

EL 3601270A

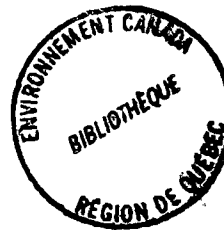
GB
1207
1148

**Environnement Canada
conservation et protection
région de Québec**

Rapport d'étude

**Méthodologies d'analyse des débits à des sites
non-jaugés ayant un potentiel
hydro-électrique limité, au Québec**

Mars 1989



**Projet subventionné par
le Groupe interministériel de recherche
et de développement énergétiques**

Shawinigan Lavalin

TABLE DES MATIÈRES

(Rapport d'étude)

	<u>Page</u>
<u>SOMMAIRE</u>	S-1
1. <u>INTRODUCTION</u>	1-1
1.1 ANTÉCÉDENTS	1-1
1.2 OBJECTIFS	1-2
2. <u>DOCUMENTATION</u>	2-1
2.1 ÉTUDES ANTÉRIEURES	2-1
2.2 DONNÉES HYDROLOGIQUES	2-2
2.3 DONNÉES CLIMATOLOGIQUES	2-2
2.4 DONNÉES PHYSIOGRAPHIQUES	2-3
2.5 CARTES TOPOGRAPHIQUES	2-3
3. <u>DETERMINATION DES RÉGIONS HYDROGRAPHIQUES HOMOGENES</u>	3-1
3.1 IDENTIFICATION DES ZONES D'INTÉRÊT DU COMITÉ AVISEUR TECHNIQUE (CAT)	3-1
3.2 DIVISION RÉGIONALE DU MENVIQ ET VÉRIFICATION DE L'HOMOGENÉITÉ	3-2
3.3 BASSINS VERSANTS FAISANT PARTIE DE CHAQUE SOUS-RÉGION HOMOGENE	3-3
4. <u>DÉVELOPPEMENT DES MÉTHODOLOGIES</u>	4-1
4.1 MÉTHODE 1: MÉTHODE DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES	4-1
4.1.1 Courbes de débits classés des stations jaugées	4-1
4.1.2 Débit turbinable en fonction du débit d'équipement	4-2
4.1.3 Ajustement de deux fonctions	4-2

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<u>Page</u>
4.1.4 Equations régionales	4-3
4.1.4.1 Régression multiple	4-4
4.1.4.2 Corrélacion des paramètres a et b	4-5
4.1.5 Critère d'acceptation des équations de régression	4-6
4.1.6 Débits chronologiques basés sur une station-repère	4-7
4.1.6.1 Principes de la méthode	4-7
4.1.6.2 Programme informatique CHRONO	4-8
4.1.6.3 Résultats pour une station-cible	4-9
4.2 MÉTHODE 2: PROPORTION D'AIRES	4-10
4.2.1 Choix d'une station-repère	4-11
4.2.2 Calcul des débits journaliers	4-11
4.3 MÉTHODE 3: MODÈLE HYDROLOGIQUE SLURP	4-12
4.3.1 Données requises	4-12
4.3.2 Présentation du modèle SLURP	4-14
4.3.3 Résultats du modèle	4-15
4.3.4 Vérification de la méthode	4-15
4.3.4.1 Techniques de calage du modèle	4-16
4.3.4.2 Techniques de validation du modèle	4-18
5. <u>ANALYSE DES RÉSULTATS</u>	5-1
5.1 FIABILITÉ DES RÉSULTATS	5-1
5.1.1 Avantages et désavantages de chaque méthode	5-1
6. <u>RECOMMANDATIONS</u>	6-1
6.1 AMÉLIORATION DE L'ÉCHANTILLON DE BASE POUR LA MÉTHODE 1	6-1
6.2 MISE EN GARDE POUR L'UTILISATEUR(TRICE)	6-1

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<u>Page</u>
7. <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	7-1

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

ANNEXES	A. Régions hydrographiques 02, 03, 04, 05, 07 du Québec
	B. Programme fortran CHRONO
	C. Programme fortran SLURP

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU

1. Test d'homogénéité de Langbein - région 02
2. Test d'homogénéité de Langbein - région 03
3. Test d'homogénéité de Langbein - région 04
4. Test d'homogénéité de Langbein - région 05
5. Test d'homogénéité de Langbein - région 07
6. Bassins versants des régions homogènes
7. Caractéristiques physiographiques et paramètres a et b (zone A)
8. Caractéristiques physiographiques et paramètres a et b (zone B)
9. Caractéristiques physiographiques et paramètres a et b (zones C, D, E)
10. Équations de régression
11. Stations choisies pour vérifier les équations de régression
12. Résultats de la vérification des équations de régression
13. Débits journaliers de la station-repère 030234 pour l'année 1980 (pour CHRONO)
14. Résultats de CHRONO pour la station-cible 024013
15. Débits journaliers de la station-repère 030215 pour l'année 1980 (proportion d'aires)
16. Débits journaliers synthétiques générés par proportion d'aires
17. Données d'entrée du programme SLURP

LISTE DES FIGURES

FIGURE

1. Vérification d'homogénéité hydrologique - région 02
2. Vérification d'homogénéité hydrologique - région 03
3. Vérification d'homogénéité hydrologique - région 04
4. Vérification d'homogénéité hydrologique - région 05
5. Vérification d'homogénéité hydrologique - région 07
6. Station 023107: Débits classés normalisés et débit turbinable normalisé
7. Régressions sur a et b - zone A
8. Régressions sur a et b - zone B
9. Régressions sur a et b - zone C
10. Régressions sur a et b - zone D
11. Régressions sur a et b - zone E
12. Synthèse de débits journaliers à partir de courbes de débits classés
13. Représentation schématique du modèle SLURP
14. Bassins des stations 024003 et 024013 utilisées pour SLURP

SOMMAIRE

La présente étude consiste à développer des méthodologies d'analyse de débits à des sites non jaugés ayant un potentiel hydro-électrique limité au Québec. Cette étude fait suite aux projets d'études entreprises il y a quelques années déjà, pour d'autres provinces du Canada.

Trois méthodes ont été élaborées pour les besoins de cette étude-ci, et font l'objet d'un rapport qui se divise en deux volumes:

- 1) un rapport d'étude (qui est le présent ouvrage)
- 2) un manuel d'application (qui s'adresse aux éventuels utilisateurs/ (trices) de ces méthodes)

Les trois méthodes se définissent comme suit:

Méthode 1: Méthode des caractéristiques physiographiques

Des équations de régression ont été déterminées pour estimer le débit turbinable d'un bassin non jaugé à partir des caractéristiques physiographiques de ce bassin. On évalue aussi les débits journaliers chronologiques, à partir d'une station-repère et d'un programme informatique CHRONO créé pour les besoins.

Cette méthode est simple d'utilisation car elle ne requiert que le calcul des caractéristiques physiographiques du bassin non jaugé, et la vérification du critère d'application de cette méthode pour ce bassin. Elle est basée sur une analyse statistique; d'où sa fiabilité.

Son atout supplémentaire est celui de pouvoir évaluer le débit turbinable alors que les autres méthodes donnent les débits chronologiques seulement.

Méthode 2: Proportion d'aires

Cette méthode consiste à estimer le débit moyen annuel ainsi que les débits journaliers d'un bassin non jaugé à partir des débits journaliers d'une station-repère. Les débits sont estimés en proportion des aires et des ruissellements moyens annuels des bassins considérés.

Simple d'utilisation, cette méthode a le désavantage de produire des débits journaliers d'étiage sous-estimés ou des débits de crues surestimés si l'aire du bassin de la station-repère diffère de l'aire du bassin-cible par un facteur important.

Méthode 3: Modèle hydrologique SLURP

Le modèle hydrologique SLURP simule des débits journaliers d'un bassin non jaugé à partir des données de températures, de précipitations et des paramètres hydrologiques préalablement optimisés pour un bassin-repère de la même zone d'intérêt.

La qualité de la simulation dépend principalement de la qualité des résultats obtenus lors du calage et de la similitude des comportements hydrologiques des bassin-repère et bassin-cible. Cette méthode s'adresse aux personnes qui ont des connaissances en hydrologie, et qui disposent du temps requis pour appliquer cette méthode sophistiquée.

1. INTRODUCTION

1.1 ANTECEDENTS

Un besoin d'élaboration de méthodologies d'analyse de débits à des sites non jaugés ayant un potentiel hydro-électrique limité au Québec a été noté auprès du Ministère de l'Environnement du Canada depuis déjà plusieurs années. Afin de répondre à ce besoin, un projet d'études a été entrepris dans le cadre du programme fédéral de recherche et de développement énergétiques durant l'année 1983-84. Des méthodologies ont été développées pour réduire les coûts élevés qu'engendre une étude hydrologique approfondie d'un site ayant un potentiel hydro-électrique limité, et éventuellement, pour améliorer la viabilité économique d'un tel projet. L'expression "potentiel hydro-électrique limité" utilisée ici correspond à un projet dont la puissance hydro-électrique ne dépasse pas vingt mégawatts.

La Phase I du projet a permis d'élaborer des méthodologies applicables partout au Canada pour des évaluations d'emplacements dans le cadre d'études de pré-faisabilité. Les phases subséquentes de ce projet, dont la présente étude fait partie, sont conçues pour développer des méthodologies et des programmes informatiques applicables au niveau des études de faisabilité. Cette analyse requiert un niveau d'information suffisamment précis pour permettre de sélectionner adéquatement les composantes principales de production hydro-électrique, d'en évaluer les rapports avantages-coûts et de prendre les décisions de financement pour l'aménagement de tels emplacements.

Des méthodologies élaborées ont été développées pour les provinces de l'Atlantique excluant l'Île-du-Prince-Édouard (réf. 14) (Phase II), la Colombie-Britannique (Phase IIa) (réf. 13) et l'Ontario (réf. 2) . Le développement de méthodologies pour le Québec fait l'objet de la présente étude.

Les objectifs poursuivis durant cette étude consistent donc à élaborer, démontrer et documenter des méthodologies d'analyse des débits d'eau pour des études de faisabilité de projets hydro-électriques au potentiel limité, à des sites non jaugés dans des sous-régions hydrologiques du Québec. En raison de contraintes budgétaires, la présente étude n'inclut pas l'analyse des débits de crue, ni les simulations de production énergétique. Les analyses de débits d'eau doivent inclure la production de séries chronologiques de débits journaliers; ces séries sont synthétiques ou modélisées, selon les méthodes utilisées pour les créer.

Les programmes informatiques développés pour les besoins de l'étude sont présentés de telle sorte qu'ils puissent être facilement accessibles aux éventuels utilisateurs(trices).

Le rapport de l'étude prend 2 formes distinctes:

- a) un premier volume, nommé rapport d'étude, et qui est le présent ouvrage, dans lequel se trouve en détail l'évolution et la justification des techniques et procédures utilisées dans l'élaboration des méthodologies hydrologiques;
- b) un deuxième volume, nommé manuel d'application dans lequel on a la documentation complète concernant les exemples d'application. On suit, étape par étape, l'application des méthodologies élaborées, on y trouve aussi une brève description des procédures utilisées.

2. DOCUMENTATION

2.1 ETUDES ANTÉRIEURES

La littérature couvrant le sujet de l'étude, les ouvrages récents et les discussions avec les gens du Ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ), ont été utilisés comme références de base afin de pouvoir définir le contexte actuel. Les rapports d'études régionales ainsi que la documentation traitant des sujets tels le ruissellement, la climatologie ou la physiographie du Québec ont été consultés afin d'y puiser toute information pertinente à l'étude présente.

En particulier, un rapport est bien connu par le consultant. Il s'agit du rapport publié en 1972 par le Centre québécois des Sciences de l'Eau (INRS-eau) pour le compte d'Environnement Canada et intitulé "Rationalisation du réseau hydrométrique du Québec" (réf. 16). Une analyse y a été réalisée pour déterminer les régions hydrologiques homogènes du Québec. Notre firme a participé à cette étude et a développé une banque de données physiographiques (réf. n° 13) pour le compte de l'INRS-eau.

Deux rapports récents ont été préparés par la firme "Acres International Limited", pour les besoins de la Direction des Eaux intérieures d'Environnement Canada. Le premier rapport produit en 1984 comporte les investigations couvrant tout le Canada (Référence n° 1). Le second rapport produit en 1988 traite de la méthodologie d'estimation des débits pour des sites non jaugés ayant un potentiel hydro-électrique limité, dans la Province d'Ontario (Référence n° 2). Ces rapports de même que plusieurs autres avec lesquels les professionnels de Shawinigan Lavalin Inc. sont familiers sont répertoriés à la section 7.

2.2

DONNÉES HYDROLOGIQUES

Puisque les données hydrologiques figurent parmi les données fondamentales nécessaires à l'évaluation des projets d'aménagement hydro-électriques, il est impératif de pouvoir accéder aux banques de données concernant les régions d'intérêts de l'étude présente.

Toutes les séries de débits journaliers chronologiques enregistrés à chaque bassin jaugé des régions hydrographiques 01 à 08 du Québec, (tel que présentées à l'annexe A) ont été fournies par le Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du milieu hydrique. Elles sont disponibles sous forme informatique ou par écrit selon les besoins de l'utilisateur(trice).

Une liste des stations hydrométriques sur laquelle figure la période d'enregistrement des débits journaliers accompagne les séries de données hydrologiques. À partir d'un répertoire hydrologique publié par le même ministère, chacune des stations hydrométriques peut être classifiée selon le régime du cours d'eau qui s'y trouve:

- régime naturel
- régime influencé (influence journalière ou de moindre importance)
- régime influencé journallement
- régime influencé mensuellement.

2.3

DONNÉES CLIMATOLOGIQUES

Les données climatologiques, parmi lesquelles figurent les précipitations et températures journalières nécessaires à notre étude, sont aussi disponibles sur ruban magnétique; elles proviennent des Services de l'environnement atmosphérique et incluent toutes les stations climatologiques pour lesquelles des données sont disponibles. L'extraction doit être faite ensuite pour utiliser les données des stations qui se trouvent dans les zones d'intérêts de l'étude.

2.4 DONNÉES PHYSIOGRAPHIQUES

Les caractéristiques physiographiques des bassins versants impliqués dans l'étude proviennent de diverses études réalisées antérieurement par différents organismes. Mais la majorité de ces données ont été tirées du rapport d'étude de l'INRS-Eau (réf. n° 16).

La superficie du bassin versant de quelque station hydrométrique que ce soit est disponible dans n'importe quel répertoire ou index hydrologique du Ministère de l'Environnement du Québec. Les caractéristiques physiographiques devant être calculées seront déterminées par les méthodes décrites dans la section 2.2.4 du manuel d'application.

2.5 CARTES TOPOGRAPHIQUES

Les cartes topographiques à partir desquelles sont déterminées les caractéristiques physiographiques sont à l'échelle 1:50 000, et ont des intervalles de contour décrits à chaque dénivelée de 10 mètres. Pour des bassins versants de grande dimension (par exemple: 1500 km²), les cartes à l'échelle 1:125 000 ou 1:250 000 pourraient être utilisées. Cependant, le calcul de la pente moyenne devrait être fait avec une carte d'échelle 1:50 000.

DÉTERMINATION DES RÉGIONS HYDROGRAPHIQUES HOMOGÈNES

3. DÉTERMINATION DES RÉGIONS HYDROGRAPHIQUES HOMOGÈNES

La première étape de l'étude consiste à définir les cinq sous-régions hydrologiques homogènes pour lesquelles les analyses de débits seront effectuées. Les coefficients régionaux seront obtenus de ces analyses et permettront d'estimer les paramètres hydrologiques de bassins non jaugés à l'intérieur de ces zones particulières.

3.1 IDENTIFICATION DES ZONES D'INTÉRÊT DU COMITÉ AVISEUR TECHNIQUE (CAT)

Au cours de la rencontre du 31 octobre 1988, réunissant les membres du comité aviseur technique (CAT) d'Environnement Canada et de l'équipe de Shawinigan Lavalin, il a été convenu que les bassins du Québec septentrional ne seraient pas inclus. Ainsi, les régions 09 et 10, selon la classification du ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ), ont été exclues des analyses. La péninsule de Gaspésie (région 01 du MENVIQ) de même que la région 08 couvrant le sud-est de la Baie James ont également été éliminées des études régionales.

Les zones d'intérêts telles qu'indiquées par les membres du CAT concernent les régions suivantes (annexe A):

- Québec (zone A) (régions 02 et 05 du MENVIQ)
- Estrie (zone B) (région 03 du MENVIQ)
- Laurentides (zone C) (région 04 du MENVIQ)
- Outaouais (zone D) (région 04 du MENVIQ)
- Basse Côte Nord (zone E) (région 07 du MENVIQ)

Puisqu'une division régionale des bassins versants du Québec a déjà fait l'objet d'étude réalisée par le MENVIQ, cette répartition des bassins est utilisée pour s'assurer de l'homogénéité de chaque région.

En premier lieu, on vérifie l'homogénéité hydrologique des régions hydrographiques 02 à 07 (excluant 06). À l'intérieur d'une zone, les bassins versants dont les caractéristiques physiographiques ne se conforment pas aux caractéristiques régionales sont, soit éliminés, soit rattachés à une autre zone.

Les tests d'homogénéité sont effectués suivant la méthode de Langbein (réf. 12), examinant ainsi la dispersion des périodes de récurrence probables des crues décennales. Cette dispersion est calculée pour toutes les stations de jaugeage de la région examinée en considérant d'abord chaque station individuellement et en admettant une distribution suivant la loi de Gumbel (valeurs extrêmes, type I) pour la crue, menant ainsi à une première estimation de la crue de dix ans; puis en calculant pour ces mêmes stations une deuxième valeur d'après la moyenne régionale du rapport entre la crue moyenne (période de récurrence de 2,33 ans) et la crue de dix ans. Cette valeur régionale de la crue décennale est ensuite utilisée pour obtenir un temps de récurrence modifié selon la distribution Gumbel propre à la station. Le temps de récurrence modifié de chaque station est obtenu par l'application de l'équation suivante (réf. 12):

$$T_{\text{mod}} = \frac{1}{1 - e^{-e^{-y^*}}}$$

$$\text{où } y^* = y_{\text{mod}} = \frac{(\frac{Q_{10 \text{ mod}} - Q_{2,33}}{\sigma} + 0,45)}{0,7797}$$

Ces temps de récurrence modifiés sont comparés aux valeurs limites théoriques, évaluées à un niveau de confiance de 95%, et supposant une distribution normale de la période de retour modifiée. Ces limites sont en fonction du nombre d'années d'observation de la crue maximale annuelle.

À l'exception de la zone A (Québec), toutes les zones sont entièrement comprises à l'intérieur d'une région hydrographique du MENVIQ. Ainsi, la première série de tests a été effectuée sur ces régions hydrographiques prises une à une.

Pour chacune de ces régions, les stations valides ont été repérées et les maxima journaliers ajustés à la loi de Gumbel. Les stations rejetées sont celles qui présentaient au moins une des deux caractéristiques suivantes:

- moins de cinq ans d'observations;
- débit influencé par un ou plusieurs ouvrages hydrauliques.

Les résultats des analyses sont présentés aux tableaux 1 à 5 et les figures 1 à 5 en donnent l'aspect graphique. Il est évident d'après ces résultats que les régions possèdent un degré d'homogénéité élevé. Il est donc proposé de définir les sous-régions de la présente étude en identifiant les sous-bassins situés à l'intérieur de ces zones, assurant ainsi un niveau d'homogénéité au moins aussi élevé que pour la région hydrographique qui les renferme.

3.3 BASSINS VERSANTS FAISANT PARTIE DE CHAQUE SOUS-RÉGION HOMOGENE

Se basant sur les zones d'intérêts définies précédemment et sur les résultats obtenus par l'application du test de Langbein sur les régions hydrographiques du MENVIQ, il est proposé que chacune des cinq sous-régions pour lesquelles nous poursuivons l'étude soit délimitées par les bassins versants des rivières nommées dans le tableau 6.

4. DÉVELOPPEMENT DES MÉTHODOLOGIES

Les méthodologies développées et présentées dans les sections suivantes se veulent être des outils permettant d'estimer les données hydrologiques à des sites non jaugés.

4.1 MÉTHODE 1: MÉTHODE DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES

La première approche consiste à développer une technique de régionalisation qui permettrait d'estimer la courbe des débits classés pour un bassin non jaugé, en partant des caractéristiques physiographiques connues de ce bassin. Pour ce faire, des équations régionales devront être établies à partir des stations jaugées faisant partie de la même sous-région que le bassin non jaugé.

4.1.1 Courbes de débits classés des stations jaugées

Les débits quotidiens, observés à chaque station appartenant aux cinq zones homogènes définies précédemment, ont été classés par ordre décroissant de façon à obtenir, pour chaque station, la courbe moyenne des débits classés. Cette courbe est normalement représentée en abscisse par le pourcentage de dépassement et en ordonnée par le débit. Afin d'éliminer l'effet de la grande variabilité de la taille des bassins versants, qui se répercute sur les débits, ces derniers sont normalisés en les divisant par le module inter-annuel du bassin versant en question. La figure 6a montre un exemple d'une courbe de débits classés (normalisés), pour la station 023107 sur le Bras St-Nicolas, un affluent de la Rivière du Sud.

4.1.2 Débit turbinable en fonction du débit d'équipement

Partant de cette courbe moyenne des débits classés normalisés de la figure 6a, on obtient directement le débit turbinable normalisé moyen; il est représenté graphiquement par l'aire circonscrite par les deux axes, la courbe des débits classés, et la ligne horizontale qui correspond au débit d'équipement d'une centrale hypothétique (partie hachurée de la figure 6a). Selon la forme de la courbe des débits classés normalisés, l'augmentation du débit d'équipement normalisé correspond à une augmentation de plus en plus faible du débit turbinable (figure 6b).

Afin de faciliter le traitement mathématique, le débit turbinable normalisé, pour toute une gamme de débits d'équipement, est calculé et porté en ordonnée. Le débit d'équipement normalisé devient alors la variable indépendante. La figure 6b montre le résultat du remaniement des débits classés. On peut observer que les points de la courbe de débit turbinable normalisé se répartissent le long d'une courbe monotone dont le gradient diminue constamment à mesure qu'augmente le débit d'équipement.

4.1.3 Ajustement de deux fonctions

Il avait été envisagé, au début, d'utiliser une fonction cubique pour relier le débit d'équipement au débit turbinable. Les premiers essais ont toutefois démontré que les points observés pour la plupart des stations hydrométriques ne s'ajustaient pas de façon satisfaisante à une telle courbe. De meilleurs résultats sont obtenus en employant une fonction-polynôme de degré cinq ou une fonction logarithmique. Les deux types de fonction examinées se présentent donc comme suit:

$$(1) T = a + b*D + c*D^2 + d*D^3 + e*D^4 + f*D^5$$

$$(2) T = a*\ln(1 + D) + b*\ln(1 + D^2)$$

où: T = débit turbinable normalisé ou adimensionnel
D = débit d'équipement normalisé
a - f sont des coefficients.

Pour la première fonction (polynôme-5) (équation (1)), le coefficient "a" peut être forcé à zéro puisqu'il est évident que le débit turbinable devient nul lorsque le débit d'équipement tend vers zéro. En outre, si on considère les limites supérieures de T et de son gradient, on peut réduire à quatre le nombre de constantes requises pour définir la fonction, les coefficients prenant toutefois une forme plus complexe.

La relation du type logarithmique (équation (2)) ne requiert que les deux coefficients a et b pour une précision d'ajustement équivalente (erreur type ne dépassant pas les 3% pour des débits équipés allant jusqu'à cinq fois le module interannuel). Il a donc été décidé d'utiliser la fonction logarithmique pour relier le débit turbinable au débit équipé dans l'analyse régionale.

4.1.4 Equations régionales

Comme les coefficients a et b définissent complètement la fonction polynomiale qui permet de calculer le débit turbinable, il s'agit d'établir le lien existant entre a et les caractéristiques physiographiques d'un bassin quelconque, de même qu'entre b et les mêmes caractéristiques. La méthode utilisée sera celle de la régression linéaire multiple; elle sera appliquée à chacune des cinq zones homogènes; on disposera donc de deux équations de régression pour chaque sous-région homogène.

4.1.4.1 Régression multiple

Puisque l'objectif de cette étape est de régionaliser les courbes de débits classés moyennes à long terme, deux critères de rejets ont été considérés dans la sélection des stations hydrométriques utilisables pour faire la régionalisation (comme pour la vérification de l'homogénéité des sous-régions):

- stations ayant moins de cinq ans de relevés journaliers
- stations reflétant un régime hydrologique fortement influencé (l'étude visant principalement les petits aménagements hydro-électriques sans retenues significatives).

Pour les stations hydrométriques restantes, les caractéristiques physiographiques ont été obtenues afin de pouvoir faire l'analyse de régression multiple. Le choix de ces caractéristiques s'est porté sur celles qui sont susceptibles d'influencer l'évolution des débits quotidiens d'un bassin au cours de l'année, c'est-à-dire, la forme de la courbe de débits classés. Le choix était limité aussi par un critère connexe de sélection: la disponibilité des données concernant ces caractéristiques.

Compte tenu des facteurs limitant la sélection des caractéristiques physiographiques (pertinence et disponibilité), le choix s'est porté finalement sur les éléments suivants:

- (1) la superficie du bassin versant;
- (2) l'élévation moyenne du bassin versant;
- (3) la pente moyenne du bassin versant;
- (4) la proportion de lacs et marais par rapport à la superficie totale;
- (5) le rapport forêts/bassin versant.

Le nombre total de stations disposant de caractéristiques physiographiques utiles à l'analyse s'élève à 102. La répartition de ces stations, selon les régions homogènes établies, est indiquée au tableau 6. Les tableaux 7, 8 et 9 montrent, pour chacune des stations, les paramètres d'ajustement de la courbe logarithmique de débit turbinable et les cinq caractéristiques physiographiques mentionnées ci-dessus.

L'analyse de régression a ensuite été faite pour chacune des régions, pour ne garder que les caractéristiques physiographiques déterminantes dans les équations de régression (tableau 10).

Un examen des équations de régression montre aussi que l'aire du bassin versant n'exerce pas une grande influence sur la régression: ceci est explicable par le fait que le processus de normalisation, qui consiste à diviser les débits par le module interannuel, enlève presque totalement l'effet de superficie du bassin puisque le module est directement lié à cette superficie. L'effet de l'élévation est également négligeable. La pente moyenne, la proportion de forêts et celle des lacs et marais constituent des éléments importants.

4.1.4.2 Corrélation des paramètres a et b

Les résultats du tableau 10 indiquent que les corrélations sont significatives au niveau de confiance de 1% sauf pour la région de l'Outaouais. Sur les figures 7 à 11, on peut voir comment est représentée cette corrélation établie entre le "a" calculé à partir de l'équation de régression et celui qui est obtenu de la courbe logarithmique des débits turbinables ("a" observé). Compte tenu du nombre d'éléments qui ont servi à établir les équations de régression, la dispersion des points autour de la droite est plus ou moins importante.

4.1.5 Critère d'acceptation des équations de régression

Une règle d'acceptation ou de rejet des équations de régression comme moyen d'estimation du débit turbinable a été établie; elle repose sur les deux critères suivants:

- 1° $|a|$ doit être plus grand que $|b|$
- 2° T calculé pour le bassin non jaugé doit être à l'intérieur des limites $T \pm 2$ (valeurs inférieures et supérieures mentionnées au tableau 12), lorsque $D = 1$; ce qui correspond à un intervalle de confiance de 95% pour un débit d'équipement égal au module interannuel du bassin."

Si le premier ou le deuxième critère n'est pas satisfait, cette méthode des caractéristiques physiographiques doit être abandonnée.

Afin de vérifier l'influence que peut avoir la taille de l'échantillon sur la validité des équations, une station supplémentaire a été choisie dans chacune des régions pour calculer les a et b à partir des équations trouvées.

Les caractéristiques physiographiques des bassins choisis pour vérifier les équations de régression sont présentées au tableau 11 et les résultats au tableau 12. Les valeurs de " a " et " b " calculées pour les stations représentatives des zones A, B, E tombent dans les nuages de points présentés aux figures 7, 8 et 11 tandis qu'il en est autrement pour celles des sous-régions C et D (référence aux figures 9 et 10). L'effet de ces paramètres sur T est déterminant. Les stations choisies des sous-régions A, B, E en étaient représentatives, alors que celles de C et D ne l'étaient pas du tout. Ces résultats sont en partie révélateurs de l'impact de la taille des échantillons sur la validité des équations de régressions. D'une manière générale, le critère énoncé plus haut devrait servir de point de référence.

4.1.6 Débits chronologiques basés sur une station-repère

Dans le cas où la station non jaugée répond au critère d'acceptation de la méthode 1, il peut être intéressant de produire une série chronologique de débits journaliers, particulièrement pour simuler la production énergétique où un aménagement avec une retenue est impliqué.

Une technique de création d'une telle série a été élaborée et consiste à extrapoler, à partir des débits connus d'une station-repère, les débits correspondants au site étudié.

4.1.6.1 Principes de la méthode

Le principe de base de la méthode est dérivé de la supposition que les probabilités de dépassement de débits quotidiens sont les mêmes à la station-repère et au site étudié. La série chronologique est créée de la façon suivante:

- (1) La station-repère est d'abord sélectionnée; elle doit satisfaire aux critères suivants:
 - période suffisamment longue de débits quotidiens observés;
 - fiabilité des relevés;
 - localisée près du centre de la région et non pas aux limites de la région;
 - taille représentative du bassin versant;
 - module interannuel représentatif;
 - coefficients régionaux a et b compatibles avec ceux de la station-cible.

- (2) La courbe des débits classés normalisés et le module interannuel, pour la station-repère, sont établis.

- (3) Le module interannuel de la station-cible est estimé en déduisant de la précipitation moyenne annuelle le déficit d'écoulement (réf. 4 ou 5), en multipliant ensuite cette épaisseur

d'eau par l'aire du bassin versant (transformée dans les mêmes unités), et en divisant par le nombre de seconde dans une année. On calcule habituellement le module en m^3/s .

- (4) Les coefficients a et b obtenus des caractéristiques physiographiques du bassin-cible sont calculés, donnant ainsi la relation débits turbinables - débits d'équipement.
- (5) La courbe des débits classés est dérivée de la courbe précédente par différentiation.
- (6) Pour un débit donné de la station-repère, la position correspondante (probabilité de dépassement) sur la courbe de débits classés est repérée et cette même probabilité est localisée sur la courbe de débits classés (dérivée en (5)) de la station-cible. Le débit correspondant (normalisé) est alors obtenu et la valeur absolue du débit est calculée en multipliant le débit normalisé par le module interannuel estimé en (3).

La figure 12 illustre le procédé de création de la série chronologique pour un site non jaugé.

4.1.6.2 Programme informatique CHRONO

Le programme CHRONO a été conçu pour automatiser la méthode de production d'une série synthétique de débits quotidiens. Le programme est écrit en langage fortran, et présenté à l'annexe B. Les données d'entrée requises sont très simples:

- (a) le module interannuel de la station-repère;
- (b) les coefficients a et b qui définissent la courbe logarithmique de débits turbinables pour cette dernière;
- (c) le module interannuel estimé de la station-cible;
- (d) les coefficients a et b estimés à partir des caractéristiques physiographiques;

(e) la série chronologique de débits quotidiens observés à la station-repère.

Le programme crée automatiquement une série de débits journaliers à la station-cible sur une période qui coïncide avec celle des débits observés à la station-repère. Il faut noter que cette série produite par le programme est une série synthétique et ne correspond pas nécessairement à la séquence qui aurait été observée à la station-cible si celle-ci avait été jaugée. Toutefois, les probabilités de dépassement sont respectées, ainsi que les paramètres statistiques des débits.

4.1.6.3 Résultats pour une station-cible

Pour chaque zone A à E, une station-repère nommée doit servir de référence à toute station-cible de cette même sous-région. Elle est choisie d'après la fiabilité de ses enregistrements, et la longueur de la période couverte, principalement. Les stations-repères désignées par un astérisque (*) sont présentées aux tableaux 7, 8 et 9. Il est à noter que 2 stations-repères sont suggérées dans la zone E, compte tenu de la grande variabilité de l'aire des bassins et des paramètres a et b.

Puisque la zone B est celle qui a été choisie pour vérifier les différentes méthodes étudiées dans cette étude, c'est la station 024013 qui servira de station-cible, pour laquelle les débits journaliers seront calculés partant de la station-repère 030234. Les débits journaliers de l'année 1980 de la station-repère sont affichés au tableau 13. Les résultats obtenus pour l'année 1980 sont présentés au tableau 14 et sont divisés en deux tableaux distincts:

- le premier comprend les débits journaliers synthétiques de la station-cible;
- le deuxième donne le sommaire des données d'entrée du programme et un résumé des résultats obtenus par CHRONO.

La méthode de proportion d'aires de bassins versants est proposée ici comme solution de recours, dans le cas où la station non jaugée ne pourrait répondre au critère d'acceptation énoncé dans la méthode 1.

Cette méthode sert à estimer les données hydrologiques moyennes d'un bassin non jaugé à partir d'une station-repère représentative de la sous-région où se trouve le bassin non jaugé. L'utilisateur(trice) de cette méthode devra donc choisir une station-repère qui reflète assez bien le comportement hydrologique de la station-cible, afin d'éliminer le plus possible les sources d'erreur qui pourraient engendrer des séries de débits journaliers synthétiques de fiabilité douteuse.

L'équation se présente comme suit:

$$Q_C = Q_R (A_C * RMA_C) / (A_R * RMA_R)$$

Q_R = débit de la station-repère (m³/s)

Q_C = débit de la station-cible (m³/s)

A_R = aire du bassin de la station-repère (km²)

A_C = aire du bassin de la station-cible (km²)

RMA_R = ruissellement moyen annuel de la station-repère (mm)

RMA_C = ruissellement moyen annuel de la station-cible (mm)

Il est à noter que le débit journalier calculé par cette méthode ne sera pas exact, mais la moyenne de ces débits sur une longue période (plusieurs années par exemple) pourra représenter le module interannuel du bassin non jaugé.

Les valeurs extrêmes des débits journaliers seront plus erronées que les valeurs médianes. Les débits d'étiage calculés pour le bassin non jaugé seront sous-estimés (presque nuls, à la limite), alors que les débits de crue du même bassin seront surestimés.

4.2.1 Choix d'une station-repère

Le choix de la station-repère devrait reposer sur la similitude des caractéristiques entre le bassin de la station-repère et celui de la station-cible (représentant le bassin non jaugé). En considérant particulièrement la ressemblance des superficies des bassins et des ruissellements moyens annuels, on évitera le problème de sous-estimation ou de surestimation des débits en période d'étiage ou en période de crues.

4.2.2 Calcul des débits journaliers

Dans le but d'accélérer le calcul des débits journaliers, le programme CHRONO, développé pour les besoins de la méthode 1, peut également être employé avec la méthode de proportion d'aires. Il faut cependant que certaines conditions soient respectées. Si les caractéristiques physiographiques des bassin-repère et bassin-cible sont telles que les valeurs de a et b pour les deux bassins peuvent être considérées identiques, on peut alors calculer les débits journaliers en se basant uniquement sur la méthode de proportion d'aires.

En effet, les courbes de débits turbinables des deux bassins seraient identiques et par différenciation de ces courbes, on obtiendrait aussi des courbes de débits classés normalisés identiques. Il n'y aurait donc que les modules interannuels de chaque bassin qui interviendraient dans le calcul du débit journalier. Et puisque ces modules se définissent comme étant le ruissellement multiplié par l'aire du bassin et divisé par l'unité de temps, on revient à l'équation des proportions d'aires. Le débit journalier de la station-cible sera donc calculé en utilisant le programme CHRONO qui a été développé pour les besoins de la méthode 1, et dans lequel on donne des valeurs identiques de a et b pour les station-repère et station-cible (valeurs proposées: $a = 1$, $b = - 0,3$, $|a|$ est au moins supérieur à $|b|$).

A titre d'exemple, l'année 1980 de la station-cible 024013 a été générée à partir de la station-repère 030215 choisie dans ce cas-ci. Les débits journaliers de la station-repère sont affichés au tableau 15. Les résultats sont présentés au tableau 16.

4.3 MÉTHODE 3: MODÈLE HYDROLOGIQUE SLURP

La troisième méthode proposée consiste à évaluer les débits journaliers d'un site non jaugé par l'entremise du modèle SLURP. Ce modèle originalement développé par Shawinigan pour reconstituer des débits mensuels dans le cadre d'une étude de planification du réseau hydrométrique des territoires du Nord-Ouest et des Prairies du Canada (réf. 13) fut par la suite modifié par Environnement Canada (réf. 11) pour reconstituer des débits journaliers chronologiques.

La méthode consiste à trouver les valeurs des paramètres pour un bassin jaugé (station-repère) de la sous-région dont fait aussi partie le bassin non jaugé (station-cible). L'ajustement des paramètres doit théoriquement être fait par un sous-programme du modèle (CLIMBX) jusqu'à ce que les valeurs optimales des paramètres soient obtenues. Une comparaison continue entre les débits enregistrés à la station-repère de la sous-région et ceux qui sont calculés par le programme permet l'ajustement progressif des paramètres, pour en arriver finalement aux valeurs optimales; et ce, en une seule exécution du programme. L'optimisation des paramètres est vérifiée par la somme des différences au carré entre les débits calculés et les débits observés de la station-repère.

4.3.1 Données requises

Les données requises pour caler le modèle (optimisation des paramètres) sont les températures moyennes journalières d'une ou plusieurs stations climatologiques, les précipitations journalières d'une ou plusieurs stations climatologiques et les débits moyens journaliers de la station-repère. (Les stations climatologiques devraient être situées sur le bassin de la station-repère de préférence.)

Il est à noter que le programme ne calcule pas la proportion participante de chaque station climatologique à la précipitation totale. Chaque série de précipitations ou de température incluse dans les données d'entrée sera considérée dans une proportion de 1. Selon la situation géographique de chaque station climatologique par rapport au bassin versant étudié, l'utilisateur(trice) pourra lui-même calculer la participation de chacune par la méthode de Thiessen et n'inclure dans le fichier de données que la série finale calculée.

Les limites inférieures et supérieures des paramètres doivent figurer parmi les données du fichier d'entrée, ainsi qu'une première valeur estimée de chacun de ces paramètres. Les valeurs suggérées sont celles présentées au tableau 17.

Ce tableau 17 est un exemple du fichier d'entrée de SLURP, dans le cas où le calage pourrait être fait sur une année complète à la fois. Une description détaillée du fichier est donnée sur la première page du programme fortran SLURP présenté à l'annexe C. On peut décrire brièvement sa structure de la manière suivante:

- titre
- information sur le bassin et les données
- 23 lignes donnant la limite inférieure, la valeur estimée et la limite supérieure du paramètre décrit ensuite
- 23 codes (optimisation ou non du paramètre)
- contrôle du nombre d'itérations
- contrôle d'optimisation et d'impression
- 1^{er} bloc de 366 températures journalières d'une station climatologique (requis)
- 2^e bloc de 366 températures journalières d'une seconde station climatologique (facultatif)
- 1^{er} bloc de 366 précipitations journalières d'une station climatologique (requis)

- 2^e bloc de 366 précipitations journalières d'une seconde station climatologique (facultatif)
- 3^e bloc de 366 précipitations journalières d'une troisième station climatologique (facultatif)
- bloc de 366 débits journaliers enregistrés à la station-repère (requis)
(les débits journaliers de chaque fin de mois ont été remplacées ici par "etc." pour faciliter la présentation.)

4.3.2 Présentation du modèle SLURP

A partir des enregistrements journaliers de la précipitation et de la température moyenne, et de l'estimation préliminaire de 23 paramètres pour la majorité desquels le programme fera l'optimisation, on fait le calage du modèle.

Dans un premier temps, la précipitation est associée à la pluie ou à la neige selon la température enregistrée pour cette journée. S'il s'agit de la neige, cette quantité est ajoutée à l'accumulation de neige au sol. S'il s'agit de la pluie, le programme vérifie s'il existe tout de même une accumulation de neige au sol. Si la réponse est positive, la pluie sera considérée comme un agent calorifique pour amplifier le taux de fonte de cette neige. Dans le cas d'une réponse négative, la pluie s'achemine vers l'emmagasinement d'eau en surface.

L'accumulation de neige au sol, l'eau en surface, ainsi que les emmagasinelements hypodermiques et de la nappe aquifère sont représentés par des relations linéaires et font tous partie du même sous-programme nommé FLOMOD. Le sous-programme cumule les pertes et gains d'eau et retourne au programme principal avec le bilan d'eau détaillé de chaque journée traitée. L'évapotranspiration potentielle journalière est calculée à partir de l'évapotranspiration annuelle répartie en taux journalier selon le rapport de la température moyenne journalière sur la somme des températures moyennes journalières de l'année.

La percolation provenant de l'accumulation de neige et de l'emmagasinement d'eau en surface pénètre la couche hypodermique du sol et s'achemine ensuite vers la nappe aquifère. Les paramètres de ces emmagasinelements contrôlent les volumes et taux d'accumulation. L'équation de continuité est toujours respectée, de sorte qu'il y ait une égalité constante entre les entrées et sorties du système.

La représentation schématique du modèle hydrologique SLURP se trouve à la figure 13.

4.3.3 Résultats du modèle

Les résultats obtenus par le modèle SLURP sont présentés dans l'ordre suivant:

- bilan hydrologique journalier
- résumé mensuel
- résumé annuel
- débits journaliers chronologiques calculés pour l'année
- débits journaliers chronologiques observés pour l'année
- résumé statistique annuel
- graphique des débits calculés comparés aux débits observés.

Un exemple des résultats produits par le modèle se trouve dans le manuel d'application.

4.3.4 Vérification de la méthode

La sous-région pour laquelle le modèle a été calé est celle de l'Estrie, posant l'hypothèse que le bassin de la station-repère 024003 pour lequel les paramètres seront évalués, sera représentatif du comportement hydrologique du bassin de la station-cible 024013. Cependant, il existe une différence marquée entre les superficies de ces deux bassins. Le bassin de la station-repère

couvre 922 km² et celui de la station-cible n'occupe que 233 km²; d'où un rapport de quatre (figure 14). Tous deux sont situés sur la rivière Bécancour.

4.3.4.1 Techniques de calage du modèle

Compte tenu de la disponibilité des données des stations climatologiques environnantes, trois d'entre elles ont été utilisées pour caler le modèle; il s'agit des stations 7027653 (St-Pierre Baptiste), 7027248 (St-Ferdinand) et 7028441 (Thetford Mines). Les trois séries de précipitations étaient disponibles pour l'année 1980, par contre les températures n'ont pas été enregistrées à la station 7027653 pour cette même année.

On disposait donc de trois séries de précipitations prises dans une même proportion de 33,3% chacune et deux séries de températures considérées à 50% chacune.

Lors d'un premier essai où la majorité des paramètres ont dû être optimisés pour l'année entière, les résultats obtenus du calage du modèle n'ont pas été jugés satisfaisants. Le bilan annuel calculé par le programme était inférieur au bilan observé de 10% seulement, mais la comparaison journalière des débits observés et calculés montrait des différences importantes, particulièrement sur la période de fonte de neige.

On a donc procédé à un ajustement progressif des paramètres en analysant les résultats obtenus de la première simulation et en modifiant peu à peu les valeurs des paramètres. Cette modification successive des paramètres permet de voir la sensibilité de chacun d'eux. Cependant, l'interférence des paramètres entre eux complique davantage l'analyse et les résultats produits ne sont pas obligatoirement meilleurs que ceux de la simulation précédente. La méthode devient donc une répétition d'essais et d'erreurs.

Après plusieurs tentatives d'optimisation des paramètres sur toute l'année, il a été conclu que l'année devrait être divisée en deux périodes: dans cette exemple-ci, la période d'hiver couvre les mois de novembre à avril inclusivement (où il y a très peu de pluie) et la période d'été durant laquelle n'intervient aucun paramètre de neige. Le premier mois de la période hivernale est celui où la température moyenne mensuelle est inférieure à 0°C.

Une première série de valeurs de paramètres a été obtenue pour la période d'été et une deuxième série de valeurs de paramètres a été utilisée pour la période d'hiver (voir le manuel d'application).

Les résultats sont présentés ici pour quelques mois d'hiver (janvier à avril) et quelques mois d'été (mai à août):

<u>Mois</u>	<u>Écoulement total observé</u> (mm)	<u>Écoulement total calculé</u> (mm)
janvier	28,5	27,2
février	6,15	11,1
mars	47,7	35,4
avril	142,0	145,0
mai	53,6	48,2
juin	21,1	32,8
juillet	50,5	51,8
août	38,7	39,2

L'analyse des résultats obtenus du calage du modèle montre qu'il y a parfois des différences importantes entre l'écoulement mensuel observé et celui calculé. L'écoulement calculé est supérieur à celui qui a été observé en février, mais on a l'effet inverse en mars. On peut supposer que la simulation de la fonte de neige n'a pas été assez prononcée durant la fin du mois de mars alors que la température y était favorable.

Par contre, l'écoulement mensuel total calculé pour le mois d'avril représente très bien les valeurs observées, avec une erreur de 2% seulement. La représentation graphique de ce mois montre la synchronisation entre les valeurs calculées et les valeurs observées.

Le mois de mai présente une défaillance semblable à celle du mois de mars, mais de moindre importance (10% d'erreur).

Pour le mois de juin, trois explications sont possibles:

- 1) l'effet de ruissellement a été amplifié lors de la simulation par rapport aux valeurs observées;
- 2) les débits enregistrés présentent des valeurs inférieures à la réalité;
- 3) les précipitations enregistrées contiennent des valeurs supérieures à la réalité.

Quant aux mois de juillet et août, les valeurs simulées correspondent bien aux valeurs observées.

4.3.4.2 Techniques de validation du modèle

Tout comme pour la station-repère, le choix des stations climatologiques doit être basé sur la meilleure représentation possible des conditions atmosphériques rencontrées sur le bassin de la station-cible. Dans le cas présent, une seule station climatologique a été utilisée et elle se trouve presque au centre du bassin de la station 024013.

Tel que décrit dans la section 4.3, les paramètres ajustés lors du calage du modèle pour la station-repère 024003 sont utilisés intégralement pour faire la validation du modèle pour la station-cible 024013. Puisque le calage a été fait en deux étapes, la validation a dû être faite en deux étapes aussi. Une première série de paramètres utilisée sur la période d'hiver et une deuxième sur la période d'été.

Les résultats sont présentés ici pour quelques mois d'hiver et d'été:

Mois	Écoulement total observé (mm)	Écoulement total calculé (mm)
janvier	29,4	27,7
février	6,14	10,2
mars	105	27,4
avril	141,0	151,0
mai	43,3	47,6
juin	32,1	25,4
juillet	64,4	49,1
août	49,4	47,8

Les valeurs calculées (écoulement total en mm d'épaisseur) lors de la validation sont presque identiques à celles qui ont été calculées lors du calage. Mais les valeurs observées sont très différentes, particulièrement pour les mois de mars, juin et juillet. L'écoulement observé en mars à la station-cible est 2,2 fois plus grand que celui de la station-repère et ce rapport est de 1,4 durant les mois de juin à août inclusivement. Le phénomène est inversé durant le mois de mai et l'écoulement observé de la station-cible est 1,2 fois plus petit que celui de la station-repère. Avec d'aussi grandes modulations entre les débits observés de la station-repère et ceux de la station-cible, l'hypothèse de base qui suppose un comportement hydrologique similaire entre les deux stations utilisées est remise en question pour cette application.

5. ANALYSE DES RÉSULTATS

La méthode des caractéristiques physiographiques, développée pour évaluer le débit turbinable selon une fonction logarithmique qui se définit à partir des caractéristiques physiographiques et des équations de régression régionales a donné de bons résultats sur trois des cinq zones d'étude. L'analyse des caractéristiques physiographiques des stations de validation des zones C et D a montré que ces stations étaient différentes des stations qui ont composé l'échantillon de base pour établir les équations de régression. Pour la station 040127 de la région des Laurentides (région C), la pente moyenne du bassin versant est de 2,4%, alors que les équations de ces régions ont été basées sur un échantillon où les pentes variaient entre 0,5 et 1,2%. De même pour la station 046701 de l'Outaouais (région D); l'élévation moyenne, les pourcentages de lac et marais, et de forêt étaient de 50 mètres, 0% et 15% respectivement, alors que l'échantillon était composé de bassins dont ces caractéristiques étaient d'environ 350 mètres, 10% et 88%. Ces différences marquées des caractéristiques des bassins sont ressorties dans le calcul de débit turbinable.

5.1 FIABILITÉ DES RÉSULTATS

La fiabilité des résultats obtenus par l'une ou l'autre des méthodes dépend en partie de la qualité des données utilisées, enregistrées ou calculées selon le cas. En second lieu, la technique utilisée, de même que les hypothèses de base qui la soutiennent, répondent du reste. On aura donc, pour chacune des méthodes, une fiabilité différente.

5.1.1 Avantages et désavantages de chaque méthode

La méthode 1, pour laquelle des équations régionales ont été développées, a l'avantage d'être une technique facile et rapide d'utilisation, en autant que les cinq caractéristiques physiographiques

impliquées soient calculées au préalable. A partir des valeurs calculées des paramètres a et b, on vérifie premièrement si la valeur absolue de a est supérieure à la valeur absolue de b. On calcule ensuite T, et on vérifie rapidement si le débit turbinable obtenu pour un débit d'équipement égal au module interannuel ($D = 1$) tombe dans la plage de valeurs acceptables. Si tel est le cas, le critère de fiabilité est rencontré et cette fiabilité correspond à une réussite de 95%; c'est-à-dire qu'il n'y a que 5% de probabilité pour que la valeur réelle de T soit à l'extérieur de cette plage.

La rigueur avec laquelle les caractéristiques physiographiques du bassin non jaugé seront calculées pourra influencer la fiabilité des résultats. Une mauvaise évaluation d'une ou plusieurs caractéristiques physiographiques donnera des résultats plus ou moins bons selon la gravité de l'erreur de calcul. Et cette erreur se répercutera sur le débit turbinable et finalement sur le choix éventuel de l'équipement.

D'autre part, si le bassin non jaugé en question, ressemble très peu aux bassins qui ont servis à établir les équations régionales, cette différence sera notée par le débit turbinable calculé et on invitera l'utilisateur(trice) à se référer à une autre méthode, la méthode 2 par exemple.

Si la méthode 1 s'applique de manière satisfaisante, le programme CHRONO peut servir à produire une série de débits journaliers chronologiques. Les erreurs d'enregistrement à la station-repère choisie interviendront sur les valeurs calculées pour la station-cible, mais puisque le pourcentage d'erreur de ces données de référence est inférieur à 5 ou 10% selon MENVIQ, on peut s'attendre à une fiabilité satisfaisante.

La méthode 2, qui est celle de la proportion des aires de bassins versants, est moins rigoureuse que la précédente car elle ne fait intervenir que l'importance de l'aire du bassin versant et du ruissellement moyen annuel. En omettant de considérer les caractéristiques physiographiques de manière explicite (caractéristiques qui influencent le bilan hydrologique), on se doit, dès le départ, d'être très vigilant quant au choix de la station-repère. Mais quel qu'en soit le choix, les débits d'étiage ou de crue calculés pour la station-cible seront tout de même quelque peu faussés. Il s'agira de sous-estimation du débit calculé dans le premier cas et de surestimation dans la période de crue, car l'influence de l'aire du bassin n'amène pas un changement linéaire sur les valeurs de débits. Les débits extrêmes de crue ou d'étiage varient plutôt en fonction de la racine carrée de l'aire du bassin.

Cette méthode a donc l'avantage d'être très simple d'utilisation tout en donnant un débit moyen annuel valable, mais ne donne pas autant de fiabilité sur les débits journaliers d'étiage ou de crue. De plus, l'effet du pourcentage d'aire qu'occupent la forêt ou les lacs et marais n'est nullement considéré, et les résultats peuvent en être affectés; ce qui réduit la fiabilité de cette méthode.

La méthode 3, faisant intervenir le modèle hydrologique SLURP est une troisième alternative suggérée à un utilisateur(trice) qui a une bonne connaissance des nombreux facteurs qui doivent être considérés et estimés dans un modèle hydrologique, même si ce modèle est plus simple que beaucoup d'autres. Il s'agit de comprendre premièrement tout ce qu'implique un bilan hydrologique. Les paramètres de ruissellement, d'infiltration de la pluie, d'écoulement dans les sous-couches du sol, d'accumulation de neige, d'effet de la pluie sur la neige, etc., sont autant de points à considérer et demande une bonne analyse des résultats, et beaucoup de temps.

Un avantage de cette méthode vient du fait que le bilan hydrologique soit calculé à partir des enregistrements de précipitation et de température et que la série de débits journaliers puisse représenter une série chronologique modélisée. Mais les stations climatologiques doivent être distribuées près ou dans la zone d'intérêt, et tout comme pour les autres méthodes, l'enregistrement des données à ces stations comporte aussi des erreurs de mesure.

Parmi les désavantages de la méthode, il faut noter la difficulté avec laquelle les paramètres sont optimisés par le modèle lui-même lorsqu'on essaie de faire le calage sur une année entière et pour tous les paramètres à la fois. Le modèle ne vérifie pas si les valeurs optimales obtenues pour certains paramètres sont logiques ou non. Par exemple: il se peut que le coefficient de ruissellement optimisé par le modèle soit égal à 0,0 pour la période d'hiver (période où il n'y a pratiquement pas de pluie et où il existe habituellement un couvert de neige), mais une telle valeur serait inappropriée pour la période estivale. Le jugement et les connaissances de l'utilisateur(trice) doivent intervenir.

Deuxièmement, les paramètres doivent être optimisés à deux reprises: pour représenter l'écoulement en période d'hiver et pour représenter celui de la période estivale; ce qui augmente passablement le temps requis pour utiliser cette méthode.

De plus, le modèle ne peut faire coexister un couvert de neige en même temps qu'un emmagasinement d'eau en surface. Lors des essais d'ajustement de paramètres sur l'année entière, on a rencontré la situation suivante: dans le cas où il y a eu un enregistrement d'une température inférieure à celle de la démarcation neige/pluie durant la saison printanière par exemple, le modèle a produit les résultats suivants:

- l'emmagasinement de surface existant à la fin de la journée précédente a complètement été transformé en épaisseur de neige et l'écoulement a diminué brutalement;

- lorsque la température est redevenue clémente et a augmenté au-dessus de la température transitoire neige/pluie, le couvert de neige a été retransformé en volume de fonte et en emmagasinement de surface.

Ce changement brusque des conditions existantes ne représentait pas adéquatement la réalité et a produit des écoulements discontinus; d'où la nécessité de diviser les conditions d'hiver des conditions d'été.

L'hypothèse de base de cette méthode repose sur la grande similitude des comportements hydrologiques des bassin-repère et bassin-cible. Mais lorsque la taille du bassin varie par un facteur de quatre, comme c'est le cas ici, cela amène une répercussion sur le temps de réponse et la capacité d'emmagasinement d'eau en surface par exemple. Des différences importantes entre la validation et le calage peuvent aussi être rencontrées, dans le cas où l'un des deux bassins (repère ou cible) contient une proportion de lacs très différente de l'autre bassin. Il faut donc s'assurer que l'hypothèse de base de cette méthode convient pour le cas étudié, afin que les valeurs des paramètres optimisés pour le bassin-repère puisse être utilisées pour le bassin-cible lors de la validation.

6. RECOMMANDATIONS

6.1 AMELIORATION DE L'ECHANTILLON DE BASE POUR LA METHODE 1

Les résultats et leur analyse montrent bien que le nombre de stations faisant partie des zones A à E influence la validité des équations de régression. Compte tenu des restrictions de ce projet-ci, tant du point de vue temps que budgétaire, un dépouillement supplémentaire des données n'a pu être fait. Mais une augmentation du nombre de stations, particulièrement dans les zones C et D, devrait améliorer et généraliser davantage les équations de régression obtenues pour celles-ci.

6.2 MISE EN GARDE POUR L'UTILISATEUR(TRICE)

Les caractéristiques physiographiques du bassin versant non jaugé devront être évaluées avec soin car l'imprécision des données de base des équations de régression se répercutera sur la justesse du débit turbinable et sur la courbe des débits classés. Les stations-repères suggérées peuvent être remplacées par des stations que l'utilisateur(trice) pourra juger plus appropriées, mais il devra s'assurer de la qualité des enregistrements de cette station choisie, et de la pertinence de ce choix.

L'application de la proportion d'aire de bassins versants devra se faire à partir d'une station-repère choisie par l'utilisateur(trice). Le choix sera basé sur la proximité, le rapport d'aires et la ressemblance du comportement hydrologique des station-repère et station-cible.

Plusieurs mises en garde doivent être faites concernant l'utilisation du modèle hydrologique SLURP. Premièrement, le bassin de la station-repère devrait être le plus représentatif possible du bassin de la station-cible, en termes de superficie, proportion de lacs, et comportement hydrologique en général. Les stations climatologiques doivent être localisées sur le site étudié, de préférence, ou à proximité tout au moins.

Deuxièmement, le calage du modèle devrait être fait en deux étapes: une première optimisation sur la période d'hiver, et une seconde optimisation sur la période d'été d'après le bilan hydrologique de la fin de la période d'hiver afin qu'il y ait une continuité. L'analyse des paramètres optimisés par le modèle et des résultats obtenus graphiquement et statistiquement pourra mener à une optimisation supplémentaire faite par l'utilisateur(trice).

7. BIBLIOGRAPHIE

1. Acres Consulting Services Limited, "Hydrologic Design Methodologies for Small-Scale Hydro at Ungauged Sites - Phase I". Environment Canada, Inland Waters Directorate, April 1984.
2. Acres International Limited, "Streamflow Analysis Methodology for Ungauged Small-Scale Hydro Sites in Ontario". Environment Canada, Inland Waters Directorate, March 1988.
3. Desforges, P. et Tremblay, R., "Analyse de la fréquence des crues pour le Québec". Gouvernement du Québec, Ministère des Richesses Naturelles, Direction générale des Eaux, 1974.
4. Ferland, M.-G. et Gagnon, R.M., "Climat du Québec Méridional". Gouvernement du Québec, Ministère des Richesses Naturelles, Direction générale des Eaux, MP-13.
5. Ferland, M.-G. et Gagnon, R.M., "Climat du Québec Septentrional". Gouvernement du Québec, Ministère des Richesses Naturelles, Direction générale des Eaux, MP-10, 1967.
6. Hoang, V.D. et Tremblay R., "Estimation des débits d'étiage d'été des rivières du Québec Méridional". Gouvernement du Québec, Ministère des Richesses Naturelles, Direction générale des Eaux, 1976.
7. Hoang, V.D., "Meilleur ajustement statistique aux débits journaliers de crue et d'étiage des rivières du Québec". Gouvernement du Québec, Ministère des Richesses Naturelles, Direction générale des Eaux, 1978.
8. Hoang, V.D. et Bergeron, D., "Modèle mathématique d'estimation du rapport de pointe des petits bassins versants du Québec". Gouvernement du Québec, Ministère des Richesses Naturelles, Direction générale des Eaux, H.P.-57, 1984.
9. Index hydrologique 1981, Gouvernement du Québec, Ministère de l'environnement, Direction générale des inventaires et de la recherche, H.P.-54.

10. Judge, D.G. et al., "Hydrologic Design Methodologies for Pre-feasibility Studies of Small-Scale Hydro at Ungauged Sites". Proceedings, Volume IA, Annual Conference and the 7th Canadian Hydrotechnical Conference, Canadian Society for Civil Engineering, May 1985.
11. Kite, G.W., "Development of a hydrologic model for a Canadian watershed". Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 5, 1978.
12. Llamas, J., "Hydrologie générale: principes et applications". Gaëtan Morin éditeur Ltée, Québec, 1985.
13. Shawinigan Engineering Company Limited, "Hydrometric Network Planning Study for Western and Northern Canada". Department of Energy, Mines and Resources Canada, Nov. 1970.
14. Shawinigan Engineering Company Limited, "Water Resources Study of the Province of Newfoundland and Labrador". Volume Two A, Natural Water Resources Inventory, Sept. 1968.
15. Tessier, D., Gignac, C., Rousselle, J. et Hoang, V.D., "Caractéristiques physiographiques des petits bassins versants des régions de l'Estrie et Bois-Francs". Gouvernement du Québec, Ministère de l'Environnement, Direction des Relevés Aquatiques, 1985.
16. Villeneuve, J.-P. et al., "Rationalisation du réseau hydrométrique du Québec". Centre Québécois des sciences des eaux, INRS, 1971.

Tableau 1

Test d'homogénéité de Langbein - région 02

	Station	années	éc.type	Q2,33	Q10	Q10/Q2,33	Q10-mod	y-mod	T-mod	T-inf	T-sup	
1	24004	5	6.6	25.0	33.6	1.346	36	2.725	15.8	1.2	161	.
2	23303	6	56.3	271.7	345.1	1.270	392	3.330	28.4	1.3	126	.
3	23701	6	50.9	125.2	191.6	1.530	181	1.978	7.7	1.3	126	.
4	20404	6	68.7	148.1	237.7	1.605	214	1.806	6.6	1.3	126	.
5	21405	6	22.0	185.9	214.6	1.155	269	5.388	219.3	1.3	126	21405
6	23421	7	78.5	171.1	273.4	1.598	247	1.820	6.7	1.5	104	.
7	24013	7	18.5	62.0	86.1	1.389	90	2.488	12.5	1.5	104	.
8	23408	7	203.5	784.2	1049.0	1.338	1133	2.774	16.5	1.5	104	.
9	20502	7	10.9	21.1	35.3	1.672	30	1.683	5.9	1.5	104	.
10	22507	8	38.9	95.5	146.2	1.532	138	1.975	7.7	1.6	89	.
11	22501	9	13.4	35.8	53.3	1.487	52	2.104	8.7	1.7	79	.
12	23407	9	310.0	968.8	1373.0	1.417	1399	2.359	11.1	1.7	79	.
13	22703	10	70.7	201.1	293.2	1.458	290	2.200	9.5	1.8	71	.
14	23429	11	299.6	699.2	1090.0	1.558	1010	1.908	7.2	2.0	64	.
15	21915	12	43.8	113.1	170.1	1.504	163	2.051	8.3	2.1	59	.
16	21407	13	66.1	229.5	315.6	1.375	332	2.558	13.4	2.2	55	.
17	23426	15	279.9	835.0	1200.0	1.437	1206	2.278	10.3	2.4	49	.
18	24007	17	135.7	520.4	697.4	1.340	752	2.764	16.4	2.6	45	.
19	20602	17	130.6	238.9	409.1	1.713	345	1.620	5.6	2.6	45	.
20	24003	19	67.1	216.1	303.6	1.405	312	2.413	11.7	2.8	41	.
21	21702	20	14.4	54.3	73.1	1.346	78	2.727	15.8	2.8	40	.
22	23106	20	83.7	276.1	385.2	1.395	399	2.458	12.2	2.8	40	.
23	21502	20	67.3	235.5	323.2	1.372	340	2.573	13.6	2.8	40	.
24	22504	22	35.1	111.4	157.1	1.411	161	2.386	11.4	3.0	37	.
25	23422	22	44.2	176.2	233.9	1.327	255	2.848	17.8	3.0	37	.
26	22003	24	106.6	271.9	410.8	1.511	393	2.031	8.1	3.1	35	.
27	20601	24	85.1	252.3	363.2	1.440	364	2.267	10.2	3.1	35	.
28	20802	31	119.3	306.5	461.9	1.507	443	2.042	8.2	3.6	30	.
29	21701	33	22.9	52.6	82.4	1.567	76	1.889	7.1	3.7	29	.
30	20401	35	60.7	220.3	299.5	1.359	318	2.645	14.6	3.8	28	.
31	23101	44	82.4	233.1	340.5	1.460	337	2.191	9.5	4.2	25	.
32	24001	46	123.8	303.4	464.8	1.532	438	1.974	7.7	4.3	25	.
33	22701	46	56.3	144.3	217.7	1.508	208	2.038	8.2	4.3	25	.
34	23301	51	77.2	253.9	354.6	1.396	367	2.451	12.1	4.4	24	.
35	23402	58	300.0	1102.0	1493.0	1.355	1592	2.671	15.0	4.7	22	.
36	21601	59	119.6	370.5	526.4	1.421	535	2.343	10.9	4.7	22	.
37	23401	61	57.6	181.2	256.2	1.414	262	2.372	11.2	4.7	22	.
38	22301	63	73.5	216.7	312.5	1.442	313	2.258	10.1	4.8	22	.

moyenne: 1.445

03-Mar-89

fichier = STN02jo.WR!

disque = Hydrologie-Québec (A)

Tableau 2

Test d'homogénéité de Langbein - région 03

Station	années	éc.type	Q2,33	Q10	Q10/Q2,33	Q10-mod	y-mod	T-mod	T-inf	T-sup		
1	30339	5	32.8	130.2	173.0	1.328	187	2.787	16.7	1.2	161	.
2	30337	5	46.4	152.6	213.0	1.396	219	2.410	11.6	1.2	161	.
3	30420	5	15.1	64.1	83.8	1.307	92	2.942	19.5	1.2	161	.
4	30903	5	37.2	119.0	167.6	1.408	171	2.356	11.1	1.2	161	.
5	30262	5	7.0	34.0	43.1	1.267	49	3.290	27.4	1.2	161	.
6	303A0	6	10.2	41.0	54.4	1.325	59	2.810	17.1	1.3	126	.
7	30915	6	22.4	56.4	85.7	1.518	81	1.977	7.7	1.3	126	.
8	30421	6	27.0	59.0	94.2	1.598	85	1.791	6.5	1.3	126	.
9	30335	7	3.6	10.4	15.1	1.448	15	2.197	9.5	1.5	104	.
10	30233	7	61.4	157.7	237.7	1.507	226	2.007	8.0	1.5	104	.
11	30230	8	29.7	116.2	154.9	1.333	167	2.758	16.3	1.6	89	.
12	30908	8	43.2	96.7	153.0	1.582	139	1.823	6.7	1.6	89	.
13	30239	9	28.8	88.5	126.0	1.423	127	2.291	10.4	1.7	79	.
14	30217	10	28.1	90.4	127.1	1.405	130	2.369	11.2	1.8	71	.
15	30314	11	28.1	69.4	106.1	1.528	100	1.951	7.5	2.0	64	.
16	30106	11	48.8	133.9	197.5	1.475	192	2.106	8.7	2.0	64	.
17	30282	12	67.0	201.4	288.8	1.434	289	2.250	10.0	2.1	59	.
18	30214	12	101.2	213.1	345.0	1.619	306	1.749	6.3	2.1	59	.
19	30238	12	7.0	28.5	37.6	1.320	41	2.844	17.7	2.1	59	.
20	30415	13	51.0	114.2	180.7	1.583	164	1.823	6.7	2.2	55	.
21	30907	13	56.3	121.1	194.6	1.606	174	1.774	6.4	2.2	55	.
22	30242	15	19.3	65.6	90.7	1.383	94	2.470	12.3	2.4	49	.
23	30309	15	13.3	23.3	40.7	1.747	33	1.549	5.2	2.4	49	.
24	30905	16	130.9	443.9	614.5	1.384	637	2.465	12.3	2.5	47	.
25	30316	17	28.5	93.2	130.4	1.399	134	2.396	11.5	2.6	45	.
26	30403	18	284.4	1205.0	1576.0	1.308	1728	2.936	19.3	2.7	43	.
27	30304	20	105.6	353.9	491.6	1.389	508	2.443	12.0	2.8	40	.
28	30103	20	131.9	426.8	598.8	1.403	612	2.378	11.3	2.8	40	.
29	30219	22	57.6	230.2	305.3	1.326	330	2.802	17.0	3.0	37	.
30	30286	25	15.5	57.3	77.5	1.353	82	2.634	14.4	3.2	34	.
31	30215	25	33.2	112.6	155.8	1.384	161	2.466	12.3	3.2	34	.
32	30205	27	346.8	1314.0	1766.0	1.344	1884	2.686	15.2	3.3	33	.
33	30234	33	59.3	191.5	268.8	1.404	275	2.375	11.3	3.7	29	.
34	30402	34	184.5	979.5	1220.0	1.246	1405	3.533	34.7	3.7	29	30402
35	31401	38	17.4	67.9	90.5	1.334	97	2.749	16.1	3.9	27	.
36	30224	47	19.8	42.0	67.8	1.615	60	1.757	6.3	4.3	24	.
37	30401	49	197.5	931.7	1189.0	1.276	1336	3.203	25.1	4.4	24	30401
38	30901	51	159.8	400.6	608.9	1.520	574	1.973	7.7	4.4	24	.
39	30201	52	60.1	115.6	193.9	1.677	166	1.649	5.7	4.5	23	.
40	30101	57	49.7	140.6	205.4	1.460	202	2.153	9.1	4.6	22	.
moyenne:					1.434							

03-Mar-89

fichier = STN03jo.WR!

disque = Hydrologie-Québec (B)

Tableau 3

Test d'homogénéité de Langbein - région 04

Station	années	éc.type	Q2.33	Q10	Q10/Q2.33	Q10-mod	y-mod	T-mod	T-inf	T-sup	
1	43010	5	230.8	854.3	1155.0	1.352	1166	2.312	10.6	1.2	161 .
2	41302	5	63.7	311.7	394.7	1.266	426	2.872	18.2	1.2	161 .
3	40203	5	150.7	275.2	471.7	1.714	376	1.433	4.7	1.2	161 .
4	40831	5	0.4	2.2	2.7	1.237	3	3.159	24.0	1.2	161 .
5	46708	5	20.5	50.0	76.7	1.534	68	1.720	6.1	1.2	161 .
6	40833	5	3.1	15.2	19.3	1.265	21	2.883	18.4	1.2	161 .
7	40129	6	4.3	25.2	30.7	1.221	34	3.341	28.8	1.3	126 .
8	46701	6	16.1	65.4	86.3	1.321	89	2.479	12.4	1.3	126 .
9	43115	6	196.0	1180.0	1436.0	1.216	1611	3.399	30.4	1.3	126 .
10	40807	9	98.4	530.8	659.1	1.242	725	3.105	22.8	1.7	79 .
11	43116	10	217.1	1362.0	1645.0	1.208	1860	3.517	34.2	1.8	71 .
12	42606	10	44.0	176.1	233.5	1.326	240	2.452	12.1	1.8	71 .
13	40830	11	348.6	975.0	1429.0	1.466	1331	1.888	7.1	2.0	64 .
14	46706	11	5.3	20.6	27.5	1.339	28	2.381	11.3	2.0	64 .
15	46707	13	5.0	11.4	17.9	1.568	16	1.653	5.7	2.2	55 .
16	46403	14	4.1	11.4	16.8	1.468	16	1.882	7.1	2.3	52 .
17	40814	16	31.5	104.5	145.6	1.393	143	2.133	8.9	2.5	47 .
18	42103	16	23.4	67.7	98.2	1.451	92	1.933	7.4	2.5	47 .
19	40810	17	34.5	105.7	150.6	1.425	144	2.015	8.0	2.6	45 .
20	43012	17	71.5	281.7	374.9	1.331	385	2.423	11.8	2.6	45 .
21	40212	18	6.5	14.2	22.7	1.601	19	1.594	5.4	2.7	43 .
22	40406	18	20.6	101.8	128.6	1.263	139	2.899	18.7	2.7	43 .
23	41903	19	15.1	88.6	108.3	1.222	121	3.332	28.5	2.8	41 .
24	42607	19	9.4	43.1	55.3	1.283	59	2.739	16.0	2.8	41 .
25	41902	21	58.3	220.3	296.2	1.345	301	2.349	11.0	2.9	38 .
26	41901	21	57.4	211.3	286.1	1.354	289	2.302	10.5	2.9	38 .
27	40204	21	122.4	544.0	703.5	1.293	743	2.660	14.8	2.9	38 .
28	40202	24	119.0	503.9	659.0	1.308	688	2.562	13.5	3.1	35 .
29	43009	25	39.1	158.1	209.0	1.322	216	2.475	12.4	3.2	34 .
30	40115	26	8.5	31.7	42.9	1.350	43	2.321	10.7	3.3	33 .
31	43102	27	799.0	3226.0	4268.0	1.323	4405	2.469	12.3	3.3	33 .
32	43008	33	13.3	41.7	59.1	1.417	57	2.042	8.2	3.7	29 .
33	43202	35	263.6	789.0	1133.0	1.435	1077	1.980	7.8	3.8	28 .
34	40401	43	25.5	69.6	102.9	1.478	95	1.855	6.9	4.1	25 .
35	40402	45	37.4	131.8	180.5	1.370	180	2.231	9.8	4.2	25 .
36	40201	51	83.4	289.1	397.8	1.376	395	2.201	9.5	4.4	24 .
37	41301	58	121.6	402.9	561.4	1.393	550	2.130	8.9	4.7	22 .
38	43139	60	225.9	717.4	1012.0	1.410	980	2.066	8.4	4.7	22 .

moyenne: 1.365

03-Mar-89

fichier = STN04jo.MR!

disque = Hydrologie-Québec (C)

Tableau 4

Test d'homogénéité de Langbein - région 05

	Station	années	éc.type	Q2,33	Q10	Q10/Q2,33	Q10-mod	y-mod	T-mod	T-inf	T-sup	
1	52802	5	53.6	161.5	231.3	1.433	241	2.479	12.4	1.2	161	.
2	50811	5	11.8	22.3	37.7	1.688	33	1.773	6.4	1.2	161	.
3	50423	5	82.8	272.5	380.4	1.396	407	2.654	14.7	1.2	161	.
4	51011	6	0.4	0.4	0.9	2.366	1	1.179	3.8	1.3	126	.
5	54201	6	4.2	13.3	18.8	1.415	20	2.560	13.4	1.3	126	.
6	52233	7	35.0	115.1	160.8	1.397	172	2.651	14.7	1.5	104	.
7	50101	9	92.3	454.1	574.4	1.265	677	3.682	40.2	1.7	79	.
8	50403	13	37.1	147.1	195.5	1.329	219	3.079	22.2	2.2	55	.
9	51202	13	14.8	17.9	37.2	2.079	27	1.340	4.3	2.2	55	.
10	51007	15	0.5	1.5	2.2	1.481	2	2.285	10.3	2.4	49	.
11	50305	15	93.7	392.4	514.6	1.311	585	3.219	25.5	2.4	49	.
12	51006	15	8.7	25.8	37.2	1.438	39	2.454	12.1	2.4	49	.
13	51005	15	34.7	101.0	146.2	1.448	151	2.413	11.7	2.4	49	.
14	50402	16	107.5	233.9	374.0	1.599	349	1.950	7.5	2.5	47	.
15	52806	16	0.3	0.6	1.1	1.658	1	1.826	6.7	2.5	47	.
16	52206	17	79.3	149.8	253.1	1.690	223	1.769	6.4	2.6	45	.
17	52219	17	58.2	212.5	288.4	1.357	317	2.881	18.3	2.6	45	.
18	50904	18	16.1	65.7	86.8	1.320	98	3.148	23.8	2.7	43	.
19	50302	18	191.9	661.9	912.1	1.378	987	2.753	16.2	2.7	43	.
20	51502	19	122.5	320.2	479.9	1.499	478	2.226	9.8	2.8	41	.
21	51301	19	158.0	231.0	436.9	1.891	345	1.500	5.0	2.8	41	.
22	50304	19	123.0	607.4	767.7	1.264	906	3.693	40.6	2.8	41	.
23	50903	20	13.4	45.5	63.0	1.383	68	2.723	15.7	2.8	40	.
24	51004	20	0.2	0.5	0.8	1.515	1	2.174	9.3	2.8	40	.
25	52803	20	2.5	4.3	7.5	1.750	6	1.674	5.8	2.8	40	.
26	50701	20	13.6	69.9	87.7	1.254	104	3.816	45.9	2.8	40	50701
27	51003	20	1.4	3.7	5.6	1.499	6	2.224	9.8	2.8	40	.
28	52212	21	50.3	210.7	276.3	1.311	314	3.219	25.5	2.9	38	.
29	51002	21	0.4	1.2	1.8	1.433	2	2.475	12.4	2.9	38	.
30	52805	21	27.5	98.9	134.7	1.362	148	2.847	17.7	2.9	38	.
31	50409	21	45.6	170.3	229.8	1.349	254	2.932	19.3	2.9	38	.
32	50408	21	128.2	455.0	622.1	1.367	679	2.816	17.2	2.9	38	.
33	50135	21	84.1	257.1	366.8	1.426	384	2.505	12.8	2.9	38	.
34	50105	23	23.2	38.0	68.3	1.796	57	1.610	5.5	3.1	36	.
35	50106	24	3.7	7.6	12.4	1.626	11	1.890	7.1	3.1	35	.
36	50117	29	55.5	217.5	289.8	1.333	324	3.049	21.6	3.5	31	.
37	51001	34	96.1	352.1	477.4	1.356	525	2.888	18.5	3.7	29	.
38	50118	42	37.0	110.3	158.5	1.437	165	2.458	12.2	4.1	26	.
39	52801	42	39.3	148.2	199.5	1.346	221	2.954	19.7	4.1	26	.
40	52202	43	62.4	181.9	263.3	1.447	271	2.415	11.7	4.1	25	.
41	52203	45	54.2	204.4	275.1	1.346	305	2.955	19.7	4.2	25	.
42	50104	48	89.6	120.4	237.3	1.970	180	1.425	4.7	4.3	24	.
43	50119	51	43.5	140.8	197.5	1.403	210	2.619	14.2	4.4	24	.
44	50116	53	84.7	225.7	336.1	1.489	337	2.258	10.1	4.5	23	.
45	52601	54	33.4	121.0	164.5	1.360	181	2.862	18.0	4.5	23	.
46	50301	56	140.9	556.9	740.6	1.330	831	3.071	22.1	4.6	23	.
47	52201	56	44.1	98.1	155.5	1.586	146	1.981	7.8	4.6	23	.
48	50102	69	54.5	163.2	234.2	1.435	243	2.466	12.3	4.9	21	.
						moenne:	1.492					

03-Mar-89

fichier = STN05jo.WR!

disque = Hydrologie-Québec (D)

Tableau 5

Test d'homogénéité de Langbein - région 07

Station	années	éc.type	Q2,33	Q10	Q10/Q2,33	Q10-mod	y-mod	T-mod	T-inf	T-sup		
1	76201	5	17.9	132.0	155.4	1.177	183	4.194	66.8	1.2	161	.
2	74903	5	412.5	1764.0	2302.0	1.305	2440	2.679	15.1	1.2	161	.
3	75702	5	474.4	1957.0	2575.0	1.316	2707	2.605	14.0	1.2	161	.
4	76801	6	20.7	78.4	105.4	1.344	108	2.440	12.0	1.3	126	.
5	72503	6	44.0	136.1	193.4	1.421	188	2.099	8.7	1.3	126	.
6	75401	6	173.1	878.9	1105.0	1.257	1216	3.073	22.1	1.3	126	.
7	75704	7	126.1	330.0	494.4	1.498	456	1.864	7.0	1.5	104	.
8	73503	8	280.2	1001.0	1367.0	1.365	1385	2.333	10.8	1.6	89	.
9	74702	8	8.5	40.1	51.2	1.276	55	2.901	18.7	1.6	89	.
10	75703	8	226.1	623.9	918.6	1.472	863	1.934	7.4	1.6	89	.
11	74901	9	560.5	2031.0	2761.0	1.360	2809	2.359	11.1	1.7	79	.
12	72502	10	26.0	91.2	125.0	1.371	126	2.304	10.5	1.8	71	.
13	73802	10	166.6	834.0	1051.0	1.260	1154	3.038	21.4	1.8	71	.
14	75701	11	621.2	2558.0	3368.0	1.317	3538	2.602	14.0	2.0	64	.
15	71401	12	178.8	394.1	627.2	1.591	545	1.661	5.8	2.1	59	.
16	75601	12	148.1	494.6	687.6	1.390	684	2.219	9.7	2.1	59	.
17	70401	13	153.7	519.3	719.7	1.386	718	2.238	9.9	2.2	55	.
18	73502	13	234.0	1062.0	1367.0	1.287	1469	2.808	17.1	2.2	55	.
19	76101	14	375.8	1238.0	1728.0	1.395	1713	2.197	9.5	2.3	52	.
20	74902	16	439.5	1804.0	2377.0	1.318	2495	2.595	13.9	2.5	47	.
21	72302	16	102.8	454.7	588.8	1.295	629	2.752	16.2	2.5	47	.
22	76601	18	508.7	1200.0	1863.0	1.553	1660	1.737	6.2	2.7	43	.
23	70201	18	61.6	135.9	216.2	1.591	188	1.662	5.8	2.7	43	.
24	74701	19	183.9	929.5	1169.0	1.258	1286	3.062	21.9	2.8	41	.
25	72301	20	559.7	2509.0	3239.0	1.291	3471	2.781	16.6	2.8	40	.
26	74601	24	88.3	382.3	497.5	1.301	529	2.705	15.5	3.1	35	.
27	73801	30	425.6	1679.0	2234.0	1.330	2323	2.517	12.9	3.5	31	.
28	73301	32	132.4	192.1	364.7	1.899	266	1.290	4.2	3.6	30	.
						moynnes:	1.383					

03-Mar-89

fichier = STN07jo.MR!

disque = Hydrologie-Québec (E)

Tableau 6
Bassins versants des régions homogènes

Zone étudiée	Région (selon MENVIQ)	Nbre de stations utilisées	Rivière principale	Identification de la rivière
A (Québec)	02 et 05	40	Ouelle	0227
			Du Sud	0231
			Etchemin	0233
			Chaudière	0234
			Bourret	0235
			Aux Chevreuils	0236
			Du Chêne	0237
			Gentilly	0239
			Batiscan	0503
			Ste-Anne	0504
			Portneuf	0507
			Jacques-Cartier	0508
			St-Charles	0509
			Montmorency	0510
			Ste-Anne du Nord	0512
Du Gouffre	0513			
Malbaie	0515			
B (Estrie)	03	36	Nicolet	0301
			St-François	0302
			Yamaska	0303
C (Laurentides)	04	5	Rouge	0402
			Petite Nation	0404
			Gatineau	0408
D (Outaouais)	04	8	Coulonge	0413
			Dumoine	0419
			Maganasipi	0421
			Outaouais	0430
E (Basse Côte-Nord)	07	13	Moisie	0723
			Au Tonnerre	0733
			Maggie	0735
			Romaine	0738
			Nabisipi	0746
			Dany	0747
			Natshquan	0749
			Mécatina	0757
			St-Augustin	0761
			St-Paul	0766
Brador	0768			

Tableau 7

Caractéristiques physiographiques et paramètres a et b (zone A)

Zone A (Québec): 02 et 05

Bassin	a	b	R ²	Erreur type	Caractéristiques physiographiques				
					Aire (km ²)	Élévation (m.)	Pente (%)	Lac et marais (%)	Forêt (%)
022701	0.9924	-0.2466	0.9989	0.0081	841.3	329.3	1.1	1	88
023101	1.0523	-0.2882	0.9985	0.0086	828.4	378.0	1.7	1	74
023107	1.0577	-0.3128	0.9998	0.0031	483.1	338.4	1.3	1	85
023301	1.0514	-0.2772	0.9992	0.0065	1164.6	384.1	1.4	1	63
023401	0.9788	-0.2563	0.9991	0.0067	729.4	207.3	1.1	4	44
023402	1.0634	-0.2831	0.9991	0.0070	5806.9	393.3	1.3	2	69
023421	1.0122	-0.2865	0.9994	0.0050	697.3	353.7	1.4	3	36
* 023422	0.9710	-0.2417	0.9991	0.0073	680.5	384.1	0.9	3	81
023426	1.0656	-0.2844	0.9993	0.0061	4158.4	417.7	1.2	2	81
023428	0.9355	-0.2438	0.9984	0.0089	796.3	463.4	1.4	0	92
023429	1.0247	-0.2776	0.9993	0.0059	3073.7	445.1	1.3	2	87
023432	1.0324	-0.2954	0.9993	0.0057	134.2	188.3	0.0	5	16
023433	0.9315	-0.2235	0.9994	0.0062	380.7	503.0	0.1	1	95
023434	0.8067	-0.1522	0.9990	0.0086	47.4	397.0	0.1	1	65
023435	0.8678	-0.1885	0.9988	0.0089	153.6	342.8	0.1	3	37
023436	0.9030	-0.2344	0.9993	0.0060	150.0	326.8	0.1	2	66
023437	1.1178	-0.2854	0.9978	0.0118	139.9	690.5	0.1	1	94
023438	1.0193	-0.2406	0.9983	0.0107	40.4	316.7	0.1	1	55
023439	0.9601	-0.2578	0.9990	0.0066	112.9	301.9	0.1	0	56
023440	0.9001	-0.2087	0.9992	0.0073	109.8	516.6	0.2	0	84
023501	0.8639	-0.2306	0.9977	0.0097	66.6	146.5	0.0	1	40
023601	1.0050	-0.2439	0.9992	0.0070	55.9	167.7	0.0	10	56
023701	0.9820	-0.2821	0.9990	0.0063	352.2	79.8	0.0	3	61
023902	1.0772	-0.3072	0.9993	0.0057	295.3	71.2	0.0	3	52
050301	1.2818	-0.3593	0.9959	0.0142	4622.4	372.0	0.9	5	85
050304	1.2967	-0.3745	0.9954	0.0141	4390.8	384.1	1.0	5	88
050305	1.3054	-0.3793	0.9932	0.0174	2857.1	429.9	0.9	6	94
050403	1.2797	-0.3527	0.9946	0.0165	618.8	509.1	2.0	2	97
050408	1.2390	-0.3547	0.9967	0.0123	1414.1	506.1	1.9	3	95
050409	1.2505	-0.3632	0.9966	0.0122	639.7	548.8	1.8	4	96
050423	1.1460	-0.3278	0.9991	0.0064	629.6	551.8	1.7	4	96
050424	1.2211	-0.3681	0.9993	0.0050	275.5	329.3	0.9	6	93
050426	1.1372	-0.3105	0.9981	0.0099	214.5	649.4	1.2	4	96
050701	1.2586	-0.3702	0.9987	0.0072	338.3	155.5	1.0	5	58
050903	1.0149	-0.2475	0.9988	0.0092	429.1	271.3	2.3	2	77
050904	1.0666	-0.2765	0.9993	0.0064	434.2	271.3	2.3	2	76
051001	1.1707	-0.3308	0.9983	0.0093	1092.8	725.6	2.5	2	96
051005	1.1689	-0.3300	0.9972	0.0122	281.5	847.6	1.6	3	97
051301	1.2119	-0.3718	0.9994	0.0044	861.9	530.5	3.2	1	91
051502	1.2497	-0.3702	0.9982	0.0085	1627.6	710.4	1.6	3	96

R²: coefficient de détermination

* : station-repère pour la méthode 1

Tableau 8

Caractéristiques physiographiques et paramètres a et b (zone B)

Zone B (Estrie): 03					Caractéristiques physiographiques				
Bassin	a	b	R ²	Erreur type	Aire (km ²)	Élévation (m.)	Pente (%)	Lac et marais (%)	Forêt (%)
030101	1.0126	-0.2589	0.9989	0.0079	520.8	298.8	1.1	1	49
030103	1.0774	-0.2950	0.9990	0.0073	1536.8	237.8	0.9	2	48
030107	0.9246	-0.2324	0.9984	0.0091	140.1	126.4	0.0	1	33
030108	1.1662	-0.3397	0.9993	0.0055	62.9	109.1	0.0	6	43
030109	1.0256	-0.2657	0.9986	0.0089	70.5	256.3	0.1	0	43
030110	0.9538	-0.2556	0.9992	0.0060	250.5	378.7	0.2	0	53
030205	1.2901	-0.3780	0.9980	0.0093	9011.4	350.6	1.2	5	71
030215	1.1840	-0.3455	0.9991	0.0063	496.0	414.6	1.9	4	57
030219	1.0709	-0.2833	0.9987	0.0087	808.2	481.7	1.1	5	89
030224	0.9909	-0.2642	0.9990	0.0074	156.9	338.4	1.2	3	60
030230	1.2721	-0.4121	0.9983	0.0068	380.2	454.3	2.2	4	63
* 030234	1.0813	-0.3065	0.9993	0.0057	631.7	402.4	1.3	4	84
030238	1.0498	-0.2902	0.9991	0.0066	176.5	442.1	1.6	3	88
030239	1.0845	-0.3057	0.9994	0.0051	263.4	451.2	1.4	7	87
030242	1.0179	-0.2818	0.9993	0.0057	199.5	429.9	1.6	3	87
030246	0.9771	-0.2569	0.9993	0.0059	225.6	370.4	0.1	0	74
030260	1.1134	-0.2970	0.9977	0.0113	233.9	326.7	0.1	3	60
030262	0.9923	-0.2549	0.9991	0.0070	279.7	138.0	0.0	1	44
030263	0.9148	-0.2233	0.9989	0.0082	125.4	239.6	0.0	3	53
030273	0.9030	-0.2087	0.9992	0.0073	69.7	365.2	0.1	0	82
030274	1.0289	-0.2617	0.9988	0.0088	102.6	380.6	0.1	2	84
030275	0.8988	-0.2167	0.9990	0.0076	240.0	442.7	0.1	0	74
030304	0.9941	-0.2646	0.9990	0.0070	1475.1	140.2	0.6	5	35
030305	0.7423	-0.1745	0.9982	0.0087	97.1	50.1	0.0	0	5
030309	1.3426	-0.4029	0.9931	0.0175	151.7	192.1	1.2	3	49
030314	1.0188	-0.2700	0.9988	0.0078	200.6	267.5	0.2	0	51
030315	1.0576	-0.3007	0.9992	0.0062	720.6	179.9	0.8	4	47
030316	0.8566	-0.2123	0.9987	0.0079	342.0	57.3	0.2	0	29
030318	0.9460	-0.2270	0.9990	0.0081	261.6	265.1	0.1	0	51
030322	0.9767	-0.2642	0.9989	0.0073	97.6	40.4	0.0	5	11
030323	0.8743	-0.1984	0.9985	0.0096	15.3	205.0	0.0	0	73
030324	1.0683	-0.2602	0.9977	0.0127	73.6	267.7	0.1	0	66
030327	0.6258	-0.1114	0.9985	0.0082	64.0	30.5	0.0	0	5
030328	0.7149	-0.1588	0.9990	0.0066	160.1	29.4	0.0	7	31
030329	0.8415	-0.2062	0.9990	0.0068	32.9	150.5	0.1	0	100
030330	0.8996	-0.2345	0.9996	0.0045	74.9	130.0	0.7	0	100

* : station-repère pour la méthode 1

Tableau 9

Caractéristiques physiographiques et paramètres a et b (zones C,D,E)

Zone C (Laurentides): 04

Bassin	a	b	R ²	Erreur type	Caractéristiques physiographiques				
					Aire (km ²)	Élévation (m.)	Pente (%)	Lac et marais (%)	Forêt (%)
040201	1.3091	-0.3721	0.9942	0.0162	2579.7	420.7	1.1	5	92
040204	1.3413	-0.3896	0.9946	0.0150	5453.6	393.3	1.2	6	89
040402	1.2947	-0.3501	0.9956	0.0149	1970.8	280.5	0.8	9	79
* 040406	1.2518	-0.3408	0.9969	0.0129	2093.6	298.8	0.8	11	83
040810	1.2408	-0.3282	0.9975	0.0117	1624.7	307.9	0.5	8	90

Zone D (Outaouais): 04

Bassin	a	b	R ²	Erreur type	Caractéristiques physiographiques				
					Aire (km ²)	Élévation (m.)	Pente (%)	Lac et marais (%)	Forêt (%)
041301	1.2531	-0.3391	0.9970	0.0123	5110.4	347.6	0.4	10	90
041302	1.1650	-0.2747	0.9972	0.0134	3630.4	362.8	0.4	11	89
041902	1.3918	-0.3830	0.9902	0.0206	3721.4	359.8	0.3	12	88
041903	1.5207	-0.4486	0.9798	0.0239	2106.7	365.9	0.2	13	87
042102	1.2025	-0.3423	0.9990	0.0069	621.6	359.8	0.4	8	91
043008	1.3857	-0.3502	0.9884	0.0228	989.9	317.1	0.3	15	84
043009	1.3015	-0.3555	0.9926	0.0189	1732.5	317.1	0.2	11	84
* 043012	1.2659	-0.3647	0.9976	0.0099	2603.5	320.1	0.4	12	83

Zone E (Basse Côte-Nord): 07

Bassin	a	b	R ²	Erreur type	Caractéristiques physiographiques				
					Aire (km ²)	Élévation (m.)	Pente (%)	Lac et marais (%)	Forêt (%)
072301	1.2720	-0.3541	0.9915	0.0220	18979.6	579.3	1.5	12	88
* 073301	1.0665	-0.2734	0.9994	0.0058	691.7	247.0	1.2	7	93
073502	1.2051	-0.3236	0.9946	0.0181	7596.3	585.4	1.6	10	89
073801	1.2606	-0.3494	0.9933	0.0187	12688.8	542.7	1.1	12	88
074601	1.2201	-0.3344	0.9969	0.0130	2039.8	323.2	1.1	10	86
074701	1.2103	-0.3316	0.9972	0.0123	5738.2	442.1	1.1	11	87
074702	1.0438	-0.2673	0.9989	0.0082	151.7	73.2	0.6	36	18
074901	1.3013	-0.3506	0.9923	0.0198	15583.6	420.7	1.1	10	87
* 074902	1.2422	-0.3519	0.9957	0.0147	11217.9	469.5	1.0	10	90
075701	1.2482	-0.3468	0.9946	0.0172	17894.0	405.5	0.9	9	90
076101	1.1818	-0.3174	0.9965	0.0144	5906.7	405.5	1.0	10	85
076601	1.1891	-0.3409	0.9966	0.0132	6696.0	375.0	0.8	16	60
076801	1.1096	-0.2696	0.9970	0.0142	204.7	262.2	1.2	14	15

* : stations-repères pour la méthode 1

Tableau 10
Equations de régression

Zone	Equations de régression	Coefficient de		Valeurs calculées			Erreur type
		détermination (R ²)	corrélation (R)	min.	max.	moy.	
A (Québec)	a= .74375 + .015 (S) + .06 (E) + .05672 (P) + 3.262 (L) + .189 (F)	0.64	0.80	0.864	1.240	1.074	0.087
	b= -.17071 -.006 (S) -.003 (E) -.0283 (P) - 1.281 (L) - .064 (F)	0.55	0.74	-0.351	-0.211	-0.291	0.041
B (Estrie)	a= .84799 + .021 (S) + .32 (E) +.07293 (P) + 1.226 (L) - .021 (F)	0.50	0.71	0.859	1.289	1.000	0.115
	b= -.20654 - .007 (S) - .092 (E) - .04276 (P) - .57 (L) + .01 (F)	0.55	0.74	-0.376	-0.210	-0.264	0.045
C (Laurentides)	a= 1.18589 + .007 (S) -.05 (E) + .11459 (P)	0.86	0.93	1.238	1.340	1.288	0.031
	b= - .27812 - .004 (S) -.04 (E) - .05870 (P)	0.98	0.99	-0.389	-0.327	-0.356	0.008
D (Outaouais)	a= .51828 - .001 (S) + 1.54 (E) - .7497 (P) + 3.087 (L) + .177 (F)	0.81	0.90	1.181	1.486	1.311	0.095
	b= - .73025 + .002 (S) - 1.32 (E) .27982 (P) + .039 (L) + .839 (F)	0.52	0.72	-0.422	-0.312	-0.357	0.063
E (Basse Côte-Nord)	a= 1.15636 + .005 (S) + .3 (E) - .07957 (P) - .229 (L) - .009 (F)	0.84	0.92	1.048	1.278	1.196	0.041
	b= - .29843 - .001 (S) - .17 (E) .060158 (P) + .0224 (L) - .02 (F)	0.88	0.94	-0.326	-0.299	-0.310	0.015

Caractéristiques physiographiques :

- S : Superficie du bassin versant (1000 km²)
- E : Elévation moyenne du bassin versant (1000 m.)
- P : Pente moyenne du bassin versant (%)
- L : Ratio (lacs et marais)/bassin versant (en décimale)
- F : Ratio forêts/bassin versant (en décimale)

Tableau 11

Bassins choisis pour vérifier les équations de régression

Zone	Bassin	Caractéristiques physiographiques				
		Aire (km ²)	Élévation (m.)	Pente (%)	Lac et marais (%)	Forêt (%)
A (QUEBEC)	050427	181.0	730.0	3.9	3.0	97.0
B (ESTRIE)	024013	233.0	335.0	2.6	1.0	50.0
C (LAURENTIDES)	040127	167.0	334.0	2.4	9.0	83.0
D (OUTAOUAIS)	046701	200.0	50.0	0.5	0.0	15.0
E (BASSE COTE-NORD)	072501	164.0	600.0	1.6	6.0	91.0

Tableau 12

Zone	Equations de régression	Stations choisies pour vérifier les équations de régression	Valeurs obtenues de a et b	T quand D=1	T de la région	
					lim. inf.	lim. sup.
A (Québec)	$a = .74375 + .015 (S) + .06 (E)$ $+ .05672 (P) + 3.262 (L) + .189 (F)$ $b = -.17071 - .006 (S) - .003 (E)$ $-.0283 (P) - 1.281 (L) - .064 (F)$	050427	$a = 1.290$ $b = -0.384$	0.628	0.453	0.633
B (Estrie)	$a = .84799 + .021 (S) + .32 (E)$ $+ .07293 (P) + 1.226 (L) - .021 (F)$ $b = -.20654 - .007 (S) - .092 (E)$ $-.04276 (P) - .57 (L) + .01 (F)$	024013	$a = 1.151$ $b = -0.351$	0.555	0.428	0.592
C (Laurentides)	$a = 1.18589 + .007 (S) - .05 (E)$ $+ .11459 (P)$ $b = -.27812 - .004 (S) - .04 (E)$ $-.05870 (P)$	040127	$a = 1.445$ $b = -0.433$	0.701	0.627	0.664
D (Outaouais)	$a = .51828 - .001 (S) + 1.54 (E)$ $-.7497 (P) + 3.087 (L) + .177 (F)$ $b = -.73025 + .002 (S) - 1.32 (E)$ $.27982 (P) + .039 (L) + .839 (F)$	046701	$a = 0.247$ $b = -0.530$		0.564	0.757
E (Basse Côte-Nord)	$a = 1.15636 + .005 (S) + .3 (E)$ $-.07957 (P) - .229 (L) - .009 (F)$ $b = -.29843 - .001 (S) - .17 (E)$ $.060158 (P) + .0224 (L) - .02 (F)$	072501	$a = 1.188$ $b = -0.321$	0.601	0.547	0.662

Caractéristiques physiographiques :

- S : Superficie du bassin versant (1000 km²)
- E : Élévation moyenne du bassin versant (1000 m.)
- P : Pente moyenne du bassin versant (%)
- L : Ratio (lacs et marais)/bassin versant (en décimale)
- F : Ratio forêts/bassin versant (en décimale)

TABLEAU 13

DEBITS JOURNALIERS (M3/S) DE L'ANNEE 1980 DE LA STATION HYDROMETRIQUE 030234

JANV	FEVR	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
7.58	2.05	.83	26.20	16.10	2.56	2.08	3.46	2.16	6.95	10.30	18.00
8.57	1.97	.81	23.20	14.30	3.54	1.93	2.76	33.70	5.98	10.50	15.50
6.09	1.88	.80	22.20	12.50	7.07	2.93	2.31	33.40	19.20	8.08	47.10
4.96	1.80	.79	20.70	10.70	56.20	2.93	2.11	12.80	34.40	7.81	24.40
4.32	1.72	.77	20.50	9.04	24.20	1.80	1.77	6.66	31.00	13.10	16.40
4.00	1.65	.75	16.70	8.02	13.50	1.83	1.49	4.35	18.20	11.70	13.50
3.65	1.60	.75	14.10	8.94	8.15	1.60	1.43	3.11	13.10	9.62	10.50
3.40	1.54	.74	18.90	10.90	6.36	1.53	1.43	2.34	10.50	29.60	11.90
3.25	1.50	.73	24.80	10.40	14.80	2.05	9.78	1.95	9.69	21.80	67.70
3.05	1.45	.72	51.20	14.00	14.00	1.73	5.12	2.26	8.47	24.10	26.40
3.07	1.40	.72	48.80	11.60	11.40	1.42	2.65	2.47	7.73	18.50	15.70
3.48	1.36	.71	31.50	9.96	8.04	1.41	6.18	3.16	17.00	14.40	13.70
13.50	1.32	.71	58.40	8.29	5.77	1.50	15.50	2.62	20.60	12.30	12.80
12.30	1.29	.71	28.60	8.44	4.18	4.20	7.53	14.40	15.30	11.50	10.90
17.30	1.24	.70	32.70	8.65	3.19	3.13	5.26	33.40	11.30	10.50	9.60
10.00	1.20	.70	31.90	7.37	3.04	5.05	4.80	13.80	9.19	9.12	8.90
7.50	1.17	.73	18.80	5.95	2.74	3.76	6.12	7.79	8.05	7.98	8.30
5.87	1.15	20.30	14.80	5.47	2.23	2.87	3.60	18.90	8.27	8.08	7.40
5.00	1.11	42.00	12.20	11.80	2.03	2.04	2.39	13.30	9.22	7.68	6.90
4.40	1.11	33.80	11.50	10.30	1.92	1.59	2.03	8.53	8.40	7.31	6.50
4.00	1.12	42.10	20.80	7.23	4.27	1.61	1.95	7.04	8.50	6.86	6.10
3.63	1.10	98.90	15.80	5.50	9.01	3.33	1.53	15.50	11.10	7.34	5.70
3.37	1.07	189.00	14.70	4.51	4.98	17.50	1.32	14.20	11.60	6.09	5.40
3.10	1.00	139.00	14.30	3.90	3.05	19.10	1.18	10.90	9.41	8.82	5.00
2.90	.97	117.00	14.90	3.34	2.34	9.50	1.07	6.99	9.25	83.10	4.80
2.75	.92	98.00	40.20	2.80	1.98	4.93	1.01	13.60	18.90	36.20	4.50
2.62	.89	93.90	40.50	2.55	8.69	13.80	1.00	26.30	25.20	18.70	4.25
2.47	.87	124.00	24.20	2.34	6.35	18.40	1.18	16.70	15.60	16.90	4.00
2.37	.85	153.00	18.70	2.15	3.53	8.20	1.15	11.20	12.70	41.20	3.80
2.26	-999.99	137.00	17.70	1.97	2.43	6.24	.98	8.30	10.20	25.50	3.60
2.15	-999.99	37.40	-999.99	1.96	-999.99	5.42	1.09	-999.99	8.93	-999.99	3.50

NOTE : LE TITRE ET LES MOIS NE DOIVENT PAS FAIRE PARTIE DU FICHER D'ENTREES

Tableau 14

ESSAI DU PROGRAMME CHRONO. REPERE = STN 030234. MODULE = 13.26 M3/S
STATION CIBLE: 024013. MODULE = 5.15 M3/S

JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
2.99	.96	.51	9.02	5.92	1.15	.97	1.48	1.00	2.76	3.96	6.55
3.35	.93	.50	8.12	5.34	1.51	.92	1.22	11.14	2.40	4.03	5.73
2.45	.89	.50	7.84	4.72	2.80	1.29	1.05	11.05	6.91	3.17	15.25
2.03	.86	.49	7.37	4.10	18.39	1.29	.98	4.83	11.35	3.07	8.45
1.80	.84	.48	7.31	3.51	8.39	.86	.86	2.66	10.36	4.92	6.03
1.68	.81	.47	6.12	3.14	5.07	.88	.75	1.81	6.61	4.44	5.07
1.55	.79	.47	5.26	3.47	3.20	.79	.73	1.35	4.92	3.71	4.03
1.46	.77	.47	6.83	4.17	2.54	.77	.73	1.07	4.03	9.98	4.51
1.40	.76	.47	8.58	3.99	5.51	.96	3.77	.92	3.74	7.72	22.63
1.33	.73	.47	16.67	5.23	5.23	.84	2.09	1.04	3.31	8.40	9.04
1.34	.72	.47	15.92	4.41	4.35	.73	1.18	1.11	3.04	6.71	5.79
1.49	.71	.46	10.52	3.84	3.16	.72	2.48	1.37	6.22	5.37	5.14
5.07	.69	.46	19.27	3.25	2.33	.76	5.73	1.17	7.34	4.65	4.83
4.65	.68	.46	9.67	3.30	1.75	1.75	2.97	5.37	5.67	4.38	4.17
6.33	.66	.46	10.83	3.37	1.38	1.36	2.14	11.05	4.31	4.03	3.71
3.86	.64	.46	10.59	2.91	1.33	2.06	1.97	5.17	3.57	3.54	3.46
2.96	.63	.47	6.80	2.39	1.21	1.59	2.46	3.07	3.16	3.13	3.25
2.37	.62	7.24	5.51	2.22	1.03	1.27	1.53	6.83	3.23	3.17	2.92
2.04	.61	13.68	4.62	4.48	.95	.95	1.09	5.00	3.58	3.03	2.74
1.82	.61	11.17	4.38	3.96	.91	.79	.95	3.33	3.29	2.89	2.60
1.68	.61	13.71	7.40	2.86	1.77	.80	.92	2.79	3.32	2.73	2.45
1.54	.61	34.51	5.82	2.23	3.50	1.43	.77	5.73	4.24	2.90	2.31
1.44	.60	68.33	5.48	1.87	2.04	6.39	.69	5.29	4.41	2.45	2.19
1.34	.57	49.43	5.34	1.64	1.33	6.88	.64	4.17	3.64	3.43	2.04
1.27	.56	41.21	5.54	1.44	1.07	3.68	.60	2.77	3.58	28.36	1.97
1.22	.54	34.05	13.13	1.24	.93	2.02	.57	5.10	6.83	11.91	1.86
1.17	.53	32.52	13.22	1.14	3.39	5.17	.57	9.05	8.70	6.77	1.77
1.11	.52	43.81	8.39	1.07	2.54	6.68	.64	6.12	5.76	6.18	1.68
1.07	.52	54.79	6.77	1.00	1.51	3.21	.62	4.28	4.80	13.44	1.61
1.04	-999.99	48.73	6.45	.93	1.10	2.50	.56	3.25	3.92	8.80	1.53
1.00	-999.99	12.27	-999.99	.92	-999.99	2.20	.60	-999.99	3.47	-999.99	1.49

ESSAI DU PROGRAMME CHRONO. REPERE = STN 030234. MODULE = 13.26 M3/S
STATION CIBLE: 024013. MODULE = 5.15 M3/S

AR	BR	QMR	AC	BC	QMC	TDL		
1.0813	-.3065	13.26	1.1510	-.3510	5.15	.0010		
ANNEE	OBS	MOYENNE	EC. TYPE	C.V.	MAX	DATE	MIN	DATE
1	366	4.70	7.61	1.62	68.33	23 MAR	.458	15 MAR

TABLEAU 15

DEBITS JOURNALIERS (M3/S) DE L'ANNEE 1980 DE LA STATION HYDROMETRIQUE 030215

JANV	FEVR	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
3.06	2.42	1.94	15.90	11.90	1.25	4.36	2.35	1.31	1.92	4.41	16.60
2.95	2.32	1.14	14.40	10.70	1.61	5.07	1.27	7.05	1.91	4.39	13.70
3.51	1.29	1.45	14.10	8.90	3.12	2.72	1.48	6.55	4.56	3.49	47.80
3.74	1.71	2.05	12.30	7.25	5.31	1.75	1.44	2.73	10.50	3.86	18.10
3.81	2.40	1.89	13.80	6.39	5.07	1.35	.93	2.65	15.60	5.73	12.90
3.63	2.20	1.86	11.60	5.70	4.89	1.20	1.08	3.41	8.67	7.53	11.10
4.01	2.26	1.91	7.09	7.89	3.36	1.15	1.26	2.48	4.97	6.24	9.64
3.58	2.14	1.75	10.10	10.50	2.91	1.06	1.03	2.24	4.13	15.40	11.40
2.94	2.15	1.10	13.70	9.58	4.06	.80	6.20	2.37	3.73	14.40	57.90
3.05	1.17	1.23	26.50	9.29	4.83	1.30	4.02	2.88	4.06	12.60	41.60
3.47	1.51	1.86	33.70	7.92	4.11	.97	2.17	2.69	3.73	10.10	17.80
13.30	2.15	1.85	23.50	7.26	3.70	.76	2.69	2.46	7.01	7.49	9.76
12.60	1.95	1.74	34.50	6.49	3.19	.83	3.93	2.11	8.00	7.02	8.00
7.33	2.08	1.56	22.80	5.55	2.45	.95	4.64	3.63	6.04	6.47	7.30
12.70	2.07	1.73	22.10	5.19	2.42	1.32	3.19	8.25	4.15	5.82	6.90
10.20	1.95	1.20	32.60	4.66	3.29	1.08	2.10	5.36	3.76	5.07	6.50
6.97	1.19	1.17	20.00	3.30	3.66	1.55	2.75	3.45	3.31	4.17	5.70
5.72	1.50	13.00	15.20	2.34	3.09	.66	2.64	4.55	3.13	4.59	5.20
5.24	2.21	33.40	11.20	6.40	2.90	.69	1.70	5.66	3.15	3.90	4.80
4.89	2.15	19.30	10.70	6.65	2.81	.79	1.51	3.62	3.19	5.30	4.40
4.36	2.21	23.60	13.50	4.11	3.59	.93	1.41	2.74	3.23	4.67	4.20
3.23	2.38	25.80	11.80	2.96	3.80	2.18	1.26	2.83	3.72	5.04	3.95
3.07	1.96	24.30	9.98	2.48	3.45	3.02	1.11	2.72	3.74	5.37	3.80
3.30	1.20	16.60	9.61	2.21	2.99	4.44	1.31	4.42	3.18	5.72	3.65
3.01	1.38	13.00	10.30	2.01	2.39	3.26	1.43	3.08	2.46	67.20	3.50
2.51	2.00	11.40	22.60	1.85	1.65	1.83	1.53	2.99	9.72	31.30	3.40
1.47	1.96	9.29	32.50	1.66	3.88	1.62	.97	5.15	20.10	13.40	3.25
2.03	1.67	10.60	17.20	1.52	3.61	3.25	1.66	4.98	11.00	12.40	3.20
2.92	1.93	15.80	13.70	1.41	2.66	2.43	1.85	3.19	7.77	52.30	3.10
2.48	-999.99	17.90	13.90	1.33	2.17	1.73	1.64	2.33	5.38	29.30	3.03
2.47	-999.99	20.70	-999.99	1.18	-999.99	2.45	1.44	-999.99	4.75	-999.99	2.95

NOTE : LE TITRE ET LES MOIS NE DOIVENT PAS FAIRE PARTIE DU FICHER D'ENTREES

TABLEAU 16

DEBITS JOURNALIERS SYNTHETIQUES GENERES PAR PROPORTION D'AIRES

PROGRAMME CHRONO. REPERE = STN 030215
STATION CIBLE: 024013.

JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
1.19	.94	.75	6.16	4.61	.49	1.69	.91	.51	.75	1.71	6.45
1.15	.90	.44	5.59	4.15	.63	1.97	.49	2.74	.74	1.70	5.32
1.36	.50	.56	5.48	3.45	1.21	1.06	.58	2.54	1.77	1.36	18.52
1.45	.66	.80	4.78	2.82	2.07	.68	.56	1.06	4.08	1.50	7.02
1.48	.94	.74	5.37	2.48	1.97	.52	.36	1.03	6.06	2.23	5.00
1.41	.85	.73	4.50	2.22	1.90	.47	.42	1.32	3.37	2.92	4.32
1.56	.88	.74	2.75	3.06	1.30	.45	.49	.97	1.93	2.42	3.75
1.39	.83	.68	3.93	4.08	1.13	.41	.40	.87	1.61	5.97	4.43
1.15	.84	.43	5.32	3.72	1.58	.31	2.40	.92	1.45	5.59	22.42
1.19	.45	.48	10.26	3.61	1.87	.50	1.56	1.12	1.58	4.89	16.11
1.35	.59	.73	13.13	3.08	1.60	.37	.84	1.05	1.45	3.93	6.92
5.17	.84	.72	9.13	2.82	1.44	.30	1.05	.95	2.73	2.91	3.78
4.89	.75	.67	13.41	2.52	1.24	.32	1.53	.82	3.10	2.73	3.10
2.85	.81	.61	8.88	2.15	.95	.37	1.80	1.41	2.35	2.51	2.84
4.94	.80	.67	8.56	2.02	.94	.51	1.24	3.21	1.61	2.26	2.68
3.96	.75	.47	12.62	1.81	1.28	.42	.81	2.08	1.46	1.97	2.53
2.71	.46	.45	7.77	1.28	1.42	.60	1.07	1.34	1.28	1.62	2.22
2.22	.58	5.06	5.90	.91	1.20	.26	1.03	1.77	1.21	1.78	2.02
2.04	.86	12.91	4.35	2.49	1.13	.27	.66	2.19	1.22	1.52	1.87
1.90	.84	7.49	4.15	2.58	1.09	.31	.59	1.41	1.24	2.06	1.71
1.69	.86	9.16	5.24	1.60	1.39	.36	.55	1.06	1.25	1.81	1.63
1.25	.92	10.01	4.58	1.15	1.48	.85	.49	1.10	1.45	1.96	1.53
1.19	.76	9.40	3.87	.97	1.34	1.17	.43	1.06	1.45	2.09	1.48
1.28	.47	6.45	3.73	.86	1.16	1.72	.51	1.72	1.23	2.22	1.42
1.17	.54	5.06	4.00	.78	.93	1.26	.56	1.20	.95	26.07	1.36
.98	.78	4.43	8.77	.72	.64	.71	.60	1.16	3.77	12.16	1.32
.57	.76	3.61	12.59	.65	1.51	.63	.37	2.00	7.80	5.21	1.26
.79	.65	4.12	6.69	.59	1.40	1.26	.65	1.93	4.27	4.82	1.24
1.13	.75	6.13	5.32	.55	1.03	.94	.72	1.24	3.02	20.34	1.20
.97	-999.99	6.95	5.40	.52	.84	.67	.64	.91	2.09	11.34	1.18
.96	-999.99	8.04	-999.99	.46	-999.99	.95	.56	-999.99	1.84	-999.99	1.15

PROGRAMME CHRONO . REPERE = STN 030215
STATION CIBLE: 024013.

AR	BR	QMR	AC	BC	QMC	TOL		
1.0000	-.3000	13.26	1.0000	-.3000	5.15	.0010		
ANNEE	OBS	MOYENNE	EC. TYPE	C.V.	MAX	DATE	MIN	DATE
1	366	2.55	3.25	1.28	26.07	25 NOV	.256	18 JUL

Tableau 17

STATION 024003. RIVIERE BECANCOUR A 2,1 KM EN AMT. DE LA PALMER. B.V.=922 KM2

	922	1	1980	1	12	2	3	1	23	200								
0.0	85.0			1500.	manteau de neige initial (mm)													
0.0	30.0			1150.	rétention de surface au début (mm)													
0.0	0.0			1150.	rétention hypodermique initiale (mm)													
0.0	75.00			1150.	stockage initial de l'aquifère (mm)													
0.0	147.0			500.	potentiel d'évapotranspiration (mm)													
0.0	0.784			2.0	facteur d'ajustement de la précipitation													
0.0	0.740			1.0	fraction d'évapotr. de la pluie/neige													
-5.	-1.5			5.0	température de démarcation pluie/neige													
0.0	0.10			1.0	coefficient de ruissellement													
0.0	200.0			1500.	rétention de surface maximale													
0.0	0.230			1.0	fraction infiltrée de la pluie													
0.0	0.090			1.0	taux de fonte de la neige													
0.0	0.40			1.0	taux de fonte causée par la pluie													
-5.	-0.0			5.0	point de fusion de la neige													
0.0	0.0285			1.0	fraction de la fonte écoulée													
0.0	0.01			1.0	contribution de la fonte à l'hypodermique													
0.0	0.155			1.0	coefficient d'écoulement hypodermique													
0.0	0.245			1.0	coeff. d'alimentation de l'aquifère													
0.0	0.004			1.0	coefficient de résurgence													
0.0	2.0			50.	temps de réponse du ruissellement (jours)													
0.0	3.0			50.	t.d.r. de la fonte écoulée (jours)													
0.0	7.0			50.	t.d.r. de l'écoulement hypodermique (jours)													
0.0	14.0			50.	t.d.r. de la résurgence (jours)													
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	20																	
6	775	2	2	50														
-10.5	-9.3	-17.0	-15.3	-14.5	-15.5	-8.5	-7.0	-10.0	-14.5	-4.0	-9.0	-9.0	-3.0					
0.0	-9.5	-7.5	-1.0	0.0	-10.0	-15.0	-13.5	-7.0	-22.0	-19.5	-15.8	-12.0	-12.3					
-17.3	-17.5	-19.0	-15.5	-18.0	-16.3	-15.5	-13.5	-11.0	-11.0	-11.5	-11.5	-12.3	-12.5					
-9.0	-12.0	-7.5	-12.5	-12.0	-14.5	-11.5	-6.5	0.8	-3.5	-11.5	-7.0	-7.0	-6.0					
-19.5	-19.5	-13.5	-18.5	-20.5	-20.0	-15.0	-8.0	-5.0	-8.5	-8.0	-6.0	-3.0	-3.5					
-4.5	-16.5	-14.0	-8.0	-10.0	-12.0	-2.3	0.5	-7.5	1.0	1.5	2.5	1.5	1.5					
1.0	0.0	2.0	3.0	4.0	1.5	1.0	2.0	4.5	1.0	0.0	1.5	-3.5	2.5					
4.0	8.0	7.0	4.5	5.0	3.5	6.0	6.5	-0.5	-2.5	2.5	1.5	9.3	1.0					
0.5	2.5	7.5	11.0	8.0	7.8	9.0	11.3	7.0	14.0	13.0	13.0	5.5	5.8					
9.5	7.5	8.5	7.3	8.0	12.0	13.0	12.0	8.5	9.5	12.5	10.5	12.5	12.5					
12.0	15.0	16.8	13.5	14.0	11.0	6.5	8.0	6.5	11.0	14.5	19.0	14.0	15.0					
15.5	12.0	13.5	13.5	16.8	11.5	2.5	5.0	5.5	9.5	15.5	20.0	14.0	10.5					
11.0	11.0	15.5	14.5	12.0	15.0	17.5	19.5	22.5	23.0	16.0	10.5	14.5	14.5					
15.5	17.5	15.5	18.0	17.5	13.5	14.5	15.5	14.0	16.0	19.8	11.0	14.5	17.5					
19.3	22.0	16.0	17.5	17.5	21.3	18.5	18.5	20.3	19.5	19.5	19.5	17.8	22.5					
21.0	22.0	19.0	21.3	21.3	18.0	20.3	20.5	22.0	21.8	22.5	18.5	16.0	17.3					
15.3	16.0	15.5	17.5	13.5	16.3	16.5	17.8	16.0	17.0	17.5	17.8	17.8	18.8					
20.3	18.5	14.8	14.5	16.5	20.0	20.0	21.8	16.5	13.0	17.5	16.5	13.0	9.5					
9.0	11.5	10.0	7.0	9.5	11.0	12.0	11.3	12.5	6.5	6.5	12.0	12.5	14.0					
12.0	4.5	7.0	9.5	3.0	4.5	2.5	9.0	12.3	15.5	9.5	5.3	6.5	6.5					
6.0	8.0	2.3	2.0	4.0	7.5	1.8	0.5	1.5	3.3	6.0	14.3	8.5	1.0					
-1.0	0.0	-1.5	2.0	4.5	1.5	-1.8	-1.0	-3.5	0.5	2.0	-0.3	-3.0	-3.0					
4.8	1.5	-4.3	1.0	-3.0	-4.5	-0.5	-4.0	-3.5	-2.5	-1.5	-5.5	-8.5	-7.5					
-5.5	-6.3	-4.5	-0.8	-2.0	0.0	2.0	0.3	-8.3	-8.3	-2.8	-0.5	-3.5	-0.5					
-0.5	-4.0	-15.0	-12.5	-10.5	-7.5	-0.5	-7.5	-9.5	-22.0	-16.0	-10.0	-17.0	-24.0					
-19.0	-16.0	-15.0	-14.5	-23.5	-21.5	-19.0	-11.0	-5.5	-30.0	-21.5	-12.5	-9.5	-1.0					
-14.0	-22.0																	
-9.8	-9.0	-16.0	-14.3	-15.8	-15.0	-9.8	-6.5	-11.5	-17.5	-4.0	-9.0	-7.5	-1.8					
-2.8	-8.0	-5.5	0.5	1.0	-9.0	-14.3	-13.0	-5.0	-20.5	-18.0	-13.8	-10.5	-11.3					
-16.3	-16.5	-18.0	-13.5	-16.5	-15.0	-13.5	-13.8	-11.8	-13.0	-11.0	-14.3	-15.3	-13.5					
-9.0	-13.0	-7.8	-11.0	-12.0	-13.8	-9.3	-6.5	2.0	-4.3	-13.0	-5.5	-7.8	-7.5					
-19.0	-21.8	-13.8	-17.3	-19.0	-21.3	-16.5	-8.8	-4.3	-6.0	-7.0	-6.8	-1.8	-3.5					

Tableau 17 (suite)

-4.0	-14.0	-12.8	-6.3	-7.8	-11.5	-2.5	1.3	-5.5	0.3	2.3	4.3	1.5	0.5
2.8	1.0	2.5	2.8	5.0	1.3	0.0	1.8	3.8	1.8	-0.5	2.5	-2.3	2.5
6.5	8.8	8.8	6.0	6.5	4.8	7.0	7.5	0.0	-1.0	3.5	1.5	8.0	2.0
2.5	3.5	7.8	9.8	7.8	7.5	10.0	13.3	12.0	13.3	10.8	10.8	6.5	4.5
10.8	9.3	8.8	7.0	9.0	11.0	13.5	9.5	10.3	7.5	11.8	9.5	11.0	13.5
10.0	13.8	17.8	13.5	14.3	10.5	7.0	10.5	7.0	9.0	12.5	19.8	14.3	16.3
16.5	13.5	14.5	13.0	14.5	13.0	6.0	7.5	8.3	12.0	16.0	19.8	14.3	11.5
12.5	11.5	15.8	16.0	13.5	15.3	17.0	20.5	22.0	22.8	17.5	11.8	14.0	15.5
15.3	18.8	16.5	18.0	16.5	14.0	13.5	14.8	15.3	15.3	19.5	11.8	13.5	18.5
20.8	22.5	15.8	16.8	17.0	21.8	18.3	19.3	20.3	19.0	18.3	20.0	17.8	22.8
20.5	22.0	19.8	21.5	21.8	18.5	20.8	19.8	21.0	22.0	23.0	18.8	17.5	16.8
16.0	17.0	15.0	18.5	13.8	14.0	15.5	16.8	17.0	16.3	17.1	17.9	18.8	17.3
21.3	20.0	15.5	13.0	15.0	21.0	21.0	23.0	17.0	12.3	17.5	18.3	12.5	8.5
8.8	12.0	11.5	8.0	9.0	11.0	12.0	9.8	13.0	7.5	6.3	11.8	13.0	14.3
12.3	4.5	8.8	10.5	4.5	4.8	2.0	8.0	13.5	15.5	9.3	6.0	8.0	7.0
6.5	8.5	3.8	1.8	2.5	7.0	3.0	0.0	1.5	2.5	5.5	13.5	8.5	0.5
0.0	0.8	-0.3	1.8	2.5	2.5	-1.0	-2.0	-2.0	1.5	4.0	1.0	-0.8	-2.5
4.5	0.5	-3.0	1.8	-4.0	-4.0	-0.3	-3.0	-2.3	-2.3	-1.8	-4.3	-8.0	-6.0
-5.3	-6.8	-4.0	0.0	-0.8	0.5	-0.3	0.3	-7.8	-8.5	-3.0	-1.0	-2.3	0.8
-0.5	-4.8	-13.5	-13.3	-10.5	-8.8	1.0	-6.3	-8.0	-21.3	-16.8	-9.8	-17.5	-22.8
-17.5	-18.0	-16.5	-16.0	-26.0	-22.0	-22.3	-8.8	-6.3	-31.0	-22.3	-11.5	-12.5	-0.8
-15.3	-21.0												
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	7.4
0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	3.0	2.0	0.0	3.0	3.0	0.0	1.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
0.5	1.5	1.0	0.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	10.5	2.0
0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	3.0	1.0	3.0	0.0	18.0
6.0	0.0	6.0	16.0	0.0	0.0	18.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	4.5	0.3	0.0	0.0
0.0	22.2	4.4	1.0	8.3	0.0	7.0	3.0	0.0	0.0	1.2	0.0	1.2	3.0
0.0	3.0	0.0	6.0	8.0	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.1	1.0	0.0	0.2	0.3	2.3	0.0	1.2	6.4	0.0	0.0	0.0	24.2	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	1.3	1.4
0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	16.2	3.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0
0.0	4.0	0.0	10.3	3.4	0.0	3.0	16.0	0.0	39.1	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	5.0	0.0	0.0	15.5	0.0	0.0	11.4	0.0	0.0	4.0	8.3	2.3	0.0
25.2	3.0	10.2	0.0	3.1	2.0	5.3	18.2	23.5	0.0	0.0	1.0	4.2	0.0
5.0	0.0	0.0	6.0	1.0	5.3	0.0	1.0	2.0	3.0	72.0	0.0	0.0	3.2
7.2	0.0	4.3	3.2	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
4.0	14.0	0.0	0.0	6.2	12.4	6.2	7.3	0.0	0.0	0.2	1.2	0.0	0.0
12.3	4.0	31.0	0.0	25.0	3.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	9.2	4.1	6.2
0.0	0.0	7.1	17.5	6.4	0.0	0.0	14.3	0.0	12.0	12.0	4.3	1.1	0.0
0.0	12.3	0.0	0.0	13.0	5.3	3.3	0.0	0.0	0.0	4.3	0.2	0.0	3.2
4.2	0.0	0.0	0.0	8.2	14.2	5.0	0.0	0.0	0.0	18.4	1.0	0.0	0.0
3.2	0.0	5.0	12.0	0.0	6.2	1.0	1.0	1.0	5.0	1.0	1.0	0.0	1.0
1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	1.0	0.0	0.0	7.3	1.0	2.0	0.0
20.3	20.0	3.0	0.0	0.0	0.0	23.0	1.0	4.0	0.0	11.0	3.0	2.0	5.0
6.0	1.0	7.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	3.0	0.0	7.0	0.0	7.0	2.0
0.0	0.0												
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	16.4	0.0	0.0	7.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	2.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	10.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	0.0	9.0	0.0	7.0
4.0	0.0	3.0	14.0	0.0	0.0	16.3	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	4.5	3.0	0.0	0.0
0.0	28.0	0.3	1.0	7.4	0.0	10.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	3.3	1.0
0.0	2.3	0.0	8.0	6.5	0.5	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.2	1.0	0.0	0.0	0.6	2.0	0.0	2.3	5.0	0.0	0.0	0.0	27.0	0.0
0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.3	1.2

Tableau 17 (suite)

0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	39.3	5.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	0.0				
0.0	4.6	0.0	13.6	1.2	0.0	2.0	47.0	0.0	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0				
3.0	7.2	0.0	0.0	14.4	0.0	0.0	12.6	0.0	1.4	5.5	5.3	0.6	0.0	0.0				
12.4	4.3	13.5	0.0	5.3	0.2	5.4	3.5	28.3	0.3	0.0	1.1	3.0	0.0	0.0				
3.2	0.0	0.0	7.0	2.0	6.0	0.0	1.0	2.4	1.2	39.0	0.0	0.0	4.4	0.0				
9.2	0.0	3.4	5.3	4.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0				
5.0	8.0	0.0	0.0	3.0	19.2	10.4	9.2	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
11.4	3.4	32.0	0.0	23.3	5.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	9.3	3.2	8.0	0.0				
1.0	0.0	6.0	14.6	6.0	0.0	0.0	18.0	0.0	10.0	11.0	7.2	0.0	0.0	0.0				
0.0	12.4	0.0	0.0	18.5	4.1	2.2	0.0	0.0	0.0	7.0	2.0	1.0	3.0	0.0				
4.6	1.4	0.0	0.0	16.7	22.3	0.0	0.0	2.0	0.0	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0				
5.2	1.0	4.0	11.1	0.0	9.0	1.2	0.0	1.0	5.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0				
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	8.0	0.0	0.0	2.0	4.0	0.0	0.0	0.0				
16.3	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.3	0.0	5.0	0.0	10.0	0.0	2.0	7.0	0.0				
10.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	6.0	0.0	5.0	1.0	6.0	4.0	0.0				
0.0	0.0																	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	3.8	0.0				
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.5	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0				
0.0	0.0	0.5	0.0	7.6	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	9.4	0.0	0.0				
0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	1.0	0.0	6.6	0.0	12.7	0.0				
15.2	0.0	2.5	15.2	0.0	0.0	13.5	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
0.0	27.4	0.5	0.0	5.6	0.0	13.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0				
0.0	10.2	0.0	6.6	13.5	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
8.4	0.5	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	2.0	3.6	0.0	0.0	0.0	21.4	0.0	0.0				
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	2.5	2.5	0.0				
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0				
0.0	2.0	0.0	10.2	1.8	0.0	4.6	45.8	0.0	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
1.5	10.4	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0	11.4	0.0	4.1	7.1	5.0	2.0	0.0	0.0				
9.9	0.0	12.2	0.0	5.6	0.5	2.3	23.1	30.0	0.0	0.3	0.0	0.5	0.0	0.0				
0.3	0.0	0.0	2.0	0.5	5.6	0.0	0.0	1.8	6.1	54.6	0.0	0.0	0.0	0.0				
12.7	0.0	5.3	3.6	6.9	0.0	0.0	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0				
6.1	8.6	0.0	0.0	3.6	4.3	26.7	9.9	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0				
13.2	0.5	30.5	0.0	22.1	10.9	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	3.8	3.3	6.6	0.0				
0.0	0.0	6.3	10.9	6.1	0.0	0.0	18.5	0.0	9.6	14.0	6.8	0.0	0.0	0.0				
0.0	8.4	0.0	0.0	13.3	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.5	1.0	0.0				
2.0	2.0	0.0	0.0	27.9	8.1	0.5	1.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0				
4.6	0.0	4.0	12.7	1.0	10.7	7.1	3.0	3.0	5.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0				
1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.3	10.1	0.0	0.0	19.8	0.0	1.5	0.0	0.0				
7.1	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	0.0	8.1	0.0	8.6	0.0	2.0	6.1	0.0				
15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	7.6	0.0	1.5	1.0	5.1	5.1	0.0				
0.0	0.0																	
18.2	14.4	12.0	10.3	9.0	7.6	7.3	7.0	6.8	7.0	14.0	11.0	8.4	9.0	14.0	30.0	19.5	13.0ETC...
3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8ETC...
1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.0ETC...
53.3	53.2	53.9	50.2	45.6	38.8	32.0	31.0	40.6	82.0	103.0	106.0	99.6	80.6	80.6	71.0	59.8	49.1ETC...
39.9	38.6	35.0	29.9	24.9	20.7	19.8	18.3	16.6	15.3	14.1	13.4	12.2	12.4	14.4	12.6	11.5	11.0ETC...
6.2	5.7	5.4	5.3	5.0	4.7	4.4	4.6	6.3	5.7	5.2	4.8	4.6	4.1	3.7	3.9	3.6	3.2ETC...
20.6	15.0	11.7	9.1	7.6	8.5	7.7	8.6	10.7	9.6	9.1	8.5	8.0	7.6	6.9	7.7	8.4	11.5ETC...
11.0	9.9	8.8	8.9	8.4	7.9	7.7	7.5	28.9	32.5	38.4	34.7	29.7	23.2	19.9	17.2	16.6	13.9ETC...
4.6	9.0	26.0	16.0	12.2	9.3	7.9	6.9	6.1	5.8	10.0	17.0	21.3	23.0	45.0	40.0	33.5	29.0ETC...
38.2	36.8	40.9	46.9	51.5	51.1	45.7	38.9	36.4	31.8	30.5	33.9	34.1	33.1	30.2	26.5	22.7	21.4ETC...
32.2	31.8	31.9	30.4	29.8	28.7	30.2	40.8	39.3	43.8	41.3	36.8	31.8	27.4	23.7	20.2	17.6	15.5ETC...
29.2	26.2	34.0	32.4	31.5	28.6	26.3	23.6	23.5	24.5	21.0	19.0	17.7	16.5	15.7	14.6	13.9	13.2ETC...

Figure 1

TEST DE LANGBEIN

Vérification d'homogénéité hydrologique – région 02

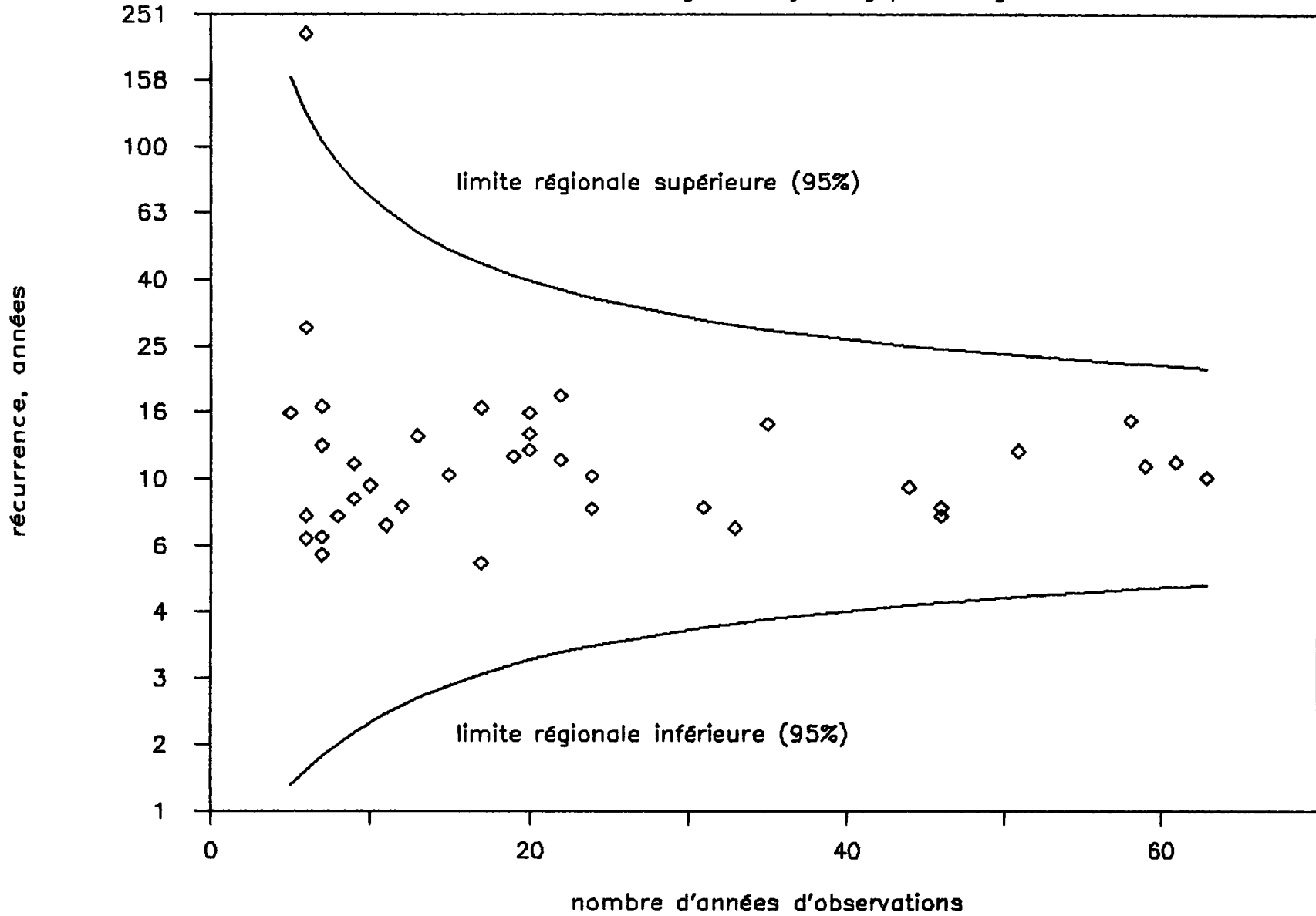


Figure 2

TEST DE LANGBEIN

Vérification d'homogénéité hydrologique – région 03

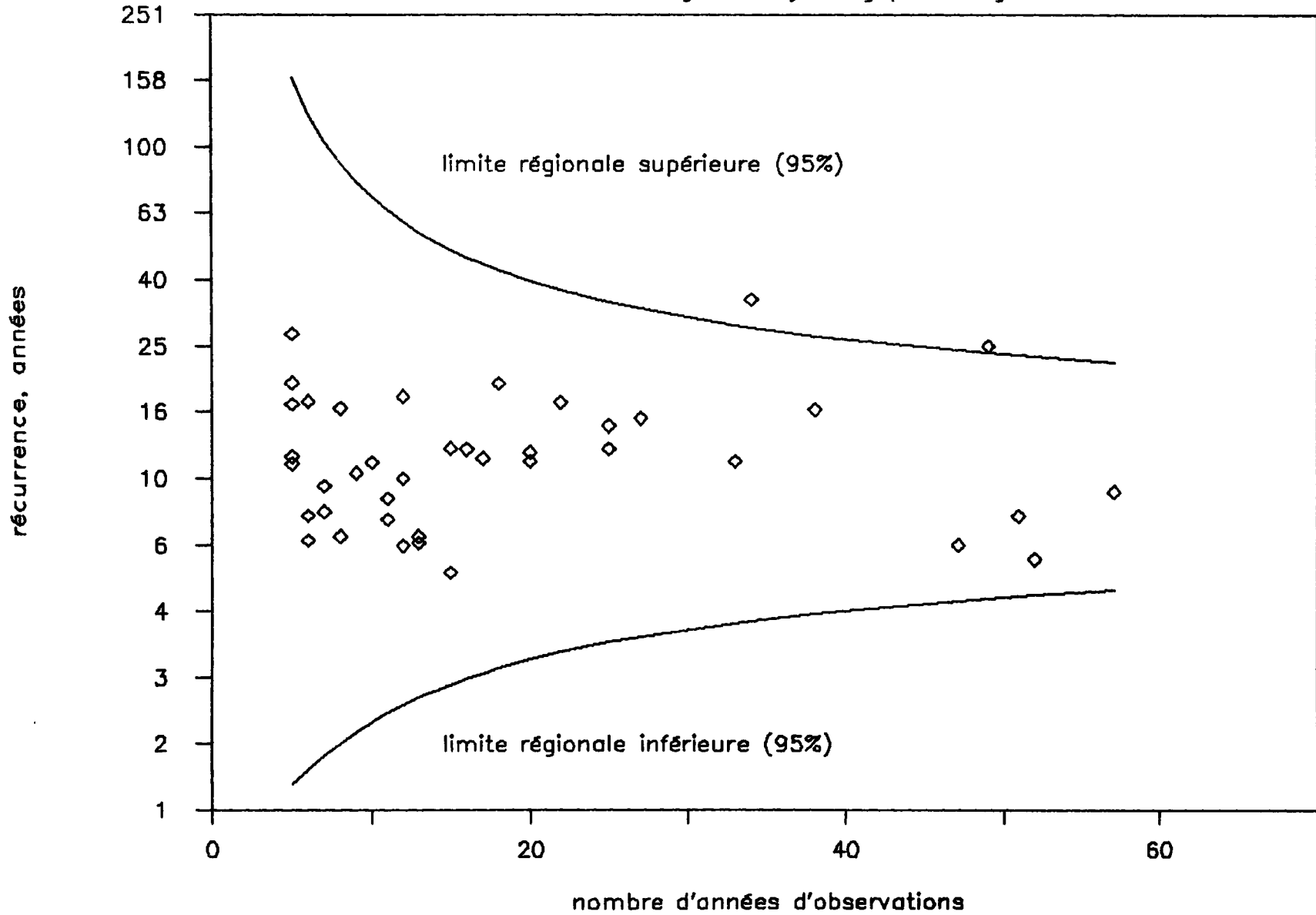


Figure 3

TEST DE LANGBEIN

Vérification d'homogénéité hydrologique – région 04

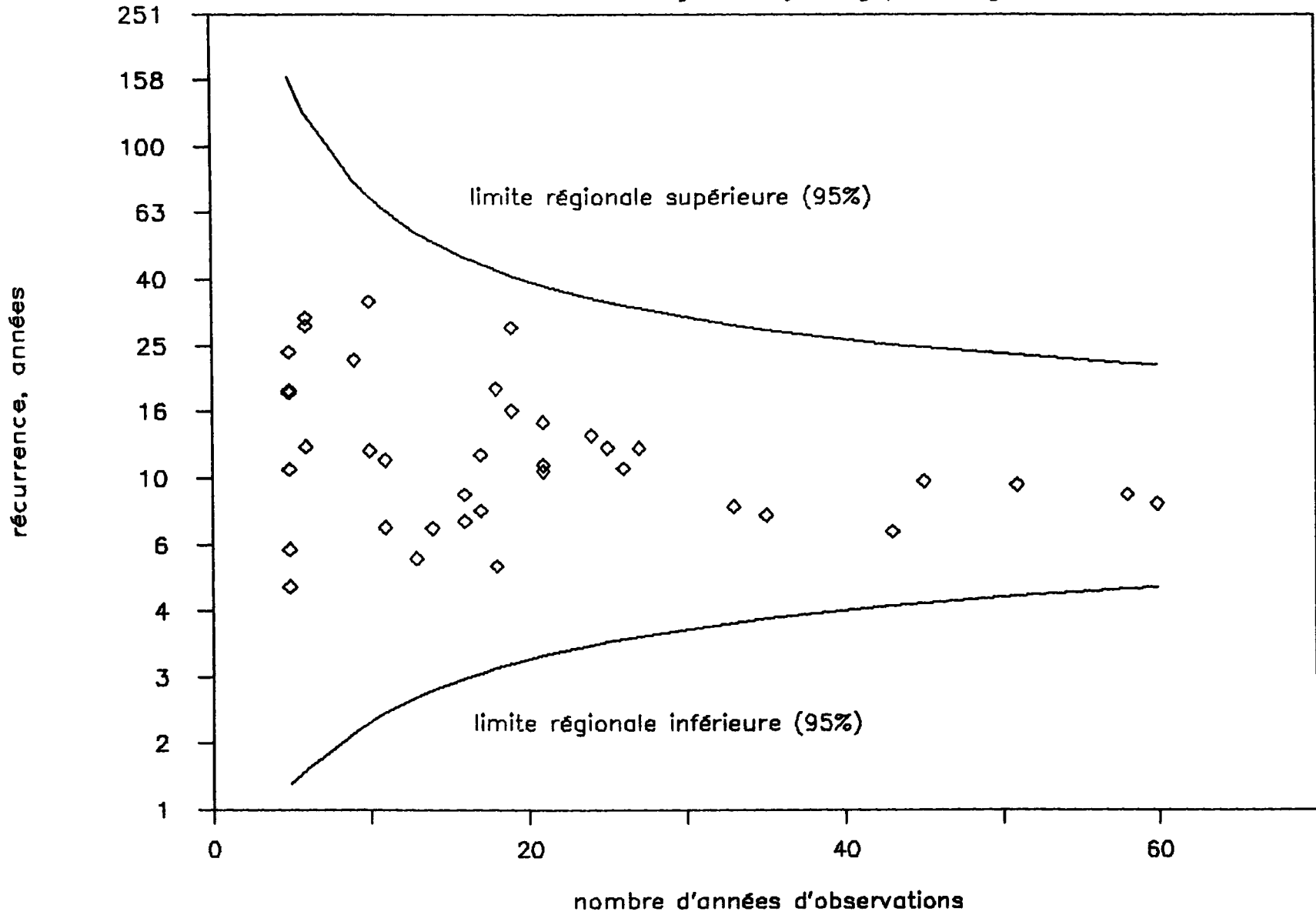


Figure 4

TEST DE LANGBEIN

Vérification d'homogénéité hydrologique – région 05

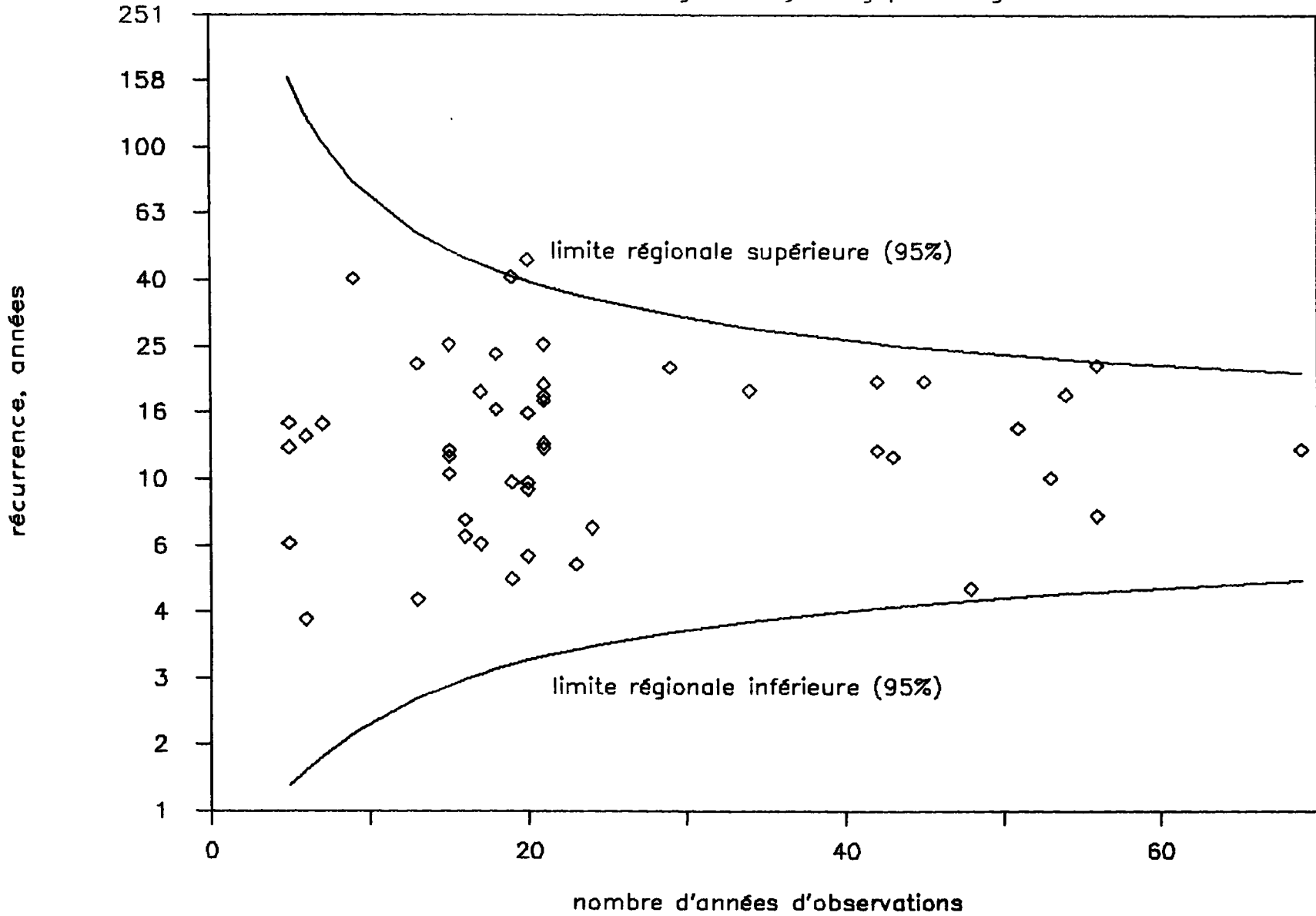


Figure 5

TEST DE LANGBEIN

Vérification d'homogénéité hydrologique – région 07

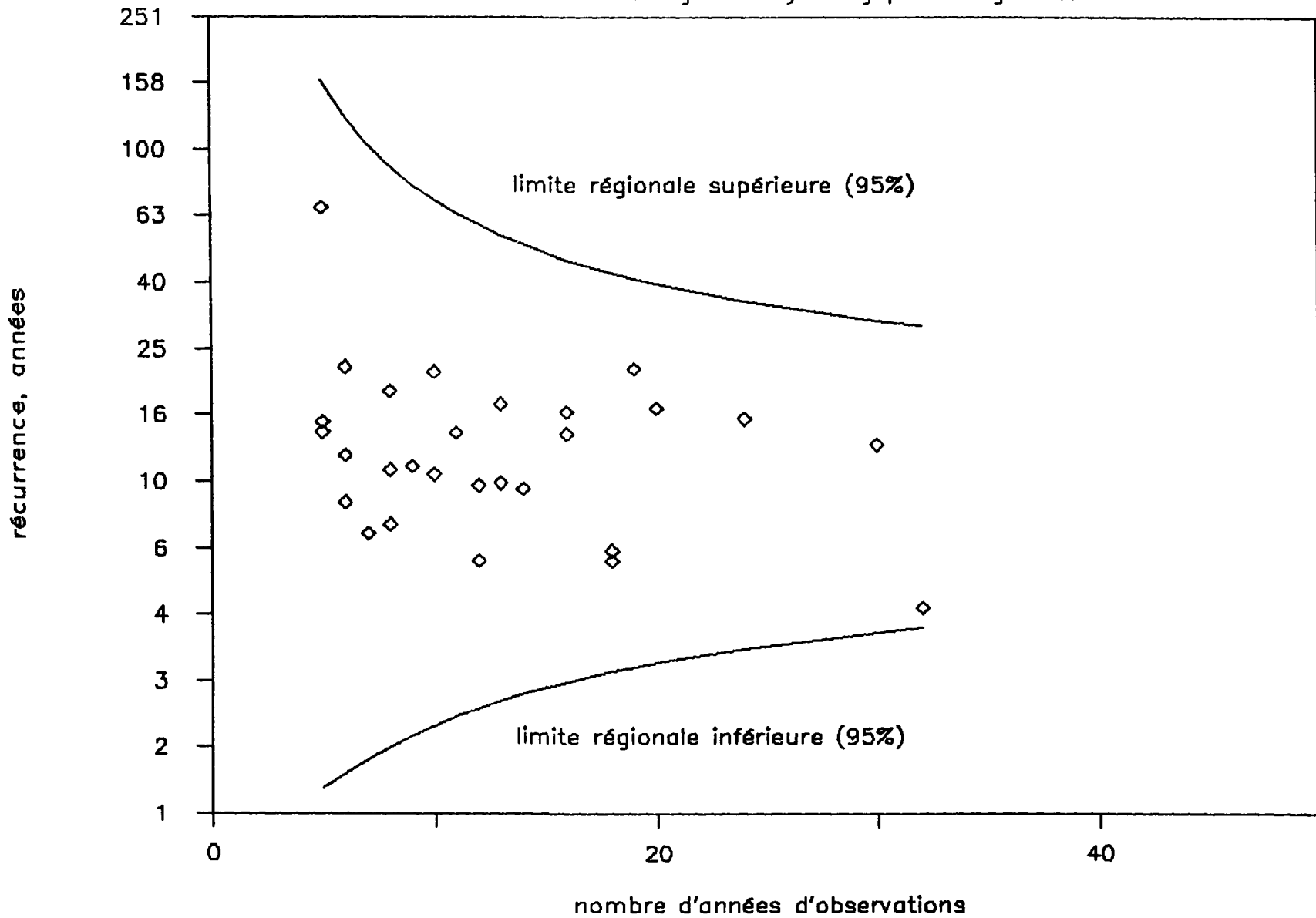


Figure 6 a)

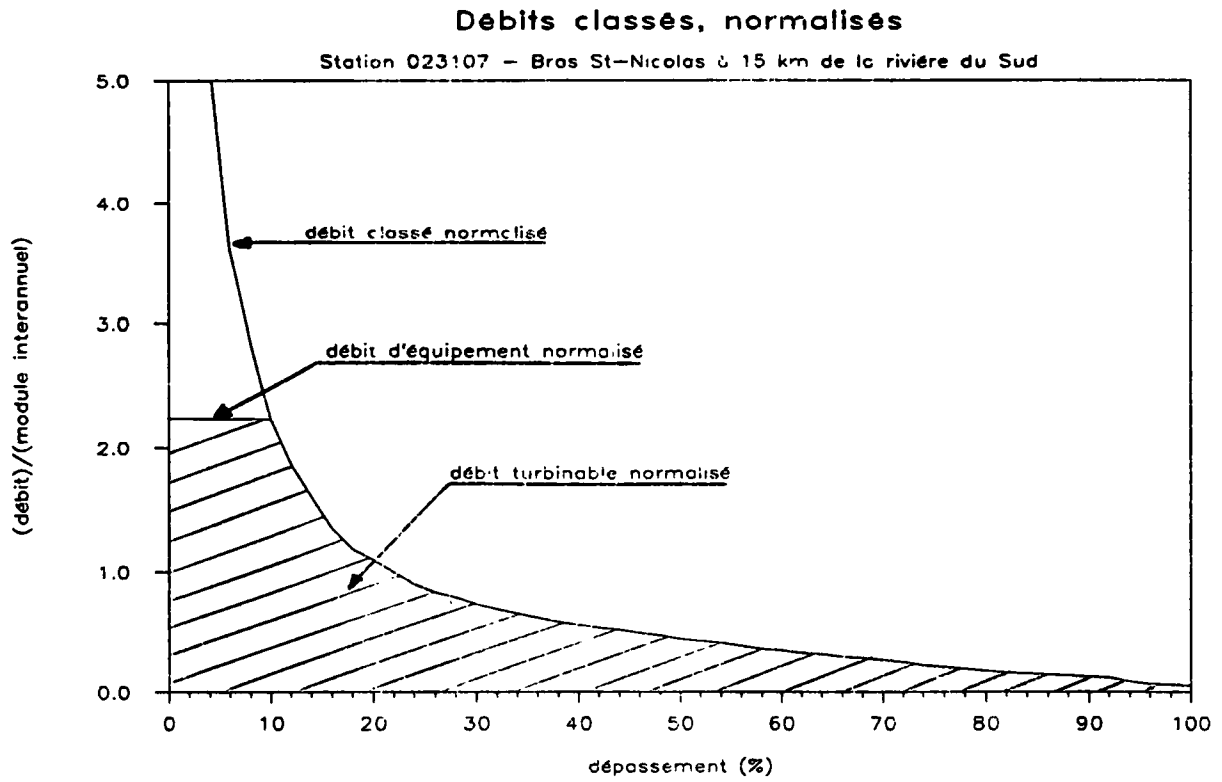


Figure 6 b)

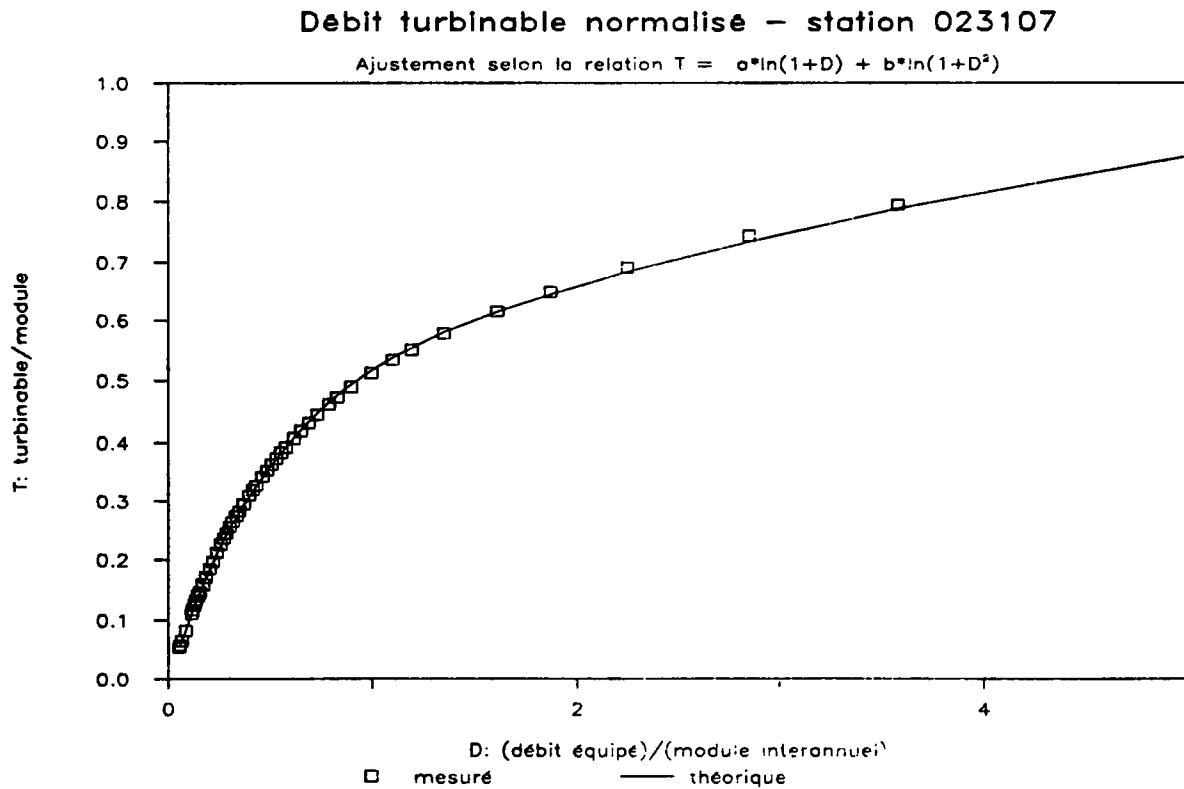


Figure 7 a)

ZONE A

régression sur le paramètre "a"

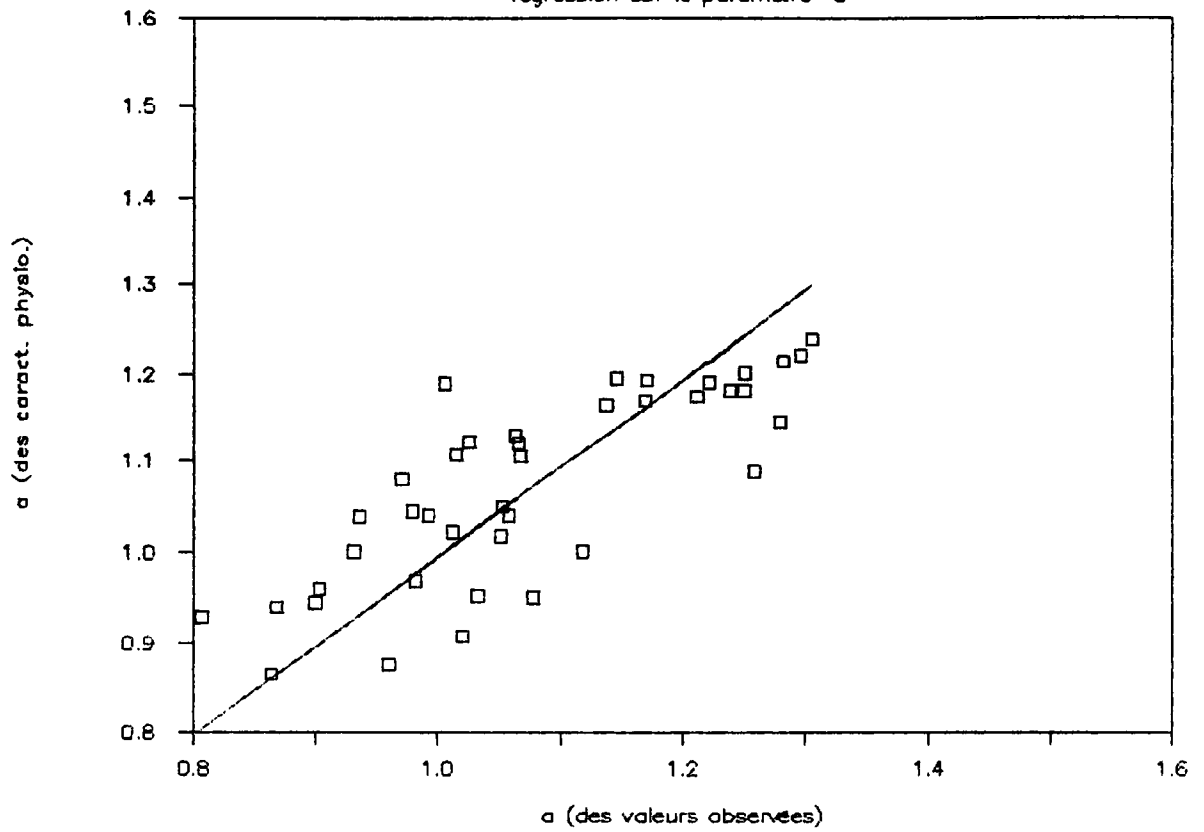


Figure 7 b)

ZONE A

régression sur le paramètre "b"

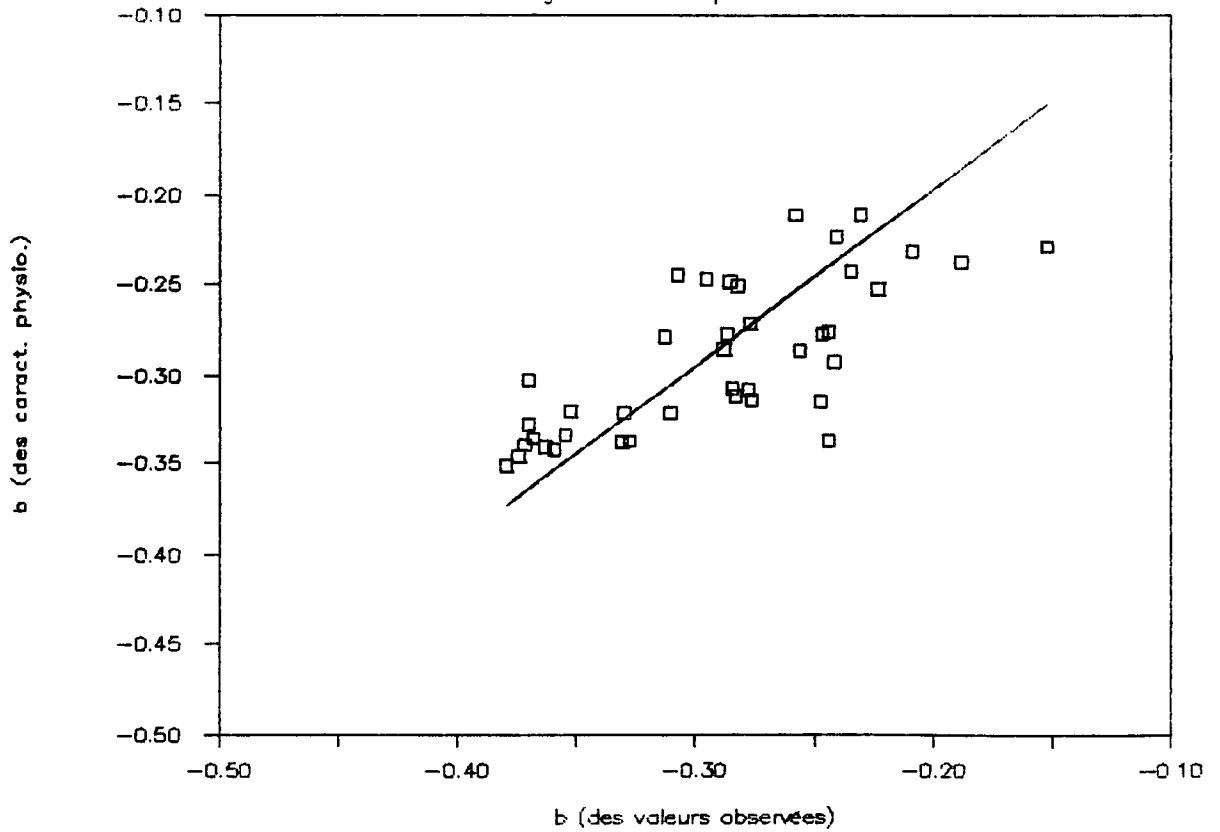


Figure B a)

ZONE B

régression sur le paramètre "a"

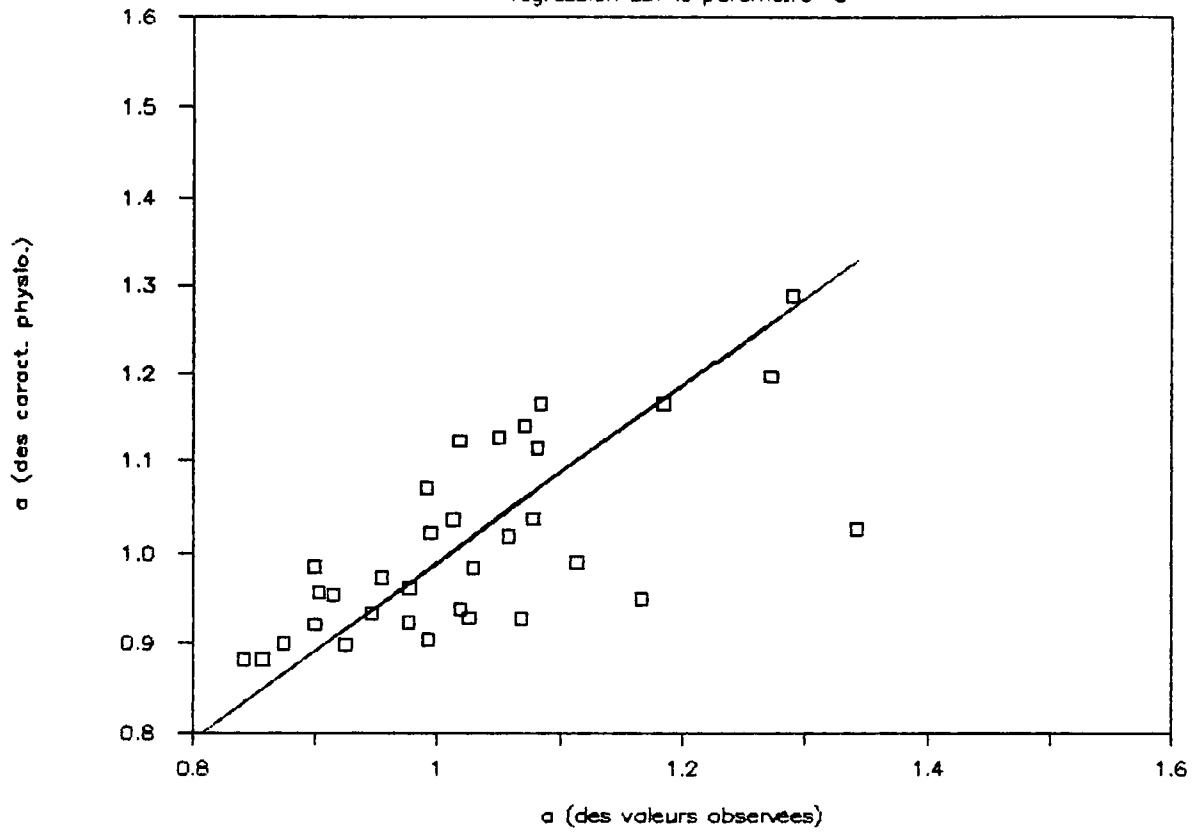


Figure B b)

ZONE B

régression sur le paramètre "b"

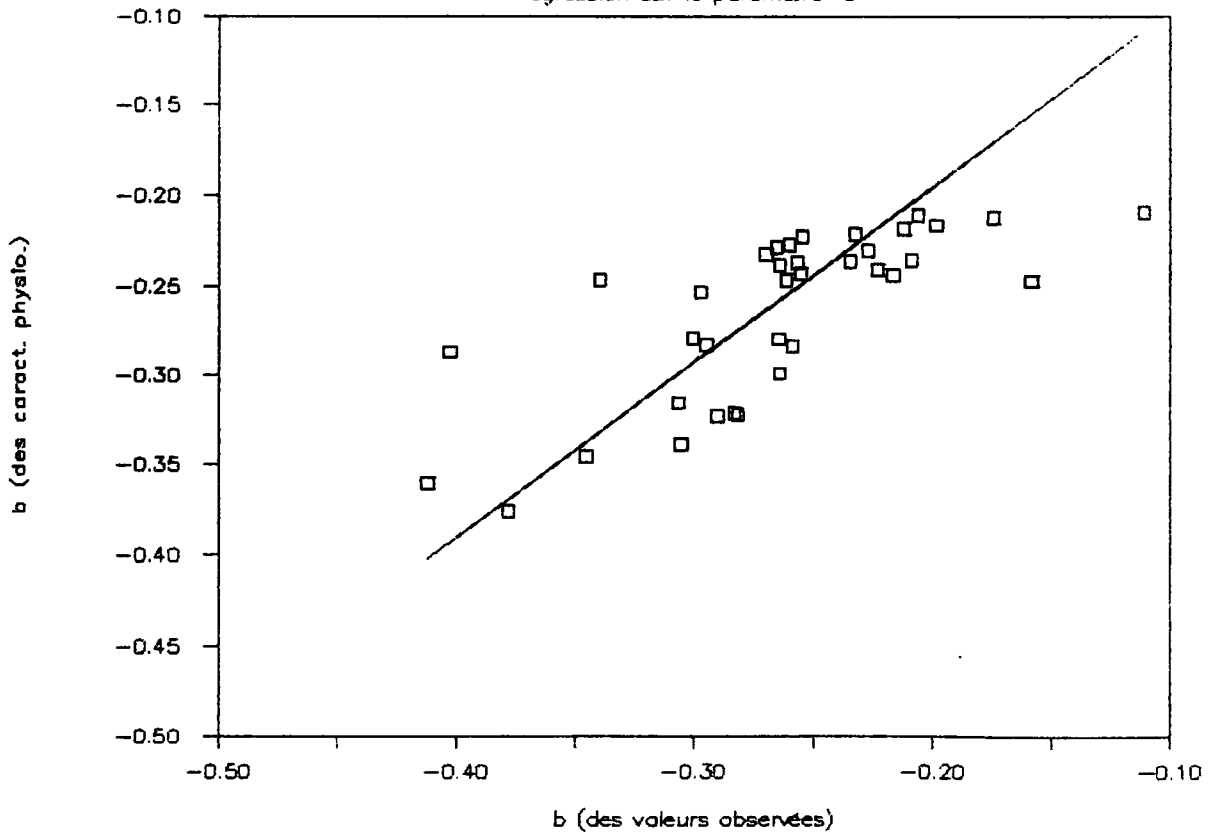


Figure 9 a)

ZONE C

régression sur le paramètre "a"

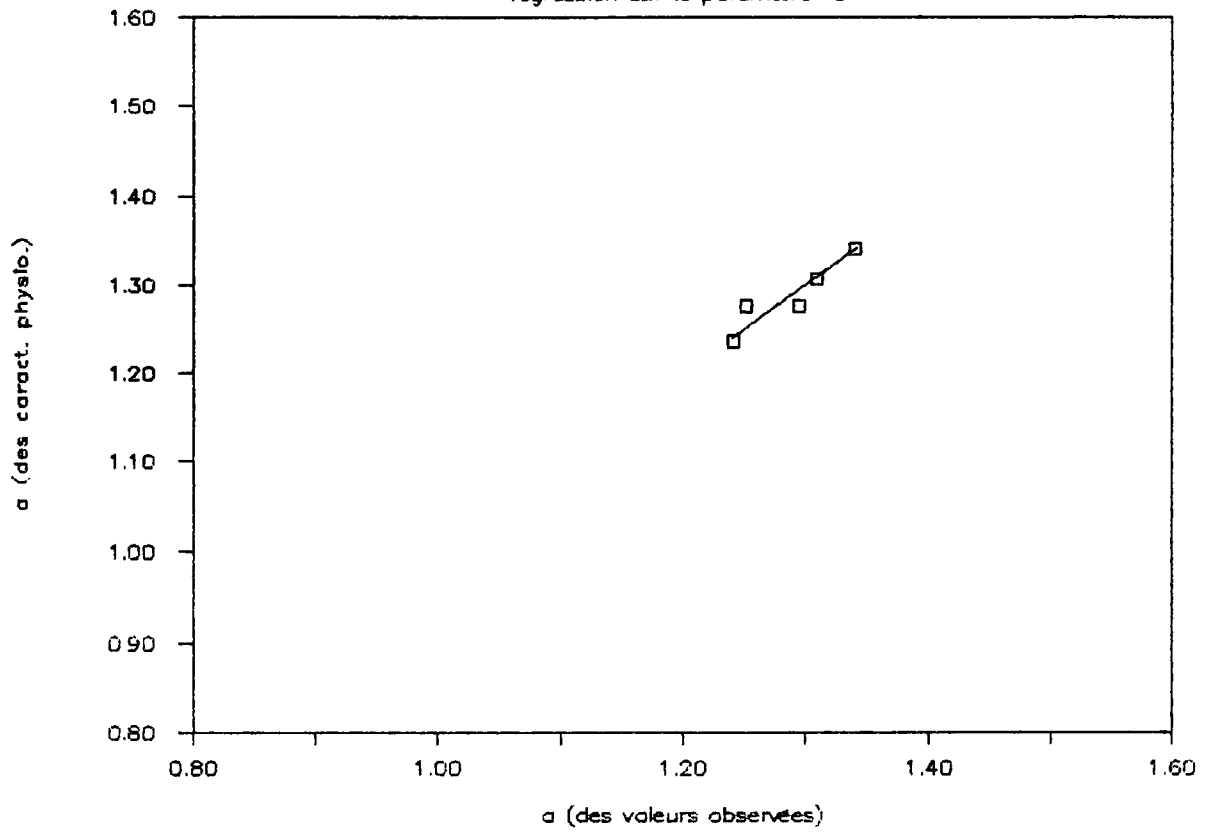


Figure 9 b)

ZONE C

régression sur le paramètre "b"

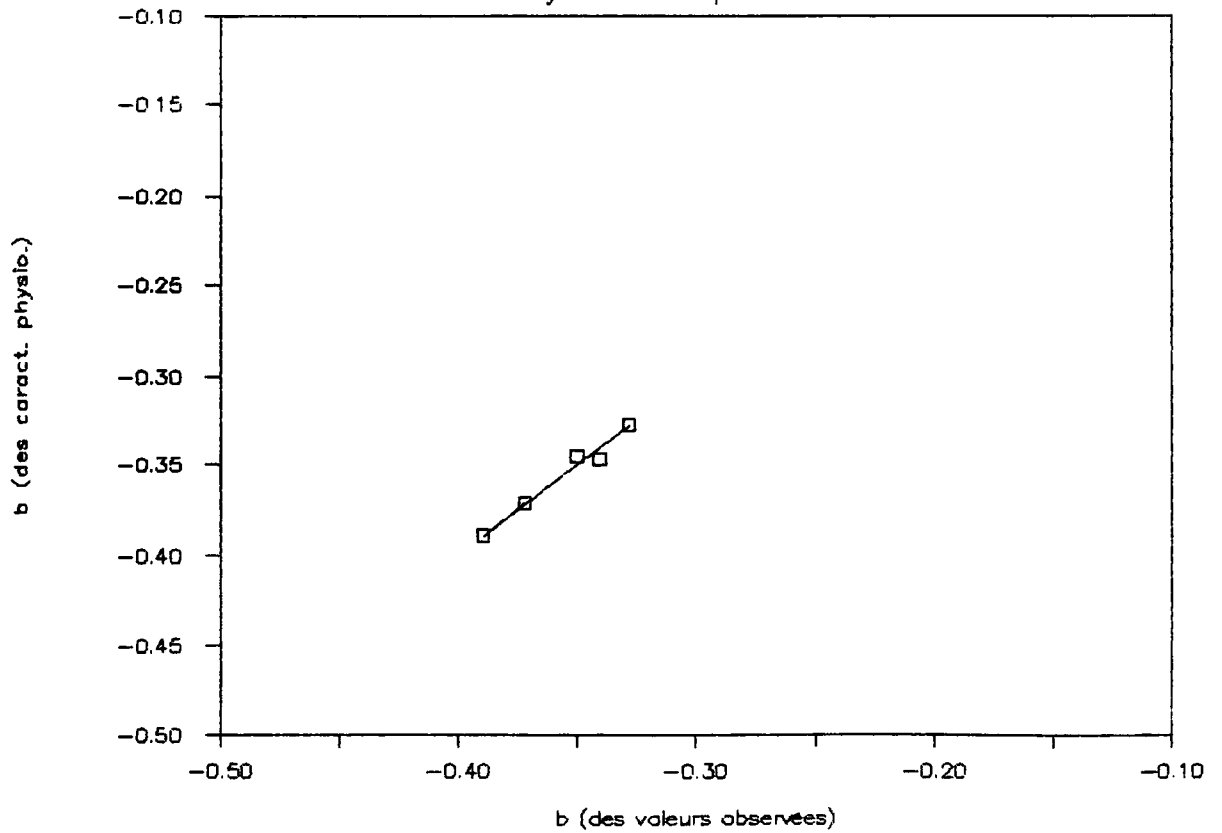


Figure 10 a)

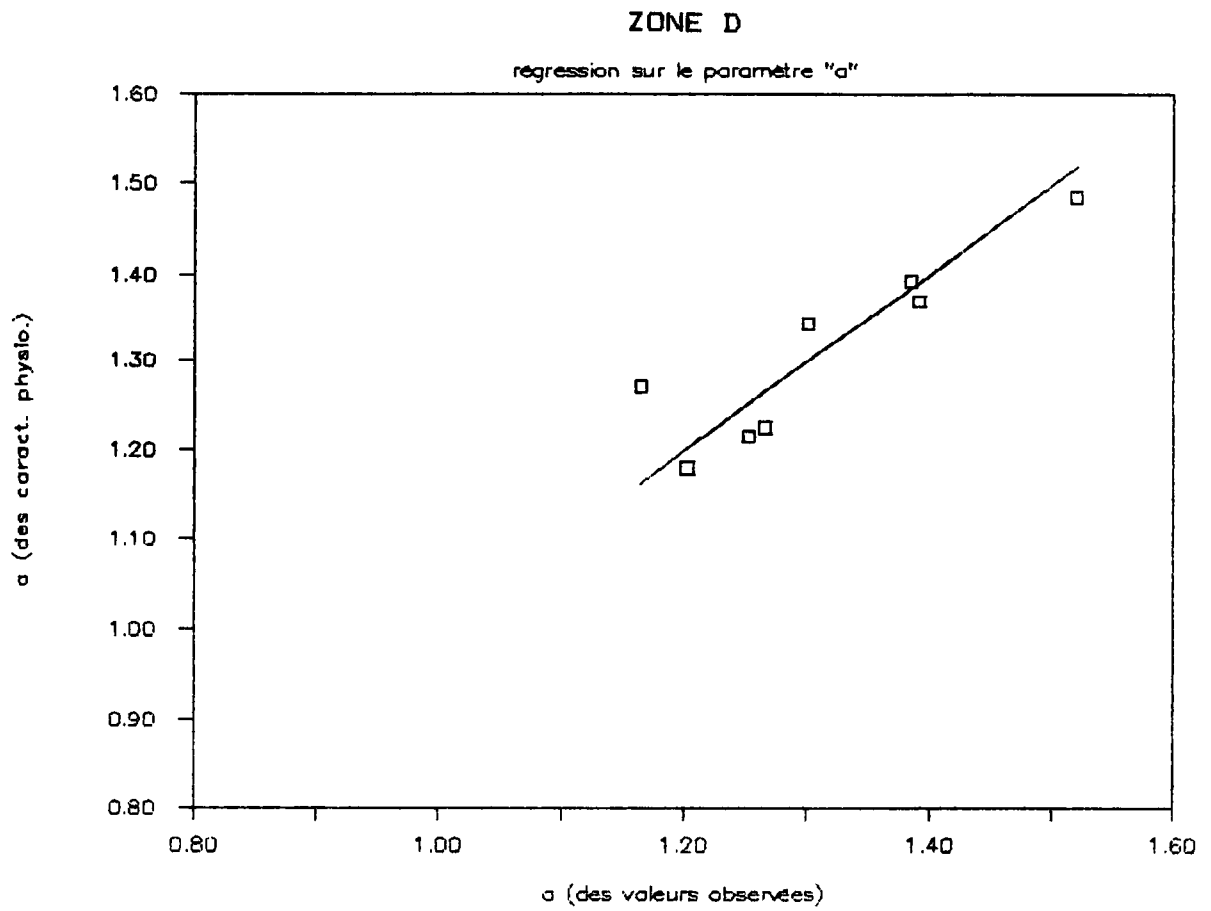


Figure 10 b)

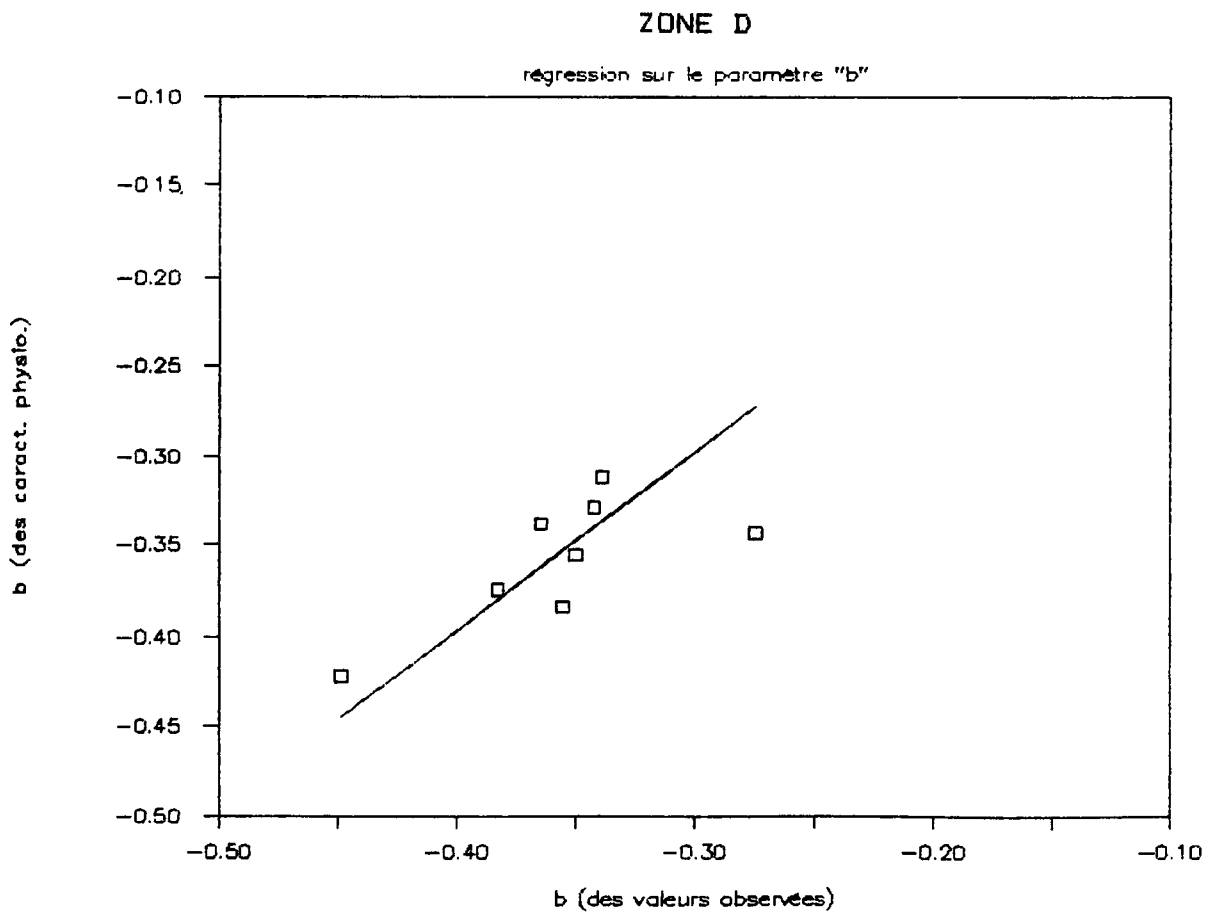


Figure 11 a)

ZONE E

régression sur le paramètre "a"

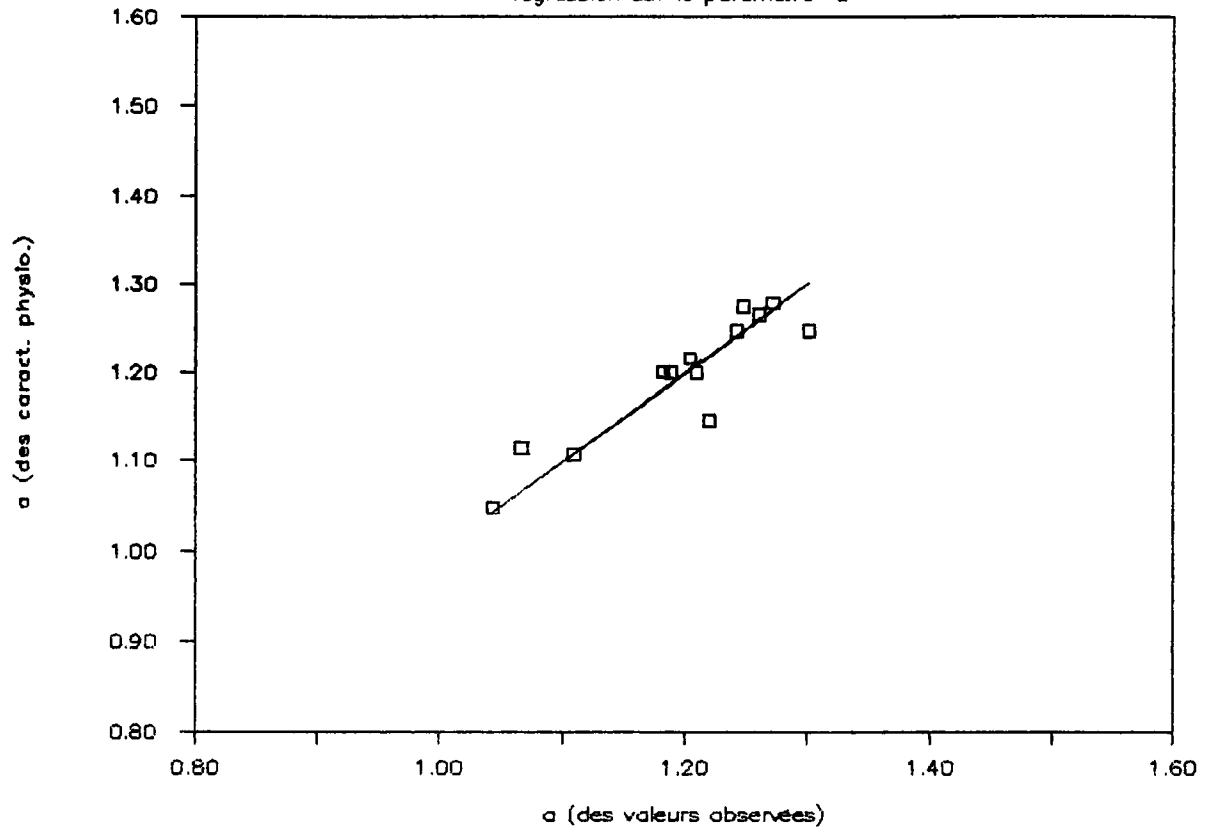


Figure 11 b)

ZONE E

régression sur le paramètre "b"

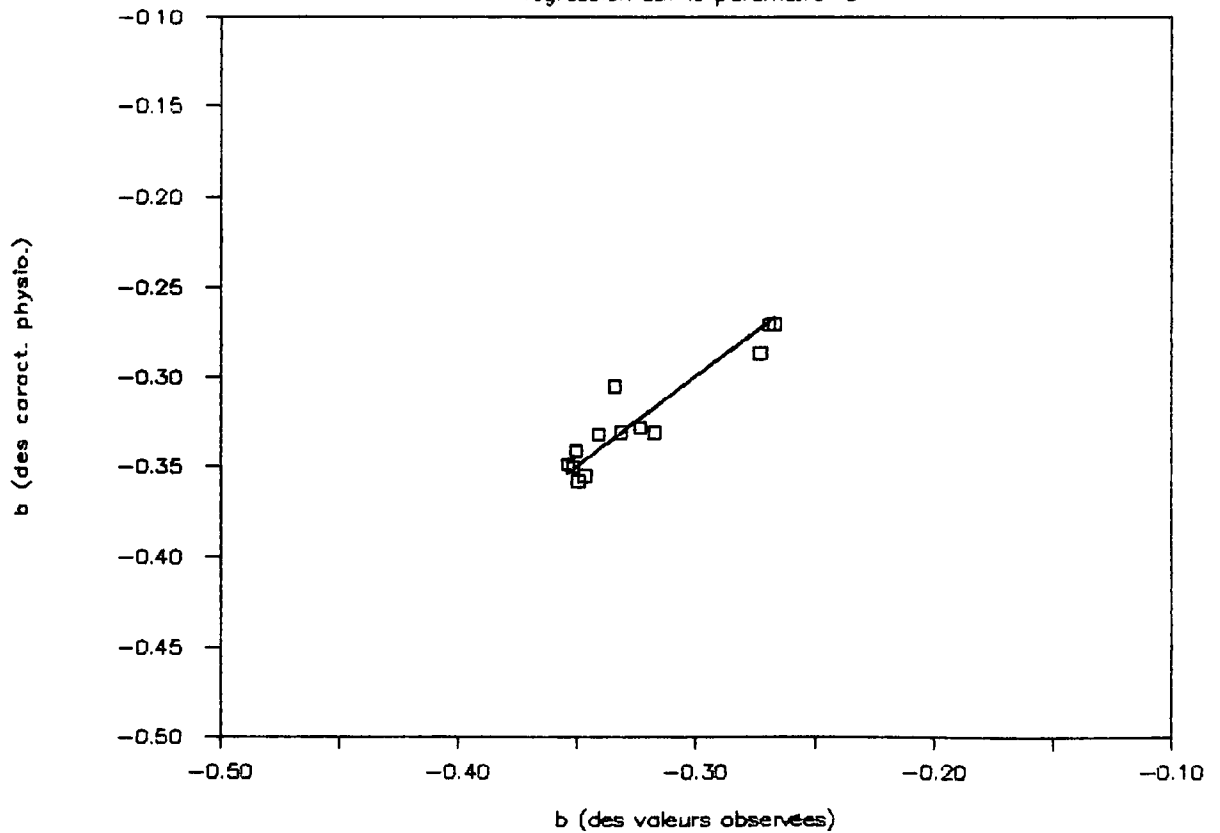


Figure 12

SYNTHÈSE DE DÉBIT JOURNALIER A PARTIR DE COURBES DE DÉBITS CLASSÉS

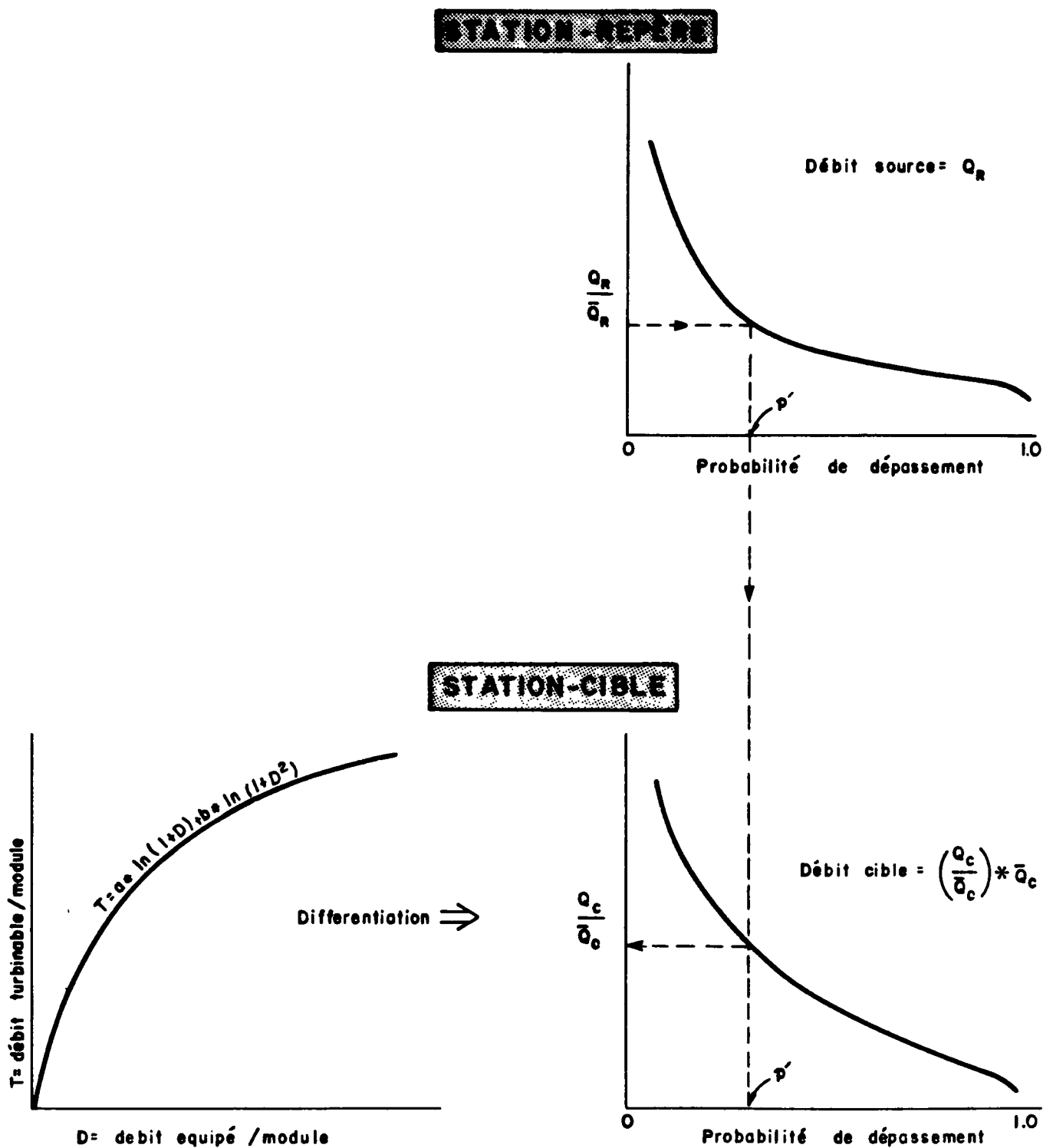
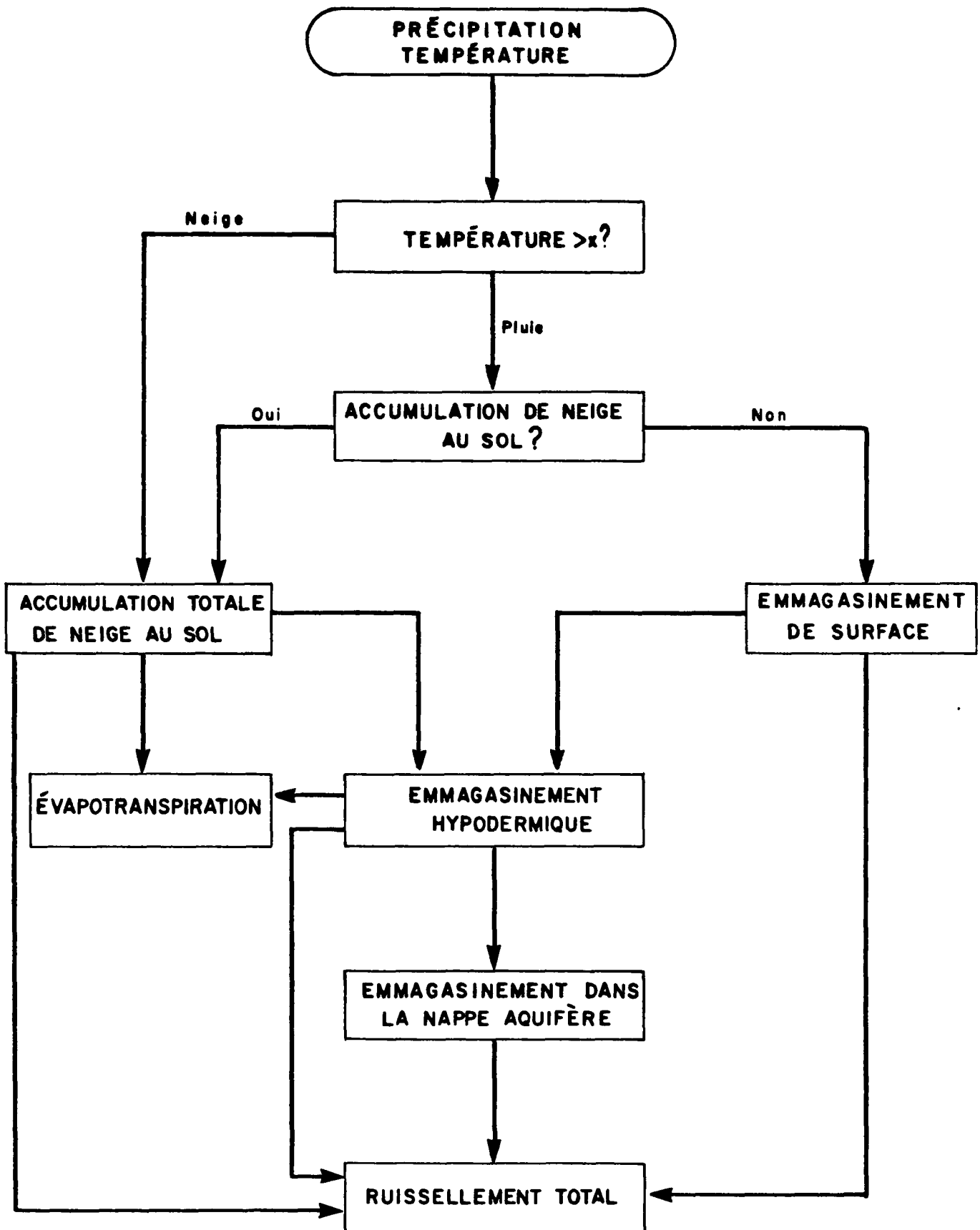


Figure 17

REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE DU MODÈLE SLURP



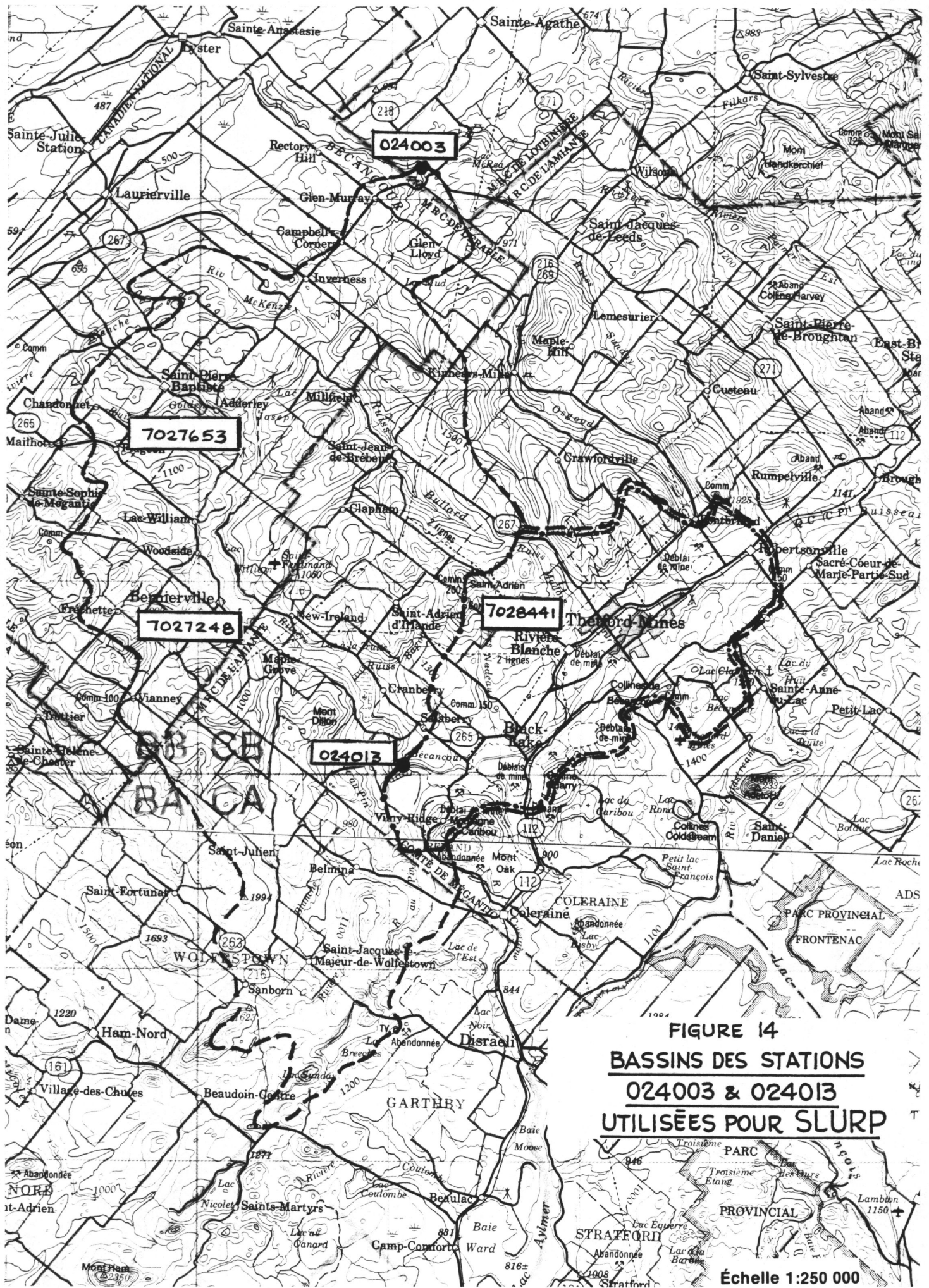
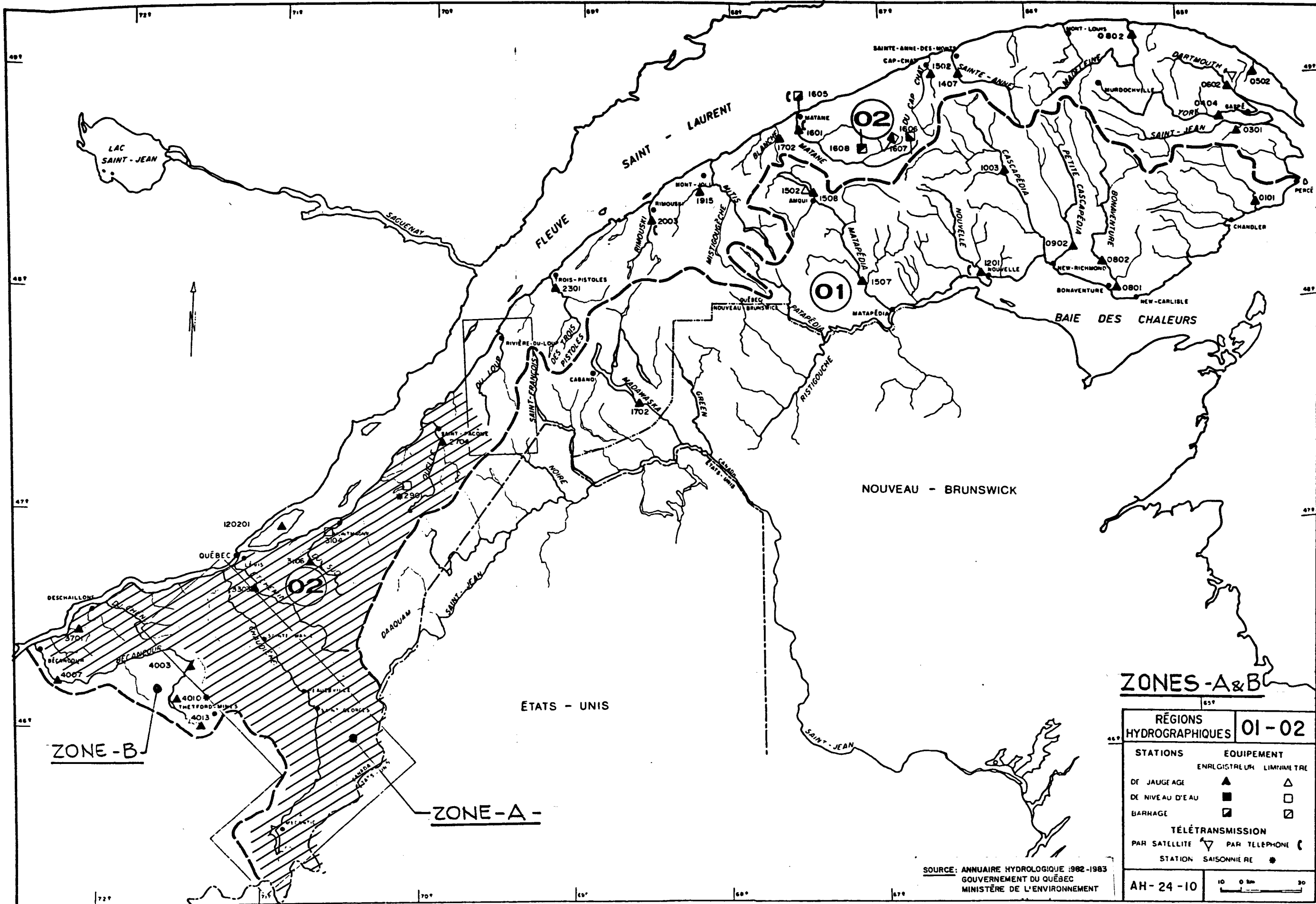


FIGURE 14
BASSINS DES STATIONS
024003 & 024013
UTILISÉES POUR SLURP

Échelle 1:250 000

Régions hydrographiques 02, 03, 04, 05, 07
du Québec

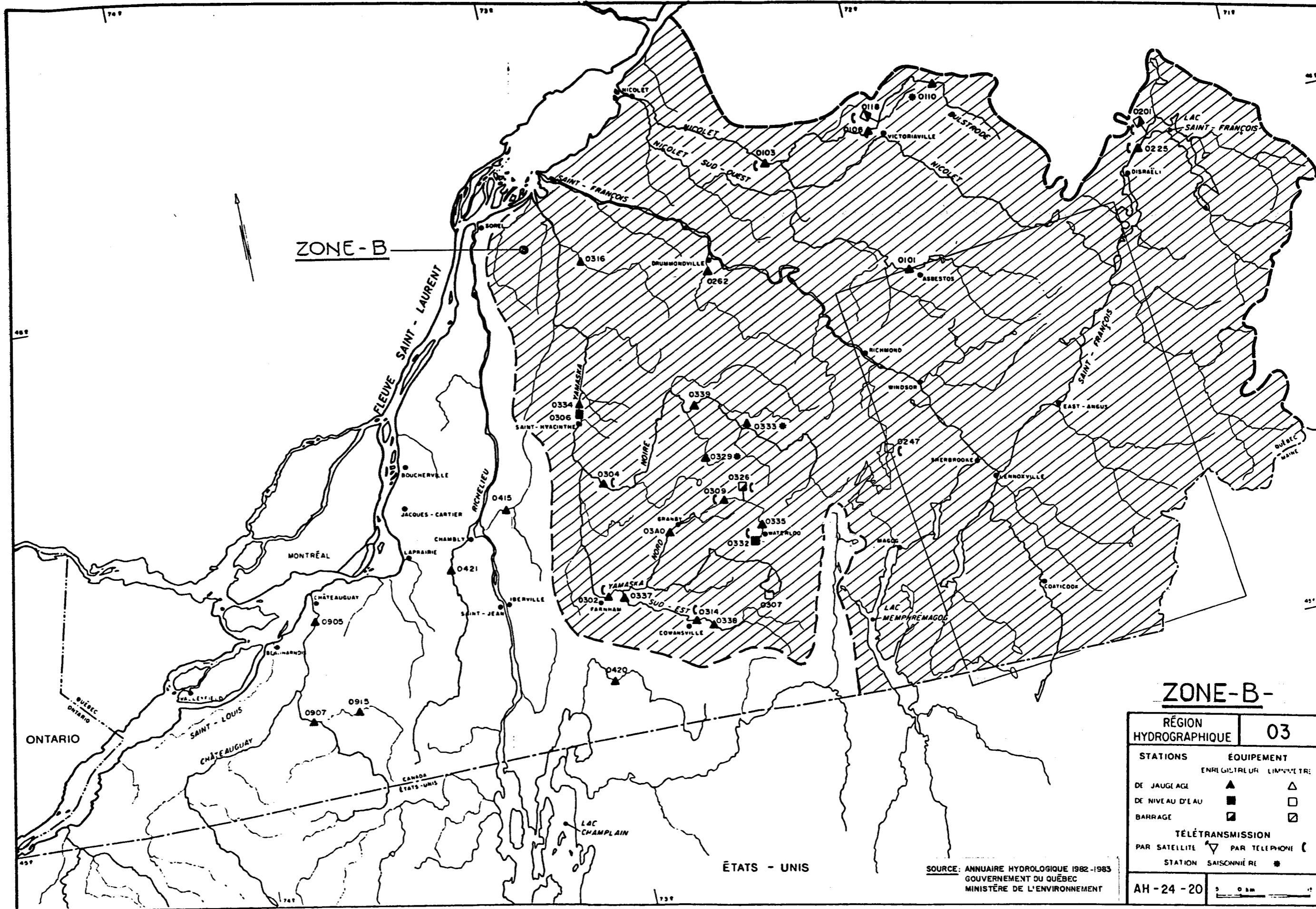


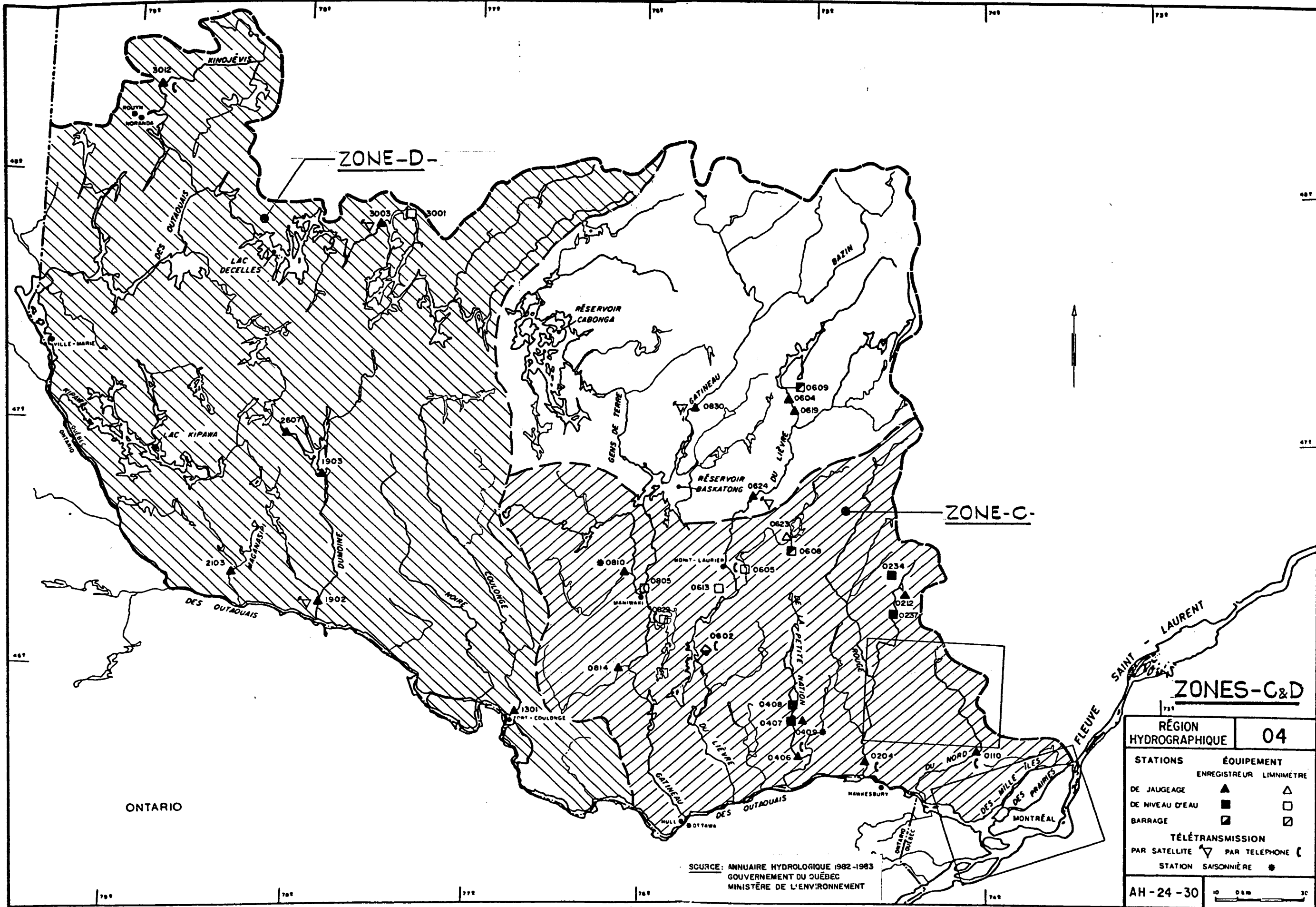
ZONES - A & B

RÉGIONS HYDROGRAPHIQUES 01 - 02	
STATIONS	EQUIPEMENT
	ENREGISTREUR LIMNIMÈTRE
DE JAUGEAGE ▲	△
DE NIVEAU D'EAU ■	□
BARRAGE ▣	▤
TÉLÉTRANSMISSION	
PAR SATELLITE ▽	PAR TÉLÉPHONE ☎
STATION SAISONNIÈRE ●	

SOURCE: ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1982-1983
 GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
 MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

AH-24-10 10 0 km 30





ZONE-D-

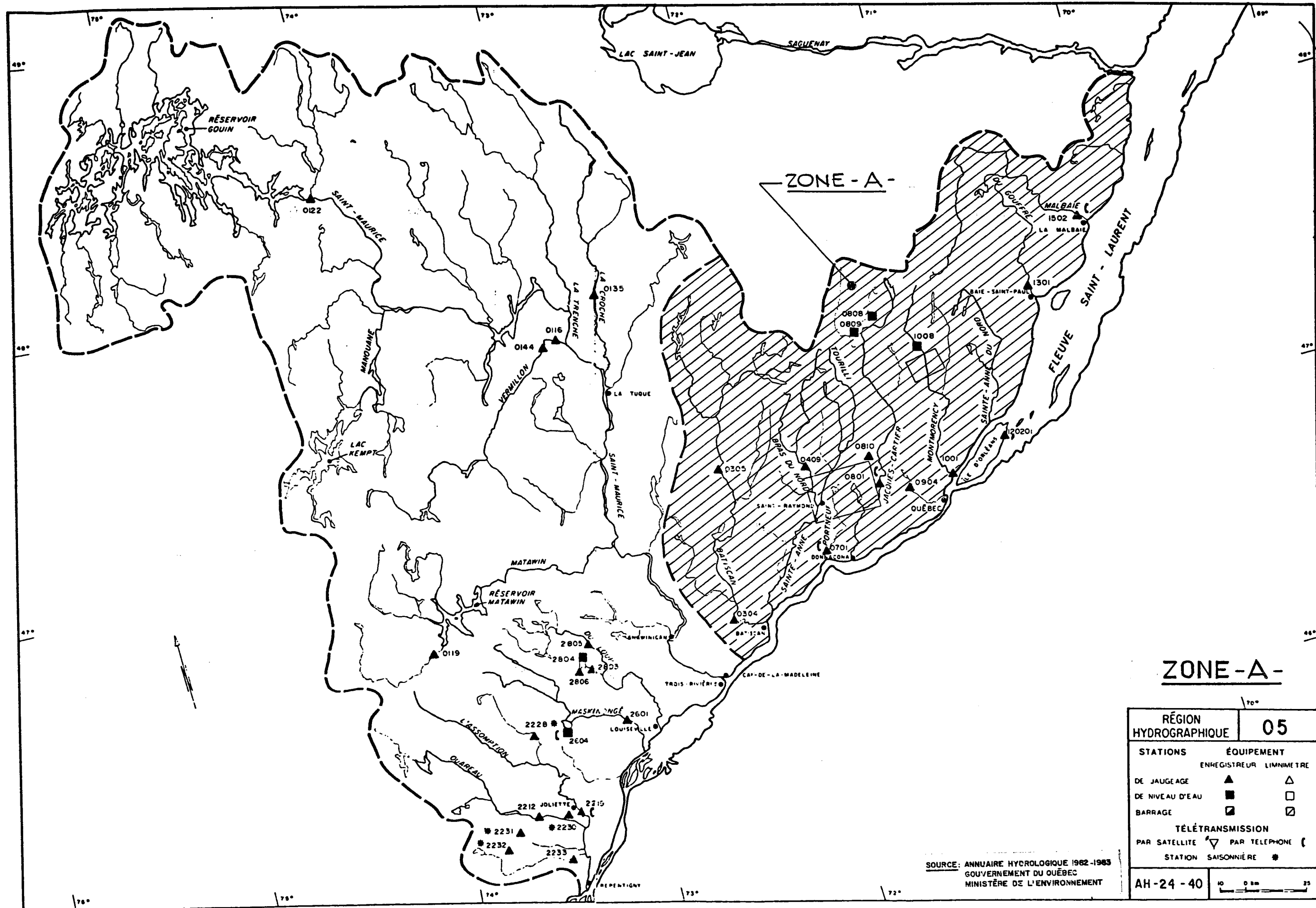
ZONE-C-

ZONES-C&D

ONTARIO

SOURCE: ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1982-1983
 GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
 MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

RÉGION HYDROGRAPHIQUE		04
STATIONS DE JAUGEAGE	ENREGISTREUR	LIMNIMÈTRE
DE NIVEAU D'EAU	DE NIVEAU D'EAU	BARRAGE
TÉLÉTRANSMISSION		
PAR SATELLITE	PAR TÉLÉPHONE	STATION SAISONNIÈRE
AH-24-30		10 0 km 30

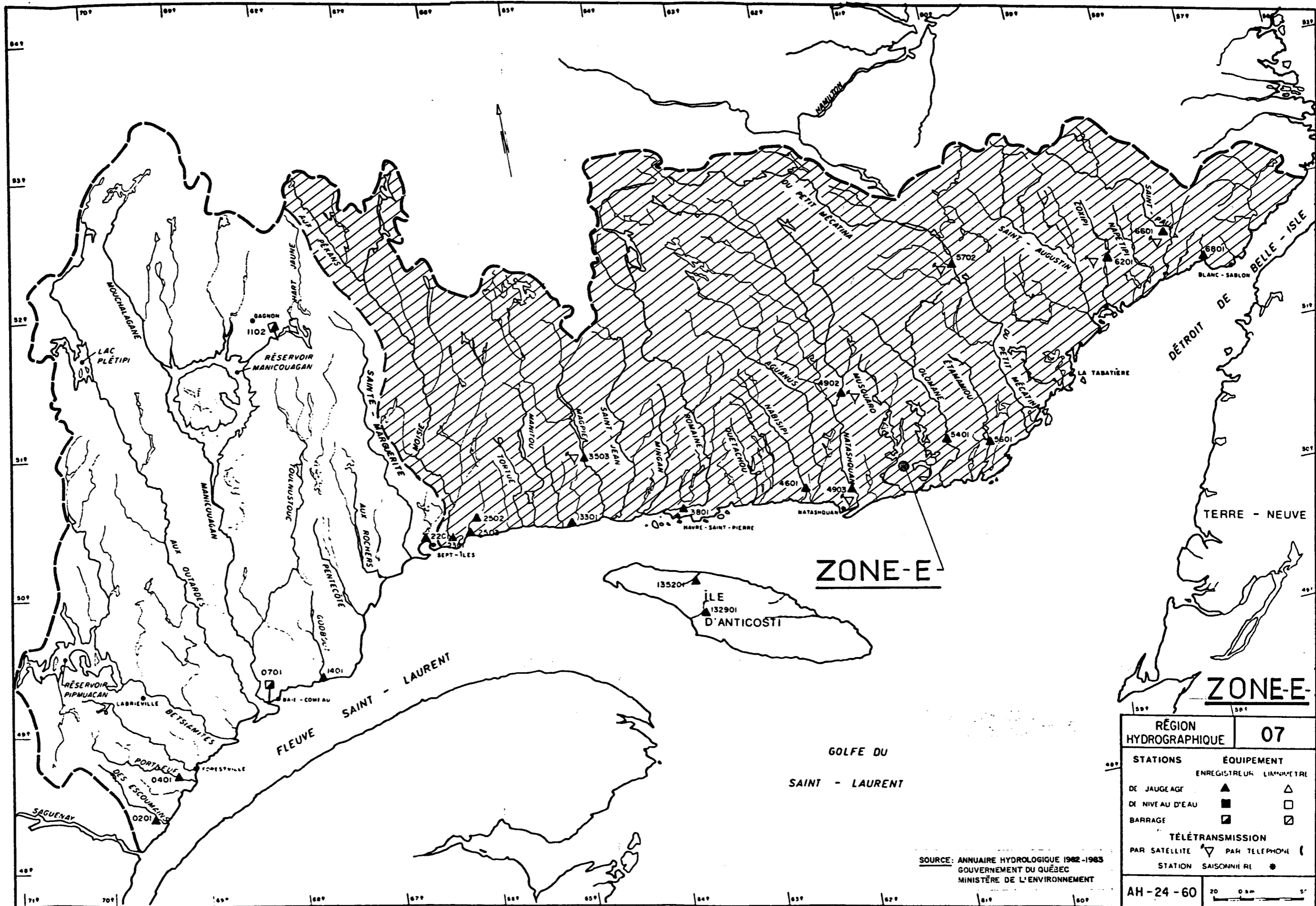


ZONE - A -

ZONE - A -

RÉGION HYDROGRAPHIQUE		05
STATIONS	ÉQUIPEMENT	
	ENREGISTREUR	LIMNIMÈTRE
DE JAUGEAGE	▲	△
DE NIVEAU D'EAU	■	□
BARRAGE	◼	◻
TÉLÉTRANSMISSION		
PAR SATELLITE	▽	PAR TÉLÉPHONE (
STATION SAISONNIÈRE	●	
AH-24-40		10 0 km 25

SOURCE: ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1962-1983
GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



RÉGION HYDROGRAPHIQUE		07
STATIONS	ÉQUIPEMENT	
	ENREGISTREUR	LIMNIMÈTRE
DE JAUGEAGE	▲	△
DE NIVEAU D'EAU	■	□
BARRAGE	▣	▤
TÉLÉTRANSMISSION		
PAR SATELLITE	▽	PAR TÉLÉPHONE
STATION SAISONNIÈRE	●	
AH-24-60		20 0 km 5'

SOURCE: ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1962-1983
 GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
 MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

C PROGRAMME <<CHRONO>>. REALISATION D'UNE SERIE CHRONOLOGIQUE DE DEBITS
 C QUOTIDIENS POUR UN SITE NON JAUGE A PARTIR DE DEBITS OBSERVES A UNE
 C STATION REPERE. LA TRANSPOSITION S'EFFECTUE PAR LE BIAIS DES COURBES
 C ADIMENSIONNELLES DE DEBITS CLASSES.

C
 C LES RESULTATS SONT PRESENTES EN DOUZE COLONNES CORRESPONDANT AUX MOIS
 C DE L'ANNEE.

C AUTEUR: G.PITCHEN...JANVIER 1989

C DONNEES D'ENTREE REQUISES (FICHER 5):

C -----

C LIGNE	C VARIABLE	C FORMAT	C DESCRIPTION
C (1)	C TITRE(1)	C A	C PREMIERE ENTETE - PRESENTE PASSE (MAX 132 CARACTERES)
C (2)	C TITRE(2)	C A	C DEUXIEME ENTETE - PRESENTE PASSE (MAX 132 CARACTERES)
C (3)	C AR	C F10.0	C COEFFICIENT A, STATION REPERE
	C BR	C F10.0	C COEFFICIENT B, STATION REPERE
	C QMR	C F10.0	C MODULE INTERANNUEL, STATION REPERE
	C AC	C F10.0	C COEFFICIENT A, STATION CIBLE
	C BC	C F10.0	C COEFFICIENT B, STATION CIBLE
	C QMC	C F10.0	C MODULE INTERANNUEL, STATION CIBLE
	C TOL1	C F10.0	C PRECISION REQUISE (TOLERANCE)

C DONNEES D'ENTREE REQUISES (FICHER 7):

C POUR CHAQUE ANNEE:-

C -----

C LIGNE	C VARIABLE	C FORMAT	C DESCRIPTION
C (1-31)	C Q(I,J,K)	C libre	C LES DEBITS OBSERVES A LA STATION REPERE. DES ESPACES C LIBRES DOIVENT SEPARER LES VALEURS INDIVIDUELLES. C DOUZE VALEURS PAR LIGNE, CORRESPONDANT AUX MOIS DE C L'ANNEE. LES VALEURS MANQUANTES (RELEVES NON DISPO- C NIBLES OU AU BOUT DES MOIS DE FEVRIER, AVRIL, ETC.) C DOIVENT ETRE INDIQUEES PAR UN NOMBRE NEGATIF.

```

DIMENSION Q(80,31,12),QS(372)
CHARACTER*132 TITRE(2)
CHARACTER*3 MOIS(12)
DATA MOIS/'JAN','FEV','MAR','AVR','MAI','JUN','JUL','AOU','SEP',
&'OCT','NOV','DEC'/
OPEN(5,FILE=' ')
OPEN(6,FILE=' ')
OPEN(7,FILE=' ')
OPEN(8,FILE=' ')
READ(5,5)TITRE(1)
READ(5,5)TITRE(2)
5 FORMAT(A)
WRITE(6,6)TITRE(1)
WRITE(6,6)TITRE(2)
6 FORMAT(' ',5X,A)
  
```

```

      READ(5,10)AR,BR,QMR,AC,BC,QMC,TOL1
10  FORMAT(7F10.0)
      WRITE(6,11)
11  FORMAT(/7X,'AR',BX,'BR',7X,'QMR',BX,'AC',BX,'BC',7X,'QMC',7X,
&'TOL')
      WRITE(6,12)AR,BR,QMR,AC,BC,QMC,TOL1
12  FORMAT(2F10.4,F10.2,2F10.4,F10.2,F10.4)
      WRITE(6,15)
15  FORMAT(/' ANNEE  OBS  MOYENNE EC.TYPE  C.V.    MAX',
&'   DATE    MIN   DATE'/)
C
C   LECTURE DES DEBITS DE LA STATION
C
      DO 20 I=1,81
      IAN=I
      DO 20 J=1,31
      READ(7,*,END=30)(Q(I,J,K),K=1,12)
20  CONTINUE
C
C   BOUCLE PRINCIPALE
C
30  DO 100 I=1,IAN-1
      DMIN=99999.
      DMAX=-9999.
      N=0
      DO 40 K=1,12
      DO 40 J=1,31
      IF(Q(I,J,K).GE.0.)THEN
          N=N+1
          DR=Q(I,J,K)/QMR
          CALL TRANSP(AR,BR,DR,AC,BC,DC,TOL1,I,J,K)
          QS(N)=QMC*DC
          Q(I,J,K)=QS(N)
          IF(QS(N).LT.DMIN)THEN
              DMIN=QS(N)
              JMIN=J
              MMN=K
          ENDIF
          IF(QS(N).GT.DMAX)THEN
              DMAX=QS(N)
              JMAX=J
              MMX=K
          ENDIF
      ENDIF
40  CONTINUE
C
C   CALCUL DE LA MOYENNE ET DE L'ECART TYPE
C
      IF(N.GT.1)THEN
          SOMV=0.0
          SOMD2=0.0
          DO 50 J=1,N
          SOMV=SOMV+QS(J)
50  CONTINUE
          AMOYN=SOMV/N
          DO 60 J=1,N
          SOMD2=SOMD2+(QS(J)-AMOYN)**2
60  CONTINUE

```

```

      ECTYP=SQRT(SOMD2/(N-1))
      CV=ECTYP/AMOYN
    ENDIF
    WRITE(*,70)I
70  FORMAT(' ANNEE',I4,' TERMINEE')
C
C  IMPRESSION DES RESULTATS
C
C  (A) RESUME ANNUEL (FICHIER 6)
C
      IF (N.GT.1) WRITE(6,80)I,N,AMOYN,ECTYP,CV,DMAX,JMAX,MOIS(MMX),
      &DMIN,JMIN,MOIS(MMN)
80  FORMAT(2I7,4X,3B8.3,1X,69.4,12.2,1X,A,4X,6B.3,12.2,1X,A)
100 CONTINUE
C
C  (B) DEBITS QUOTIDIENS (FICHIER 8)
C
      WRITE(8,6)TITRE(1)
      WRITE(8,6)TITRE(2)
      WRITE(8,105)MOIS
105  FORMAT(/12(6X,A)/)
      DO 110 I=1,IAN-1
      DO 110 J=1,31
110  WRITE(8,120)(Q(I,J,K),K=1,12)
120  FORMAT(12F9.2)
      STOP
      END
C
C  SOUS-PROGRAMME POUR EFFECTUER LA TRANSPOSITION DE LA COURBE DE DEBITS
C  CLASSES DE LA STATION REPERE A CELLE DE LA STATION CIBLE.
C
      SUBROUTINE TRANSP(AR,BR,DR,AC,BC,DC,TOL1,I,J,K)
      TOL=TOL1/(DR+1)
      TR=AR/(1+DR)+2*BR*DR/(1+DR**2)
      IF(AC.LT.TR)THEN
        DC=0
        RETURN
      ENDIF
      DQ=DR/2+.1
      DC=0
      F1=AC-TR
      IF(ABS(F1).LT.TOL) RETURN
      DO 250 L=1,50
      DC=DC+DQ
      F2=AC/(1+DC)+2*BC*DC/(1+DC**2)-TR
      IF(F1+F2.LT.0.)THEN
        DQ=-DQ/2.
        F1=F2
      ENDIF
      IF(ABS(F2).LT.TOL) RETURN
250 CONTINUE
      WRITE(6,260)DR,DC,DQ,I,K,J
260  FORMAT(9X,'PAS DE CONVERGENCE, DR =',F9.2,' DC =',F9.2,' DQ =',
      &F9.4,' ANNEE:',I3,' MOIS:',I3,' JOUR:',I3)
      RETURN
      END

```


C	PROGRAMME SLURP ***** METRIQUE ***** MAI 1975	A	4
C	MODELE PARAMETRIQUE DE RESERVOIR LINEAIRE UNIQUE	A	5
C	G.W. KITE, RESSOURCES HYDRAULIQUES, ENVIRONNEMENT CANADA	A	6
C	VERSION FRANCAISE DE G. PITCHEN, SHAWINIGAN-LAVALIN INC.		
C	JANVIER 1989		
C		A	7
C	DONNEES D'ENTREE...	A	8
C		A	9
C	CARTE 1 TITRE IDENTIFICATION DU BASSIN	A	10
C		A	11
C	CARTE 2 AREA BASSIN VERSANT, KM**2	A	12
C	NYRS NOMBRE D'ANNEES DE DONNEES	A	13
C	NAME PREMIERE ANNEE DE DONNEES	A	14
C	MNO NUMERO DU PREMIER MOIS TRAITÉ (JAN=1,FEV=2,	A	15
C	MML NUMERO DU DERNIER MOIS	A	16
C	NT NOMBRE DE SEQUENCES DE TEMPERATURES QUOTI-	A	17
C	DIENNES A ETRE LUES	A	18
C	NP NOMBRE DE SEQUENCES DE PLUVIOMETRIE QUOTI-	A	19
C	DIENNE A ETRE LUES	A	20
C	NPRINT CODE D'IMPRESSION DES DEBITS OBSERVES ET	A	21
C	CALCULES EN M3/S. INSCRIRE 1 SI REQUIS.	A	22
C	NVAR NOMBRE DE PARAMETRES	A	23
C	SCALE ORDONNEE MAXIMALE EN M3/S POUR LE TRACAGE.	A	24
C		A	25
C		A	26
C		A	27
C		A	28
C	CARTES 3-25 PARAMETRES DU MODELE X(1)-X(23)	A	29
C	L LIMITE INFERIEURE DU PARAMETRE	A	30
C	X PREMIERE ESTIMATION DU PARAMETRE	A	31
C	U LIMITE SUPERIEURE DU PARAMETRE	A	32
C	DESCRN DESCRIPTION (ALPHABETIQUE) DU PARAMETRE	A	33
C	CARTE 3 PARAMETRE 1 MANTEAU DE NEIGE -VALEUR INITIALE (MM)	A	34
C	CARTE 4 PARAMETRE 2 STOCKAGE EN SURFACE -VALEUR INITIALE (MM)	A	35
C	CARTE 5 PARAMETRE 3 STOCKAGE HYPODERMIQUE INITIAL (MM)		
C	CARTE 6 PARAMETRE 4 STOCKAGE-AQUIFERE -VALEUR INITIALE (MM)	A	36
C	CARTE 7 PARAMETRE 5 POTENTIEL D'EVAPOTRANSPN (MM) -PERIODE	A	37
C	CARTE 8 PARAMETRE 6 COEFFICIENT D'AJUSTEMENT -PRECIPITATION	A	38
C	CARTE 9 PARAMETRE 7 CONTRIBUTION DE LA PPTN. AU POT.EVAP	A	39
C	CARTE 10 PARAMETRE 8 TEMPERATURE(C) DE DEMARCATION NEIGE/PLUIE	A	40
C	CARTE 11 PARAMETRE 9 CONTRIBUTION DE LA PLUIE AU RUISSELLEMENT	A	41
C	CARTE 12 PARAMETRE 10 STOCKAGE DE SURFACE (MM)	A	42
C	CARTE 13 PARAMETRE 11 COEFFICIENT INFILTRATION/PLUIE	A	43
C	CARTE 14 PARAMETRE 12 TAUX DE FONTE DE LA NEIGE (1/DEGRES)	A	44
C	CARTE 15 PARAMETRE 13 TAUX DE FONTE ATTRIBUABLE A LA PLUIE	A	45
C	CARTE 16 PARAMETRE 14 TEMPERATURE (C) D'AMORCE DE LA FONTE	A	46
C	CARTE 17 PARAMETRE 15 CONTRIBUTION DE LA FONTE AU RUISSELLEMENT	A	47
C	CARTE 18 PARAMETRE 16 CONTRIBUTION DE LA FONTE A L'INFILTRATION	A	48
C	CARTE 19 PARAMETRE 17 COEFFICIENT DE L'ECOULEMENT HYPODERMIQUE	A	49 GP
C	CARTE 20 PARAMETRE 18 FRACTION TRANSFEREE HYPODERME - AQUIFERE		GP
C	CARTE 21 PARAMETRE 19 COEFFICIENT DE RESURGENCE (DE L'AQUIFERE)		GP
C	CARTE 22 PARAMETRE 20 TEMPS DE REPONSE -RUISSELLEMENT (JOURS)	A	51
C	CARTE 23 PARAMETRE 21 T.D.R. -RUISSELLEMENT DE LA FONTE (JOURS)	A	52
C	CARTE 24 PARAMETRE 22 T.D.R. -ECOULEMENT HYPODERMIQUE (JOURS)	A	53
C	CARTE 25 PARAMETRE 23 T.D.R. -ECOULEMENT DE L'AQUIFERE (JOURS)	A	53
C		A	54
C		A	55

C			A 64	
C	CARTE 26	IFFX	CODE D'OPTIMISATION. CHAQUE PARAMETRE X SERA	A 65
C			OPTIMISE SI LA VALEUR CORESPONDANTE DE IFFX	A 66
C			EST MISE A ZERO (CALAGE DU MODELE)	A 67
C			SI X EST DEJA OPTIMAL, UN IFFX=1 DESACTIVERA	A 68
C			LE PROCESSUS D'OPTIMISATION (C.A.D. LORS DE	A 69
C			L'UTILISATION DU MODELE APRES CALAGE).	A 70
C				A 71
C	CARTE 27		CONTROLE DE L'OPTIMISATION	A 72
C			(OMETTRE SI TOUS LES IFFX=1)	A 73
C		NITER	NOMBRE D'ITERATIONS	A 74
C			FIXER NITER A 0 SEULEMENT EN CAS D'OPTIMISA-	A 75
C			TION TRES PRECISE (FINE)	A 76
C		NPAS	NOMBRE DE PAS PAR ITERATION	A 77
C				A 78
C	CARTE 28		CONTROLE D'OPTIMISATION FINE	A 79
C			(SOUS-ROUTINE CLIMBX)	A 80
C			(OMETTRE SI TOUS LES IFFX=1)	A 81
C		NSIG	NOMBRE DE CHIFFRES SIGNIFICATIFS REQUIS POUR	A 82
C			LES PARAMETRES OPTIMISES	A 83
C		IWORK	DIMENSION DE LA VARIABLE WORK	A 84
C		KWRT	CODE D'IMPRESSION (VALEUR 0 RECOMMANDEE)	A 85
C		INDEX	CONTROLE DE FIN DE PROGRAMME (2 SUGGERE)	A 86
C		NITPTR	NOMBRE D'ITERATIONS PAR PARAMETRE	A 87
C				A 88
C				A 89
C		BLOCK DE DONNEES (UNE SERIE COMPLETE PAR ANNEE, 1...NYRS)....		A 90
C				A 91
C		1. TEMPERATURES JOURNALIERES (NT ENSEMBLES)		A 92
C		2. PRECIPITATION JOURNALIERE (NP ENSEMBLES)		A 93
C		3. ECOULEMENT QUOTIDIEN OBSERVE		A 94
C				A 95
C				A 96
C		DIMENSIONS POUR LE PROGRAMME PRINCIPAL		A 97
C				A 98
C		VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...NYRS		A 99
C		NAMEYR,NDYSYR		A 100
C				A 101
C		VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...NVAR		A 102
C		(NVAR = NOMBRE DE PARAMETRES)		A 103
C		L,X,U,LOPT,XOPT,UOPT,XFIXED,IFFX,DELTA,P,FCN		A 104
C				A 105
C		VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...NYRS*366		A 106
C		DT,DP,DR,DCR		A 107
C				A 108
C		VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...NVAR+(NVAR*5)+NVAR		A 109
C		WORK		A 110
C				A 111
C		VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...NVAR		A 112
C		DESCRN		A 113
C		VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...20		A 114
C		TITRE		A 115
C				A 116
C		VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...12		A 117
C		NDYSHO		A 118
C				A 119
C		DIMENSIONS SUPPLEMENTAIRES POUR SOUS-PROGRAMME FLOMOD		A 120
C				A 121
C		VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...12		A 122
C		MOINOM		A 123
C		VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...31		A 124
C		RUN,RERUN		A 125
C				A 126

C		A 127
C	DIMENSIONS SUPPLEMENTAIRES POUR SOUS-PROGRAMME CLIMBX	A 128
C	VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...NVAR*(NVAR+5)+NVAR	A 129
C	S	A 130
C		A 131
C	DIMENSIONS SUPPLEMENTAIRES POUR SOUS-PROGRAMME READIN	A 132
C		A 133
C	VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...NT*366	A 134
C	T	A 135
C	VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...NP*366	A 136
C	P	A 137
C		A 138
C	DIMENSIONS SUPPLEMENTAIRES POUR SOUS-PROGRAMME GRAPH	A 139
C	VARIABLES SUIVANTES DIMENSIONNEES A...101	A 140
C	RE,CA,DOT	A 141
C		A 142
C		A 143
	CHARACTER*60 DESCRN(25)	GP
	CHARACTER*80 TITRE	GP
	CHARACTER*1 PAGE	GP
	DIMENSION WORK(775),DELTA(25)	A 147 GP
	REAL L(25),LOPT(25)	A 148 GP
	DIMENSION U(25),XOPT(25),UOPT(25),P(25),FCN(25)	A 149 GP
	LOGICAL OUTPUT	A 150
	COMMON /STORAS/ RR(4000),RSM(4000),RGM1(4000),RGM2(4000)	A 152
	COMMON /IDDATA/ DT(3660),DP(3660),DR(3660),NDAYS,NYRS,NAMEYR(10),	A 153
	&MOINOM(12),NDYSYR(10),NDYSMO(12),OUTPUT,MMD,MML	
	CHARACTER*4 MOINOM	
	COMMON /PRM/ XFIXED(25),IFFX(25),TITRE,AREA,DCR(3660),SCALE,X(25)	A 154
	OPEN(5, FILE=' ')	
	OPEN(6, FILE=' ')	
	PAGE=CHAR(12)	
	WRITE (6,10)	A 155
10	FORMAT(25X,'MODELE PARAMETRIQUE D'HYDROLOGIE DE BASSIN VERSANT'/)	
	READ (5,15) TITRE	A 156
15	FORMAT(A)	
	WRITE (6,20) TITRE	A 157
20	FORMAT(10X,A,/))	
	READ (5,25) AREA,NYRS,NAME,MMD,MML,NT,NP,NPRINT,NVAR,SCALE	A 158 GP
25	FORMAT(F10.0,B15,F5.0)	
	READ (5,30) (L(I),X(I),U(I),DESCRN(I),I=1,NVAR)	A 160 GP
30	FORMAT(3F10.0,A)	
	READ (5,35) (IFFX(I),I=1,NVAR)	A 161
35	FORMAT(23I3)	
	WRITE (6,40)	A 162
40	FORMAT (//,5X,'VARIABLE LIMITE ESTIMATION LIMITE',10X,'DESCR	A 303 GP
	&PTION',41X,'OPTIMISATION',/,13X,'INFERIEURE',3X,'INITIALE',2X,	A 304 GP
	&'SUPERIEURE',62X,'REQUISE'/)	A 305 GP
	DO 60 I=1,NVAR	A 163
	IF (IFFX(I).EQ.1) GO TO 50	A 164
	WRITE (6,45) I,L(I),X(I),U(I),DESCRN(I)	A 165 GP
45	FORMAT (6X,16,4X,3610.4,3X,A,3X,'DUI'/)	A 306 GP
	GO TO 60	A 166
50	WRITE (6,55) I,L(I),X(I),U(I),DESCRN(I)	A 167 GP
55	FORMAT (6X,16,4X,3610.4,3X,A,1X,'NON'/)	A 307 GP
60	CONTINUE	A 168
	ISUM=0	A 170
	DO 65 I=1,NVAR	A 171
	XFIXED(I)=0.0	A 172
	LOPT(I)=0.0	A 173
	XOPT(I)=0.0	A 174
	UOPT(I)=0.0	A 175
65	CONTINUE	A 176

II=1	A 177
JJ=1	A 178
DO 70 I=1,NVAR	A 179
IF (IFFX(I).EQ.1) THEN	A 180
XFIXED(II)=X(I)	
ISUM=ISUM+1	A 181
II=II+1	A 182
ELSE	A 183
LOPT(JJ)=L(I)	A 184
XOPT(JJ)=X(I)	A 185
UOPT(JJ)=U(I)	A 186
JJ=JJ+1	A 187
ENDIF	
70 CONTINUE	A 188
NVD=NVAR-ISUM	A 189
NVR=-NVD	A 190
NAMEYR(1)=NAME	A 191
SUM1=0.0	A 192
SUM2=0.0	A 193
IF (NVD.EQ.0) GO TO 85	A 194
READ (5,75) NITER,NPAS	A 195
75 FORMAT(215)	
READ (5,80) NSIG,IWORK,KWRT,INDEX,NITPTR	A 196
80 FORMAT(515)	
IST=1	
85 DO 100 IYR=1,NYRS	A 197
IF (IYR.EQ.1) GO TO 90	A 198
NAMEYR(IYR)=NAMEYR(IYR-1)+1	A 199
90 NDAYS=0	A 201
NDYSMO(2)=28	A 202
IF (MOD(NAMEYR(IYR),4).EQ.0) NDYSMO(2)=29	A 203
MO1=1	
MO2=12	
IF (IYR.EQ.1) MO1=MNO	
IF (IYR.EQ.NYRS) MO2=MNL	
DO 95 I=MO1,MO2	A 204
95 NDAYS=NDAYS+NDYSMO(I)	A 205
NDYSYR(IYR)=NDAYS	A 206
SUM1=SUM1+NDYSYR(IYR)	A 207
IF (IYR.EQ.1) IST=1	A 208
IF (IYR.EQ.1) LST=NDAYS	A 209
IF (IYR.EQ.1) GO TO 100	A 210
SUM2=SUM2+NDYSYR(IYR-1)	A 211
LST=SUM1	A 213
100 CONTINUE	A 214
CALL READIN (IST,LST,NT,NP)	A 215
DO 105 I=IST,LST	A 216
105 DR(I)=DR(I)+86.4/AREA	A 217
OUTPUT=.FALSE.	A 219
IF (NVD.EQ.0) GO TO 165	A 220 6P
IF (NITER.EQ.0) GO TO 162	A 221 6P (DISPLACED)
DO 110 J=1,NVD	A 222
U(J)=UOPT(J)	A 223
110 L(J)=LOPT(J)	A 224
DO 160 IJC=1,NITER	A 225
IF (IJC.EQ.1.OR.IJC.EQ.2) GO TO 120	A 226 6P
DO 115 J=1,NVD	A 227
UOPT(J)=XOPT(J)+DELTA(J)	A 228
LOPT(J)=XOPT(J)-DELTA(J)	A 229
115 CONTINUE	A 230
120 COMP=0.	A 232

DO 125 J=1,NVO	A 233
P(J)=0.	A 234
DELTA(J)=0.	A 235
125 CONTINUE	A 236
CALL FLOMOD (XOPT,NVAR,COMP,1)	A 237
WRITE (6,130) COMP	A 238
130 FORMAT(/,2X,'ESTIMATION INITIALE DE LA FONCTION =',E15.7)	
XNC=NPAS	A 239
N4=NPAS+1	A 240
DO 135 J=1,NVO	A 241
IF(LOPT(J).LT.0.0) LOPT(J)=0.0	
RANGE=UOPT(J)-LOPT(J)	A 242
DELTA(J)=RANGE/XNC	A 243
P(J)=XOPT(J)	A 244
135 CONTINUE	A 245
DO 160 J=1,NVO	A 246
WRITE (6,140)	A 247
140 FORMAT(/,2X,'PARAMETRE PAS PARAMETRE FONCTION'/	
&' NO. VALEUR VALEUR'/)	
DO 150 I=1,N4	A 248
FCN(I)=0.	A 249
P(J)=LOPT(J)+(I-1)*DELTA(J)	A 250
CALL FLOMOD (P,NVAR,FCN(I),1)	A 251
WRITE (6,145) J,1,P(J),FCN(I)	A 252
145 FORMAT(3X,15,5X,15,2E15.7)	
150 CONTINUE	A 253
ICOUNT=0	A 254
DO 155 I=1,N4	A 255
IF (COMP.LE.FCN(I)) GO TO 155	A 256
ICOUNT=I	A 257
COMP=FCN(I)	A 258
XOPT(J)=LOPT(J)+(I-1)*DELTA(J)	A 259
155 CONTINUE	A 260
P(J)=XOPT(J)	A 261
160 CONTINUE	A 262
162 CONTINUE	A 263 BP
CALL CLIMBX (NVR,XOPT,NVAR,FYR,NSIG,WORK,IWORK,KWRT,L,U,INDEX,	A 265
&NTRIPV,FLOMOD,IER)	A 266
WRITE(6,163)	
163 FORMAT (/,5X,'VARIABLE LIMITE ESTIMATION LIMITE',10X,'DESCRI	A BP
&PTION'/,13X,'INFERIEURE',2X,'OPTIMISEE',2X,'SUPERIEURE'/)	A BP
WRITE (6,164) (K,L(K),XOPT(K),U(K),DESCRN(K),K=1,NVAR)	A BP
164 FORMAT (6X,16,4X,3E10.4,3X,A)	A BP
165 CONTINUE	A 267
OUTPUT=.TRUE.	A 268
CALL FLOMOD (XOPT,NVAR,FYR,1)	A 269
IF (NPRINT.LT.1) GO TO 190	A 270
DO 170 I=IST,LST	
DR(I)=DR(I)*AREA/86.4	
170 DCR(I)=DCR(I)*AREA/86.4	
WRITE(6,*)PAGE	
WRITE(6,175)IST,LST	
175 FORMAT(/,20X,' DCR(I) POUR I= ',15,' A',15)	
WRITE(6,180) (DCR(I),I=IST,LST)	
180 FORMAT(10X,10F12.3)	
WRITE(6,*)PAGE	
WRITE(6,185)IST,LST	
185 FORMAT(/,20X,9HDR(I) , ,3HI= ,15,1H,,15)	
WRITE(6,180) (DR(I),I=IST,LST)	
190 CONTINUE	

```
CALL STSTS
WRITE(6,*)PAGE
LST=0
DO 200 IYR=1,NYRS
MO1=1
MO2=12
IF(IYR.EQ.1)MO1=MMD
IF(IYR.EQ.NYRS)MO2=MML
NDYSMD(2)=28
IF(MOD(NAMEYR(IYR),4).EQ.0)NDYSMD(2)=29
DO 200 IMD=MO1,MO2
IST=LST+1
LST=LST+NDYSMD(IMD)
CALL GRAPH(IST,LST,NAMEYR(IYR),IMD)
200 CONTINUE
WRITE(6,205)PAGE
205 FORMAT (A,9X,'EXECUTION TERMINEE')
STOP
END
```

A 308
A 309-

```

SUBROUTINE CLIMBX (NVR,X,NON,U,NFIG,S,LS,KWRT,G,H,INDIC,NTRIPV,FCN E 1
&,IER) E 2
C E 3
C OPTIMISATION D'UNE FONCTION PAR LA METHODE DE ROSENBRock E 4
C E 5
C LE BLOCK S DOIT ETRE DIMENSIONNE A NVAR*(NVAR+5)+NCON AU MOINS E 6
C E 7
C KWRT (INDICE D'IMPRESSION): 2...PAS D'IMPRESSION E 8
C 1...DEBUT ET FIN SEULEMENT E 9
C 0...A LA FIN DE CHAQUE ETAPE E 10
C -N...APRES CHAQUE N TENTATIVES E 11
C E 12
C INDIC (POSITIF POUR CRITERE DE CONVERGENCE): E 13
C 1 PAS DE CONTRAINTE POUR LES VARIABLES IND. G ET H GRANDS E 14
C 2 CONTRAINTES FIXES POUR VARIABLES IND. FOURNIES A L'ENTREE E 15
C 3 POUR RAPPEL SANS INITIALISATION E 16
C 4 COMME AU 3 MAIS KTRIAL = 0 E 17
C
C INDIC (NEGATIF) COMME CI-DESSUS POUR SORTIE APRES UN NOMBRE E 18
C SPECIFIE DE TENTATIVES
C
C DIMENSION B(3), G(NON), H(NON), I(NON), S(LS) E 19
C E 20
C INITIALISATION E 21
C LE COMPTEUR DE LIGNES CONTROLE L'IMPRESSION DES ENTETES DE PAGES E 23
C E 24
FFDO=-1.0E0 E 25
LINES=60 E 26
IER=0 E 27
NCON=NON-IABS(NVR) E 28
NVAR=IABS(NVR) E 29
SGN=NVR/NVAR E 30
NWRT=IABS(KWRT) E 31
NTDT=NVAR+NCON E 32
N3=N2+NTDT E 33
N4=N3+NVAR E 34
N3=N2+NTDT E 35
N4=N3+NVAR E 36
N2=NVAR*(NVAR+1) E 37
N5=N4+NVAR E 38
NTRIAL=NTRIPV*NVAR E 39
NCONS=NTDT E 40
NT=NVAR*(NVAR+5)+NCON E 41
NEND=0 E 42
CONV=.5D0*(1.1D0)**NFIG E 43
IND=ABS(INDIC) E 44
C VALEURS DE COMPROMIS DES 3 PARAMETRES D'OPTIMISATION: E 45
C ALPHA ET BETA SONT LES PARAMETRES DE DESCENTE ET D'ESCALADE E 46
ALPHA=3.0 E 47
BETA=.5D0 E 48
FAIL=1.0 E 49
CLIFF=.0001D0 E 50
IND1=0 E 51
GO TO (2,4,56,1), IND E 52
1 KTRIAL=0 E 53
IND1=1 E 54
NWRT=NWRT E 55
GO TO 26 E 56
2 DO 3 I=1,NVAR E 57
NCONS=NCONS-1 E 58
G(I)=-1.0E+38 E 59

```


3	H(I)=-G(I)	E 60
4	DO 5 I=1,NT	E 61
5	S(I)=0.DO	E 62
	IF (KMRT.GT.1) GO TO 7	E 63
	IF (SGN.EB.-1.000) GO TO 6	E 64
	WRITE (6,79) NVAR,NCONS	E 65
79	FORMAT (///,5X,'MAXIMUM, FONCTION DE',I3,' VARIABLES AVEC',I3, &' CONTRAINTES')	E 343 E 344
	GO TO 7	E 66
6	WRITE (6,80) NVAR,NCONS	E 67
80	FORMAT (///,5X,'MINIMUM, FONCTION DE',I3,' VARIABLES AVEC',I3, &' CONTRAINTES')	E 345 E 346
7	B(2)=0.DO	E 68
	B(3)=0.DO	E 69
	KTRIAL=0	E 70
	MNRT=MNRT	E 71
	DO 9 I=1,NVAR	E 72
	IF (G(I).EQ.H(I)) GO TO 8	E 73
	S(I)=.100	E 74
8	NI=(NVAR+1)*I	E 75
9	S(NI)=1.DO	E 76
	BIG=ABS(X(1))	E 77
	IF (NVAR.EQ.1) GO TO 11	E 78
	DO 10 I=2,NVAR	E 79
	ABX=ABS(X(I))	E 80
	IF (ABX.GT.BIG) BIG=ABX	E 81
10	CONTINUE	E 82
11	BIG=10.DO*(ALPHA-1.DO)*BIG+1.DO	E 83
	KCONV=0	E 84
	X0=1.DO	E 85
12	IF (X0.GT.BIG) GO TO 13	E 86
	KCONV=KCONV+1	E 87
	X0=ALPHA*X0	E 88
	GO TO 12	E 89
C		E 90
C	TEST DU RESPECT DES CONTRAINTES	E 91
13	IF (NCON.LT.1) GO TO 15	E 92
	NV1=NVAR+1	E 93
	NC1=NVAR+NCON	E 94
	DO 14 I=NV1,NC1	E 95
14	X(I)=.500*(G(I)+H(I))	E 96
15	NG=0	E 97
	DO 25 I=1,NTOT	E 98
	IF (H(I).LT.G(I)) GO TO 24	E 99
16	IF (X(I).LT.G(I)) GO TO 17	E 100
	IF (H(I).LT.X(I)) GO TO 19	E 101
	GO TO 25	E 102
17	IF (ABS(G(I)).LE.1.0E0) GO TO 18	E 103
	X(I)=G(I)+CLIFF*ABS(G(I))	E 104
	GO TO 21	E 105
18	X(I)=CLIFF	E 106
	GO TO 21	E 107
19	IF (ABS(H(I)).LE.1.0E0) GO TO 20	E 108
	X(I)=H(I)-CLIFF*ABS(H(I))	E 109
	GO TO 21	E 110
20	X(I)=CLIFF	E 111
21	IF (NG.NE.0) GO TO 22	E 112
	WRITE (6,81)	E 113
81	FORMAT (/5X,'VALEURS INITIALES HORS DES LIMITES PERMISES'///)	E 347
	NG=1	E 114

22	IF (G(I).EQ.H(I)) GO TO 23	E 115
	WRITE (6,82) I,X(I)	E 116
82	FORMAT (10X,'VARIABLE',I4,' ETABLIE A',616.7)	E 349
	GO TO 25	E 117
23	X(I)=G(I)	E 118
	WRITE (6,83) I,X(I)	E 119
83	FORMAT (10X,'VARIABLE',I4,' FORCEE A',616.7)	E 350
	GO TO 25	E 120
24	WRITE (6,84) I,G(I),H(I)	E 121
84	FORMAT (/5X,'VARIABLE',I4,'-LIMITE INFERIEURE DE',E15.8, &' ET LIMITE SUPERIEURE DE',E15.8,' INTERVERTIES'/)	E 351 E 352
	G1=G(I)	E 122
	G(I)=H(I)	E 123
	H(I)=G1	E 124
	GO TO 16	E 125
25	CONTINUE	E 126
	U1=0.00	E 127
	IF (NTRIAL.EQ.0) GO TO 33	E 128
26	CONTINUE	E 129
	CALL FCN (X,NON,U1,1)	E 130
	U1=SGN*U1	E 131
	DO 27 I=1,NTOT	E 132
	N2I=N2+I	E 133
27	S(N2I)=U1	E 134
	IF (KWRT.EQ.2) GO TO 36	E 135
	GO TO 29	E 136
C		E 137
C	DEBUT DE L'ESCALADE	E 138
C		E 139
C	SORTIES D'ETAPE DU FIN DE CALCUL	E 140
28	IF (KWRT-1) 30,29,35	E 141
29	IF (KTRIAL.EQ.0) GO TO 30	E 142
	IF (NEND.EQ.0) GO TO 36	E 143
30	CALL FCN (X,NON,B(1),1)	E 144
	IF (LINES.LT.60) GO TO 31	E 145
	WRITE(6,85)	E 146
85	FORMAT (///T6,'NOMBRE VALEUR ACTUELLE DERNIERE VALEUR DEPLA &CEMENT CHANGEMENT DE',T6,'ESSAIS OPTIMALE & DIRECTION'/T14,'VARIABLES IND',T47, &'PRESENTE ETAPE ETAPE PRECEDENTE'/)	E 353 E 354 E 355 E 356
	LINES=6	E 147
31	WRITE (6,86) KTRIAL,B,(X(I),I=1,NVAR)	E 148
86	FORMAT (/111,16X,3616.7/(11X,816.7))	E 357
	LINES=LINES+NVAR+2	E 149
	IF (NEND) 34,36,32	E 150
32	WRITE (6,87) NFIG	E 151
87	FORMAT (//5X,'CONVERGENCE A',I4,' CHIFFRES SIGNIFICATIFS DU 1 % &OBTENUE POUR TOUTES LES VARIABLES INDEPENDANTES.'/)	E 358 E 359
33	U=B(1)	E 153
34	RETURN	E 154
35	IF (NEND.EQ.0) GO TO 36	E 155
	CALL FCN (X,NON,B(1),1)	E 156
	GO TO 33	E 157
C		E 158
C	DEBUT D'ETAPE	E 159
C		E 160
C	ESCALADE DES VARIABLES	E 161
36	IF (IND1.EQ.1) GO TO 38	E 162

	DD 37 J=1,NVAR	E 163
	N3J=N3+J	E 164
	N5J=N5+J	E 165
	S(N3J)=0.D0	E 166
37	S(N5J)=0.D0	E 167
38	JS=1	E 168
	IND1=0	E 169
	NEND=0	E 170
39	DD 40 I=1,NVAR	E 171
	IF (G(I).EQ.H(I)) GO TO 40	E 172
	NI=NVAR+I+JS	E 173
	X(I)=S(NI)*S(JS)+X(I)	E 174
40	CONTINUE	E 175
C		E 176
C	VERIFICATION DES CONTRAINTES	E 177
	CALL FCN (X,NON,DUMMY,2)	E 178
	DD 41 I=1,NVAR	E 179
	N2I=N2+I	E 180
	IF (G(I).EQ.H(I)) GO TO 41	E 181
	IF (X(I).LT.G(I)) GO TO 54	E 182
	IF (H(I).LT.X(I)) GO TO 54	E 183
41	CONTINUE	E 184
	IF (NVAR.EQ.NTOT) GO TO 43	E 185
	CALL FCN (X,NON,DUMMY,3)	E 186
	NVRP1=NVAR+1	E 187
	DD 42 I=NVRP1,NTOT	E 188
	N2I=N2+I	E 189
	IF (G(I).EQ.H(I)) GO TO 42	E 190
	IF (X(I).LT.G(I)) GO TO 54	E 191
	IF (H(I).LT.X(I)) GO TO 54	E 192
42	CONTINUE	E 193
C		E 194
C	EVALUATION DE LA FONCTION	E 195
43	KTRIAL=KTRIAL+1	E 196
	CALL FCN (X,NON,U2,1)	E 197
	FFDN=U2	E 198
	U2=SGN*U2	E 199
	IF (U1.GT.U2) GO TO 54	E 200
	DD 52 I=1,NTOT	E 201
	N2I=N2+I	E 202
	IF (G(I).EQ.H(I)) GO TO 51	E 203
	IF (ABS(G(I)).GT.1.0E0) GO TO 44	E 204
	SN1=CLIFF	E 205
	GO TO 45	E 206
44	SN1=CLIFF*ABS(G(I))	E 207
45	IF (X(I).GE.G(I)+SN1) GO TO 46	E 208
	GO=(G(I)+SN1-X(I))/SN1	E 209
	GO TO 49	E 210
46	IF (ABS(H(I)).GT.1.0E0) GO TO 47	E 211
	SN1=CLIFF	E 212
	GO TO 48	E 213
47	SN1=CLIFF*ABS(H(I))	E 214
48	IF (H(I)-SN1.GE.X(I)) GO TO 50	E 215
	GO=(X(I)-H(I)+SN1)/SN1	E 216
49	H0=U2-S(N2I)	E 217
	U2=U2+GO*H0*((4.D0-2.D0*GO)*GO-3.D0)	E 218
	IF (U1.LE.U2) GO TO 52	E 219
	GO TO 54	E 220
50	S(N2I)=U1	E 221
	GO TO 52	E 222

51	S(I)=0.D0	E 223
52	CONTINUE	E 224
	IF (G(JS).EQ.H(JS)) GO TO 53	E 225
	N4J=N4+JS	E 226
	N5J=N5+JS	E 227
	IF (S(N5J).GE.0.5D0) GO TO 53	E 228
	S(N4J)=0.D0	E 229
	S(N5J)=1.D0	E 230
53	N3J=N3+JS	E 231
	S(N3J)=S(N3J)+S(JS)	E 232
	U1=U2	E 233
	S(JS)=ALPHA*S(JS)	E 234
	GO TO 56	E 235
C		E 236
C	EN CAS D'ECHEC, INVERSION DU PROCEDE ET REDUCTION DU PAS	E 237
54	DO 55 I=1,NVAR	E 238
	IF (G(I).EQ.H(I)) GO TO 55	E 239
	NI=NVAR+I+JS	E 240
	X(I)=X(I)-S(NI)*S(JS)	E 241
55	CONTINUE	E 242
	S(JS)=-BETA*S(JS)	E 243
	N4J=N4+JS	E 244
	S(N4J)=S(N4J)+1.D0	E 245
C		E 246
C	TEST D'OPTIMUM OMNIDIRECTIONNEL D'ETAPE	E 247
56	IF (KTRIAL.LT.NTRIAL) GO TO 57	E 248
	IER=1	E 249
	NEND=-1	E 250
	GO TO 28	E 251
57	DO 58 I=1,NVAR	E 252
	IF (G(I).EQ.H(I)) GO TO 58	E 253
	N4I=N4+I	E 254
	N5I=N5+I	E 255
	IF (S(N4I)+0.5D0.LT.FAIL) GO TO 59	E 256
	IF (S(N5I).LT.0.5D0) GO TO 59	E 257
58	CONTINUE	E 258
	GO TO 67	E 259
59	JS=JS+1	E 260
	IF (JS.GT.NVAR) GO TO 62	E 261
60	IF (KWRT.GE.0) GO TO 61	E 262
	IF (KTRIAL.LT.MWRT) GO TO 61	E 263
C		E 264
C	VALEURS FORCEES INTERMEDIAIRES	E 265
	MWRT=MWRT+MWRT	E 266
	UP=SGN*U1	E 267
	WRITE (6,88) KTRIAL,UP,(X(I),S(I),I=1,NVAR)	E 268
88	FORMAT (I11,14X,616.6/(T12,616.7,T60,616.7))	E 360
61	IF (JS.LE.NVAR) GO TO 39	E 269
	GO TO 38	E 270
62	IF (KTRIAL.LT.KCONV) GO TO 60	E 271
	IF (INDIC.LE.0) GO TO 60	E 272
C		E 273
C	TESTS DE CONVERGENCE	E 274
	DO 66 I=1,NVAR	E 275
	DX=0.D0	E 276
	DO 63 K=1,NVAR	E 277
	NI=NVAR+I+K	E 278
63	DX=DX+S(NI)*S(K)	E 279
	IF (ABS(X(I)).GT.1.0E0) GO TO 64	E 280

C	POUR TESTS DE CONVERGENCE RELATIVE (VAEURS <1), CHANGER L'ORDRE	E 281
C	FORTRAN CI-DESSUS SELON LES BESOINS. PAR EXEMPLE:	E 282
C	IF (ABS(X(I))) 175,174,175. TOUTEFOIS, IL Y A RISQUE DE DESCENTE A	E 283
C	ZERO SI LES VALEURS SONT TRES PETITES.	E 284
	CRIT=ABS(DX)	E 285
	GO TO 65	E 286
64	CRIT=ABS(DX/X(1))	E 287
65	IF (CRIT.GE.CONV) GO TO 60	E 288
66	CONTINUE	E 289
	NEND=1	E 290
	GO TO 28	E 291
C		E 292
C	TRANSFORMATION DE COORDONNEES EN FIN D'ETAPE (METHODE GRAM-SCHMIDT)	E 293
C	41 DD45I=1,NVAR	E 294
C	41 IF(((FF\$0-FF\$N)/FF\$0).GT.0.01.OR.(FF\$0-FF\$N).GT.0.5) GO TO 42	E 295
67	IF (ABS((FFD0-FFDN)/FFD0).GT.0.01) GO TO 68	E 296
	NEND=1	E 297
	GO TO 28	E 298
68	FFD0=FFDN	E 299
	DO 69 I=1,NVAR	E 300
	NN=NVAR*I+NVAR	E 301
	S(NN)=S(N4)*S(NN)	E 302
	DO 69 J=2,NVAR	E 303
	NJ=NVAR-J+1	E 304
	N3J=N3+NJ	E 305
	NI=NVAR*I+NJ	E 306
69	S(NI)=S(N3J)*S(NI)+S(NI+1)	E 307
	IF (NVAR.EQ.1) S(3)=0.000	E 308
	DO 71 J=2,3	E 309
	B(J)=0.DO	E 310
	DO 70 I=1,NVAR	E 311
	NI=NVAR*I+J-1	E 312
70	B(J)=S(NI)**2+B(J)	E 313
71	B(J)=SQRT(B(J))	E 314
	IF (B(2).NE.0.) THEN	GP
	B(3)=B(3)/B(2)	E 315
	ELSE	GP
	B(3)=0	GP
	ENDIF	GP
	J=1	E 316
72	K=1	E 317
73	IF (K.EQ.J) GO TO 76	E 318
	B(1)=0.DO	E 319
	DO 74 I=1,NVAR	E 320
	NI=NVAR*I+J	E 321
	NK=NI-K	E 322
74	B(1)=B(1)+S(NI)*S(NK)	E 323
	DO 75 I=1,NVAR	E 324
	NI=NVAR*I+J	E 325
	NK=NI-K	E 326
75	S(NI)=-S(NK)*B(1)+S(NI)	E 327
	K=K+1	E 328
	GO TO 73	E 329
76	B(1)=0.DO	E 330
	DO 77 I=1,NVAR	E 331
	NI=NVAR*I+J	E 332
77	B(1)=B(1)+S(NI)**2	E 333
	B(1)=SQRT(B(1))	E 334

```
DO 78 I=1,NVAR
NI=NVAR+I+3
78 S(NI)=S(NI)/B(1)
J=J+1
IF (NVAR.GE.J) GO TO 72
GO TO 28
END
```

```
E 335
E 336
E 337
E 338
E 339
E 340
E 361-
```

SUBROUTINE FLOWOD (XOPT,NCON,FYR,NEVAL)	C 1
DIMENSION XOPT(1),RUN(31), RERUN(31)	C 5
LOGICAL OUTPUT	C 10
COMMON /STORAG/ RR(4000),RSM(4000),RGW1(4000),RGW2(4000)	C 10 6P
COMMON /IOWDATA/ DT(3660),DP(3660),DR(3660),NDAYS,NYRS,NAMEYR(10),	C 11 6P
&MDINOM(12),NDYSYR(10),NDYSMD(12),OUTPUT,MMD,MML	C 11 6P
COMMON /PRM/ XFIXED(25),IFFX(25),TITRE,AREA,DCR(3660),SCALE,X(25)	6P
CHARACTER#1 PAGE	6P
CHARACTER#4 MDINOM	6P
CHARACTER#80 TITRE	6P
CHARACTER#60 ENTETE(4)	6P
DATA ENTETE(1)	
&/' TEMP PPTN ECOUL ECOUL EVAP STOCK MANTEAU STOCK '/	
DATA ENTETE(2)	
&/' STOCK STOCK RUISS ECOUL ECOUL ECOUL ERR^2 '/	
DATA ENTETE(3)	
&/' (OBS) (CAL) (SURF) NEIGE FONTE HYPO AQUI'/	
DATA ENTETE(4)	
&/' F FONTE HYPO AQUIF '/	
PAGE=CHAR(12)	
II=1	C 17
JJ=1	C 18
DO 1 I=1,NCON	C 19
IF (IFFX(I).EQ.1) THEN	C 20
X(I)=XFIXED(II)	
II=II+1	C 21
ELSE	C 22
X(I)=XOPT(JJ)	C 23
JJ=JJ+1	C 24
ENDIF	
1 CONTINUE	C 25
GO TO (5,80,85), NEVAL	C 26
5 CONTINUE	C 27
C INITIALISATION	C 28
SNOW=X(1)	C 29
SNMLT=0.0	C 30
SURF=X(2)	C 31
GW1=X(3)	C 32
GW2=X(4)	
LAG1=X(20)	C 33
LAG2=X(21)	C 34
LAG3=X(22)	C 35
LAG4=X(23)	
JR=0	C 37
DO 10 LL=1,4000	C 38
RR(LL)=0.0	C 39
RSM(LL)=0.0	C 40
RGW1(LL)=0.0	C 41
RGW2(LL)=0.0	
10 CONTINUE	C 42
DO 75 IYR=1,NYRS	C 43
PYR=0.0	C 44
ROBSYR=0.0	C 45
RCALYR=0.0	C 46
EVAPYR=0.0	C 47
RPYR=0.0	C 48
RSMYR=0.0	C 49
RGW1YR=0.0	C 50
RGW2YR=0.0	
FYR=0.0	C 51

STDYR=0.0	C 52
NDYSMO(2)=28	C 53
IF (MOD(NAMEYR(IYR),4).EQ.0) NDYSMO(2)=29	C 54
TYR=0.0	C 55
DO 15 J=1,NDAYS	C 56
IF (DT(J).LT.0.0) GOTO 15	C 57
TYR=TYR+DT(J)	C 58
15 CONTINUE	C 59
MD1=1	
MD2=12	
IF(IYR.EQ.1)MD1=MMO	
IF(IYR.EQ.NYRS)MD2=MML	
DO 65 IMD=MD1,MD2	C 60
IF (OUTPUT) THEN	C 61
WRITE(6,*)PAGE	
WRITE(6,17)ENTETE(1),ENTETE(2),ENTETE(3),ENTETE(4)	
17 FORMAT(9X,A,A/22X,A,A/)	
ENDIF	
PMD=0.0	C 62
ROBSMO=0.0	C 63
RCALMO=0.0	C 64
EVAPMO=0.0	C 65
FMO=0.0	C 66
STDMO=0.0	C 67
INDEX=NDYSMO(IMD)	C 68
DO 60 IDAY=1,INDEX	C 69
JR=JR+1	C 70
T=DT(JR)	C 71
P=DP(JR)*X(6)	C 72
PE=X(5)*T/TYR	C 73
IF (PE.LT.0.0) PE=0.0	C 74
PER=PE*X(7)	C 75
PES=PER	C 76
PEG=PE-PER	C 77
ER=0.0	C 78
ES=0.0	C 79
ES=0.0	C 80
IF (T.LT.X(8)) GO TO 25	C 81
IF (SNOW.GT.0.0) GO TO 20	C 82
C PLUIE, PAS DE NEIGE AU SOL	C 83
SURF=SURF+SNMLT	C 84
SNMLT=0.0	C 85
CALL STORE (P,SURF,PER,X(11),X(9),X(10),EVAP,PERC1,XOUT)	C 86
ER=EVAP	C 87
RR(JR+LAG1)=XOUT	C 88
GO TO 50	C 89
20 CONTINUE	C 90
C PLUIE SUR LA NEIGE AU SOL	C 91
IF (P.LE.0.0) GOTO 30	C 92
TEMP=X(13)*(T-X(14))	C 93
GO TO 35	C 94
25 CONTINUE	C 95
C EVOLUTION DU MANTEAU DE NEIGE	C 96
30 TEMP=X(12)*(T-X(14))	C 97
35 IF (TEMP.LE.0.0) TEMP=0.0	C 98
SNOW=SNOW+SURF	C 99
SURF=0.0	C 100
CALL STORE (P,SNOW,PES,TEMP,0.0,9999.,EVAP,PERC,XOUT)	C 101
ES=EVAP	C 102


```

C   FONTE DE NEIGE                                C 103
      CALL STORE (PERC,SNMLT,0.0,X(16),X(15),9999.,EVAP,PERC1,XOUT) C 104
      RSM(JR+LAG2)=XOUT                                C 105
C   RETENTION HYPODERMIQUE                        C 106
50  CALL STORE (PERC1,GW1,PEG,X(18),X(17),9999.,EVAP,PERC2,XOUT) C 107
      RGW1(JR+LAG3)=XOUT                                C 108
      EG=EVAP                                           C 109
C   AQUIFERE
      CALL STORE (PERC2,GW2,0.0,0.0,X(19),9999.,EVAP,PERC3,XOUT)
      RGW2(JR+LAG4)=XOUT
C   SOMMATION DES COMPOSANTES                      C 110
      TEVP=ER+ES+EG                                     C 111
      TRUN=RR(JR)+RSM(JR)+RGW1(JR)+RGW2(JR)             C 112
      DCR(JR)=TRUN                                       C 114
      F=(DR(JR)-TRUN)*(DR(JR)-TRUN)                   C 115
      IF (OUTPUT) WRITE (6,55) MDINDM(IMD),IDAY,T,DP(JR),DR(JR),TRUN, C 116
&TEVP,SURF,SNOW,SNMLT,GW1,GW2,RR(JR),RSM(JR),RGW1(JR),RGW2(JR),F C 117
55  FORMAT (A4,I3,F6.1,F7.2,F7.3,3F8.3,FB.1,2FB.2,FB.1,5FB.3)
      IF (OUTPUT) RERUN(IDAY)=DR(JR)*AREA/B6.4         C 118
      IF (OUTPUT) RUN(IDAY)=TRUN*AREA/B6.4             C 119
      PYR=PYR+DP(JR)                                    C 120
      PMD=PMD+DP(JR)                                    C 121
      ROBSYR=ROBSYR+DR(JR)                              C 122
      ROBSMD=ROBSMD+DR(JR)                             C 123
      RCALYR=RCALYR+TRUN                                C 124
      RCALMD=RCALMD+TRUN                                C 125
      EVAPYR=EVAPYR+TEVP                                C 126
      EVAPMD=EVAPMD+TEVP                                C 127
      RPYR=RPYR+RR(JR)                                  C 128
      RSMYR=RSMYR+RSM(JR)                              C 129
      RGW1YR=RGW1YR+RGW1(JR)                            C 130
      RGW2YR=RGW2YR+RGW2(JR)
      FYR=FYR+F                                          C 131
      FMD=FMD+F                                          C 132
60  CONTINUE                                           C 133
      STDMD=SQRT(FMD/INDEX)                             C 134
      IF (OUTPUT) WRITE (6,62) PMD,ROBSMD,RCALMD,EVAPMD,FMD,STDMD C 135
62  FORMAT (///,10X,'RESUME MENSUEL'//10X,'PRECIPITATION TOTALE (mm)', C 136
&9X,610.3/10X,'ECOULEMENT TOTAL OBSERVE (mm)',5X,610.3/10X, C 137
&'ECOULEMENT TOTAL CALCULE (mm)',5X,610.3/10X, C 138
&'EVAPOTRANSPIRATION TOTALE (mm)',4X,610.3/10X, C 139
&'SOMME DES CARRES DES DIFFERENCES:',1X,610.3/10X,
&'ERREUR-TYPE',23X,610.3/)
65  CONTINUE                                           C 141
      STDYR=SQRT(FYR/NDAYS)                             C 142
      SUM=X(1)+X(2)+X(3)+X(4)+(PYR*X(6))-SNOW-SURF-GW1-GW2-RCALYR-EVAPYR C 143
      IF (OUTPUT) WRITE (6,*)PAGE                       C 144
      IF (OUTPUT) WRITE (6,70) PYR,ROBSYR,RCALYR,EVAPYR,RPYR,RSMYR, C 145
&RGW1YR, RGW2YR, SUM, FYR, STDYR                       C 146
70  FORMAT (///,10X,'RESUME ANNUEL'//10X,'PRECIPITATION TOTALE (mm)', C 147
&9X,610.3/10X,'ECOULEMENT TOTAL OBSERVE (mm)',5X,610.3/10X, C 148
&'ECOULEMENT TOTAL CALCULE (mm)',5X,610.3/10X, C 149
&'EVAPOTRANSPIRATION TOTALE (mm)',4X,610.3/10X, C 150
&'ECOULEMENT DE SURFACE (mm)',8X,610.3/10X, C 151
&'ECOULEMENT DE LA FONTE (mm)',7X,610.3/10X, C 151B
&'ECOULEMENT HYPODERMIQUE (mm)',6X,610.3/10X, C 152
&'RESURGENCE DE L'AQUIFERE (mm)',5X,610.3/10X, C 153
&'ECOULEMENT INEXPLIQUE (mm)',8X,610.3/10X, C 151
&'SOMME DES CARRES DES DIFFERENCES',2X,610.3/10X, C 155
&'ERREUR-TYPE',23X,610.3/)

```

C 159

75 CONTINUE
60 TO 90
80 CONTINUE
RETURN
85 CONTINUE
90 RETURN
END

C 157
C 158
C 159
C 160
C 161
C 162
C 163-

	SUBROUTINE STORE (XIN,STOCK,PEV,XK1,XK2,XK3,EVAP,PERC,RUNF)	D	1
C		D	2
C		D	3
C	XIN ALIMENTATION DE LA RESERVE	D	4
C	STOCK STOCKAGE ACTUEL	D	5
C	PEV POTENTIEL D'EVAPOTRANSPIRATION	D	6
C	XK1 PORTION INFILTRÉE DU STOCKAGE	D	7
C	XK2 PORTION ÉCoulÉE DU STOCKAGE	D	8
C	XK3 STOCKAGE MAXIMAL POSSIBLE	D	9
C		D	10
C		D	11


```

STOCK=STOCK+XIN
EVAP=MIN(PEV,STOCK)
STOCK=STOCK-EVAP
PERC=MIN(XK1+STOCK,STOCK)
STOCK=STOCK-PERC
RUNF=MIN(XK2+STOCK,STOCK)
STOCK=STOCK-RUNF
IF (STOCK.GT.XK3) THEN
  RUNF=RUNF+STOCK-XK3
  STOCK=XK3
ENDIF
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE STSTS                                6 1
COMMON /IDDATA/ DT(3660),DP(3660),DR(3660),NDAYS,NVRS,NAMEYR(10),
&MOINDM(12),NDYSYR(10),NDYSMD(12),OUTPUT,MMD,MML
CHARACTER*1 PAGE                                6P
CHARACTER*4 MOINDM
CHARACTER*80 TITRE
COMMON /PRM/ XFIXED(25),IFFX(25),TITRE,AREA,DCR(3660),SCALE,X(25) 6P
REAL NSR2                                        6 3
PAGE=CHAR(12)
SUM1=0.0                                        6 4
SUM2=0.0                                        6 5
SUM3=0.0                                        6 6
SUM4=0.0                                        6 7
SUM5=0.0                                        6 8
XN=NDAYS                                        6 9
write(*,99)NDAYS,XN
99 format(10x,'Ndays =',i5,' XN =',f8.2)
DO 1 I=1,NDAYS                                6 10
SUM1=SUM1+DCR(I)                              6 11
SUM2=SUM2+DR(I)                               6 12
SUM3=SUM3+DCR(I)-DR(I)                       6 13
SUM4=SUM4+ABS(DCR(I)-DR(I))                  6 14
1 SUM5=SUM5+(DCR(I)-DR(I))**2                 6 15
DCRBAR=SUM1/XN                                6 16
DRBAR=SUM2/XN                                 6 17
IF(DRBAR.EQ.0.0)RETURN
R=SUM3/(XN*DRBAR)                             6 18
A=SUM4/(XN*DRBAR)                             6 19
SE=(SUM5/XN)**0.5                             6 20
Y=SE/DRBAR                                    6 21
SUM6=0.0                                       6 22
SUM7=0.0
DO 2 I=1,NDAYS                                6 23
SUM7=SUM7+(DCR(I)-DCRBAR)**2
2 SUM6=SUM6+(DR(I)-DRBAR)**2                 6 24
FO2=SUM6                                       6 25
F2=SUM5                                         6 26
NSR2=(FO2-F2)/FO2                              6 27
SDR=SQRT(SUM6/(XN-1.0))
SDRC=SQRT(SUM7/(XN-1.0))
WRITE(6,*)PAGE                                6 34
WRITE(6,4)                                     6 29
4 FORMAT(7X,' RESUME STATISTIQUE, DEBIT EN M3/S'//) 6 35
WRITE(6,5) DCRBAR,DRBAR,R,A,Y,SE,FO2,F2,NSR2,SDR,SDRC 6 30
5 FORMAT(10X,'MOYENNE DU DEBIT CALCULE:',F9.2//10X, 6 37
& 'MOYENNE DU DEBIT OBSERVE:',F9.2//10X,
& 'R',F9.5//10X,
& 'A',F9.5//10X,
& 'Y',F9.5//10X,
& 'SE',F9.5//10X,
& 'FO2',F9.1//10X,
& 'F2',F9.1//10X,
& 'NSR2',F9.5//10X,
& 'SD-OBSERVE',F9.3//10X,
& 'SD-CALCULE',F9.3)
RETURN                                        6 31
END                                            6 32

```

	SUBROUTINE READIN (IST,LST,NT,NP)	B 1
	COMMON /IOWATA/ DT(3660),DP(3660),DR(3660),NDAYS,NYRS,NAMEYR(10),	
	*MOINDM(12),NDYSYR(10),NDYSMD(12),OUTPUT,MMD,MML	
	COMMON /PRM/ XFIXED(25),IFFX(25),TITRE,AREA,DCR(3660),SCALE,X(25)	GP
	DIMENSION T(4,3660),P(4,3660)	B 3
	CHARACTER*4 MOINDM	
	CHARACTER*80 TITRE	
	XNT=NT	B 4
	XNP=NP	B 5
C		
C	LECTURE DES TEMPERATURES A CHACUNE DES NT STATIONS	B 7 GP (DISPLACED)
C		
	DO 1 I=1,NT	B 6
	1 READ (5,*) (T(I,J),J=IST,LST)	B 8
C		
C	LECTURE DES PRECIPITATIONS A CHACUNE DES NP STATIONS	B 10
C		
	DO 10 I=1,NP	B 9
	10 READ (5,*) (P(I,J),J=IST,LST)	B 11
C		
C	LECTURE DES DEBITS	B 12
C		
	READ(5,*) (DR(J),J=IST,LST)	B 13
C		
C	CALCUL DES MOYENNES POUR LE BASSIN	
C		
	DO 30 J=IST,LST	B 14
	SUM1=0.0	B 15
	SUM2=0.0	B 16
	DO 20 I=1,NT	B 17
	20 SUM1=SUM1+T(I,J)	B 18
	DT(J)=SUM1/XNT	B 19
	DO 25 I=1,NP	B 20
	25 SUM2=SUM2+P(I,J)	B 21
	DP(J)=SUM2/XNP	B 22
	30 CONTINUE	B 31
	RETURN	B 32
	END	B 38-

```

SUBROUTINE GRAPH (IST,LST,IAN,IMD)
COMMON /IOWDATA/ DT(3660),DP(3660),DR(3660),NDAYS,NYRS,NAMEYR(10),
&MDINDM(12),NDYSYR(10),NDYSMD(12),OUTPUT,MMD,MML
COMMON /PRM/ XFIXED(25),IFFX(25),TITRE,AREA,DCR(3660),SCALE,X(25)
CHARACTER*80 TITRE
CHARACTER*4 MDINDM
CHARACTER*1 O,C,B,P,S,INIT1,INIT2,PNT(101)
DIMENSION COCHE(11)
DATA OB/'O'/,CA/'C'/,S/'S'/
DATA PNT /101*' '/
DO 5 IP=1,101,10
5 PNT(IP)='.'
ECHEL=SCALE/100.0
IF(IST.EQ.1) THEN
WRITE(6,10)
10 FORMAT(///15X,'O : DEBIT OBSERVE'/15X,'C : DEBIT CALCULE'/15X,
& '* : DEBITS OBSERVE ET CALCULE COINCIDENT'///)
DO 15 IE=1,11
15 COCHE(IE)=(SCALE/10)*(IE-1)
WRITE(6,17)(COCHE(IC),IC=1,11)
17 FORMAT(6X,11F10.1)
WRITE(6,20)PNT
20 FORMAT(14X,101A)
ENDIF
IJR=0
DO 40 JOUR=IST,LST
IJR=IJR+1
L1=MIN(DR(JOUR)/ECHEL+1.5, 101)
L2=MIN(DCR(JOUR)/ECHEL+1.5, 101)
INIT1=PNT(L1)
INIT2=PNT(L2)
IF (L1.NE.L2) THEN
PNT(L1)=OB
PNT(L2)=CA
ELSE
PNT(L1)=S
ENDIF
WRITE(6,30)IAN,MDINDM(IMD),IJR,PNT
30 FORMAT(15,1X,A3,13.2,2X,101A)
PNT(L1)=INIT1
PNT(L2)=INIT2
40 CONTINUE
RETURN
END

```

F 1

F 6

F 9

F 10

F 12

F 13

F 14

F 15

F 16

F 17

F 18

F 19

F 20

F 21

F 24

F 25

F 26

F 28

F 37-

```
BLOCK DATA
COMMON /IOWDATA/ DT(3660),DP(3660),DR(3660),NDAYS,NYRS,NAMEYR(10), A2 2
&MOINDM(12),NDYSYR(10),NDYSMD(12),OUTPUT,MMD,MML A2 3
CHARACTER*4 MOINDM
DATA NDYSMD /31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31/ A2 4
DATA MOINDM /'JAN ','FEV ','MAR ','AVR ','MAI ','JUN ','JUL ', A2 5
1 'AOUT','SEPT','OCT ','NOV ','DEC '/ A2 6
END A2 7
```