

Record Number: 9860
Author, Monographic: Rasmussen, P. F.//Mathier, L.//Perron, H.//Ouarda, T. B. M. J.//Ashkar, F.//Bobée, B.//Bernier, J.
Author Role:
Title, Monographic: Résultats d'une intercomparaison de modèles d'estimation régionale de crue
Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau
Date of Publication: 1995
Original Publication Date: Mars 1995
Volume Identification:
Extent of Work: 78
Packaging Method: pages incluant un annexe
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, Rapport de recherche
Series Volume ID: 436
Location/URL:
ISBN: 2-89146-432-X
Notes: Rapport annuel 1994-1995
Abstract: Projet de recherche CRSNG stratégique
Call Number: R000436
Keywords: rapport/ ok/ dl

**RÉSULTATS
D'UNE INTERCOMPARAISON
DE MODÈLES D'ESTIMATION
RÉGIONALE DE CRUE.
Projet CRSNG Stratégique (STR0118482)**

Résultats d'une intercomparaison de modèles d'estimation régionale de crue

**Projet de recherche CRSNG Stratégique
Méthodologie d'estimation régionale des débits de crue:
application à la région Québec-Ontario**

par

Peter F. Rasmussen

Louis Mathier

Hugues Perron

Taha Ouarda

Fahim Ashkar

Bernard Bobée

Jacques Bernier

**Institut national de la recherche scientifique, INRS-Eau
2800 rue Einstein, C.P. 7500, Sainte-Foy, Québec, G1V 4C7**

Projet CRSNG Stratégique (STR0118482)

Rapport de recherche N° R-436

Mars 1995

Tables de matières

1	Introduction	1
2	Méthodes de détermination des régions homogènes.....	3
2.1	Introduction.....	3
2.2	Méthode des régions d'influence de Burn (DRH1).....	3
2.3	Méthode des régions d'influence modifiée (DRH12).....	3
2.4	Méthode des régions d'influence pour sites non-jaugés (DRH13).....	3
2.5	Méthode d'analyse canonique des corrélations de Cavadias (DRH2).....	4
2.6	Analyse factorielle des correspondances et classification ascendante hiérarchique (DRH3)	4
2.7	Détermination des régions à partir des L-moments (DRH4)	4
2.8	Résumé.....	4
3	Méthodes d'estimation régionale	7
3.1	Introduction.....	7
3.2	Distribution paramétrique régionale (MER1)	7
3.3	Distribution non paramétrique régionale (MER2)	7
3.4	Modèle de dépassement basé sur la régression multiple (MER3)	7
3.5	L-Moments (MER4)	7
3.6	Régression multiple (MER5).....	8
3.7	Modèle de dépassement de type indice de crue utilisant la loi Pareto généralisée (MER6).....	8
3.8	Modèle de dépassement de type indice de crue utilisant la loi exponentielle (MER7).....	8
3.9	Résumé.....	8
4	Méthodologies et indices d'intercomparaison.....	11
4.1	Introduction.....	11
4.2	Bootstrap régional.....	11
4.3	Approche bayésienne	12
5	Synthèse des résultats.....	15
5.1	La méthode du bootstrap régional	15
5.1.1	Remarques généraux	15
5.1.2	Résultats pour le cas jaugé.....	19
5.1.3	Résultats pour le cas non-jaugé.....	20
5.1.4	Conclusions.....	21
5.2	La méthode bayésienne	22
5.2.1	Résultats pour le cas non jaugé	22
5.2.2	Résultats pour le cas jaugé.....	24
5.2.3	Conclusions.....	25
6	Conclusions	27
7	Références.....	29
	Annexe. Resultats bruts pour la méthode du bootstrap.....	31

1 INTRODUCTION

Ce rapport a été préparé à l'issue d'un projet de recherche impliquant les membres de notre groupe dans la réalisation de ce projet CRSNG Stratégique intitulé: "Méthodologie d'estimation régionale des débits de crue: Application à la région Québec-Ontario".

Le rapport présente une synthèse des résultats obtenus lors du calcul des indices de performance pour l'intercomparaison de différents modèles d'estimation régionale des débits de crue. Les indices d'intercomparaison sont calculés pour des modèles régionaux C_{ij} formés par la combinaison des couples: Détermination de régions homogènes $[DRH]_i$ ($i = 1 \dots p$) x Méthode d'estimation régionale $[MER]_j$ ($j = 1 \dots q$), par la méthode du bootstrap régional et par l'approche bayésienne. Nous ne donnons ici qu'une courte description des méthodes DRH et MER ainsi que des deux méthodologies utilisées pour l'intercomparaison. Tous les détails de ces différentes approches sont disponibles dans une série de rapports de sous-projet qui sont cités en référence. Les références des rapports sont indiquées en caractères gras dans le texte et dans la liste des références.

Les modèles régionaux C_{ij} sont comparés en utilisant comme référence les quantiles de crue estimés localement $(Q_T)_s$ à partir des lois GEV, Log-Pearson III et Gumbel, pour 33 sites cibles qui ont 35 années de données ou plus et pour lesquels toutes les variables physiographiques et météorologiques sont disponibles. Les sites cibles ont été choisis, parmi les 179 stations de l'étude (*Mathier et al., 1993*), considérant la taille des échantillons disponibles, afin d'obtenir une bonne estimation locale des quantiles de crue. Les deux méthodologies utilisées pour l'intercomparaison ont été appliquées aux deux cas d'estimation régionale: le cas de stations cibles non-jaugées (aucune donnée hydrologique), le cas de stations cibles jaugées avec peu de données (10 années de données hydrologiques). Pour chaque cas, nous avons calculé les indices pour les quantiles de période de retour $T = 10$ et $T = 100$, estimés à l'aide d'un modèle régional, $[(Q_T)_R]_{ij}$, pour tous les couples C_{ij} possibles. L'objectif de l'intercomparaison globale est donc de comparer les valeurs $[(Q_T)_R]_{ij}$ avec les valeurs $(Q_T)_s$, considérées comme valeur de référence.

Les deux méthodologies d'intercomparaison utilisées sont:

- la méthode du bootstrap régional qui est basée sur une méthode de ré-échantillonnage qui permet de conserver la structure de corrélation entre les séries de débits maximums printaniers observées aux sites à l'étude (*Ouarda et Ashkar, 1994a*).

- l'approche bayésienne empirique, qui est basée sur les concepts de "super population" et d'échangeabilité (Bernier, 1992).

Les résultats bruts pour la méthode du bootstrap régional sont présentés en annexe:

La présentation des résultats est divisée en deux sections :

- Section 1 : Cas des stations cibles jaugées.
- Section 2 : Cas des stations cibles non-jaugées.

Chaque section est divisée en trois parties :

- Partie 1 : Indices calculés à partir de la loi GEV
- Partie 2 : Indices calculés à partir de la loi Log-Pearson type III
- Partie 3 : Indices calculés à partir de la loi Gumbel

Et finalement, dans chaque partie, nous présentons les résultats pour les périodes de retour $T = 10$ et 100 ans.

Il est à noter que dans la présentation des résultats à l'annexe 1, le chiffre écrit entre crochets [] indique le nombre de stations cibles qu'il a été possible d'utiliser pour le calcul des indices.

2 MÉTHODES DE DÉTERMINATION DES RÉGIONS HOMOGÈNES

2.1 Introduction

La première étape d'une estimation régionale de crue consiste à déterminer des régions hydrologiques homogènes en regroupant les bassins de drainage qui ont un comportement hydrologique similaire. La similitude est établie en fonction des caractéristiques hydrologiques, physiques et climatologiques des bassins. Selon la méthode utilisée, les bassins similaires forment une région homogène, une région d'influence ou un voisinage. Une courte description des méthodes utilisées est donnée dans les sous-sections suivantes.

2.2 Méthode des régions d'influence de Burn (DRH₁₁)

Cette méthode est utilisée pour déterminer la région d'influence de chaque station de l'étude à partir des caractéristiques hydrologiques et physiographiques des bassins versants (Mathier *et al.*, 1994). La proximité entre les sites est calculée à partir d'une distance euclidienne pondérée dans un espace multidimensionnel. Cette méthode a été proposée par Burn (1990a; 1990b). Puisque les caractéristiques hydrologiques sont considérées lors de l'élaboration des régions d'influence, la méthode n'est utilisée que pour le cas des stations cibles jaugées.

2.3 Méthode des régions d'influence modifiée (DRH₁₂)

Cette méthode est utilisée pour déterminer la région d'influence des stations de l'étude à partir des caractéristiques hydrologiques, physiographiques et météorologiques des bassins versants (Mathier *et al.*, 1994). Elle n'est utilisée que pour le cas des stations cibles jaugées.

2.4 Méthode des régions d'influence pour sites non-jaugés (DRH₁₃)

Cette méthode est utilisée pour déterminer la région d'influence des stations de l'étude à partir des caractéristiques météorologiques et physiographiques des bassins versants (Mathier *et al.*, 1994). Cette méthode est similaire à la méthode proposée par Zrinji et Burn (1994). Elle n'est utilisée que pour le cas des stations cibles non-jaugées.

2.5 Méthode d'analyse canonique des corrélations de Cavadias (DRH₂)

Détermination du voisinage hydrologique à l'aide de l'analyse canonique des corrélations entre l'espace des caractéristiques physiographiques et l'espace des caractéristiques hydrologiques de chaque station (Cavadias, 1990). La méthode d'analyse canonique des corrélations s'applique aux sites jaugés et non-jaugés (Ribeiro-Corréa et Rousselle, 1994).

2.6 Analyse factorielle des correspondances et classification ascendante hiérarchique (DRH₃)

La détermination des régions homogènes est effectuée à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances (AFC). Il s'agit d'une analyse en composantes principales (ACP) appliquée aux données transformées en fréquences. Le groupement des stations en régions quasi-homogènes est effectué à l'aide de la classification ascendante hiérarchique (CAH) (Birikundavyi *et al.*, 1993).

2.7 Détermination des régions à partir des L-moments (DRH₄)

Les L-moments et les distributions non paramétriques sont utilisés conjointement pour former des régions homogènes. Ces régions sont caractérisées par des sites ayant une fonction de densité de probabilité (non paramétrique) similaire, générée par le même processus de crue (Adamowski *et al.*, 1994). Cette méthode a été introduite au cours de l'étude. Elle va de pair avec les méthodes d'estimation régionale [MER₂] et [MER₄].

2.8 Résumé

Nous considérons donc dans le cas des sites jaugés cinq méthodes pour la détermination des régions homogènes. Dans le cas des sites non-jaugés quatre méthodes sont utilisées. Le tableau 1 montre les variables utilisées et le type de voisinage considéré pour chaque méthode de détermination des régions homogènes.

Tableau 1: Méthodes de détermination des régions homogènes

NOM	VARIABLE	VOISIN
[DRH] ₁₁ : Régions d'influence (Burn)	coefficient de variation (CV), débit spécifique (QSPECI), longitude (LONG), latitude (LAT)	> 20 voisins Régions d'influence avec poids
[DRH] ₁₂ : Régions d'influence (Burn + météo.)	CV, QSPECI, LONG, LAT, médiane de la température moyenne 5 jours précédant la crue (DTY5), moyenne de la précipitation totale 5 jours précédant la crue (YPR5), moyenne de la neige au sol 5 jours avant la crue (YNS5), précipitation totale moyenne annuelle (PTMA)	> 20 voisins Régions d'influence avec poids
[DRH] ₁₃ : Régions d'influence (site non jaugé)	LONG, LAT, DTY5, YPR5, YNS5, PTMA	> 20 voisins Régions d'influence avec poids
[DRH] ₂ : Corrélation canonique	Québec: superficie (AIRE), superficie de lacs et marais (SLC), superficie de forêts (SF), élévation moyenne (EM), pente du bassin versant (PMB), quantile de crue LP3 T=2 ans (Q2), quantile de crue LP3 T=100 ans (Q100) Ontario: AIRE, pente du cours d'eau (PCP), longueur du cours d'eau (LCP), superficie contrôlée par les lacs et marais (SCLM), Q2, Q100	En moyenne 15 voisins Régions d'influence
[DRH] ₃ : AFC - CAH	Québec: AIRE, SLC, SF, EM, PMB, Q2, Q100 Ontario: AIRE, PCP, LCP, SCLM, Q2, Q100	En moyenne 14 voisins Régions fixes
[DRH] ₄ : L - Moment	Mode des distributions (Nb d'occurrences / mois)	En moyenne 31 voisins Régions fixes

3 MÉTHODES D'ESTIMATION RÉGIONALE

3.1 Introduction

Une méthode d'estimation régionale de crue est une technique qui permet un transfert d'information de sites ayant de l'information hydrologique jugée pertinente vers un site peu ou pas jaugeé où l'on doit estimer des quantiles de crue. Dans les sous-sections qui suivent, nous décrivons brièvement les différentes méthodes d'estimation régionale utilisées dans ce projet.

3.2 Distribution paramétrique régionale (MER₁)

L'hypothèse de base de l'approche "indice de crue" est que la distribution des crues est identique à un facteur d'échelle près à chacun des sites de la région. La première étape de cette approche consiste donc à estimer la distribution régionale adimensionnelle qui s'applique à la région considérée. La deuxième étape consiste à déterminer le facteur d'échelle qui s'applique au site cible. Dans cette étude, on a fait l'hypothèse que les débits de crue suivent une loi GEV (Rasmussen, 1994a).

3.3 Distribution non paramétrique régionale (MER₂)

La méthode non paramétrique permet d'éviter le problème du choix de la distribution à considérer et fournit donc une méthodologie uniforme d'analyse des débits de crues. La méthode est particulièrement adéquate pour analyser les débits de crue qui ont une distribution multimodale (Adamowski *et al.*, 1994).

3.4 Modèle de dépassement basé sur la régression multiple (MER₃)

Pour chaque site d'une région homogène [DRH], une analyse a été effectuée afin de déterminer la meilleure loi pour les dépassements. Les lois suivantes sont considérées: Exponentielle, Pareto généralisée, Weibull. Par la suite Q_T est estimé par régression multiple à partir des caractéristiques des bassins de drainage (Ouarda et Ashkar, 1994a; 1994b; Raby *et al.*, 1993).

3.5 L-Moments (MER₄)

La qualité des méthodes paramétriques d'analyse régionale des crues est liée au choix des distributions et à l'estimation des paramètres. L'utilisation des L-moments permet d'identifier

la distribution régionale la plus adéquate pour une région donnée et de rejeter les sites considérés comme aberrants. Les L-moments peuvent également être utilisés pour l'estimation des paramètres d'une distribution régionale. Le facteur d'échelle dans cette étude est estimé par régression simple à partir de la superficie des bassins de drainage (Adamowski *et al.*, 1994).

3.6 Régression multiple (MER₅)

Cette méthode permet de relier le débit de crue d'une période de retour donnée à des caractéristiques physiographiques (aire et pente) des bassins de drainage. Les paramètres de la régression multiple sont obtenus par une méthode d'optimisation non linéaire (Nguyen et Pandey, 1994).

3.7 Modèle de dépassement de type indice de crue utilisant la loi Pareto généralisée (MER₆)

La loi Pareto généralisée est utilisée pour modéliser les dépassements. Ensuite, une distribution GEV régionale est déterminée à partir des données de dépassements. La moyenne de la GEV (indice de crue) est estimée par régression (Rasmussen, 1994b; Raby *et al.*, 1993).

3.8 Modèle de dépassement de type indice de crue utilisant la loi exponentielle (MER₇)

On suppose que les dépassements suivent une loi exponentielle. Ensuite, des valeurs régionales adimensionnelles du paramètre de la loi exponentielle et du débit de base sont estimées. La moyenne des dépassements est estimée par régression (Birikundavyi et Rousselle, 1994; Raby *et al.*, 1993).

3.9 Résumé

Nous considérons donc sept méthodes ($q = 7$) d'estimation régionale des crues. Le tableau 2 indique comment l'information disponible au site cible est utilisée et le type de régionalisation considéré pour chaque méthode d'estimation régionale.

Tableau 2: Méthodes d'estimation régionale

NOM	UTILISATION DE L'INFO. AU SITE (10 ANS)	TYPE DE RÉGIONALISATION
[MER] ₁ : Paramétrique GEV	Calcul du débit moyen	Indice de crue (débit moyen) Utilise les poids de [DRH] ₁₁ , [DRH] ₁₂ , [DRH] ₁₃
[MER] ₂ : Non paramétrique	N'utilise pas l'information au site	Régression Q _T vs AIRE
[MER] ₃ : Dépassement GPD, EXP, Weibull	Calcul du débit moyen	Régression Q _T vs AIRE, LAT, YPR5, Q moyen
[MER] ₄ : L - Moment	Calcul du premier L-Moment	Régression Q _T vs AIRE
[MER] ₅ : Régression multiple	N'utilise pas l'information au site	Régression Q _T vs AIRE, PMB (Québec), PCP (Ontario)
[MER] ₆ : Dépassement GPD	Calcul du débit moyen	Indice de crue (débit moyen)
[MER] ₇ : Dépassement EXP	Calcul des moments pondérés	Indice de crue (débit moyen)

4 MÉTHODOLOGIES ET INDICES D'INTERCOMPARAISON

4.1 Introduction

L'objectif de l'intercomparaison globale est donc de comparer les valeurs des quantiles de crue estimées à l'aide d'un modèle régionale $[(Q_T)_R]_{i,j}$ avec les valeurs des quantiles de crue estimées localement $(Q_T)_S$ à des sites où l'on dispose de suffisamment d'informations qui peuvent donc être considérées comme valeurs de référence. Une étude préliminaire a été effectuée afin de déterminer les lois les plus adéquates pour l'estimation locale des quantiles de crue pour les sites à l'étude. Cinq lois ont été initialement considérées (LP3, GEV, Gumbel, LN3 et P3), et après l'étude des résultats, les trois premières ont été retenues. Les deux méthodologies d'intercomparaison utilisées sont: la méthode du bootstrap régional (Ouarda et Ashkar, 1994c) et l'approche bayésienne empirique (Rasmussen *et al.*, 1994).

L'intercomparaison est effectuée pour 35 couples $C_{ij} = [DRH]_i \times [MER]_j$ ($i = 1...5$ et $j = 1...7$) dans le cas des sites jaugés, et pour 28 couples $C_{ij} = [DRH]_i \times [MER]_j$ ($i = 1...4$ et $j = 1...7$) dans le cas des sites non-jaugés (pour un grand total de 63 couples).

4.2 Bootstrap régional

Cette méthode comprend deux types de bootstrap: la méthode classique du bootstrap scalaire utilisée pour l'estimation au site, et le bootstrap vectoriel (ou régional) appliqué aux modèles régionaux (Ouarda et Ashkar, 1994c). Une étude préliminaire a été effectuée pour évaluer le nombre d'échantillons obtenus par la méthode du bootstrap à utiliser pour l'intercomparaison. Les indices de performance ont été calculés pour deux modèles régionaux à partir de 50, 100, 150, 200 et 250 échantillons obtenus par la méthode du bootstrap. Les résultats ont montré que 100 échantillons représentaient un nombre adéquat de répétitions. Les indices utilisés pour l'intercomparaison bootstrap (Rasmussen *et al.*, 1993; Ouarda et Ashkar, 1994a) sont:

$$\text{Indice 1 : } \Phi_1 = \sum_{i=1}^M \frac{\tilde{Q}_r^i - \tilde{Q}_s^i}{\tilde{Q}_s^i}$$

$$\text{Indice 2 : } \Phi_2 = \sum_{i=1}^M \left| \frac{\overline{Q}_r^i - \overline{Q}_s^i}{\overline{Q}_s^i} \right|$$

$$\text{Indice 3 : } \Phi_3 = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (Q_r^{ij} - \bar{Q}_r^i)^2}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (Q_s^{ij} - \bar{Q}_s^i)^2}$$

$$\text{Indice 4 : } \Phi_4 = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left(\frac{Q_r^{ij} - Q_s^{ij}}{Q_s^{ij}} \right)^2}$$

$$\text{Indice 4 avec poids : } \Phi_4 = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \omega_i \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left(\frac{Q_r^{ij} - Q_s^{ij}}{Q_s^{ij}} \right)^2}$$

$$\text{où: } \omega_i = \frac{1}{V_i} \left(\sum_{j=1}^M \frac{1}{V_j} \right)^{-1}$$

et

M	nombre de sites utilisés pour le calcul des indices
i	indice du site (i = 1, ..., M)
Q _r	quantile régional correspondant à une période de retour T = 10 ou 100 ans
Q _s	quantile local correspondant à une période de retour T = 10 ou 100 ans
~	représente la valeur médiane
-	représente la valeur moyenne
N	nombre d'échantillons bootstrap (N = 100)
j	indice de l'échantillon bootstrap (j = 1, ..., N)
ω	poids
RMNSE	pour "Root Mean Normalized Square Error" ou racine carrée de l'erreur quadratique moyenne normalisée
V _i	variance de RMNSE pour site i

4.3 Approche bayésienne

Dans l'approche bayésienne (Bernier, 1992) on calcule la distribution a posteriori du quantile de crue considéré. Cette distribution tient compte à la fois de l'information contenue dans l'estimation locale et dans l'estimation régionale. L'introduction d'une

fonction de coût permet alors de calculer l'espérance du coût d'une estimation régionale donnée. En faisant la moyenne sur tous les sites cibles considérés, on obtient l'indice de performance suivant:

$$AEPL = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{\text{Var}\{Q^i | \hat{Q}_s^i\} + [E\{Q^i | \hat{Q}_s^i\} - \hat{Q}_r^i]^2}{[E\{Q^i | \hat{Q}_s^i\}]^2}$$

où

$$E\{Q^i | \hat{Q}_s^i\} = \hat{Q}_s^i - \frac{\sigma_i^2}{\sigma_i^2 + V_i^2} (\hat{Q}_s^i - \underline{X}_i \underline{\alpha})$$

$$\text{Var}\{Q^i | \hat{Q}_s^i\} = \frac{\sigma_i^2 V_i^2}{\sigma_i^2 + V_i^2}$$

et

Q^i quantile correspondant à une période de retour $T = 10$ ou 100 ans. Cette quantité est considérée une variable aléatoire dans un contexte bayésien

\hat{Q}_s^i estimation du quantile à partir de l'information locale

$\underline{\alpha}$ paramètres de régression qui mesure le biais de l'estimateur régional

V_i^2 variance de l'estimation régionale à site i

σ_i^2 variance de l'estimation locale à site i

\underline{X} vecteur qui contient les éléments $(1, \hat{Q}_r^i)$

Pour plus de détails concernant cette méthode voir **Rasmussen et al. (1995)**.

5 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

5.1 La méthode du bootstrap régional

5.1.1 Remarques générales

Dans cette section, nous ferons un synthèse des résultats obtenus par la méthode du bootstrap régional. Les détails de cette technique sont décrits dans **Ouarda et Ashkar (1994c)** et ne seront pas répétés ici.

Pour établir une base de comparaison, c'est-à-dire les estimations locales, nous avons examiné initialement les ajustements de cinq lois statistiques: GEV, LP3, Gumbel, P3 et LN3 aux données des 40 sites ayant plus que 35 ans de données disponibles. Seules les trois premières lois ont été retenues pour calculer les indices présentés dans ce rapport.

L'annexe 1 montre les résultats bruts obtenus par la méthode du bootstrap. La section 1 de l'annexe donne les indices pour le cas jaugé, avec $T=10$ et $T=100$ et selon les lois GEV, LP3 et Gumbel pour l'estimation locale. La section 2 donne les mêmes indices pour le cas non-jaugé. Afin de faciliter l'interprétation des tableaux d'indices, nous allons considérer uniquement le cas correspondant à la loi GEV pour l'estimation locale. Notons que la loi Gumbel doit être exclue parce qu'elle donne des estimations biaisées et que la différence entre les résultats pour la loi GEV et la loi LP3 est négligeable. Par contre, la différence entre le cas jaugé et le cas non-jaugé est nette et doit être considérée.

Les cinq indices présentés dans l'annexe peuvent être interprétés de façon suivante: l'indice 1 est une mesure du biais moyen de l'estimation régionale. Ici la différence entre la moyenne (ou la médiane) des estimations régionales et locales est appelée *le biais de l'estimation régionale*. De façon générale, l'indice 1 nous semble peu utile pour évaluer la qualité d'une méthode d'estimation régionale, car en prenant la moyenne sur M sites des biais positifs et négatifs sont confondus. Cependant, il peut fournir de l'information sur la direction générale du biais. L'indice 2 mesure la moyenne des biais absolus et il a une signification plus claire. L'indice 3 donne la moyenne du rapport des variances de l'estimation régionale et l'estimation locale. Il est quelques fois appelé *le gain d'information*, mais ce terme peut entraîner une certaine confusion, car une valeur de l'indice 3 inférieure à 1 n'implique pas nécessairement que l'estimation régionale est plus précise que l'estimation locale, mais seulement que sa variance est moins élevée. Pour les estimations régionales, le biais défini

précédemment, est le facteur le plus important. L'indice 4 est similaire à la mesure de la racine de l'erreur quadratique moyenne. Ce dernier est souvent utilisé dans les études de simulation pour quantifier la précision d'un estimateur. Il a l'avantage de mesurer à la fois le biais et la variance d'un estimateur. Les poids utilisés pour calculer une variante de l'indice 4 permettent de pondérer chaque site utilisé pour calculer l'indice. Les poids sont calculés lors du simulation par la méthode du bootstrap.

L'étude des résultats a mis en évidence (Bernier, 1995) que les indices 2 et 4 (sans poids) sont fortement corrélés. L'indice 3 n'est pas significativement corrélé avec l'indice 2 ou 4. De façon générale, ceci montre que l'imprécision de l'estimation régionale est due notamment au biais plutôt qu'à la variance, car l'indice 4 comprend implicitement un mesure de biais (indice 2) et un mesure de variance (indice 3). Sans négliger l'intérêt des indices 1 et 3, nous proposons de mettre l'accent soit sur l'indice 2 ou sur l'indice 4 pour le classement des différentes méthodes. Dans la discussion qui suit nous avons décidé de considérer seulement l'indice 4 (sans poids) pour l'intercomparaison.

Avant d'amorcer l'analyse des tableaux d'indices, il est nécessaire de donner quelques remarques sur les limitations d'une telle comparaison de méthodes d'estimation régionale. La première remarque concerne le choix des sites cibles utilisés pour calculer les indices. Dans un premier temps, tous les sites ayant plus que 35 ans de données ont été choisis (40 sites), permettant alors une estimation locale assez fiable. Cependant, certaines caractéristiques de quelques sites "singuliers" entraînent une estimation régionale très éloignée de l'estimation locale (très fort biais). Ainsi, les valeurs régionales obtenues pour ces sites peuvent avoir une très grande influence sur la valeur d'un indice. Une étude a donc été effectuée pour déterminer les sites "singuliers" afin de les retirer de la liste des stations cibles (et ainsi avoir une idée plus juste des indices).

Dans les premières simulations que nous avons effectuées, nous avons remarqué que le nombre de sites cibles utilisés pour calculer les indices n'était pas le même pour toutes les méthodes DRH-MER considérées. Ceci pourrait entraîner des conclusions erronées, car les sites cibles éliminés dans certaines méthodes DRH-MER sont susceptibles d'être des sites où l'estimation régionale est difficile. C'est pourquoi nous avons décidé d'éliminer certains de ces sites complètement de la liste des sites cibles. Cependant, comme on le verra dans l'annexe, le nombre de sites cibles utilisés pour calculer les indices n'est pas toujours le

même (entre 30-33; 27 dans les cas DRH2-MER4) pour chaque combinaison. Ceci peut avoir une certaine influence sur les résultats, et généralement d'une manière favorable pour les combinaisons dont le calcul des indices considère moins de stations cibles.

Même après l'élimination des sites problématiques, il peut arriver que, pour une méthode DRH-MER donnée, l'estimation régionale à un site cible soit très mauvaise, ayant donc une influence importante sur les indices. Par contre, pour d'autres sites la méthode peut être tout à fait satisfaisante. La question se pose alors: comment évaluer la méthode? De façon générale, la remarque concerne les problèmes reliés à l'utilisation d'une moyenne régionale comme base de comparaison. Un indice basé sur la moyenne peut indiquer une bonne performance, mais pour certains sites la performance de la méthode peut être non satisfaisante. Les indices considérés dans notre étude (et en particulier l'indice 1) ne permettent pas explicitement d'examiner le comportement de l'estimation régionale à chaque site. L'interprétation des indices est particulièrement délicate quand il s'agit d'un problème d'algorithme. Rappelons que chaque méthode d'estimation régionale a été programmée pour permettre la simulation automatisée. Il est possible que pour certains scénarios de données régionales simulées, les estimations soient mauvaises. Un tel exemple est fourni par le cas DRH3 et MER4. Pour l'indice 4 (GEV, T=100), on note une valeur très élevée pour cette combinaison. On doit s'interroger sur la validité des indices qui sont beaucoup plus élevés que les autres. La figure 1 montre la contribution

$$1/N \sum_{j=1}^{100} [(Q_r^{ij} - Q_s^{ij}) / Q_s^{ij}]^2$$

de chaque site à l'indice 4. La moyenne (1.171) des 33 valeurs est égale à l'indice présenté dans l'annexe. On voit que pour la plupart des stations, la valeur de RMSE est voisine de 0-0.3, mais qu'il y a quelques valeurs aberrantes qui entraînent une moyenne non représentative pour l'ensemble. On peut également examiner pourquoi un des 33 sites a donné une valeur de RMSE de 16.9. La figure 1b montre les 92 estimations régionales obtenues à partir des échantillons obtenus par bootstrap. On voit qu'il y a deux "populations": l'une qui donne des valeurs réalistes autour de 250-300 et l'autre qui donne des valeurs nettement plus élevées. Dans le dernier cas, il s'agit d'environ 13% des échantillons. Ils représentent sans doute une lacune dans l'algorithme MER4 qui pourrait être corrigée. Il ne nous semble donc pas juste de juger la méthode MER4 à partir des indices. Par contre, on peut questionner son implantation.

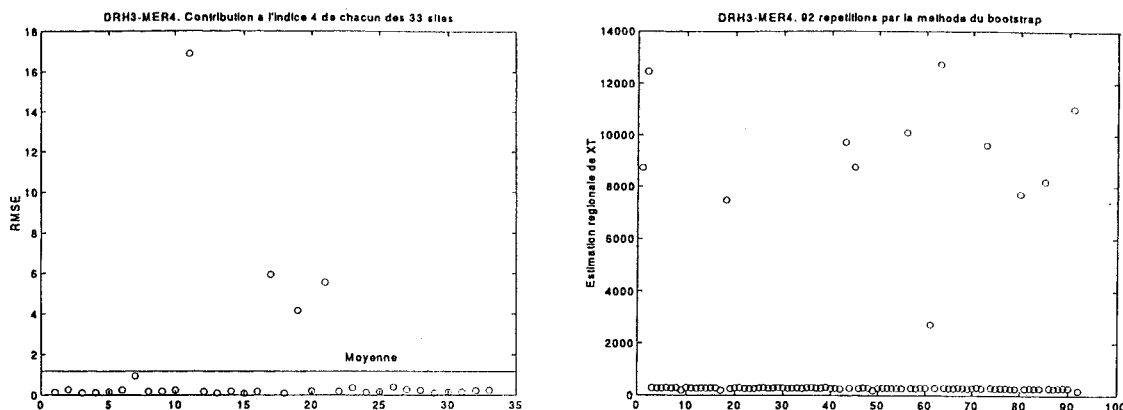


Figure 1 a) Contribution de chacun des 33 sites à l'indice 4. b) 93 estimations régionales simulées par la méthodes du bootstrap à un des 33 sites.

Cependant, le problème principal dans cette comparaison des méthodes d'estimation régionale est *le caractère partiel* des conclusions que l'on peut tirer des indices calculés. Rappelons que chaque méthode de détermination de régions homogènes et d'estimation régionale est basée sur une séquence de choix subjectifs. Par exemple, la détermination des régions d'influence (DRH11, DRH12, DRH13) nécessite le choix de variables explicatives, le choix de poids à accorder à chaque variable, et le choix d'un seuil permettant de définir les limites de la région d'influence. La méthode indice de crue paramétrique (MER1) nécessite le choix d'une loi, le choix d'une méthode d'estimation de la distribution régionale, le choix d'une méthode d'estimation de l'indice de crue (pour le cas non-jaugé) et le choix de variables physiographiques et météorologiques à considérer pour l'estimation de l'indice de crue. Si ces méthodes sont appliquées par d'autres chercheurs et avec d'autres données, les indices proposés dans ce projet seront différents. Il est donc important de souligner que ce que l'on compare, ce sont *des applications particulières* de certaines méthodes et non pas des méthodologies générales.

De façon générale, la source du problème est que toutes les méthodes n'utilisent pas la même information, ce qui introduit des difficultés si l'on essaye de les comparer sur une base commune. Ceci est particulièrement vrai pour les méthodes d'estimation basées sur le modèle de dépassement. En effet, on peut questionner la validité des résultats obtenus pour

ces modèles qui sont basés sur un autre type d'information que celle utilisée pour valider les différentes méthodes d'estimation (débit maximum annuel). L'avantage des modèles de dépassement est justement qu'ils permettent d'introduire une information supplémentaire qui dans certains cas permet d'effectuer une estimation plus fiable. La méthodologie de comparaison considérée dans cette étude ne tient pas compte de cet aspect.

J. Bernier a fait ressortir (Bernier, 1995) que la séparation d'une méthode d'estimation régionale en parties DRH et MER n'est pas toujours logique. L'application de la méthode de régression en est un bon exemple. Initialement, une méthode de regroupement est appliquée (par exemple, la méthode des corrélations canoniques) pour définir la région homogène à laquelle appartient le site cible. L'identification des variables explicatives est une étape importante de cette méthode, car ce sont ces variables qui définissent le voisinage du site cible. L'utilisation de ces mêmes variables explicatives dans une relation de régression a pour conséquence que leur signification est moins importante, car elles ont déjà été utilisées dans l'étape d'homogénéisation pour distinguer les sites selon leurs caractéristiques hydrologiques.

5.1.2 Résultats pour le cas jaugé

Considérons d'abord l'indice 4 pour le cas jaugé. L'estimation locale est effectuée avec la loi GEV. Les figures 2a et 2b montrent le classement des différentes méthodes pour chacune des DRH considérés. On peut d'abord remarquer que pour une méthode MER donnée l'indice est généralement assez stable pour toutes les DRH. Ceci facilite les conclusions. Pour le cas $T=100$ (figure 2b), MER4 se classe première dans deux cas (DRH2 et DRH4). Nous avons cependant déjà noté que cette méthode peut donner parfois des valeurs aberrantes. En effet, les indices correspondant aux régions DRH11 et DRH12 sont fortement influencés par une seule station. Si l'on enlève cette station, on obtient la valeur 0.16 pour DRH11 et 0.17 pour DRH12 et la méthode MER4 est donc supérieure pour ces régions. Dans le cas de DRH3, la figure 1 a mis en évidence l'existence de 4 à 5 sites "singuliers". Si l'on enlève ces sites du calcul de l'indice, on obtient la valeur 0.19. Avec ces modifications, on peut conclure que la méthode MER4 a donné les meilleurs résultats pour toutes les DRH. La figure 2a qui traite le cas $T=10$ nous mène à la même conclusion. Il faut noter que des valeurs aberrantes existent aussi pour les autres méthodes, mais qu'il sont particulièrement importantes pour MER4.

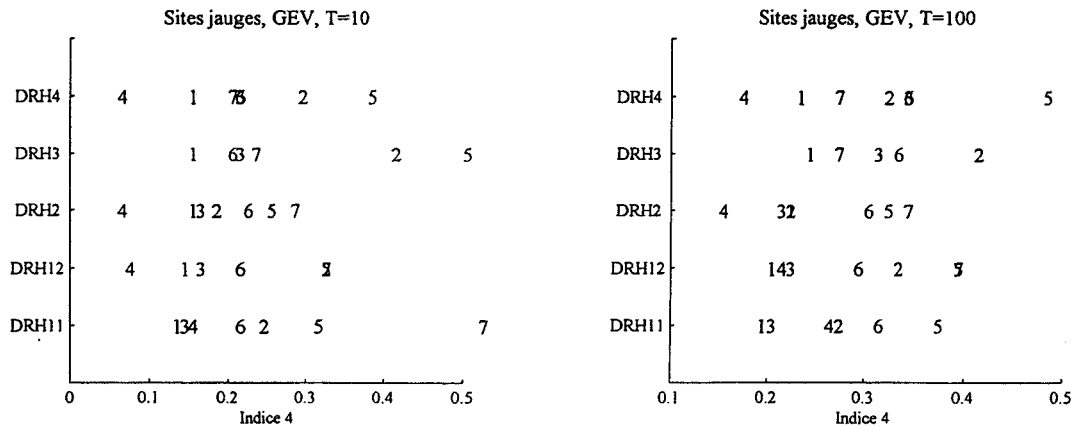


Figure 2 Resultat de l'intercomparaison par la méthode du bootstrap pour le cas jaugé

De façon générale, la méthode MER1 se classe en seconde place. MER3 donne également de bons résultats, très voisins de ceux de MER1. En effet, la différence plus prononcée entre MER1 et MER3 pour DRH3 et DRH4 peut être expliquée par la présence de quelques sites "singuliers". Les méthodes MER2 et MER5 n'utilisent pas l'information locale ce qui explique, en partie, leurs valeurs élevées. MER6 donne des résultats moyens.

5.1.3 Résultats pour le cas non-jaugé

Pour le cas non-jaugé et T=100, on remarquera que MER1, MER2 et MER3 donnent des résultats très similaires dans les quatre DRH considérées et qu'elles se classent généralement mieux que MER5, MER6 et MER7 (figure 3a). La méthode MER4 se classe première avec DRH2, mais dans les autres DRH, elle donne toujours la pire performance. Cependant, pour les raisons déjà mentionnées dans les sections précédentes, il est fort probable que, si l'on enlève quelques sites problématiques du calcul des indices, on obtienne de très bons résultats pour cette méthode dans toutes les régions.

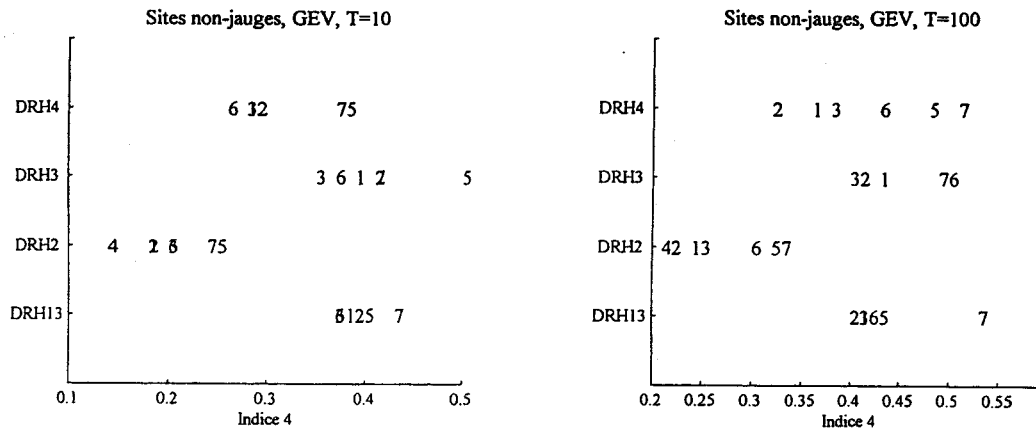


Figure 3 Resultat de l'intercomparaison par la méthode du bootstrap pour le cas non-jaugé

Pour le cas T=10 (figure 3b), on peut noter que la méthode MER6 performe relativement mieux que pour T=100. En effet, les méthodes MER1, MER2, MER3 et MER6 donnent des résultats assez similaires. De façon générale, MER5 et MER7 se classent en dernière position. Cependant, la MER4 doit également être considérée comme une méthode très prometteuse.

5.1.4 Conclusions

Compte tenu de la sensibilité des indices vis-à-vis du choix des sites cibles, on doit être prudent dans l'interprétation des valeurs numériques de l'annexe A. Avec une certaine réserve, il nous semble que la méthode MER4, appliquée de façon adéquate, pourrait être un bon choix pour l'estimation régionale de crue. D'ailleurs, on peut noter que cette méthode est la plus élaborée de toutes les méthodes considérées dans l'étude; elle permet par exemple de tester l'homogénéité d'une région et de rejeter les sites qui sont jugés "singuliers". Les méthodes MER1, MER2 et MER3 donnent des résultats très voisins et il est difficile de les distinguer pour le cas non-jaugé. Pour le cas jaugé, MER2 performe un peu moins bien parce qu'elle ne tient pas compte de l'information locale. MER6 donne des résultats intermédiaires, tandis que MER5 et MER7 se classent généralement en dernière position.

Il n'est pas possible de comparer directement la différence entre le cas jaugé et le cas non-jaugé, car l'information locale, c'est-à-dire 10 ans de données au site, n'a pas été simulée par la méthode du bootstrap. Par exemple, dans le cas de la méthode indice de crue, avec l'estimation de l'indice basée sur l'information locale, il est bien connu que la majorité de l'incertitude d'une estimation régionale provient de l'estimation de l'indice. Dans notre étude, l'aléa naturel de cette quantité n'a pas été considéré. C'est pourquoi il est difficile d'évaluer l'importance de l'information locale.

Il est également difficile de comparer les DRH entre elles, compte tenu de l'influence importante des choix subjectifs qu'il faut faire dans chacune de ces méthodes. On peut cependant remarquer que pour le cas non-jaugé le choix de DRH semble plus important pour les indices que le choix de MER. En effet, la variation des indices est plus grande entre les DRH qu'à l'intérieur d'une DRH donnée pour les diverses MER. L'utilisation de DRH2 conduit dans ce cas aux meilleures estimations, mais on ne doit pas conclure de façon générale que la méthode des corrélations canoniques est supérieure aux autres méthodes

5.2 La méthode bayésienne

La plupart des remarques faites dans la section 5.1.1 pour la méthode du bootstrap s'appliquent également à l'intercomparaison basée sur l'approche bayésienne. En particulier, les problèmes reliés aux estimations par la méthode MER4 nous ont conduits à ne pas considérer cette méthode dans la présentation des résultats obtenus avec l'approche bayésienne. En effet, la méthode MER4 donne généralement des résultats médiocres pour les raisons données dans la section 5.1.1. Pour une comparaison plus juste, il faudrait établir des critères qui permettent de déterminer quels sites doivent être considérés pour le calcul de l'indice AEPL, ce qui demanderait une recherche beaucoup plus élaborée.

5.2.1 Résultats pour le cas non-jaugé

Les résultats obtenus avec l'approche bayésienne pour la cas non-jaugé sont présentés dans la figure 4. On voit que les méthodes MER1 et MER2 donnent les meilleurs résultats dans toutes les régions avec un léger avantage à la méthode MER2. Pour les quatre autres méthodes il n'y pas de conclusion évidente. Une méthode peut fonctionner de façon satisfaisante pour une DRH mais insatisfaisante pour les autres. La méthode MER6 est assez stable et donne des résultats moyens pour toutes les DRH. On peut constater qu'elle fonctionne relativement mieux dans le cas d'une faible période de retour. On doit noter que

le calcul des indices a été basé, pour chaque combinaison, sur le nombre maximal de sites cibles (le nombre maximal considéré est 39, mais les différentes méthodes ne fournissent pas toutes une estimation régionale aux 39 sites).

Les résultats pour MER1 et MER2 sont assez cohérents avec ceux obtenus par la méthode du bootstrap. La différence la plus importante entre les deux approches de comparaison concerne MER3 qui, dans l'approche bayésienne, a une performance médiocre dans plusieurs régions. Il semble en effet que l'approche bayésienne est encore plus sensible à la présence de sites "singuliers" que l'approche du bootstrap ce qui peut expliquer cet écart.

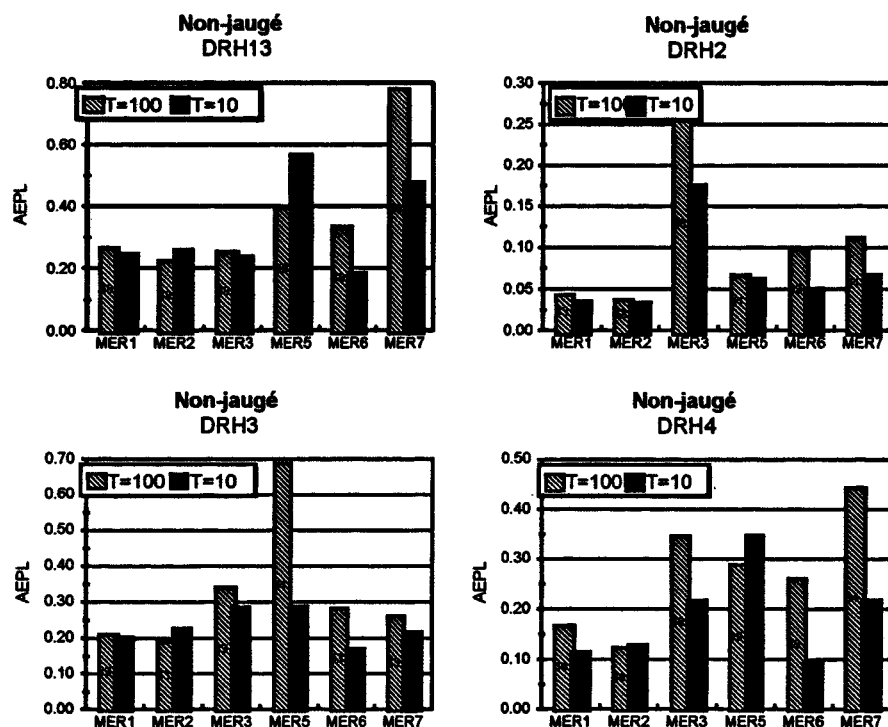


Figure 4. L'indice AEPL pour le cas non-jaugé

5.2.2 Résultats pour le cas jaugé

Pour le cas jaugé, on peut observer que la méthode MER1 donne des résultats nettement supérieurs aux autres méthodes (figure 5). De façon générale, MER6 se classe deuxième. Toutes les autres méthodes donnent des résultats médiocres par rapport à MER1, quoique certaines méthodes, pour certaines DRH, peuvent donner des résultats acceptables. Notons que la mauvaise performance des méthodes MER2 et MER5 peut s'expliquer par le fait que ces deux méthodes n'utilisent pas l'information au site pour l'estimation régionale.

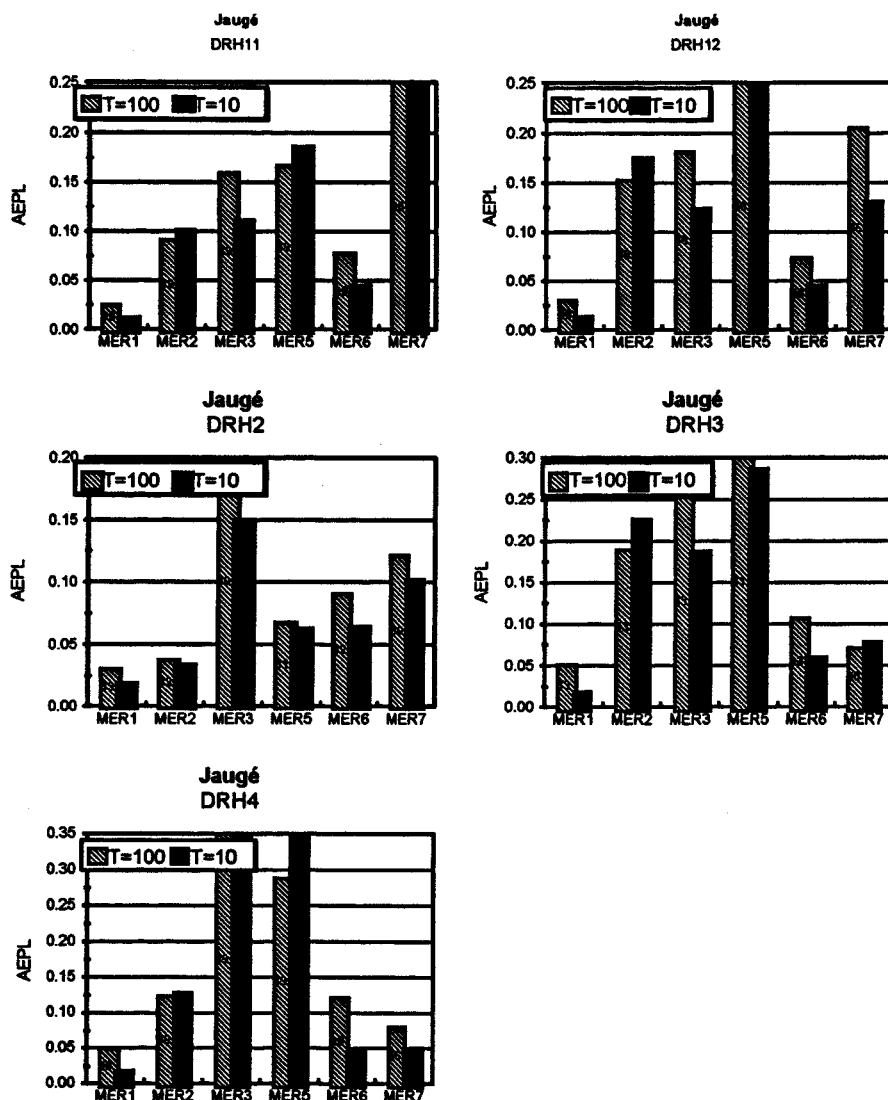


Figure 5. L'indice AEPL pour le cas jaugé

5.2.3 Conclusions

Certaines des conclusions tirées de la comparaison par la méthode du bootstrap (section 5.1.3) s'appliquent également à l'approche bayésienne de comparaison. Les résultats obtenus avec les deux types de comparaison sont assez cohérents, sauf pour la méthode MER3 qui a donné de bons résultats dans le cas du bootstrap, mais des résultats moyens ou mauvais dans le cas de l'approche bayésienne.

6 CONCLUSIONS

Dans ce rapport, on a présenté les résultats principaux de l'intercomparaison des méthodes d'estimation régionale de crue effectuée dans le cadre du projet CRSNG Stratégique (STR0118482). Lors de ce projet, plusieurs méthodes de détermination des régions homogènes et d'estimation régionales ont été développées et appliquées aux données des régions Québec et Ontario. Les méthodes théoriques les plus récentes ont été utilisées et leur application a demandé une recherche approfondie. En effet, l'apport le plus important de ce projet est le développement de méthodes qui permettent d'estimer des quantiles de crue aux sites où il y a peu ou aucune information hydrologique.

L'intercomparaison des méthodes, c'est-à-dire des combinaisons des méthodes de détermination de régions homogènes et méthodes d'estimation régionale, s'est avérée assez difficile. Dans la section 5.1.1, nous avons mentionné certains problèmes reliés à l'interprétation des indices calculés avec la méthode du bootstrap et l'approche bayésienne. Parmi les différentes méthodes d'estimation régionale considérées dans cette étude, nous croyons que la méthode MER4, basée sur l'application de L-moments, pourrait être un bon candidat à condition d'effectuer des études complémentaires. En effet, dans les simulations effectuées ici pour fin de comparaison, la méthode a quelques fois fourni de très mauvaises estimations. Il faut donc bien examiner l'algorithme utilisé dans le programme de simulation et bien déterminer dans quel contexte la méthode peut s'appliquer. La méthode MER1, c'est-à-dire la méthode indice de crue classique, a elle aussi fourni de bonnes estimations. Elle a comme avantage d'être simple et rapide, ce qui n'est pas le cas pour la méthode MER4. Les résultats obtenus avec la méthode du bootstrap et l'approche bayésienne sont assez cohérents, sauf pour la méthode MER3.

On peut noter que le biais des estimations régionales, tel que défini dans la section 5.1.1, est beaucoup plus important que la variance des estimations. C'est pourquoi le choix de régions homogènes a beaucoup d'impact sur les indices obtenus dans les deux méthodes de comparaison. Une comparaison des méthodes de détermination des régions homogènes ne peut qu'être partielle, c'est-à-dire qu'elle est valide uniquement pour les données considérées et pour son application particulière. On note que pour le cas non-jugé la méthode DRH2 se distingue nettement des autres DRH, mais qu'en général, les DRH donnent des résultats assez semblables.

7 RÉFÉRENCES

- Adamowski, K., Gingras, D. et P.J. Pilon (1994).** Regional flood frequency analysis by nonparametric and L-Moment methods for Ontario and Quebec. Report to NSERC Strategic Grant. University of Ottawa, Faculty of Engineering, 114 p.
- Bernier, J. (1992)** Modèle régional à deux niveaux d'aléas, Rapport technique non publié, 11 p.
- Bernier, J. (1995)** Réflexions sur les calculs d'indices de performance des méthodes d'estimation régionale des crues, Rapport technique non publié, 21 p.
- Birikundavyi, S. et J. Rousselle (1994).** Estimation régionale des crues pour le Québec et l'Ontario: Modèle des excédances. Rapport final. Stratégique CRSNG-STR 0118482. École Polytechnique de Montréal, 44 p.
- Birikundavyi, S., Rousselle, J. et V.T.V. Nguyen (1993).** Détermination des régions homogènes pour le Québec et l'Ontario: une approche par l'analyse des correspondances et la classification ascendante hiérarchique. Rapport final. Stratégique CRSNG-STR 0118482. École Polytechnique de Montréal, 50 p.
- Burn, D.H. (1990a).** An appraisal of the "region of influence" approach to flood frequency analysis. *Hydrological Sciences Journal*, 35 (2): 149-165.
- Burn, D.H. (1990b).** Evaluation of regional flood frequency analysis with a region of influence approach. *Water Resources Research*, 26 (10): 2257-2265.
- Cavadias, G.S. (1990).** The canonical correlation approach to regional flood estimation. *Proceedings Symp. Regionalization in hydrology, Ljubljana*, pp. 171-178.
- Mathier, L., Roy, R., Perron, H. et B. Bobée (1994).** Estimation régionale des débits de crue: détermination des régions homogènes par la méthode des régions d'influence, Rapport de recherche R-420, INRS-Eau, Ste-Foy, Quebec, 33 p.
- Mathier, L., Roy, R., Bobée, B., Perron, H. et V. Fortin (1993).** Estimation régionale des débits de crue: description des banques de données hydrométriques, météorologiques et physiographiques pour le Québec et pour l'Ontario, Report I-123, INRS-Eau, Ste-Foy, Quebec, 79p.
- Nguyen, V-T-V et G.R. Pandey (1994).** Regional flood estimation using regression methods: a comparative study, *Water Resources Management and Engineering Series, Research Report No. WRME94/1*, McGill University, Montréal, 37 p.
- Ouarda, T. B.M.J. et F. Ashkar (1994a).** Regional Multiple Regression Flood Frequency Estimation by the Peaks-Over-Threshold Method, Internal Report, Department of

- Mathematics, Univ. of Moncton, Moncton, N.B. Canada, Prepared for the Strategic Grant no. STR0118482 of NSERC, (en préparation).
- Ouarda, T. B.M.J. et F. Ashkar (1994b).** Peaks-Over-Threshold Method, Programmer's Manual (C++)", Programmer's Manual, Department of Mathematics, Univ. of Moncton, N.B. Canada, Prepared for the Strategic Grant no. STR0118482 of NSERC (Méthodologie d'Estimation Régionale des Débits de Crue: Application à la Région Québec-Ontario), 63 p.
- Ouarda, T. B.M.J. et F. Ashkar (1994c).** Bootstrap-Based Intercomparison of Regional Flood Frequency Models, -Final Procedure-, Internal Report, Department of Mathematics, Univ. of Moncton, N.B. Canada, Prepared for the Strategic Grant no. STR0118482 of NSERC, (en préparation).
- Raby, M., Birikundavyi, S. et J. Rousselle (1993).** Banque de données des séries de durée partielle. Rapport interne. Stratégique CRSNG-STR 0118482. École Polytechnique de Montréal.
- Rasmussen, P.F. (1994a).** The index flood method for regional estimation of T-year events. Rapport Interne, no. I-135, INRS-Eau, Québec, 15 p.
- Rasmussen, P.F. (1994b).** A regional index flood procedure based on partial duration series, Rapport Interne, no. I-134, INRS-Eau, Quebec, 17 p.
- Rasmussen, P.F., Bernier, J., Mathier, L. et B. Bobée (1995).** Comparison of regional flood frequency procedures: A Bayesian approach, Rapport technique non publié, NSERC Strategic Grant. INRS-Eau, Ste-Foy, Quebec, 19 p.
- Rasmussen, P.F., Mathier, L. et B. Bobée (1993).** Comparison of regional flood estimation procedures, Rapport technique non publié, NSERC Strategic Grant no. STR0118482. INRS-Eau, Ste-Foy, Quebec, 12 p.
- Ribeiro-Corréa, J. et J. Rousselle (1994).** Détermination des voisinages hydrologiques par la méthode d'analyse canonique des corrélations. Rapport final. Stratégique CRSNG-STR 0118482. École Polytechnique de Montréal, 49 p.
- Zrinji, Z., et D.H. Burn (1994).** Flood frequency analysis for ungauged sites using a region of influence approach. Journal of Hydrology, 153: 1-21.

ANNEXE

Résultats bruts pour la méthode du bootstrap

Section 1 :

Stations cibles jaugées

Partie 1 :

Indices calculés à partir de la loi GEV

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.108 [33]	0.114 [33]	0.123 [33]	0.118 [33]	0.123 [33]
2	0.224 [33]	0.306 [33]	0.149 [32]	0.387 [33]	0.277 [33]
3	0.117 [33]	0.132 [33]	0.138 [29]	0.180 [33]	0.175 [33]
4	0.053 [33]	0.056 [33]	0.047 [27]	0.305 [33]	0.050 [31]
5	0.289 [33]	0.302 [33]	0.223 [31]	0.468 [31]	0.361 [33]
6	0.190 [32]	0.192 [32]	0.203 [32]	0.186 [32]	0.191 [32]
7	0.500 [32]	0.302 [31]	0.265 [30]	0.205 [30]	0.183 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.076 [33]	0.075 [33]	0.100 [33]	0.125 [33]	0.141 [33]
2	0.620 [33]	0.534 [33]	0.892 [32]	2.457 [33]	1.514 [33]
3	0.512 [33]	0.544 [33]	0.892 [29]	1.953 [33]	6.162 [33]
4	27.357 [33]	0.901 [33]	1.507 [27]	2599.735 [33]	0.936 [31]
5	1.214 [33]	1.392 [33]	1.504 [31]	19.793 [31]	1.744 [33]
6	0.031 [32]	0.029 [32]	0.052 [32]	0.053 [32]	0.052 [32]
7	0.468 [32]	0.171 [31]	0.288 [30]	0.221 [30]	0.266 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.134 [33]	0.139 [33]	0.150 [33]	0.147 [33]	0.150 [33]
2	0.240 [33]	0.322 [33]	0.175 [32]	0.412 [33]	0.293 [33]
3	0.137 [33]	0.155 [33]	0.161 [29]	0.207 [33]	0.208 [33]
4	0.146 [33]	0.068 [33]	0.064 [27]	0.842 [33]	0.063 [31]
5	0.307 [33]	0.323 [33]	0.247 [31]	0.498 [31]	0.377 [33]
6	0.205 [32]	0.207 [32]	0.217 [32]	0.202 [32]	0.206 [32]
7	0.518 [32]	0.317 [31]	0.280 [30]	0.229 [30]	0.203 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.111 [33]	0.123 [33]	0.129 [33]	0.131 [33]	0.132 [33]
2	0.201 [33]	0.315 [33]	0.174 [32]	0.377 [33]	0.321 [33]
3	0.114 [33]	0.135 [33]	0.153 [29]	0.171 [33]	0.144 [33]
4	0.044 [33]	0.055 [33]	0.054 [27]	0.063 [33]	0.050 [31]
5	0.279 [33]	0.254 [33]	0.195 [31]	0.371 [31]	0.340 [33]
6	0.167 [32]	0.170 [32]	0.181 [32]	0.160 [32]	0.173 [32]
7	0.259 [32]	0.309 [31]	0.293 [30]	0.210 [30]	0.205 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.132 [33]	0.149 [33]	0.148 [33]	0.176 [33]	0.168 [33]
2	0.228 [33]	0.296 [33]	0.170 [32]	0.355 [33]	0.287 [33]
3	0.141 [33]	0.167 [33]	0.142 [29]	0.248 [33]	0.269 [33]
4	0.110 [33]	0.130 [33]	0.084 [27]	0.463 [33]	0.124 [31]
5	0.322 [33]	0.338 [33]	0.256 [31]	0.730 [31]	0.425 [33]
6	0.265 [32]	0.251 [32]	0.242 [32]	0.271 [32]	0.289 [32]
7	0.613 [32]	0.353 [31]	0.292 [30]	0.218 [30]	0.222 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.155 [33]	0.148 [33]	0.240 [33]	0.375 [33]	0.336 [33]
2	0.164 [33]	0.142 [33]	0.230 [32]	0.883 [33]	0.379 [33]
3	0.299 [33]	0.306 [33]	0.478 [29]	1.155 [33]	3.553 [33]
4	9.800 [33]	9.713 [33]	0.675 [27]	1538.306 [33]	0.529 [31]
5	1.227 [33]	1.602 [33]	1.248 [31]	142.732 [31]	1.458 [33]
6	0.073 [32]	0.071 [32]	0.108 [32]	0.119 [32]	0.119 [32]
7	0.648 [32]	0.264 [31]	0.432 [30]	0.257 [30]	0.390 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.191 [33]	0.200 [33]	0.215 [33]	0.240 [33]	0.229 [33]
2	0.270 [33]	0.333 [33]	0.223 [32]	0.407 [33]	0.323 [33]
3	0.198 [33]	0.224 [33]	0.212 [29]	0.309 [33]	0.342 [33]
4	0.256 [33]	0.208 [33]	0.147 [27]	1.171 [33]	0.165 [31]
5	0.365 [33]	0.386 [33]	0.322 [31]	0.879 [31]	0.475 [33]
6	0.309 [32]	0.293 [32]	0.302 [32]	0.329 [32]	0.340 [32]
7	0.664 [32]	0.392 [31]	0.344 [30]	0.274 [30]	0.272 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.166 [33]	0.181 [33]	0.172 [33]	0.199 [33]	0.198 [33]
2	0.243 [33]	0.345 [33]	0.209 [32]	0.425 [33]	0.327 [33]
3	0.165 [33]	0.186 [33]	0.183 [29]	0.257 [33]	0.198 [33]
4	0.126 [33]	0.143 [33]	0.118 [27]	0.166 [33]	0.136 [31]
5	0.345 [33]	0.288 [33]	0.223 [31]	0.463 [31]	0.348 [33]
6	0.215 [32]	0.223 [32]	0.230 [32]	0.234 [32]	0.264 [32]
7	0.252 [32]	0.314 [31]	0.299 [30]	0.232 [30]	0.241 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Partie 2 :

Indices calculés à partir de la loi Log-Pearson III

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.109 [33]	0.114 [33]	0.121 [33]	0.116 [33]	0.121 [33]
2	0.219 [33]	0.301 [33]	0.147 [32]	0.380 [33]	0.276 [33]
3	0.117 [33]	0.132 [33]	0.139 [29]	0.178 [33]	0.174 [33]
4	0.059 [33]	0.062 [33]	0.050 [27]	0.310 [33]	0.055 [31]
5	0.287 [33]	0.301 [33]	0.218 [31]	0.461 [31]	0.359 [33]
6	0.188 [32]	0.190 [32]	0.201 [32]	0.185 [32]	0.189 [32]
7	0.499 [32]	0.299 [31]	0.262 [30]	0.205 [30]	0.181 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.074 [33]	0.074 [33]	0.100 [33]	0.124 [33]	0.139 [33]
2	0.595 [33]	0.522 [33]	0.865 [32]	2.433 [33]	1.518 [33]
3	0.497 [33]	0.528 [33]	0.869 [29]	1.958 [33]	6.699 [33]
4	27.835 [33]	0.880 [33]	1.490 [27]	2628.716 [33]	0.895 [31]
5	1.193 [33]	1.378 [33]	1.464 [31]	21.188 [31]	1.721 [33]
6	0.030 [32]	0.029 [32]	0.052 [32]	0.052 [32]	0.052 [32]
7	0.472 [32]	0.164 [31]	0.287 [30]	0.216 [30]	0.263 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.133 [33]	0.138 [33]	0.148 [33]	0.145 [33]	0.148 [33]
2	0.236 [33]	0.317 [33]	0.173 [32]	0.405 [33]	0.292 [33]
3	0.137 [33]	0.154 [33]	0.161 [29]	0.205 [33]	0.207 [33]
4	0.152 [33]	0.073 [33]	0.067 [27]	0.850 [33]	0.068 [31]
5	0.305 [33]	0.321 [33]	0.242 [31]	0.491 [31]	0.376 [33]
6	0.204 [32]	0.206 [32]	0.215 [32]	0.201 [32]	0.204 [32]
7	0.517 [32]	0.313 [31]	0.277 [30]	0.228 [30]	0.201 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.111 [33]	0.124 [33]	0.129 [33]	0.131 [33]	0.131 [33]
2	0.206 [33]	0.320 [33]	0.174 [32]	0.378 [33]	0.325 [33]
3	0.115 [33]	0.134 [33]	0.154 [29]	0.172 [33]	0.144 [33]
4	0.048 [33]	0.059 [33]	0.055 [27]	0.068 [33]	0.055 [31]
5	0.284 [33]	0.259 [33]	0.196 [31]	0.370 [31]	0.348 [33]
6	0.167 [32]	0.171 [32]	0.175 [32]	0.160 [32]	0.173 [32]
7	0.259 [32]	0.304 [31]	0.284 [30]	0.205 [30]	0.200 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.135 [33]	0.148 [33]	0.148 [33]	0.174 [33]	0.174 [33]
2	0.229 [33]	0.292 [33]	0.168 [32]	0.344 [33]	0.282 [33]
3	0.142 [33]	0.172 [33]	0.144 [29]	0.242 [33]	0.268 [33]
4	0.107 [33]	0.133 [33]	0.081 [27]	0.464 [33]	0.122 [31]
5	0.321 [33]	0.329 [33]	0.247 [31]	0.702 [31]	0.421 [33]
6	0.261 [32]	0.243 [32]	0.246 [32]	0.270 [32]	0.290 [32]
7	0.598 [32]	0.342 [31]	0.289 [30]	0.219 [30]	0.221 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.166 [33]	0.164 [33]	0.268 [33]	0.439 [33]	0.376 [33]
2	0.178 [33]	0.169 [33]	0.254 [32]	0.993 [33]	0.421 [33]
3	0.334 [33]	0.335 [33]	0.512 [29]	1.321 [33]	4.452 [33]
4	11.727 [33]	10.407 [33]	0.760 [27]	1699.341 [33]	0.563 [31]
5	1.462 [33]	1.975 [33]	1.401 [31]	178.686 [31]	1.669 [33]
6	0.078 [32]	0.075 [32]	0.122 [32]	0.134 [32]	0.132 [32]
7	0.691 [32]	0.291 [31]	0.521 [30]	0.281 [30]	0.464 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.185 [33]	0.193 [33]	0.208 [33]	0.231 [33]	0.223 [33]
2	0.264 [33]	0.323 [33]	0.215 [32]	0.392 [33]	0.318 [33]
3	0.191 [33]	0.218 [33]	0.205 [29]	0.295 [33]	0.335 [33]
4	0.252 [33]	0.207 [33]	0.143 [27]	1.181 [33]	0.161 [31]
5	0.361 [33]	0.378 [33]	0.309 [31]	0.844 [31]	0.470 [33]
6	0.303 [32]	0.285 [32]	0.299 [32]	0.325 [32]	0.337 [32]
7	0.643 [32]	0.376 [31]	0.332 [30]	0.270 [30]	0.265 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.163 [33]	0.176 [33]	0.170 [33]	0.207 [33]	0.202 [33]
2	0.252 [33]	0.351 [33]	0.206 [32]	0.425 [33]	0.345 [33]
3	0.158 [33]	0.176 [33]	0.179 [29]	0.248 [33]	0.197 [33]
4	0.119 [33]	0.145 [33]	0.120 [27]	0.169 [33]	0.132 [31]
5	0.341 [33]	0.297 [33]	0.220 [31]	0.455 [31]	0.367 [33]
6	0.219 [32]	0.222 [32]	0.231 [32]	0.246 [32]	0.288 [32]
7	0.232 [32]	0.315 [31]	0.269 [30]	0.226 [30]	0.249 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Partie 3 :

Indices calculés à partir de la loi Gumbel

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.107 [33]	0.109 [33]	0.120 [33]	0.113 [33]	0.119 [33]
2	0.221 [33]	0.303 [33]	0.139 [32]	0.387 [33]	0.266 [33]
3	0.118 [33]	0.130 [33]	0.135 [29]	0.183 [33]	0.174 [33]
4	0.056 [33]	0.053 [33]	0.042 [27]	0.291 [33]	0.049 [31]
5	0.278 [33]	0.295 [33]	0.213 [31]	0.463 [31]	0.351 [33]
6	0.196 [32]	0.199 [32]	0.212 [32]	0.195 [32]	0.192 [32]
7	0.489 [32]	0.300 [31]	0.265 [30]	0.217 [30]	0.190 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.069 [33]	0.068 [33]	0.093 [33]	0.116 [33]	0.132 [33]
2	0.578 [33]	0.523 [33]	0.847 [32]	2.540 [33]	1.558 [33]
3	0.479 [33]	0.509 [33]	0.837 [29]	1.937 [33]	6.498 [33]
4	35.315 [33]	0.864 [33]	1.469 [27]	2305.293 [33]	0.864 [31]
5	1.199 [33]	1.336 [33]	1.494 [31]	22.029 [31]	1.666 [33]
6	0.030 [32]	0.028 [32]	0.052 [32]	0.052 [32]	0.052 [32]
7	0.446 [32]	0.151 [31]	0.261 [30]	0.217 [30]	0.235 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.131 [33]	0.134 [33]	0.145 [33]	0.139 [33]	0.145 [33]
2	0.236 [33]	0.317 [33]	0.166 [32]	0.410 [33]	0.283 [33]
3	0.137 [33]	0.152 [33]	0.157 [29]	0.206 [33]	0.203 [33]
4	0.147 [33]	0.064 [33]	0.057 [27]	0.816 [33]	0.060 [31]
5	0.297 [33]	0.314 [33]	0.237 [31]	0.491 [31]	0.366 [33]
6	0.211 [32]	0.213 [32]	0.223 [32]	0.209 [32]	0.207 [32]
7	0.506 [32]	0.315 [31]	0.280 [30]	0.237 [30]	0.209 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.108 [33]	0.116 [33]	0.124 [33]	0.115 [33]	0.120 [33]
2	0.212 [33]	0.310 [33]	0.167 [32]	0.391 [33]	0.315 [33]
3	0.111 [33]	0.131 [33]	0.153 [29]	0.175 [33]	0.145 [33]
4	0.048 [33]	0.056 [33]	0.044 [27]	0.052 [33]	0.052 [31]
5	0.260 [33]	0.260 [33]	0.191 [31]	0.371 [31]	0.337 [33]
6	0.177 [32]	0.181 [32]	0.196 [32]	0.173 [32]	0.177 [32]
7	0.268 [32]	0.304 [31]	0.273 [30]	0.211 [30]	0.207 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.137 [33]	0.127 [33]	0.142 [33]	0.132 [33]	0.150 [33]
2	0.235 [33]	0.277 [33]	0.160 [32]	0.354 [33]	0.263 [33]
3	0.117 [33]	0.141 [33]	0.122 [29]	0.216 [33]	0.221 [33]
4	0.124 [33]	0.121 [33]	0.077 [27]	0.385 [33]	0.105 [31]
5	0.284 [33]	0.307 [33]	0.224 [31]	0.667 [31]	0.391 [33]
6	0.217 [32]	0.204 [32]	0.208 [32]	0.226 [32]	0.236 [32]
7	0.527 [32]	0.307 [31]	0.280 [30]	0.215 [30]	0.179 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.276 [33]	0.259 [33]	0.455 [33]	0.688 [33]	0.670 [33]
2	0.283 [33]	0.279 [33]	0.439 [32]	1.946 [33]	0.842 [33]
3	0.538 [33]	0.569 [33]	0.908 [29]	2.335 [33]	11.885 [33]
4	38.461 [33]	9.491 [33]	1.346 [27]	2463.613 [33]	0.958 [31]
5	2.388 [33]	3.046 [33]	2.718 [31]	351.117 [31]	2.881 [33]
6	0.139 [32]	0.131 [32]	0.213 [32]	0.237 [32]	0.242 [32]
7	1.164 [32]	0.422 [31]	0.719 [30]	0.461 [30]	0.569 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.163 [33]	0.157 [33]	0.175 [33]	0.172 [33]	0.185 [33]
2	0.251 [33]	0.295 [33]	0.187 [32]	0.381 [33]	0.280 [33]
3	0.147 [33]	0.167 [33]	0.155 [29]	0.246 [33]	0.263 [33]
4	0.239 [33]	0.174 [33]	0.107 [27]	1.021 [33]	0.131 [31]
5	0.315 [33]	0.341 [33]	0.264 [31]	0.767 [31]	0.417 [33]
6	0.238 [32]	0.225 [32]	0.235 [32]	0.249 [32]	0.260 [32]
7	0.554 [32]	0.329 [31]	0.302 [30]	0.243 [30]	0.214 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER \ DRH	DRH				
	11	12	2	3	4
1	0.145 [33]	0.145 [33]	0.155 [33]	0.156 [33]	0.177 [33]
2	0.263 [33]	0.362 [33]	0.199 [32]	0.440 [33]	0.360 [33]
3	0.130 [33]	0.153 [33]	0.153 [29]	0.218 [33]	0.185 [33]
4	0.136 [33]	0.137 [33]	0.100 [27]	0.126 [33]	0.124 [31]
5	0.306 [33]	0.303 [33]	0.215 [31]	0.443 [31]	0.397 [33]
6	0.172 [32]	0.180 [32]	0.198 [32]	0.192 [32]	0.202 [32]
7	0.257 [32]	0.299 [31]	0.287 [30]	0.221 [30]	0.198 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Section 2 :

Stations cibles non-jaugées

Partie 1 :

Indices calculés à partir de la loi GEV

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.372 [33]	0.153 [33]	0.368 [33]	0.263 [33]
2	0.379 [33]	0.149 [32]	0.387 [33]	0.277 [33]
3	0.357 [33]	0.178 [30]	0.328 [33]	0.262 [33]
4	1.964 [33]	0.112 [27]	1.325 [33]	2.044 [31]
5	0.383 [33]	0.223 [31]	0.468 [31]	0.361 [33]
6	0.356 [33]	0.178 [33]	0.358 [33]	0.237 [33]
7	0.416 [33]	0.206 [31]	0.383 [33]	0.350 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.427 [33]	0.617 [33]	1.134 [33]	0.839 [33]
2	0.695 [33]	0.892 [32]	2.457 [33]	1.514 [33]
3	0.585 [33]	1.105 [30]	1.971 [33]	1.660 [33]
4	21.458 [33]	0.835 [27]	1183.063 [33]	9.929 [31]
5	1.293 [33]	1.504 [31]	19.793 [31]	1.744 [33]
6	0.425 [33]	0.601 [33]	1.079 [33]	0.822 [33]
7	1.320 [33]	1.288 [31]	5.193 [33]	2.201 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.384 [33]	0.175 [33]	0.387 [33]	0.279 [33]
2	0.393 [33]	0.175 [32]	0.412 [33]	0.293 [33]
3	0.369 [33]	0.201 [30]	0.345 [33]	0.282 [33]
4	1.999 [33]	0.142 [27]	1.723 [33]	2.074 [31]
5	0.404 [33]	0.247 [31]	0.498 [31]	0.377 [33]
6	0.366 [33]	0.201 [33]	0.374 [33]	0.256 [33]
7	0.433 [33]	0.237 [31]	0.414 [33]	0.367 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.358 [33]	0.181 [33]	0.387 [33]	0.332 [33]
2	0.359 [33]	0.174 [32]	0.377 [33]	0.321 [33]
3	0.357 [33]	0.202 [30]	0.368 [33]	0.343 [33]
4	0.677 [33]	0.113 [27]	0.691 [33]	0.749 [31]
5	0.493 [33]	0.195 [31]	0.371 [31]	0.340 [33]
6	0.391 [33]	0.215 [33]	0.426 [33]	0.353 [33]
7	0.297 [33]	0.247 [31]	0.346 [33]	0.293 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.376 [33]	0.177 [33]	0.380 [33]	0.326 [33]
2	0.360 [33]	0.170 [32]	0.355 [33]	0.287 [33]
3	0.368 [33]	0.194 [30]	0.348 [33]	0.337 [33]
4	1.808 [33]	0.118 [27]	1.380 [33]	1.940 [31]
5	0.382 [33]	0.256 [31]	0.730 [31]	0.425 [33]
6	0.379 [33]	0.242 [33]	0.441 [33]	0.377 [33]
7	0.472 [33]	0.265 [31]	0.428 [33]	0.457 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.303 [33]	0.328 [33]	0.625 [33]	0.515 [33]
2	0.188 [33]	0.230 [32]	0.883 [33]	0.379 [33]
3	0.279 [33]	0.510 [30]	1.007 [33]	1.038 [33]
4	7.793 [33]	0.510 [27]	763.510 [33]	4.382 [31]
5	1.195 [33]	1.248 [31]	142.732 [31]	1.458 [33]
6	0.349 [33]	0.452 [33]	0.725 [33]	0.676 [33]
7	0.817 [33]	0.691 [31]	1.888 [33]	1.495 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.411 [33]	0.237 [33]	0.429 [33]	0.359 [33]
2	0.395 [33]	0.223 [32]	0.407 [33]	0.323 [33]
3	0.406 [33]	0.254 [30]	0.398 [33]	0.380 [33]
4	1.906 [33]	0.205 [27]	1.922 [33]	2.052 [31]
5	0.430 [33]	0.322 [31]	0.879 [31]	0.475 [33]
6	0.422 [33]	0.303 [33]	0.496 [33]	0.427 [33]
7	0.530 [33]	0.331 [31]	0.491 [33]	0.506 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : GEV
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.345 [33]	0.202 [33]	0.421 [33]	0.326 [33]
2	0.387 [33]	0.209 [32]	0.425 [33]	0.327 [33]
3	0.337 [33]	0.229 [30]	0.422 [33]	0.371 [33]
4	0.600 [33]	0.150 [27]	0.628 [33]	0.699 [31]
5	0.506 [33]	0.223 [31]	0.463 [31]	0.348 [33]
6	0.302 [33]	0.264 [33]	0.423 [33]	0.385 [33]
7	0.278 [33]	0.271 [31]	0.408 [33]	0.291 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Partie 2 :

Indices calculés à partir de la loi Log-Pearson III

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.367 [33]	0.151 [33]	0.361 [33]	0.263 [33]
2	0.373 [33]	0.147 [32]	0.380 [33]	0.276 [33]
3	0.358 [33]	0.179 [30]	0.323 [33]	0.263 [33]
4	1.928 [33]	0.107 [27]	1.316 [33]	2.004 [31]
5	0.379 [33]	0.218 [31]	0.461 [31]	0.359 [33]
6	0.353 [33]	0.180 [33]	0.352 [33]	0.237 [33]
7	0.409 [33]	0.202 [31]	0.375 [33]	0.348 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.420 [33]	0.606 [33]	1.124 [33]	0.836 [33]
2	0.682 [33]	0.865 [32]	2.433 [33]	1.518 [33]
3	0.570 [33]	1.094 [30]	1.962 [33]	1.646 [33]
4	19.600 [33]	0.833 [27]	1193.874 [33]	9.613 [31]
5	1.295 [33]	1.464 [31]	21.188 [31]	1.721 [33]
6	0.418 [33]	0.594 [33]	1.070 [33]	0.812 [33]
7	1.283 [33]	1.258 [31]	5.242 [33]	2.155 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.379 [33]	0.175 [33]	0.381 [33]	0.278 [33]
2	0.388 [33]	0.173 [32]	0.405 [33]	0.292 [33]
3	0.369 [33]	0.202 [30]	0.341 [33]	0.282 [33]
4	1.961 [33]	0.138 [27]	1.718 [33]	2.033 [31]
5	0.400 [33]	0.242 [31]	0.491 [31]	0.376 [33]
6	0.363 [33]	0.204 [33]	0.369 [33]	0.256 [33]
7	0.426 [33]	0.234 [31]	0.406 [33]	0.365 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.361 [33]	0.181 [33]	0.389 [33]	0.344 [33]
2	0.362 [33]	0.174 [32]	0.378 [33]	0.325 [33]
3	0.358 [33]	0.200 [30]	0.367 [33]	0.349 [33]
4	0.684 [33]	0.111 [27]	0.690 [33]	0.751 [31]
5	0.508 [33]	0.196 [31]	0.370 [31]	0.348 [33]
6	0.393 [33]	0.218 [33]	0.427 [33]	0.365 [33]
7	0.302 [33]	0.246 [31]	0.338 [33]	0.299 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.366 [33]	0.177 [33]	0.368 [33]	0.324 [33]
2	0.350 [33]	0.168 [32]	0.344 [33]	0.282 [33]
3	0.364 [33]	0.193 [30]	0.342 [33]	0.335 [33]
4	1.773 [33]	0.120 [27]	1.366 [33]	1.893 [31]
5	0.376 [33]	0.247 [31]	0.702 [31]	0.421 [33]
6	0.370 [33]	0.242 [33]	0.432 [33]	0.374 [33]
7	0.463 [33]	0.257 [31]	0.420 [33]	0.458 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.350 [33]	0.360 [33]	0.726 [33]	0.591 [33]
2	0.218 [33]	0.254 [32]	0.993 [33]	0.421 [33]
3	0.316 [33]	0.569 [30]	1.164 [33]	1.097 [33]
4	9.704 [33]	0.530 [27]	826.277 [33]	5.044 [31]
5	1.468 [33]	1.401 [31]	178.686 [31]	1.669 [33]
6	0.388 [33]	0.501 [33]	0.839 [33]	0.717 [33]
7	0.982 [33]	0.816 [31]	2.193 [33]	1.742 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.399 [33]	0.229 [33]	0.414 [33]	0.356 [33]
2	0.383 [33]	0.215 [32]	0.392 [33]	0.318 [33]
3	0.399 [33]	0.248 [30]	0.388 [33]	0.378 [33]
4	1.851 [33]	0.199 [27]	1.909 [33]	1.982 [31]
5	0.422 [33]	0.309 [31]	0.844 [31]	0.470 [33]
6	0.410 [33]	0.295 [33]	0.481 [33]	0.421 [33]
7	0.517 [33]	0.317 [31]	0.474 [33]	0.502 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Log Pearson III
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.361 [33]	0.202 [33]	0.421 [33]	0.342 [33]
2	0.397 [33]	0.206 [32]	0.425 [33]	0.345 [33]
3	0.334 [33]	0.229 [30]	0.398 [33]	0.389 [33]
4	0.618 [33]	0.138 [27]	0.611 [33]	0.703 [31]
5	0.522 [33]	0.220 [31]	0.455 [31]	0.367 [33]
6	0.312 [33]	0.265 [33]	0.423 [33]	0.389 [33]
7	0.293 [33]	0.270 [31]	0.406 [33]	0.294 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Partie 3 :

Indices calculés à partir de la loi Gumbel

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.368 [33]	0.146 [33]	0.369 [33]	0.256 [33]
2	0.375 [33]	0.139 [32]	0.387 [33]	0.266 [33]
3	0.360 [33]	0.175 [30]	0.327 [33]	0.253 [33]
4	1.935 [33]	0.101 [27]	1.289 [33]	2.017 [31]
5	0.382 [33]	0.213 [31]	0.463 [31]	0.351 [33]
6	0.355 [33]	0.184 [33]	0.360 [33]	0.235 [33]
7	0.412 [33]	0.201 [31]	0.379 [33]	0.337 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.408 [33]	0.594 [33]	1.155 [33]	0.837 [33]
2	0.663 [33]	0.847 [32]	2.540 [33]	1.558 [33]
3	0.549 [33]	1.038 [30]	2.060 [33]	1.578 [33]
4	25.023 [33]	0.823 [27]	1046.165 [33]	9.993 [31]
5	1.183 [33]	1.494 [31]	22.029 [31]	1.666 [33]
6	0.404 [33]	0.581 [33]	1.111 [33]	0.821 [33]
7	1.310 [33]	1.209 [31]	5.037 [33]	2.091 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.379 [33]	0.169 [33]	0.386 [33]	0.270 [33]
2	0.388 [33]	0.166 [32]	0.410 [33]	0.283 [33]
3	0.370 [33]	0.197 [30]	0.344 [33]	0.271 [33]
4	1.969 [33]	0.130 [27]	1.681 [33]	2.039 [31]
5	0.400 [33]	0.237 [31]	0.491 [31]	0.366 [33]
6	0.364 [33]	0.204 [33]	0.375 [33]	0.252 [33]
7	0.427 [33]	0.230 [31]	0.409 [33]	0.352 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 10
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.364 [33]	0.172 [33]	0.393 [33]	0.324 [33]
2	0.365 [33]	0.167 [32]	0.391 [33]	0.315 [33]
3	0.361 [33]	0.186 [30]	0.367 [33]	0.338 [33]
4	0.703 [33]	0.108 [27]	0.694 [33]	0.767 [31]
5	0.512 [33]	0.191 [31]	0.371 [31]	0.337 [33]
6	0.400 [33]	0.229 [33]	0.425 [33]	0.342 [33]
7	0.308 [33]	0.237 [31]	0.331 [33]	0.296 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 2

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.359 [33]	0.158 [33]	0.363 [33]	0.289 [33]
2	0.345 [33]	0.160 [32]	0.354 [33]	0.263 [33]
3	0.375 [33]	0.170 [30]	0.336 [33]	0.284 [33]
4	1.706 [33]	0.102 [27]	1.253 [33]	1.828 [31]
5	0.367 [33]	0.224 [31]	0.667 [31]	0.391 [33]
6	0.369 [33]	0.206 [33]	0.424 [33]	0.304 [33]
7	0.436 [33]	0.226 [31]	0.402 [33]	0.402 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 3

Résultats :

MER \ DRH	DRH			
	13	2	3	4
1	0.549 [33]	0.640 [33]	1.329 [33]	1.031 [33]
2	0.349 [33]	0.439 [32]	1.946 [33]	0.842 [33]
3	0.519 [33]	0.975 [30]	2.377 [33]	1.929 [33]
4	27.046 [33]	0.925 [27]	1187.971 [33]	11.807 [31]
5	2.083 [33]	2.718 [31]	351.117 [31]	2.881 [33]
6	0.654 [33]	0.864 [33]	1.633 [33]	1.387 [33]
7	1.664 [33]	1.304 [31]	3.543 [33]	2.516 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.374 [33]	0.191 [33]	0.390 [33]	0.308 [33]
2	0.360 [33]	0.187 [32]	0.381 [33]	0.280 [33]
3	0.388 [33]	0.200 [30]	0.359 [33]	0.308 [33]
4	1.750 [33]	0.144 [27]	1.726 [33]	1.862 [31]
5	0.395 [33]	0.264 [31]	0.767 [31]	0.417 [33]
6	0.383 [33]	0.236 [33]	0.446 [33]	0.329 [33]
7	0.459 [33]	0.259 [31]	0.436 [33]	0.423 [30]

Subvention CRSNG / stratégique (septembre 1994)

Calcul des indices pour les combinaisons MERj x DRHi

Paramètres :

Etude pour la cas des stations : NON-JAUGEES
 Loi utilisée pour l'estimation locale : Gumbel
 Nombre de répétitions : 100
 Période de retour : 100
 Indice utilisé : 4 avec poids

Résultats :

MER	DRH			
	13	2	3	4
1	0.376 [33]	0.187 [33]	0.414 [33]	0.368 [33]
2	0.419 [33]	0.199 [32]	0.440 [33]	0.360 [33]
3	0.376 [33]	0.197 [30]	0.419 [33]	0.374 [33]
4	0.687 [33]	0.124 [27]	0.672 [33]	0.757 [31]
5	0.484 [33]	0.215 [31]	0.443 [31]	0.397 [33]
6	0.334 [33]	0.253 [33]	0.408 [33]	0.375 [33]
7	0.271 [33]	0.245 [31]	0.365 [33]	0.321 [30]

Note : Le chiffre entre crochets [] représente le nombre de stations qui ont été utilisées pour le calcul de l'indice