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.071	-0.734	-0.416	-0.136	-0.299	-0.211	-0.755	-0.731	-0.407	-0.228	-0.254	-0.493	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.140	-0.531	-0.419	-0.001	-0.156	-0.464	-0.849	-0.596	-0.488	-0.007	-0.309	-0.371	-0.622	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.023	-0.758	-0.708	-0.135	-0.428	-0.044	-0.819	-0.836	-0.835	-0.522	-0.199	-0.483	-0.574	-0.454	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.147	-0.791	-0.653	-0.257	-0.473	-0.578	-0.573	-0.836	-0.886	-0.752	-0.129	-0.496	-0.684	-0.689	-0.689	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.050	-0.671	-0.753	-0.347	-0.375	-0.436	-0.624	-0.805	-0.863	-0.744	-0.099	-0.719	-0.621	-0.302	-0.712	-0.804	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.110	-0.786	-0.631	-0.284	-0.436	-0.211	-0.886	-0.866	-0.761	-0.307	-0.283	-0.470	-0.775	-0.879	-0.611	-0.542	-0.562	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.069	-0.857	-0.941	-0.278	-0.512	-0.277	-0.872	-0.933	-0.841	-0.394	-0.059	-0.396	-0.780	-0.639	-0.782	-0.726	-0.769	-0.876	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.042	-0.864	-0.756	-0.114	-0.461	-0.437	-0.702	-0.904	-0.963	-0.737	-0.143	-0.499	-0.573	-0.412	-0.875	-0.935	-0.880	-0.676	-0.836	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.029	-0.848	-0.631	-0.432	-0.341	-0.471	-0.477	-0.743	-0.789	-0.788	-0.265	-0.719	-0.468	-0.122	-0.693	-0.844	-0.899	-0.416	-0.587	-0.827	1.000	0.888	0.888	0.888	0.888
-0.126	-0.303	-0.324	-0.111	-0.244	-0.033	-0.393	-0.325	-0.247	-0.042	-0.119	-0.253	-0.235	-0.396	-0.429	-0.166	-0.198	-0.331	-0.331	-0.237	-0.136	1.000	0.888	0.888	0.888

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 21

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .054
 POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .063

POUR 4 VARIABLES ENTREE

SOMME DES CARRES REDUIT .464
 POURCENTAGE REDUIT .535 DE .867

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE731
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .676
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME154
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .166

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 4.888

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	4.15076	-	-
15	-.31054	.07372	4.213
16	-.34571	.10946	3.158
11	-.05545	.02764	2.006
21	-.28751	.19016	1.514

POUR 4 VARIABLES ENTREE

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	1.862	1.865	.002	6.06	6.08	.003	10901
2	1.674	1.690	.016	5.33	5.42	.016	20401
3	2.017	2.049	.0316	7.52	7.76	.032	20601
4	2.349	2.293	.052	10.47	9.05	.136	20802
5	1.746	1.898	.087	5.73	6.67	.164	21601
6	1.982	2.027	.023	7.26	7.59	.046	21702
7	2.034	1.954	.036	7.68	7.13	.071	22003
8	2.022	2.051	.014	7.55	7.77	.029	22301
9	1.736	2.010	.158	5.67	7.46	.315	22504
10	2.106	2.129	.024	8.90	8.40	.056	22702
11	1.827	1.814	.007	6.21	6.13	.013	23106
12	1.638	1.710	.044	5.14	5.53	.075	23301
13	1.841	1.754	.047	6.30	5.78	.083	23601
14	1.695	1.694	.001	5.47	5.44	.005	23602
15	1.585	1.826	.167	4.78	6.21	.299	23603
16	1.988	1.871	.059	7.30	6.49	.111	24001
17	1.543	1.841	.091	6.32	9.30	.093	30101
18	1.888	1.864	.013	6.61	6.45	.024	30215
19	2.055	1.825	.114	7.84	6.20	.209	30219
20	2.071	1.758	.151	7.93	5.80	.269	30234
21	1.642	1.690	.029	5.17	5.42	.049	30901
22	1.637	1.778	.096	5.14	5.92	.152	31401

CORRELATION DÉBIT VS CARACTÉRISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 811 VARIABLE NO 8

MATRICE DE CORRELATION

Table with 21 columns representing correlation coefficients between variables. The diagonal elements are all 1.000. The values range from approximately 0.800 to -0.459.

ETAPE NUMERO 5

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE ,940
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) ,932

VARIABLE ENTREE 20

ERREUR STANDARD DE L ESTIME ,272
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) ,289

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE ,354
 POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE ,019

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 45,307

POUR 5 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 16,704
 POURCENTAGE REDUIT ,83 DF 18,916

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-3,91051	-	-
17	-1,49641	,13739	7,980
5	,79021	,09902	7,980
21	1,50393	,26789	5,614
16	-4,9694	,10518	4,725
20	-4,45799	,20901	2,191

CORRELATION DÉBIT VS CARACTÉRISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 811 VARIABLE NO 8

POUR 5 VARIABLES ENTREES

STATION NUMERO	LOGARITHMES			NATURELLES			
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	.113	.582	4,163	1,12	1,79	,599	40201
2	-.289	.179	1,619	.75	1,20	,596	40401
3	.162	.162	.002	1,18	1,18	.000	40402
4	.124	.050	,593	1,13	1,05	,071	41301
5	.162	-.147	1,908	1,18	.86	,266	43008
6	.507	.283	,442	1,66	1,33	,201	50116
7	1,295	1,133	,125	3,65	3,11	,149	50117
8	.299	.470	,570	1,35	1,60	,186	50119
9	.677	.763	,130	2,40	2,15	,107	50301
10	2,059	2,113	.026	7,84	8,27	,055	50409
11	2,424	2,132	,120	11,29	8,43	,253	50423
12	.739	.918	,241	2,09	2,50	,195	50903
13	.658	.675	.026	1,93	1,96	.017	52201
14	.573	.704	,230	1,77	2,02	,141	52211
15	.707	.556	,213	2,03	1,74	,210	52212
16	.637	.423	,335	1,89	1,53	,192	52601
17	.598	.381	,364	1,82	1,46	,195	52802
18	.712	.475	,333	2,04	1,61	,211	61901
19	.383	.349	,088	1,47	1,42	,033	61905
20	-.029	.369	13,875	.97	1,45	,488	61906
21	.363	.642	,769	1,44	1,90	,322	62101
22	.976	.755	,227	2,45	2,13	,198	62102
23	2,299	2,471	.075	9,97	11,83	,187	70201
24	2,190	1,761	,196	8,93	5,82	,349	72201
25	2,090	2,160	.034	8,08	8,67	.073	73301
26	1,190	.721	,394	3,29	2,06	,375	73801
27	1,163	1,463	,258	3,20	4,32	,350	74601
28	.940	1,297	,380	2,56	3,66	,429	74701
29	1,252	1,136	,093	3,50	3,11	,110	74901
30	.219	-.068	1,309	1,24	.93	,249	80101
31	-.067	-.109	2,623	.94	1,12	,193	80701
32	.691	-.016	1,178	1,10	.98	,101	80704
33	.343	.269	,216	1,41	1,31	,071	80706
34	.130	.158	.213	1,14	1,17	,028	80707
35	.293	.365	,247	1,34	1,44	,075	80717
36	-.350	.041	1,117	.70	1,04	,478	80801

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 814 VARIABLE NO 5

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlation coefficients for 36 variables, ranging from 1.000 to -0.476.

ETAPE NUMERO

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE855

VARIABLE ENTREE

ERREUR STANDARD DE L ESTIME206

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .317

ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .219

POUR 5 VARIABLES ENTREES

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 16,361

SOMME DES CARRES REDUIT 3,466

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., VALEUR DE T CALCULEE.

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 814 VARIABLE NO 5

POUR 5 VARIABLES ENTREES

LOGARITHMES

NATURELLES

Table with 9 columns: VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE, VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVES, STATION NUMERO.

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlations between 17 variables. The diagonal is all 1.000. Other values range from -0.952 to 0.905.

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ESTIME 9

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CÉTE ETAPE .125
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CÉTE ETAPE .933

POUR 3 VARIABLES ENTRES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 3.245
POURCENTAGE REDUIT .866 DE 3.835

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE920
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .908

ERREUR STANDARD DE L ESTIME213
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .228

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 23,824

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., VALFUR DE T CALCULEE. Rows for variables 5, 20, and 9.

POUR 3 VARIABLES ENTRES

Table comparing LOGARITHMES and NATURELLES values. Columns include VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE, and STATION NUMERO. Rows 1-17.

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.178	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.346	.892	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.297	.574	.461	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.061	.917	.795	.697	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.171	-.728	-.652	-.471	-.746	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.404	-.281	-.209	-.512	-.247	-.283	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.039	-.943	-.874	-.419	-.839	.685	.005	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.167	-.748	-.441	-.338	-.629	.580	-.275	.719	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.116	-.990	-.753	-.310	-.836	.615	.040	.945	.791	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.252	-.232	-.120	-.512	-.460	.385	-.534	.614	.173	.083	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.029	-.498	-.318	.695	.622	-.576	.572	-.361	-.571	-.395	-.738	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.235	-.627	-.525	-.421	-.751	.624	-.234	.617	.620	.677	.505	-.018	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.273	.822	.850	.602	.775	-.684	.530	-.712	-.573	-.645	-.449	.683	-.735	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.027	-.867	-.736	-.638	-.722	.596	.051	.889	.607	.774	.025	-.440	.554	-.625	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.095	-.961	-.756	-.375	-.776	.639	-.073	.937	.850	.944	.034	-.429	.625	-.703	.827	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.066	-.896	-.777	-.245	-.774	.592	-.038	.933	.803	.975	.095	-.334	.691	-.671	.734	.766	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.259	-.911	-.802	-.611	-.806	-.701	.595	-.791	-.770	-.748	-.348	.640	-.646	.893	-.668	-.805	-.786	1.000	0.000	0.000	0.000
.026	-.861	-.865	-.312	-.757	.691	-.046	.937	.694	.879	.080	-.417	.727	.798	.808	.897	.891	-.781	1.000	0.000	0.000
.278	-.547	-.257	-.063	-.391	.399	-.017	.616	.926	.705	-.050	-.360	.470	-.332	.518	.756	.726	-.850	.607	1.000	0.000
.030	-.985	-.795	-.255	-.794	.590	-.042	.936	.764	.980	.036	-.343	.615	-.687	.730	.950	.994	-.787	.891	.785	1.000
-.404	-.144	-.131	-.374	-.296	.221	-.239	.001	.015	.023	.883	.472	.244	-.304	.056	.019	-.019	-.163	-.014	-.135	-.003

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 1

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .032
 POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .089

POUR 3 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT .279
 POURCENTAGE REDUIT .794 DE .356

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE886
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .868

ERREUR STANDARD DE L ESTIME077
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .082

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 15.766

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. CUEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-1.21753	-	-
11	.34408	.05652	6.088
7	.23331	.09688	2.408
1	-.04755	.02095	2.314

POUR 3 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	STATION NUMERO
1	-.645	-.656	.013	.51	.52	.009	43008
2	-.894	-.956	.070	.41	.38	.060	61901
3	-.900	-.883	.020	.41	.41	.018	61905
4	-.760	-.695	.086	.47	.50	.068	61906
5	-1.029	-1.056	.026	.36	.35	.027	62101
6	-1.123	-1.112	.010	.33	.33	.011	62102
7	-.847	-.845	.002	.43	.43	.002	78801
8	-.714	-.735	.029	.49	.48	.021	78801
9	-.924	-.797	.138	.40	.45	.136	74701
10	-.739	-.858	.161	.48	.42	.112	74901
11	-.872	-.877	.006	.42	.42	.005	80101
12	-.849	-.884	.042	.43	.41	.035	80701
13	-.733	-.705	.039	.48	.49	.029	80704
14	-.637	-.693	.089	.53	.50	.035	80706
15	-1.110	-.955	.140	.33	.38	.168	80707
16	-.702	-.786	.110	.50	.46	.080	80717
17	-.708	-.714	.008	.49	.49	.006	80801

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlations between 20 variables, with diagonal elements all equal to 1.000.

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 10

Somme des carrés réduits dans cette étape .327
Pourcentage des carrés réduit dans cette étape .211

POUR 3 VARIABLES ENTRES

Somme des carrés réduit 1.007
Pourcentage réduit .649 DE 1.552

Coefficient de corrélation multiple805
Coefficient de corrélation multiple (AJUSTE) .774

Ecart standard de L ESTIME205
Ecart standard de L ESTIME (AJUSTE) .219

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 8.004

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., VALEUR DE T CALCULEE. Data for variables 4, 16, and 10.

POUR 3 VARIABLES ENTRES

Table comparing LOGARITHMES and NATURELLES values. Columns include VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE, and STATION NUMERO. Lists stations 1 through 17.

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 815 VARIABLE NO 5

MATRICE DE CORRELATION

1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	-.639	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	-.317	-.852	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	-.014	-.155	-.188	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	-.135	-.678	-.279	-.179	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	-.255	-.468	-.638	-.238	-.178	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	-.618	-.648	-.815	-.417	-.524	-.165	.510	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	-.311	-.502	-.561	-.077	-.284	-.041	-.196	-.483	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	-.474	-.605	-.738	-.321	-.326	-.094	-.423	-.761	-.590	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	-.492	-.369	-.168	-.088	-.655	-.209	-.059	-.480	-.313	-.041	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	-.014	-.238	-.473	-.585	-.021	-.057	-.430	-.066	-.334	-.185	-.028	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	-.579	-.777	-.738	-.452	-.419	-.147	-.435	-.937	-.419	-.839	-.372	-.016	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	-.286	-.655	-.639	-.702	-.329	-.184	-.059	-.721	-.403	-.549	-.335	-.331	-.670	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	-.306	-.397	-.042	-.722	-.252	-.125	-.078	-.097	-.467	-.143	-.154	-.516	-.081	-.461	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	-.445	-.571	-.587	-.029	-.341	-.055	-.264	-.512	-.725	-.051	-.002	-.279	-.701	-.245	-.530	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	-.487	-.455	-.676	-.107	-.368	-.098	-.577	-.767	-.726	-.945	-.070	-.381	-.012	-.476	-.283	-.847	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	-.335	-.318	-.049	-.182	-.369	-.150	-.512	-.217	-.007	-.001	-.391	-.237	-.071	-.309	-.113	-.203	-.092	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	-.460	-.735	-.757	-.520	-.307	-.004	-.365	-.889	-.212	-.129	-.224	-.000	-.780	-.623	-.243	-.406	-.642	-.212	1.000	0.000	0.000	0.000
19	-.467	-.605	-.667	-.349	-.360	-.132	-.202	-.668	-.814	-.877	-.136	-.139	-.811	-.541	-.304	-.686	-.857	-.091	-.515	1.000	0.000	0.000
20	-.514	-.605	-.625	-.340	-.346	-.084	-.475	-.864	-.605	-.964	-.091	-.170	-.872	-.661	-.061	-.763	-.949	-.079	-.700	-.845	1.000	0.000
21	-.396	-.714	-.655	-.298	-.530	-.328	-.706	-.487	-.268	-.466	-.173	-.556	-.304	-.127	-.195	-.302	-.618	-.012	-.363	-.273	-.534	1.000

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE FILTRÉE 20

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .080
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .068

POUR 4 VARIABLES ENTREE

SOMME DES CARRÉS REDUIT 1.030
POURCENTAGE REDUIT +57% DE 1.774

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE937
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .924
ERREUR STANDARD DE L ESTIME101
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .111

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 25.159

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-4.19966	-	-
2	1.06753	.11813	9.037
14	-.28696	.05966	4.810
6	.12531	.04755	3.337
20	.17656	.06301	2.802

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 815 VARIABLE NO 5

POUR 4 VARIABLES ENTREE

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO	
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES		
1		.544	.498	.084	1.72	1.65	.044	40201
2		.250	.220	.119	1.28	1.25	.029	40401
3		.233	.209	.101	1.26	1.23	.023	40402
4		.257	.216	.161	1.29	1.24	.041	41301
5		.279	.315	.130	1.32	1.37	.037	50116
6		.513	.425	.171	1.67	1.53	.084	50117
7		.447	.454	.015	1.56	1.57	.007	50119
8		.627	.574	.085	1.87	1.78	.052	50301
9		.965	.932	.035	2.43	2.54	.033	50409
10		1.037	.939	.094	2.82	2.56	.093	50423
11		.327	.523	.599	1.39	1.69	.216	50903
12		.403	.650	.613	1.50	1.92	.280	52201
13		.336	.429	.277	1.40	1.54	.098	52211
14		.507	.462	.090	1.66	1.59	.045	52212
15		.421	.371	.117	1.52	1.45	.048	52601
16		.419	.423	.010	1.52	1.53	.004	52802
17		.529	.476	.100	1.70	1.61	.051	70201
18		.876	.865	.013	2.40	2.37	.011	72201
19		.939	.928	.012	2.56	2.53	.011	73301

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.022	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.039	.914	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.078	.174	-.145	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.250	.504	.504	-.002	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.066	-.455	-.238	-.418	-.296	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.076	-.835	-.839	-.187	-.460	.272	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.004	-.942	-.891	.008	-.557	.449	.890	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.008	-.883	-.755	-.103	-.495	.482	.768	.944	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.082	-.624	-.307	-.496	-.353	.589	.395	.620	.766	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.301	.033	.050	-.132	.229	-.128	-.290	-.048	-.042	-.042	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.180	.759	.573	.520	.160	-.414	-.513	-.588	-.569	-.452	-.049	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.071	-.734	.810	.136	-.299	.211	.755	.731	.407	.224	-.254	-.493	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.140	-.530	.609	.281	-.156	.068	.849	.594	.484	.007	-.309	-.371	.622	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.023	-.759	.708	-.135	-.426	.504	.610	.836	.835	.522	.199	-.483	.574	.454	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.147	-.798	.653	-.257	-.473	.574	.573	.836	.886	.752	.129	-.496	.484	.264	.889	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.050	-.900	.753	-.347	-.375	.436	.620	.805	.863	.744	.099	-.719	.621	.362	.712	.804	1.000	0.000	0.000	0.000
.110	-.788	.830	.288	-.436	.213	.986	.866	.761	.303	-.293	-.470	.775	.879	.611	.542	.562	1.000	0.000	0.000
-.008	-.857	.940	.278	-.512	.277	.872	.933	.841	.396	-.059	-.396	.780	.639	.782	.726	.769	.876	1.000	0.000
-.042	-.864	.756	-.114	-.461	.437	.702	.904	.963	.737	.143	-.499	.573	.412	.875	.935	.880	.676	.838	1.000
.029	-.842	.631	-.432	-.341	.471	.477	.743	.789	.788	.265	-.719	.468	.122	.693	.844	.899	.416	.587	.827
.340	-.004	-.163	.384	-.022	-.481	.194	.110	.143	-.279	.285	.059	.182	.413	.234	-.043	.068	.295	.231	.151

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 9

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .188
 POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE *050

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 2.633
 POURCENTAGE REDUIT .701 DE 3.757

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE837
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .807
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME257
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .278

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 9.953

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALFUR DE T CALCULEE
-	-1.87474	-	-
6	-.36836	.09311	3.956
15	.45907	.11808	3.888
16	-.49062	.16047	3.057
9	.23742	.14089	1.685

POUR 4 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	-2.327	-2.601	.119	.10	.07	.240	10901
2	-2.795	-2.434	.129	.06	.09	.435	20401
3	-3.120	-3.087	.011	.04	.05	.034	20601
4	-2.704	-2.985	.104	.07	.05	.245	20802
5	-2.656	-2.946	.109	.07	.05	.252	21601
6	-2.981	-3.160	.060	.05	.04	.164	21702
7	-2.942	-3.132	.065	.05	.04	.173	22803
8	-3.629	-3.257	.103	.03	.04	.451	22301
9	-3.626	-3.274	.097	.03	.04	.422	22504
10	-3.050	-3.213	.053	.05	.04	.150	22702
11	-3.104	-2.931	.056	.04	.05	.188	23106
12	-2.584	-2.698	.044	.08	.07	.108	23301
13	-2.907	-2.890	.006	.05	.06	.017	23401
14	-2.439	-2.521	.034	.09	.08	.079	23402
15	-1.734	-1.641	.054	.18	.19	.098	23403
16	-2.570	-2.835	.103	.08	.06	.233	24001
17	-2.534	-2.650	.046	.08	.07	.110	30101
18	-3.359	-2.912	.133	.03	.05	.564	30215
19	-2.600	-2.713	.044	.07	.07	.107	30219
20	-2.925	-2.804	.041	.05	.06	.128	30234
21	-2.993	-2.839	.052	.05	.06	.167	30901
22	-2.811	-2.864	.019	.06	.06	.052	31401

PA3-25

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlations between variables 1 to 17. The diagonal elements are all 1.000. The table is symmetric and shows various correlation coefficients between the variables.

ETAPE NUMERO 3

VARIABLE ENTREE 1

SUMME DES CARRÉS RÉDUITS DANS CETTE ÉTAPE .165
POURCENTAGE DES CARRÉS RÉDUIT DANS CETTE ÉTAPE .101

POUR 3 VARIABLES ENTRÉES

SUMME DES CARRÉS RÉDUIT 1,310
POURCENTAGE RÉDUIT .79R DF 1,641

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE893
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .877

ERREUR STANDARD DE L ESTIME140
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .171

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 17,144

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., VALEUR DE T CALCULEE. It shows regression coefficients and t-statistics for variables 17, 12, and 1.

POUR 3 VARIABLES ENTRÉES

Table with 8 columns: LOGARITHMES (VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE), NATURELLES (VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVES), and STATION NUMERO. It lists data points for 17 stations.

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.178	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.346	.892	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.297	.574	.461	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.061	.917	.795	.607	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.171	-.728	-.652	-.471	-.746	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.204	.281	.209	.512	.247	-.283	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.939	-.943	-.874	-.419	-.839	.605	.009	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.167	-.748	-.441	-.338	-.629	.580	-.275	.719	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.116	-.900	-.753	-.319	-.836	.615	.030	.945	.791	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.252	-.232	-.120	-.512	-.460	.385	-.534	.014	-.173	.083	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.029	.498	.318	.695	.622	-.576	-.572	-.361	-.571	-.395	-.738	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.235	-.627	-.525	-.421	-.751	.624	-.234	.617	.620	.677	.595	-.818	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.273	.822	.850	.682	.775	-.684	.550	-.712	-.573	-.645	-.449	.683	-.735	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.027	-.807	-.736	-.638	-.722	.596	.091	.889	.607	.774	.025	-.440	.554	-.625	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.095	-.981	-.756	-.375	-.776	.639	-.073	.937	.850	.944	.034	-.429	.625	-.783	.827	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.066	-.896	-.777	-.245	-.774	.592	-.030	.933	.803	.975	.085	-.334	.601	-.671	.734	.968	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.259	.911	.802	.611	.806	-.701	.595	-.791	-.770	-.748	-.348	.640	-.646	.893	-.668	-.805	-.786	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.026	-.881	.865	-.312	-.757	.691	-.046	.937	.694	.879	.028	-.417	.727	-.798	.808	.897	.891	-.781	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.270	-.547	.257	-.063	-.391	.399	-.017	.616	.926	.705	-.050	-.360	.470	-.332	.518	.756	.726	-.550	.607	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.030	-.905	.795	-.255	-.794	.590	-.042	.936	.784	.980	.036	-.343	.615	-.687	.730	.950	.944	-.787	.891	.785	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.009	.916	.721	-.566	.929	-.722	.315	-.833	-.815	-.872	-.484	.688	-.774	.801	-.714	-.867	-.841	.861	-.782	-.614	-.840	1.000	0.000	0.000	0.000

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 15

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .070
 POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .018

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 3.737
 POURCENTAGE REDUIT .982 DE 3.804

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE991
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .989

ERREUR STANDARD DE L ESTIME075
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .083

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 168.020

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	4.33057	-	-
5	.33542	.08514	3.940
9	-.24414	.11386	2.144
11	-.33256	.07195	4.622
16	-.23350	.06600	3.538

POUR 4 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	1.237	1.295	.046	3.45	3.65	.059	43008
2	2.061	2.122	.029	7.86	8.35	.062	61901
3	2.072	1.991	.039	7.94	7.32	.077	61905
4	1.896	1.888	.004	6.66	6.60	.008	61906
5	2.269	2.270	.000	9.67	9.67	.001	62101
6	2.394	2.392	.001	10.95	10.94	.001	62102
7	2.459	2.451	.003	11.69	11.60	.008	73801
8	2.842	2.765	.027	17.15	15.87	.074	74601
9	2.594	2.661	.026	13.39	14.31	.069	74701
10	2.394	2.421	.011	10.96	11.25	.026	74901
11	1.488	1.441	.031	4.43	4.23	.045	80101
12	1.437	1.608	.118	4.21	4.99	.185	80701
13	1.616	1.556	.037	5.03	4.74	.057	80704
14	1.504	1.490	.009	4.50	4.44	.014	80706
15	1.752	1.682	.040	5.77	5.37	.068	80707
16	1.724	1.749	.015	5.61	5.75	.026	80717
17	1.300	1.259	.032	3.67	3.52	.040	80801

A3-28

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.639	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.317	-.452	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.714	-.155	-.187	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.491	-.629	-.279	-.174	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.135	-.129	-.179	-.135	-.372	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.258	-.440	-.438	-.134	-.178	-.339	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.818	-.886	-.819	-.417	-.524	-.165	-.510	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.311	-.562	-.361	-.377	-.284	-.241	-.196	-.483	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.479	-.453	-.794	-.321	-.326	-.094	-.423	-.761	-.590	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.492	-.369	-.169	-.088	-.686	-.209	-.059	-.486	-.313	-.041	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.019	-.234	-.473	-.585	-.021	-.857	-.430	-.064	-.334	-.185	-.028	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.579	-.772	-.739	-.452	-.419	-.147	-.435	-.432	-.619	-.839	-.372	-.016	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.286	-.452	-.539	-.702	-.329	-.184	-.059	-.721	-.403	-.549	-.335	-.331	-.670	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.366	-.297	-.042	-.722	-.252	-.125	-.078	-.047	-.467	-.143	-.154	-.516	-.081	-.461	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.445	-.457	-.587	-.829	-.341	-.055	-.284	-.512	-.725	-.851	-.002	-.279	-.701	-.245	-.530	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.487	-.485	-.876	-.167	-.368	-.098	-.577	-.767	-.725	-.945	-.070	-.381	-.812	-.476	-.283	-.847	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.335	-.314	-.149	-.182	-.369	-.150	-.512	-.217	-.087	-.001	-.391	-.237	-.071	-.389	-.113	-.203	-.092	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.460	-.735	-.757	-.520	-.367	-.009	-.365	-.869	-.212	-.729	-.224	-.080	-.790	-.623	-.243	-.406	-.642	-.212	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.467	-.690	-.467	-.249	-.360	-.132	-.202	-.668	-.814	-.877	-.138	-.139	-.813	-.541	-.304	-.086	-.852	-.091	-.515	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.519	-.945	-.875	-.340	-.396	-.084	-.475	-.864	-.605	-.964	-.091	-.170	-.872	-.661	-.061	-.763	-.949	-.079	-.780	-.845	1.000	0.000	0.000	0.000
-.512	-.118	-.042	-.002	-.479	-.115	-.166	-.382	-.042	-.060	-.699	-.224	-.386	-.041	-.191	-.041	-.026	-.002	-.147	-.041	-.019	1.000	0.000	0.000

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 1

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .332
 POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .065

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 3.386
 POURCENTAGE REDUIT .667 DE 5.079

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE817
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .775
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME348
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .381

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 7.004

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-.949607	-	-
11	.79507	.19055	3.700
18	.83447	.41420	2.015
12	2.07477	1.13039	1.835
1	.21773	.13147	1.656

POUR 4 VARIABLES ENTREES

LOGARITHMES

NATURELLES

	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	STATION NUMERO
1	-2.542	-2.411	.052	.08	.09	.141	40201
2	-1.452	-2.178	.176	.16	.11	.279	40401
3	-2.105	-2.314	.099	.12	.10	.188	40402
4	-2.775	-2.349	.154	.06	.10	.532	41301
5	-2.557	-2.081	.186	.08	.12	.609	50116
6	-1.971	-2.625	.332	.14	.07	.480	50117
7	-2.450	-2.293	.064	.09	.10	.170	50119
8	-1.959	-2.328	.189	.14	.10	.309	50301
9	-2.747	-2.821	.027	.06	.06	.071	50409
10	-2.657	-2.792	.051	.07	.06	.126	50423
11	-4.375	-4.042	.076	.01	.02	.395	50903
12	-2.845	-2.575	.095	.06	.08	.311	52201
13	-2.867	-2.864	.001	.06	.06	.003	52211
14	-2.708	-2.397	.115	.07	.09	.365	52212
15	-2.420	-2.590	.070	.09	.08	.156	52601
16	-2.491	-2.287	.082	.08	.10	.227	52802
17	-2.554	-2.819	.104	.08	.06	.233	70201
18	-2.535	-2.787	.100	.08	.06	.223	72201
19	-2.348	-2.208	.060	.10	.11	.151	73301

MATRICE DE CORRELATION

1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	-.639	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	-.317	-.852	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	-.114	-.155	-.180	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	-.001	-.628	-.279	-.179	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	-.135	-.179	-.098	-.135	-.372	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	-.255	-.468	-.638	-.038	-.178	-.339	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	-.618	-.886	-.819	-.417	-.524	-.165	-.510	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	-.311	-.562	-.561	-.077	-.284	-.041	-.196	-.483	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	-.479	-.803	-.794	-.321	-.326	-.094	-.423	-.761	-.590	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	-.492	-.369	-.168	-.388	-.686	-.209	-.059	-.480	-.313	-.041	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	-.014	-.238	-.473	-.585	-.021	-.057	-.430	-.066	-.334	-.185	-.020	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	-.579	-.772	-.738	-.452	-.419	-.147	-.435	-.932	-.619	-.839	-.372	-.016	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	-.286	-.653	-.539	-.772	-.329	-.184	-.059	-.721	-.403	-.549	-.335	-.331	-.061	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	-.306	-.097	-.042	-.722	-.252	-.125	-.078	-.047	-.467	-.163	-.154	-.516	-.441	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	-.445	-.571	-.587	-.029	-.341	-.055	-.284	-.512	-.725	-.051	-.002	-.279	-.401	-.245	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	-.487	-.653	-.676	-.107	-.368	-.098	-.577	-.767	-.726	-.945	-.070	-.381	-.476	-.283	-.476	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	-.335	-.318	-.049	-.182	-.369	-.150	-.512	-.217	-.007	-.061	-.391	-.237	-.071	-.309	-.113	-.203	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	-.460	-.735	-.757	-.520	-.307	-.009	-.365	-.869	-.212	-.729	-.224	-.080	-.623	-.243	-.406	-.642	-.212	1.000	0.000	0.000	0.000
20	-.467	-.698	-.667	-.249	-.360	-.132	-.202	-.668	-.814	-.877	-.130	-.139	-.419	-.541	-.304	-.006	-.001	-.515	1.000	0.000	0.000
21	-.519	-.985	-.875	-.340	-.396	-.084	-.475	-.864	-.605	-.964	-.091	-.170	-.661	-.061	-.763	-.003	-.079	-.780	-.045	1.000	0.000
22	-.596	-.792	-.716	-.294	-.709	-.350	-.674	-.618	-.504	-.547	-.416	-.562	-.692	-.235	-.347	-.489	-.716	-.015	-.399	-.485	1.000

ETAPE NUMERO 4

VARIABLE ENTREE 7

SOMME DES CARRES REDUITS DANS CETTE ETAPE .177
 POURCENTAGE DES CARRES REDUIT DANS CETTE ETAPE .041

POUR 4 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRES REDUIT 4.247
 POURCENTAGE REDUIT .938 DE 4.316

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE948
 COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .962

ERREUR STANDARD DE L ESTIME139
 ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .152

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 52.654

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. REG.	VALEUR DE T CALCULEE
-	-6.13169	-	-
2	1.09630	.11853	9.249
4	.90894	.14706	6.181
6	.17582	.05451	3.225
7	-.47533	.15660	3.035

POUR 4 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVES	
1	2.218	2.200	.008	9.19	9.02	.018	40201
2	1.627	1.686	-.036	5.09	5.40	-.060	40401
3	1.671	1.643	.017	5.32	5.17	.027	40402
4	1.832	1.853	-.012	6.25	6.38	-.021	41301
5	1.850	1.922	-.039	6.36	6.84	-.075	50116
6	2.605	2.321	.109	13.53	10.49	.247	50117
7	2.052	2.108	-.027	7.78	8.23	-.057	50119
8	2.193	2.483	-.133	8.96	11.98	-.338	50301
9	3.064	3.122	-.019	21.41	22.69	-.060	50409
10	3.255	3.127	.039	25.93	22.80	.121	50423
11	2.351	2.347	.002	10.49	10.45	.004	50903
12	2.338	2.452	-.049	10.37	11.61	-.120	52201
13	2.158	2.183	-.012	8.66	8.88	-.025	52211
14	2.423	2.211	.087	11.28	9.13	.191	52212
15	2.169	2.091	.036	8.75	8.10	.074	52601
16	2.152	2.179	-.012	8.60	8.84	-.027	52802
17	2.842	2.842	.000	17.16	17.16	.000	70201
18	3.049	3.115	-.021	21.10	22.42	-.067	72201
19	3.018	2.982	.012	20.45	19.73	.035	73301

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 815 VARIABLE NO 8

MATRICE DE CORRELATION

Table with 20 columns and 20 rows of correlation coefficients. The diagonal elements are all 1.000. The table shows a dense matrix of values, such as 0.000, -0.130, 0.415, etc.

ETAPE NUMERO 5

COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE785
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE)753

VARIABLE ENTREE 3

ERREUR STANDARD DE L ESTIME226
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE)240

SOMME DES CARRS REDUITS DANS CETE ETAPE .152
POURCENTAGE DES CARRS REDUIT DANS CETTE ETAPE .038

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 9.651

POUR 5 VARIABLES ENTrees

SOMME DES CARRS REDUIT 2.466
POURCENTAGE REDUIT .617 DE 3.999

Table with 4 columns: VARIABLE NUMERO, COEFFICIENT REGRESSION, ERREUR STAN. COEF. REG., and VALFUR DE T CALCULEE. It lists data for variables 17, 9, 14, 15, and 3.

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 815 VARIABLE NO 8

POUR 5 VARIABLES ENTrees

LOGARITHMES

NATURELLES

Large table with 10 columns: VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVE, VALEURS OBSERVEES, VALEURS CALCULEES, DEVIATION RELATIVES, and STATION NUMERO. It lists data for stations 1 through 36.

MATRICE DE CORRELATION

Matrix of correlation coefficients between variables. The matrix is 36x36 and symmetric, with diagonal elements all equal to 1.000. The off-diagonal elements represent the pairwise correlations between the 36 variables listed on the axes.

ETAPE NUMERO 5

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 108.713

VARIABLE ENTREE 16

Summary statistics for the regression model. It includes the F-value for the analysis of variance (108.713), the coefficient of multiple correlation (.973), and the standard error of the estimate (.130). A table below shows the regression coefficients and standard errors for the 16 independent variables.

POUR 5 VARIABLES ENTREES

LOGARITHMES

NATURELLES

Table comparing observed and calculated values for 36 stations. It includes columns for station number, observed values, calculated values, deviation relative (both logarithmic and natural), and station number. The data points correspond to the station numbers 1 through 36 listed in the adjacent text.

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 814 VARIABLE NO 8

MATRICE DE CORRELATION

1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.130	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.540	.815	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.147	.198	.069	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.601	.719	-.197	.219	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.201	-.334	.210	-.182	-.324	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.212	.074	-.580	.089	.356	-.454	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.053	-.867	-.666	-.024	-.420	.144	.286	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.130	-.515	-.379	-.139	-.278	.090	.057	.489	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.398	-.779	-.289	.134	-.596	.244	.053	.689	.595	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.302	-.208	.214	-.164	-.663	.154	-.363	.095	.234	.124	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.223	.426	.022	.547	.462	-.361	.243	-.105	-.356	-.342	-.400	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.509	-.167	.723	-.148	-.599	.491	-.609	-.193	-.141	.145	.350	-.469	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.266	.752	.020	.002	.719	-.415	.489	-.509	.321	-.590	-.478	.459	-.511	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.279	-.532	-.539	-.564	.139	.118	.275	.674	.397	.281	-.122	-.253	-.222	-.136	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.250	-.653	-.356	-.118	-.453	.177	.074	.611	.743	.863	.048	-.339	-.025	.420	.494	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.232	.777	-.520	.007	-.459	.136	.246	.744	.732	.930	.072	-.352	-.077	-.480	.398	.063	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.231	.751	-.059	.154	.703	-.488	.623	-.409	-.250	-.451	-.442	.405	-.486	.812	-.243	-.290	-.338	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-.177	-.718	-.726	.038	-.212	.144	.285	.914	.341	.562	-.066	-.146	-.251	-.453	.631	.504	.624	-.406	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.292	-.539	-.315	.105	-.328	.055	.000	.546	.829	.802	.102	-.234	-.106	-.346	.295	.050	.814	-.297	.435	1.000	0.000	0.000	0.000
.253	-.836	-.484	.143	-.524	.105	.152	.806	.630	.954	.109	-.270	-.024	-.587	.340	.022	.961	-.462	.690	.793	1.000	0.000	0.000
.108	-.083	.046	-.125	-.295	-.063	.013	.139	-.008	-.054	.552	.042	-.009	-.036	.061	-.023	-.072	-.065	-.032	-.065	-.037	1.000	0.000

ETAPE NUMERO 5

VALEUR DE F POUR L ANALYSE DE LA VARIANCE 6.766

VARIABLE ENTREE 3

VARIABLE NUMERO	COEFFICIENT REGRESSION	ERREUR STAN. COEF. NEG.	VALEUR DE T CALCULEE
	-	-	-
	-5.18479		
11	.67738	.12348	5.486
13	-.14338	.04563	3.142
9	-.20521	.11883	1.732
15	.42577	.19777	2.153
3	.51584	.27960	1.845

SOMME DES CARRÉS REDUITS DANS CETTE ETAPE .354
POURCENTAGE DES CARRÉS REDUIT DANS CETTE ETAPE .053

POUR 5 VARIABLES ENTREES

SOMME DES CARRÉS REDUIT 3.521
POURCENTAGE REDUIT .530 DE 6.643

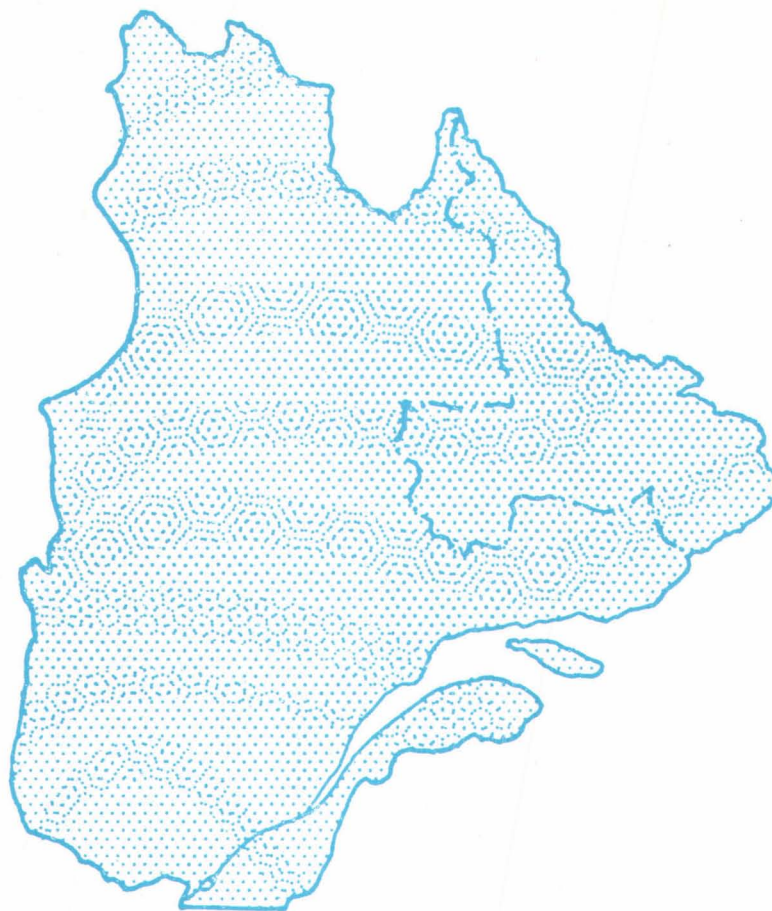
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE728
COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (AJUSTE) .685

ERREUR STANDARD DE L ESTIME323
ERREUR STANDARD DE L ESTIME (AJUSTE) .343

CORRELATION DEBIT VS CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES CLE= 814 VARIABLE NO 8

POUR 5 VARIABLES ENTREES

	LOGARITHMES			NATURELLES			STATION NUMERO
	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	VALEURS OBSERVEES	VALEURS CALCULEES	DEVIATION RELATIVE	
1	-2.542	-2.569	.010	.08	.08	.026	40201
2	-1.852	-2.144	.158	.16	.12	.253	40401
3	-2.105	-2.299	.092	.12	.10	.176	40402
4	-2.775	-2.194	.209	.06	.11	.788	41301
5	-2.057	-2.270	.103	.13	.10	.192	43008
6	-2.557	-2.243	.123	.08	.11	.369	50116
7	-1.971	-2.571	.304	.14	.08	.451	50117
8	-2.450	-2.613	.066	.09	.07	.150	50119
9	-1.959	-2.431	.241	.14	.09	.376	50301
10	-2.747	-2.668	.029	.06	.07	.082	50409
11	-2.657	-2.675	.007	.07	.07	.018	50423
12	-4.375	-3.813	.128	.01	.02	.754	50903
13	-2.845	-2.792	.019	.06	.06	.055	52201
14	-2.467	-2.823	.015	.06	.06	.045	52211
15	-2.708	-2.780	.026	.07	.06	.069	52212
16	-2.420	-2.331	.037	.09	.10	.094	52601
17	-2.491	-2.211	.113	.08	.11	.324	52802
18	-2.368	-2.774	.171	.09	.06	.334	61901
19	-2.660	-2.688	.011	.07	.07	.028	61905
20	-2.648	-2.439	.079	.07	.09	.232	61906
21	-3.173	-2.629	.108	.04	.06	.410	62101
22	-2.535	-2.972	.173	.08	.05	.354	62102
23	-2.554	-2.470	.033	.08	.08	.088	70201
24	-2.535	-2.249	.113	.08	.11	.331	72201
25	-2.348	-2.243	.045	.10	.11	.110	73301
26	-2.399	-2.747	.145	.09	.06	.294	73801
27	-1.823	-2.113	.159	.16	.12	.251	74601
28	-2.576	-2.460	.045	.08	.09	.123	74701
29	-2.897	-2.357	.187	.06	.09	.717	74901
30	-2.474	-2.721	.100	.08	.07	.219	80101
31	-2.833	-2.559	.097	.06	.08	.315	80701
32	-2.434	-2.404	.012	.09	.09	.031	80704
33	-2.752	-2.498	.092	.06	.08	.289	80706
34	-2.411	-2.794	.159	.09	.06	.318	80707
35	-2.599	-2.703	.040	.07	.07	.099	80717
36	-2.350	-2.304	.019	.10	.10	.047	80801



ANNEXE A-4

EMMAGASINEMENT

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1946-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
MOYENNE	41.8	43.0	45.2	46.2	48.5	54.1	70.8	93.8	136.3	236.6	275.4	752.6
ECART TYPF	1.410	1.392	1.392	1.398	1.422	1.478	1.554	1.634	1.788	1.667	1.583	1.243
ASYMETRIE	-.014	-.101	-.481	-.491	-.911	-.384	-.808	-.814	-.184	.140	.843	.576

PROBABILITE/DEBITS

.99	18.7	19.4	18.9	18.8	18.8	19.6	23.8	29.7	33.4	76.6	102.8	498.1
.98	20.6	21.4	21.3	21.3	21.5	22.5	27.3	34.1	39.7	86.6	114.0	516.2
.95	23.7	24.7	25.3	25.5	26.0	27.4	33.5	41.7	51.3	104.6	133.8	547.2
.90	26.9	28.0	29.2	29.6	30.5	32.4	39.9	49.9	64.2	124.1	155.0	579.2

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 46.27

PROBABILITE #0.99			PROBABILITE #0.98			PROBABILITE #0.95			PROBABILITE #0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2
.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	.235		.50	.049		.50	0.000		.50	0.000	
.75	1.273		.75	.951		.75	.476		.75	.136	
1.00	2.921		1.00	2.126		1.00	1.506		1.00	.959	
1.25	6.330		1.25	5.246		1.25	2.731		1.25	2.050	
1.50	8.730		1.50	7.609		1.50	5.670		1.50	3.313	
1.75	11.158		1.75	10.000		1.75	7.994		1.75	5.947	
2.00	13.611		2.00	12.419		2.00	10.349		2.00	8.227	
2.25	16.089		2.25	14.864		2.25	12.733		2.25	10.538	
2.50	18.590		2.50	17.332		2.50	15.141		2.50	12.879	
2.75	21.113		2.75	19.822		2.75	17.572		2.75	15.245	
3.00	23.657		3.00	22.332		3.00	20.026		3.00	17.636	

YORK A 2.7 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE 6 A SUNNY BANK

STATION NUMERO 26401

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1946-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
MOYENNE	61.9	64.1	66.3	67.5	70.6	79.5	101.2	127.4	192.9	343.8	396.3	827.6
ECART TYPF	1.521	1.537	1.514	1.498	1.497	1.501	1.557	1.589	1.610	1.577	1.530	1.195
ASYMETRIE	-.798	-.430	-.247	-.145	.059	.270	-.262	-.415	-.521	.238	-.011	.529

PROBABILITE/DEBITS

.99	18.4	20.7	23.4	25.3	28.1	33.5	33.2	37.7	53.3	129.1	146.8	586.1
.98	22.1	24.1	26.8	28.6	31.2	36.7	38.4	44.5	63.8	143.1	165.0	604.4
.95	28.6	30.1	32.6	34.2	36.6	42.1	47.3	56.5	82.6	167.8	186.6	635.3
.90	35.3	36.4	38.6	40.0	42.2	47.9	56.8	69.2	102.6	194.2	229.6	666.7

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 67.41

PROBABILITE #0.99			PROBABILITE #0.98			PROBABILITE #0.95			PROBABILITE #0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2
.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	.112		.50	.066		.50	.015		.50	0.000	
.75	1.343		.75	.941		.75	.378		.75	.163	
1.00	4.193		1.00	3.066		1.00	1.543		1.00	.916	
1.25	6.479		1.25	5.302		1.25	3.388		1.25	2.117	
1.50	8.800		1.50	7.579		1.50	5.564		1.50	3.709	
1.75	11.148		1.75	9.885		1.75	7.786		1.75	5.801	
2.00	13.524		2.00	12.225		2.00	10.045		2.00	7.958	
2.25	15.925		2.25	14.590		2.25	12.340		2.25	10.160	
2.50	18.350		2.50	16.980		2.50	14.663		2.50	12.399	
2.75	20.797		2.75	19.394		2.75	17.013		2.75	14.675	
3.00	23.264		3.00	21.831		3.00	19.391		3.00	16.979	

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1934-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
MOYENNE	6.9	7.3	7.9	8.3	9.4	11.8	16.2	23.0	39.2	55.1	69.5	180.2
ECART TYPE	1.579	1.586	1.584	1.571	1.514	1.537	1.726	1.684	1.836	1.887	1.869	1.267
ASYMETRIE	.094	-.010	-.041	-.070	-.096	-.483	.726	1.168	.849	.842	-.863	-.500

PROBABILITE/DEBITS

.99	2.5	2.5	2.7	2.8	3.5	3.7	6.1	10.7	12.2	12.8	15.8	95.5
.98	2.8	2.8	3.0	3.2	3.9	4.4	6.6	11.1	13.6	15.2	18.8	104.4
.95	3.3	3.4	3.7	3.9	4.7	5.5	7.5	12.0	16.0	19.5	24.6	118.5
.90	3.8	4.0	4.4	4.7	5.5	6.7	8.5	13.0	18.8	24.5	31.1	131.8

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 7.88

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.120	.50	.079	.50	.022	.50	.001
.75	.823	.75	.550	.75	.222	.75	.138
1.00	1.737	1.00	1.433	1.00	.904	1.00	.400
1.25	2.765	1.25	2.447	1.25	1.878	1.25	1.270
1.50	3.888	1.50	3.566	1.50	2.979	1.50	2.331
1.75	5.091	1.75	4.772	1.75	4.182	1.75	3.513
2.00	6.370	2.00	6.057	2.00	5.469	2.00	4.794
2.25	7.721	2.25	7.419	2.25	6.842	2.25	6.165
2.50	9.163	2.50	8.875	2.50	8.308	2.50	7.626
2.75	15.910	2.75	10.464	2.75	9.882	2.75	9.180
3.00	19.503	3.00	14.696	3.00	11.592	3.00	10.826

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1927-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
MOYENNE	161.8	165.5	168.3	170.0	172.8	186.6	218.4	275.3	523.4	790.1	867.2	1474.5
ECART TYPE	1.311	1.311	1.312	1.313	1.310	1.321	1.361	1.417	1.453	1.529	1.451	1.169
ASYMETRIE	.249	.300	.374	.386	.316	.255	.460	.458	-.051	-.384	-.304	-.385

PROBABILITE/DEBITS

.99	90.6	93.6	96.5	97.5	98.3	102.9	118.4	137.7	216.4	261.5	336.1	981.2
.98	96.3	99.2	101.9	102.9	104.1	109.5	125.4	146.9	240.6	303.5	380.6	1036.6
.95	105.8	108.6	111.1	112.1	113.8	120.6	137.3	162.9	281.6	376.3	456.1	1122.1
.90	115.3	118.1	120.4	121.5	123.6	131.7	149.8	179.8	323.6	451.9	532.7	1200.4

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 165.45

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000
.75	.332	.75	.230	.75	.092	.75	.014
1.00	1.787	1.00	1.514	1.00	1.051	1.00	.538
1.25	3.495	1.25	3.188	1.25	2.676	1.25	2.158
1.50	5.289	1.50	4.946	1.50	4.383	1.50	3.819
1.75	7.133	1.75	6.772	1.75	6.155	1.75	5.566
2.00	9.079	2.00	8.656	2.00	7.983	2.00	7.326
2.25	11.065	2.25	10.594	2.25	9.861	2.25	9.154
2.50	13.117	2.50	12.583	2.50	11.784	2.50	11.026
2.75	15.252	2.75	14.630	2.75	13.749	2.75	12.937
3.00	17.512	3.00	16.741	3.00	15.758	3.00	14.887

QUELLE A 2.8 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE 2A A SAINT-PACOME

STATION NUMERO 22702

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1922-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MOYENNE	26.2	29.7	33.7	35.4	38.6	47.8	64.5	96.1	207.7	262.3	311.0	549.4
ECART TYP	1.836	1.793	1.779	1.755	1.729	1.766	1.857	1.958	1.785	1.703	1.658	1.286
ASYMETRIE	-0.232	0.038	0.070	0.080	0.088	-0.061	0.043	-0.186	-0.438	-0.811	-1.077	-0.718

PROBABILITE/DEBITS

.99	6.0	7.8	9.1	9.9	11.0	12.4	15.7	18.4	44.9	56.0	67.0	269.1
.98	7.2	9.1	10.5	11.4	12.7	14.6	18.5	22.6	55.4	70.8	85.7	299.1
.95	9.5	11.4	13.2	14.2	15.8	18.6	23.6	30.8	74.9	98.4	120.2	347.2
.90	12.1	14.1	16.2	17.3	19.2	23.0	29.3	40.1	96.7	128.7	158.0	392.7

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 33.44

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.007	.25	0.003	.25	0.000	.25	0.000
.50	.335	.50	.188	.50	.066	.50	.020
.75	2.219	.75	.845	.75	.587	.75	.242
1.00	3.950	1.00	3.300	1.00	2.171	1.00	.812
1.25	5.728	1.25	5.028	1.25	3.824	1.25	2.566
1.50	7.548	1.50	6.796	1.50	5.517	1.50	4.191
1.75	9.406	1.75	8.600	1.75	7.243	1.75	5.848
2.00	11.297	2.00	10.436	2.00	9.001	2.00	7.538
2.25	13.222	2.25	12.304	2.25	10.787	2.25	9.255
2.50	15.177	2.50	14.198	2.50	12.598	2.50	10.997
2.75	17.164	2.75	16.120	2.75	14.436	2.75	12.762
3.00	19.185	3.00	18.069	3.00	16.297	3.00	14.551

DU SUD A 0.6 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE A ARTHURVILLE

STATION NUMERO 23106

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1924-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
MOYENNE	56.1	73.5	88.6	91.8	97.0	108.5	134.2	185.8	306.2	363.9	403.8	696.1
ECART TYP	1.878	1.597	1.397	1.382	1.360	1.343	1.410	1.547	1.619	1.628	1.575	1.263
ASYMETRIE	-0.763	-1.120	-0.156	-0.185	-0.001	0.303	0.470	0.308	-0.336	-0.651	-0.742	-0.710

PROBABILITE/DEBITS

.99	9.2	17.2	39.2	41.4	47.4	56.3	68.1	74.4	88.8	93.4	110.5	359.1
.98	12.1	21.8	43.4	45.8	51.6	62.1	72.5	81.7	104.6	113.9	134.1	396.1
.95	17.7	30.2	50.4	53.0	58.5	68.6	80.1	94.4	132.7	150.8	176.0	454.8
.90	24.2	39.2	57.4	60.3	65.4	75.1	88.2	108.0	162.7	190.2	220.2	509.6

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 89.37

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.020	.25	0.012	.25	0.004	.25	0.000
.50	0.080	.50	0.066	.50	0.042	.50	0.024
.75	0.287	.75	0.226	.75	0.117	.75	0.083
1.00	1.414	1.00	1.047	1.00	0.617	1.00	0.416
1.25	3.245	1.25	2.725	1.25	2.033	1.25	1.423
1.50	5.278	1.50	4.565	1.50	3.707	1.50	2.982
1.75	7.492	1.75	6.427	1.75	5.486	1.75	4.447
2.00	13.068	2.00	8.833	2.00	7.351	2.00	6.390
2.25	16.717	2.25	13.125	2.25	9.288	2.25	8.200
2.50	20.430	2.50	16.727	2.50	11.298	2.50	10.067
2.75	24.199	2.75	20.397	2.75	13.398	2.75	11.887
3.00	28.019	3.00	24.126	3.00	17.543	3.00	13.955

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1926-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
MOYENNE	71.1	77.6	87.3	94.7	105.2	131.6	185.5	263.0	422.8	486.2	538.4	937.3
ECART TYPE	1.594	1.509	1.455	1.415	1.398	1.430	1.576	1.633	1.581	1.530	1.425	1.269
ASYMETRIE	-0.463	-0.155	.048	-0.006	-0.090	.258	.643	.235	-0.369	-0.397	-0.379	-0.186
PROBABILITE/DEBITS												
.99	20.6	28.5	37.0	42.1	47.2	61.3	80.0	91.6	128.9	160.0	214.2	527.0
.98	24.4	32.2	40.8	46.4	52.0	66.3	85.8	102.3	151.1	185.9	242.5	565.7
.95	31.2	38.8	47.4	53.4	60.1	75.1	96.2	121.5	190.3	231.0	290.0	628.3
.90	38.4	45.5	54.1	60.7	68.2	84.1	107.8	142.3	231.5	277.7	337.8	668.8

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERITSELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 87.09

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.001	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.052	.50	.035	.50	.016	.50	.005
.75	.275	.75	.199	.75	.125	.75	.079
1.00	.770	1.00	.632	1.00	.432	1.00	.280
1.25	1.943	1.25	1.350	1.25	1.014	1.25	.743
1.50	3.659	1.50	3.042	1.50	2.145	1.50	1.461
1.75	5.478	1.75	4.749	1.75	3.707	1.75	2.762
2.00	7.377	2.00	6.536	2.00	5.356	2.00	4.296
2.25	9.349	2.25	8.391	2.25	7.069	2.25	5.902
2.50	11.398	2.50	10.304	2.50	8.839	2.50	7.565
2.75	13.540	2.75	12.271	2.75	10.658	2.75	9.277
3.00	15.811	3.00	14.297	3.00	12.523	3.00	11.032

BEAURIVAGE A 0.7 MI. EN AVAL DU PONT-ROUTE 1 A SAINT-ETIENNE

STATION NUMERO 23401

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1926-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
MOYENNE	16.5	18.4	22.7	25.8	29.1	39.5	63.9	101.6	167.1	202.4	241.7	476.3
ECART TYPE	1.856	1.749	1.801	1.930	1.859	1.939	1.853	1.947	1.937	1.891	1.878	1.976
ASYMETRIE	-0.761	-0.422	-0.216	-0.394	-0.502	-0.561	-0.013	-0.090	-0.436	-0.550	-0.848	.244
PROBABILITE/DEBITS												
.99	2.8	4.2	5.3	5.3	5.5	6.5	15.1	20.6	29.1	35.7	53.3	240.0
.98	3.7	5.2	6.4	6.6	6.9	8.4	17.9	25.0	37.0	45.7	67.2	257.9
.95	5.3	6.9	8.4	9.0	9.7	12.1	23.1	33.4	52.2	64.9	92.9	288.2
.90	7.2	8.8	10.6	11.6	12.8	16.4	28.9	43.0	69.8	86.9	121.0	319.3

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERITSELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 23.23

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.018	.25	.010	.25	.002	.25	0.000
.50	.575	.50	.388	.50	.110	.50	.034
.75	1.255	.75	1.014	.75	.617	.75	.275
1.00	2.062	1.00	1.748	1.00	1.251	1.00	.787
1.25	3.184	1.25	2.619	1.25	1.985	1.25	1.414
1.50	4.877	1.50	3.893	1.50	2.844	1.50	2.138
1.75	6.718	1.75	5.539	1.75	3.932	1.75	2.873
2.00	8.668	2.00	7.298	2.00	5.433	2.00	3.959
2.25	10.730	2.25	9.145	2.25	7.045	2.25	5.268
2.50	12.950	2.50	11.066	2.50	8.734	2.50	6.764
2.75	15.850	2.75	13.058	2.75	10.486	2.75	8.337
3.00	18.961	3.00	15.130	3.00	12.294	3.00	9.970

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1937-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
MOYENNE	367.2	390.8	421.1	438.0	465.6	555.5	754.6	1014.1	1531.8	1793.5	2074.2	3937.7
ECART TYP	1.439	1.406	1.400	1.386	1.370	1.437	1.522	1.598	1.699	1.617	1.515	1.273
ASYMETRIE	-1.228	-1.022	-0.608	-0.408	-0.317	.000	.184	-0.096	-0.106	-0.286	-0.215	-0.202

PROBABILITE/DERITS

.99	124.0	138.8	166.3	183.7	208.1	242.8	297.8	329.8	428.5	545.9	739.0	2168.5
.98	148.6	163.7	190.1	207.1	231.4	266.9	329.8	378.2	500.7	634.8	842.7	2338.7
.95	190.5	205.8	229.4	246.0	270.0	307.8	385.3	463.3	630.7	792.2	1021.7	2613.2
.90	231.9	247.4	269.2	284.5	308.1	349.8	443.7	553.7	772.3	959.8	1207.1	2877.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERITS FLON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 435.63

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.072	.50	.040	.50	.008	.50	0.000
.75	.506	.75	.357	.75	.169	.75	.084
1.00	1.953	1.00	1.325	1.00	.796	1.00	.510
1.25	3.834	1.25	3.031	1.25	1.958	1.25	1.299
1.50	5.878	1.50	4.814	1.50	3.591	1.50	2.565
1.75	8.100	1.75	6.933	1.75	5.379	1.75	4.131
2.00	10.539	2.00	9.102	2.00	7.282	2.00	5.843
2.25	13.247	2.25	11.449	2.25	9.288	2.25	7.657
2.50	16.214	2.50	14.037	2.50	11.407	2.50	9.557
2.75	19.407	2.75	16.898	2.75	13.660	2.75	11.534
3.00	22.767	3.00	19.997	3.00	16.094	3.00	13.596

CHAUDIERE A 0.1 MI. EN AVAL DU RUISSEAU DROLET

STATION NUMERO 23403

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1922-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
MOYENNE	62.9	88.4	113.5	122.4	139.3	165.2	208.8	253.2	320.6	373.1	419.8	798.0
ECART TYP	2.347	2.116	1.944	1.865	1.777	1.824	1.497	1.421	1.541	1.519	1.497	1.229
ASYMETRIE	-1.187	-0.332	-0.760	-0.864	-1.000	-0.780	-0.575	-0.038	.106	.149	.099	-0.150

PROBABILITE/DERITS

.99	7.7	12.9	16.9	19.7	26.2	40.9	69.2	110.8	121.3	147.8	169.2	482.4
.98	10.0	16.7	22.5	26.1	34.2	50.5	81.0	122.2	135.3	163.6	187.3	513.6
.95	14.8	24.1	33.0	38.6	49.4	67.8	101.4	141.6	159.6	191.1	238.7	563.3
.90	20.8	33.1	46.7	53.2	66.5	86.4	122.3	161.2	185.2	220.0	251.4	610.5

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DERIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 123.44

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.074	.25	.041	.25	.015	.25	.007
.50	.438	.50	.293	.50	.162	.50	.073
.75	1.292	.75	.961	.75	.523	.75	.285
1.00	2.363	1.00	1.944	1.00	1.303	1.00	.784
1.25	3.575	1.25	3.097	1.25	2.325	1.25	1.625
1.50	4.906	1.50	4.393	1.50	3.520	1.50	2.690
1.75	7.960	1.75	6.821	1.75	4.865	1.75	3.942
2.00	10.644	2.00	9.393	2.00	7.355	2.00	5.401
2.25	14.344	2.25	12.108	2.25	9.927	2.25	7.850
2.50	18.105	2.50	15.988	2.50	12.603	2.50	10.365
2.75	21.925	2.75	19.744	2.75	16.117	2.75	12.990
3.00	25.798	3.00	23.561	3.00	19.826	3.00	15.754

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1923-1968

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
MOYENNE	70.4	80.7	91.3	98.6	110.5	144.5	203.4	286.4	405.6	485.4	570.1	1022.0
ECART TYPE	1.665	1.586	1.551	1.543	1.570	1.575	1.599	1.677	1.767	1.708	1.549	1.304
ASYMETRIE	-.644	-.480	-.269	-.072	.144	.029	.087	-.171	-.466	-.808	-.347	-.860

PROBABILITE/DEBITS

.99	17.0	23.8	30.2	35.1	40.9	50.7	69.6	80.7	89.1	115.0	183.4	523.8
.98	20.9	28.1	34.9	39.8	45.5	57.3	78.7	94.6	109.9	140.6	213.5	571.0
.95	28.0	35.8	43.0	47.9	53.8	68.7	94.7	119.5	148.4	187.6	266.0	647.9
.90	35.7	43.9	51.5	56.4	62.5	80.8	111.8	146.4	191.2	239.0	320.8	722.3

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT FLON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 93.12

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.006	.25	.002	.25	0.000	.25	0.000
.50	.109	.50	.076	.50	.032	.50	.011
.75	.532	.75	.360	.75	.224	.75	.125
1.00	1.393	1.00	1.050	1.00	.664	1.00	.453
1.25	3.160	1.25	2.094	1.25	1.434	1.25	.990
1.50	5.630	1.50	3.778	1.50	2.506	1.50	1.796
1.75	8.280	1.75	6.016	1.75	3.916	1.75	2.867
2.00	11.053	2.00	8.503	2.00	5.611	2.00	4.183
2.25	13.924	2.25	11.163	2.25	7.543	2.25	5.699
2.50	16.876	2.50	13.944	2.50	9.690	2.50	7.373
2.75	19.902	2.75	16.820	2.75	12.042	2.75	9.182
3.00	22.994	3.00	19.777	3.00	14.593	3.00	11.112

NICOLET SUD-OUEST AU PONT-ROUTE EN AVAL D'ASBESTOS

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1930-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
MOYENNE	10.0	12.6	14.8	16.3	18.6	28.6	55.0	87.0	122.7	155.0	195.8	382.1
ECART TYPE	2.586	2.097	2.060	2.068	2.065	2.886	1.939	1.965	2.886	1.846	1.611	1.251
ASYMETRIE	-.813	-.191	-.221	-.212	-.290	-.320	-.447	-.467	-.484	-.418	-.535	-.506

PROBABILITE/DEBITS

.99	.6	2.0	2.4	2.7	2.9	4.4	9.5	14.4	19.1	31.0	53.7	209.0
.98	1.0	2.6	3.1	3.4	3.8	5.6	12.1	18.5	24.7	38.6	64.5	227.4
.95	1.7	3.6	4.3	4.7	5.3	8.0	17.1	26.4	35.8	52.9	83.6	286.5
.90	2.8	4.8	5.8	6.3	7.2	10.9	22.9	35.7	48.9	69.1	104.0	283.9

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT FLON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 15.17

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	.072	.25	.028	.25	.012	.25	.006
.50	.456	.50	.394	.50	.195	.50	.074
.75	1.258	.75	.992	.75	.638	.75	.371
1.00	2.155	1.00	1.741	1.00	1.224	1.00	.824
1.25	3.249	1.25	2.645	1.25	1.922	1.25	1.386
1.50	4.549	1.50	3.707	1.50	2.731	1.50	2.037
1.75	6.288	1.75	4.930	1.75	3.653	1.75	2.773
2.00	8.495	2.00	6.330	2.00	4.668	2.00	3.594
2.25	10.800	2.25	8.036	2.25	5.840	2.25	4.501
2.50	13.179	2.50	10.168	2.50	7.110	2.50	5.494
2.75	15.621	2.75	12.411	2.75	8.506	2.75	6.575
3.00	18.116	3.00	14.733	3.00	10.046	3.00	7.745

EATON A 0.4 MI. DE LA SAINT-FRANCOIS SMO 3+

STATION NUMERO 30234

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1933-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
MOYENNE	27.3	29.5	33.3	35.8	40.9	54.6	87.3	118.9	158.2	193.7	230.9	431.8
ECART TYPE	1.570	1.548	1.555	1.550	1.620	1.661	1.679	1.730	1.753	1.650	1.584	1.261
ASYMETRIE	.364	.294	.233	.089	.011	-.021	-.110	-.190	-.332	-.201	.018	.041
PROBABILITE/DEBITS												
.99	10.8	11.7	12.9	13.2	13.4	16.7	25.1	30.8	37.5	56.1	89.8	253.5
.98	11.8	12.9	14.2	14.7	15.3	19.2	29.2	36.5	45.3	65.6	100.3	269.5
.95	13.6	14.9	16.6	17.5	18.6	23.6	36.6	46.9	59.8	82.7	118.3	295.6
.90	15.6	17.1	19.2	20.4	22.1	28.5	44.6	58.3	75.8	100.9	137.0	321.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 32.76

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2	
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.123	.50	.047	.50	.012	.50	.002
.75	.627	.75	.660	.75	.848	.75	.111
1.00	1.395	1.00	1.097	1.00	.736	1.00	.467
1.25	2.523	1.25	1.969	1.25	1.396	1.25	.995
1.50	4.472	1.50	3.179	1.50	2.233	1.50	1.660
1.75	6.728	1.75	4.962	1.75	3.292	1.75	2.462
2.00	9.095	2.00	7.114	2.00	4.673	2.00	3.427
2.25	11.548	2.25	9.398	2.25	6.381	2.25	4.599
2.50	14.074	2.50	11.777	2.50	8.348	2.50	6.036
2.75	16.665	2.75	14.236	2.75	10.403	2.75	7.684
3.00	19.318	3.00	16.765	3.00	12.732	3.00	9.500

YAMASKA A 0.6 MI. EN AVAL DU LAC BROME

STATION NUMERO 30301

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1925-1960

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
MOYENNE	7.1	8.1	9.2	10.0	11.0	14.5	23.6	32.2	40.6	49.9	61.8	121.0
ECART TYPE	2.565	2.716	2.696	2.661	2.606	2.544	2.373	2.236	2.083	2.012	1.818	1.370
ASYMETRIE	-.065	.050	.000	-.017	-.001	-.087	-.644	-.866	-.980	-.890	-.706	-1.225
PROBABILITE/DEBITS												
.99	.8	.9	1.0	1.2	1.6	2.1	3.0	4.5	6.3	8.7	11.4	44.7
.98	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	2.0	3.0	4.4	6.3	8.7	14.6	52.7
.95	1.5	1.6	1.8	2.0	2.3	3.0	4.9	7.2	10.3	13.6	20.8	66.2
.90	2.1	2.3	2.6	2.8	3.2	4.3	7.5	11.0	15.2	19.5	27.9	79.3

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 9.24

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2	
.25	.217	.25	.110	.25	.033	.25	.002
.50	1.488	.50	.917	.50	.442	.50	.190
.75	3.282	.75	2.339	.75	1.249	.75	.727
1.00	5.419	1.00	4.110	1.00	2.413	1.00	1.469
1.25	8.037	1.25	6.134	1.25	3.900	1.25	2.417
1.50	10.924	1.50	8.462	1.50	5.617	1.50	3.589
1.75	13.985	1.75	11.187	1.75	7.516	1.75	4.993
2.00	17.070	2.00	14.091	2.00	9.586	2.00	6.585
2.25	20.283	2.25	17.111	2.25	11.866	2.25	8.335
2.50	23.575	2.50	20.225	2.50	14.446	2.50	10.221
2.75	26.936	2.75	23.418	2.75	17.255	2.75	12.236
3.00	30.363	3.00	26.685	3.00	20.190	3.00	14.394

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1921-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	1A3	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
MOYENNE	105.9	119.1	129.9	133.8	143.1	161.3	193.9	229.8	263.8	310.8	374.0	928.9
ECART TYPF	1.595	1.513	1.476	1.486	1.472	1.479	1.498	1.596	1.644	1.666	1.688	1.412
ASYMETRIE	-.399	.014	.180	.226	.266	.224	.179	.437	.552	.564	.292	-.178
PROBABILITE/DEBITS												
.99	31.2	45.6	55.3	56.9	62.8	69.3	79.8	90.2	101.8	117.4	124.4	398.1
.98	36.8	51.0	60.6	62.3	68.4	75.8	87.9	98.5	110.7	127.8	139.3	442.8
.95	46.8	60.4	69.8	71.6	78.1	87.0	101.8	113.4	126.8	146.7	166.0	517.9
.90	57.2	70.1	79.5	81.4	88.3	98.7	116.4	129.6	144.7	167.9	195.3	593.4

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERITSFLOLE LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 128.37

PROBABILITE #0.99			PROBABILITE #0.98			PROBABILITE #0.95			PROBABILITE #0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2
.25	.001		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	.049		.50	.027		.50	.013		.50	.005	
.75	.680		.75	.444		.75	.194		.75	.101	
1.00	2.375		1.00	1.814		1.00	1.072		1.00	.635	
1.25	4.752		1.25	4.081		1.25	2.948		1.25	1.078	
1.50	7.376		1.50	6.616		1.50	5.330		1.50	4.022	
1.75	12.434		1.75	10.816		1.75	7.925		1.75	6.461	
2.00	16.316		2.00	14.616		2.00	11.005		2.00	9.090	
2.25	20.250		2.25	18.473		2.25	15.525		2.25	12.606	
2.50	24.231		2.50	22.381		2.50	19.306		2.50	16.242	
2.75	28.261		2.75	26.334		2.75	23.140		2.75	19.945	
3.00	32.338		3.00	30.332		3.00	27.021		3.00	23.705	

RUISSEAU HALL A 2.5 MI. DE LA CONNECTICUT

STATION NUMERO 31401

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1949-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
MOYENNE	9.8	10.8	12.4	13.4	15.3	19.6	27.8	38.9	56.7	67.5	83.4	157.4
ECART TYPF	1.566	1.542	1.526	1.517	1.534	1.598	1.578	1.600	1.783	1.669	1.616	1.231
ASYMETRIE	-.132	-.077	-.189	-.279	-.275	-.287	-.370	-.760	-.160	-.073	-.261	-.116
PROBABILITE/DEBITS												
.99	3.3	3.9	4.4	4.7	4.9	6.0	8.0	10.1	13.8	20.0	25.0	95.4
.98	3.8	4.4	5.0	5.4	5.7	7.0	9.5	12.4	16.5	23.1	29.2	101.4
.95	4.6	5.3	6.1	6.6	7.2	8.8	12.3	16.4	21.3	28.8	36.6	111.1
.90	5.5	6.2	7.2	7.8	8.7	10.6	15.2	20.8	26.8	34.9	44.6	120.3

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERITSFLOLE LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 12.5A

PROBABILITE #0.99			PROBABILITE #0.98			PROBABILITE #0.95			PROBABILITE #0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2
.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	.150		.50	.063		.50	.022		.50	.008	
.75	.748		.75	.499		.75	.237		.75	.114	
1.00	1.899		1.00	1.344		1.00	.793		1.00	.446	
1.25	3.494		1.25	2.554		1.25	1.643		1.25	1.072	
1.50	5.456		1.50	4.087		1.50	2.733		1.50	1.911	
1.75	7.611		1.75	5.975		1.75	4.033		1.75	2.931	
2.00	9.879		2.00	8.101		2.00	5.548		2.00	4.114	
2.25	12.237		2.25	10.349		2.25	7.333		2.25	5.448	
2.50	14.670		2.50	12.688		2.50	9.399		2.50	6.940	
2.75	17.170		2.75	15.104		2.75	11.609		2.75	8.614	
3.00	19.732		3.00	17.589		3.00	13.919		3.00	10.510	

DE L'OUEST AU PONT LEGER A 0.5 MI. EN AMONT DU BARRAGE DE LA C.I.L.

STATION NUMERO 40115

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1925-1949

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
MOYENNE	11.1	11.8	12.8	13.4	14.1	16.4	21.3	27.0	33.4	42.4	55.5	129.0
ECART TYPE	1.711	1.739	1.733	1.744	1.779	1.786	1.691	1.727	1.772	1.844	1.822	1.297
ASYMETRIE	-1.126	-0.728	-0.557	-0.592	-0.435	-0.286	-0.920	-0.017	-0.805	-0.004	-0.171	-0.114

PROBABILITE/DEBITS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
.99	2.1	2.4	2.9	2.9	3.1	3.8	6.2	7.5	8.8	10.2	12.8	68.9
.98	2.7	3.1	3.5	3.6	3.8	4.6	7.2	8.8	10.3	12.1	15.3	74.4
.95	4.0	4.3	4.8	4.9	5.1	6.0	9.0	11.0	13.0	15.5	20.1	83.4
.90	5.4	5.6	6.2	6.4	6.6	7.7	10.9	13.4	16.0	19.4	25.5	92.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBITSELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 13.47

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
	M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2
.25	.931	.25	.006	.25	0.000	.25	0.000
.50	.579	.50	.418	.50	.180	.50	.826
.75	1.509	.75	1.199	.75	.807	.75	.470
1.00	3.648	1.00	2.742	1.00	1.748	1.00	1.217
1.25	6.681	1.25	5.057	1.25	3.392	1.25	2.305
1.50	10.252	1.50	8.009	1.50	5.614	1.50	3.930
1.75	13.881	1.75	11.532	1.75	8.134	1.75	6.031
2.00	17.560	2.00	15.119	2.00	11.045	2.00	8.420
2.25	21.282	2.25	18.759	2.25	14.480	2.25	11.027
2.50	25.043	2.50	22.445	2.50	17.994	2.50	13.851
2.75	28.839	2.75	26.171	2.75	21.569	2.75	17.843
3.00	32.670	3.00	29.935	3.00	25.194	3.00	20.446

ROUGE AU PONT DU C.P. PRES DE LA MACAZA

STATION NUMERO 40201

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1931-1969

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
MOYENNE	391.4	401.9	416.0	423.4	437.2	472.2	526.6	624.5	955.8	1129.0	1243.4	1771.4
ECART TYPE	1.380	1.370	1.354	1.345	1.342	1.329	1.331	1.354	1.422	1.454	1.425	1.198
ASYMETRIE	-0.369	-0.340	-0.310	-0.275	-0.280	-0.234	-0.107	-0.084	-0.542	-0.467	-0.394	-0.282

PROBABILITE/DEBITS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
.99	169.8	178.7	192.1	200.4	207.8	231.9	264.6	303.1	367.7	416.5	469.4	1207.2
.98	189.9	199.0	212.6	220.8	229.0	254.1	287.8	330.9	420.9	478.1	539.8	1256.6
.95	223.3	232.6	246.5	254.5	263.7	290.3	326.0	376.9	510.3	582.6	658.3	1336.9
.90	256.4	265.8	279.8	287.5	297.7	325.7	363.7	422.6	599.6	688.4	776.8	1415.5

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBITSELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 422.55

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
	M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.027	.50	.008	.50	0.000	.50	0.000
.75	.644	.75	.404	.75	.183	.75	.862
1.00	2.229	1.00	1.847	1.00	1.283	1.00	.760
1.25	4.186	1.25	3.639	1.25	2.947	1.25	2.345
1.50	6.836	1.50	5.617	1.50	4.756	1.50	4.065
1.75	10.473	1.75	7.823	1.75	6.676	1.75	5.880
2.00	14.221	2.00	11.801	2.00	8.700	2.00	7.776
2.25	18.056	2.25	15.541	2.25	10.866	2.25	9.744
2.50	21.965	2.50	19.374	2.50	15.189	2.50	11.791
2.75	25.939	2.75	23.284	2.75	18.954	2.75	13.941
3.00	29.978	3.00	27.264	3.00	22.815	3.00	18.566

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1919-1957

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRF	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
MOYENNE	516.8	708.0	768.6	798.9	832.7	950.0	1137.8	1394.4	1784.6	2087.4	2304.5	3702.7
ECART TYPF	1.837	1.831	1.824	1.798	1.772	1.691	1.617	1.510	1.479	1.458	1.432	1.237
ASYMETRIE	-0.754	-0.622	-0.494	-0.572	-0.637	-0.514	-0.166	-0.306	-0.767	-0.870	-0.801	-0.403

PRORABILITE/DEBITS

.99	90.7	132.5	153.6	160.5	169.8	230.5	351.1	488.0	580.5	690.1	815.2	2124.2
.98	117.7	168.8	192.3	201.8	213.9	281.1	406.7	560.1	687.2	818.5	954.3	2290.3
.95	169.8	238.0	265.1	279.4	296.6	373.3	505.1	684.5	871.0	1038.5	1189.9	2553.1
.90	229.4	316.7	347.4	366.8	389.1	473.8	609.9	812.9	1058.1	1260.7	1425.6	2799.7

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERITS LON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 807.41

PRORABILITE =0.99		PRORABILITE =0.98		PRORABILITE =0.95		PRORABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
	M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2
.25	.052	.25	.011	.25	.003	.25	0.000
.50	.581	.50	.394	.50	.179	.50	.843
.75	1.637	.75	1.315	.75	.821	.75	.426
1.00	3.078	1.00	2.613	1.00	1.942	1.00	1.325
1.25	5.505	1.25	4.350	1.25	3.358	1.25	2.579
1.50	8.458	1.50	6.729	1.50	5.076	1.50	4.081
1.75	12.067	1.75	9.652	1.75	7.143	1.75	5.808
2.00	15.807	2.00	13.275	2.00	9.552	2.00	7.746
2.25	19.645	2.25	17.025	2.25	12.751	2.25	9.905
2.50	23.564	2.50	20.870	2.50	16.446	2.50	12.333
2.75	27.557	2.75	24.794	2.75	20.248	2.75	15.871
3.00	31.622	3.00	28.792	3.00	24.137	3.00	19.639

DE LA PETITE NATION AU PONT-ROUTE PRES DE COTE-SAINT-PIERRE

STATION NUMERO 40401

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1926-1968

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
MOYENNE	150.3	153.0	158.4	161.5	166.4	178.2	199.3	221.7	265.0	304.4	364.0	642.6
ECART TYPF	1.804	1.757	1.711	1.699	1.678	1.578	1.539	1.534	1.613	1.620	1.568	1.280
ASYMETRIE	-1.895	-1.989	-1.243	-1.191	-1.076	-0.307	-0.223	-0.204	-0.097	-0.064	0.032	-0.258

PRORABILITE/DEBITS

.99	18.5	22.8	28.8	30.5	33.9	55.7	68.1	76.9	84.2	96.9	129.2	345.6
.98	27.5	32.0	38.3	40.2	43.9	64.9	78.1	87.9	96.8	111.2	145.6	374.5
.95	46.5	50.7	56.6	58.7	62.5	81.1	95.5	107.1	119.1	136.5	174.4	420.9
.90	69.3	72.3	77.1	79.3	83.1	98.1	113.6	127.0	142.8	163.5	204.8	465.6

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DERITS LON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DERIT Q7-2 = 176.52

PRORABILITE =0.99		PRORABILITE =0.98		PRORABILITE =0.95		PRORABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
	M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2
.25	.077	.25	.020	.25	0.000	.25	0.000
.50	.595	.50	.366	.50	.194	.50	.044
.75	2.868	.75	2.097	.75	1.145	.75	.586
1.00	5.880	1.00	4.889	1.00	3.377	1.00	2.188
1.25	9.148	1.25	8.044	1.25	6.246	1.25	4.583
1.50	12.644	1.50	11.437	1.50	9.433	1.50	7.490
1.75	16.300	1.75	15.005	1.75	12.880	1.75	10.692
2.00	20.092	2.00	18.716	2.00	16.410	2.00	14.103
2.25	24.007	2.25	22.550	2.25	20.115	2.25	17.670
2.50	28.033	2.50	26.496	2.50	23.936	2.50	21.366
2.75	32.170	2.75	30.547	2.75	27.864	2.75	25.176
3.00	36.417	3.00	34.703	3.00	31.889	3.00	29.087

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1926-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
--	---	---	---	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

DEBITS LOGARITHMIQUE

NOMBRE	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

MOYENNE	38.8	41.7	45.4	47.1	50.1	61.0	78.9	106.2	206.2	260.3	303.9	642.5
ECART TYPE	1.459	1.424	1.400	1.403	1.421	1.478	1.569	1.623	1.709	1.680	1.638	1.229
ASYMETRIE	-.295	-.309	-.176	-.103	.070	.168	.581	.430	-.125	-.463	-.466	-.328

PROBABILITE/DEBITS

.99	14.9	16.9	19.8	20.9	22.5	25.8	33.6	40.2	56.4	65.6	81.7	378.6
.98	16.8	19.1	22.0	23.0	24.7	28.3	36.2	44.1	66.2	79.3	98.0	406.0
.95	20.2	22.6	25.6	26.7	28.3	32.7	40.8	51.1	83.8	104.2	127.1	449.4
.90	23.7	26.3	29.3	30.4	32.0	37.2	45.9	58.7	103.1	131.3	158.4	490.2

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 45.81

PROBABILITE #0.99

PROBABILITE #0.98

PROBABILITE #0.95

PROBABILITE #0.90

FACTEUR	EMM.		FACTEUR	EMM.		FACTEUR	EMM.		FACTEUR	EMM.	
	M.P.C.	X Q7-2		M.P.C.	X Q7-2		M.P.C.	X Q7-2		M.P.C.	X Q7-2
.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	.041		.50	.022		.50	.085		.50	0.040	
.75	.485		.75	.349		.75	.177		.75	.076	
1.00	1.440		1.00	1.095		1.00	.754		1.00	.494	
1.25	3.087		1.25	2.685		1.25	2.038		1.25	1.377	
1.50	4.861		1.50	4.393		1.50	3.652		1.50	2.925	
1.75	6.781		1.75	6.194		1.75	5.349		1.75	4.951	
2.00	8.774		2.00	8.073		2.00	7.111		2.00	6.237	
2.25	10.878		2.25	10.019		2.25	8.930		2.25	7.973	
2.50	13.147		2.50	12.035		2.50	10.801		2.50	9.755	
2.75	17.921		2.75	14.129		2.75	12.717		2.75	11.577	
3.00	21.512		3.00	16.324		3.00	14.676		3.00	13.436	

DE LA PETITE NATION A 1.0 MI. EN AVAL DU PONT A PORTAGE-DE-LA-NATION

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1926-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
--	---	---	---	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

DEBITS LOGARITHMIQUE

NOMBRE	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

MOYENNE	242.7	246.2	253.7	259.0	265.9	290.9	328.5	373.8	444.8	503.4	593.3	1094.2
ECART TYPE	1.585	1.575	1.561	1.557	1.553	1.531	1.537	1.542	1.580	1.595	1.562	1.267
ASYMETRIE	-1.060	-1.025	-.985	-.944	-.834	-.718	-.775	-.623	-.389	-.374	-.279	.302

PROBABILITE/DEBITS

.99	59.2	61.9	66.3	69.0	73.7	87.0	95.5	112.6	134.8	149.7	195.0	676.9
.98	74.3	77.2	82.1	85.0	89.6	104.0	115.0	133.9	158.4	176.2	225.4	710.8
.95	101.7	104.8	110.1	113.3	117.9	133.9	149.4	171.3	199.9	222.9	278.4	767.1
.90	130.8	133.9	139.7	143.1	147.5	164.9	185.1	210.2	243.5	272.4	333.8	823.4

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 272.60

PROBABILITE #0.99

PROBABILITE #0.98

PROBABILITE #0.95

PROBABILITE #0.90

FACTEUR	EMM.		FACTEUR	EMM.		FACTEUR	EMM.		FACTEUR	EMM.	
	M.P.C.	X Q7-2		M.P.C.	X Q7-2		M.P.C.	X Q7-2		M.P.C.	X Q7-2
.25	.006		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	.808		.50	.406		.50	.888		.50	.002	
.75	2.660		.75	2.012		.75	1.090		.75	.410	
1.00	5.876		1.00	4.590		1.00	2.904		1.00	1.831	
1.25	9.332		1.25	7.910		1.25	5.615		1.25	3.780	
1.50	12.925		1.50	11.411		1.50	8.901		1.50	6.521	
1.75	16.623		1.75	15.035		1.75	12.374		1.75	9.762	
2.00	20.411		2.00	18.759		2.00	15.974		2.00	13.203	
2.25	24.279		2.25	22.570		2.25	19.678		2.25	16.777	
2.50	28.219		2.50	26.459		2.50	23.471		2.50	20.459	
2.75	32.227		2.75	30.418		2.75	27.346		2.75	24.235	
3.00	36.303		3.00	34.446		3.00	31.292		3.00	28.093	

COULONGE A 5.2 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE 8 PRES DE FORT-COULONGE

STATION NUMERO 41301

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1927-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
MOYENNE	610.4	617.2	629.6	637.8	648.8	682.2	771.0	875.6	1248.7	1494.2	1769.6	2699.1
ECART TYPF	1.395	1.385	1.374	1.367	1.356	1.339	1.343	1.342	1.440	1.515	1.500	1.278
ASYMETRIE	-0.693	-0.668	-0.686	-0.687	-0.682	-0.612	-0.331	-0.210	0.177	-0.006	-0.018	0.306
PROBABILITE/DEBITS												
.99	238.7	247.9	257.3	264.7	275.3	304.5	362.0	422.2	560.7	567.1	662.0	1613.2
.98	274.1	283.3	293.5	301.3	312.3	342.0	400.1	463.2	611.5	635.5	740.5	1699.8
.95	333.2	342.2	353.5	361.7	373.1	403.4	462.7	530.7	696.4	753.7	875.6	1844.3
.90	391.6	400.1	412.2	420.7	432.2	462.8	523.9	597.0	788.3	876.9	1015.9	1969.5

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 652.74

PROBABILITE #0.99			PROBABILITE #0.98			PROBABILITE #0.95			PROBABILITE #0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2
.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	.111		.50	.033		.50	0.000		.50	0.000	
.75	1.112		.75	.741		.75	.348		.75	.186	
1.00	2.822		1.00	2.389		1.00	1.714		1.00	1.101	
1.25	4.690		1.25	4.213		1.25	3.460		1.25	2.764	
1.50	6.689		1.50	6.164		1.50	5.342		1.50	4.576	
1.75	12.095		1.75	10.444		1.75	7.339		1.75	6.580	
2.00	15.797		2.00	14.066		2.00	11.218		2.00	8.532	
2.25	19.599		2.25	17.796		2.25	14.806		2.25	11.893	
2.50	23.493		2.50	21.624		2.50	18.511		2.50	15.436	
2.75	27.475		2.75	25.545		2.75	22.319		2.75	19.110	
3.00	31.542		3.00	29.553		3.00	26.224		3.00	22.895	

KINDJEVIS AU PONT-ROUTE EN AVAL DU LAC PREISSAC

STATION NUMERO 43008

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1939-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
MOYENNE	176.3	178.0	180.4	181.7	183.4	189.0	202.8	222.6	270.2	304.9	460.5	556.2
ECART TYPF	1.243	1.241	1.236	1.236	1.237	1.239	1.240	1.243	1.284	1.277	1.278	1.236
ASYMETRIE	-0.134	-0.145	-0.136	-0.127	-0.141	-0.136	-0.168	-0.309	0.007	-0.522	-0.975	0.851
PROBABILITE/DEBITS												
.99	104.1	105.2	107.9	108.8	109.4	112.4	119.8	127.7	151.3	198.7	220.0	342.5
.98	111.1	112.3	114.9	115.9	116.6	119.9	128.0	137.4	161.9	218.1	247.3	362.1
.95	122.3	123.7	126.3	127.3	128.2	131.8	141.0	152.8	179.2	249.0	290.7	393.7
.90	133.0	134.5	137.1	138.1	139.2	143.2	153.4	167.3	196.2	278.3	331.3	424.4

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 181.29

PROBABILITE #0.99			PROBABILITE #0.98			PROBABILITE #0.95			PROBABILITE #0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X Q7-2
.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	0.000		.50	0.000		.50	0.000		.50	0.000	
.75	.466		.75	.262		.75	.085		.75	.002	
1.00	2.350		1.00	1.908		1.00	1.226		1.00	.797	
1.25	4.583		1.25	4.106		1.25	3.350		1.25	2.640	
1.50	6.977		1.50	6.457		1.50	5.642		1.50	4.878	
1.75	9.494		1.75	8.920		1.75	8.040		1.75	7.222	
2.00	12.118		2.00	11.477		2.00	10.522		2.00	9.648	
2.25	14.885		2.25	14.122		2.25	13.077		2.25	12.143	
2.50	20.910		2.50	16.881		2.50	15.700		2.50	14.698	
2.75	25.403		2.75	22.538		2.75	18.400		2.75	17.311	
3.00	30.074		3.00	27.125		3.00	21.201		3.00	19.985	

KINOUÉVIS A 1.8 MI. EN AVAL DE LA VILLEMONTÉL

STATION NUMÉRO 43009

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1939-1965

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
MOYENNE	215.2	215.4	216.0	217.6	221.3	232.3	258.0	298.7	518.0	672.8	752.3	966.2
ECART TYPE	1.226	1.226	1.226	1.226	1.232	1.251	1.253	1.325	1.326	1.306	1.312	1.207
ASYMETRIE	-0.269	-0.272	-0.254	-0.228	-0.161	0.010	-0.266	0.062	-1.172	-0.684	-1.065	1.290

PROBABILITE/DEBITS

.99	128.9	128.7	129.1	130.9	132.8	138.2	146.0	157.2	213.8	323.3	327.8	649.2
.98	137.7	137.6	138.0	139.7	141.5	146.9	157.2	169.1	247.5	359.0	374.7	676.2
.95	151.7	151.7	152.2	153.6	155.5	160.8	175.1	188.9	302.3	416.7	450.6	720.5
.90	164.9	165.0	165.5	166.8	168.7	174.4	192.1	208.6	354.6	471.9	522.6	764.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 218.50

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000
.75	.434	.75	.203	.75	.059	.75	0.000
1.00	2.183	1.00	1.851	1.00	1.403	1.00	.542
1.25	4.229	1.25	3.704	1.25	3.150	1.25	2.679
1.50	6.404	1.50	5.684	1.50	4.982	1.50	4.447
1.75	8.669	1.75	7.770	1.75	6.885	1.75	6.273
2.00	11.010	2.00	9.947	2.00	8.850	2.00	8.150
2.25	13.414	2.25	12.207	2.25	10.879	2.25	10.072
2.50	15.877	2.50	14.544	2.50	12.973	2.50	12.036
2.75	18.392	2.75	16.952	2.75	15.136	2.75	14.045
3.00	20.958	3.00	19.425	3.00	17.370	3.00	16.101

VERMILLON A 1.4 MI. DU SAINT-MAURICE

STATION NUMÉRO 50116

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1929-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
MOYENNE	309.7	324.9	333.5	338.2	352.2	384.1	425.0	478.4	726.6	926.0	1046.2	1461.6
ECART TYPE	1.416	1.386	1.381	1.376	1.367	1.348	1.318	1.319	1.414	1.481	1.400	1.242
ASYMETRIE	-0.549	-0.667	-0.564	-0.602	-0.641	-0.768	-0.742	-0.530	-0.321	-0.553	-0.555	0.254

PROBABILITE/DEBITS

.99	120.4	130.2	138.0	140.4	147.6	163.0	193.5	226.2	299.3	318.0	418.3	919.2
.98	137.6	148.8	156.4	159.4	167.5	185.4	217.6	251.4	338.4	370.0	478.4	964.8
.95	166.5	179.8	187.1	190.7	200.3	222.2	256.7	292.2	398.8	459.2	573.3	1039.9
.90	195.4	210.4	217.3	221.4	232.4	257.8	294.1	331.6	461.3	550.2	669.5	1114.2

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 343.80

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.094	.50	.032	.50	.001	.50	0.000
.75	1.048	.75	.601	.75	.271	.75	.098
1.00	2.743	1.00	2.253	1.00	1.502	1.00	.824
1.25	4.604	1.25	4.057	1.25	3.222	1.25	2.469
1.50	6.599	1.50	5.985	1.50	5.066	1.50	4.244
1.75	10.717	1.75	8.038	1.75	7.009	1.75	6.114
2.00	14.063	2.00	11.984	2.00	9.051	2.00	8.066
2.25	17.496	2.25	15.314	2.25	11.868	2.25	10.101
2.50	21.020	2.50	18.738	2.50	15.099	2.50	12.242
2.75	24.640	2.75	22.259	2.75	18.438	2.75	14.932
3.00	28.357	3.00	25.881	3.00	21.889	3.00	18.148

CROCHE A PONT-ROUTE A LA CROCHE

STATION NUMERO 50117

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1938-1965

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
MOYENNE	214,6	219,9	224,5	228,5	236,2	258,3	301,2	363,4	695,7	934,1	984,2	1300,6
ECART TYPF	1,401	1,398	1,390	1,377	1,353	1,326	1,334	1,391	1,465	1,308	1,303	1,186
ASYMETRIE	-0,361	-0,338	-0,284	-0,166	-0,073	-0,218	-0,125	-0,082	-0,775	-0,578	-0,519	-0,178

PROBABILITE/DEBITS

.99	89,7	92,4	99,4	104,4	115,1	128,0	150,1	165,3	232,0	447,4	482,2	897,0
.98	100,8	104,2	110,2	115,1	125,6	140,0	163,5	181,8	273,7	497,0	533,0	933,8
.95	119,3	123,0	128,2	133,0	142,9	159,6	185,7	209,5	345,2	577,1	615,0	993,2
.90	137,8	141,7	146,3	150,8	160,0	178,8	207,5	237,4	417,6	653,9	693,5	1050,6

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 226.99

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM, M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM, M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM, M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM, M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.038	.50	.012	.50	0.000	.50	0.000
.75	.541	.75	.349	.75	.158	.75	.074
1.00	2.249	1.00	1.582	1.00	1.024	1.00	.554
1.25	4.421	1.25	3.531	1.25	2.697	1.25	2.113
1.50	6.650	1.50	5.626	1.50	4.512	1.50	3.821
1.75	8.927	1.75	7.791	1.75	6.433	1.75	5.607
2.00	11.246	2.00	10.011	2.00	8.438	2.00	7.458
2.25	13.600	2.25	12.277	2.25	10.510	2.25	9.365
2.50	15.988	2.50	14.583	2.50	12.640	2.50	11.324
2.75	18.406	2.75	16.926	2.75	14.819	2.75	13.331
3.00	20.854	3.00	19.305	3.00	17.045	3.00	15.385

MEKINAC A 4.4 MI. DU SAINT-MARICE

STATION NUMERO 50118

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1929-1966

DERITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DERITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
MOYENNE	58,6	61,0	64,2	66,6	71,7	95,5	124,2	174,3	297,8	410,9	472,1	643,3
ECART TYPE	1,794	1,788	1,802	1,794	1,785	1,738	1,706	1,654	1,698	1,383	1,320	1,288
ASYMETRIE	.145	-.008	-.050	-.028	-.118	-.571	-.875	-1,029	-1,607	-3,363	-2,214	-4,404

PROBABILITE/DEBITS

.99	16,0	15,7	16,0	16,9	17,7	21,1	25,8	37,8	49,4	177,4	237,0	331,5
.98	18,5	18,5	18,8	19,9	21,0	26,1	32,9	48,2	68,2	198,5	258,7	362,7
.95	23,0	23,4	24,2	25,3	27,1	35,5	46,2	67,7	105,3	233,5	294,2	412,9
.90	28,0	29,0	30,1	31,4	33,9	45,9	60,8	88,8	147,3	268,3	328,9	460,9

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 64.51

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM, M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM, M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM, M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM, M.P.C. X Q7-2
.25	.003	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.731	.50	.247	.50	.105	.50	.020
.75	1.866	.75	1.376	.75	.575	.75	.296
1.00	3.108	1.00	2.558	1.00	1.608	1.00	.758
1.25	4.445	1.25	3.838	1.25	2.787	1.25	1.735
1.50	9.666	1.50	5.227	1.50	4.074	1.50	2.903
1.75	12.031	1.75	9.690	1.75	5.471	1.75	4.203
2.00	14.410	2.00	12.021	2.00	7.827	2.00	5.621
2.25	16.801	2.25	14.371	2.25	10.027	2.25	7.167
2.50	19.203	2.50	16.737	2.50	12.260	2.50	8.850
2.75	21.612	2.75	19.118	2.75	14.519	2.75	10.681
3.00	24.028	3.00	21.511	3.00	16.803	3.00	12.660

A4-14

MATAWIN A 2.5 MI. EN AVAL DU PONT-ROUTE 43 A SAINT-MICHEL-DES-SAINTS

STATION NUMERO 50119

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1932-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35

MOYENNE	176.2	179.5	188.5	193.7	202.4	228.8	261.2	298.8	428.6	524.3	573.9	856.7
ECART TYPE	1.523	1.525	1.488	1.463	1.422	1.329	1.362	1.284	1.487	1.439	1.413	1.178
ASYMETRIE	-1.388	-1.487	-1.361	-1.828	-1.958	-0.678	-0.998	-0.683	-0.887	-0.340	-0.687	0.388

PROBABILITE/DEBITS

.99	44.6	44.5	52.0	58.1	68.9	103.8	138.9	169.7	183.8	205.5	220.8	614.3
.98	56.6	56.8	64.9	71.1	81.9	118.8	150.0	188.9	204.1	232.7	253.4	634.8
.95	78.9	79.0	87.8	93.6	104.1	136.6	168.1	199.3	239.3	278.7	309.8	648.3
.90	100.4	102.2	110.9	116.4	126.2	156.7	185.8	217.4	274.7	325.1	362.4	701.4

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 205.60

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. N.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. N.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. N.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. N.P.C. X Q7-2
.25	0.009	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.214	.50	.139	.50	.045	.50	.002
.75	.446	.75	.899	.75	.323	.75	.177
1.00	1.684	1.00	1.410	1.00	.978	1.00	.819
1.25	3.735	1.25	2.897	1.25	2.342	1.25	1.840
1.50	6.387	1.50	5.272	1.50	4.127	1.50	3.820
1.75	10.841	1.75	7.914	1.75	6.253	1.75	5.384
2.00	14.886	2.00	12.291	2.00	8.671	2.00	7.413
2.25	18.595	2.25	16.133	2.25	12.141	2.25	9.429
2.50	22.560	2.50	20.043	2.50	15.945	2.50	12.070
2.75	26.579	2.75	24.013	2.75	19.812	2.75	15.802
3.00	30.683	3.00	28.041	3.00	23.750	3.00	19.618

SAINTE-ANNE BRAS DU NORD A 2.0 MI. DE LA SAINTE-ANNE

STATION NUMERO 50403

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1952-1965

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

MOYENNE	163.6	164.6	165.3	166.4	168.6	177.1	208.4	231.8	447.3	592.6	643.1	823.0
ECART TYPE	1.241	1.237	1.236	1.229	1.218	1.216	1.211	1.207	1.382	1.283	1.287	1.127
ASYMETRIE	.860	.883	.873	1.000	1.188	.826	.587	.619	.958	-.449	-.692	.546

PROBABILITE/DEBITS

.99	113.6	115.3	115.9	119.9	126.4	126.7	124.8	140.6	224.7	306.1	337.9	654.0
.98	118.5	118.1	118.8	122.3	129.2	129.7	130.4	146.6	243.1	335.2	371.5	667.4
.95	121.8	123.2	123.9	126.8	131.7	135.2	140.2	157.1	273.8	382.0	424.7	689.8
.90	127.5	128.9	129.6	131.9	139.9	141.1	150.4	160.2	304.5	426.5	474.3	712.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 160.38

PROBABILITE = 0.99		PROBABILITE = 0.98		PROBABILITE = 0.95		PROBABILITE = 0.90	
FACTEUR	EMM. N.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. N.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. N.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. N.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000
.75	.017	.75	.007	.75	0.000	.75	0.000
1.00	1.436	1.00	1.250	1.00	.926	1.00	.312
1.25	3.135	1.25	2.934	1.25	2.588	1.25	2.228
1.50	4.929	1.50	4.703	1.50	4.327	1.50	3.942
1.75	6.801	1.75	6.343	1.75	6.126	1.75	5.712
2.00	8.741	2.00	8.444	2.00	7.980	2.00	7.530
2.25	10.747	2.25	10.402	2.25	9.882	2.25	9.392
2.50	12.821	2.50	12.413	2.50	11.828	2.50	11.293
2.75	14.967	2.75	14.484	2.75	13.817	2.75	13.229
3.00	17.188	3.00	16.616	3.00	15.851	3.00	15.204

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1916-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
MOYENNE	48.8	50.8	54.6	57.1	59.6	66.3	79.6	95.2	139.9	168.8	195.9	376.3
EGART TYPE	1.518	1.512	1.494	1.438	1.428	1.413	1.445	1.451	1.667	1.428	1.566	1.323
ASYMETRIE	-0.697	-0.668	-0.646	-0.190	-0.167	-0.329	-0.148	0.169	0.188	0.028	-0.372	0.190

PROBABILITE/DEBITS

.99	15.9	16.8	17.8	23.3	24.9	27.3	32.5	42.0	49.0	56.6	67.4	204.2
.98	18.6	18.9	21.0	26.1	27.8	30.7	36.4	46.9	55.0	62.2	76.6	218.1
.95	23.3	24.8	26.4	30.8	32.6	36.4	42.8	52.6	65.5	75.6	92.8	241.3
.90	28.1	29.3	32.0	35.6	37.5	42.1	49.4	59.5	76.8	90.1	109.9	264.6

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7=2)

DEBIT Q7=2 = 57.04

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.113	.50	.080	.50	.070	.50	.051
.75	.260	.75	.062	.75	.052	.75	.035
1.00	0.275	1.00	0.059	1.00	0.042	1.00	.027
1.25	4.053	1.25	3.406	1.25	2.783	1.25	2.050
1.50	7.846	1.50	5.859	1.50	4.895	1.50	3.691
1.75	10.429	1.75	8.357	1.75	6.432	1.75	5.203
2.00	13.946	2.00	11.922	2.00	8.959	2.00	7.488
2.25	17.563	2.25	15.424	2.25	11.481	2.25	9.567
2.50	21.258	2.50	19.024	2.50	15.205	2.50	12.618
2.75	25.022	2.75	22.704	2.75	18.872	2.75	15.182
3.00	28.847	3.00	26.453	3.00	22.471	3.00	18.372

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1922-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MOYENNE	116.3	136.9	150.5	156.3	166.2	186.5	218.5	254.7	342.4	395.9	456.2	630.9
EGART TYPE	1.654	1.517	1.452	1.420	1.422	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420
ASYMETRIE	-0.639	-0.486	-0.393	-0.376	-0.251	0.030	-0.237	-0.251	-0.230	-0.210	-0.279	0.000

PROBABILITE/DEBITS

.99	28.7	45.1	54.9	58.7	68.6	84.1	92.6	100.0	136.5	160.2	171.4	209.6
.98	35.2	52.6	62.9	66.9	76.9	92.1	103.4	105.0	139.0	159.0	170.7	219.6
.95	46.9	65.6	76.6	80.9	90.9	105.6	121.2	125.4	160.8	184.1	195.4	246.8
.90	59.6	78.9	90.5	95.2	104.9	119.3	139.6	147.4	185.1	205.6	215.9	275.9

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7=2)

DEBIT Q7=2 = 154.38

PROBABILITE =0.99		PROBABILITE =0.98		PROBABILITE =0.95		PROBABILITE =0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7=2
.25	.006	.25	.002	.25	0.000	.25	0.000
.50	.104	.50	.059	.50	.022	.50	.010
.75	.228	.75	.049	.75	.016	.75	.008
1.00	2.777	1.00	2.054	1.00	1.154	1.00	.613
1.25	5.147	1.25	4.150	1.25	2.996	1.25	1.964
1.50	7.793	1.50	6.888	1.50	4.920	1.50	3.748
1.75	11.053	1.75	9.291	1.75	7.030	1.75	5.707
2.00	14.639	2.00	12.651	2.00	9.782	2.00	7.842
2.25	18.334	2.25	16.233	2.25	12.994	2.25	10.226
2.50	22.113	2.50	19.922	2.50	16.991	2.50	13.130
2.75	25.965	2.75	23.894	2.75	20.806	2.75	16.204
3.00	29.880	3.00	27.939	3.00	25.715	3.00	20.040

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1921-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

DEBITS LOGARITHMIQUE	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
NOMBRE	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
MOYENNE	134.3	168.6	194.1	201.5	214.6	234.5	260.2	288.3	308.6	443.3	500.9	907.4
Ecart Type	1.956	1.545	1.212	1.280	1.279	1.281	1.282	1.285	1.282	1.465	1.483	1.544
ASymetrie	-2.526	-2.037	-2.707	-2.596	-2.641	-2.523	-2.509	-2.517	-2.582	-2.972	-2.821	-2.999
PROBABILITE/DEBITS												
	.99	10.1	29.3	60.0	102.3	120.1	139.7	163.2	171.6	166.9	181.0	205.3
	.96	17.2	43.0	100.6	112.6	128.7	141.2	170.3	179.7	182.7	200.4	229.3
	.95	24.0	70.5	110.0	127.7	142.7	159.7	192.5	194.1	209.9	233.7	270.4
	.90	50.2	100.5	135.1	142.0	172.3	190.4	209.2	220.2	260.3	312.3	407.0

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT 07-2)

DEBIT 07-2 =	200.30	PROBABILITE = 0.99											
		FACTEUR	EMM.	M.P.C. X 07-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X 07-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X 07-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X 07-2
.25	.029	.60	.019	.074	.60	.007	.007	.60	.010	.60	.000	.60	.010
.50	.092	.60	.074	.156	.75	.110	.110	.75	.110	.75	.094	.75	.094
1.00	.361	1.00	.361	.792	1.00	.584	.584	1.00	.792	1.00	.884	1.00	.884
1.25	4.499	1.25	3.286	2.226	1.25	2.226	2.226	1.25	2.226	1.25	1.433	1.25	1.433
1.50	8.667	1.50	6.646	4.493	1.50	4.493	4.493	1.50	4.493	1.50	3.081	1.50	3.081
1.75	11.792	1.75	9.490	6.404	1.75	6.404	6.404	1.75	6.404	1.75	5.039	1.75	5.039
2.00	15.235	2.00	12.797	8.797	2.00	8.797	8.797	2.00	8.797	2.00	7.378	2.00	7.378
2.25	19.330	2.25	17.082	12.047	2.25	12.047	12.047	2.25	12.047	2.25	11.027	2.25	11.027
2.50	23.233	2.50	21.047	16.282	2.50	16.282	16.282	2.50	16.282	2.50	15.402	2.50	15.402
2.75	27.232	2.75	25.202	20.502	2.75	20.502	20.502	2.75	20.502	2.75	19.135	2.75	19.135
3.00	31.295	3.00	29.581	25.581	3.00	25.581	25.581	3.00	25.581	3.00	22.924	3.00	22.924

MASKINONGE AU PONT DU C.N. PRES DE SAINTE-JRSULE

STATION NUMERO 52001

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1926-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

DEBITS LOGARITHMIQUE	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
NOMBRE	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
MOYENNE	64.3	78.5	79.0	82.5	89.0	101.4	123.5	139.2	156.7	251.5	311.0	620.0
Ecart Type	1.712	1.094	1.033	1.013	1.005	1.002	1.006	1.010	1.010	1.005	1.005	1.000
ASymetrie	-1.719	-1.770	-1.703	-1.709	-1.674	-1.619	-1.687	-1.611	-1.573	-1.607	-1.657	-1.605
PROBABILITE/DEBITS												
	.99	14.9	15.9	20.9	22.5	25.6	30.1	40.5	55.3	63.2	80.9	248.6
	.96	28.6	30.0	37.9	37.9	43.0	48.3	57.9	68.1	78.7	101.6	370.6
	.95	38.6	37.5	42.2	43.4	48.6	53.8	62.5	68.9	78.7	101.6	370.6
	.90	53.9	58.8	61.0	67.5	81.0	97.0	107.6	120.3	133.6	162.7	461.0

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT 07-2)

DEBIT 07-2 =	84.01	PROBABILITE = 0.99											
		FACTEUR	EMM.	M.P.C. X 07-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X 07-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X 07-2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X 07-2
.25	.017	.25	.004	.019	.25	.000	.000	.25	.000	.25	.000	.25	.000
.50	.061	.50	.019	.046	.50	.019	.019	.50	.019	.50	.019	.50	.019
.75	1.062	.75	.062	.156	.75	.156	.156	.75	.156	.75	.156	.75	.156
1.00	3.095	1.00	2.046	2.946	1.00	2.946	2.946	1.00	2.946	1.00	1.956	1.00	1.956
1.25	6.463	1.25	4.941	7.011	1.25	3.402	5.072	1.25	2.624	1.25	2.024	1.25	2.024
1.50	9.788	1.50	7.011	11.027	1.50	5.072	7.066	1.50	3.854	1.50	3.054	1.50	3.054
1.75	13.286	1.75	11.027	14.783	1.75	7.066	10.006	1.75	5.036	1.75	4.036	1.75	4.036
2.00	16.816	2.00	14.783	18.947	2.00	10.006	14.036	2.00	6.100	2.00	6.100	2.00	6.100
2.25	20.444	2.25	17.947	23.049	2.25	13.049	18.949	2.25	10.787	2.25	10.787	2.25	10.787
2.50	24.134	2.50	21.532	27.532	2.50	17.532	23.717	2.50	14.610	2.50	14.610	2.50	14.610
2.75	27.876	2.75	25.181	32.181	2.75	20.181	27.876	2.75	17.610	2.75	17.610	2.75	17.610
3.00	31.658	3.00	28.985	37.985	3.00	24.985	33.985	3.00	21.817	3.00	21.817	3.00	21.817

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1925-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
MOYENNE	125.2	134.2	144.3	151.4	158.9	188.3	218.5	254.5	337.4	402.7	479.8	918.8
EGART TYPE	1.858	1.920	1.481	1.448	1.428	1.447	1.451	1.465	1.483	1.634	1.823	1.442
ASYMETRIE	-0.230	-0.344	-0.324	-0.388	-0.468	-0.214	-0.501	-0.792	-0.178	-0.149	-0.318	-0.188

PROBABILITE/DEBITS

.99	41.4	45.6	56.4	58.6	61.8	72.1	75.6	84.4	98.3	121.9	163.5	324.1
.98	47.7	52.7	64.0	66.6	70.2	81.8	87.6	99.9	114.8	141.4	188.4	371.2
.95	58.7	64.8	78.8	81.1	84.4	96.1	107.9	126.2	144.1	176.1	231.4	458.6
.90	78.3	77.5	89.8	93.7	98.8	111.4	128.4	152.8	178.7	213.2	276.1	547.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT QT=2)

DEBIT QT=2 = 149.25

PROBABILITE =0.99			PROBABILITE =0.98			PROBABILITE =0.95			PROBABILITE =0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X QT=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X QT=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X QT=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X QT=2
.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	0.112		.50	0.144		.50	0.117		.50	0.083	
.75	1.430		.75	0.852		.75	0.870		.75	0.825	
1.00	3.586		1.00	2.623		1.00	1.448		1.00	0.795	
1.25	6.140		1.25	5.000		1.25	3.199		1.25	2.641	
1.50	8.947		1.50	7.427		1.50	5.865		1.50	4.719	
1.75	12.121		1.75	10.472		1.75	8.883		1.75	6.889	
2.00	15.859		2.00	13.654		2.00	10.931		2.00	8.831	
2.25	19.116		2.25	17.056		2.25	13.015		2.25	11.227	
2.50	22.763		2.50	20.681		2.50	17.132		2.50	14.097	
2.75	26.484		2.75	24.199		2.75	20.828		2.75	17.132	
3.00	30.278		3.00	27.894		3.00	24.638		3.00	20.898	

DES ESCOUMINS A 1.9 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE 15 A ESCOUMINS

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1955-1968

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
MOYENNE	88.2	85.9	89.7	92.0	97.8	108.2	125.7	146.8	215.3	241.3	285.8	621.2
EGART TYPE	1.347	1.391	1.394	1.348	1.383	1.378	1.396	1.498	1.344	1.419	1.420	1.382
ASYMETRIE	1.809	1.950	1.218	1.160	0.930	0.410	1.849	1.594	0.680	-0.378	-0.381	0.620

PROBABILITE/DEBITS

.99	58.1	55.0	55.6	56.9	57.5	58.6	63.0	104.3	128.3	212.7	283.9	595.1
.98	59.4	56.0	56.9	58.3	59.5	60.8	65.0	109.6	135.1	225.2	296.8	608.2
.95	59.3	58.1	59.5	61.1	62.3	63.5	68.5	128.4	136.3	245.2	266.4	696.1
.90	60.6	60.7	62.6	64.4	67.5	73.0	93.3	112.1	147.3	264.3	291.1	647.9

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT QT=2)

DEBIT QT=2 = 83.95

PROBABILITE =0.99			PROBABILITE =0.98			PROBABILITE =0.95			PROBABILITE =0.90		
FACTEUR	EMM.	M.P.C. X QT=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X QT=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X QT=2	FACTEUR	EMM.	M.P.C. X QT=2
.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000		.25	0.000	
.50	0.000		.50	0.000		.50	0.000		.50	0.000	
.75	0.197		.75	0.298		.75	0.325		.75	0.308	
1.00	0.698		1.00	0.768		1.00	0.846		1.00	0.840	
1.25	1.756		1.25	1.611		1.25	1.697		1.25	1.691	
1.50	2.773		1.50	2.631		1.50	2.675		1.50	2.690	
1.75	3.949		1.75	3.822		1.75	3.883		1.75	3.914	
2.00	7.222		2.00	6.845		2.00	6.199		2.00	5.542	
2.25	9.578		2.25	9.169		2.25	8.472		2.25	7.955	
2.50	11.863		2.50	11.823		2.50	10.775		2.50	10.086	
2.75	14.372		2.75	13.904		2.75	13.107		2.75	12.288	
3.00	16.804		3.00	16.310		3.00	15.468		3.00	14.501	

AU TONNERRE A 0.4 MI. EN AMONT DU PONT-ROUTE 15

STATION NUMERO 73301

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1950-1968

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NUMBRE	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
MOYENNE	75.9	76.3	77.4	78.4	80.1	85.1	102.7	127.8	228.2	488.6	571.9	721.1
ECART TYPF	1.377	1.381	1.391	1.397	1.407	1.424	1.547	1.642	1.677	1.287	1.375	1.202
ASYMETRIE	.880	.889	.917	.930	.940	.938	.898	.891	-.814	-.104	-.443	-.189

PROBABILITE/DEBITS

.99	44.4	44.5	44.9	45.3	46.0	47.8	45.2	50.2	56.6	256.8	243.9	458.4
.98	46.0	46.2	46.6	47.0	47.7	49.6	48.4	54.3	68.9	279.4	274.5	485.4
.95	49.1	49.2	49.6	50.0	50.8	53.0	54.3	62.0	91.0	315.9	325.3	527.9
.90	52.5	52.7	53.1	53.5	54.3	56.9	60.8	70.4	115.1	351.0	375.2	567.8

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBITSECON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 73.61

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
	M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000
.75	.836	.75	.639	.75	.878	.75	.820
1.00	2.099	1.00	1.811	1.00	1.424	1.00	1.015
1.25	3.299	1.25	3.068	1.25	2.655	1.25	2.207
1.50	4.647	1.50	4.404	1.50	3.975	1.50	3.509
1.75	13.125	1.75	11.997	1.75	10.802	1.75	7.958
2.00	15.495	2.00	14.343	2.00	12.307	2.00	10.220
2.25	17.858	2.25	16.685	2.25	14.612	2.25	12.489
2.50	20.210	2.50	19.017	2.50	16.914	2.50	14.764
2.75	22.564	2.75	21.334	2.75	19.208	2.75	17.041
3.00	24.968	3.00	23.643	3.00	21.493	3.00	19.318

HARRICANA A 2.1 MI. EN AVAL DU PONT-ROUTE 45 A AMOS

STATION NUMERO R0101

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1915-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NUMBRE	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
MOYENNE	494.8	506.4	517.5	523.2	532.1	557.7	621.6	715.8	1013.8	1566.0	1776.0	2130.5
ECART TYPF	1.345	1.333	1.327	1.323	1.316	1.314	1.308	1.306	1.343	1.321	1.338	1.237
ASYMETRIE	-.434	-.478	-.440	-.496	-.445	-.379	-.263	-.326	-.398	-.756	-.726	-.022

PROBABILITE/DEBITS

.99	226.2	235.0	242.0	246.7	257.0	274.4	316.5	361.4	468.9	705.4	775.9	1293.4
.98	251.8	261.4	269.1	274.0	284.0	301.8	345.3	395.6	520.4	794.9	877.5	1372.0
.95	293.7	304.5	313.1	318.4	327.8	346.5	392.3	451.0	605.0	940.3	1043.6	1498.7
.90	334.6	346.3	355.0	361.2	370.2	389.6	437.9	504.6	687.5	1079.5	1203.8	1620.6

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBITSECON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 529.70

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.	FACTEUR	EMM.
	M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2		M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.430	.50	.002	.50	0.000	.50	0.000
.75	.753	.75	.893	.75	.853	.75	.867
1.00	2.488	1.00	1.978	1.00	1.362	1.00	.907
1.25	4.630	1.25	4.016	1.25	3.103	1.25	2.376
1.50	6.898	1.50	6.214	1.50	5.186	1.50	4.281
1.75	9.256	1.75	8.506	1.75	7.381	1.75	6.382
2.00	11.688	2.00	10.873	2.00	9.656	2.00	8.575
2.25	14.186	2.25	13.304	2.25	11.995	2.25	10.836
2.50	16.742	2.50	15.791	2.50	14.391	2.50	13.155
2.75	19.354	2.75	18.332	2.75	16.838	2.75	15.527
3.00	22.028	3.00	20.921	3.00	19.331	3.00	17.945

BELL A 5.6 MI. EN AMONT DU PONT C.N. A SENNETERRE

STATION NUMERO A0706

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1915-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
MOYENNE	331.7	339.4	344.3	346.9	351.3	365.8	400.2	450.9	500.2	869.7	1002.1	1148.5
ECART TYPF	1.355	1.326	1.321	1.320	1.317	1.309	1.297	1.283	1.260	1.263	1.299	1.218
ASYMETRIE	-0.972	-0.916	-0.866	-0.845	-0.829	-0.804	-0.792	-0.727	-0.661	-0.363	-0.424	0.181

PROBABILITE/DEBITS

.99	133.2	146.9	152.2	154.2	157.6	167.7	189.0	222.2	336.5	475.4	503.7	745.9
.98	153.8	167.4	172.0	174.6	178.1	188.8	211.7	246.8	359.1	515.4	553.3	781.6
.95	187.8	200.7	205.7	207.7	211.3	222.8	248.2	286.2	395.6	579.3	633.3	839.6
.90	220.8	232.6	237.3	239.3	243.0	255.2	282.7	323.4	431.0	640.1	710.1	896.1

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 358.23

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	.091	.50	.011	.50	0.000	.50	0.000
.75	1.274	.75	.848	.75	.364	.75	.107
1.00	3.002	1.00	2.494	1.00	1.722	1.00	1.098
1.25	4.900	1.25	4.363	1.25	3.509	1.25	2.719
1.50	6.933	1.50	6.390	1.50	5.518	1.50	4.692
1.75	9.286	1.75	8.542	1.75	7.665	1.75	6.827
2.00	11.354	2.00	10.803	2.00	9.913	2.00	9.061
2.25	13.729	2.25	13.159	2.25	12.246	2.25	11.374
2.50	16.205	2.50	15.602	2.50	14.653	2.50	13.753
2.75	18.776	2.75	18.125	2.75	17.126	2.75	16.192
3.00	21.459	3.00	20.725	3.00	19.660	3.00	18.685

MEGISCANE A 8.4 MI. EN AMONT DU LAC PARENT

STATION NUMERO A0717

PERIODE ANNUELLE

ANNEE 1925-1969

DEBITS MINIMA CONSECUTIFS

	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
DEBITS LOGARITHMIQUE												
NOMBRE	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
MOYENNE	1576.3	1581.5	1595.9	1606.5	1622.2	1686.7	1816.0	2014.8	2730.1	4553.2	5089.5	5917.1
ECART TYPF	1.169	1.168	1.168	1.170	1.172	1.185	1.210	1.227	1.242	1.275	1.275	1.228
ASYMETRIE	-0.087	-0.118	-0.226	-0.289	-0.329	-0.402	-0.441	-0.436	.114	-0.678	-1.116	-0.083

PROBABILITE/DEBITS

.99	1085.8	1087.3	1083.7	1079.9	1079.8	1081.4	1097.3	1175.1	1679.9	2301.4	2401.3	3620.8
.98	1136.0	1138.5	1138.6	1137.4	1139.6	1148.5	1175.8	1265.1	1773.4	2543.9	2714.3	3842.8
.95	1215.0	1218.8	1224.2	1226.6	1232.2	1252.7	1298.6	1406.8	1925.6	2930.5	3212.6	4198.2
.90	1288.9	1293.7	1303.4	1308.9	1317.4	1348.6	1412.4	1539.1	2074.2	3294.4	3676.2	4537.7

EMMAGASINEMENT NECESSAIRE POUR GARANTIR UN DEBIT SELON LE FACTEUR (FACTEUR=DEBIT GARANTI/DEBIT Q7-2)

DEBIT Q7-2 = 1605.28

PROBABILITE #0.99		PROBABILITE #0.98		PROBABILITE #0.95		PROBABILITE #0.90	
FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2	FACTEUR	EMM. M.P.C. X Q7-2
.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000	.25	0.000
.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000	.50	0.000
.75	.434	.75	.094	.75	0.000	.75	0.000
1.00	2.149	1.00	1.732	1.00	1.108	1.00	.625
1.25	4.028	1.25	3.592	1.25	2.906	1.25	2.271
1.50	6.032	1.50	5.601	1.50	4.918	1.50	4.274
1.75	8.150	1.75	7.728	1.75	7.051	1.75	6.404
2.00	10.377	2.00	9.953	2.00	9.270	2.00	8.615
2.25	12.709	2.25	12.266	2.25	11.561	2.25	10.887
2.50	15.139	2.50	14.658	2.50	13.915	2.50	13.216
2.75	17.664	2.75	17.123	2.75	16.326	2.75	15.592
3.00	20.285	3.00	19.656	3.00	18.788	3.00	18.012

RAPPORT

**GOUVERNEMENT DU CANADA
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT**

**RATIONALISATION
DU
RÉSEAU
HYDROMÉTRIQUE
DU
QUÉBEC**

Résumé

UNIVERSITE DU QUÉBEC

**INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (INRS)
CENTRE QUÉBÉCOIS DES SCIENCES DE L'EAU (CEQUEAU)**

Rationalisation du réseau
hydrométrique du Québec

INRS-Eau
Université du Québec
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 1
1971

par

J.P. Villeneuve, H. St-Martin, B. Bobée, M. Leclerc,
G. Morin, R. Charbonneau, J.P. Fortin

ISBN 2-89146-026-X

DEPOT LEGAL 1971

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés

© 1971 - Institut national de la recherche scientifique

TABLE DES MATIERES

	<u>PAGES</u>
I. <u>REVUE DES CONNAISSANCES ACTUELLES</u>	2
Introduction	2
I.1 Définition et fonctions d'un réseau hydrométrique	2
I.2 Méthodes d'approche pour rationaliser un réseau	3
I.2.1 Méthodes basées sur la notion du contenu de l'information	3
I.2.2 Méthode de Karazev	4
I.2.3 Méthode de régionalisation	5
I.2.4 Modèles	6
2. <u>RESEAU HYDROMETRIQUE ET RESEAU METEOROLOGIQUE DU QUEBEC</u>	9
Introduction	9
2.1 Le réseau hydrométrique du Québec	9
2.1.1 Régions hydrographiques	10
2.1.2 Densité	10
2.1.3 Superficie	13
2.1.4 Nombre d'années d'observation	15
2.2 Le réseau météorologique du Québec	15
3. <u>PRINCIPES GENERAUX DE LA RATIONALISATION</u>	20
Introduction	20
3.1 Zonation	21
3.2 Aspects pratiques de la rationalisation	24
3.3 Objectifs du réseau et types de stations	25

	<u>PAGES</u>
3.4 Usages de l'eau au Québec	29
3.4.1 Problèmes d'alimentation en eau	30
3.4.2 Aménagements pour des fins hydroélectriques	31
3.4.3 Aménagements pour des fins de contrôle des inondations	32
3.4.4 Amélioration de la qualité, récréation dans le cadre d'aménagements à fins multiples	34
3.5 Régionalisation générale des usages de l'eau	34
4. <u>APPLICATION DE METHODES CONDUISANT A LA RATIONALISATION</u>	39
Introduction	39
4.1 Précision des variables hydrologiques	40
4.1.1 Les erreurs et leur origine	40
4.1.2 Calcul des erreurs d'échantillonnage (dues au temps)	41
4.1.3 Importance de la précision	41
4.2 Rationalisation de la zone I	42
4.2.1 Aspects théoriques	42
4.2.2 Application	43
4.2.3 Conclusion	44
4.3 Rationalisation des zones 2 et 3	47
4.3.1 Cartographie	48
4.3.2 Régressions multiples	49
4.3.3 Application de la méthode de Dalrymple aux débits de crue	51
4.3.4 Courbes régionales d'emmagasinement	52
4.3.5 Application des modèles	55
<u>CONCLUSION</u>	58
Résumé et recommandations	58

PAGES

LISTE DES FIGURES

2.1	Evolution des stations	18
3.1	Découpage des zones suivant les usages et les problèmes	22
3.2	Schéma de rationalisation	26

LISTE DES TABLEAUX

2.1	Nombre total de stations par région et suivant la nature du régime	11
2.2	Densité du réseau hydrométrique	12
2.3	Comparaison entre le nombre total de bassins de drainage et le nombre de bassins jaugés, par classe de superficie	14
2.4	Statistiques du réseau météorologique	17
3.1	Types de stations en fonction des objectifs	28
3.2	Données hydrologiques requises pour les différents objectifs	33
3.3	Objectifs <u>usés</u> dans les différentes zones	36
4.1	Zone I - Caractéristiques régionales et valeurs des critères	45
4.2	Erreurs types relatives régionales	53

I

REVUE DES CONNAISSANCES ACTUELLES

I REVUE DES CONNAISSANCES ACTUELLES

INTRODUCTION

Durant les dernières années, plusieurs auteurs de différents pays ont entrepris des études de validité de réseaux en place et ont montré la nécessité d'une rationalisation efficace pour obtenir les données nécessaires à l'aménagement et la gestion de la ressource.

Il est donc important:

- de définir un réseau et ses fonctions;
- de considérer les différentes méthodes d'approche permettant la rationalisation du réseau.

I.1 DEFINITION ET FONCTIONS D'UN RESEAU

HYDROMETRIQUES

Il existe dans la littérature de nombreuses définitions et classifications des réseaux hydrométriques que l'on peut résumer en disant qu'un réseau est un ensemble de stations dont le but est l'échantillonnage de la variabilité dans le temps et l'espace des caractéristiques hydrologiques afin de satisfaire certains objectifs avec un niveau de précision donné.

La classification des stations basée sur l'utilisation ultérieure des données fait intervenir plusieurs critères:

- distinction entre les stations à long terme (réseau de base) et les stations à court terme (stations secondaires);

- distinction suivant la nature du régime du cours d'eau (naturel ou influencé);
- distinction suivant la taille des cours d'eau (principaux ou secondaires).

I.2 METHODES D'APPROCHE POUR RATIONALISER UN RESEAU

Le but de la rationalisation est d'étudier pour une région donnée:

- le nombre de stations requises;
- leur localisation;
- la durée d'enregistrement à chaque station.

Les méthodes employées pour parvenir à cette détermination visent à éviter une duplication de l'information tout en échantillonnant avec la précision désirée, la variabilité dans le temps et l'espace des caractéristiques importantes de l'écoulement.

On a distingué plusieurs types de méthodes:

I.2.1 Méthodes basées sur la notion du contenu de l'information

Quand on compare des estimations de moyenne d'une série, l'estimation la plus efficace est celle qui conduit à la plus faible variance.

Cette notion peut s'appliquer à différents cas pour répondre aux questions posées par la rationalisation:

- extension de données d'une série à l'aide d'un modèle régressif. Par exemple, extension à une station secondaire à partir d'une ou plusieurs stations de base. Il est alors possible de déterminer le nombre d'années requis à une station secondaire pour que l'extension à partir des données d'une ou plusieurs stations de base soit valable;
- détermination du nombre de stations de base requis dans une région donnée, par l'étude du nombre de stations de base effectivement indépendantes. On peut ainsi éviter la duplication de l'information due aux corrélations entre stations de base;
- détermination du nombre effectif d'observations dans une série en tenant compte de l'autocorrélation entre les valeurs de la série.

I.2.2 Méthode de Karazev

Cette méthode a pour objectif de préciser les principes de distribution du réseau de base qui comprend:

- des stations de régime dont la fonction est de préciser les conditions régionales du régime hydrologique;
- des stations d'exploitation visant à fournir l'information courante nécessaire à une bonne utilisation de l'eau.

Le but de la méthode est la détermination d'une densité de stations de jaugeage permettant l'estimation par interpolation du débit annuel d'un cours d'eau au niveau de précision désiré.

Dans chaque région dont les caractéristiques géographiques et hydrologiques sont relativement homogènes, on définit 3 conditions permettant de déterminer la densité optimale de stations:

- . Condition de superficie minimale, pour que le bassin choisi ne soit pas soumis aux conditions locales et pour qu'il soit représentatif des conditions climatiques et hydrologiques régionales.
- . Condition de superficie reliée à la variabilité spatiale, pour qu'il y ait une différence significative d'un bassin à l'autre dans le gradient d'écoulement (afin d'éviter la duplication de l'information).
- . Critère de superficie maximale, qui a pour but d'assurer une certaine précision sur l'interpolation linéaire des débits annuels spécifiques.

Cette méthode qui utilise les débits annuels est adéquate pour assurer une bonne connaissance de la distribution spatiale d'autres événements hydrologiques (débits de crue, ...).

I.2.3 Méthode de régionalisation

On recherche pour une région donnée une relation entre une caractéristique de l'écoulement et certains facteurs physiques ou climatiques. Cette relation permet de déterminer en tout point de la région la valeur de la caractéristique de l'écoulement à partir de la connaissance des valeurs des facteurs climatiques et physiques.

Parmi les applications les plus courantes de ces principes, on peut citer:

- méthode de Dalrymple, dont le but est la détermination de la courbe de distribution de fréquence de crue en tout point d'une région homogène;
- régression multiple linéaire entre une caractéristique de l'écoulement et des facteurs physiques ou climatiques. Cette méthode a donné lieu à de nombreuses applications, mais nécessite cependant une grande prudence dans son emploi;
- régionalisation des moments d'une loi statistique. Lorsqu'il est possible pour une région donnée de trouver une loi statistique rendant bien compte de la distribution d'une caractéristique de débit, on peut établir des régressions régionales entre les moments de la loi et certains facteurs physiques et climatiques. Il est alors possible de déterminer la loi de distribution en tout point.

I.2.4 Modèles

Les modèles ont pour but de reconstituer les débits naturels à partir de données météorologiques, climatologiques et pédologiques. De nombreux modèles paramétriques permettent actuellement de reproduire au pas de temps désiré les écoulements réels.

Par leur flexibilité et leur adaptabilité, les modèles sont des outils qui permettent:

- d'éviter la duplication de l'information obtenue par les réseaux hydrométriques;
- de préciser l'influence des caractéristiques physiques de bassin e du climat régional sur le régime hydrologique des cours d'eau.

La fidélité des débits reproduits par les modèles dépend de:

- la pertinence des caractéristiques physiques et géomorphologiques choisies;
- la représentativité et la qualité des données météorologiques. Ceci met en évidence la nécessité d'avoir un réseau météorologique adapté à la prévision des données.

Les modèles sont utiles pour la rationalisation d'un réseau, car à partir d'observations systématiques des principales variables météorologiques on peut à l'aide d'un nombre relativement faible d'observations hydrométriques reconstituer en tout point les principales caractéristiques hydrologiques.

Dans l'état actuel, en raison de l'insuffisance de données météorologiques transposables avec précision, la puissance de tels modèles est limitée. Mais dans la perspective où l'on coordonnera l'implantation de stations hydrométriques et météorologiques, les modèles se révéleront un outil efficace.

RESEAU HYDROMETRIQUE ET

RESEAU METEOROLOGIQUE

DU QUEBEC

2 RESEAU HYDROMETRIQUE ET RESEAU

METEOROLOGIQUE DU QUEBEC

INTRODUCTION

La rationalisation du réseau hydrométrique fait appel aux connaissances acquises sur les écoulements à la fois dans l'espace et dans le temps.

En effet, le principe même de la rationalisation est basé sur la comparaison entre la précision obtenue sur les données actuelles et la précision requise sur les variates.

L'utilisation des données acquises ne peut pas se faire sans une étude, au moins sommaire, de l'ensemble des stations qui fournissent ces données.

En plus d'étudier le réseau hydrométrique, on doit considérer aussi les stations météorologiques dans leur ensemble parce que leurs données sont utilisées dans l'exploitation des modèles et peuvent intervenir dans les régressions multiples.

2.1 LE RESEAU HYDROMETRIQUE DU QUEBEC

Le but de cette section est de montrer la répartition actuelle du réseau de jaugeage et autres points de mesure des débits, par région hydrographique, suivant la nature du régime du cours d'eau, la superficie drainée au droit des stations de mesure et le nombre d'années d'observation.

2.1.1 Régions hydrographiques

Le tableau 2.1 illustre la distribution des stations par région hydrographique*, suivant la nature du régime et la catégorie des stations.

Des 305 stations de débit du Québec, 108 sont influencées mensuellement et 197 ont un régime naturel ou influencé journallement. De ce dernier nombre, 62 stations sont localisées dans les régions nordiques du Québec (08, 09, 10). On remarque également que c'est dans le bassin de la rivière Outaouais (04) que l'on rencontre le plus grand nombre de stations influencées mensuellement, soit 39.

2.1.2 Densité

Le tableau 2.2 indique qu'il y a des différences énormes dans la densité de jaugeage sur le territoire du Québec. A première vue, on distingue deux différents groupes de densité, soit le groupe formé des régions 01 à 05 et celui comprenant les régions 06 à 10. On remarque de plus des différences assez grandes à l'intérieur de ces deux groupes. Par exemple, dans le bassin de la rivière Outaouais (04) on note une très faible densité de stations à régime naturel ou peu influencé, ce qui s'explique par l'aménagement des principaux tributaires de ce bassin pour la production d'énergie hydro-électrique.

On remarque également que la densité des points de mesure dans la région 10 est environ trois fois inférieure à celle des autres régions du deuxième groupe.

* Les régions hydrographiques sont celles que l'on retrouve dans le "Répertoire des stations hydrométriques" (1970).

TABLEAU 2.1

NOMBRE TOTAL DE STATIONS PAR REGION ET SUIVANT LA NATURE DU REGIME

Régions	Régime						Total
	10	20	21	31	32	33	
01	9	2	0	1	0	0	12
02	19	9	0	4	3	2	37
03	16	9	1	6	2	4	38
04	9	8	0	15	14	10	56
05	18	12	2	7	2	9	50
06	6	1	0	3	7	7	24
07	14	1	0	2	3	6	26
08	16	0	0	0	0	0	16
09	32	0	0	0	0	0	32
10	13	0	0	1	0	0	14
TOTAL	152	42	3	39	31	38	305

Régime 10 - Régime naturel - jaugeage
 20 - Régime influencé journallement - jaugeage
 21 - Régime influencé journallement - usine
 31 - Régime influencé mensuellement - jaugeage
 32 - Régime influencé mensuellement - barrage
 33 - Régime influencé mensuellement - usine

TABLEAU 2.2

————— DENSITE DU RESEAU HYDROMETRIQUE —————

Région	Superficie mi. ²	No. Stations 10,20,21	Densité mi. ² /Station	No. total Stations	Densité totale mi. ² /Station	Type de région (OMM)
01	8,811	11	800	12	735	2
02	11,018	28	408	37	290	2
03	10,711	26	412	38	282	1,2
04	36,472	17	2,120	56	652	1,2
05	26,662	32	833	50	533	1,2
06	32,439	7	4,640	24	1,350	1,2
07	96,208	15	6,400	26	3,700	1,2
08	67,716	16	4,230	16	4,230	1
09	134,669	32	4,200	32	4,200	1
10	189,051	14	13,500	0	13,500	1
<u>TOTAL</u>	613,751	198	3,100	305	2,010	

Si l'on compare le réseau hydrométrique actuel avec les normes minimales proposées par l'OMM, on se rend bien compte que seules les régions 02 et 03 se conforment à ces normes. Par contre, les régions 01, 04 et 05 ont une densité correspondant aux normes minimales tolérées dans les conditions difficiles, tandis que les autres régions n'ont pas encore atteint cette densité.

2.1.3 Superficie

La superficie des bassins versants est le facteur physique le plus important à considérer dans l'étude des débits des cours d'eau (Thomas et Benson 1970).

Il s'avère donc intéressant de connaître la répartition des stations suivant la superficie totale drainée au droit de la station de jaugeage. Le tableau 2.3 donne cette répartition pour chacune des régions hydrographiques, suivant que le régime est influencé mensuellement ou non.

Le tableau indique que dans les régions 01 à 05, la quasi-totalité des bassins versants supérieurs à 500 milles carrés est jaugee tandis que ceux compris entre 200 et 500 milles carrés le sont dans une proportion de 1 sur 2.

C'est pour les bassins compris entre 20 et 200 milles carrés que l'échantillonnage devient faible, soit 1 bassin jaugeé sur 20 environ. Ce chiffre est encore plus faible si on retranche les stations de jaugeage à régime influencé mensuellement. On peut affirmer que l'échantillonnage sur les bassins de taille inférieure à 20 milles carrés est pratiquement inexistant. En effet, le nombre de bassins de cette taille est très élevé et il n'y en a que 5 qui sont jaugeés. Dans les régions 06 à 10, les bassins dont la superficie est supérieure à 5,000 milles carrés sont pour la plupart

TABLEAU 2.3

COMPARAISON ENTRE LE NOMBRE TOTAL DE BASSINS DE DRAINAGE
ET LE NOMBRE DE BASSINS JAUGES, PAR CLASSE DE SUPERFICIE

Classes de superficie	Régions 01 à 03			Régions 04 et 05			Régions 06 et 07			Régions 08,09,10		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
20 - 100	318	17	.05	414	24	.06	-	2	-	-	4	-
100 - 200	52	10	.19	88	7	.08	-	1	-	-	1	-
200 - 500	37	29	.78	49	17	.35	109	6	.05	61*	3	.05
500 - 1000	14	16	1.1**	16	16	1.0	41	6	.14	80	5	.07
1000 - 5000	10	12	1.2	21	20	.95	35	19	.54	82	24	.29
5000 - 10000				2	11	5.5**	7	11	1.16**	13	9	.70
10000 - 20000				1	6	6.0	1	4	4.0	12	13	1.1*
20000 et plus				1	5	5	1	1	1.0	4	3	.75
TOTAL	531	87	.16	592	106	.18	194	50	.26	252	62	.24

(1) Nombre de bassins de drainage par classe de superficie

(2) Nombre de bassins jaugés par classe de superficie

(3) Rapport entre le nombre de bassins jaugés et le nombre de bassins de drainage

* Nombre de bassins entre 300 et 500 milles carrés

** Plus d'une station sur un même bassin

jaugés; entre 1,000 et 5,000 milles carrés, on en trouve 1 sur 2 dans les régions 06 et 07 et 1 sur 3 dans les régions 08 à 10. Ce rapport baisse à 1 sur 10 pour les superficies inférieures et 1 sur 20 pour les bassins entre 200 et 500 milles carrés. Il n'y a que 8 stations de jaugeage pour échantillonner tous les bassins de superficie inférieure à 200 milles carrés.

2.1.4 Nombre d'année d'observation

C'est durant la dernière décennie que la croissance des stations de régime naturel ou peu influencé a été la plus rapide. Durant cette période, les lacunes les plus importantes ont été corrigées dans les régions les plus éloignées du Québec (07 à 10) et dans les régions 01 et 06. Les autres régions ont également connu une augmentation notable: le nombre de stations a pratiquement doublé dans toutes les régions durant cette dernière décennie.

2.2 LE RESEAU METEOROLOGIQUE DU QUEBEC

Nous considérons que l'étude du réseau hydrométrique du Québec ne saurait être complète sans une description du réseau météorologique qui couvre ce territoire.

Nous nous bornerons toutefois aux principales mesures qui intéressent l'hydrologie. D'après le guide des pratiques hydro-météorologiques de l'OMM, les observations des chutes de pluie, de neige et du couvert neigeux sont indispensables au développement et à la gestion des ressources hydriques.

La radiation, le vent, la température et l'humidité de l'air sont les facteurs qui contrôlent les processus d'évaporation et de fonte de neige; ils sont donc pertinents aux projets d'aménagements et

aux prévisions hydrologiques (OMM, 1965). Nous avons donc retenu uniquement ces mesures, et en ce qui concerne le climat québécois, Gagnon (1967a, 1967b) on donne une description détaillée.

Nous trouvons, Tableau 2.4, les différentes statistiques concernant les observations effectuées par le réseau météorologique du Québec, alors qu'à la figure 2.1, nous trouvons l'évolution du nombre de dispositifs de mesure au cours des années.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
No. de RW	4	20	25	17	26	9	8	9	13	6	137
RW/RS en %	12.9	20.8	20.3	20.2	31.3	18.0	12.9	31.0	59.1	60.0	

0- Répartition des pluviographes (RW) en opération en 1970 et pourcentage par rapport aux appareils non enregistreurs (RS).

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
No. de stations	4	16	24	36	40	26	21	7	14	6	194

C- Répartition des stations nivométriques en opération en 1970.

Région											Total
Durée en années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0 - 2	2	5	6	6	12	6	3	4	11	4	59
3 - 4		6	3	3	8	1	3	2	2	1	29
5 - 6	2	8	12	5	3		1			1	32
7 - 8			1	1			1	2			5
9 - 10	1				1	1			1		4
11 - 20		3	2			1					6
21 - 30					2						2
TOTAL:	4	20	25	17	26	9	8	9	13	6	137

b- Répartition des pluviographes en opération en 1970, selon la région et la durée.

Région											Total
Durée en années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0 - 2		2	4	1	12	2		2	2	3	28
3 - 4			1	6	7		1	2	6	1	24
5 - 6			9	1	8	1	4	1	6	2	32
7 - 8			1				16	1			18
9 - 10					2						2
11 - 20	4	14	3	6	4	21		1			53
21 - 30			6	13	4	2					25
31 - 40				7	1						8
41 - 50					4						4
TOTAL:	4	16	24	36	40	26	21	7	14	6	194

d- Répartition des stations nivométriques en opération en 1970, selon la région et la durée.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
No. de st. saisonnières	20	30	22	27	37	28	28	17		1	210
No. de st. annuelles		3	2	3	3	3	8	1	2	3	28
TOTAL:	20	33	24	30	40	31	36	18	2	4	238

e- Mesure de l'humidité relative. Répartition des stations saisonnières ou annuelles en opération en 1970.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
No. de stations	2	4	6	2	6	2		1	1	1	25
Superficie des régions	8811	11018	10711	36472	26462	32439	96208	67716	134669	189051	
Densité m ² /st.	4406	2755	1785	18236	4444	16220	-	67716	134669	189051	

h- Répartition des bacs d'évaporation de classe A en opération en 1970.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
No. de stations	6	12	16	13	15	8	8	7	4	3	92

f- Mesure de l'insolation. Répartition des stations en opération en 1970.

Région											Total
Altitude en pi.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0 - 200	5	23	22	19	20	5	24		9	3	130
201 - 400	2	8	6	6	9	5	3			1	40
401 - 600	6	6	10	8	14	14	2				60
601 - 800	3	6	11	11	5	4	2				42
801 - 1000	3	9	5	16	4		1	6			44
1001 - 1200	3	9	3	6	9	3		9			42
1201 - 1400	1	5	4	5	8	5	1	5	2		36
1401 - 1600	1	4	5	1	1	1	2	1		1	17
1601 - 1800		1	4			1	1	1	1	1	9
1801 - 2000		1			1	1	2			1	6
2001 - 2200					1						1
2201 - 2400					2						2
2401 - 2600					1						1
2601 - 2800					1						1
2801 et +		1									1
TOTAL:	24	73	70	72	76	39	38	21	12	7	432

i- Mesure des températures maximales et minimales journalières. Répartition des stations permanentes ou saisonnières en opération en 1970, selon la région et l'altitude.

Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Actinographes			3	3	2		1	1		1	11
Séliamètres			1		2						3
Pyrhéliographes						1					1
No. de stations		3	3	3	3	1	1	1		1	13

g- Mesure de la radiation solaire. Répartition des stations en opération en 1970.

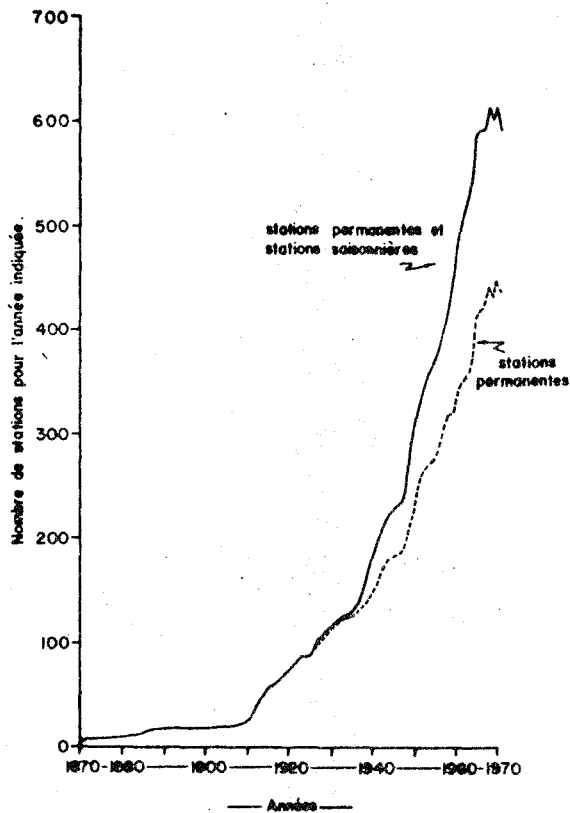


Fig. a - Nombre de pluviomètres au Québec pour l'année indiquée.

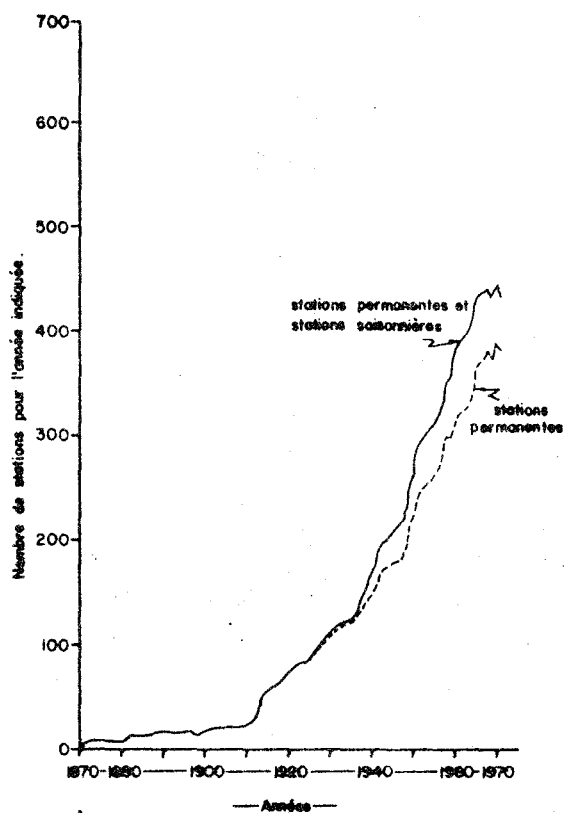


Fig. b - Nombre de stations de mesure de température au Québec pour l'année indiquée.

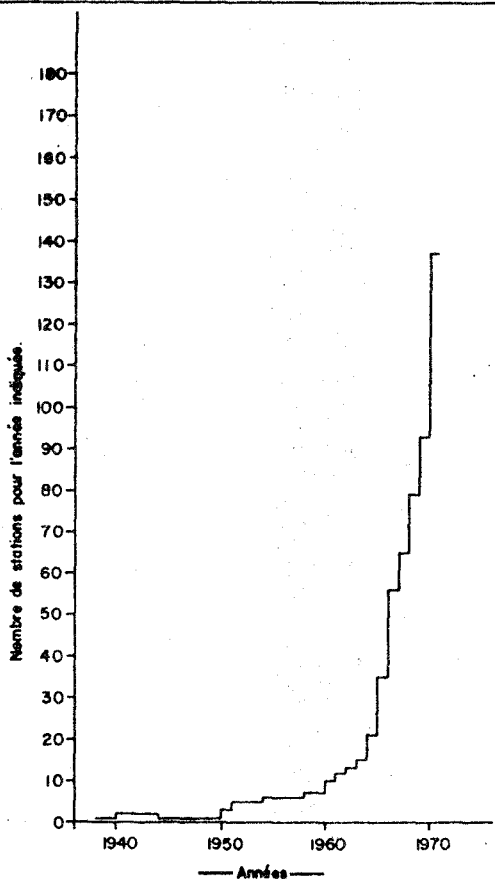


Fig. c - Nombre de pluviographes au Québec pour l'année indiquée.

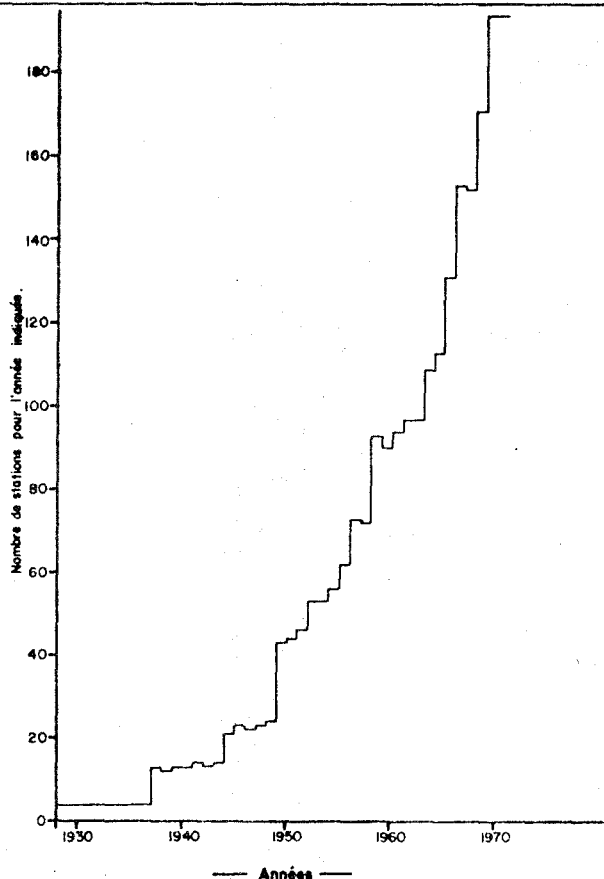


Fig. d - Nombre de stations nivométriques au Québec pour l'année indiquée.

Fig. 2.1 Évolution des stations

PRINCIPES GENERAUX

DE LA RATIONALISATION

INTRODUCTION

Comme on l'a vu dans la revue de littérature, la collecte des données doit correspondre à des objectifs bien précis. Nous considérons que le réseau doit fournir l'information hydrologique nécessaire à la solution des problèmes de nature économique ou scientifique en tenant compte de la variabilité physique des phénomènes.

La rationalisation a pour but de déterminer les moyens à mettre en oeuvre pour obtenir cette information à un coût optimal; le coût étant lié à la précision, il faut chercher à déterminer le nombre minimal de stations, (localisation et durée d'observation), permettant de fournir les caractéristiques hydrologiques requises avec le niveau désiré de précision.

L'information doit répondre d'abord à un besoin de connaissances générales qui touche l'ensemble du pays et ensuite aux exigences des usagers.

i) Connaissances générales

Ces connaissances permettent de faire l'inventaire des ressources nationales dans un but de planification et dans un but scientifique.

ii) Réponse aux usages

Dans les régions ayant un certain niveau d'activité humaine, le réseau doit répondre aux exigences de l'utilisateur. L'information requise dépend des usages de l'eau; elle est donc directement liée à l'activité économique et à la densité de population. (Ceci implique aussi des contraintes au niveau de la récréation, de l'alimentation, de la qualité, etc.).

3.1 ZONATION

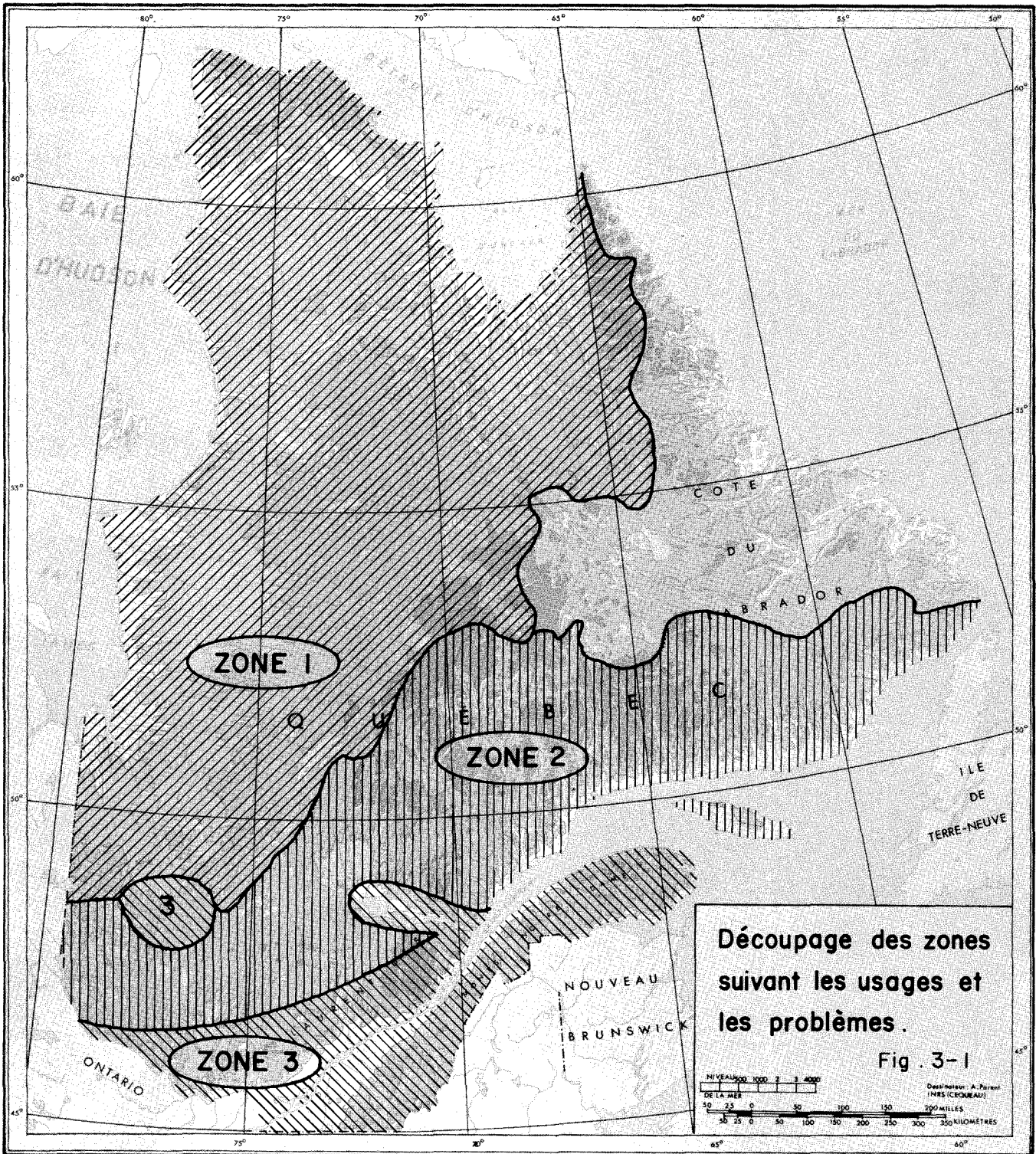
Nous utiliserons dans cette étude une méthode d'approche qui tient compte des disparités effectivement rencontrées au Québec. D'une région à l'autre, l'activité économique varie en nature et en intensité de manière très nette, ce qui nous amène à définir trois grandes zones (figure 3.1)

Zone 1: Dans cette zone, où l'activité économique se réduit à l'exploitation de mines et à des prévisions d'aménagement hydroélectrique, les données hydrologiques ont pour but de donner une connaissance générale des écoulements annuels.

Zone 2: De faible densité de population et caractérisée par la production d'énergie hydroélectrique et l'exploitation forestière et minière. En plus de la connaissance générale, le réseau devra répondre à des objectifs de planification et d'exploitation des ressources.

Zone 3: Qui représente la partie habitée du Québec. Elle est caractérisée par de nombreuses activités industrielles, manufacturières, minières, forestières, agricoles. La connaissance des crues et des étiages y est nécessaire.

On précise la nature exacte et la dimension des problèmes rencontrés dans chaque zone, car ceci conditionne le choix des caractéristiques à étudier. Le niveau de précision requis sur chacune d'elles permet l'établissement d'un réseau rationnel de stations dont les données fournissent la réponse aux problèmes de nature économique et scientifique.



Cette vue d'ensemble volontairement concise met l'accent sur l'approche générale de cette étude et sur une conception du réseau qui doit être un outil apportant la réponse aux problèmes concrets, scientifiques et économiques; outil qui doit s'adapter au contexte géomorphologique, climatique et économique.

Cette étude, pour être menée à bien et aboutir à la rationalisation du réseau, doit comporter les étapes suivantes pour chacune des grandes zones définies plus haut:

- i) L'identification régionale des divers usages et des problèmes impliqués en vue d'une utilisation rationnelle de l'eau.
- ii) La détermination des caractéristiques hydrologiques nécessaires pour répondre de manière adéquate aux usages et problèmes avec le niveau de précision désiré.
- iii) La définition et la classification des types de stations suivant les objectifs auxquels elles doivent répondre:
 - Connaissance
 - Planification et aménagement
 - Exploitation et gestion
 - Etude des influences humaines.

Ces diverses étapes vont donc permettre, à partir des caractéristiques hydrologiques à mesurer, de définir pour chaque région les différents types de stations à mettre en place.

3.2 ASPECTS PRATIQUES DE LA RATIONALISATION

Au paragraphe précédent, nous avons défini les zones présentant des différences importantes quant à la nature de l'information requise. Il nous faut donc vérifier si dans chacune de ces zones l'information dont on dispose est suffisante, sinon il faut installer des stations qui complètent l'information requise pour répondre aux besoins de chaque zone. La rationalisation commence donc par un examen critique du réseau actuel.

On doit vérifier, à partir du réseau existant :

- i) si on peut déterminer la valeur mesurée ou prédite de la caractéristique hydrologique au point qui nous intéresse;
- ii) si la caractéristique obtenue a le niveau désiré de précision;

Lorsque, pour une caractéristique hydrologique donnée, l'objectif de précision n'est pas atteint avec le réseau actuel, il est nécessaire d'installer des stations permettant l'obtention de données relatives à cette caractéristique.

La densité du réseau est déterminée par la caractéristique qui impose les conditions les plus restrictives, c'est-à-dire celle qui nécessite le plus grand nombre de stations en raison de sa plus grande variabilité ou de la précision requise.

Certaines stations peuvent être éliminées ou déplacées lorsque leur opération ne correspond plus à l'objectif défini; quant à l'installation progressive de nouvelles stations, elle permet:

- i) une comparaison permanente entre les objectifs obtenus et requis;
- ii) une adaptation à la nature évolutive des usages et problèmes.

Ces deux éléments mettent en lumière la nécessité d'un réseau dynamique, réajusté périodiquement en tenant compte du but de chaque station et en fonction des objectifs de précision.

Un schéma de la méthode d'approche est indiqué à la figure 3.2.

3.3 OBJECTIFS DU RESEAU ET TYPES DE STATIONS

Les objectifs du réseau peuvent être définis en fonction de l'utilisation des données et classifiés en quatre catégories suivant la nature et l'intensité des informations que nécessitent:

- i) la connaissance générale des ressources hydriques;
- ii) la planification et l'aménagement;
- iii) l'exploitation et la gestion;
- iv) l'évaluation et la prévision de l'influence humaine sur les régimes d'écoulement des cours d'eau.

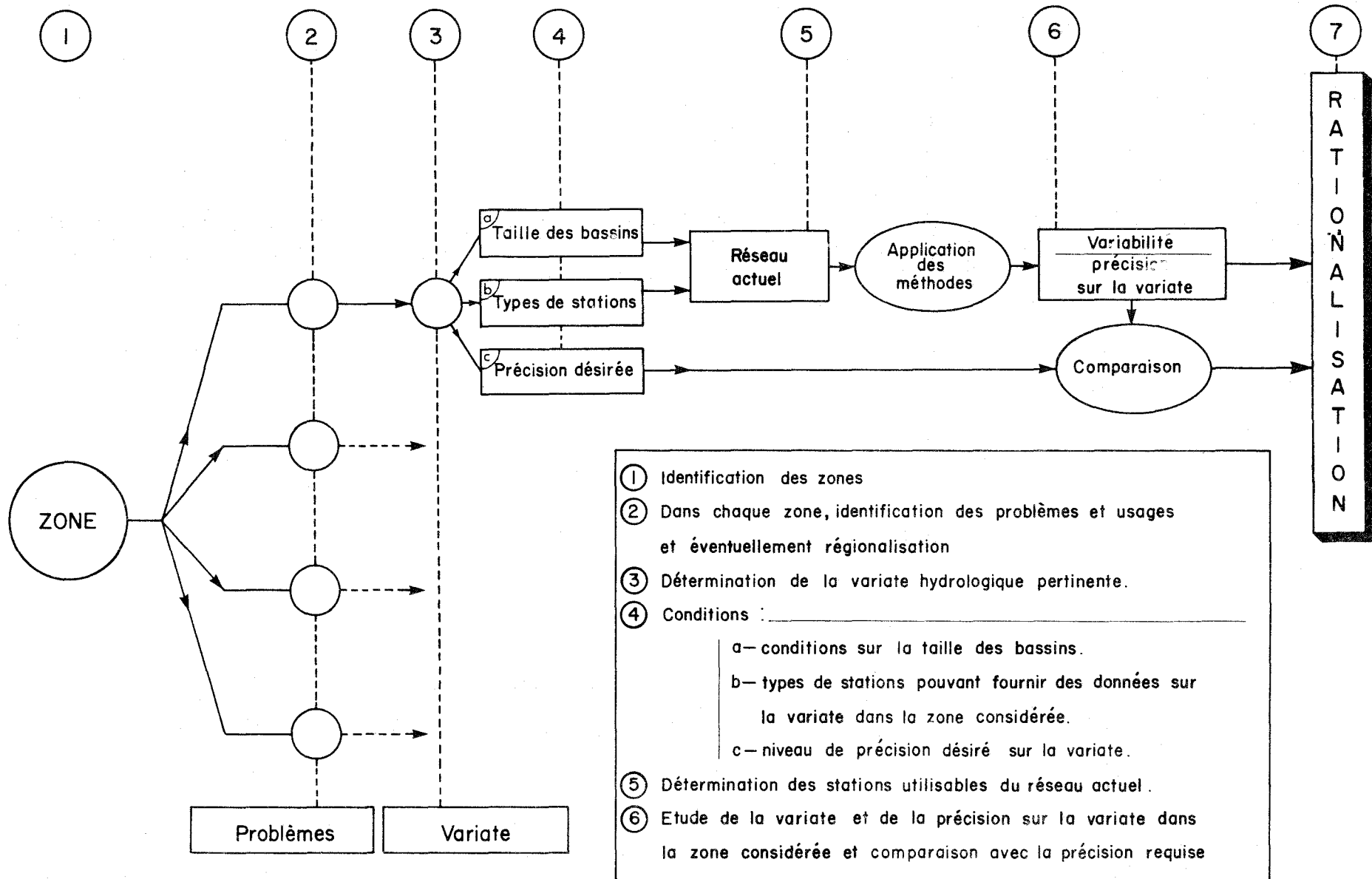


Schéma de rationalisation

Fig. 3-2

Le réseau hydrométrique du Québec doit donc être conçu de façon dynamique de manière à prévoir le nombre croissant d'informations requises au fur et à mesure que le développement économique rend nécessaire la maîtrise et l'utilisation des ressources en eau. Les critères de rationalisation du réseau doivent également être flexibles puisque le développement des ressources hydriques et les usages de l'eau varient énormément sur l'ensemble du territoire. Pour tenir compte de ces différents facteurs dans la rationalisation du réseau, nous croyons qu'il faut spécialiser les stations suivant les objectifs à atteindre.

Cette façon de procéder permet d'adopter des critères différents suivant la nature et le degré d'utilisation des ressources hydriques des différentes régions du Québec.

Nous présentons, au Tableau 3.1, une liste des différents types de stations préconisées pour chacun des objectifs visés, ainsi que leurs fonctions à l'intérieur du réseau. Mentionnons qu'une station hydrologique peut servir à plusieurs fins à la fois, en autant qu'elle respecte toutes les conditions requises. Un choix judicieux de stations peut donc entraîner une économie considérable dans le nombre de stations requises pour atteindre tous les objectifs visés. (Une station-repère pourrait également servir de station représentative, de station régionale et être localisée dans un bassin représentatif).

Les stations représentatives et régionales forment la base du réseau permanent de stations et c'est à ce niveau que la planification du réseau doit se faire. Les stations-repères peuvent être choisies parmi ces stations en autant que les critères de superficie et de localisation concordent.

TABLEAU 3-1

TYPES DE STATIONS EN FONCTION DES OBJECTIFS

Objectifs de réseau	Type de stations	Type de régime	Fonctions
1. Connaissance générale de la ressource	Stations représentatives Stations repères Bassins représentatifs	Naturel Naturel Naturel	Echantillonner la variabilité géographique sur l'ensemble du territoire, des caractéristiques du régime d'écoulement. (Permet l'inventaire de la ressource à l'échelle annuelle). Détecter les tendances à long terme des caractéristiques de l'écoulement. Etudes détaillées des processus de formation de l'écoulement et des autres éléments du bilan hydrique.
2. Planification et aménagement	Stations régionales Stations de projet	Naturel Naturel et influencé	Permettre la transposition des caractéristiques statistiques de l'écoulement, pertinentes à la solution des problèmes propres à chaque région. Stations de mesure permettant: a) lors d'aménagement en cours d'étude, la vérification aux sites des données obtenues par transposition; b) lors de campagnes intensives, l'obtention des données régionales sur une ou des caractéristiques spécifiques de l'écoulement.
3. Exploitation Gestion	Stations d'exploitation Station de régime régularisé Station de gestion	Naturel et influencé Influencé Naturel et influencé	-Opération et contrôle des ouvrages -Prévision à court ou à long terme Pour reconstituer les écoulements naturels En conformité avec la loi.
4. Influences humaines	Stations expérimentales	Naturel et influencé	Evaluation et prévision des modifications, apportées au régime d'écoulement et de la qualité du milieu.

Les stations expérimentales et les bassins expérimentaux et représentatifs sont des outils de recherche ayant pour fonction d'étudier les processus fondamentaux du cycle de l'eau et les répercussions provenant de l'activité humaine. La mise en oeuvre de ces stations et bassins doit découler d'objectifs bien définis. Il n'est donc pas possible d'évaluer globalement dans le cadre de cette étude le nombre et la localisation de ces stations. Ce sujet devrait faire l'objet d'une étude approfondie, principalement en ce qui concerne les modifications entraînées par l'urbanisation et le drainage souterrain.

Les stations de projet, d'exploitation et de gestion sont implantées pour répondre à des besoins bien spécifiques, et, pour cette raison, nous ne pouvons établir à l'avance des critères permettant de fixer leur nombre, leur localisation et les paramètres à mesurer; chaque cas doit être étudié séparément. Cependant, chacune de ces stations doit être justifiée et lorsque sa raison d'être disparaît, elle devrait être abandonnée.

Tous les cours d'eau de régime régularisé devraient systématiquement être équipés d'instruments permettant de fournir les données nécessaires à la reconstitution des écoulements naturels, au moins sur une base mensuelle.

3.4 USAGES DE L'EAU AU QUEBEC

Dans cette section, nous allons expliciter les données requises pour satisfaire principalement les besoins de la planification et de l'aménagement: ce qui requiert la connaissance des caractéristiques de d'écoulement suivant les fins particulières pour lesquelles l'aménagement est conçu.

Pour rationaliser les stations régionales, (stations permanentes du réseau), il est essentiel de connaître les usages potentiels de l'eau dans chacune des régions, de définir les caractéristiques de l'écoulement et de choisir parmi ces caractéristiques une variate sur laquelle on se basera pour établir la densité, la localisation des points de mesure et la durée des observations.

3.4.1 Problèmes d'alimentation en eau

Il existe essentiellement deux sources pour l'alimentation en eau à des fins urbaines (industrielles ou agricoles): les eaux d'origine superficielle ou souterraine.

Jusqu'à présent, le manque de données de base sur les petits cours d'eau, sur l'hydrogéologie régionale et sur la qualité des eaux a empêché un choix rationnel et économique de la source d'alimentation en eau. Les onze grandes villes du Québec (50,000 habitants et plus) s'alimentent en eaux superficielles parce qu'elles sont toutes en bordure d'un grand cours d'eau. S'il n'y a pas de problèmes au niveau de la quantité des approvisionnements, il y en a certainement au niveau de la qualité.

Indépendamment du choix des planificateurs et considérant que les demandes viendront des petites municipalités, nous devons définir une surface de bassin qui prendra une importance économique d'autant plus grande qu'elle pourra répondre à ce besoin d'alimentation. Dans les problèmes d'alimentation, il est évident que la variate à déterminer est l'étiage (durée, intensité) et on doit la connaître avec la précision requise.

La consommation moyenne municipale étant de 700,000 GPD, si on admet un taux de régularisation du débit moyen annuel de 10%, la superficie minimum économiquement importante est d'environ 10 milles carrés.

3.4.2 Aménagements pour des fins hydroélectriques

Les aménagements prennent une importance particulière à cause de la modification des régimes engendrée par la présence des réservoirs de régularisation.

En ce qui concerne les informations hydrologiques requises et nécessaires à l'aménagement pour des fins de production d'énergie hydroélectrique, on distingue deux cas suivant que les bassins sont aménagés ou non.

i) Régime naturel

Lorsque le régime d'écoulement est naturel, on utilise le débit moyen inter-annuel observé ou estimé pour évaluer le potentiel théorique de production d'énergie.

Lorsqu'il y a des possibilités intéressantes de stockage sur le bassin, la connaissance des débits mensuels ou encore des débits consécutifs minimaux pour différentes périodes de temps devient nécessaire pour l'évaluation des débits disponibles avec une probabilité donnée de défaillance. Lorsqu'il y a décision d'aménager le cours d'eau, on doit également connaître la distribution de fréquence des débits de crue pour permettre le dimensionnement des évacuateurs, principalement si le réservoir créé est de faible importance par rapport au débit du cours d'eau.

Lorsque l'aménagement est conçu pour des fins multiples, on doit posséder d'autres informations sur l'écoulement afin d'évaluer les contraintes et les bénéfices impliqués par les différents usages.

ii) Régime influencé

Lorsque le bassin est complètement ou partiellement aménagé, l'exploitation planifiée de l'ouvrage ou l'étude de nouveaux aménagements à l'aval doit être faite à partir des débits naturels reconstitués; C'est pourquoi nous recommandons, à la suite de la construction d'ouvrages, d'ouvrir les stations nécessaires pour la connaissance du régime naturel à l'amont de l'ouvrage et du régime influencé à l'aval si on prévoit de nouveaux aménagements.

3.4.3 Aménagements pour des fins de contrôle des inondations

Les inondations représentent depuis fort longtemps un danger périodique pour les riverains de plusieurs cours d'eau du Québec.

La lutte contre les inondations prend plusieurs formes et le choix des méthodes à utiliser repose sur une connaissance des lieux et des phénomènes hydrométéorologiques à l'origine des inondations. En ce qui concerne l'hydrométrie, les données de base essentielles à la prise de décision sont:

- la durée, l'intensité et la fréquence des niveaux, débits et volumes de crue;
- des relevés systématiques sur le couvert de glace lorsque les inondations sont dues aux embâcles.

Soulignons que tous les cours d'eau, sur lesquels on a relevé des dommages, sont présentement jaugés. Il s'agit donc ici de vérifier si les observations permettent d'atteindre la précision désirée, ou encore si nous pouvons l'atteindre par des méthodes indirectes.

DONNEES HYDROLOGIQUES REQUISES POUR LES DIFFERENTS OBJECTIFS

	Objectifs	Définition	Données nécessaires	Etudes requises
	Connaissance générale	Etudes des régimes hydrologiques, inventaire, bilan	Débit annuel et mensuel (autres éléments du bilan)	Etudes de fréquence Bilan Hydrogramme des coefficients mensuels des débits
PLANIFICATION ET AMENAGEMENT	Hydroélectricité Alimentation, sécheresse, dilution, régulation des sécheresses Inondation, dimensionnement des barrages, des déversoirs et des évacuateurs Régulation des crues	Evaluer le potentiel Débit d'équipement Déterminer les quantités d'eau disponibles en période de sécheresse Evaluer les risques d'inondations, en termes d'intensité, de fréquence et de durée	Débit annuel et mensuel Débits minimums journaliers pour différentes périodes de jours (1 à 60 jours) Débits maximums journaliers Niveaux maximums journaliers Niveaux et débits d'inondation Débits des crues pour différentes périodes de jours consécutifs Hydrogrammes de crues	Etudes de fréquence Courbes de masses cumulées Courbes de valeurs classées Etudes de fréquences des débits pour les différentes périodes Fréquence des volumes disponibles pour les différentes périodes Volumes de stockage requis pour garantir un débit avec une certaine probabilité Etudes de fréquence, des maximums instantanés pour différentes périodes de jours consécutifs Fréquence des volumes Volume de stockage requis pour éliminer les inondations Transposition et maximisation des averses combinées à l'hydrogramme unitaire
	Exploitation et gestion	Opération des types d'ouvrages ou tout autre système pour en retirer le maximum de bénéfices	Telles que requises pour reconstituer les écoulements naturels (base mensuelle lorsque régularisé)	Modèles analytiques
	Modifications du régime d'écoulement et de l'environnement	Evaluer et prévoir les modifications causées par la construction d'ouvrages et les changements dans l'utilisation des sols (Urbanisation, boisement, déboisement, drainage, irrigation)	Sur toutes les phases de l'écoulement et tous les paramètres caractérisant le milieu	Suivant les buts spécifiques poursuivis

Tableau 3-2

3.4.4 Amélioration de la qualité, récréation dans le cadre d'aménagements à fins multiples

Il n'y a jamais eu au Québec d'aménagements hydrauliques pour la seule fin d'améliorer la qualité de l'eau et de l'environnement. Cependant, dans le cadre d'un aménagement intégré, on tient compte, de plus en plus, dans le calcul de rentabilité des ouvrages, des bénéfices découlant de l'amélioration de la qualité.

C'est durant les périodes de sécheresse que la pollution est la plus accentuée; toute augmentation des débits d'étiage contribuera à diluer le taux de concentration des matières polluantes et à améliorer l'esthétique du cours d'eau. Il est donc nécessaire de connaître l'intensité et la fréquence des débits d'étiage pour différentes durées, de manière à évaluer l'augmentation de débit pour un volume de stockage donné. On utilise donc ici les mêmes données que pour l'étude des aménagements à des fins d'alimentation. La connaissance des paramètres de la qualité du cours d'eau et des rejets est également essentielle. Ces données ne sont pas transposables d'un cours d'eau à l'autre et peuvent être obtenues à court terme. Les possibilités d'aménager un cours d'eau pour la récréation sont dépendantes de la qualité de l'eau et de la possibilité de stabiliser les variations de niveau à un degré acceptable.

3.5 REGIONALISATION GENERALE DES USAGES DE L'EAU

Pour plusieurs auteurs, le réseau hydrométrique doit fournir l'information en tous les points de tous les cours d'eau. Vu les grandes disparités régionales qui existent au Québec du point de vue économique et démographique, l'acceptation d'un tel énoncé mènerait à une forte densité de stations, ce qui nous semble non justifié et surtout économiquement non justifiable. C'est pourquoi nous avons défini des objectifs à atteindre suivant les régions.

Dans les paragraphes précédents, nous avons donné les principaux objectifs auxquels le réseau doit répondre; nous avons résumé dans le tableau 3.2 les différents objectifs, leur définition, les données nécessaires et les études requises pour les satisfaire.

Nous avons convenu de diviser le Québec en trois grandes zones, en nous basant sur la présence de centres urbains et sur le type d'activités économiques caractérisant chaque zone. Ainsi le choix de la variate sur laquelle l'étude de la densité sera effectuée dépendra des objectifs définis pour chaque zone.

Pour résumer la régionalisation générale, nous présentons (Tableau 3.3) pour chacun des objectifs, les critères de superficie à respecter, la variate à utiliser, la précision visée et les zones pour lesquelles les objectifs devraient être atteints.

Ce tableau indique que tous les objectifs devraient être poursuivis dans la zone habitée du Québec (3), et que les variates critiques qui conditionneront la densité du réseau dans cette zone sont relatives aux débits extrêmes. La taille inférieure des bassins à échantillonner dans cette zone (10 milles carrés pour l'alimentation) sera un facteur important dans la rationalisation du réseau.

La zone médiane (2) est caractérisée par de nombreux aménagements pour des fins de production d'énergie, et l'objectif principal dans cette zone est lié à l'exploitation des ouvrages existants et à la reconstitution des écoulements mensuels naturels. Le réseau régional devrait permettre dans cette zone de transposer les courbes caractéristiques des écoulements mensuels naturels sur les bassins supérieurs à 200 milles carrés.

OBJECTIFS USES DANS LES DIFFERENTES ZONES

Objectifs	Critères de superficie	Variate à utiliser	Critères de précision	Zone
Connaissance générales	Suivant la méthode de Karasev	Débit moyen annuel et son écart-type	6%	Toutes les zones 1,2,3
Hydroélectricité	>10,000 m.c.	Mesures continues de tous les cours d'eau >10,000		(1), (2)
Alimentation, sécheresse régulation des sécheresses	>10 milles c. <500 milles c.	Débit moyen (Tr=2 ans) de sept jours consécutifs minimum écart-type et asymétrie	15%	Zone habitée du Québec (3)
Inondations, dimensionnement des barrages	>100 milles carrés	Débit maximum journalier annuel, moyenne, écart-type et asymétrie	20%	Zone habitée du Québec (3)
Dimensionnement des barrages et des ouvrages de voiries	<100 milles carrés	Moyenne et écart-type	30%	Zone habitée du Québec (3)
Exploitation et aménagement additionnel de cours d'eau régularisés	200 milles carrés	Paramètres du modèle de Markov débits mensuels classés (égalé ou dépassé 10 à 90% du temps)	15%	Zone médiane (2) et zone 3
Modifications des régimes d'écoulement	Suivant les buts poursuivis			Dans les régions profondément modifiées par les activités humaines

Tableau 3-3

Ce réseau, à notre avis, sera assez dense pour fournir également une connaissance générale des régimes hydrologiques de la zone.

L'unique objectif du réseau dans la zone nordique (1) est de fournir les connaissances générales permettant d'effectuer l'inventaire de la ressource, sur une base annuelle, et ainsi de connaître la répartition géographique des écoulements. Ce réseau minimal sera suffisant pour permettre de planifier l'aménagement futur de ce vaste territoire.

L'étude de la rationalisation dans cette zone fera intervenir la méthode de Karazev, qui a servi à la rationalisation du réseau hydrométrique dans les régions identiques de l'URSS.

APPLICATION DE METHODES CONDUISANT

A LA RATIONALISATION

4 APPLICATION DE METHODES CONDUISANT A LA

RATIONALISATION

INTRODUCTION

La rationalisation d'un réseau est basée sur la nature et la qualité des informations que l'on peut obtenir à partir du réseau existant. Quelle que soit la méthode utilisée dans l'extrapolation, l'interpolation ou dans la prolongation des données observées, ce qui nous préoccupe c'est la précision des estimés obtenus par ces méthodes.

Dans le cadre du mandat de ce travail, il n'est pas possible de définir le réseau optimal répondant à tous les besoins, tous les problèmes et ce en tous les points du territoire. En effet, nous ne sommes pas habilités à définir ou à résoudre tous les cas nécessitant des données hydrométriques; de plus, seuls ceux qui ont établi la structure actuelle ont les éléments nécessaires pour la modifier.

La seule partie du réseau qui peut et doit être définie en dehors de toutes considérations particulières est celle qui concerne la connaissance générale de la ressource et la définition de la variabilité spatiale des caractéristiques hydrologiques.

C'est pourquoi dans ce chapitre nous nous bornerons à appliquer les méthodes dont les résultats sont la base de la rationalisation:

- i) méthodes d'estimation de la précision;
- ii) méthode de Karazev (appliquée à la zone I);
- iii) méthodes d'estimation des données aux sites non-jaugés (appliquées aux zones 2 et 3).

4.1 PRECISION DES VARIABLES HYDROLOGIQUES

4.1.1 Les erreurs et leur origine

La satisfaction des objectifs économiques requiert une précision qui sera fixée par les normes en vigueur, compte tenu de l'importance économique et démographique de la région considérée. Un des éléments décisifs de la rationalisation consiste en la comparaison entre la précision requise et la précision atteinte. Il est donc nécessaire de déterminer les erreurs commises sur l'estimation et la mesure des variates en tout point où leur connaissance est requise.

Les erreurs commises lors de l'estimation d'une variate sont de trois sources différentes:

- a) Erreurs dues à la mesure (E_m);
- b) Erreurs dues à la variabilité dans le temps (E_t);
- c) Erreurs dues à la variabilité spatiale (E_s).

Les erreurs de mesure dépendent essentiellement de la manière dont les données sont prises aux sites et elles sont le résultat d'erreurs aléatoires et d'erreurs systématiques.

Les erreurs dues à la variabilité dans le temps sont essentiellement liées à la fluctuation dans le temps du phénomène physique que l'on mesure et existeront lorsque l'on tirera une variate d'un échantillon.

Les erreurs dues à la variabilité spatiale dépendent de l'hétérogénéité spatiale des caractéristiques hydrologiques et de la variabilité des phénomènes climatologiques intégrés par ces variates. Elles interviendront dans la détermination de la valeur d'une variate en un site non-jaugé à partir des données aux sites jaugés.

4.1.2 Calcul des erreurs d'échantillonnage (dues au temps)

Nous avons déterminé l'erreur-type d'échantillonnage sur différentes variates hydrologiques couramment utilisées. Nous avons considéré que l'échantillon de taille N était tiré d'une population distribuée selon une loi Pearson III avec paramètre d'origine nul. De récentes études ont en effet démontré que la distribution des événements hydrologiques pouvait très bien être prise en compte par une loi de ce type. Les variates hydrologiques pour lesquelles on a calculé l'erreur-type sur l'estimé sont:

- i) la moyenne;
- ii) la variance;
- iii) le coefficient de variation;
- iv) l'écart-type;
- v) le coefficient d'asymétrie;
- vi) l'événement X_T avec une période de retour T

4.1.3 Importance de la précision

Une augmentation de la précision, si elle diminue le coût de construction d'ouvrages hydrauliques, augmente par contre le coût d'obtention de l'information. Il existe alors dans chaque cas particulier un optimum à déterminer.

Cette approche, valable dans le cas de projets spécifiques, sort du cadre de notre étude et à notre avis devrait faire l'objet d'études et de recherches plus approfondies.

Cependant, pour un besoin régional pouvant nécessiter la construction de nombreux ouvrages, un gain de précision dans la région aura une répercussion importante sur la diminution des coûts. L'objectif de précision imposé par l'intensité et la nature des besoins d'une région est donc une justification supplémentaire du réseau régional.

4.2 RATIONALISATION DE LA ZONE I

4.2.1 Aspects théoriques

L'objectif fixé pour les bassins se déversant vers les baies de James, d'Hudson et d'Ungava est d'obtenir un niveau de connaissance minimal de la ressource hydrique comprenant principalement:

- i) le patron de variabilité spatiale de l'écoulement moyen annuel;
- ii) la variabilité dans le temps de cette même variate.

La méthode choisie pour conduire à la conception d'un réseau pouvant satisfaire cet objectif est inspirée d'une étude réalisée par I. F. Karazev (1968) sur les bassins hydrographiques de l'URSS. Cette méthode qui convient particulièrement bien aux régions disposant peu de données hydrologiques est basée sur trois contraintes:

- i) Les bassins jaugés doivent avoir une superficie suffisamment grande pour que les débits mesurés soient représentatifs d'une tendance régionale.
- ii) Les stations de mesure doivent être suffisamment éloignées pour que les débits spécifiques, mesurés à deux stations consécutives soient significativement différents l'un de l'autre; sinon, on risque de répéter l'information. Cette contrainte vise à la minimisation des coûts.
- iii) Ces stations devront par contre être suffisamment rapprochées de manière à ce que l'on puisse interpoler les débits, compte tenu des exigences de précision. La précision obtenue lors d'une interpolation dépend principalement du synchronisme régional des débits exprimé sous forme d'une fonction de corrélation et de la distance entre les stations. Le synchronisme est lui-même fonction de la variabilité des caractéristiques physiographiques.

Avant de faire le calcul de ces contraintes, on doit opérer une régionalisation hydrologique basée sur l'homogénéité d'un certain nombre de caractéristiques représentatives de la variabilité du module annuel spécifique d'écoulement au sein d'une certaine portion de territoire. Un territoire homogène sera donc une région. Les paramètres caractéristiques considérés sont:

- i) la variabilité spatiale donnée par le gradient d'écoulement;
- ii) la variabilité dans le temps évaluée à l'aide du coefficient de variation du module annuel Cv;
- iii) le synchronisme des écoulements des différentes rivières en fonction de la distance moyenne qui les sépare. Cette caractéristique est exprimée par une relation linéaire entre le coefficient de corrélation et la distance entre les bassins.

Les contraintes calculées pour chaque région s'expriment sous la forme de superficies qui servent à déterminer la densité optimale de station

$$\sim \text{Amin} < A < \text{Aop} < \text{Acor}$$

où Amin représente la superficie minimale représentative;
 A la contrainte de variabilité spatiale;
 Acor la contrainte de variabilité dans le temps;
 Aop, défini par les autres contraintes, représente la superficie moyenne que devra représenter chacune des stations.

4.2.2 Application

Les caractéristiques hydrologiques nécessaires à la régionalisation sont calculées à partir des données disponibles sur trente bassins. La période d'observation de ces stations varie de 7 à 10 ans. La régionalisation basée sur ces caractéristiques nous conduit à la délimitation de six portions de territoire homogène.

- I-1 : Sud de la Baie de James
- I-2 : Nord de la Baie de James
- I-3 : Sud de la Baie d'Hudson
- I-4 : Nord de la Baie d'Ungava
- I-5 : Sud de la Baie d'Ungava
- I-6 : Nord de la Baie d'Hudson

Ces régions sont délimitées par le contour des bassins hydrographiques correspondants.

Dans le calcul des contraintes de densité de stations, nous avons suggéré deux objectifs de rationalisation.

Le premier objectif que nous recommandons vise à garantir une erreur d'interpolation sur le débit annuel d'au plus 6% et un intervalle de confiance de 68% sur la signification des débits.

Le deuxième objectif, que nous jugeons faible mais suffisant en première étape, vise à une erreur d'interpolation de 7% et un intervalle de confiance de 80%.

Le tableau 4.1 donne pour chaque région la valeur des caractéristiques de régionalisation et des contraintes de rationalisation selon les deux hypothèses décrites précédemment.

4.2.3 Conclusion

Au sein d'une région, le nombre de stations à établir sera égal à la simple division de la superficie totale de la région par la superficie optimale A_{op} . Ces stations devront autant que possible être réparties uniformément sur le territoire.

REGIONS HYDROLOGIQUES

Caractéristiques	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-6
1. Superficie de la région (mi ²)	67,700	68,500	22,700	43,900	92,000	43,500
2. Module interannuel spécifique: q ₀ (pcs/mi ²)	1.77	1.75	1.58	1.25	1.73	-
3. Gradient moyen régional de l'é- coulement: $\nabla_{\text{rég}}$ (pcs/mi ² /mi)	.00246	.00263	.00201	.00208	.00263	-
4. Coefficient de variation: Cv	.173	.191	.18	.132	.127	-
5. Paramètre L ₀ de la fonction de corrélation (mi)	430	325	-	240	240	-
6. Critères de rationalisation -						
a) Superficie minimum repré- sentative A min (mi ²)	200	80	80	80	80	80
b) Variabilité dans l'espace: A _v (mi ²)						
i) k ₁ = 1.0 β = 68%	2,400	2,100	2,800	1,700	2,000	-
ii) k ₁ = 1.30 β = 80%	4,400	3,800	5,200	3,200	3,600	-
c) Variabilité dans le temps: A _{corr} (mi ²)						
i) k ₂ = 1.2 σ _{0 int} = 6%	4,000	1,600	-	3,600	4,800	-
ii) k ₂ = 1.4 σ _{0 int} = 7%	11,000	4,000	-	10,000	10,300	-
d) Superficie optimum: A _{op} (mi ²)						
i) hypothèse recommandée	4,000	2,100	2,800	3,600	4,800	3,600
ii) hypothèse faible	11,000	4,000	5,200	10,000	10,300	10,000

TABLEAU: 4.1 ZONE I - CARACTERISTIQUES REGIONALES ET VALEURS DES CRITERES

Le réseau devra aussi comprendre pour chaque région un certain nombre de stations sur de grands bassins de l'ordre de une fois et demie (1 1/2) ou plus la superficie optimale. De plus, on devra établir des stations sur de petits bassins. Le nombre de ces stations devra être environ de 15% du total des autres types.

Enfin, on devra prévoir certaines stations à opérer indéfiniment. Leur rôle sera de préciser les tendances à long terme des régimes hydrologiques à long terme. Les autres stations du réseau représentatif devront être opérées pour une période commune d'au moins dix ans en première étape. Les contraintes de rationalisation pourront alors être réévaluées périodiquement. Ceci contribue à donner un rôle dynamique à la méthode utilisée.

4.3 RATIONALISATION DES ZONES 2 ET 3

La zone 2 est caractérisée par la présence de nombreux réservoirs et usines hydro-électriques. Les caractéristiques de l'écoulement requises dans cette zone concernent principalement la distribution de fréquence des débits.

La zone 3 englobe tous les centres urbains du Québec. Les caractéristiques des extrêmes de débits (crues et étiages) sont les plus importantes à connaître pour la satisfaction des besoins et la solution des nombreux problèmes reliés à l'usage de l'eau.

En plus de satisfaire ces besoins particuliers aux régions, le réseau devra, à l'aide de stations représentatives, combler le besoin de la connaissance générale de la ressource. Nous proposons, à l'instar de la zone 1, d'appliquer la méthode de I. F. Karazev aux zones 2 et 3.

Le but de cette section est de mettre en évidence la précision que l'on peut obtenir en appliquant différentes méthodes de transposition spatiale des variates hydrologiques. Ces méthodes comprennent:

- i) Cartographie
- ii) Régressions multiples
- iii) Méthode de Dalrymple
- iv) Courbes régionales d'emmagasinement
- v) Modèles hydrologiques.

4.3.1 La cartographie

La cartographie des variates hydrologiques permet de visualiser rapidement leur variabilité spatiale et les principaux facteurs du relief influençant cette variabilité. Les cartes permettent aussi d'établir les zones où les caractéristiques de l'écoulement sont les plus variables et nécessitent une densité de stations plus élevée. Une fois le patron de variabilité établi, la carte peut servir à déterminer la valeur de la variate aux sites non-jaugés.

Les valeurs utilisées dans la cartographie doivent être représentatives du régime hydrologique de la région étudiée. A l'instar de la méthode de Karazev, la taille des bassins à utiliser doit être assez grande de manière à ce que les facteurs locaux (azonaux) ne masquent pas la variabilité géographique de la variate étudiée, et ne doit pas dépasser une taille maximale. La carte peut donc être utilisée pour des bassins respectant ces normes.

Nous avons choisi de cartographier des variates caractérisant les distributions de fréquence des modules annuels, des crues et des étiages soit:

- la moyenne et le coefficient de variation des modules annuels;
- la moyenne, le coefficient de variation et l'écart-type de la série annuelle des débits journaliers maximaux;
- la moyenne, le coefficient de variation et l'écart-type de la série annuelle des débits moyens minimaux de sept jours consécutifs.

La cartographie a permis de mettre en évidence la variation géographique des modules interannuels et des débits moyens annuels de crue et d'étiage. On a remarqué un manque d'information dans quatre régions du Québec. Cette lacune sera partiellement comblée, du moins pour les modules interannuels, en reconstituant les

écoulements naturels des bassins de régime influencé mensuellement. La méthode de Karazev devrait être appliquée dans les zones 2 et 3, ce qui permettrait de déterminer le nombre de stations représentatives dans les différentes régions. Vu que les débits extrêmes sont également influencés par des facteurs zonaux (responsables de la variation géographique), la densité de stations telle que définie en utilisant les modules inter-annuels sera suffisante pour connaître et interpoler les caractéristiques moyennes des débits extrêmes sur l'ensemble du territoire, avec un niveau de précision que l'on peut déterminer.

Le manque de précision sur l'estimation des coefficients de variation et des écarts-types établis à partir de 8 ans d'enregistrement ne permet pas de définir la variation spatiale de ces variates. Cependant, les valeurs calculées à partir de séries plus longues (30 ans) permettent de constater que ces variates sont relativement constantes à l'intérieur d'une région ou d'une sous-région donnée, et que par conséquent, la densité de stations définie par la méthode de Karazev sera suffisante pour établir les valeurs de ces variates pour tous les cours d'eau du territoire dont la superficie est supérieure au minimum représentatif.

Ces méthodes ne peuvent être utilisées pour définir le nombre de stations régionales requises pour l'étude des étiages et des crues des petits bassins.

4.3.2 Régressions multiples

Le but des régressions multiples est de permettre l'évaluation des différentes caractéristiques de l'écoulement, par l'entremise de relations mathématiques faisant intervenir les caractéristiques physiographiques. Cette méthode est très précieuse puisqu'elle permet d'extrapoler aux stations non jaugées les résultats obtenus aux stations jaugées.

Elle sert aussi à mettre en évidence les facteurs physiographiques expliquant la variabilité spatiale de l'écoulement, ce qui peut nous guider dans le choix des bassins à jauger.

De plus, cette méthode est utilisée pour définir des régions homogènes, c'est-à-dire, des régions à l'intérieur desquelles la variabilité de l'écoulement est contrôlée par un même ensemble de facteurs physiques ou climatiques.

La méthode de régression multiple utilisée est du type "Stepwise" et fait appel à la méthode abrégée de Doolittle pour choisir les variables indépendantes entrant dans la régression et pour calculer les coefficients de régression.

En utilisant les mêmes stations et les mêmes valeurs (8 ans, 1962-69 - 30 ans, 1940-69) que celles utilisées dans la cartographie (section 4.3.1), nous avons choisi d'estimer, à l'aide de régressions, la moyenne et l'écart-type des séries annuelles suivantes (naturelles ou logarithmiques):

- modules annuels;
- débits maximaux journaliers;
- débits moyens minimaux de sept jours consécutifs.

L'intérêt à déterminer la moyenne et l'écart-type réside dans le fait que la connaissance de ces valeurs estimées conduit à l'évaluation des variates de la série statistique par l'entremise d'une loi, autrement, il faudrait établir un modèle régressif pour chacune des variates que l'on désire connaître.

Les résultats obtenus dans la région du Bouclier où toutes les variables physiographiques sont fortement corrélées entre elles sont très satisfaisants. Dans les autres régions, les résultats sont moins bons; ceci est expliqué par le fait que la variabilité spatiale des caractéristiques statistiques de l'écoulement est due à plusieurs facteurs qui n'interviennent que pour quelques unes des stations. Un échantillonnage plus important dans ces régions est donc nécessaire. En général, les variates de l'écoulement sont reliées à des facteurs directionnels ou de position géographique. Il est donc nécessaire que les stations hydrométriques couvrent adéquatement l'ensemble du territoire. Nous remarquons également une amélioration sensible dans les résultats lorsque les variates sont calculées à partir d'une plus longue série d'observations. Bien que cette technique d'interpolation géographique n'explique pas parfaitement la variation spatiale des variates de l'écoulement, les erreurs d'estimation sont tout de même assez rapprochées de la précision désirée.

L'objectif de précision n'est pas atteint sur les débits d'étiage pour les stations en bordure du Bouclier et au sud du fleuve (8 ans d'observation) ni sur les débits de crue en bordure du Bouclier. On constate cependant que l'objectif est atteint sur l'estimation des étiages lorsqu'on utilise les variates calculées à partir de 30 ans d'observation.

4.3.3 Application de la méthode de Dalrymple aux débits de crue

Il est nécessaire de connaître les débits de crue avec une probabilité d'occurrence donnée en chaque point des zones 2 et 3. La méthode de Dalrymple, qui a pour but de déterminer la courbe de fréquence de crue d'une région homogène, peut fournir un élément de réponse.

Cette méthode a été appliquée à l'ensemble des régions hydrographiques 02, 03, 04, 05, 06, 07 et 08. Dans cette application, il est admis que la loi de distribution de Gumbel représente bien la distribution des crues. Dans l'établissement de la courbe régionale de fréquence, on utilise la moyenne du rapport des débits ($Q_T/Q_{2.33}$) plutôt que la médiane ainsi qu'il est spécifié dans la méthode. En pratique, cette modification a peu d'influence puisque la distribution des valeurs présente une faible asymétrie.

L'homogénéité des régions est vérifiée à l'aide du test d'homogénéité de Langbein appliqué à T_c défini comme la période de retour pour la station j du débit moyen régional de récurrence 10 ans. Cette valeur doit se retrouver à l'intérieur d'un intervalle de confiance de 95% autour de $T = 10$ ans.

Pour chaque région et chaque période de retour, on donne au Tableau 4-2 les erreurs-types relatives sur les estimés obtenus à partir des courbes régionales. Cette méthode conduit à des résultats intéressants. Cependant, il faut être prudent dans son application. La régionalisation établie à partir des régions hydrographiques du M.R.N. pourrait être améliorée en utilisant, par exemple, les débits spécifiques.

4.3.4 Courbes régionales d'emménagement

Les débits d'étiage sont des variates dont la connaissance est essentielle pour résoudre les problèmes d'emménagement que l'on trouve principalement au sein de la zone 3. Dans cette section, nous allons régionaliser des courbes qui permettent de déterminer l'emménagement nécessaire pour garantir un débit donné avec une probabilité fixée de succès.

Stations	(E.T.) q_5	(E.T.) q_{10}	(E.T.) q_{20}	(E.T.) q_{50}	(E.T.) q_{100}
02	0.0295	0.0416	0.0514	0.0612	0.0662
03	0.0301	0.0477	0.0587	0.0701	0.0762
04	0.128	0.193	0.24	0.284	0.31
05	0.0465	0.0703	0.0881	0.105	0.115
06	0.042	0.0633	0.0785	0.0959	0.104
07	0.119	0.181	0.225	0.268	0.293
08	0.0395	0.0622	0.0802	0.0982	0.11

TABLEAU: 4.2 ERREURS TYPES RELATIVES REGIONALES

L'intérêt de cette régionalisation sera de pouvoir évaluer en un site peu ou non jaugé de la région la réserve nécessaire pour fournir le débit demandé. Pour établir les courbes régionales d'emmagasinement, nous procédons de la façon suivante:

A chaque station:

- a) Evaluation statistique des débits ayant une période de retour fixée.
- b) Détermination des volumes d'emmagasinement.
- c) Construction des courbes d'emmagasinement en fonction du débit-garanti.

Pour toutes les stations:

- a) Régionalisation des courbes d'emmagasinement.
- b) Evaluation du débit de référence.

Nous avons utilisé les séries de débits minimaux annuels de 1, 2, 3, 7, 10, 15, 30, 60, 90, 120, 150, 183 et 274 jours consécutifs. A l'aide d'ajustements de loi de distribution de fréquence log Pearson III avec paramètre d'origine nul, nous évaluons, pour chaque station et chaque période de jours consécutifs, la valeur des débits ayant des périodes de retour moyennes de 10, 20, 50 et 100 ans.

Le volume d'emmagasinement nécessaire pour satisfaire la demande pendant les périodes d'étiage est égal au déficit maximal entre l'apport cumulé des débits et la demande cumulée, quelle que soit la durée de la période. Vu que les débits d'étiage sont connus avec une probabilité donnée, on associe donc une probabilité aux volumes d'emmagasinement. Les débits et la demande sont exprimés comme un facteur du Q_{7-2} , le débit minimal de 7 jours consécutifs de récurrence 2 ans, calculé selon une méthode de régression multiple faisant intervenir les caractéristiques physiographiques.

lisation des différents objectifs, et permettra dans certains cas, d'éliminer d'office certaines stations qui ne respectent pas les critères énoncés.

Le but de la rationalisation étant de déterminer le nombre, la localisation et la durée d'observation requis pour l'obtention des différents objectifs avec le niveau de précision désiré, nous avons montré, au chapitre 4, des exemples d'application des différentes méthodes préconisées dans la littérature.

A la lumière de ces études pilotes, nous sommes arrivés à la conclusion que la méthode de Karazev était la plus appropriée pour déterminer le réseau de base lors de la rationalisation, nous recommandons que:

- la méthode de Karazev soit appliquée sur tout le territoire québécois.

Cette méthode est basée sur l'étude de la variabilité géographique des modules annuels de débits et sur une fonction de corrélation entre stations. Elle permet donc de déterminer pour une précision désirée, le nombre optimal de stations requises. De plus, cette méthode permet de déterminer la localisation approximative des stations fixant des critères de superficie, de telle sorte que la taille des bassins à échantillonner est fixée.

La cartographie des différentes variates de l'écoulement et les régressions multiples sur ces mêmes variates nous incitent à croire que le nombre et la localisation des stations tels que définis par la méthode de Karazev pourra suffir pour interpoler avec une précision que l'on peut évaluer, non seulement les caractéristiques statistiques des modules annuels de débits, mais également celles sur les crues et les étiages, pour tous les bassins dont la taille est comprise entre A_{min} et A_{op} (calculé

La régionalisation a pour but de délimiter un territoire dans lequel une courbe unique, pour chaque probabilité de succès, suffit pour le calcul de l'emmagasinement. Cette régionalisation est essentiellement basée sur l'affinité existant entre les courbes au sein d'une région donnée.

Il est difficile de déterminer l'erreur-type sur les courbes moyennes de régionalisation. Cependant, nous avons effectué le calcul pour un cas particulier, ce qui nous a permis d'obtenir un ordre de grandeur de l'imprécision. Dans ce cas, une précision de l'ordre de 30% sur les volumes d'emmagasinement nous a satisfait. Pour d'autres régions, un tel calcul nous permettra de localiser des lacunes au niveau des données et d'envisager une extension du réseau d'étiages.

4.3.5 Application des modèles

Nous avons mentionné au premier chapitre que les modèles devaient être considérés comme un élément important de la rationalisation. Il est impossible dans le cadre de cette étude d'appliquer les modèles sur l'ensemble du territoire; nous nous bornerons à montrer par 4 exemples comment les modèles peuvent fournir les informations nécessaires à la satisfaction des objectifs. Une brève description du modèle utilisé est donnée en Annexe 5 du rapport complet.

Nous pourrions constater que les données hydrologiques nécessaires au fonctionnement du modèle demandent une courte période d'opération des stations, et que le modèle calé en un point s'applique aussi en d'autres points.

Les deux fonctions principales des modèles, l'évaluation spatiale et la prolongation des données, sont liées à la rationalisation des réseaux puisqu'elles permettent de décider de l'installation des stations ou de leur prolongation.

L'objectif final est de représenter avec une certaine précision la variation dans le temps de la ressource en eau en divers points d'un bassin et de gérer au mieux la ressource après la réalisation des aménagements. Pour ce faire, il est nécessaire de posséder des outils permettant d'assumer les deux fonctions et nous croyons qu'un modèle paramétrique est un de ces outils car il permet:

- de simuler le passé, à partir des données atmosphériques, compte tenu des caractéristiques du bassin et des interrelations mises en évidence;
- de prévoir les apports futurs distribués dans le temps à partir des données observées, ou des prévisions fournies par les services météorologiques.

A partir des données météorologiques et hydrométriques, nous avons procédé au calage des paramètres du modèle sur quatre bassins de la zone 3:

Maskinongé	:	397 mi. ²
Rivière du Loup	:	533 mi. ²
Chaudière	:	2,250 mi. ²
Bécancour	:	545 mi. ²

Le modèle calé sur trois ans d'observations pour des débits d'étiages, de tarissement et de crue nous a servi à simuler les débits pour des périodes allant de 19 à 35 ans.

La simulation, bien que variable en qualité, est comparable aux débits observés et les statistiques des simulations sont très bonnes. Les erreurs dans la simulation sont dues à:

- la conception du modèle;
- à l'imprécision spatiale et temporelle de données d'entrée (représentativité);
- au calage du modèle;
- à la représentativité des années de calage.

CONCLUSIONS

CONCLUSIONS

RESUME ET RECOMMANDATIONS

Au chapitre 3, nous avons défini les objectifs scientifiques et économiques à satisfaire par l'implantation d'un réseau hydrométrique. Nous avons montré que les besoins reliés à l'eau découlent des activités économiques dans chaque région. Nous avons séparé le Québec en trois zones, parce que dans chacune de ces zones, les besoins en eau sont de nature et d'intensité différentes. Nous avons ensuite défini dans chaque zone, les caractéristiques de l'écoulement et la précision requise pour satisfaire aux objectifs d'intérêt national, régional ou local. Nous avons également adopté une classification des stations basée sur les objectifs à atteindre.

Chaque type de stations doit respecter des critères concernant la nature du régime d'écoulement du cours d'eau, la durée, la précision et la nature des observations et dans certains cas, la taille des bassins. Pour s'assurer que chacune des stations du réseau joue un rôle dans la réalisation des objectifs visés, nous recommandons que:

- toutes les stations actuelles du réseau soient classifiées en se basant sur la classification du tableau 3.1 et sur les critères élaborés au chapitre 3.

Puisque certaines stations peuvent servir à plusieurs fins, il sera également utile d'indiquer par ordre de priorité les différents objectifs qu'elles peuvent servir. La classification des stations n'est qu'une étape dans le processus de rationalisation du réseau. Cette première étape permettra de déterminer le nombre actuel de stations pouvant servir à la réa-

d'après Karazev). Cette méthode étant basée sur les modules annuels, nous pouvons reconstituer les écoulements naturels des stations de régime influencé mensuellement et ainsi augmenter l'information sur laquelle sera basée la rationalisation.

L'ensemble de ces stations formera donc l'ossature de base du réseau hydrométrique. Suivant la classification adoptée, ces stations sont appelées "représentatives" et

- devront être opérées de manière continue sur une longue période de temps.

Ces observations devront être soignées et les courbes de tarage définies pour la gamme complète de variation des débits.

- Une ou deux stations repères devraient être choisies parmi ces stations

pour chacune des régions définies par l'application de la méthode de Karazev. Nous recommandons de plus

- qu'un minimum de stations de précipitation et de température soient installées sur les bassins jaugés,

de manière à pouvoir établir un bilan hydrique plus complet, permettre le calage et l'application des modèles hydrologiques et améliorer le résultat des régressions.

Une autre phase importante est de déterminer la superficie minimale de bassins sur lesquels on peut appliquer la méthode de Karazev.

L'étude du réseau actuel a montré une lacune évidente au niveau des bassins versants jaugés de superficie inférieures à 200 milles carrés et ayant plus de 5 ans d'observation. Les méthodes de rationalisation n'ont pu être appliquées à cette gamme de bassins. La nécessité d'obtenir de l'information statistique sur les étiages des bassins supérieurs à 10 milles carrés dans la zone habitée du Québec (zone 3), nécessitera donc

- un effort accru sur l'implantation de stations dites régionales, sur les cours d'eau ayant une superficie comprise entre 10 mi. c. et Amin.

Comme point de départ, on devra donc:

- analyser les données des stations récemment établies

entrant dans la gamme de superficie mentionnée ci-haut. Il sera donc nécessaire, pour obtenir un ordre de grandeur de la variabilité spatiale des étiages, d'utiliser des méthodes ne faisant pas appel aux propriétés statistiques des séries d'étiages, mais plutôt des méthodes axées sur l'étude des courbes de tarissement et des courbes de débits journaliers classés, lesquelles courbes peuvent s'obtenir sur quelques années d'observation.

Le même principe s'applique pour l'étude de la variabilité des crues sur les petits bassins. On devra faire appel, dans ce cas,

- à l'étude des hydrogrammes de crues.

Pour obtenir le maximum d'information, on devra coordonner

- l'étude des étiages avec l'étude des nappes d'eau souterraines;

- l'étude des crues avec l'étude des précipitations

d'où nécessité de coordonner les différents réseaux.

Un point important à retenir est

- l'aspect dynamique de la rationalisation des réseaux.

Les résultats obtenus de cette première rationalisation devront faire l'objet de révision périodique et les informations obtenues des stations devraient faire l'objet d'analyses continues.

Notons enfin que le réseau actuel a donné des résultats plus satisfaisant que ceux que l'on espérait obtenir à prime abord; et il s'avérera, lorsque toutes les stations actuelles auront plus d'années d'observation, que nous aurons un surplus d'information dans certaines régions.