



**HAL**  
open science

# Le coût des dommages dus aux inondations : Estimation et analyse des incertitudes

Jean Philippe Torterotot

► **To cite this version:**

Jean Philippe Torterotot. Le coût des dommages dus aux inondations : Estimation et analyse des incertitudes. domain\_other. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1993. Français. NNT : . tel-00421862

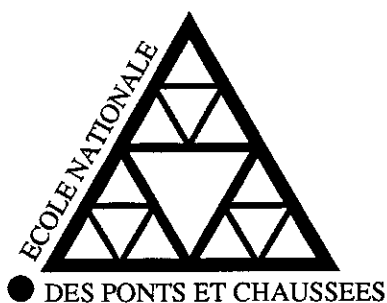
**HAL Id: tel-00421862**

**<https://pastel.hal.science/tel-00421862>**

Submitted on 4 Oct 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**Mémoire présenté pour l'obtention du titre de  
Docteur de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées  
Spécialité Sciences et Techniques de l'Environnement**

**LE COÛT DES DOMMAGES DUS AUX INONDATIONS:  
ESTIMATION ET ANALYSE DES INCERTITUDES**

**volume 2 : annexes**

par  
**Jean Philippe TORTEROTOT**

thèse soutenue le 6 octobre 1993  
devant le jury composé de:

M. Claude HENRY  
M. Edmund PENNING-ROWSELL  
M. Jean ROUSSELLE  
M. Jean GRASSIN  
M. Guy OBERLIN  
M. Rémy POCHAT  
M. Pierre-Alain ROCHE

Président  
Rapporteur  
Rapporteur  
Examineur  
Examineur  
Examineur  
Directeur de Thèse



## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe I.A.	le poids des différentes catégories de coûts
Annexe IV.A.	les questionnaires d'enquêtes auprès des particuliers et des activités
Annexe VI.A.	l'interprétation d'une AFCM
Annexe VI.B.	le calage de relations entre l'endommagement et la hauteur de submersion
Annexe VI.C.	les fonctions de dommages à l'habitat
Annexe VIII.A.	le programme TRTM du sous-modèle hydrologique
Annexe VIII.B.	le risque de rupture de digue
Annexe VIII.C.	la description détaillée du sous-modèle hydraulique
Annexe VIII.D.	les fonctions de coût élémentaires
Annexe VIII.E.	la structure des programmes de calcul pour le modèle local
Annexe VIII.F.	les valeurs par défaut pour les hauteurs de plancher
Annexe IX.A.	les questionnaires utilisés pour le recueil des données sur les zones inondables
Annexe IX.B.	la critique hydrologique effectuée sur les données des stations hydrométriques
Annexe IX.C.	les biefs et secteurs dans la base de données ZONINOND
Annexe IX.D.	l'état d'avancement du recueil et de la critique des données sur les zones inondables
Annexe IX.E.	les résultats du modèle par bief
Annexe X.A.	la structure du programme de simulation des sources d'incertitudes sur le modèle local
Annexe X.B.	la distribution des estimations de coûts sur un secteur
Annexe X.C.	les caractéristiques statistiques des incertitudes sur les secteurs
Annexe X.D.	l'analyse typologique des incertitudes
Annexe XI.A.	l'analyse de l'aléa hydrologique régional sur le bassin de la Vienne
Annexe XI.B.	l'analyse de l'aléa hydrologique régional sur la Loire centrale
Annexe XI.C.	l'analyse des incertitudes à échelle régionale
Annexe XI.D.	les secteurs prépondérants pour les dommages sur la Loire centrale



**Annexe I.A.**  
**le poids des différentes catégories de coûts**



Cette annexe présente les résultats, extraits des travaux dont nous disposons, sur la composition des coûts des dommages dus aux inondations, en s'intéressant particulièrement aux dommages non pris en compte dans les estimations présentées en partie C. Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible de porter une analyse critique sur de tels résultats, ni d'étudier la dépendance des différents types de dommages par rapport aux conditions physiques ou économiques des zones inondables. Par ailleurs, il faut souligner que les poids des différents types de dommages évoluent dans le temps, même à l'échelle d'une décennie (Penning-Rowell et Green, 1990. Benefit-cost analysis of flood alleviation: a changing art, Middlesex University Flood Hazard Research Centre, Enfield, Royaume-Uni). Les dommages intangibles ne sont pris en compte dans aucun des bilans présentés.

**O.T.U. (1965) Crues de la Loire : pertes économiques dues à une crue éventuelle, Service Hydrologique Centralisateur du Bassin de la Loire, Orléans.**

Estimation des dommages totaux (directs et indirects, hors effets sur les usagers des ruptures de réseaux et de communications) d'une crue "type 1856" sur la Loire moyenne (plus que centennale), aux horizons 1962 et 1985, avec deux hypothèses de ruptures des digues (basse A, haute B). Pourcentages par rapport au total estimé pour :

	A 1962	B 1962	A 1985	B 1985
VRD et voirie (hors SNCF)	16,5%	13,1%	8,4%	7,5%
autres équipements et infrastructures (bât. publics...)	6,1%	2,8%	4,6%	2,8%
secours	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%

**B.C.E.O.M. (1967) Essai sur le coût économique des crues, Ministère de l'Équipement et du Logement (Service Central Hydrologique), Paris.**

Évaluation des coûts des dommages de l'inondation de l'agglomération parisienne par les crues de la Seine de 1955 (durée de retour de 18 à 26 ans) et de 1966 (durée de retour de 4 ans).

En pourcentage du coût total :

	1955	1966
coûts indirects liés aux transports	14,7%	44,7%
dégâts aux infrastructures	13,5%	25,3%
secours	2,9%	négligeable

Évaluation des coûts des dommages des crues de l'Aude de 1930 (durée de retour de 36 ans) et de 1965 (8 ans). En pourcentage du coût total :

	1930	1965
bâtiments publics	4,8%	0,4%
voirie	20,2%	12,1%
ruptures de trafic		0,1%
voies ferrées	2,2%	0
digues et canaux	8,6%	3,0%
réseaux		0,2%
secours, interventions	1,5%	0,9%



**B.C.E.O.M. (1970) Recherches méthodologiques sur l'évaluation des coûts unitaires des dommages causés par les crues, Ministère de l'Équipement et du Logement (Service Central Hydrologique), Paris.**

Pour ce qui concerne les infrastructures et équipements, les tentatives pour lier les valeurs exposées, les paramètres de la submersion et les coûts sont restées vaines. A partir de l'analyse de 12 événements de crue réels analysés a posteriori, on observe une part des dommages aux infrastructures qui varie de 5 à 50% du total des dommages. Ce pourcentage a tendance à baisser quand la fréquence de l'événement baisse (donc pour des crues plus rares), et à augmenter quand le relief est plus accentué (vallée encaissée...).

Pour ce qui concerne plus précisément la voirie, le pourcentage par rapport aux dommages totaux est en moyenne de 8,5% (moyenne établie sur le total des coûts des voiries par rapport au total des dommages sur les 12 crues). Par événement :

Aude	1930	20%	période de	36 ans
Aude	1965	12%	retour	8 ans
Corrèze	1960	8%		100 ans
Vézère	1960	7%		100 ans
Sarthe	1966	10%		60 ans
Seine (agglo Paris)	1955	5%		(*)
Seine (agglo Paris)	1966	1%		(*)
Hérault	1963	5%		2 ans
Hérault	1965	6%		(*)
Vidourle	1958	28%		(*)
Cèze	1958	36%		(*)
Gardons	1958	35%		(*)
Orb	1969	8%		10 ans

(\*) période de retour non indiquée dans le document

**B.C.E.O.M. (1977) Approche rationnelle des décisions concernant la lutte contre les nuisances dues aux inondations, Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire, Paris.**

Pour estimer les coûts aux infrastructures et équipements, les dommages directs (matériels) sont majorés forfaitairement de 20%.

**B.C.E.O.M. (1980) Lutte contre les nuisances des inondations : méthode sommaire d'évaluation des critères économiques, Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie (DPP/SE/SDEC), Neuilly-sur-Seine.**

En se basant sur des valeurs données par Grigg et Helweg (1975) dans le contexte nord-américain (State-of-the-art of estimating flood damage in urban areas, Water Resources Bulletin, vol. 11, no. 2, 379-390), on indique ici des ratios "dommages indirects / dommages directs" par type de biens :

logements	15%	équipements publics	34%
commerces	35%	réseau routier	25%
industries	45%	réseau ferroviaire	23%
services privés	10%	cultures	24% (fruits, légumes) à 48% (céréales)

**Penning-Rowse E.C. et Chatterton J.B. (1977) The benefits of flood alleviation: a manual of assessment techniques, Gower Technical Press Ltd, Aldershot (Royaume-Uni).**

Etude de cas sur une partie de l'agglomération de Bristol, inondée en 1968 au Royaume-Uni : les coûts sont issus à la fois d'enquêtes et d'estimations. Pourcentages par rapport aux coûts totaux :

dommages matériels aux biens des collectivités	7,9%	coupures de routes	0,9%
secours	2,1%	coupures services publics	0,3%
dégâts routes, ponts	3,8%	autres indirects	5,8%

**Parker D.J., Green C.H. et Thompson P.M. (1987) Urban flood protection benefits: a project appraisal guide, Gower Technical Press Ltd, Aldershot (Royaume-Uni).**

Etude de cas sur la ville de Lincoln, avec estimation des coûts directs et indirects à différentes fréquences de crues (en millions de Livres Sterling).

durée de retour	10	20	30	40	70	100
directs	0,2	0,3	2,1	20,3	24,6	25,1
dont équipements et infrastructures	0	0,7%	0,7%	0,2%	0,2%	0,3%
indirects	0,003	0,01	0,53	4,24	5,07	5,34
dont coupures de routes	0	14,4%	1,1%	3,2%	5,3%	7,1%
et dont secours	65,4%	59,0%	7,4%	4,0%	4,4%	4,4%

**Twohig J., Hunter W. et Reck V. (1988) Flood damage analysis: Grandview Heights case study, Proceedings of a seminar on flood damage reduction reconnaissance-phase studies (9-11/8/1988), U.S Army Corps of Engineers / Hydrologic Engineering Center, Davis, USA.**

Evaluation sur une étude de cas. Pourcentages par rapport aux coûts totaux:

dégâts aux infrastructures et équipements	4,3% en crue centennale	5,8% sur le CMA
secours	2,4% en crue centennale	2,2% sur le CMA

(CMA : coût moyen annuel).

**Davis S.A, Ratick S.J et Ballew M. (1989) Uncertainty analysis for urban flood damage reduction benefits: attitudes and practices of Corps of Engineers Economists, U.S Army Corps of Engineers / Water Resources Support Center / Institute for Water Resources, Fort Belvoir, USA.**

Résultats d'une enquête auprès des économistes qui réalisent les études sur les protections contre les crues.

Pourcentages des types de biens dans la réduction des dommages matériels :

habitat	45,4%	de 20 à 70%
commerces	26,1%	de 10 à 60%
industries	11,9%	de 0 à 30%
infrastructures et équipements...	16,5%	(fourchette de valeurs non indiquée)

La réduction des dommages non matériels représente en moyenne 18,5% de la réduction des dommages matériels.

**Annexe IV.A.**  
**les questionnaires d'enquêtes auprès des particuliers et des activités**



**DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS**

Enquête Nationale sur les dommages dûs aux inondations

**DOSSIER BATIMENT**

EVENEMENT DU: .../.../19... AU .../.../19...

DOSSIER BATIMENT N° ..... regroupant:

Nombre de logements enquêtés: .....  
Nombre d'activités enquêtés: .....

SITUATION DU BATIMENT: SECTEUR N° .....

Appellation: .....  
.....

DATES DE L'ENQUETE:

.../.../19... .....  
.....  
.../.../19... .....  
.....  
.../.../19... .....  
.....  
.../.../19... .....  
.....  
.../.../19... .....  
.....

# DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS

Dossier Batiment

## INSTRUCTIONS GENERALES

### 1. Le dossier bâtiment comprend plusieurs questionnaires:

- Un questionnaire sur la construction ou l'immobilier puis, suivant le type de bâtiment:
- Une série de questionnaires spécifiques:
  - . à chaque logement inondé,
  - . à chaque activité professionnelle inondée.

Cette organisation permet d'enquêter auprès d'une très large distribution de bâtiments (de la maison individuelle au groupements d'activités) en distinguant utilement les types de biens rencontrés et par conséquent les types de dommages. Aussi les définitions que nous adoptons (cf §3.: partage habitat/activités) diffèrent-elles quelque peu des définitions utilisées par la Direction Générale des Impôts (modes de déclaration des bâtiments).

### 2. Quelles sont les constructions concernées?

Le questionnaire s'applique à tout bâtiment d'un seul tenant, qu'il soit isolé ou à murs mitoyens. Toutefois, lorsqu'une propriété (individuelle ou collective) comprend un bâtiment principal et une dépendance bâtie (un garage...), il est possible sous certaines conditions d'inclure la dépendance avec le bâtiment dans un même questionnaire. Ces conditions sont:

-les niveaux de la dépendance ne diffèrent pas de plus ou moins 50 centimètres des niveaux du bâtiment principal (la dépendance sera réunie au bâtiment niveau par niveau).

-les dommages dans la dépendance n'excèdent pas plus du quart des dommages totaux sur la propriété.

Si ces conditions ne sont pas remplies, on utilisera deux questionnaires distincts; de même si la propriété comprend plusieurs bâtiments d'égales importances.

### 3. Comment prévoit-on les questionnaires spécifiques qu'il faudra remplir?

Il est nécessaire de bien cerner dès le départ le domaine de chaque logement ou activité professionnelle inondés occupant le bâtiment (voir notice page ). On utilisera a priori les différentes limites de propriétés privés. Deux exceptions devront être faites, où on partagera une même propriété (différence avec les définitions de la DGI):

- Le cas des professions salariées à domicile et professions libérales:  
On partagera (par niveau ou par pièce) de façon à distinguer la partie logement (habitat) de la partie activité professionnelle.

Cependant, si l'activité professionnelle est de faible importance (en valeur de biens comme de dommages), on pourra ne pas pratiquer cette séparation. On indiquera seulement dans le questionnaire logement concerné que le logement intègre une activité professionnelle mineure.

- Le cas d'activités très différentes à l'intérieur d'un même établissement: garage + station service + récupération ...  
bar + tabac + restaurant + hotel + salle de jeux ...  
entreprise + cantine + coopérative ...

On essaiera d'isoler chaque branche d'activité en tenant compte de son importance relative (participation au montant global de dommages)

#### 4. Comment doit-on indiquer les montants de dommages?

Les trois questionnaires types (construction, logement, activité) consistent essentiellement au recueil de valeurs de biens exposés et de montants de dommages (voir annexe 1 Pourquoi ces renseignements?). Aussi, dans la mesure du possible, toutes les valeurs devront être rapportées à l'année de l'inondation (ou de l'année suivante si l'inondation est arrivée dans le dernier trimestre de l'année).

Si des valeurs de biens ne sont pas connues pour l'année de l'inondation, préciser l'année de référence avec la réponse (sans utiliser les cases de saisie); l'année de référence devant être antérieure à la date de l'inondation (afin de ne pas tenir compte d'une dépréciation liée à l'évènement comme pour les valeurs vénales de construction...).

On arrondira systématiquement toutes les sommes à la centaine de francs la plus proche.

#### 5. Comment répondre aux questionnaires?

Après avoir consulté la notice, on répondra à chaque question, soit directement (écrire lisiblement), soit en entourant le numéro correspondant à la réponse parmi les différentes possibilités. Dans le cas où la réponse ne pose pas de problème, on pourra utiliser directement les cases de saisie dans la partie droite du questionnaire.

On insistera particulièrement sur les questions en caractères droits (par rapport aux questions en italiques). On sautera les questions auxquelles on ne sait pas répondre.

. Ce questionnaire est indépendant de toute procédure d'indemnisation. Il est uniquement destiné à collecter des informations sur l'habitat en zone inondable et les dommages dûs aux inondations.

. La non réponse à une question n'entraînera aucune poursuite.

. Les renseignements recueillis seront saisis informatiquement et conservés à la Délégation aux Risques Majeurs (Ministère de l'Environnement Neuilly sur Seine). Concernant une construction ou un logement, ils n'auront pas de caractère nominatif et seront identifiés par un nom de commune et un numéro de dossier.

. Les enquêteurs et personnes encadrant l'enquête avant saisie des informations (D.D.E.) ont obligation de préserver la sécurité de ces informations et d'empêcher leur divulgation à d'autres services ou personnes que la Délégation aux Risques Majeurs.



## QUESTIONNAIRE CONSTRUCTION

### TYPE DE BATIMENT

1. Le bâtiment abrite-t-il:

1. Un seul logement
2. Plusieurs logements
3. Une seule activité
4. Plusieurs activités
5. A la fois des logements et des activités

2. Quel est le nombre total de niveaux? .....

3. Des dépendances bâties sont-elles prises en compte avec le bâtiment considéré (garage ...)? Si non:

oui -1-  
non -2-

Le bâtiment enquêté est-il une dépendance bâtie?

oui -1-  
non -2-

### RENSEIGNEMENTS SUR LA SUBMERSION

4. Quelle a été la hauteur d'eau maximale atteinte?  
(on mesurera par rapport au plancher du niveau le plus bas de la construction) .....(cm)

5. Durée de submersion au dessus du niveau le plus bas où des dommages ont été constatés? .....(j)

(indiquez le nombre de jours; on portera 0 pour une durée inférieure à 12 heures, 1 ou plus sinon)

6. Autour du bâtiment, avez vous constaté:

1. Des déplacements d'objets légers (débris ou objets divers)
2. Des déplacements d'objets lourds (troncs, citernes...)
3. Des effondrements de murs ou clôtures
4. Des creusements importants dans les sols
5. Aucun déplacement, effondrement ou creusement

7. L'eau était-elle polluée par de l'essence, du fioul ou des produits chimiques?...

oui -1-  
non -2-

8. Vos terrains -potager, jardin- ont-ils été affectés par des dépôts (stérilisation des sols)?

oui -1-  
non -2-

## NOTICE

Q01. On considérera:

- comme logements: Toutes les pièces, plus éventuellement la dépendance bâtie, d'une même propriété présentant dans leur ensemble un caractère d'habitabilité mais sans usage professionnel notable; d'une façon générale: où on peut y demeurer, y manger, y dormir. On restera donc plus large que le critère technique d'habitabilité: pièce de plus de 1,8 m sous plafond.

- comme activités professionnelles: Tous les locaux, plus éventuellement la dépendance bâtie, des établissements agricoles, artisanaux, industriels et commerciaux, des services voire des professions libérales ou professions salariées à domicile, si elles représentent un capital important; locaux présentant un usage professionnel uniquement.

Lorsqu'une dépendance est prise en compte avec le bâtiment principal:

- on l'indique naturellement à la question numéro 3,
- on doit faire attention de ne pas compter deux fois le même logement (ou la même activité) si ses pièces (ou ses locaux) sont divisés entre le bâtiment principal et la dépendance.

Q03. Voir les deux conditions pour prendre en compte une dépendance bâtie (instructions générales §2).

Q04. Le plancher du niveau le plus bas de la construction, que celui-ci soit ou non en sous-sol (voir dessin à la question n°9).

Q06. Indiquer toutes les constatations qui ont été faites pendant ou après la submersion.

Remarques diverses:

Q07. Ne répondre oui que si ces polluants ont contribué aux dommages. On ne tiendra pas compte de l'origine des produits (qu'ils soient venus avec l'inondation ou survenus lors de la submersion: renversement de citernes possédées ou non etc...).

CARACTERISTIQUES DE LA CONSTRUCTION

9. Indiquez pour les trois premiers niveaux du bâtiment:

- a) La distance au niveau supérieur (de plancher à plancher)
- b) La surface hors oeuvre du niveau
- c) Son périmètre (linéaire total de murs extérieurs)

	<u>DISTANCE</u> <u>au niveau</u> <u>SUPERIEUR</u>	<u>SURFACE</u> <u>HORS</u> <u>OEUVRE</u>	<u>LINEAIRE</u> <u>TOTAL</u>
NIVEAU 3	_____ cm	_____ m2	_____ m
NIVEAU 2	_____ cm	_____ m2	_____ m
NIVEAU 1	_____ cm	_____ m2	_____ m

d) A quelle distance du niveau le plus bas se situe le terrain naturel (jardin)? ..... (cm) \_\_\_\_\_

10. En quelle année le bâtiment a-t-il été construit?  
(date de délivrance du permis de construire)

..... \_\_\_\_\_

11. Le bâtiment a-t-il été étudié ou modifié en fonction du risque d'inondation?

- 1. Non
- 2. Oui, dès la construction (ou reconstruction)
- 3. Oui, modifié après une crue
- 4. Oui, modifié en prévision, mais indépendamment d'une crue

12. Avant l'inondation, comment auriez vous apprécié la qualité d'ensemble de la construction?

- 1. Etat neuf
- 2. Bonne qualité
- 3. Qualité moyenne
- 4. Assez vétuste, nécessitant des travaux

13. Pour les niveaux inférieurs du bâtiment, indiquez:

- a) Le type de niveau (sous-sol, mansardé)
- b) La nature des 2 principaux matériaux de gros oeuvre (constituant les murs et panneaux verticaux)
- c) Le type de revêtement extérieur

	<u>TYPE</u>	<u>MATERIAUX</u>	<u>REVETEM</u> <sup>t</sup>
NIVEAU 3	_____	_____	_____
NIVEAU 2	_____	_____	_____
NIVEAU 1	_____	_____	_____

## NOTICE

Q09. Le niveau 1 sera par définition le niveau le plus bas du bâtiment (on gardera cette convention dans tous les questionnaires).

- a) Les distances entre planchers seront soit mesurées directement, soit calculées d'après un nombre de marches d'escalier.
- c) Le linéaire total est la somme des longueurs des murs extérieurs du bâtiment plus les murs mitoyens à d'autres bâtisses. On ne tiendra pas compte des détails de contours en se ramenant toujours à un rectangle, un carré, voire un triangle, afin de limiter les calculs.
- d) En présence d'une dénivellation de terrain naturel autour du bâtiment, on se référera à l'endroit où le sol est le plus bas. Suivant les cas, la distance indiquée sera:
- soit positive, par exemple +100cm, lorsque le niveau 1 est enterré au minimum de 100cm par rapport au sol naturel (jardin);
  - soit négative, par exemple -30cm, lorsque le niveau 1 est surélevé au maximum de 30cm par rapport au sol naturel (jardin).

Q11. Sur les dispositions qui ont pu être adoptées pour diminuer le risque de dommages en cas d'inondation, on pourra se reporter à l'annexe 2 (Quels types de mesures?). Si des mesures ont été prises, on les indiquera sur papier libre (à agraffer au questionnaire).

Q12. La qualité doit être appréciée par les résidents (dans le cas d'un ensemble collectif, on prendra le gérant) en fonction:

- de l'âge du bâtiment,
- de la réalisation et de son entretien (les dégradations antérieures à l'inondation, les derniers travaux effectués, les provisions faites...)
- (éventuellement) des demeures environnantes de même âge.

Q13. Cette question doit permettre d'évaluer la contribution spécifique des différents niveaux à la valeur immobilière du bâtiment. L'intérêt est avant tout de souligner des différences structurelles.

- a) Le type de niveau: Un niveau sera considéré comme sous-sol s'il est enterré sur plus des trois quarts de sa hauteur de tous côtés; il peut exister malgré tout des soupiraux.  
Pour l'immeuble servant d'illustration, le niveau 1 (le plus bas) est un sous-sol: on le coderait 1, les niveaux supérieurs sont normaux: on les coderait 2.
- b) Matériaux et c) Revêtements: On ne s'intéresse pas à la réalisation en soi (elle est déjà prise en compte à la question n°12) mais uniquement aux matériaux employés. On utilisera les codes suivants (à reporter dans les cases de saisie):

<u>Codes Type</u>	<u>Codes Matériaux</u>	<u>Codes Revêtement</u>
1. Sous-sol	1. Bois	1. Matériau brut
2. Normal	2. Torchis	(sans revêtement
(ni sous-sol,	3. Eléments préfabriqués	ou sous-sol)
ni mansardé)	métal, plastique, pvc	2. Peintures
3. Mansardé	4. Eléments préfabriqués	(et badigeons)
	ciment, plâtre	3. Enduits
	5. Parpaings	(plastique, crépis
	6. Béton armé	ciment, plâtre)
	7. Briques	4. Parements divers
	8. Pierres de taille	(carrelage, bois..)

**BILAN ECONOMIQUE SUR LA CONSTRUCTION**

14. A combien estimez vous la valeur de la construction  
(immobilier seul, sans terrain)? .....(FrCs)               00.

15. A combien estimez vous le montant total des dommages  
au batiment (immobilier seul)? .....(FrCs)               00.

16. Types de dommage au gros oeuvre:  
(Pour chaque type de dommage ci-dessous, indiquer:  
a) Si ce dommage a été constaté (oui -1- non -2-)  
b) Les montants de dommages correspondants)

	<u>code</u>	<u>dommages</u>
.Altérations, détachements d'enduits, revêtements et parements muraux .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Affaissements, érosion des sols de fondation .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Corrosion de la structure métallique, des réseaux ou des ferrailages .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Apparition de fissures, lézardes .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Brèches, effondrements de pans de murs .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Divers .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
<u>Total dommages au gros oeuvre</u> .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.

17. Montants de dommages aux abords par catégorie:  
(répondre comme pour la question n°16)

	<u>code</u>	<u>dommages</u>
.Dallages, allées, réseaux divers .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Clôtures .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Divers .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
<u>Total dommages aux abords</u> .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.

18. Montants de dommages aux parties communes par  
catégories de biens immobiliers:  
(répondre comme pour la question n°16)

	<u>code</u>	<u>dommages</u>
.Murs et panneaux intérieurs, revêtements et pare- ments muraux .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Sols et revêtements de sols .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Portes, huisseries, escaliers, menuiserie et serrurerie .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Isolations thermique et phonique .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Chauffage (chaudières, citernes et contenus de citernes) .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Machineries, ascenseurs, réseaux électriques, téléphone, interphone et sécurité .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Réseaux d'eau, pompes et équipements sanitaires .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
.Divers .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.
<u>Total dommages aux parties communes</u> .....(FrCs)	<input type="checkbox"/>	<u>        </u> 00.

## NOTICE

Q14. On ne considère que la valeur immobilière du bâtiment (plus éventuellement la dépendance bâtie), sans la valeur foncière (du terrain).

La valeur sera mentionnée en francs relatifs à l'année de l'inondation. Les valeurs seront arrondies à la centaine de francs. Si on utilise les cases de saisie directement, le zéro de la dizaine de francs est déjà indiqué.

Q15. à Q18. Les montants de dommages que l'on indiquera devront correspondre:

- soit à des coûts de réparation ou de remise en état (chiffrés de préférence sur des devis),
- soit à des coûts de travaux ne réparant pas le dommage mais pouvant prolonger la durée de vie de la construction. On l'indiquera alors de préférence dans un total, sans chercher à l'imputer de façon précise dans les rubriques de détail.

### Remarques diverses:

Q17. Les montants indiqués ne devront correspondre qu'à des dommages. Le coût global de nettoyage des terrains (enlèvement des dépôts) ne doit pas être compté dans cette rubrique. Les dommages aux clôtures indirectement dûs à l'inondation (passage des piétons ou des barques) seront pris en compte.

Q18. Cette question ne concerne que les bâtiments regroupant plusieurs logements ou activités.

# DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS

Annexe 1

## POURQUOI CES RENSEIGNEMENTS?

L'exploitation des données recueillies sera faite de la façon suivante:

### HABITAT:

On rassemblera tous les questionnaires, en considérant qu'il s'agit à chaque fois du même logement vis à vis d'inondations (de hauteurs d'eau) différentes. On obtiendra alors une courbe statistique de l'évolution des dommages à l'habitat en fonction de la hauteur de submersion; courbe qui pourra, par exemple, intervenir dans les calculs de rentabilité économique de projets de protection.

On conçoit facilement que la qualité du résultat exige de justifier isolément chaque valeur de dommage, et de connaître le volume de biens qui était exposé.

Des renseignements complémentaires (caractéristiques de la submersion, mesures de protection, caractère exceptionnel de certains dommages) seront également nécessaires, afin de préciser les résultats en distinguant des situations types d'exposition au risque.

### ACTIVITES:

Les activités étant moins nombreuses et plus disparates que les habitations, il n'est plus envisageable de tout rassembler. On est donc conduit:

A) A collecter auprès d'un établissement des renseignements sur les biens et les dommages selon plusieurs hauteurs de submersion (réellement subie ou que l'on simulera).

B) A ne grouper entre elles que des activités d'un même secteur (structures de biens peu éloignées, classification INSEE).

A ces différences, l'approche et les résultats attendus restent les mêmes.

# DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS

Annexe 2

## QUELS TYPES DE MESURES DE PROTECTION?

Certaines dispositions, à l'initiative des résidents ou propriétaires, ont pu être prises. Il est alors important de les signaler. La liste ci-après présente quelques unes des mesures de protection qui ont pu être employées.

### A) Pour le gros oeuvre (fondations, murs, planchers, charpente), et suivant le mode de construction:

#### \* Batiments traditionnels:

- protection des fondations contre l'érosion (couverture de matériaux lourds: dalles, trottoirs en béton au pied des murs).
- possibilités d'évacuation des eaux infiltrées sous le bâtiment: présence de drains, et dans le bâtiment: évacuation en fond de sous-sol avec clapet anti-retour.
- étanchéité des parois verticales en dessous d'un niveau d'inondation susceptible d'être atteint (procédé de batardage ou de cuvelage).
- existence de chaînage vertical et horizontal (superstructure) en béton armé pour les ouvrages en maçonnerie de petits éléments.

#### \* Batiments fondés sur pieux:

- ancrage des pieux d'environ quatre fois la hauteur d'eau susceptible d'être atteinte au-dessus du sol.

#### \* Tous batiments:

- élévation du premier niveau de plancher du bâtiment de quelques décimètres (dans le cas d'une modification après construction).
- existence d'un vide sanitaire ventilé sous le premier niveau du bâtiment.
- présence d'une enceinte de micro-digues (ceinturant et appartenant à la propriété).

### B) Pour le second oeuvre et les équipements:

- \* Chauffage: Installation de la chaudière hors d'atteinte des eaux. (mise en hauteur ou enceinte protectrice pouvant être rendue étanche).
- \* Installations électriques, téléphone, compteurs EDF: Placés au dessus du niveau susceptible d'être atteint par les eaux.
- \* Revêtements de sols: En matériaux non sensibles à l'eau ou à la pression de l'eau.
- \* Revêtements de murs et isolations: En matériaux non sensibles à l'eau en dessous du niveau susceptible d'être atteint, et bonnes possibilités de ventilation.





**DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS**

Enquête Nationale sur les dommages dûs aux inondations

**QUESTIONNAIRE LOGEMENT**

LOGEMENT N° .....

1. *Habitat exclusif*
2. *Habitat incluant une profession à domicile*

DATE DE L'ENQUETE: .... / .... / 19.....

*Remarques:* .....  
.....  
.....

DOSSIER BATIMENT N° .....



# DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS

## Questionnaire Logement

### INSTRUCTIONS GENERALES

#### 1. Savoir situer le logement dans le bâtiment:

Cette partie questionnaire logement doit venir s'ajouter aux renseignements recueillis sur le bâtiment. On devra donc bien situer le logement dans sa totalité (et non pas la seule partie inondée). On rappelle que le niveau 1 correspond au niveau le plus bas. On prendra garde aux éventuelles confusions (rez de chaussée, entresol, étage, etc..) au moment de l'enquête. Ce questionnaire ne s'adresse qu'aux logements ayant été inondés, en partie ou en totalité et qui ont eu de ce fait des dommages.

#### 2. Comment répondre au questionnaire?

Après avoir consulté la notice, on répondra à chaque question, soit directement (écrire lisiblement), soit en entourant le numéro correspondant à la réponse parmi les différentes possibilités. Dans le cas où la réponse ne pose pas de problème, on pourra utiliser directement les cases de saisie dans la partie droite du questionnaire.

On insistera particulièrement sur les questions en caractères droits (par rapport aux questions en italiques). On sautera les questions auxquelles on ne sait pas répondre.

. Ce questionnaire est indépendant de toute procédure d'indemnisation. Il est uniquement destiné à collecter des informations sur l'habitat en zone inondable et les dommages dûs aux inondations.

. La non réponse à une question n'entraînera aucune poursuite.

. Les renseignements recueillis seront saisis informatiquement et conservés à la Délégation aux Risques Majeurs (Ministère de l'Environnement Neuilly sur Seine). Concernant une construction ou un logement, ils n'auront pas de caractère nominatif et seront identifiés par un nom de commune et un numéro de dossier.

. Les enquêteurs et personnes encadrant l'enquête avant saisie des informations (D.D.E.) ont obligation de préserver la sécurité de ces informations et d'empêcher leur divulgation à d'autres services ou personnes que la Délégation aux Risques Majeurs.

**QUESTIONNAIRE LOGEMENT N°**

**SITUATION:**

Niveau 1  
Niveau 2  
Niveau 3

**DOMMAGES AUX DIFFERENTS BIENS**

1. Quel est le montant total estimé des dommages?

a) Au mobilier et à l'immobilier ..... (F)      00.

La valeur indiquée reprend-elle les dommages au gros oeuvre (questionnaire construction)?  
oui -1-       
non -2-     

b) Aux véhicules terrestres à moteur ..... (F)      00.

2. Dommages au mobilier par catégories de biens:  
(Pour chaque rubrique proposée, indiquez:

a) A quels niveaux des dommages à ces biens ont été constatés (constatés -1- non constatés -2-)

b) Le montant total de dommages correspondant

.Meubles (hors mobilier de jardin) ..... (F)           00.

.Appareils électro-ménager ..... (F)           00.

.TV, hi-fi, photo, vidéo, informatique ..... (F)           00.

.Tissus d'ameublement, rideaux, tapis, moquettes, revêtements plastiques (pvc...) ..... (F)           00.

.Lingerie, effets d'habillement ..... (F)           00.

.Denrées alimentaires, pharmacie ..... (F)           00.

.Livres, collections, objets précieux ..... (F)           00.

.Outils, cycles (sans moteur) ..... (F)           00.

.Divers ..... (F)           00.

Total dommages au mobilier ..... (F)           00.

3. Dommages à l'immobilier (second oeuvre):

(Répondre comme à la question n°2)

.Murs et panneaux intérieurs, revêtements et parements muraux ..... (F)           00.

.Sols et revêtements de sols ..... (F)           00.

.Portes et fenêtres, huisseries, escaliers, menuiserie et serrurerie ..... (F)           00.

.Isolations thermique et phonique ..... (F)           00.

.Chauffage (chaudière, pompes, citernes, contenus de citernes) ..... (F)           00.

.Réseaux électriques et téléphone (éventuellement moteurs...) ..... (F)           00.

.Equipements sanitaires ..... (F)           00.

.Divers ..... (F)           00.

Total dommages au second oeuvre ..... (F)           00.

## NOTICE

Les niveaux 1,2 et 3 auxquels on fera référence (entourer tous les niveaux concernés), doivent correspondre aux niveaux reconnus dans le questionnaire bâtiment.

Q01.a) On indiquera l'estimation totale des dommages telle qu'elle est accessible ou calculée (cf questions 2 et 3).  
Pour l'immobilier on essaiera au possible de distinguer le gros oeuvre (qui concerne le questionnaire bâtiment) du second oeuvre que l'on indiquera ici avec le mobilier. Toutefois, dans le cas d'une maison individuelle, les résidents peuvent ne pas avoir pratiqué la distinction. On marquera alors le montant total incluant le gros oeuvre, en répondant oui à la sous-question.

Q02 et Q03.b) Ces questions viennent détailler le montant global de dommages. Si ce détail n'est pas connu ou n'est pas facilement récupérable en valeur, on essaiera tout de même de répondre au a): type de dommage constaté ou non constaté.

### Différentes méthodes d'évaluation des dommages ont pu être employées:

- Le montant de dommages correspondant à la remise à neuf ou au remplacement des biens. Cette démarche est adaptée aux biens peu usagés avant le sinistre.

- Le montant de dommages correspondant à la remise en l'état ou éventuellement la valeur réelle des biens (s'ils sont complètement détruits). Cette démarche considère que les biens avaient de l'ancienneté avant le sinistre et en tient compte dans l'évaluation du dommage.

Lorsqu'un bien ancien peut être réparé, on ne chiffrera qu'une simple remise dans l'état antérieur à l'inondation. Lorsqu'un bien est détruit on évaluera le préjudice comme la valeur réelle du bien au moment de l'inondation:

- soit directement: ce peut être par exemple une valeur de revente sur le marché de l'occasion;

- soit indirectement: on la calcule par une règle de trois sachant qu'à l'achat l'objet avait une certaine valeur (que l'on devra rapporter à l'année de l'inondation) et qu'à terme (la durée de vie approximative de l'objet) celui-ci ne vaudra plus rien.

Le coût de ré-équipement, soit la différence de valeur entre le bien aujourd'hui et celui que l'on possédait avant l'inondation, n'est alors pas pris en compte.

Si aucune estimation n'a été faite jusqu'à présent, on emploiera de préférence cette dernière méthode pour répondre au questionnaire.

Selon les rubriques proposées, l'estimation devra être très globale malgré tout, en restant, dans la mesure du possible, fidèle à l'une ou l'autre méthode d'estimation. Le choix de la méthode sera indiqué à la question n°4.

Tous les biens, sauf les biens vétustes (destinés à l'enlèvement ou à la décharge mais encore sur les lieux au moment de l'inondation), seront pris en compte. Par contre, les coûts de nettoyage, voire d'évacuation d'objets détruits, ne seront pas retenus.

RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES SUR LES DOMMAGES

4. Les montants de dommages indiqués précédement:

a) Proviennent-ils d'une expertise?

oui -1-   
non -2-

b) Correspondent-ils en majorité:

1. Au remplacement des biens ou leur remise à neuf
2. A la réparation des biens ou à leurs valeurs compte tenu de leurs ages
3. Autre .....

5. Y a-t-il eu des dommages corporels?

(indiquer le nombre de personnes touchées)

- a) Décès .....
- b) Maladie ou blessures ayant exigé une hospitalisa- ou un arrêt de travail .....
- c) Autres maladies, blessures ou traumatismes ..... (préciser) .....

6. Les dommages ont-ils fait l'objet de remboursements?

oui -1- non -2- en cours ou en litige -3- ; si oui.

a) Nom de l'assureur: .....

b) Quelle a été la somme totale perçue? ..... (F)

00.

c) La somme perçue à titre de remise à neuf? ..... (F)

00.

MESURES DE PREVENTION ADOPTEES

7. Avez vous été alerté de l'inondation?

1. Oui, en surveillant la montée des eaux
2. Oui, alerté par un tiers
3. Non

Si vous avez été alerté par un tiers:

- a) Combien de temps avant la submersion? ..... (h)
- b) Par qui, et par quel moyen, avez vous été alerté?

8. Avant et pendant la submersion:

a) Avez vous obturé (complettement ou partiellement) les portes et fenêtres des niveaux inférieurs?

oui -1-   
non -2-

b) Avez vous pu éloigner les véhicules terrestres à moteur?

oui -1-   
non -2-

c) Avez vous déplacé des biens mobiliers vulnérables pour les mettre hors d'eau?

oui -1-   
non -2-

d) Avez vous démonté/transporté des appareils fixes ou très lourds qui auraient pu être touchés?

oui -1-   
non -2-

## NOTICE

Q04.a) On ne marquera oui que si les montants de dommages déclarés proviennent d'une expertise effectuée par un professionnel (expert d'assurance ou bien huissier de justice).

Q07.a) Il s'agit de la submersion du logement (premières arrivées d'eau).

Q08.a) Les mesures prises s'opposaient-elles à la pénétration et à la pression de l'eau?

Répondre oui si on a :

- soit muré les ouvertures basses,
- soit disposé les panneaux de protection aux portes et fenêtres pour lesquelles des dispositifs de fermeture étanche étaient prévus.

Répondre non si les mesures prises (par exemple fenêtre ouverte et volets fermés) ne visaient qu'à filtrer les venues d'animaux ou d'objets ou à atténuer d'éventuels batillages.

c) et d) On ne s'intéresse pas aux différentes étapes. Le déplacement ou le démontage d'objets peut avoir été fait progressivement, au profit des informations sur la montée des eaux. Leur transport peut également avoir été fait vers un niveau supérieur ou bien à l'extérieur du bâtiment, vers un endroit non inondé.



**RENSEIGNEMENTS SUR LES VALEURS EXPOSES**

9. Le logement abrite-t-il une activité professionnelle (profession libérale ou salariée à domicile)

oui -1-   
non -2-

10. A combien estimez vous:

a) La valeur de l'ensemble du mobilier présent dans le logement ..... (F)

\_\_\_\_\_ 00.

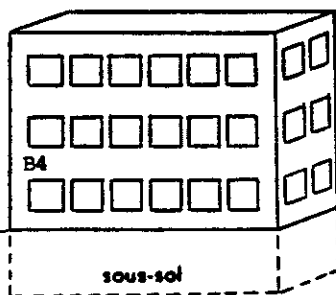
b) La valeur des véhicules terrestres à moteur que vous possédez ..... (F)

\_\_\_\_\_ 00.

11. Aux niveaux concernés dans le bâtiment, indiquez:

a) La surface utile ou aménagée du logement

b) La valeur approximative du mobilier exposé



	<u>SURF. AMENAGEE</u>	<u>EFFETS MOBILIERS</u>
NIVEAU 3	_____ m2	_____ 00. F
NIVEAU 2	_____ m2	_____ 00. F
NIVEAU 1	_____ m2	_____ 00. F

**RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES**

12. S'agit de votre résidence principale?

oui -1-   
non -2-

13. Etes vous propriétaire du logement?

oui -1-   
non -2-

14. Depuis combien d'années habitez vous ce logement?

\_\_\_\_\_

15. Combien de personnes vivaient-elles habituellement dans le logement à l'époque de l'inondation? .....

\_\_\_\_\_

16. D'une façon générale, avez vous connaissance d'un Plan d'Exposition aux Risques d'Inondation dans votre commune?

oui -1-   
non -2-

17. Quelles sont les professions (voir notice):

a) Du chef de famille: .....

\_\_\_\_\_

b) Du conjoint: .....

\_\_\_\_\_

## NOTICE

Q09. Cette question (voir Instructions Générales §3) concerne les professions salariées à domicile et les professions libérales, suivant que l'on a réalisé ou non le partage strict entre habitat et activité.

Q10. a) Les valeurs indiquées (cf Annexe 1 Pourquoi ces renseignements?) devront être relatives à l'année de l'inondation et cohérentes avec la méthode d'estimation des dommages employée aux questions 2 et 3 (cf notice Q02).

b) Si les véhicules ont été déplacés, il est inutile de porter une valeur.

Q11. Cette question doit permettre de préciser l'étendue du logement et si les biens exposés sont, ou non, régulièrement répartis par niveau. A cet effet, il s'agira de la surface aménagée et des biens exposés en temps normal et non pas au moment de l'inondation (on a par ailleurs répondu sur les mesures prises lors de la submersion).

a) Pour déterminer la surface aménagée sur un niveau donné, passer rapidement en revue les pièces et leur usage principal. On considérera toute pièce comme étant aménagée sauf:

- les pièces vides (sans mobilier ni machinerie),
- les garages (parties réservées uniquement au parcage des véhicules),
- les pièces dont l'usage est soit ponctuel (séchoir, salle de loisirs...) soit permanent (penderie...) et vérifiant les deux conditions:

- 1) sans indice d'aménagement (confort) ou d'habitabilité (revêtements intérieurs sols et murs, éclairage, chauffage, parements);
- 2) occupée par des objets non vulnérables ou pouvant être évacués en moins d'une heure par les habitants seuls.

b) L'estimation des valeurs exposées devra là encore être très globale.

Q17. Afin de faciliter la saisie, on situera les professions parmi les catégories suivantes (reprendre éventuellement le numéro de saisie):

- |   |  |
|---|--|
| 1. Agriculteur exploitant                       | 12. Apprenti, manoeuvre                                    |
| 2. Salarié agricole                             | 13. Personnel de service<br>(banques, postes...)           |
| 3. Artisan, patron pêcheur,<br>petit commerçant | 14. Autre actif  |
| 4. Industriel, gros commerçant                  | 15. Ancien agriculteur                                     |
| 5. Profession libérale                          | 16. Retiré des affaires                                    |
| 6. Cadre supérieur                              | 17. Retraité du secteur public<br>ou para-public (SNCF...) |
| 7. Cadre moyen                                  | 18. Retraité du secteur privé                              |
| 8. Employé                                      | 19. Autre inactif  |
| 9. Contremaître                                 |  |
| 10. Ouvrier qualifié                            |  |
| 11. Ouvrier spécialisé, mineur, pêcheur         |  |



**DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS**

Enquête Nationale sur les dommages dûs aux inondations

**QUESTIONNAIRE ACTIVITE**

ACTIVITE N° .....

1. Etablissement agricole
2. Artisanat
3. Commerce
4. Industrie
5. Service
6. Autres

DATE DE L'ENQUETE: ...../...../19.....

Remarques: .....  
.....  
.....

DOSSIER BATIMENT N° .....

# DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS

## Questionnaire activité

### INSTRUCTIONS GENERALES

#### 1. Savoir situer l'activité dans le bâtiment:

Cette partie questionnaire activité doit venir s'ajouter aux renseignements recueillis sur le bâtiment. On devra donc bien situer tous les locaux de l'activité dans le bâtiment (et non pas uniquement la partie inondée). On rappelle que le niveau 1 correspond au niveau le plus bas du bâtiment. On prendra garde aux éventuelles confusions (entresol, étage, etc...) au moment de l'enquête.

Ce questionnaire ne s'adresse qu'aux établissements ou parties d'établissements (voir Instructions Générales Questionnaire bâtiment §3) qui ont été inondés en partie ou en totalité, et qui ont eu de ce fait des dommages.

#### 2. Que veut-on obtenir?

A) Etablir la nature des dommages directs pour un événement donné, pour une activité donnée: l'estimation des dommages, les biens touchés, les mesures prises.

C'est la partie la plus importante du questionnaire et celle pour laquelle on attend la plus grande précision dans les réponses.

B) Déterminer la répartition des dommages aux différents biens en fonction de la hauteur:

A la hauteur d'eau atteinte lors de l'inondation, on associe le montant de dommages correspondant. Que devient ce montant de dommages pour une autre hauteur d'eau? C'est l'exercice auquel on devra essayer de répondre.

C) Approcher les dommages indirects causés par événement donné à une activité donnée.

Cette partie (questions 9 à 15) devra permettre de mieux cerner cet aspect économique méconnu.

#### 3. Quels sont les biens à prendre en compte?

On regroupera les informations selon quatre grandes catégories de biens physiques définies par leurs usages:

BUREAUX: Il s'agit de tous les biens mobiliers de l'établissement: le matériel des bureaux, mais aussi des espaces collectifs (salles de conférence, de détente...).

Eventuellement, il s'agira également des équipements d'établissements publics et services divers (hopitaux, spectacles, gymnases, stades...).

**MAGASIN:** Il s'agit des différents stocks de l'entreprise (produits bruts, fournitures, produits en cours d'élaboration, produits finis destinés à la diffusion, produits d'entretien et éventuellement certains déchets valorisés).

LES STOCKS AGRICOLES NE SONT PAS PRIS EN COMPTE.

**PRODUCTION:** Des matériels et équipements servant à la production, à la gestion des stocks ou des processus de production, ainsi qu'à la maintenance.

Pourront être également assimilés à cette catégorie les matériels "lourds" des services (entretien, réparation, services médicaux et paramédicaux, etc...). On rappelle cependant que les établissements sensibles font a priori l'objet d'un questionnaire différent.

**VEHICULES:** Tous les véhicules terrestres à moteur de l'entreprise. Les véhicules du personnel (biens privés) ne sont pas retenus.

On s'efforcera donc, avant de répondre au questionnaire de bien voir ce que regroupe chaque catégorie de bien pour l'établissement concerné.

#### 4. Comment répondre au questionnaire?

Après avoir consulté la notice, on répondra à chaque question, soit directement (écrire lisiblement), soit en entourant le numéro correspondant à la réponse parmi les différentes possibilités. Dans le cas où la réponse ne pose pas de problème, on pourra utiliser directement les cases de saisie dans la partie droite du questionnaire.

On insistera particulièrement sur les questions en caractères droits (par rapport aux questions en italiques). On sautera les questions auxquelles on ne sait pas répondre.

Ce questionnaire est indépendant de toute procédure d'indemnisation. Il est uniquement destiné à collecter des informations sur les entreprises en zone inondable et les dommages dus aux inondations.

QUESTIONNAIRE ACTIVITE N°     

**SITUATION:**

Niveau 1  
Niveau 2  
Niveau 3

DOMMAGES AUX DIFFERENTS BIENS

1. Quel est le montant total estimé des dommages?

a) Aux différents biens (sauf les véhicules) et à l'immobilier ..... (F)          00

La valeur indiquée reprend-elle les dommages au gros oeuvre (questionnaire construction Q15.)?

oui -1-           
non -2-         

b) Aux véhicules terrestres à moteur ..... (F)          00

2. BUREAUX. Dommages au mobilier par catégorie:  
(Pour chaque rubrique proposée, indiquez:

a) A quels niveaux des dommages à ces biens ont été constatés (constatés -1- non constatés -2-)

b) Le montant total de dommages correspondant

niveau      dommages  
1 2            (F)

.Secrétariat (machines à écrire, à photocopier...) ..... (F)                   00

.Transmissions (téléx), équipements informatiques et audiovisuels ..... (F)                   00

.Livres, archives ..... (F)                   00

.Meubles ..... (F)                   00

.Divers ..... (F)                   00

Total des dommages BUREAUX ..... (F)                   00

3. PRODUCTION. Dommages aux équipements:  
(Répondre comme à la question n°2)

niveau      dommages  
1 2            (F)

.Moteurs électriques ..... (F)                   00

.Moteurs à combustion interne ..... (F)                   00

.Appareillage mécanique et outils divers ..... (F)                   00

.Appareillage électrique ..... (F)                   00

.Matériel de précision, matériel médical ..... (F)                   00

.Robotique et informatique industrielle ..... (F)                   00

.Matériel de manutention et de levage ..... (F)                   00

.Fours, chambres froides ..... (F)                   00

.Divers ..... (F)                   00

Total dommages aux biens de PRODUCTION ..... (F)                   00

## NOTICE

Les niveaux 1, 2 et 3 auxquels on fera référence, doivent correspondre aux niveaux reconnus dans le questionnaire bâtiment.

Q01. On indiquera l'estimation totale des dommages telle qu'elle est accessible ou calculée (cf questions n°2 à 4).

Pour l'immobilier, on essaiera au possible de distinguer le gros oeuvre (qui concerne le questionnaire bâtiment) du second oeuvre que l'on indiquera ici (et en détail à la question n°4) avec les différents biens. Toutefois dans le cas d'une petite activité (petit commerce, étude...), il est possible de ne pas pratiquer cette distinction. On marquera alors le montant total, avec le gros oeuvre, en répondant oui à la sous-question.

Q02 à Q04.b) Ces questions viennent détailler le montant global des dommages et ne concernent que l'inondation réelle subie.

Si pour certaines rubriques le détail n'est pas connu ou facilement récupérable en valeur, on essaiera tout de même de répondre au a): type de dommage constaté ou non constaté.

### Différentes méthodes d'évaluation des dommages ont pu être employées:

- Le montant de dommages correspondant à la remise à neuf ou au remplacement des biens. Cette démarche est adaptée aux biens peu usagés avant le sinistre.

- Le montant de dommages correspondant à la remise en l'état ou éventuellement la valeur réelle des biens (s'ils sont complètement détruits). Cette démarche considère que les biens avaient de l'ancienneté avant le sinistre et en tient compte dans l'évaluation du dommage.

Lorsqu'un bien ancien peut être réparé, on ne chiffrera qu'une simple remise dans l'état antérieur à l'inondation. Lorsqu'un bien est détruit on évaluera le préjudice comme la valeur réelle du bien au moment de l'inondation:

- soit directement: ce peut être par exemple une valeur de revente sur le marché de l'occasion;

- soit indirectement: on la calcule par une règle de trois sachant qu'à l'achat l'objet avait une certaine valeur (que l'on devra rapporter à l'année de l'inondation) et qu'à terme (la durée de vie approximative de l'objet) celui-ci ne vaudra plus rien.

Le coût de ré-équipement, soit la différence de valeur entre le bien aujourd'hui et celui que l'on possédait avant l'inondation, n'est alors pas pris en compte.

Si aucune estimation n'a été faite jusqu'à présent, on emploiera de préférence cette dernière méthode pour répondre au questionnaire.

Selon les rubriques proposées, l'estimation devra être très globale malgré tout, en restant, dans la mesure du possible, fidèle à l'une ou l'autre méthode d'estimation. Le choix de la méthode sera indiqué à la question n°5.b).

Tous les biens, sauf les biens vétustes (destinés à l'enlèvement ou à la décharge mais encore sur les lieux au moment de l'inondation), seront pris en compte. Par contre, les coûts de nettoyage, voire d'évacuation d'objets détruits, ne seront pas indiqués ici (cf question n°6).



DOMMAGES AUX DIFFERENTS BIENS (suite)

4. Dommages à l'immobilier (second oeuvre):

(Répondre comme à la question n°2)

	niveau 1 2	dommages (F)
.Murs et panneaux intérieurs, revêtements et parements muraux .....(F)	┌──┐	┌────────┐00
.Sols et revêtements de sols .....(F)	┌──┐	┌────────┐00
.Portes et fenêtres, huisseries, escaliers, menuiserie et serrurerie .....(F)	┌──┐	┌────────┐00
.Isolations thermique et phonique .....(F)	┌──┐	┌────────┐00
.Chauffage (chaudière, pompes, citernes, contenus de citernes) .....(F)	┌──┐	┌────────┐00
.Réseaux électriques et téléphone (éventuellement moteurs...) .....(F)	┌──┐	┌────────┐00
.Equipements sanitaires .....(F)	┌──┐	┌────────┐00
.Divers .....(F)	┌──┐	┌────────┐00
<u>Total dommages au second oeuvre</u> .....(F)	┌──┐	┌────────┐00

RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES SUR LES DOMMAGES

5. Les montants de dommages indiqués précédement:

a) Proviennent-ils d'une expertise?

oui -1-    ┌  
non -2-    ┌

b) Correspondent-ils en majorité:

1. Au remplacement des biens ou leur remise à neuf
2. A la réparation des biens ou à leurs valeurs compte tenu de leurs ages
3. Autre .....

┌

6. Quel fut le coût global de nettoyage des locaux et des voies d'accès (avec éventuellement le coût de mise en décharge d'objets détruits)? .....(F)

┌────────┐00

7. Y a-t-il eu des dommages corporels?

(indiquer le nombre de personnes touchées)

- a) Décès .....
- b) Maladie ou blessures ayant exigé une hospitalisation ou un arrêt de travail .....
- c) Autres maladies, blessures ou traumatismes ..... (préciser) .....

┌──┐

┌──┐

┌──┐

8. Les dommages ont-ils fait l'objet de remboursements?

┌

oui -1- non -2- en cours ou en litige -3- ; si oui,

a) Nom de l'assureur: .....

b) Quelle a été la somme totale perçue? .....(F)

┌────────┐00

c) La somme perçue à titre de remise à neuf?.....(F)

┌────────┐00

## NOTICE

Remarques éventuelles concernant les dommages pour l'inondation subie:

Q05. a) On ne répondra oui que si les montants de dommages déclarés proviennent d'une expertise effectuée par un professionnel (expert d'assurances ou bien huissier de justice).

Q06. On groupera tous les coûts de nettoyage ou d'évacuation, sans distinction des biens considérés.

### DOMMAGES AUX CATEGORIES DE BIENS EN FONCTION DE LA HAUTEUR D'EAU ATTEINTE

NIVEAUX	1. BUREAUX 2. MAGASIN 3. PRODUCTION 4. ENSEMBLE		1. BUREAUX 2. MAGASIN 3. PRODUCTION 4. ENSEMBLE		1. BUREAUX 2. MAGASIN 3. PRODUCTION 4. ENSEMBLE	
	HAUTEUR D'EAU	DOMMAGES TOTAUX	HAUTEUR D'EAU	DOMMAGES TOTAUX	HAUTEUR D'EAU	DOMMAGES TOTAUX
<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F
<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F
<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F
<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F
<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F
<b>HAUTEUR SUBIE</b>						
<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F
<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F
<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F
<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F	_____ cm	_____ 00.F

REFERENCES: \_\_\_\_\_ cm      0.F      \_\_\_\_\_ cm      0.F  
 HAUTEURS CORRESPONDANT A UN DOMMAGE NUL PAR CATEGORIE DE BIENS (Valeur par défaut: -10cm sous plancher niveau 1)

## NOTICE

### Comment évoluent les dommages aux différents biens avec la hauteur d'eau?

On procédera de la façon suivante:

#### A) Sélectionner une catégorie de biens (par exemple les stocks):

Il est également possible de réaliser la simulation pour l'ensemble des biens sans distinguer par catégorie; par exemple, si le bilan pour l'inondation réelle subie (questions n°1 à 4) ne rendait pas compte précisément des dommages). Cependant, cette simulation n'a d'intérêt que si les dommages indiqués approchent la réalité. La connaissance des dommages à un certain niveau de détail pour l'inondation subie est donc souhaitable.

#### B) Indiquer pour l'inondation réelle subie:

- . la hauteur d'eau maximale atteinte lors de l'inondation (cette valeur doit correspondre à la hauteur d'eau déclarée dans le questionnaire bâtiment Q04.),
- . le niveau de construction correspondant (le niveau le plus bas étant le niveau n°1),
- . les dommages totaux correspondants (reprise des montants indiqués aux questions n°2 et 3 entre autres).

#### C) Estimer pour des hauteurs d'inondations fictives:

- . les dommages qui auraient été évités si la hauteur d'eau maximale atteinte avait été plus faible,
- . les dommages qui seraient venus s'ajouter si la hauteur d'eau maximale atteinte avait été plus grande.

On considérera que les mesures de protection sont dans tous les cas les mesures prises, et uniquement les mesures prises, lors de l'inondation subie.

On indiquera alors, comme pour l'inondation subie, les dommages totaux correspondant à chaque hauteur d'eau fictive. Ces hauteurs ne sont pas fixées à l'avance mais seront déterminées sur place, par catégorie de biens, en recherchant des "tranches de dommages" significatives.

#### Hauteur d'eau:

Elles seront mesurées par rapport au plancher du niveau le plus bas du bâtiment (niveau 1).

On prend implicitement un dommage nul pour une hauteur forfaitaire de -15 centimètres sous le plancher du niveau le plus bas. Si, pour certains bâtiments et certaines catégories de biens, cette situation ne correspond pas à la réalité (puisards, machineries enterrées...), on indiquera quelle hauteur correspond au montant de dommage nul.

#### Dommmages totaux:

Ce sont les valeurs de dommages sur tous les niveaux inondés jusqu'à la hauteur considérée. On tachera de rester cohérent avec la méthode d'estimation du montant des dommages utilisée pour la hauteur d'eau réellement subie (cf notice Q02 à Q04.).

EXAMEN DES DOMMAGES INDIRECTS

9. A combien estimez vous les pertes d'exploitation de la société (après recouvrement des moyens et compte tenu du rattrapage éventuel du chiffre d'affaires)

\_\_\_\_\_ 00

10. Pendant combien de jours y a-t-il eu arrêt total de la production ou fermeture de l'activité? .....(j)

\_\_\_\_\_

11. Parmi les jours d'arrêt total de la production ou de fermeture de l'activité, combien de jours étaient:

- a) Dûs à la hauteur d'eau .....(j)
- b) Dûs à la rupture des voies d'accès .....(j)
- c) Dûs au délai de recouvrement de moyens .....(j)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

12. Les interruptions de travail ont-elles donné lieu à des chomages partiels? Si oui:

oui -1- \_\_\_\_\_  
non -2- \_\_\_\_\_

- a) Combien y a-t-il eu d'employés touchés? (en équivalent à plein temps) .....
- b) Quel est le nombre moyen de jours non récupérés par employé touché? .....(j)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

13. Pour les activités productives, indiquez:

- a) Le nombre de jours où la production a été perturbée (sans les jours d'arrêt complet) .....(j)
- b) Durant cette période, quelle a été la production moyenne par rapport au rythme normal .....(%)
- c) La société a-t-elle forcé ses moyens pour retrouver plus vite son planning? Si oui:
- d) A combien estimez vous le surcoût de cet effort? .....(F)

oui -1- \_\_\_\_\_  
non -2- \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 00

14. Les pertes d'exploitation ont-elles fait l'objet d'un remboursement?

\_\_\_\_\_

oui -1- non -2- en cours ou litige -3- ; si oui,

- a) Nom de l'assureur: .....
- b) Somme totale perçue: .....(F)

\_\_\_\_\_ 00

RENSEIGNEMENTS SUR LES EFFETS INDUITS

15. L'inondation a-t-elle entraîné (ou failli entraîner) des risques technologiques?

oui -1- \_\_\_\_\_  
non -2- \_\_\_\_\_

## NOTICE

### Q09. Pertes d'exploitation:

Il pourra s'agir:

- soit du chiffre d'affaire qui n'a pas été rattrapé par la suite,
- soit des frais fixes de l'entreprise qui continuaient à courir sans contrepartie.

Cela uniquement pour l'établissement ou partie d'établissement pris en compte dans ce questionnaire.

### Remarques éventuelles concernant les dommages indirects:

Q15. Il s'agit de risques liés à l'activité considérée (manipulation de produits chimiques toxiques...) maîtrisés en temps normal mais qui du fait de l'inondation (ou des circonstances) étaient susceptibles d'entraîner des effets indésirables voire destructeurs sur l'environnement.

**RENSEIGNEMENTS SUR LES VALEURS EXPOSEES**

**16. BUREAUX. A combien estimez vous:**

- a) La surface totale de bureaux et espaces collectifs .....(m2) |\_|\_|\_|\_|
- b) La valeur de l'ensemble du mobilier présent dans les locaux .....(F) |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| 00

**17. MAGASIN. A combien estimez vous:**

- a) La surface maximale de stockage .....(m2) |\_|\_|\_|\_|
- La surface utilisée au stockage à l'époque de l'inondation .....(m2) |\_|\_|\_|\_|
- b) L'espace maximal de stockage .....(m3) |\_|\_|\_|\_|\_|
- L'espace de stockage utilisé à l'époque de l'inondation .....(m3) |\_|\_|\_|\_|\_|
- c) La valeur totale des stocks .....(F) |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| 00

**18. PRODUCTION. A combien estimez vous:**

- a) L'age moyen du parc de machines .....(ans) |\_|\_|\_|\_|
- b) La valeur totale des équipements de production (et assimilés) .....(F) |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| 00

**19. A combien estimez vous la valeur des véhicules terrestres à moteur de l'entreprise? .....(F)**

|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| 00

**MESURES DE PREVENTION ADOPTEES**

**20. Avez vous été alerté de l'inondation?**

- 1. Oui, en surveillant la montée des eaux
- 2. Oui, alerté par un tiers
- 3. Non

|\_|

**Si vous avez été alerté par un tiers:**

- a) Combien de temps avant la submersion? .....(h) |\_|\_|\_|\_|
- b) Par qui, et par quel moyen, avez vous été alerté? .....

**21. Avant et pendant la submersion:**

- a) Avez vous installé des barrages de défense contre les eaux (écrans aux portes et fenêtres)? oui -1- |\_|  
non -2- |\_|
- b) Avez vous pu éloigner les véhicules terrestres à moteur? oui -1- |\_|  
non -2- |\_|
- c) Avez vous déplacé des stocks vulnérables (ou des biens mobiliers) pour les mettre hors d'eau? oui -1- |\_|  
non -2- |\_|
- d) Avez vous démonté/transporté des équipements fixes ou très lourds qui auraient pu être touchés? oui -1- |\_|  
non -2- |\_|

**22. D'une façon générale:**

- a) Avez vous connaissance d'un Plan d'Exposition aux Risques d'Inondation dans votre commune? oui -1- |\_|  
non -2- |\_|
- b) L'entreprise possède-t-elle un plan de lutte contre les inondations (cahier de consignes)? oui -1- |\_|  
non -2- |\_|

## NOTICE

Q16 à Q19. Les valeurs indiquées (cf Annexe 1 Pourquoi ces valeurs?) devront être relatives à l'année de l'inondation et cohérentes avec la méthode d'estimation des dommages employée aux questions n°2 à 4; c'est-à-dire des valeurs réelles, représentatives de l'état des biens (cf notice Q02.).

Q16. b) Il s'agira de la surface totale, tous niveaux cumulés, pour l'ensemble ou la partie de l'établissement considéré.

Q17. a) et b) Pour mesurer les stocks, on retiendra:

- soit une surface de stockage: on recommande son emploi dans tous les cas de vente ou d'exposition au public (boutiques, centres commerciaux...)  
Dans ce cas, répondre uniquement au a).

- soit un espace de stockage: la surface occupée multipliée par la hauteur moyenne des stocks dans tous les autres cas (tous types d'entrepôts).  
Dans ce cas, répondre à la fois au a) et au b).

Q18. b) On appréciera l'âge moyen du parc de machines à partir des équipements les plus importants en valeur: ceux qui, ensemble, réalisent au moins entre la moitié et les trois quarts de la valeur totale des équipements.

Q19. Si les véhicules ont été déplacés, il est inutile de répondre.

Q20. a) Il s'agit de la submersion de l'établissement (premières arrivées d'eau)

Q21. a) Les mesures prises s'opposaient-elles à la pénétration et à la pression de l'eau?

Répondre oui si on a:

- soit muré les ouvertures basses,
- soit fermé une enceinte de digues,
- soit disposé les panneaux de protection aux portes et fenêtres pour lesquelles des dispositifs de fermeture étanches étaient prévus.

Répondre non si les mesures prises (par exemple rideau de fer baissé) ne visaient qu'à filtrer les venues d'animaux ou d'objets ou à atténuer des batillages éventuels.

c) et d) On ne s'intéresse pas aux différentes étapes. Le déplacement de stocks ou le démontage d'équipements peut avoir été fait progressivement, au profit des informations sur la montée des eaux. Leur transport peut également avoir été fait vers un niveau supérieur ou bien à l'extérieur du bâtiment, vers un endroit non inondé.

Q22. b) Un plan inondation à l'instar des plans de lutte contre l'incendie (même si la célérité de l'événement est a priori différente).

Remarques, autres mesures de protection prises:



**RENSEIGNEMENTS SUR LA SOCIETE**

(A l'époque de l'inondation)

23. Depuis combien d'années l'entreprise occupait-elle les locaux? .....

\_\_\_\_\_

24. Quelle était l'activité principale de l'entreprise sur le site? (voir classification en notice).....

\_\_\_\_\_

25. Quels étaient:

a/Le nombre d'employés (en équivalent à plein temps)?

\_\_\_\_\_

b)La charge salariale brute correspondante? .....

\_\_\_\_\_ 00

c)le chiffre d'affaire moyen (sur 3 ans) de l'entreprise (pour l'établissement ou la partie d'établissement pris en compte dans ce questionnaire)?

\_\_\_\_\_ 00

## NOTICE

### Q24. Activité principale de l'entreprise sur le site:

Elle peut éventuellement être différente de la raison sociale de l'entreprise ou maison mère: on marquera l'activité de l'établissement ou de la partie d'établissement considéré. On précisera son classement parmi les secteurs suivants (code APE):

01	Agriculture.	49	Industrie de l'ameublement
02	Sylviculture et exploitation forestière.	50	Industrie du papier et du carton.
03	Pêche.	51	Imprimerie, presse, édition.
04	Production de combustibles minéraux solides et cokéfaction.	52	Industrie du caoutchouc.
05	Production de pétrole et de gaz naturel.	53	Transformation des matières plastiques.
06	Production et distribution d'électricité.	54	Industries diverses.
07	Distribution de gaz.	55	Industrie de mise en œuvre du bâtiment et du génie civil et agricole.
08	Distribution d'eau et chauffage urbain.	56	Récupération.
09	Extraction et préparation de minerai de fer.	57	Commerce de gros alimentaire.
10	Sidérurgie.	58	Commerce de gros non-alimentaire.
11	Première transformation de l'acier.	59	Commerce de gros inter-industriel.
12	Extraction et préparation de minerais non ferreux.	60	Intermédiaires du commerce.
13	Métallurgie et première transformation des métaux non ferreux.	61	Commerce de détail d'alimentation générale de grande surface.
14	Production de minéraux divers.	62	Commerce de détail alimentaire de proximité ou spécialisé.
15	Production de matériaux de construction et de céramique.	63	Commerce de détail non-alimentaire non spécialisé.
16	Industrie du verre.	64	Commerce de détail non-alimentaire spécialisé.
17	Industrie chimique de base.	65	Réparation et commerce de l'automobile.
18	Parachimie.	66	Réparations diverses.
19	Industrie pharmaceutique.	67	Hôtels - cafés - restaurants.
20	Fonderie.	68	Transports ferroviaires.
21	Travail des métaux.	69	Transports routiers, transports urbains, transports par conduite.
22	Fabrication de machines agricoles.	70	Navigation intérieure.
23	Fabrication de machines-outils.	71	Transports maritimes et navigation côtière.
24	Production d'équipement industriel.	72	Transports aériens.
25	Fabrication de matériel de manutention, de matériel pour les mines, la sidérurgie, le génie civil.	73	Activités annexes des transports et entrepôts.
26	Industrie de l'armement.	74	Auxiliaires de transport et agences de voyages.
27	Fabrication de machines de bureau et de matériel de traitement de l'information.	75	Télécommunications et postes.
28	Fabrication de matériel électrique.	76	Holdings.
29	Fabrication de matériel électronique ménager et professionnel.	77	Activités d'études, de conseil et d'assistance.
30	Fabrication d'équipement ménager.	78	Auxiliaires financiers et d'assurances.
31	Construction de véhicules automobiles et d'autres matériels de transport terrestre.	79	Promoteurs et sociétés immobilières.
32	Construction navale.	80	Location et crédit-bail mobiliers.
33	Construction aéronautique.	81	Location et crédit-bail immobiliers.
34	Fabrication d'instruments et matériels de précision.	82	Enseignement (services marchands).
35	Industrie de la viande.	83	Recherche (services marchands).
36	Industrie laitière.	84	Santé (services marchands).
37	Fabrication de conserves.	85	Action sociale (services marchands).
38	Boulangerie, pâtisserie.	86	Services récréatifs, culturels et sportifs (marchands).
39	Travail du grain.	87	Services divers (marchands).
40	Fabrication de produits alimentaires divers.	88	Assurances.
41	Fabrication de boissons et alcools.	89	Organismes financiers.
42	Transformation du tabac.	90	Administration générale.
43	Industrie des fils et fibres artificiels et synthétiques.	91	Prévoyance et sécurité sociale.
44	Industrie textile.	92	Enseignement (services non marchands).
45	Industrie du cuir.	93	Recherche (services non marchands).
46	Industrie de la chaussure.	94	Santé (services non marchands).
47	Industrie de l'habillement.	95	Action sociale (services non marchands).
48	Travail mécanique du bois.	96	Services récréatifs, culturels et sportifs (non marchands).
		97	Services divers fournis à la collectivité (non marchands).
		98	Services domestiques.
		99	Représentation diplomatique étrangère en France, organismes internationaux.



**Annexe VI.A.**  
**l'interprétation d'une AFCM**

en collaboration avec Luiz Augusto KAUARK-LEITE



# INTERPRETATION DES RESULTATS D'UNE AFCM: TABLEAU DOMMAGES

## VIA.1. Valeurs propres

ADDAD donne le tableau de valeurs propres qui comprend cinq colonnes et l'histogramme des valeurs propres (tableau VI.A.1).

Tableau VI.A.1.: valeurs propres pour le *Tableau Dommages*

LES VALEURS PROPRES					VAL(1)=	1.00000
NUM	VAL PROPRE	POURC.	CUMUL	VARIAT.!	HISTOGRAMME DES VALEURS PROPRES	
2	.06644	25.721	25.721	*****!	*****!	
3	.03132	12.123	37.845	13.598!	*****!	
4	.02702	10.459	48.304	1.664!	*****!	
5	.02020	7.821	56.125	2.638!	*****!	
6	.01499	5.804	61.930	2.017!	*****!	
7	.01436	5.560	67.490	.244!	*****!	
8	.01135	4.394	71.884	1.166!	*****!	
9	.00981	3.799	75.682	.595!	*****!	
10	.00968	3.748	79.430	.051!	*****!	
11	.00796	3.080	82.510	.667!	*****!	
12	.00716	2.772	85.282	.309!	*****!	
13	.00607	2.349	87.631	.422!	*****!	
14	.00602	2.331	89.963	.018!	*****!	
15	.00548	2.121	92.083	.211!	*****!	
16	.00486	1.880	93.963	.240!	*****!	
17	.00404	1.563	95.527	.317!	*****!	
18	.00332	1.287	96.813	.277!	*****!	
19	.00282	1.092	97.905	.195!	*****!	
20	.00196	.760	98.665	.331!	*****!	
21	.00168	.651	99.316	.110!	*****!	
22	.00089	.343	99.659	.307!	*****!	
23	.00063	.244	99.903	.099!	*****!	
24	.00025	.097	100.000	.147!	*****!	
25	.00000	.000	100.000	.097!	*****!	

La première colonne, **NUM**, sert à numéroté les lignes du tableau. La colonne **NUM** commence par 2 car on attribue le n° 1 à la valeur propre "triviale" qui vaut 1 et qui ne correspond pas à un axe factoriel. On trouvera sur la  $\alpha^{\text{ième}}$  ligne (*i.e.*, **NUM-1**) tout ce qui est relatif à la valeur propre non triviale  $\lambda_\alpha$ . Le numéro d'ordre de l'axe factoriel qui correspond à la valeur propre  $\lambda_\alpha$  est donc (**NUM-1**).

La deuxième colonne, **VAL PROPRE**, donne la suite des valeurs propres non-triviales,  $\lambda_\alpha$ . La valeur propre représente, pour chaque facteur, le montant de l'inertie du nuage sur ce facteur. L'inertie peut être imaginée comme l'équivalent de la variance ou comme une mesure de l'étendue d'un nuage. Les valeurs propres sont inférieures à 1 et vont en décroissant de la première à la dernière.

La troisième colonne, **POURC**, liste les pourcentages d'inertie afférents aux divers axes factoriels. A la croisée de cette colonne et de la ligne  $\alpha$ , on lit le rapport  $\tau_\alpha$  de  $\lambda_\alpha$  à la somme de toutes les valeurs propres relatives aux divers axes factoriels (*i.e.*, l'inertie totale du nuage). Cela signifie que la valeur propre  $\lambda_\alpha$  représente  $\tau_\alpha$  (exprimé en%) de l'inertie totale du nuage (*i.e.*, de l'inertie du nuage par rapport à son centre de gravité). Il est d'usage de calculer les pourcentages d'inertie sur le tableau de Burt, qui est un véritable tableau de contingence, plutôt que les pourcentages calculés sur le tableau logique. En se référant au tableau de Burt, on a ainsi, pour les pourcentages d'inertie afférents aux premiers axes factoriels, une évolution plus favorable qu'avec celles issues du tableau logique (Benzécri, 1980).

Ces pourcentages sont très difficiles à interpréter en eux-mêmes. L'importance du taux d'inertie par rapport à l'information contenue dans les données est, à la limite, inconnue tant que l'on n'a pas découvert quelle est vraiment cette information (Fenelon, 1981). Il ne faut donc pas se contenter de considérer les pourcentages d'inertie que l'on trouve en analysant des tableaux de Burt de taille quelconque, ainsi que des tableaux logiques de taille quelconque. Ils donnent une mesure pessimiste de l'information apportée par un axe (Volle, 1985).

Le taux d'inertie est très sensible à la finesse du codage des variables. Si le codage est limité (*e. g.*, deux, trois ou quatre modalités) les positions possibles, géométriquement, sont réduites. D'où par exemple, des taux d'inertie souvent très faibles obtenus dans l'analyse de questionnaires codés sous la forme disjonctive complète, beaucoup plus faibles que pour des tableaux quelconques. Dans l'analyse des questionnaires, on observe souvent un premier facteur très sûr avec  $\tau_1 \cong 10\%$ .

La quatrième colonne, **CUMUL**, indique la somme cumulée des  $\tau$  de la colonne **POURC**, c'est-à-dire le rapport (à l'inertie totale du nuage) de l'inertie du nuage parallèlement au sous-espace engendré par les  $\alpha$  premiers axes factoriels.

Enfin, la cinquième colonne, **VARIAT**, permet d'apprécier les différences relatives entre les valeurs propres successives,  $(\lambda_\alpha - \lambda_{\alpha+1}) / \lambda_\alpha$ .

Le tableau VI.A.1 présente encore l'histogramme de valeurs propres, où chaque valeur propre est représentée par une ligne d'étoiles dont la longueur lui est proportionnelle. Cette représentation des valeurs propres permet d'évaluer d'un regard de quelle façon la suite des valeurs propres décroît, autrement dit, elle permet de visualiser les différences relatives entre les valeurs propres.

Dans la pratique on s'assurera, avant d'arrêter l'interprétation au facteur  $\alpha$ , que l'écart relatif entre  $\lambda_\alpha$  et  $\lambda_{\alpha+1}$  (*i.e.*, **VARIAT**) n'est pas trop faible (pas de palier dans l'histogramme) car alors une légère fluctuation dans le tableau des données pourrait avoir pour effet de permuter les facteurs d'ordres  $\alpha$  et  $\alpha+1$  (Cazes, 1984).

L'examen du tableau VI.A.1 nous indique que l'inertie est assez dispersée car il faudrait 10 axes pour atteindre 80% de l'inertie. L'axe factoriel 1 explique 25,7% de l'inertie totale du nuage. L'axe factoriel 2 contribue pour 12,1% à l'inertie. Ainsi le plan formé par les deux premiers facteurs explique 37,8% de l'inertie totale du nuage.

D'après les écarts relatifs entre les valeurs propres successives, l'interprétation des axes devrait *a priori* s'arrêter au quatrième axe car **VARIAT** est très faible entre le cinquième et le sixième axes (mais cela dépendra du sens des associations qui apparaissent).

## VI.A.2. Définition des axes

Pour qualifier les facteurs définissant les axes, on dispose d'indicateurs qui aident à l'interprétation d'une analyse factorielle. Le tableau VI.A.2 présente les indicateurs d'aide à l'interprétation pour l'ensemble des variables principales du **Tableau Dommages**, et le tableau VI.A.3 pour l'ensemble des variables supplémentaires.

Dans les deux premières colonnes figurent le numéro d'ordre de la variable et son sigle, **J1**. Puis le tableau se subdivise en groupes de trois colonnes: le premier groupe se rapporte à l'espace factoriel tout entier et chacun des groupes suivants concerne un facteur extrait.

**Tableau VI.A.2.: tableau des facteurs sur les variables principales du *Tableau Dommages***

	J1	Q1T	POID	INR	1#F	COR	CTR	2#F	COR	CTR	3#F	COR	CTR	4#F	COR	CTR	
crue lente	1	V6	861	45	30	345	673	79	-134	101	25	99	56	16	-74	31	12
crue rapide	2	V7	861	46	29	-330	673	76	128	101	24	-95	56	16	71	31	12
pas d'alerte	3	V10	702	33	31	-356	514	63	140	80	21	-133	72	22	-95	36	15
montée eaux	4	V11	641	29	33	402	541	69	-158	84	23	-67	15	5	14	1	0
DEL ≤ 2	5	V12	148	6	34	-421	126	17	-28	1	0	66	3	1	160	18	8
DEL > 2	6	V13	287	23	27	128	53	6	3	0	0	258	216	57	75	18	6
1 niveau	7	V14	550	7	35	-237	43	6	-120	11	3	635	308	104	-496	188	85
1 niveau + ss	8	V15	827	4	45	429	60	11	1054	363	135	672	148	64	885	256	148
2 niveaux	9	V16	793	65	14	-93	152	8	-156	428	50	-84	123	17	72	90	17
2 niveaux + ss	10	V17	706	15	39	396	239	36	455	315	101	-104	16	6	-299	136	67
H <sub>c</sub> > 80	11	V18	671	1	40	393	9	1	1011	62	21	1755	188	72	2598	412	212
H <sub>a</sub> < -10	12	V19	836	11	48	485	207	38	836	615	241	84	6	3	-92	7	5
-10 < H <sub>a</sub> < 80	13	V20	164	39	21	28	6	0	-46	15	3	-80	46	9	-116	97	26
80 < H <sub>a</sub> < 160	14	V21	447	31	27	-212	197	21	-178	139	31	156	107	28	32	4	2
H <sub>a</sub> < 160	15	V22	349	10	33	3	0	0	-246	68	18	-398	179	56	299	102	42
0 < DIM < 1	16	V23	395	22	30	222	143	17	155	69	17	-195	110	31	-158	72	27
1 < DIM < 2	17	V24	282	22	28	-110	35	4	263	204	48	-96	27	7	72	15	6
2 < DIM < 5	18	V25	466	23	28	-37	4	0	-265	221	51	-190	114	31	200	127	45
DIM > 5	19	V26	690	24	31	-71	15	2	-127	48	12	446	591	178	-109	36	14
DMO = 0	20	V27	195	12	32	258	96	12	-31	1	0	-217	68	21	-142	29	12
0 < DMO < 0,5	21	V28	345	21	30	215	125	15	237	152	38	-32	3	1	156	66	25
0,5 < DMO < 1	22	V29	301	26	26	109	46	5	-40	6	1	-210	172	43	140	76	25
1,5 < DMO < 4	23	V30	234	15	30	-126	32	4	-217	94	23	103	21	6	-209	87	33
DMO > 4	24	V31	740	17	41	-517	419	67	-16	0	0	436	298	116	-121	23	12
mes. structur.	25	V36	420	22	31	303	245	30	10	0	0	196	102	31	-165	73	29
pas m. struct.	26	V37	420	69	10	-94	245	9	-3	0	0	-61	102	10	52	73	9
obturation	27	V38	495	22	30	-251	175	21	-167	78	19	169	79	23	243	163	63
pas obturation	28	V39	495	69	9	78	175	6	52	78	6	-53	79	7	-76	163	20
éloign. véhic.	29	V40	672	68	12	161	547	26	-74	116	12	-16	5	1	14	4	1
pas él. véhic.	30	V41	672	23	37	-478	547	79	220	116	36	47	5	2	-41	4	2
déplacement	31	V42	756	72	11	154	632	26	-56	83	7	32	26	3	23	14	2
pas déplacem.	32	V43	756	18	42	-607	632	102	220	83	29	-124	26	11	-92	14	8
objets fixes	33	V44	732	38	30	380	701	83	-37	7	2	45	10	3	56	15	6
pas obj. fixes	34	V45	732	53	22	-275	701	60	27	7	1	-33	10	2	-40	15	4
						1000						1000					1000



**Tableau VI.A.3.: tableau des facteurs sur les variables supplémentaires du Tableau Dommages**

	JSUP	QLT	POID	INR	1#F	COR	CTR	2#F	COR	CTR	3#F	COR	CTR	4#F	COR	CTR	
Charente	35	V1	672	16	19	396	496	38	-228	165	26	51	8	2	-33	3	1
Orb	36	V2	846	20	31	-527	702	85	64	10	3	155	61	18	170	73	29
Marne	37	V3	593	26	22	311	452	38	-57	15	3	121	68	14	-110	57	16
Clain	38	V4	675	26	22	-177	143	12	178	145	26	-290	386	81	-6	0	0
Vienne	39	V5	218	3	12	369	110	5	-320	82	8	174	24	3	36	1	0
alerte	40	V8	702	58	18	203	514	36	-80	80	12	76	72	12	54	36	8
pas d'alerte	41	V9	702	33	31	-356	514	63	140	80	21	-133	72	22	-95	36	15
0 < DT < 2	42	V32	615	29	25	234	237	23	193	162	34	-208	188	46	-79	27	9
2 < DT < 5	43	V33	440	24	11	-19	3	0	-37	12	1	-175	270	27	132	154	21
5 < DT < 10	44	V34	358	23	10	-43	16	1	-155	211	18	63	35	3	105	96	12
DT > 10.	45	V35	884	15	33	-344	209	27	-71	9	2	573	582	185	-218	84	36
pièce refuge	46	V46	550	84	3	20	43	0	10	11	0	-53	308	9	41	188	7
pas pièce ref.	47	V47	550	7	35	-237	43	6	-120	11	3	635	308	104	-496	188	85
résidence 1	48	V48	366	81	2	-17	54	0	-11	23	0	-37	275	4	8	14	0
résidence 2	49	V49	366	10	13	131	54	3	85	23	2	296	275	33	-67	14	2
ANC < 6	50	V50	365	20	3	-53	67	1	-34	28	1	35	30	1	-100	240	10
6 < ANC < 15	51	V51	185	32	3	62	139	2	2	0	0	29	29	1	-22	17	1
ANC > 15	52	V52	431	39	3	-25	36	0	15	14	0	-42	102	3	69	279	9
NP = 0	53	V53	84	3	5	-120	39	1	-91	23	1	-2	0	0	-90	22	1
NP = 1	54	V54	500	11	4	-172	292	5	86	73	3	72	52	2	-92	84	5
NP = 2	55	V55	153	34	4	-30	31	0	-26	24	1	53	97	4	5	1	0
NP = 3	56	V56	281	15	4	-3	0	0	116	205	7	-62	58	2	35	18	1
NP ≥ 4	57	V57	508	27	5	121	341	6	-55	71	3	-61	86	4	21	10	1
employé	58	V58	142	32	3	-27	30	0	46	86	2	-15	10	0	20	16	1
cadre	59	V59	506	15	6	177	330	7	-119	150	7	-5	0	0	-50	26	2
retraité	60	V60	137	43	2	-42	121	1	7	4	0	13	12	0	2	0	0
						329			361			184			581		271

$QLT = \sum COR_{\alpha}(j)$  ( $\alpha$  dans notre cas varie de 1 à 4, *i.e.*, nous considérons seulement les quatre premiers facteurs) est un indicateur de la qualité de la représentation de la variable  $j$  par le sous-espace à quatre dimensions formé par des quatres premiers axes factoriels. Si un point est bien représenté par le sous-espace à quatre dimensions (*i.e.*, plus il est proche de 1, *e.g.*,  $QLT > 0,95$ ), on en déduira qu'il est inutile de chercher à améliorer la représentation de cette variable par la prise en compte d'autres axes factoriels. Pour les variables supplémentaires,  $QLT$  garde la même signification que pour les variables principales.

$POID$  indique la masse de la variable  $j$  (*i.e.*,  $k(j)/k$ , total de la colonne divisé par le total du tableau).  $INR$  est la part relative de l'inertie de la variable  $j$  dans l'inertie du nuage par rapport au centre de gravité. Plus la variable est proche du centre de gravité du nuage plus  $INR$  est petit.

Pour les groupes de colonnes concernant un axe factoriel, on lit dans la colonne  $\alpha\#F$  les coordonnées des variables sur l'axe factoriel  $\alpha$ . Le signe de  $\alpha\#F$  nous indique si les variables interviennent sur l'axe du côté positif ou du côté négatif.

Dans la deuxième colonne,  $COR = \cos^2\theta$  est le cosinus au carré de l'angle formé par l'axe factoriel et par le vecteur joignant la variable  $j$  au centre de gravité du nuage. Il mesure la qualité de la représentation de la variable  $j$  par sa projection sur l'axe  $\alpha$ . Le sigle  $COR$  rappelle que cet indicateur s'interprète comme une corrélation entre le vecteur et sa projection sur l'axe. Ainsi, avant d'interpréter la projection d'une variable sur l'axe, on doit s'assurer que cette variable est bien représentée par sa projection (*i.e.*, plus  $j$  est aligné sur l'axe  $\alpha$ , plus  $COR_{\alpha}(j)$  est proche de 1). Pour les variables supplémentaires  $COR$  garde la même signification que pour les variables principales.

Un examen du graphique seul risque d'attirer l'attention sur des points pour lesquels  $\alpha\#F$  est très fort mais qui, en raison de leur faible masse, n'ont pas vraiment contribué au positionnement de l'axe. Inversement, des points dont la masse est très forte peuvent avoir fortement contribué au positionnement de l'axe alors qu'ils ne se distinguent pas particulièrement sur le graphique. Par conséquent, pour qualifier les facteurs, on dispose d'indicateurs qui décomposent l'inertie selon les

axes. La troisième colonne, **CTR**, mesure la contribution relative de la variable  $j$  à l'inertie expliquée par l'axe  $\alpha$ . Ainsi, on appuiera l'interprétation d'un axe sur les variables principales les plus contributives en termes d'inertie.

Une variable supplémentaire n'intervient pas dans la masse ni dans l'inertie du nuage analysé. En toute rigueur on devrait donc poser **POID** = 0, **INR** = 0 et **CTR** = 0 pour toute variable supplémentaire. Cependant, ADDAD calcule ces indicateurs comme s'il s'agissait d'un élément principal.

Ainsi **POID** indique l'importance relative de la variable vis-à-vis du tableau principal. Cette indication n'a de valeur que si la variable supplémentaire est de même nature que la variable principale avec laquelle on la compare.

Moyennant les réserves faites à propos de **POID**, on peut regarder **INR** comme une indication du rôle qu'aurait dans l'analyse la variable supplémentaire si on l'y introduisait. Si **INR** est faible, l'introduction de la variable dans le tableau principal modifierait peu l'analyse. L'usage de **CTR** dans l'interprétation des variables supplémentaires appelle les mêmes réserves décrites ci-dessus.

La méthode généralement proposée pour le dépouillement du tableau VI.A.2 (Benzécri, 1980; Cazes 1984; Volle, 1985) peut être résumée de la façon suivante:

- Chercher les modalités correspondant aux  $CTR_{\alpha}(j)$  les plus forts. Benzécri (1980) propose d'adopter comme seuil le double de la valeur moyenne de **CTR** (i.e., dans notre cas comme nous avons 34 modalités, la valeur moyenne de **CTR** vaut  $1000/34 = 29$  donc le seuil est de 58%). Sélectionner les variables telles que la somme de  $CTR_{\alpha}$  des modalités soit élevée (e.g., 2/3 de l'inertie de l'axe). L'interprétation de l'axe reposera sur l'examen de ces modalités, qui ont joué un rôle décisif dans son positionnement.
- Regarder le signe de  $G_{\alpha}(j)$  ( $\alpha \# F$ ) pour les modalités sélectionnées précédemment. Ce signe indique si les points interviennent sur l'axe du côté positif ou du côté négatif.
- Examiner les  $COR_{\alpha}(j)$  de ces modalités. Quand ce paramètre est fort, cela veut dire que la modalité  $j$  est pratiquement alignée sur l'axe  $\alpha$ . On peut présumer qu'elle ne jouera pas un grand rôle sur les autres axes et vice-versa.
- Rechercher parmi les autres modalités (i.e.,  $CTR_{\alpha}$  faibles) celles parmi lesquelles  $COR_{\alpha}$  est fort. Ce sont des points qui contribuent peu à l'explication de l'axe, mais qui sont bien alignés sur l'axe. Les variables ayant une valeur élevée de  $COR_{\alpha}$  sur un axe de rang élevé et de plus n'ayant pas apporté de contributions relatives notables aux axes précédents portent pour seule information le sens selon lequel elles s'écartent du centre de gravité du nuage. La notion de contribution relative cumulée sert donc particulièrement à l'interprétation des facteurs de rang élevé.

Une fois faites, ces opérations ont permis de trier les variables sur lesquelles on doit concentrer son attention pour interpréter l'axe. Les tableaux VI.A.2 et VI.A.3 présentent les indicateurs d'aide à l'interprétation pour les variables principales et supplémentaires du **Tableau Dommages** respectivement.

### **Premier axe**

Ce facteur, nettement détaché de celui qui le suit dans le tableau de valeurs propres (tableau VI.A.1) représente plus du quart de l'inertie du nuage ( $\tau_1 = 25,7$ ). Il est expliqué par neuf modalités représentant 68% de l'inertie totale de l'axe. Ce sont de gauche à droite les modalités: **DFX2**, **DEP2**, **VEH2**, **CRUE1**, **DMO5** et **DEL1** d'une part, **DEL2**, **CRUE2** et **DFX1** d'autre part. Il oppose les résidences ayant subi une crue rapide, n'étant pas alertées et par conséquent n'ayant pas pris de mesures de protection demandant un temps de mise en oeuvre plus important, aux résidences ayant subi une crue lente, alertées par la montée lente des eaux et où on a donc pu déplacer des appareils fixes lourds. En ce qui concerne les dommages, la modalité **DMO5**, correspondant aux dommages au

mobilier les plus importants (*i.e.*, supérieurs à 4 KF), se place à gauche de l'axe, c'est-à-dire, du côté des crues rapides et de l'absence d'alerte.

Il nous semble important d'approfondir l'analyse afin d'évaluer si l'adoption ou non des mesures de protection est fonction seulement de la soudaineté de l'événement ou si elle est aussi influencée par l'alerte.

### *Deuxième axe*

Il est expliqué par quatre modalités représentant 53% de l'inertie totale de l'axe. Du côté négatif: **HAB3** et du côté positif: **HAB2**, **HAB4** et **HSUB2**. On observe que les résidences ayant deux niveaux aménagés sans sous-sol s'opposent aux résidences ayant un sous sol. Par ailleurs, les résidences ayant subi une inondation importante du sous-sol se placent également à la droite de l'axe. Cet axe rend donc compte de la présence ou de l'absence de sous-sol dans les résidences.

### *Troisième axe*

Cet axe oppose les résidences à un niveau aménagé à celles à deux niveaux. On remarque également une opposition entre les dommages faibles et importants qu'ils soient mobiliers ou immobiliers. Cependant seule la modalité **DIM4**, *i.e.*, les dommages immobiliers supérieurs à 5 KF, est bien corrélée à l'axe 3.

## **VI.A.3. Plans factoriels**

La figure VI.A.1 présente le plan factoriel 1-2. Nous avons représenté en souligné continu et pointillé les variables ayant des modalités avec une corrélation importante (*i.e.*, **COR** > 400) et une contribution à l'inertie de l'axe supérieure à deux fois la moyenne (*i.e.*, **CTR** > 58%) sur le premier et le deuxième axe respectivement. Les variables supplémentaires ont été présentées encadrées dans la figure VI.A.1.

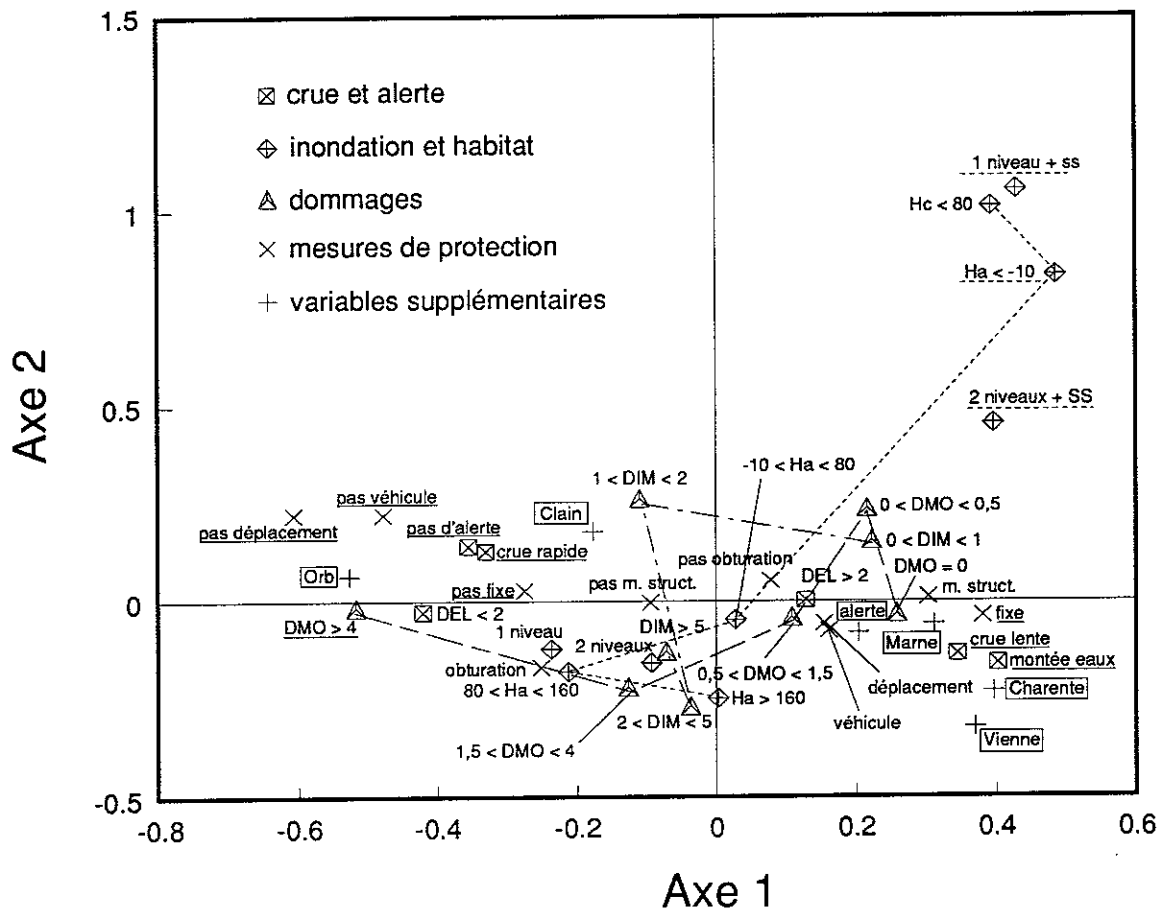
Les modalités décrivant les faibles dommages se placent, par rapport au premier axe, du côté des crues lentes et les dommages plus importants du côté des crues rapides. Ce comportement est plus marqué pour les forts dommages au mobilier. Ceci correspondrait au fait que sur les sites sujets à des crues rapides, les ménages ont moins de temps pour la prise de mesures de protection, qui préservent essentiellement le mobilier.

On observe également que les modalités relatives aux dommages ainsi que celles relatives à l'inondation et à l'habitat (*i.e.*, le nombre et la nature de niveaux dans le bâtiment et la hauteur de submersion) forment un faisceau qui va du quadrant positif au quadrant négatif. Autrement dit, l'habitat avec un sous-sol présente des dommages aux biens immobiliers et au mobilier plus faibles. Un tel faisceau signifie que les variables qui le composent sont corrélées. Cependant, compte tenu des faibles valeurs des coefficients **CTR** et **COR** pour les modalités concernant la hauteur de submersion, cette variable seule n'est pas capable d'expliquer la valeur des dommages et on peut donc s'attendre à de faibles coefficients de corrélation pour les courbes de dommages.

Pour ce qui concerne les mesures de protection, il semblerait que leur mise en application soit conditionnée par la soudaineté de l'événement, c'est-à-dire, le déplacement des biens mobiliers vulnérables et des appareils fixes lourds est réalisé sur les sites à crues lentes et donc avec un délai pour la prise de mesures important, alors que l'obturation des portes et fenêtres, peu efficace sur les crues lentes, est plutôt réalisée sur les sites avec des crues rapides.

Figure VI.A.1.: plan factoriel 1-2 pour le *Tableau Dommages*

## Tableau Dommages Plan 1-2





**Annexe VI.B.**

**le calage de relations entre l'endommagement et la hauteur de submersion**

caractéristiques statistiques des dénominateurs des variables "endommagements"

calage des régressions

exemples de nuages de points  
(endommagement par étage / hauteur de submersion)







CALAGE DES REGRESSIONS  $E = A \cdot H + B$  : données de calage

CALCUL	nombre de points de calcul	moyenne H (centimètres)	écart-type H (centimètres)	moyenne E (en %)	écart-type E (en %)	R2 coeff. de détermination
<b>IMMOBILIER</b>						
<b>avec sous-sol</b>						
LA-B	23	-60	72	06,8	07,2	0,1250
LA-E	23	-60	72	21,0	26,0	0,2510
LAOB	20	-63	69	06,0	07,0	0,1290
LAOE	20	-63	69	19,0	26,0	0,2030
LANB	3	-	-	-	-	-
LANE	3	-	-	-	-	-
RA-B	22	-27	86	02,9	02,6	0,0378
RA-E	22	-27	86	09,4	09,2	0,2100
RAOB	15	-16	93	03,2	02,6	0,0034
RAOE	15	-16	93	11,0	09,6	0,1470
RANB	7	-50	61	02,5	02,6	0,3220
RANE	7	-50	61	06,1	07,3	0,4200
<b>sans sous-sol</b>						
LS-B	94	100	52	07,1	09,1	0,1030
LS-E	94	100	52	14,0	17,0	0,1350
LS-S	75	97	51	17,0	19,0	0,0818
LSOB	81	100	53	06,7	07,1	0,1050
LSOE	81	100	53	14,0	13,0	0,1570
LSNB	13	100	49	08,4	17,0	0,1760
LSNE	13	100	49	17,0	33,0	0,1880
RS-B	90	100	62	05,0	07,3	0,0023
RS-E	90	100	62	10,0	09,4	0,0250
RS-S	73	92	51	15,0	13,0	0,0367
RSOB	67	100	62	05,3	08,1	0,0032
RSOE	67	100	62	11,0	10,0	0,0277
RSNB	23	110	62	04,1	04,5	0,0008
RSNE	23	110	62	08,2	06,8	0,0274
<b>MOBILIER</b>						
<b>avec sous-sol</b>						
LAOB	23	-63	65	01,6	02,9	0,0001
LAOE	23	-63	65	04,2	06,8	0,0044
LANB	3	-	-	-	-	-
LANE	3	-	-	-	-	-
RAOB	14	-21	94	00,8	01,0	0,0254
RAOE	14	-21	94	02,9	03,8	0,0708
RANB	7	-50	61	02,3	01,4	0,0166
RANE	7	-50	61	05,3	02,4	0,0112
<b>sans sous-sol</b>						
LSOB	95	97	54	03,3	11,0	0,0357
LSOE	95	97	54	05,9	13,0	0,1090
LSOS	77	89	51	06,2	13,0	0,1310
LSNB	11	100	51	02,9	04,0	0,1050
LSNE	11	100	51	06,0	07,9	0,1210
LSNS	7	120	56	05,6	04,8	0,1830
RSOB	72	110	64	04,2	05,1	0,0072
RSOE	72	110	64	09,1	11,0	0,0235
RSOS	58	94	52	15,0	16,0	0,0954
RSNB	26	110	60	04,9	05,6	0,0387
RSNE	26	110	60	11,0	10,0	0,1140
RSNS	20	100	60	17,0	19,0	0,1800

CALAGE DES REGRESSIONS  $E = A \cdot H + B$  : paramètres calés

CALCUL	coeff. A (% / cm)	Sa erreur quad. moyenne sur A	A / Sa	coeff. B (%)	Sb erreur quad. moyenne sur B	B / Sb
<b>IMMOBILIER</b>						
<b>avec sous-sol</b>						
LA-B	0,03570	0,02060	1,733	08,94	01,94	4,603
LA-E	0,18000	0,06770	2,659	31,79	06,39	4,978
LAOB	0,03540	0,02170	1,631	08,20	02,06	3,977
LAOE	0,16600	0,07750	2,142	29,35	07,37	3,985
LANB	-	-	-	-	-	-
LANE	-	-	-	-	-	-
RA-B	0,00588	0,00663	0,887	03,09	00,60	5,149
RA-E	0,04900	0,02130	2,300	10,74	01,92	5,583
RAOB	0,00161	0,00763	0,211	03,19	00,72	4,407
RAOE	0,03940	0,02630	1,498	11,60	02,50	4,641
RANB	0,02410	0,01560	1,545	03,67	01,28	2,874
RANE	0,07710	0,04050	1,904	09,98	03,31	3,018
<b>sans sous-sol</b>						
LS-B	0,05570	0,01720	3,238	01,44	01,95	0,738
LS-E	0,12200	0,03230	3,777	01,85	03,67	0,504
LS-S	0,10600	0,04160	2,548	06,29	04,56	1,378
LSOB	0,04390	0,01440	3,049	02,30	01,63	1,408
LSOE	0,09890	0,02580	3,833	03,68	02,92	1,259
LSNB	0,14100	0,09240	1,526	-05,08	10,61	-0,479
LSNE	0,29300	0,18400	1,592	-11,90	21,10	-0,564
RS-B	0,00563	0,01260	0,447	04,41	01,49	2,963
RS-E	0,02410	0,01600	1,506	07,56	01,89	3,992
RS-S	0,04870	0,02960	1,645	10,27	03,15	3,255
RSOB	0,00736	0,01610	0,457	04,56	01,90	2,397
RSOE	0,02720	0,02000	1,360	07,93	02,36	3,358
RSNB	0,00211	0,01590	0,133	03,84	02,05	1,876
RSNE	0,01820	0,02360	0,771	06,20	03,03	2,045
<b>MOBILIER</b>						
<b>avec sous-sol</b>						
LAOB	-0,00034	0,00973	-0,035	01,62	00,90	1,803
LAOE	0,00696	0,02270	0,307	04,63	02,10	2,209
LANB	-	-	-	-	-	-
LANE	-	-	-	-	-	-
RAOB	0,00164	0,00292	0,562	00,86	00,28	3,043
RAOE	0,01080	0,01130	0,956	03,09	01,10	2,816
RANB	-0,00285	0,00981	-0,291	02,19	00,80	2,728
RANE	0,00416	0,01750	0,238	05,55	01,43	3,885
<b>sans sous-sol</b>						
LSOB	0,03740	0,02010	1,861	-00,27	02,25	-0,120
LSOE	0,07760	0,02290	3,389	-01,61	02,56	-0,629
LSOS	0,09420	0,02800	3,364	-02,15	02,87	-0,750
LSNB	0,02500	0,02440	1,025	00,25	02,86	0,087
LSNE	0,05360	0,04820	1,112	00,29	05,65	0,051
LSNS	0,03650	0,03450	1,058	01,32	04,90	0,269
RSOB	0,00673	0,00945	0,712	03,46	01,20	2,874
RSOE	0,02710	0,02090	1,297	06,22	02,66	2,341
RSOS	0,09690	0,03990	2,429	05,50	04,30	1,280
RSNB	0,01820	0,01850	0,984	02,88	02,36	1,219
RSNE	0,05810	0,03310	1,755	04,35	04,22	1,030
RSNS	0,13200	0,06660	1,982	03,56	07,96	0,447

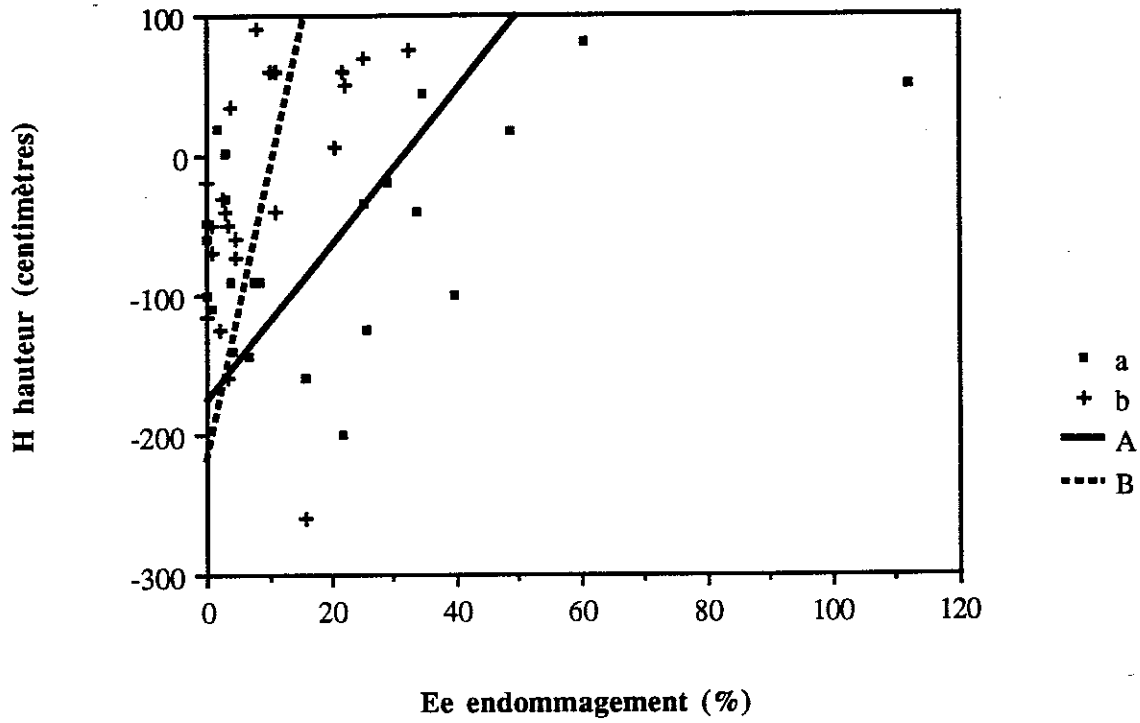
CALAGE DES REGRESSIONS  $E = A \cdot H + B$  : qualité des calages

CALCUL	nombre de points de calcul	R <sup>2</sup> coeff. de détermination	écart-type des erreurs (%)	A ≠ 0 à 80% ?	A ≠ 0 à 99% ?	covariance cov.(A,B)
<b>IMMOBILIER</b>						
<b>avec sous-sol</b>						
LA-B	23	0,1250	07,09	oui	non	0,0264
LA-E	23	0,2510	23,31	oui	quasi	0,2859
LAOB	20	0,1290	06,73	oui	non	0,0315
LAOE	20	0,2030	24,04	oui	non	0,4025
LANB	3	-	-	-	-	-
LANE	3	-	-	-	-	-
RA-B	22	0,0378	02,68	non	non	0,0012
RA-E	22	0,2100	08,59	oui	non	0,0128
RAOB	15	0,0034	02,76	non	non	0,0010
RAOE	15	0,1470	09,53	oui	non	0,0120
RANB	7	0,3220	02,53	oui	non	0,0143
RANE	7	0,4200	06,55	oui	non	0,0961
<b>sans sous-sol</b>						
LS-B	94	0,1030	08,69	oui	oui	-0,0300
LS-E	94	0,1350	16,36	oui	oui	-0,1064
LS-S	75	0,0818	18,30	oui	oui	-0,1688
LSOB	81	0,1050	06,85	oui	oui	-0,0209
LSOE	81	0,1570	12,26	oui	oui	-0,0669
LSNB	13	0,1760	16,30	oui	non	-0,9222
LSNE	13	0,1880	32,40	oui	non	-3,6435
RS-B	90	0,0023	07,41	non	non	-0,0160
RS-E	90	0,0250	09,43	oui	non	-0,0260
RS-S	73	0,0367	13,00	oui	non	-0,0830
RSOB	67	0,0032	08,16	non	non	-0,0262
RSOE	67	0,0277	10,13	oui	non	-0,0404
RSNB	23	0,0008	04,74	non	non	-0,0292
RSNE	23	0,0274	07,02	non	non	-0,0641
<b>MOBILIER</b>						
<b>avec sous-sol</b>						
LAOB	23	0,0001	03,06	non	non	0,0063
LAOE	23	0,0044	07,14	non	non	0,0346
LANB	3	-	-	-	-	-
LANE	3	-	-	-	-	-
RAOB	14	0,0254	01,03	non	non	0,0002
RAOE	14	0,0708	04,00	non	non	0,0029
RANB	7	0,0166	01,59	non	non	0,0057
RANE	7	0,0112	02,83	non	non	0,0179
<b>sans sous-sol</b>						
LSOB	95	0,0357	10,61	oui	non	-0,0398
LSOE	95	0,1090	12,08	oui	oui	-0,0516
LSOS	77	0,1310	12,44	oui	oui	-0,0697
LSNB	11	0,1050	04,15	non	non	-0,0662
LSNE	11	0,1210	08,20	non	non	-0,2585
LSNS	7	0,1830	05,14	non	non	-0,1685
RSOB	72	0,0072	05,11	non	non	-0,0099
RSOE	72	0,0235	11,28	oui	non	-0,0481
RSOS	58	0,0954	15,74	oui	quasi	-0,1511
RSNB	26	0,0387	05,68	non	non	-0,0394
RSNE	26	0,1140	10,16	oui	non	-0,1262
RSNS	20	0,1800	17,98	oui	non	-0,4726

**Endommagement à l'immobilier: habitat avec sous-sol**

*A: montée de crue lente, submersion de longue durée*

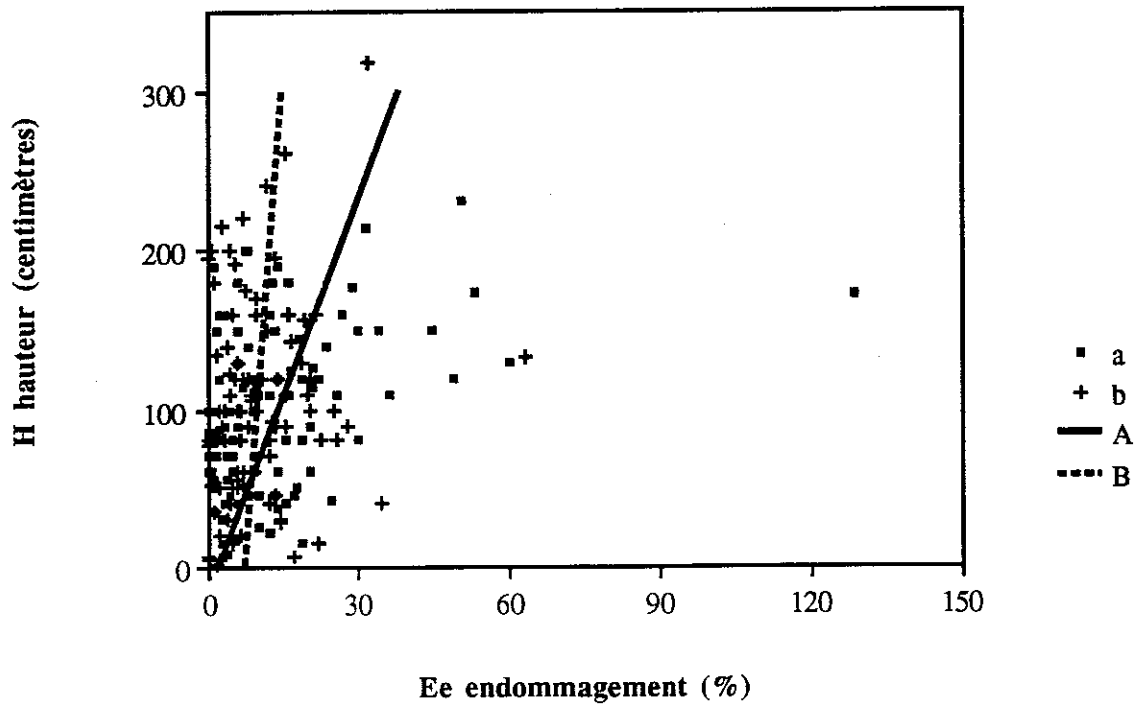
*B: montée de crue rapide, submersion de courte durée*



**Endommagement à l'immobilier: habitat sans sous-sol**

*A: montée de crue lente, submersion de longue durée*

*B: montée de crue rapide, submersion de courte durée*

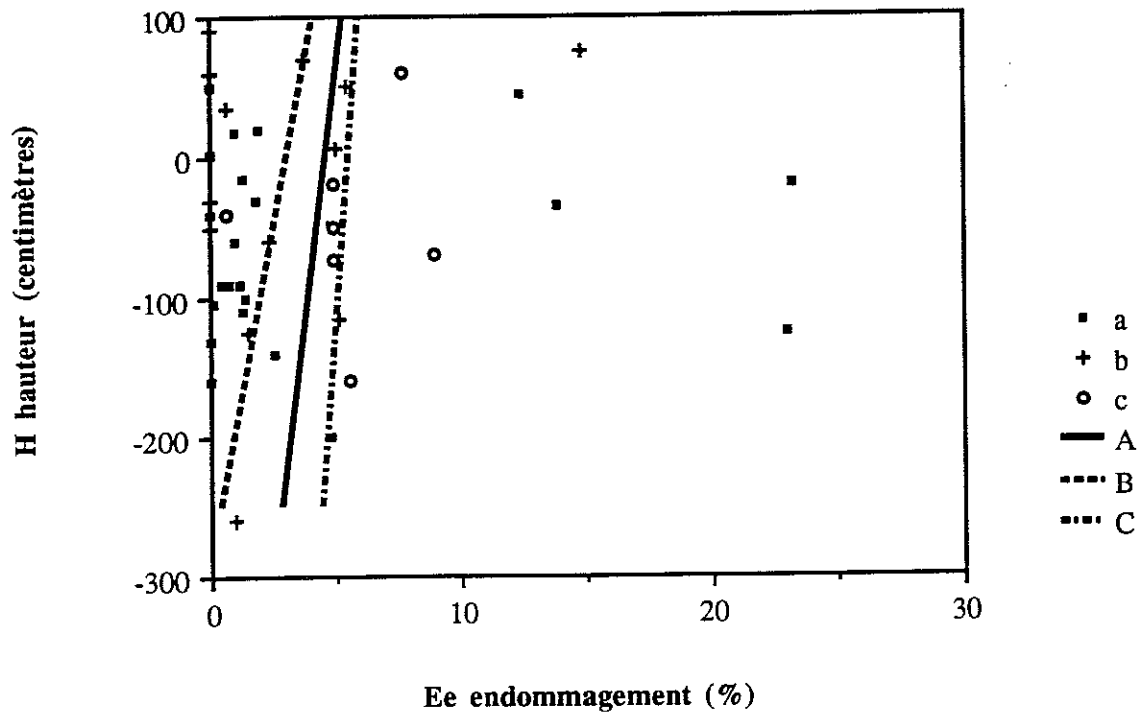


**Endommagement au mobilier: habitat avec sous-sol**

A: montée de crue lente, submersion de longue durée; réponse

B: montée de crue rapide, submersion de courte durée; réponse

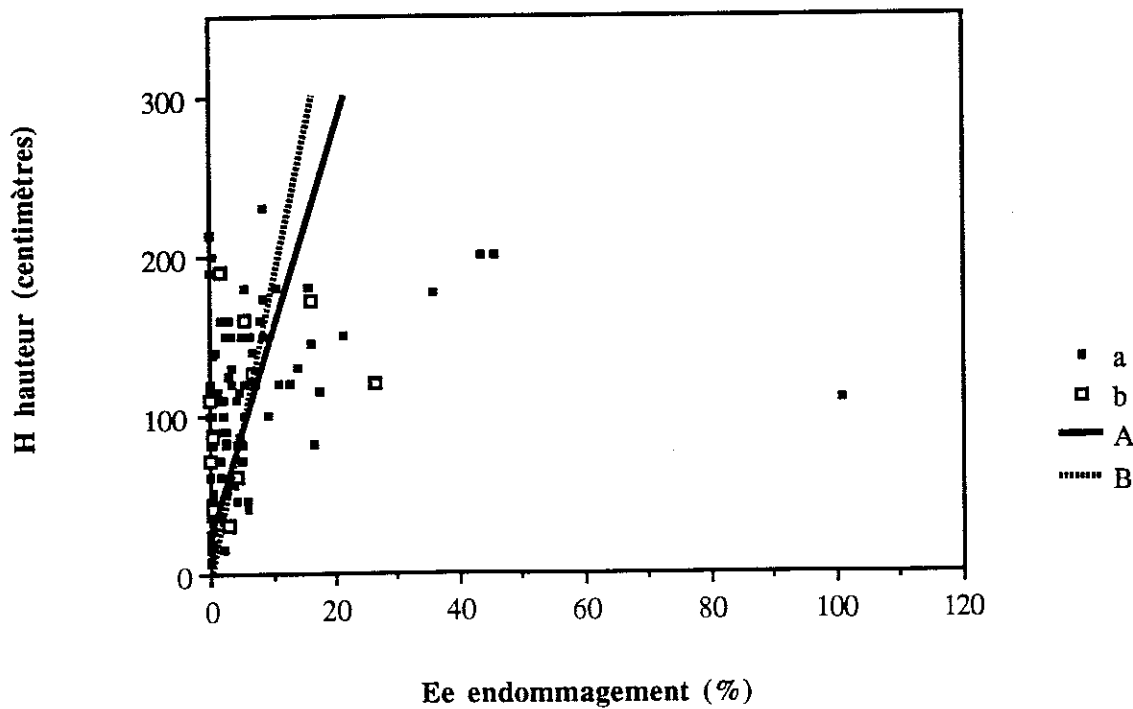
C: montée de crue rapide, submersion de courte durée; pas de réponse



**Endommagement au mobilier: habitat sans sous-sol**

A: montée de crue lente, submersion de longue durée; réponse

B: montée de crue lente, submersion de longue durée; pas de réponse

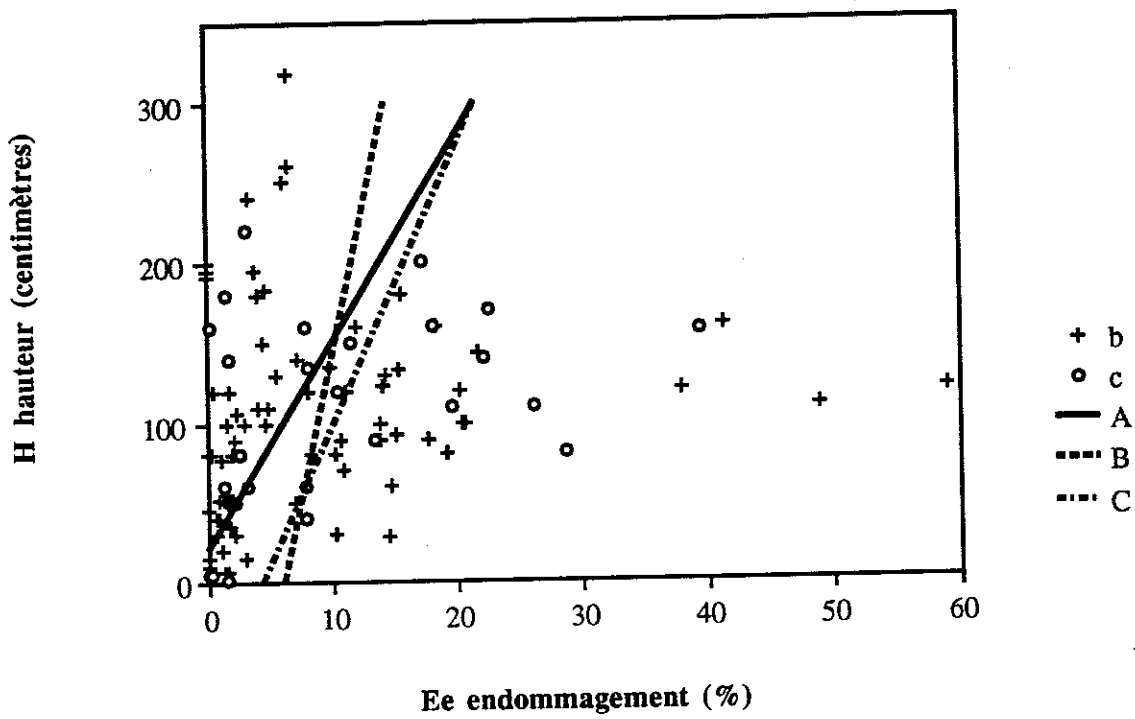


**Endommagement au mobilier: habitat sans sous-sol**

A: montée de crue lente, submersion de longue durée; réponse

B: montée de crue rapide, submersion de courte durée; réponse

C: montée de crue rapide, submersion de courte durée; pas de réponse





**Annexe VI.C.**  
**les fonctions de dommages à l'habitat**





### *les fonctions de dommages*

Les dommages absolus D sont exprimés en Francs au deuxième trimestre 1991, les hauteurs H en centimètres.

#### AVEC SOUS-SOL

##### CRUE LENTE

immobilier	H < 0	D = 405 H + 71500
	H > 0	D = 274 H + 71500
mobilier avec déplacement	H < 0	D = 16 H + 10400
	H > 0	D = 175 H + 10400
total avec déplacement	H < 0	D = 421 H + 81900
	H > 0	D = 449 H + 81900

##### CRUE RAPIDE

immobilier	H < 0	D = 110 H + 24200
	H > 0	D = 54 H + 24200
mobilier avec déplacement	H < 0	D = 24 H + 7000
	H > 0	D = 61 H + 7000
total avec déplacement	H < 0	D = 134 H + 31200
	H > 0	D = 115 H + 31200
mobilier sans déplacement	H < 0	D = 9 H + 4900
	H > 0	D = 131 H + 4900
total sans déplacement	H < 0	D = 119 H + 29100
	H > 0	D = 185 H + 29100

#### SANS SOUS-SOL

##### CRUE LENTE

immobilier		D = 274 H + 4200
mobilier avec déplacement	H < 20,5	D = 0
	H > 20,5	D = 175 H - 3600
total avec déplacement	H < 20,5	D = 274 H + 4200
	H > 20,5	D = 449 H + 600

##### CRUE RAPIDE

immobilier		D = 54 H + 17000
mobilier avec déplacement		D = 61 H + 14000
total avec déplacement		D = 115 H + 31000

meublier sans  
déplacement

$$D = 131 H + 9800$$

total sans  
déplacement

$$D = 185 H + 26800$$

### les erreurs sur ces fonctions

Les représentations que l'on a données des dommages sont excessivement grossières, pour les raisons qui ont été longuement présentées. Il ne faudrait pas chercher à les utiliser hors d'un contexte d'estimation très approchée ou de prise en compte d'un grand nombre de maisons.

Sur un dommage estimé par  $D = Ee(H) \times VI / n$ , on a deux sources d'incertitudes, pour peu qu'on soit sûr de la classification *crue Lente/Rapide, Avec/Sans sous-sol, Oui/Non déplacement de mobilier* :

- la dispersion sur la valeur  $VI/n$ , dans la mesure où on a observé sur l'échantillon global d'enquêtes un écart-type de 140000 pour une moyenne de 225000 ;
- l'erreur sur  $Ee(H)$ .

Cette dernière présente des erreurs quadratiques moyennes de 9% à 24% (erreur totale, provenant des erreurs sur l'immobilier et sur le mobilier considérées comme indépendantes). En fonction des éléments de classification, les erreurs quadratiques moyennes sur  $Ee$  prennent les valeurs suivantes :

LAO	24%	LSO	20%
RAO	10%	RSO	15%
RAN	9%	RSN	14%

Au vu des nuages de points sur lesquels ont été calées les régressions, il apparaît clairement que ces erreurs ne suivent pas une loi de distribution gaussienne autour de la valeur calculée. En particulier, la dispersion de l'erreur croît avec  $H$ , et on observe par ailleurs une accumulation de points sur l'axe  $E = 0$ .

Il paraîtrait donc beaucoup plus vraisemblable de faire l'hypothèse que  $Ee(H)$  suit une loi de type exponentielle avec une fonction de répartition :

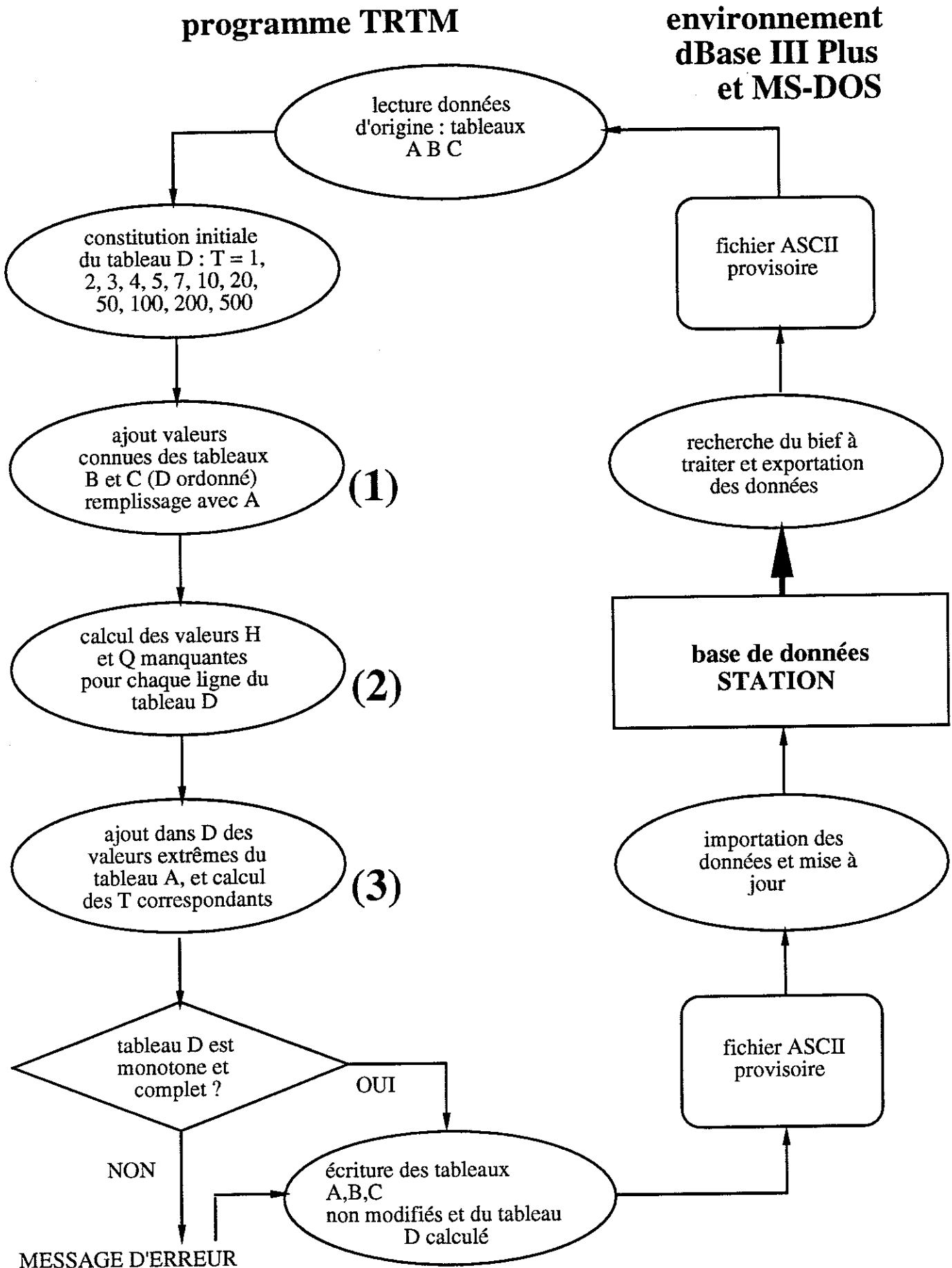
$$F(x) = p(E < x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{k}\right)}$$

avec une moyenne  $k = a H + b$  croissante en fonction de  $H$ , et un écart-type de même valeur  $k$ .

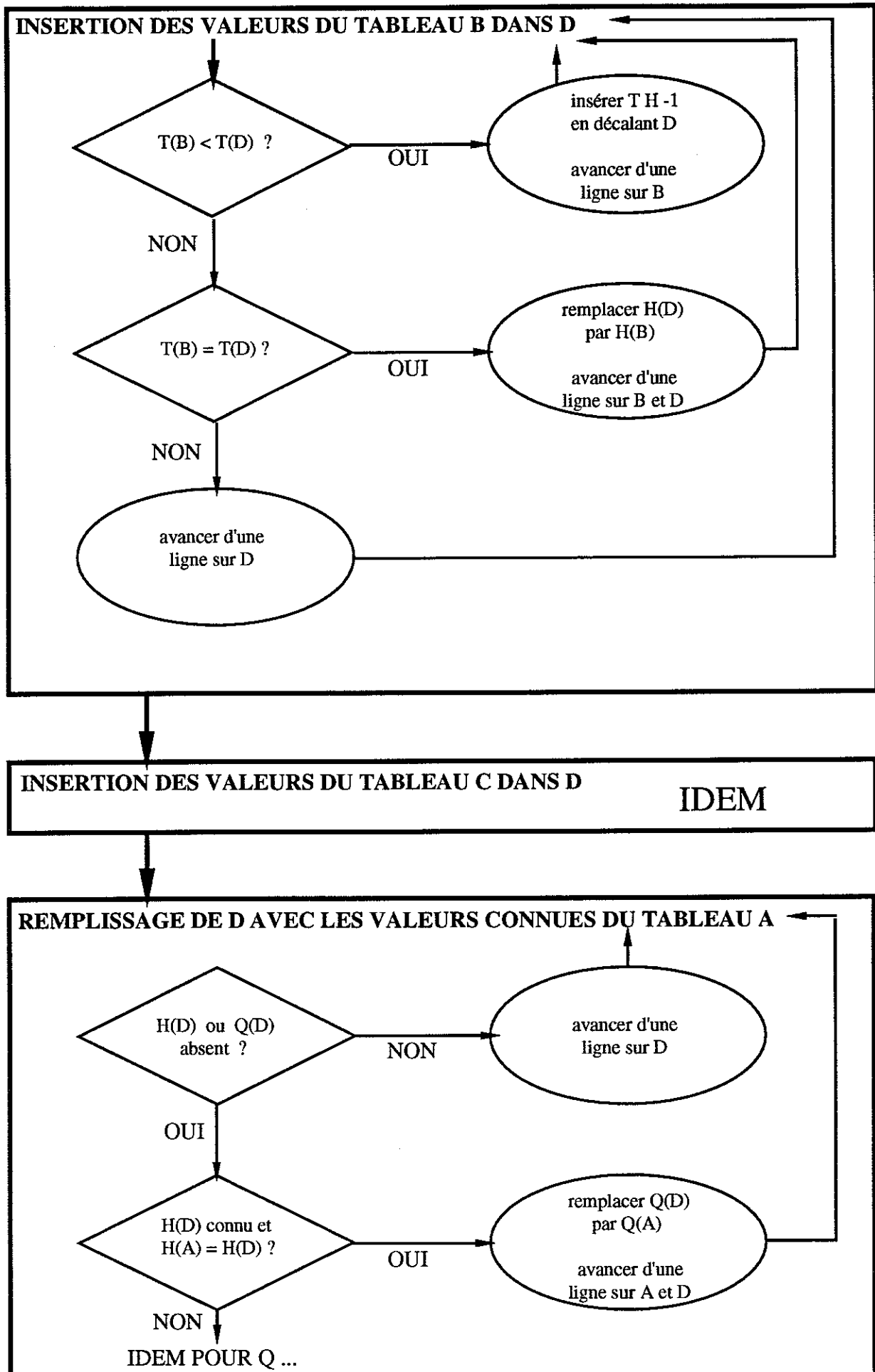
**Annexe VIII.A.**  
**le programme TRTM du sous-modèle hydrologique**



Cet organigramme du programme de calcul TRTM expose la situation de calcul la plus complète possible, c'est-à-dire celle où chacun des tableaux de valeurs connues initiales (A : H-Q, B : H-T et C : Q-T) contient au moins deux couples de valeurs et peut donner lieu à interpolation ou extrapolation. Dans les cas contraires, les calculs et les tests s'en trouvent simplifiés de façon logique, ce jusqu'aux situations d'impossibilité de détermination de tout ou partie du tableau résultant D : T-H-Q.

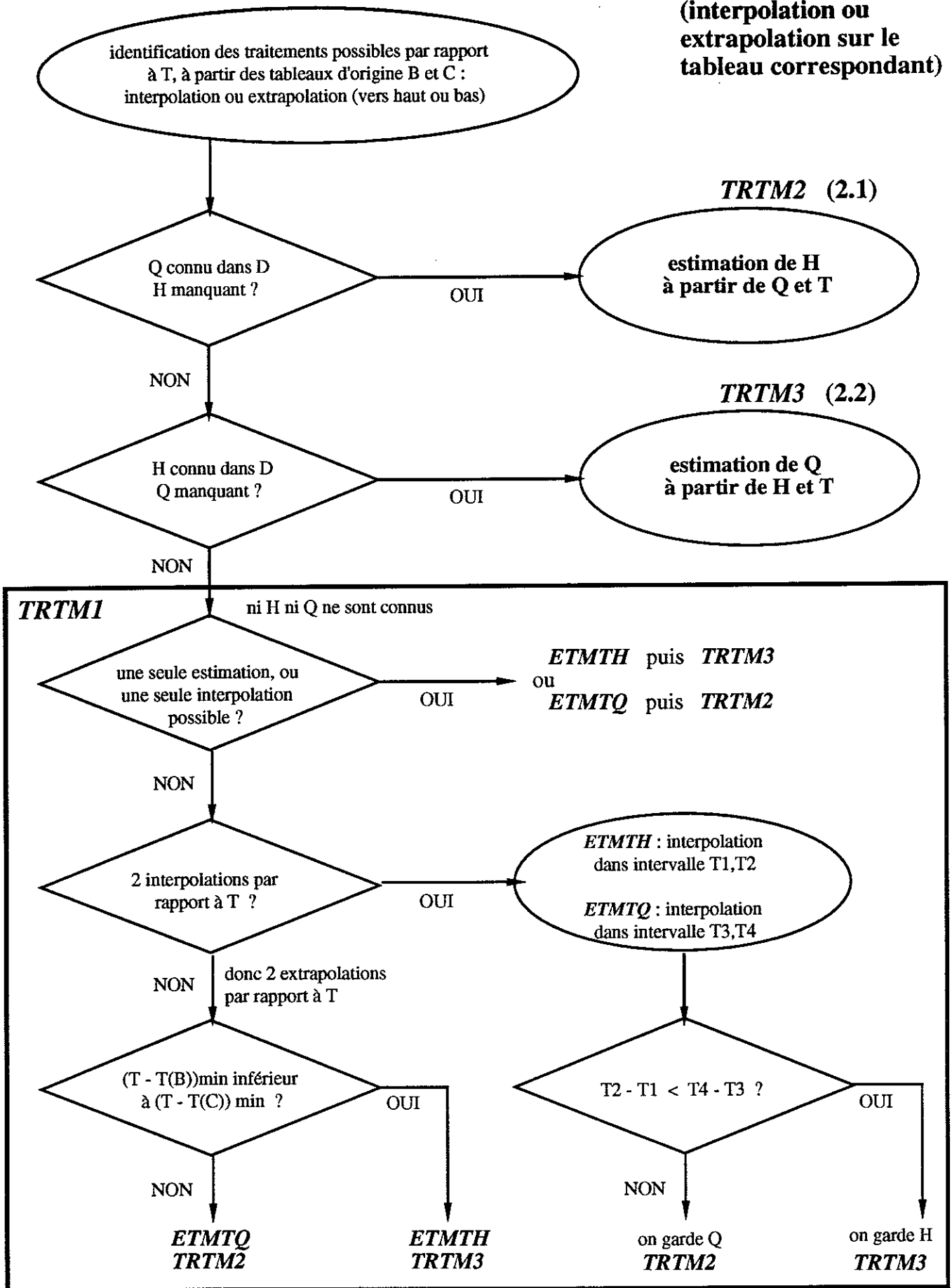


# (1) extension du tableau D avec des données connues



## (2) calcul des valeurs H et Q manquantes pour chaque ligne du tableau D

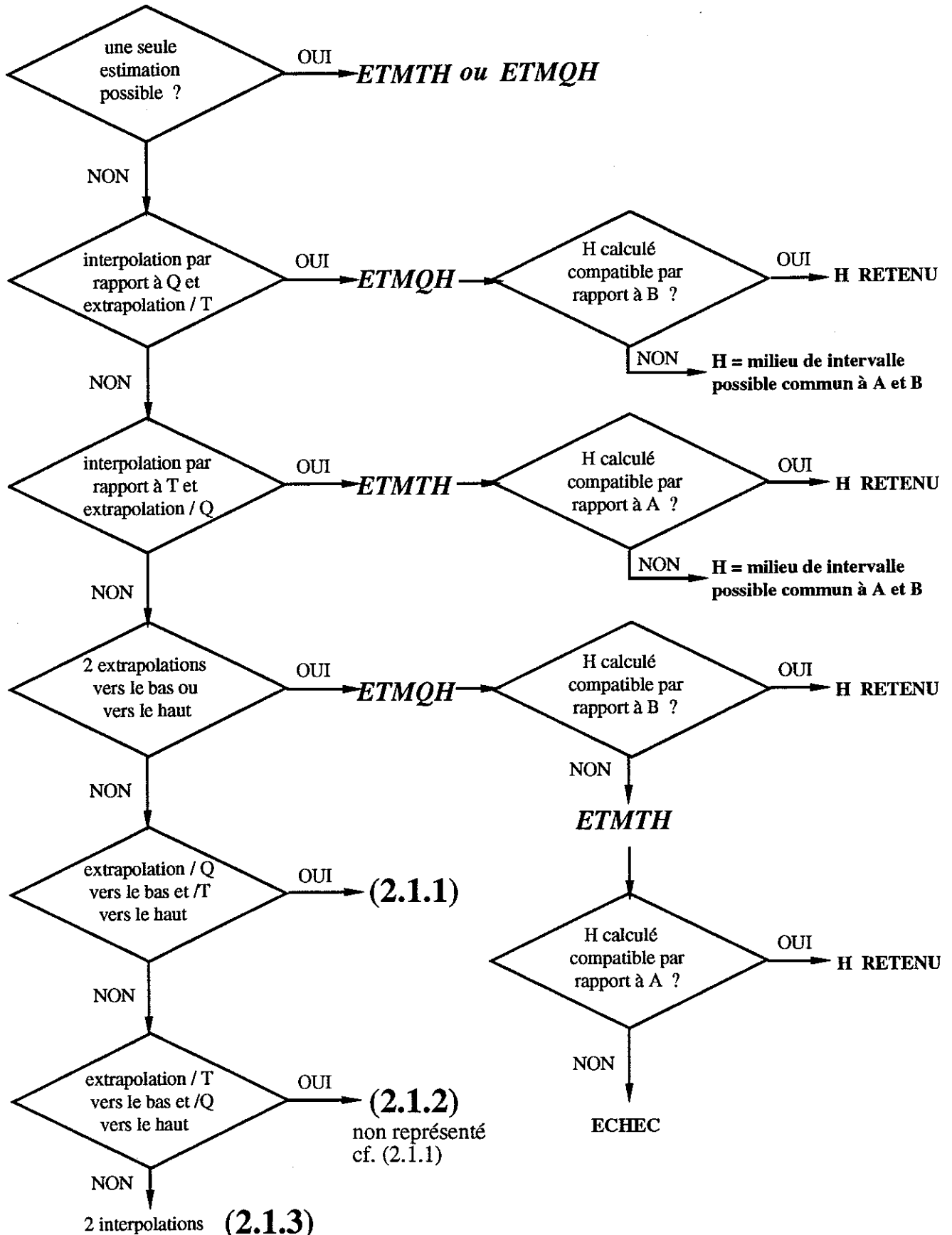
*ETM<sub>xy</sub>* : estimation de y par rapport à x (interpolation ou extrapolation sur le tableau correspondant)



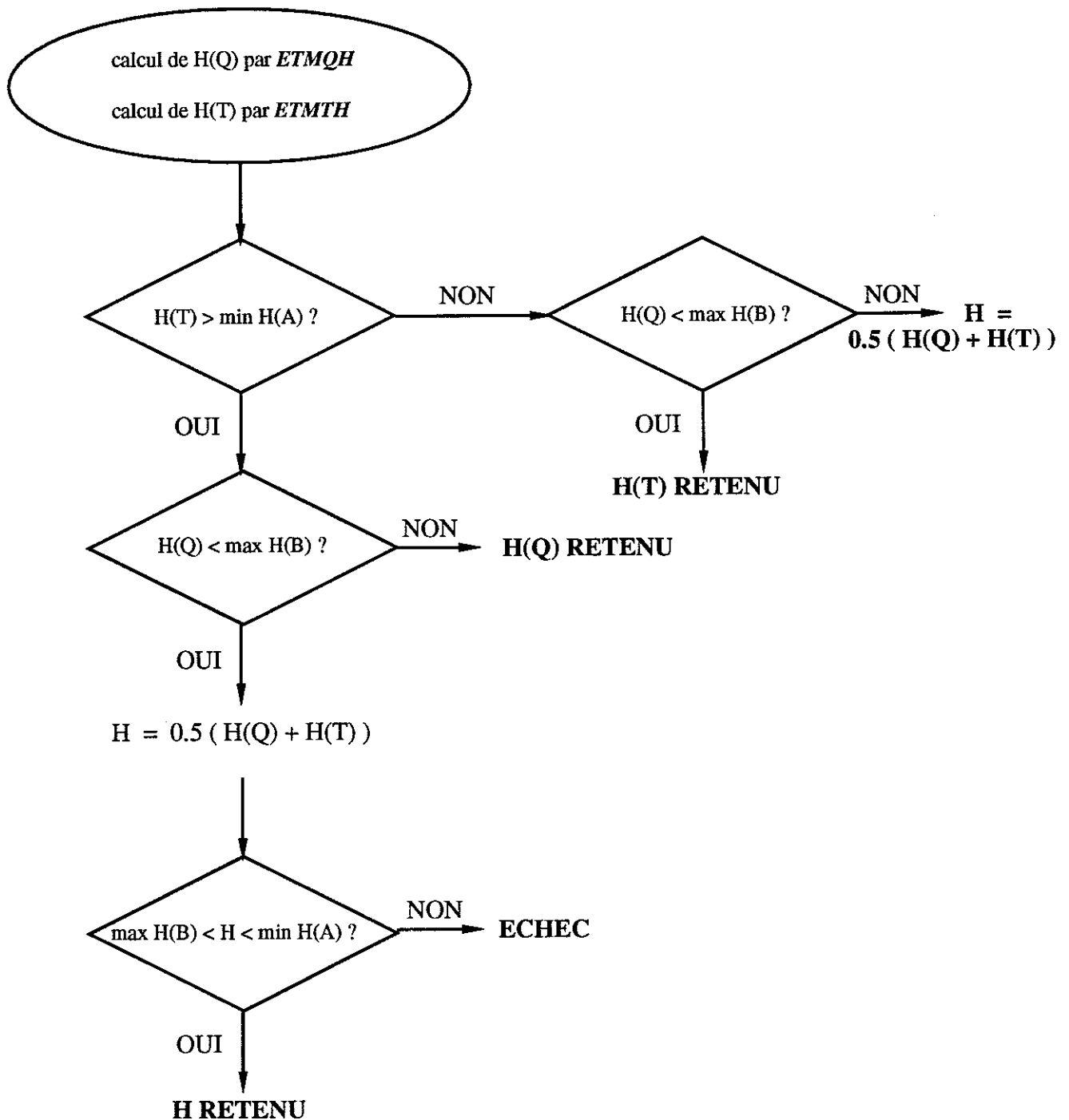


## (2.1) *TRTM2* : estimation de H pour Q et T données, à partir des tableaux A et B

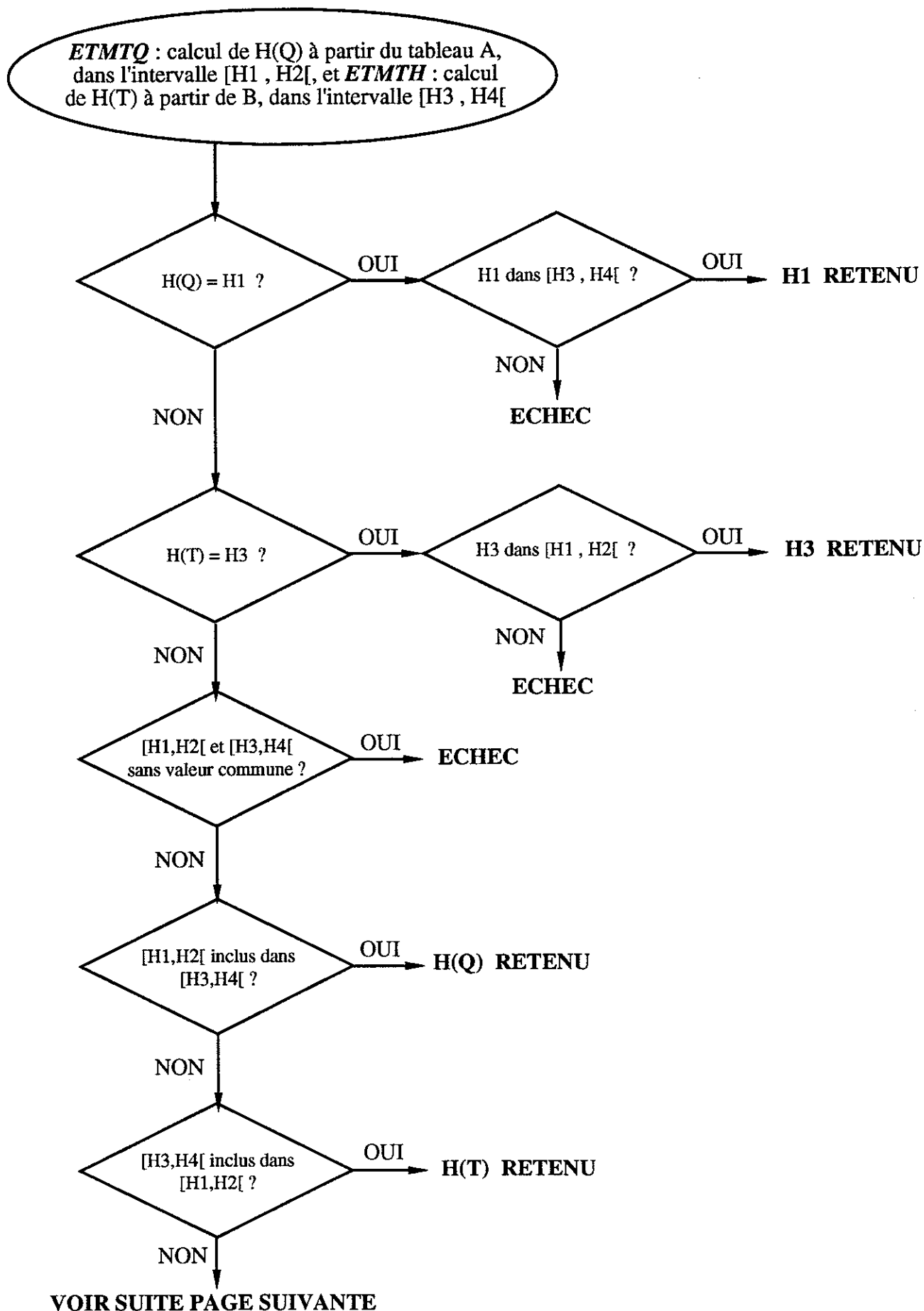
( le sous-programme *TRTM3* - point (2.2) : estimation de Q pour H et T donnés - ne sera pas repris en détail, dans la mesure où il correspond à la même structure que *TRTM2* )



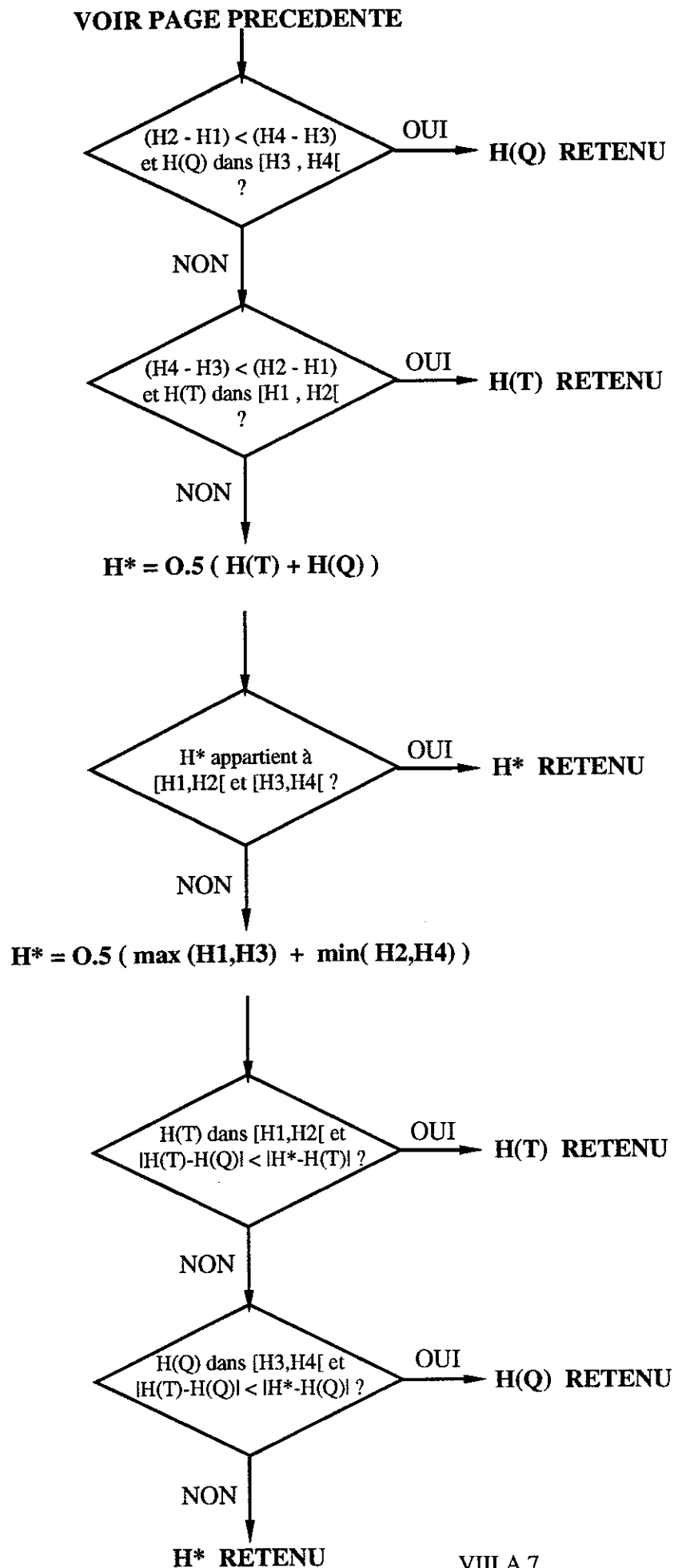
**(2.1.1) estimation de H pour Q et T données, à partir des tableaux A et B : extrapolation vers le bas par rapport à Q (A), vers le haut par rapport à T (B)**  
 le module équivalent (2.1.2) "symétrique" ne sera pas représenté



**(2.1.3) estimation de H pour Q et T données, à partir des tableaux A et B : deux interpolations par rapport à Q (A) et par rapport à T (B)**

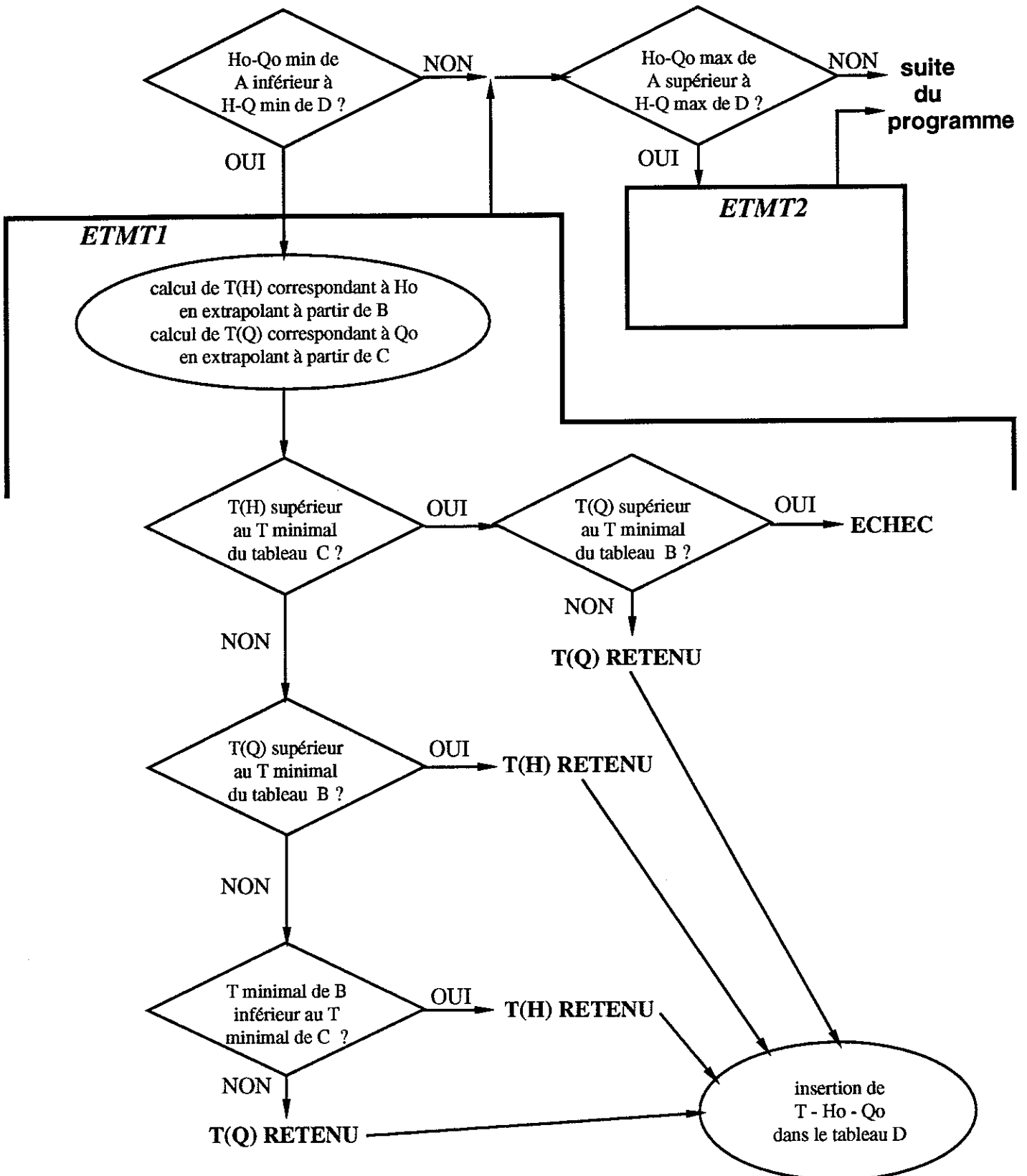


### (2.1.3) (SUITE)



**(3) ajout dans le tableau D des valeurs extrêmes H-Q du tableau A, lorsque ces valeurs sont placées hors des valeurs extrêmes du tableau D, et calcul des valeurs T correspondantes**

ce module se découpe en 2 parties "symétriques" : *ETMT1* ajout d'une valeur inférieure, et *ETMT2* ajout d'une valeur supérieure (qui ne sera pas représenté explicitement ici)



**Annexe VIII.B.  
le risque de rupture de digue**



Cette annexe développe certains aspects de l'exposé du paragraphe VIII.3.3 sur les phénomènes de rupture de digues en terre.

### **les ruptures de digues**

Les mécanismes conduisant à ces ruptures sont multiples (Bogardi et al, 1975; Duncan et Houston, 1983; Hagerty, 1991; Nagy et al, 1992; Starosolszky, 1992; Toth, 1992-b; Tung et Mays, 1981):

- déversement par-dessus une crête de digue non protégée; ceci va entraîner l'érosion rapide de la digue;
- infiltration dans le corps de digue ou au niveau des fondations et formation d'un renard (érosion régressive le long des interstices d'infiltration);
- glissement de talus, notamment lorsque l'eau baisse et que le talus gorgé d'eau a une cohésion réduite;
- érosion par le courant;
- mouvements différentiels des couches du sol situées sous la digue.

Pour ces différents mécanismes, il y a rupture lorsque la charge (produite par l'eau) dépasse la résistance de la digue. Cette charge peut être ramenée à différents paramètres, selon le mécanisme en cause: par exemple la hauteur de l'eau pour le premier, la hauteur et la durée des hautes eaux pour le second et le troisième, la vitesse de l'eau, son caractère turbulent et sa charge solide pour le quatrième mécanisme... Comme paramètre de charge pour le mécanisme d'infiltration, Bogardi et al (1975) proposent la surface du limnigramme au-dessus du seuil pour lequel le pied de digue est atteint par l'eau (combinaison des paramètres non indépendants: hauteur et durée).

La résistance de la digue, quant à elle, dépend de nombreux paramètres: forme de la digue, caractéristiques du ou des matériaux (texture, cohésion), présence de dispositifs étanches ou drainants, protections des talus... Des terriers, des fissures, les racines de végétaux agités par le vent peuvent constituer autant de trajectoires préférentielles d'infiltration. Sur des digues en sable, les racines des buissons peuvent par contre renforcer la stabilité des talus sans accroître notablement les problèmes d'infiltrations (Shields et Gray, 1992). Plusieurs auteurs insistent sur les risques provenant des fondations de digues et des couches de sol situées en-dessous, avec par exemple les possibilités d'infiltrations dans les sols stratifiés (Toth, 1992-b).

Avec l'élévation progressive des hauteurs de digues, il apparaît que les ruptures par déversement en crête sont de moins en moins probables, alors que les infiltrations constituent un risque plus important (provoquant 49% des ruptures selon Konieczny, 1992; voir aussi Toth, 1992-b). Par ailleurs, la partie supérieure d'une digue en terre non protégée (les 30 à 80 derniers centimètres selon Bogardi et al, 1975; 50 à 70 selon Starosolszky, 1992) ne permet pas de retenir l'eau.

De l'examen des informations concernant 75 brèches observées sur la Loire de Briare à Nantes, lors des crues de 1846, 1856 et 1866, il ressort que les phénomènes de ruptures n'ont dépendu significativement ni de la hauteur de la digue, ni de sa position par rapport à la direction d'écoulement. Par ailleurs, on peut considérer qu'une minorité de brèches a été provoquée par déversement par-dessus la crête de digue (Z. Gasowski, communication personnelle). Ces observations et déductions s'appliquent bien évidemment aux digues dans l'état qui était le leur au milieu du siècle dernier, sachant que les différents corps de digues présentaient des niveaux de résistance non homogènes.

### **la quantification du risque de rupture**

Il y aura rupture à partir du moment où la charge exercée sur une portion de digue excèdera la résistance, mais les connaissances applicables en la matière sont limitées, et on est confronté à une multiplicité de mécanismes physiques, de paramètres influents avec des interrelations variables (hauteur d'eau et forme du limnigramme, par exemple), de points de rupture possibles...



Les incertitudes hydrologiques, hydrauliques et structurelles (Tung et Mays, 1981; Bogardi et al, 1975) interdisent de considérer la rupture comme un phénomène déterministe:

- les paramètres hydrauliques correspondants ne peuvent pas être traités de façon déterministe, du fait de leur incertitude, de la variabilité longitudinale de l'écart entre la ligne d'eau et le sommet de la digue...;
- les paramètres géotechniques qui sont hétérogènes sur un corps de digue comme les mécanismes de rupture en cause; dès lors, il semble difficile de représenter la résistance autrement que par une valeur-seuil "déterministe" de charge admissible, ou de façon plus élaborée par une distribution de cette valeur.

Les différents auteurs qui ont analysé le risque de rupture (analyse statique ou dynamique intégrant l'évolution du risque structurel; cf. Lee et Mays, 1983) traitent de façon détaillée l'incertitude hydrologique, mais ne disposent pas d'éléments permettant d'estimer sur des cas réels l'incertitude hydraulique et encore moins l'incertitude structurelle. En particulier, on ne dispose pas de valeurs de charges seuils pour les mécanismes d'infiltration, ou d'érosion.

Dans la grande majorité des approches déterministes rencontrées, la rupture de digue est simulée à partir de choix plus ou moins arbitraires pour ce qui concerne son emplacement, sa dynamique, la forme de brèche (mentionnons l'exception du logiciel RUPRO du CEMAGREF).

Rappelons l'approche particulière évoquée en VIII.3.3. Koniczny (1992) présente une procédure -assistée par un programme informatique- permettant de recueillir l'expertise des personnes qui connaissent le mieux les digues: celles qui en assurent l'entretien et le contrôle. Cette démarche conduit à faire estimer par étapes successives:

- les points les plus faibles d'une digue;
- les causes possibles de rupture en ces points, en considérant différentes cotes H de l'eau;
- le classement en probabilité subjective de ces causes pour une cote H donnée;
- la probabilité subjective de ces différentes ruptures, pour les différentes cotes H.

Il faut souligner ici que pour une digue présentant plusieurs points de rupture possibles, la probabilité globale de rupture est supérieure à la probabilité en chacun des points.

### **la submersion à l'aval de la digue rompue**

Dans le cadre de ce travail, les modélisations mises au point pour la propagation de l'onde de crue résultant derrière la digue sont d'assez peu d'intérêt (Ambrus, 1989; Fread, 1989; Gallati et Ubertini, 1989; Lee et Han, 1989; Macchione et Sirangelo, 1989), dans la mesure où les données recueillies pour la modélisation des inondations ne nous permettent pas d'estimer une emprise inondée derrière la digue de façon calculatoire. Mentionnons par ailleurs le fait que la propagation de l'eau à l'aval de la brèche est plus difficile à modéliser encore dans le cas d'un lit majeur protégé par une digue que dans le cas d'une vallée à l'aval d'un barrage.

Au travers la rapide analyse bibliographique effectuée, seul le logiciel RUPRO (CEMAGREF) propose une modélisation hydraulique intégrant une description physique des lois de la dynamique d'évolution de la brèche (voir par exemple Fread, 1989, pour les barrages). Mais cette modélisation repose notamment sur les hypothèses d'un matériau de digue homogène et d'un régime d'écoulement permanent sur chaque pas de temps. Le calcul de transport solide permet de prendre en compte des ruptures par submersion ou par renard.

Les résultats de Lee et Han (1989; modélisation dynamique de la formation de la brèche et calcul hydraulique sur le lit mineur et le seuil ainsi constitué) montrent que le volume d'eau écoulé à travers la brèche dépend avant tout de la largeur de cette brèche, plus que de la durée pendant laquelle la cote en lit mineur est supérieure au "plancher" de la brèche. On peut donc penser que la submersion d'un secteur endigué dépendra de la formation de la brèche et des paramètres qui la conditionnent, plus que de la forme de l'hydrogramme après l'instant où se produira la rupture. Pour ce qui nous concerne, nous nous référons aux emprises inondées, à l'aval d'une brèche dans une digue, telles qu'elles ont été observées dans le passé.

**Annexe VIII.C.**  
**la description détaillée du sous-modèle hydraulique**



Cette annexe a pour objet de donner une description des éléments du sous-modèle hydraulique plus détaillée qu'en VIII.3. On renvoie au texte principal et à l'annexe VIII.B pour ce qui concerne la question des ruptures de digues. Par ailleurs, on ne reprendra pas ici certains points de discussion des hypothèses, en nous attachant plus à la description directe du sous-modèle hydraulique, c'est-à-dire de l'estimation, sur un secteur inondable donnée et pour différentes intensités de crues, des surfaces inondées, des hauteurs de submersion, des durées de submersion.

## **1. LE RAPPEL DES PRINCIPES GENERAUX**

### **1.1. Les hypothèses et les données d'entrée**

Comme pour un certain nombre des modèles développés, nous faisons ici deux hypothèses majeures sur l'hydraulique des inondations, à l'échelle de chaque secteur:

- la station hydrométrique de rattachement est représentative des écartements des lignes d'eau dans le lit mineur au droit du secteur, et ces lignes d'eau correspondant à différents débits sont parallèles;
- la surface de l'eau est horizontale perpendiculairement au lit mineur.

En s'appuyant sur ces hypothèses, toute l'information utilisée et la description que l'on fait de la zone inondable (surfaces, occupations des sols) sont référencées par rapport aux inondations, dont les intensités sont définies en cote. Sur cette base, on "discrétise" le secteur par rapport aux crues de base, en "tranches" comprises entre les limites des emprises inondées par deux crues de base voisines.

Les différents mécanismes de submersion possibles conduisent à distinguer sept types de secteurs:

- A débordement seul (débordement généralisé, remous aval...);
- B déversement seul;
- C risque de rupture de digue seul;
- D remous aval et déversement;
- E remous aval et risque de rupture;
- F déversement et risque de rupture;
- G remous, déversement et risque de rupture.

Cette typologie se doit d'être fonctionnelle plutôt que descriptive, c'est-à-dire intégrer les phénomènes qui conditionnent effectivement la submersion:

- il n'y a pas lieu de considérer une rupture de digue si celle-ci ne modifie plus en rien la submersion déjà produite par d'autres mécanismes;
- de même pour un déversement par-dessus une digue, qui peut se révéler ne modifier qu'à la marge et de façon brève la submersion d'un secteur par remous ou par rupture en un autre point de la digue.

Les données utilisées pour les calculs sont les suivantes:

- a) les seuils de phénomènes hydrauliques conduisant à l'inondation, exprimés en cote (débordement ou remous, déversement, submersion complète du secteur, apparition du risque de rupture, rupture certaine);
- b) les couples "cote-surface inondée" lorsqu'il n'y a pas rupture de digue (en nombre variable);

- c) les couples "cote-surface inondée" lorsqu'il y a rupture de digue (en nombre variable);
- d) la durée maximale de submersion pour une crue forte d'intensité connue (donnée relative au secteur, par défaut au bief);
- e) les couples "cote-hauteur maximale de submersion derrière la digue" (s'il y a lieu).

Pour que le calcul puisse être mené, les données (a), (b), (c) et (d) sont indispensables. On a développé des procédures permettant de s'affranchir de la dernière catégorie de données (e), ainsi que des données (b) pour un secteur inondable à la fois par rupture et par un autre mécanisme.

## 1.2. Les principes généraux de calcul

Les surfaces sont représentées à travers les couples de valeurs  $(H_i, S_i)$ ,  $H_i$  étant les cotes des crues de base, d'où l'on déduit les surfaces  $S_i$  des "tranches" de secteur. Ces couples de valeurs sont obtenus par interpolation et extrapolation à partir des valeurs H-S connues (au moins  $H_0-S=0$ , et H-S pour une crue rare). Dans le cadre du travail de Ziegler (1991), nous avons confronté le sous-modèle à un modèle hydraulique ayant simulé plusieurs crues sur des secteurs réels. Il est ainsi apparu que la relation  $H(S)$  était, parmi diverses formes analytiques simples, le moins mal représentée par une expression logarithmique:

$$S = a \cdot \log(H - H^* + 1) + b \quad (H^* \text{ seuil de débordement}).$$

C'est la forme analytique qu'on a retenue pour interpoler et extrapoler les surfaces inondées par débordement direct, ou inondées derrière les digues par déversement et/ou rupture (on suppose qu'on "retrouve" instantanément le lit majeur original).

Par contre, pour les surfaces inondées par remous, on peut considérer que S augmente moins avec H qu'en l'absence de digue. On a ici considéré des interpolations et extrapolations linéaires à partir des surfaces connues.

Dans le cas du débordement direct, on a ouvert la possibilité d'intégrer une description simplifiée du profil général du lit majeur (profil en travers approché par des segments de droites, voir plus loin). Par ailleurs, pour les secteurs inondés d'abord par remous, puis par déversement ou rupture, les calculs sont menés séparément sur le sous-secteur inondé par remous et sur le reste du secteur.

En ce qui concerne les hauteurs de submersion, on a appliqué les hypothèses générales dans le cas des secteurs ou sous-secteurs en contact direct avec le lit mineur (débordement direct ou zone de remous): pour la crue  $H_j$ , la tranche de secteur comprise entre les emprises des crues  $H_{j-1}$  et  $H_j$  est soumise à la hauteur de submersion moyenne:

$$h_{ij} = H_j - 0.5 \cdot (H_{j-1} + H_j)$$

Une telle hypothèse n'apparaît pas fondée pour des secteurs ou sous-secteurs inondés par rupture de digue ou par déversement (voir plus loin).

La détermination des durées de submersion pose un premier problème de fond: la durée de submersion dépend de la forme de l'hydrogramme de crue (qui varie pour un même débit de pointe), de l'existence éventuelles de "cuvettes" (problèmes de micro-topographie), de la présence d'une digue qui peut retarder l'évacuation de l'eau après en avoir retardé l'arrivée. Par ailleurs, si l'on considère les cultures agricoles, sensibles avant tout à la durée et à la date de la crue, la durée significative pour les dommages est la durée d'asphyxie des racines, qui dépend de la durée de submersion en surface, mais aussi de la topographie, de la texture du sol...

Il faut ajouter à cela que l'on dispose généralement de peu d'informations sur la durée de submersion d'un secteur (l'information se limitant souvent à l'hydrogramme relevé à une station hydrométrique). Nous avons ainsi fait l'hypothèse d'hydrogrammes de forme triangulaire:

- lorsque l'on connaît les débits de crue, on considère que la base ( $Q = 0$ ) est la même pour toutes les crues;
- dans le cas contraire, on ne peut se rattacher à cette hypothèse "communément admise", et on considère alors que les pentes des côtés du triangle sont constantes pour toutes les cotes maximales de crue.

En ajoutant l'hypothèse que la "tranche" de secteur  $H_{j-1}-H_j$  est inondée pendant la durée pendant laquelle le débit (respectivement la cote) est supérieur à la valeur moyenne de  $Q_{j-1}$  et  $Q_j$  (respectivement  $H_{j-1}$  et  $H_j$ ), on peut entièrement définir les hydrogrammes à partir de la connaissance de la durée de submersion pour une forte crue, et en déduire des durées de submersion pour les crues de base.

## 2. LE CALCUL DES SURFACES INONDEES

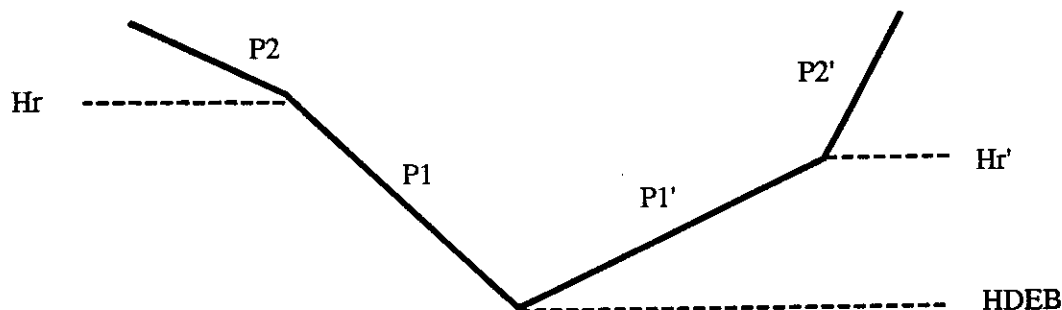
La méthode de calcul est présentée pour chacun des sept types de secteurs, identifiés par une lettre de A à G correspondant aux ensembles de mécanismes de submersion qui entrent en jeu. De façon générale, lorsqu'on connaît une cote de crue HSCO au-delà de laquelle il y a submersion "complète" du secteur, on s'assure en préalable au calcul (en rectifiant éventuellement) que la plus forte valeur de surface inondée correspond bien à la cote de crue HSCO. De même, les calculs de surfaces sont effectués en intégrant cette information de façon systématique (contrôle a posteriori).

### 2.1. Secteur de type A: débordement seul

Comme cela a été évoqué, les points cote-surface H-S sont estimés par interpolation et extrapolation, à partir de valeurs connues, en utilisant la relation suivante:

$$S = a \text{Log}(H - H^* + 1) + b \quad (H^* \text{ seuil de débordement}).$$

Pour tenter "d'enrichir" cette approche et d'utiliser plus d'informations, nous avons cherché à recueillir des données supplémentaires: une description simplifiée de la forme de la section de vallée (sur une ou deux rives, selon le secteur concerné) correspondant à la schématisation suivante.



$P1, P1', P2, P2'$  sont des pentes de versant,  $Hr$  et  $Hr'$  des cotes de crues dont les laisses correspondent à un changement manifeste de pente des rives gauche et droite respectivement,  $HDEB$  la cote seuil de débordement. L'objectif est pour nous de pouvoir prendre en compte une morphologie marquée du lit majeur, qui pourrait ne pas apparaître au travers des valeurs connues de surfaces inondées.

Par rapport à cet objectif, et étant donné le caractère très approximatif d'un tel "profil en travers simplifié", nous avons choisi de réaliser l'estimation des surfaces de la façon suivante:

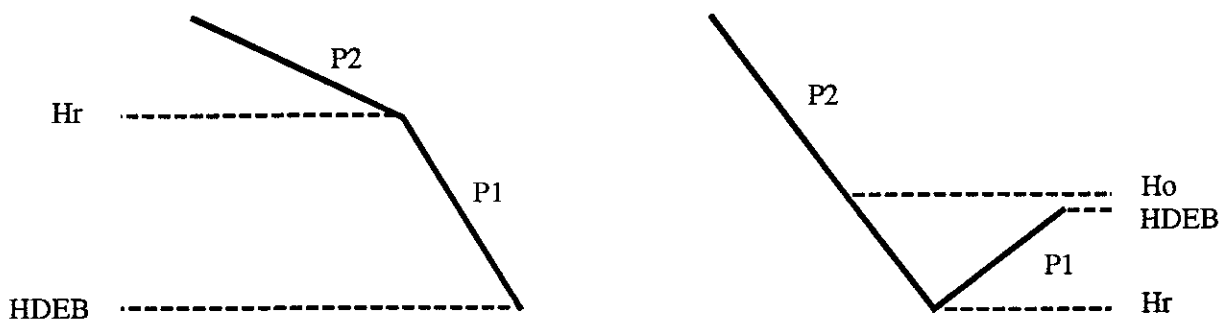
- à partir des valeurs de surfaces recueillies, et en se basant sur le profil, estimation des surfaces correspondant aux crues de cotes respectives  $Hr$  et/ou  $Hr'$  (voir plus loin); si  $P1$  ou  $P1'$  est négatif ou nul, on considère plutôt une crue "juste débordante" (cote  $H_0$ ) choisie artificiellement à une cote supérieure de 2 centimètres à la cote de débordement ( $H_0 = HDEB + 2 \text{ cm}$ );
- intégration des surfaces  $Sr$  et/ou  $Sr'$  correspondantes dans le tableau des surfaces connues;
- utilisation de la procédure standard d'interpolation et d'extrapolation.

On renonce à exploiter l'information "profil" dans les cas suivants, qui apparaissent incohérents ou non utilisables:

- pente P1 (resp. P1') négative strictement et cote Hr (resp. Hr') non connue ou supérieure au seuil de débordement;
- pente P1 (resp. P1') nulle et une seule valeur non nulle de surface inondée connue;
- pente P2 (resp. P2') négative ou nulle.

Dans les autres cas, l'estimation des surfaces (Sr, Sr', So pour une crue "juste débordante") par interpolation ou extrapolation à partir de surfaces connues repose implicitement sur l'hypothèse que la longueur de secteur, sur laquelle il y a débordement, est indépendante de la cote de crue. On considère également que l'on peut assimiler le plan d'eau à un parallélogramme (surfaces estimées en projection verticale).

*a) le secteur s'étend sur une seule rive*



pour  $P1 = 0$ : on peut estimer  $So = Sr$  si on connaît deux valeurs de surface non nulles (extrapolation linéaire, si elle conduit à une valeur non négative)

pour  $P1 < 0$ : si on connaît la valeur  $(Ha, Sa)$ , pour  $Ha > HDEB$  (seuil de débordement)

$$So = \frac{(HDEB - Hr) (P2 - P1)}{P2 (HDEB - Hr) - P1 (Ha - Hr)} Sa$$

(on assimile  $Ho$  à  $HDEB$  pour le calcul, afin d'éviter des problèmes numériques au cas où  $Ha$  ou  $Hr$  seraient très proches de  $HDEB$  et plus encore de  $Ho$ , sans être identiques)

pour  $P1 > 0$ : si on connaît  $(Ha, Sa)$  et  $(Hb, Sb)$  où  $Ha$  et  $Hb$  encadrent  $Hr$  ( $Ha < Hr < Hb$ )

$$Sr = \frac{Sa P1 (Hb - Hr) + Sb P2 (Hr - Ha)}{P2 (Hr - Ha) + P1 (Hb - Hr)}$$

si  $Ha$  et  $Hb$  sont inférieurs à  $Hr$  (pas de surface plus forte connue), on extrapole  $Sr$  linéairement par rapport à la cote de crue

*b) le secteur s'étend sur deux rives (toutes les situations sont présentées ici, ou sont "symétriques" à l'une des situations présentées)*

si  $Hr = Hr'$  et  $P1 > 0, P1' > 0$ :

on peut se ramener au cas d'une rive, avec des pentes "équivalentes"

$$PE1 = \frac{P1 P1'}{P1 + P1'}$$

$$PE2 = \frac{P2 P2'}{P2 + P2'}$$

si  $H_r \neq H_r'$  et  $P_1 > 0$  et  $P_1' > 0$

on peut se ramener au cas d'une rive, avec deux ruptures de pentes, et des pentes "équivalentes"

$$PE_1 = \frac{P_1 P_1'}{P_1 + P_1'}$$

$$PE_2 = \frac{P_1 P_2'}{P_1 + P_2'} \text{ (pour } H_r' < H_r) \text{ ou } = \frac{P_2 P_1'}{P_2 + P_1'} \text{ (pour } (H_r' > H_r)$$

$$PE_3 = \frac{P_2 P_2'}{P_2 + P_2'}$$

si l'une des cotes  $H_r$  ou  $H_r'$  est encadrée par des cotes correspondant à des surfaces connues, on peut estimer  $S_r$  ou  $S_r'$  respectivement, comme précédemment, puis compléter l'estimation; si, au contraire, on ne connaît pas de valeur de surface entre les cotes  $H_r$  et  $H_r'$ , mais "autour" alors, pour  $H_a < H_r' < H_r < H_b$ :

$$S_r' = S_a + \frac{PE_2 PE_3 (H_r' - H_a) (S_b - S_a)}{PE_2 PE_3 (H_r' - H_a) + PE_1 PE_3 (H_r - H_r') + PE_1 PE_2 (H_b - H_r)}$$

$$S_r = S_b - \frac{PE_1 PE_2 (H_b - H_r) (S_b - S_a)}{PE_2 PE_3 (H_r' - H_a) + PE_1 PE_3 (H_r - H_r') + PE_1 PE_2 (H_b - H_r)}$$

(en extrapolation, on revient au cas présenté pour une rive unique)

si  $P_1 = 0$  et  $P_1' = 0$

on revient à la méthode présentée pour une rive unique

si  $P_1 = 0$  et  $P_1' > 0$  (nécessairement  $H_r \leq H_r'$ )

pour  $H_r = H_r'$ , on revient à une rive unique avec  $PE_1 = 0$  et  $PE_2 = \frac{P_2 P_2'}{P_2 + P_2'}$

pour  $H_r < H_r'$ , on définit les pentes équivalentes  $PE_1 = \frac{P_2 P_1'}{P_2 + P_1'}$  et  $PE_2 = \frac{P_2 P_2'}{P_2 + P_2'}$   
(si  $P_2$  n'est pas définie, on prend  $PE_1 = P_1'$  et  $PE_2 = P_2'$ )

si on connaît 2 valeurs de surface correspondant à des cotes supérieures à  $H_r$ , on peut estimer  $S_r'$  puis  $S_r$ : soit par extrapolation directe si l'une des surfaces connues  $S_a$  est inférieure à  $S_r'$  (extrapolation à partir des cotes  $H_r'$  et  $H_a$ ), soit si les surfaces connues sont plus fortes que  $S_r'$  par

$$S_r = S_r' - (S_a - S_r') \frac{PE_2}{PE_1} \frac{H_r' - H_r}{H_a - H_r'}$$

si  $P_1 < 0$  et  $P_1' > 0$

on définit les pentes équivalentes  $PE_1 = P_1$ ,  $PE_2 = P_2$ ,  $PE_3 = \frac{P_2 P_1'}{P_2 + P_1'}$ ,  $PE_4 = \frac{P_2 P_2'}{P_2 + P_2'}$

et on estime la surface  $S_0$  correspondant à la cote  $H_0$  (seuil de débordement HDEB augmenté de 2 centimètres)

si on connaît une surface  $S_a$  pour laquelle  $H_a < H_r'$ :

$$S_0 = S_a - \frac{(H_a - HDEB) PE_2 (-PE_1) S_a}{(H_a - HDEB) PE_2 (-PE_1) + (HDEB - H_r) PE_3 (PE_2 - PE_1)}$$

sinon



$$So = Sa - Sa (PE2) (-PE1) \frac{(Hr' - HDEB) PE4 + (Ha - Hr') PE3}{DEN}$$

où DEN = (Hr' - HDEB) PE4 PE2 (-PE1) + (HDEB - Hr) (PE2 - PE1) PE3 PE4 +  
(Ha - Hr') PE3 PE2 (-PE1)  
pour estimer Sr', on revient à une situation "classique" (en se basant notamment sur So)

si P1 < 0 et P1' = 0

on revient à une situation déjà considérée dans le cas où l'on connaît deux surfaces non nulles, correspondant à des crues supérieures en cote à Hr' (So estimée par extrapolation, si cela ne conduit pas à une valeur négative)

si P1 < 0 et P1' < 0

à partir d'une surface connue Sa correspondant à une cote de crue Ha (Ha > Ho = HDEB + 2 centimètres)

$$So = Sa - Sa \frac{(Ha - HDEB) (P2 + P2') (-P1) (-P1')}{DEN}$$

où DEN = (Ha - HDEB) (P2 + P2') (-P1) (-P1') + (HDEB - Hr) (P2 - P1) P2' (-P1') +  
(HDEB - Hr') (P2' - P1') P2 (-P1)

## 2.2. Secteur de type B: déversement seul

Lorsqu'intervient un déversement (en un déversoir aménagé ou par-dessus une digue), il inonde des zones placées en contre-bas. Autrement dit, les surfaces inondées prennent des valeurs "fortes" plus rapidement que pour un débordement direct. De surcroît, si l'on se réfère aux situations d'endiguement rencontrées sur la Loire moyenne et aval, les déversoirs aménagés ont une grande dimension longitudinale (de l'ordre des centaines de mètres), et ils sont constitués d'un seuil protégé contre l'érosion, surmonté d'une banquette en terre qui s'efface complètement et est emportée dès le début du déversement. Ainsi, dès que le déversement est initié, il induit un débit sensible derrière la digue.

Lorsque la cote de crue dépasse nettement le seuil de déversement HDEV, il semblerait raisonnable de considérer que la relation entre cote H et surface inondée S présente un comportement proche de celui relatif à un secteur non endigué (du moins pour des secteurs ne présentant pas des dimensions très importantes en regard du volume d'eau déversée). Sur les secteurs de l'aire d'étude, on a pu observer aussi bien des cas de "remplissage rapide" suivi d'une stagnation des surfaces inondées en fonction de la cote, que des augmentations continues des valeurs de surface. Par principe, la surface inondée reste nulle pour la crue seuil de déversement (cote HDEV). Il reste à estimer les surfaces inondées pour des crues strictement supérieures.

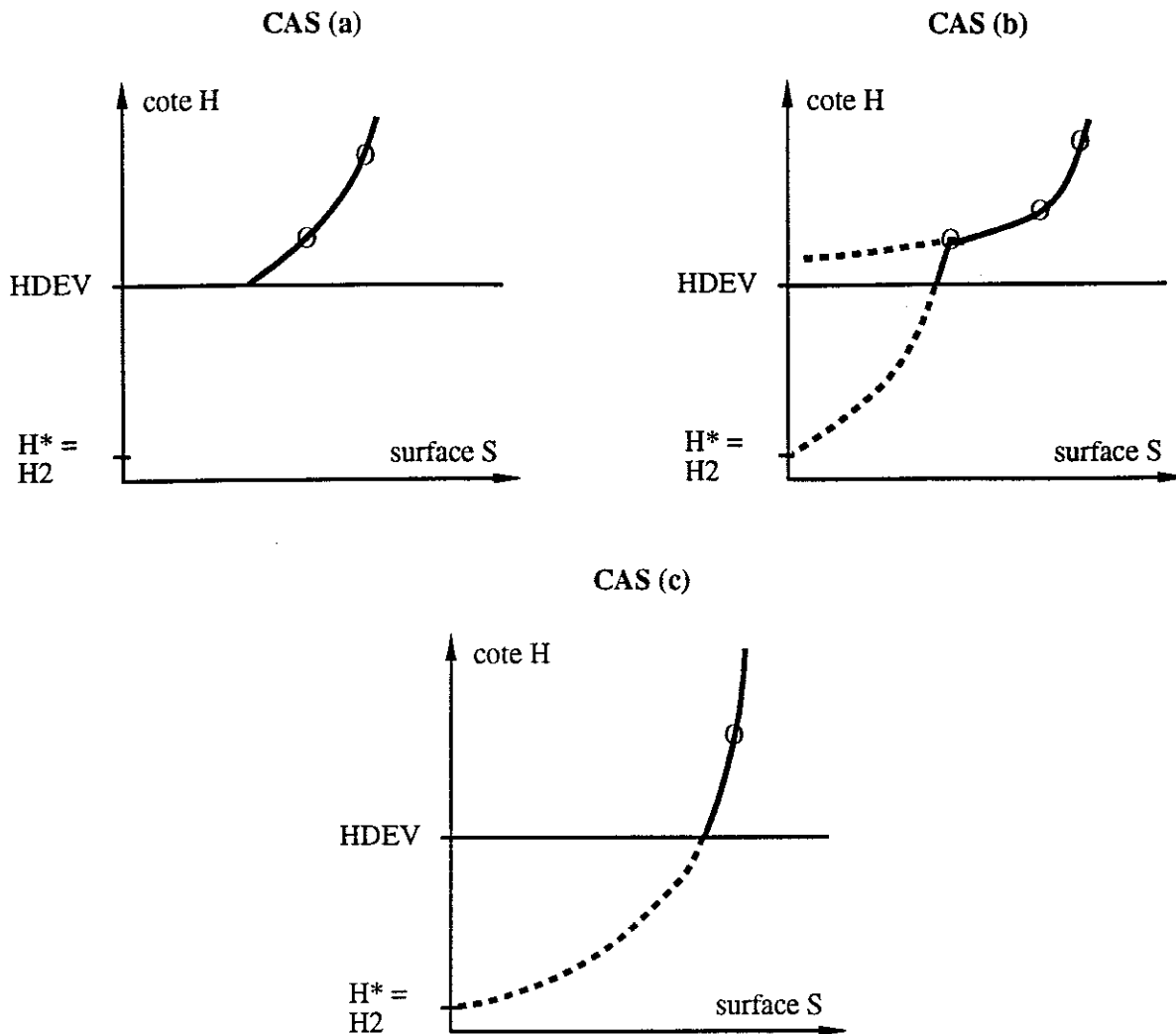
Lorsque l'on connaît au moins deux valeurs non nulles de surfaces inondées, on interpole et extrapole les surfaces par la formule logarithmique présentée:

$$S = a \text{Log}(H - H^* + 1) + b.$$

Pour un secteur non endigué, H\* représente le seuil de début de débordement. Pour utiliser totalement l'hypothèse qu'un secteur endigué se comporte comme en l'absence de digues, pour des crues largement déversantes, il faudrait connaître le seuil de débordement "antérieur" à la digue. En l'absence de cette information, on a choisi arbitrairement pour H\* la cote de la crue biennale H2, qui a priori est bien différenciée de HDEV (seuil de déversement). Ceci correspond au cas (a) représenté.

Pour que le calcul soit cohérent, il faut que la valeur de surface que l'on extrapolerait ainsi fictivement pour la cote HDEV soit strictement positive (il y aurait submersion en l'absence de digue). Si tel n'est pas le cas, on extrapole les surfaces inférieures à la plus petite valeur connue par la formule  $S = a \text{Log}(H - H^* + 1)$ , ce qui évite l'incohérence (cas b représenté).

Enfin, si l'on ne connaît au préalable qu'une seule valeur non nulle de surface inondée, on utilise également cette seconde formule (sans terme constant "b") pour extrapoler les valeurs de surfaces (cas c représenté).



### 2.3. Secteur de type C: rupture de digue seule

Rappelons que nous décrivons le risque de rupture de digue à partir de deux paramètres:

- la cote de crue HRIS, en-dessous de laquelle la probabilité de rupture est nulle;
- la cote de crue HRUP à partir de laquelle la probabilité de rupture vaut 1 (autrement dit, il est certain que la rupture se sera produite pour une crue qui atteint au moins cette cote).

Pour un tel secteur, nous avons choisi de considérer que les submersions (les surfaces, hauteurs et durées) sont proches de celles que l'on observerait pour un déversement qui interviendrait à partir d'une cote seuil HRIS, correspondant ici au seuil d'apparition du risque de rupture. Cette hypothèse, quoique arbitraire, nous apparaît comme non rejetable a priori. On base le calcul sur des valeurs de surfaces connues correspondant au phénomène de rupture.

Les deux phénomènes, déversement et rupture de digue, sont certes différents dans l'absolu, mais ils sont tous deux plus ou moins progressifs (on raisonne a priori sur des digues en terre et non sur des barrages voûtes en béton), et la différence qui peut exister entre leurs "violences" respectives intervient uniquement à proximité du point d'entrée de l'eau. A cet endroit, impossible à localiser a priori, une rupture a potentiellement des effets dévastateurs non prévisibles.

## 2.4. Secteur de type D: remous aval et déversement

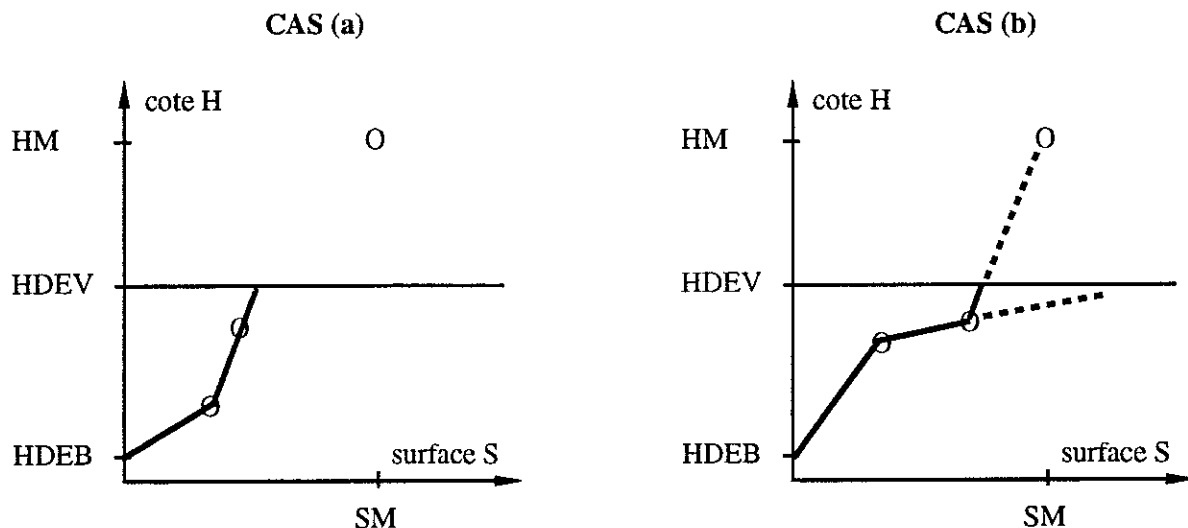
On distingue ici une décomposition du secteur en deux parties:

- une partie inondée par remous puis par déversement, c'est-à-dire la zone inondée par la crue correspondant à la cote seuil de déversement HDEV;
- une partie inondée par déversement.

Il apparaît que l'on ne peut pas considérer raisonnablement un tel secteur si l'on ne connaît pas au moins une valeur non nulle de surface inondée par une crue au-delà du seuil de déversement.

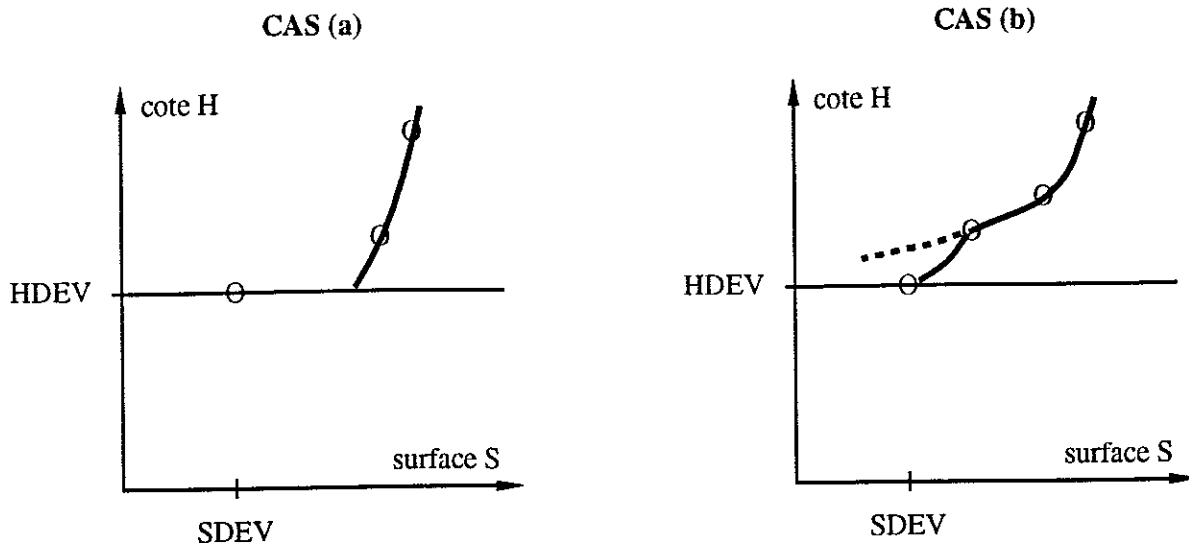
Pour la partie "basse" du secteur:

- on identifie la première surface (HM,SM) connue au-delà du seuil de déversement ( $HM > HDEV$ );
- on considère les valeurs connues de surface inondée pour des crues de cotes inférieures ou égales à HDEV, et on interpole ou extrapole linéairement les surfaces (cas a représenté);
- si on ne dispose pas de telles valeurs connues non nulles, on interpole entre (HDEB,0) et (HM,SM);
- si la surface SDEV estimée pour la crue seuil de déversement HDEV est supérieure à SM (correspondant à une crue plus forte et déversante), il y a incohérence que l'on évite en reprenant les interpolations de surfaces basées également sur la valeur (HM,SM) (cas b représenté).



Pour la partie "haute" du secteur:

- on considère comme limite minimale la surface SDEV inondée par remous aval pour la crue seuil HDEV;
- on ne considère que les valeurs connues de surfaces inondées par crue déversante, et on estime les surfaces comme pour le type B (cas a); on prend pour H\* la cote minimale parmi HDEB (seuil de début d'inondation par remous) et H2 (crue biennale);
- si en HDEV on arrive à une surface inondée par déversement inférieure à la valeur SDEV (par l'utilisation des formules logarithmiques d'interpolation / extrapolation), on reprend le point (HDEV, SDEV) pour les interpolations des surfaces inondées par déversement (cas b).



## 2.5. Secteur de type E: remous aval et rupture de digue

On considère par conséquent deux scénarios distincts:

- "sans rupture": il n'y a pas rupture, pour des crues de HDEB (début du remous) à HRUP (au-delà, il y aura nécessairement rupture);
- "rupture": il y a rupture, pour des crues supérieures à HRIS.

Pour le scénario "sans rupture", on estime les surfaces inondées par remous aval (jusqu'à HRUP exclus), en prenant en compte une valeur maximum de surface SM correspondant à la cote HM:

- on considère un couple de valeurs (HM, SM) correspondant à la situation "rupture", en prenant pour HM une valeur supérieure à HRIS et à toutes les crues pour lesquelles on connaît une surface "sans rupture";
- par défaut, on considère la plus forte crue pour laquelle on connaît une surface "rupture";
- si la cote HM ainsi obtenue est supérieure à HRUP, on se ramène à HRUP en estimant la surface SRUP correspondant à HRUP par interpolation ou extrapolation (formule logarithmique, basée sur deux points, à défaut sur un point; et alors  $HM=HRUP$ ,  $SM=SRUP$ ).

Pour le scénario "rupture", on intègre la même description que pour le premier scénario en ce qui concerne la partie "basse" du secteur, inondée à HRIS (voir secteur de type D), puis on calcule les surfaces comme pour un déversement intervenant au seuil HRIS (et on vérifie que les surfaces "sans rupture" prennent des valeurs inférieures ou égales (pour une même crue comprise entre HRIS et HRUP) à celles des surfaces "rupture". Pour  $H^*$ , on considère la cote minimale entre H2 (crue biennale) et HDEB (début de remous).

## 2.6. Secteur de type F: déversement et rupture de digue

Comme précédemment, on considère deux scénarios:

- "sans rupture": inondation par déversement à partir du seuil HDEV (jusqu'à la cote HRUP exclue);
- "rupture": inondation par déversement de HDEV à HRIS puis par rupture au-delà, les submersions observées entre HDEV et HRIS correspondant à celles décrites pour le premier scénario.

Pour le scénario "sans rupture", on se base sur les surfaces connues correspondantes, et par défaut sur une valeur maximum (voir plus loin). Les surfaces sont estimées par interpolation et/ou extrapolation selon la formule logarithmique (avec  $H^*=H_2$ , crue biennale). Si la surface estimée ainsi en HRUP dépasse la valeur maximum SM, on reprend les calculs en ajoutant (HM,SM) aux valeurs sur lesquelles se basent les calculs d'interpolation.

La détermination de (HM,SM) procède de la façon suivante:

- on considère pour (HM,SM) la plus forte crue pour laquelle on connaisse la surface inondée par rupture (valeur prise par SM);
- si HM est supérieure à HRUP, on pose  $HM=HRUP$  et on estime la surface SM correspondante (selon la formule logarithmique).

Pour le scénario "rupture", on procède ensuite comme pour un secteur de type E, et en vérifiant que les surfaces "sans rupture" prennent des valeurs inférieures à celles des surfaces "rupture".

## 2.7. Secteur de type G: remous, déversement et rupture de digue

On considère comme précédemment deux scénarios: "sans rupture" (cela revient à un secteur de type D) et "rupture" (équivalent à "sans rupture" jusqu'à la cote HRIS). Ce calcul se déduit logiquement des procédures présentées pour les autres types de secteurs.

Nous préciserons toutefois un cas particulier: la détermination d'un maximum (HM,SM) pour le calcul des surfaces inondées par remous aval, dans le cas où l'on ne connaît pas de valeur de surface inondée par déversement sans rupture (entre le seuil de déversement HDEV et le seuil de rupture certaine HRUP). Dans ce cas, on choisit de considérer une cote HM égale à HDEV augmentée de 5 centimètres, et on estime la surface SM par interpolation logarithmique, à partir des surfaces inondées par rupture. Il est bien évident que SM constitue alors un "maximum maximorum", mais c'est la seule valeur pour laquelle on dispose réellement d'information.

Ceci illustre tout particulièrement la logique d'ensemble de ces calculs: tirer profit de toute information disponible, et réaliser une estimation tant que l'on dispose d'informations minimales. Par ailleurs, il faut souligner que les procédures décrites ici doivent s'appliquer dans toutes les circonstances imaginables pour lesquelles on veut effectuer un calcul. Mais les données réelles ne correspondent pas systématiquement à des situations d'informations minimales.

## 3. LE CALCUL DES HAUTEURS DE SUBMERSION

Pour les secteurs non endigués, ainsi que pour les "parties basses" de secteurs inondés par remous avant le déversement ou la rupture de digue (donc en contact "direct" avec le lit mineur du cours d'eau), on considère que les hauteurs de submersion dépendent directement des lignes d'eau, selon les principes généraux présentés à la section 1. On ne développe ici que ce qui concerne les secteurs ou parties de secteurs inondés uniquement par déversement ou par rupture de digue.

Parmi les données recueillies en guise de paramètres d'entrée, figurent des "hauteurs moyennes de submersion derrière la digue",  $h_i$ , pour des crues données de cotes  $H_i$ . Or, les valeurs obtenues nous apparaissent être des hauteurs de submersion maximales sur le secteur, dans la mesure où leurs valeurs croissent de la même manière ou plus que les cotes de crue correspondantes. Nous considérerons donc les valeurs  $h_i$  comme des hauteurs maximales. Pour des secteurs inondés d'abord par remous, les  $h_i$  intègrent la "partie basse" qui ne nous intéresse pas ici. Et c'est a priori dans cette partie basse que l'on observe les plus grandes hauteurs.

Pour exploiter les informations apportées par les  $h_i$ , on considère en première approche qu'après déversement ou rupture de digue les lignes d'eau sur le secteur croissent de façon uniforme. On estime que les hauteurs d'eau maximales sur la "partie haute" du secteur (non inondée par remous) correspondent à  $h_i' = h_i - (HDEV-HDEB)$ , où HDEB est le seuil de débordement, HDEV le seuil de déversement ou de rupture de digue,  $(HDEV-HDEB)$  la hauteur d'eau maximale sur la "partie basse"

du secteur avant déversement ou rupture. Il va de soi que l'on ne conserve que les valeurs de  $h_i'$  positives, et correspondant à des crues supérieures à HDEV.

Les valeurs  $h_j'$  ainsi déterminées correspondent à des "cotes de lignes d'eau" pour la partie du secteur inondée par déversement et/ou rupture. Elles permettent alors d'appliquer le principe utilisé pour les secteurs non endigués:

la crue de cote  $H_i$ , sur la tranche de secteur comprise entre les emprises  $H_{j-1}$  et  $H_j$ , conduit à une hauteur de submersion moyenne

$$h_{ij} = h_i' - 0.5 (h_{j-1}' + h_j')$$

(on substitue les lignes d'eau derrière la digue aux lignes d'eau en lit mineur).

Pour appliquer cette méthode, il reste à calculer  $h_j'$  pour toutes les crues de base  $H_j$  supérieures ou égales à HDEV:

- si on connaît au moins deux valeurs pour  $h'$ , on procède par interpolation et extrapolation linéaire sur les cotes en lit mineur  $H$ ;
- si on ne connaît qu'une valeur ( $h', H$ ), on estime  $h_j'$  par  $(h' + H_j - H)$ ;
- si on ne connaît aucune valeur pour  $h'$ , on se base sur une valeur par défaut de  $h'=2$  mètres pour  $H=HDEV$ ; cette valeur correspond à une moyenne sur plusieurs secteurs endigués analysés;
- si la valeur calculée  $h_j'$  correspondant à HDEV (valeur limite "fictive") est négative, cela revient à une incohérence (une crue tout juste débordante conduirait à des hauteurs de submersions négatives...), à laquelle on remédie en reprenant le calcul et en ajoutant aux valeurs ( $h', H$ ) connues la valeur  $(0, HDEV)$ ; l'interpolation ainsi modifiée évite l'incohérence signalée).

#### 4. LE CALCUL DES DUREES DE SUBMERSION

Les données d'entrée dont on dispose pour analyser les durées sont les suivantes, sur chaque secteur:

- durée maximale d'inondation pour une forte crue,  $d$ ;
- débit de pointe  $Q_m$  ou cote maximale  $H_m$  correspondant à cette crue;
- seuil de début d'inondation, en débit  $Q_s$  ou en cote  $H_s$ , correspondant à la durée d'inondation  $d$ .

Lorsque l'on ne dispose pas de cette information sur un secteur, on utilise l'information correspondante à l'échelle du bief, avec le seuil d'apparition des dommages à l'échelle du bief (c'est le seul seuil connu à cette échelle, et a priori il est proche ou confondu avec le seuil de début d'inondation).

Pour estimer les durées de submersion -en différents points d'un secteur et pour différentes crues- on est amené à représenter des hydrogrammes de crue (débit en fonction du temps). Les formes de ces hydrogrammes varient entre les cours d'eau, entre les stations hydrométriques sur un même cours d'eau, entre des crues de différents débits de pointe, et entre deux crues de même débit de pointe observées à la même station. L'information dont on peut disposer usuellement est clairement insuffisante en regard de tous ces éléments. Il s'agit par conséquent de faire une hypothèse unique qui soit "raisonnable", ou du moins qui évite des contre-évidences flagrantes.

Nous avons choisi de considérer les durées comme représentatives de l'hydrogramme dans le lit mineur (en cohérence avec les hypothèses de base du sous-modèle hydraulique), et d'assimiler tout hydrogramme de crue à un triangle. Notons que les "hydrogrammes" ainsi simulés en fonction de deux secteurs voisins pourront être différents, selon que les durées réelles prennent en compte des spécificités des secteurs (difficultés de drainage...).

*lorsque l'on connaît les intensités de crue en débit Q*

Une hypothèse assez fréquente et simple (sur les cours d'eau petits et moyens) est d'assimiler l'hydrogramme à un triangle de hauteur  $Q_m$  et de base  $D$  (correspondant à un débit nul), la valeur  $D$  étant invariable (voir figure a). Alors on a:

$$D = d \frac{Q_m}{Q_m - Q_s}$$

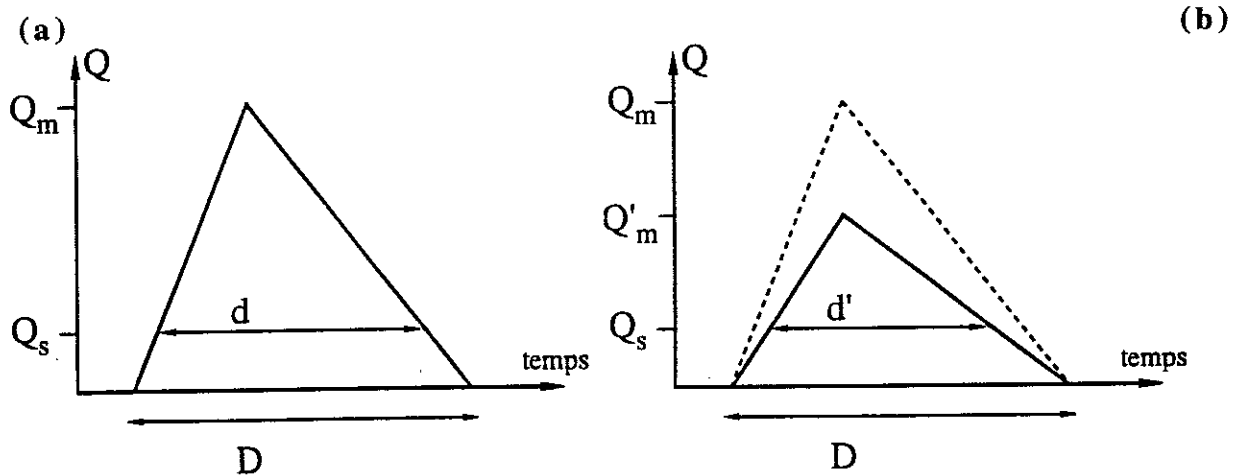
Pour une crue de débit de pointe quelconque  $Q_m'$ , on suppose la durée  $D$  conservée (figure b). La durée de débordement est alors:

$$d' = d \frac{Q_m (Q_m' - Q_s)}{Q_m' (Q_m - Q_s)}$$

( $d'=0$  si  $Q_m' < Q_s$ ). Au cours de cette crue, le débit  $x$  sera supérieur à un seuil  $Q$  donné pendant une durée:

$$f(x > Q, Q_m') = d \frac{Q_m (Q_m' - Q)}{Q_m' (Q_m - Q_s)}$$

(0 si  $Q > Q_m'$ ).



*lorsque l'on ne connaît les intensités de crue qu'en cote H*

Les hypothèses simplificatrices que l'on peut faire alors sont a priori moins fiables pour représenter un limnigramme (cote en fonction du temps). En particulier, on ne connaît pas la cote  $H_0$  correspondant à un débit nul. Par ailleurs, il semble hasardeux de faire l'hypothèse d'une conservation de la durée de débordement  $d$ . C'est donc l'hypothèse d'une conservation des pentes de limnigramme que l'on fait, après avoir représenté ce limnigramme par un triangle (voir figure a).

Pour une crue de cote maximum  $H_m'$ , la durée de submersion est alors:

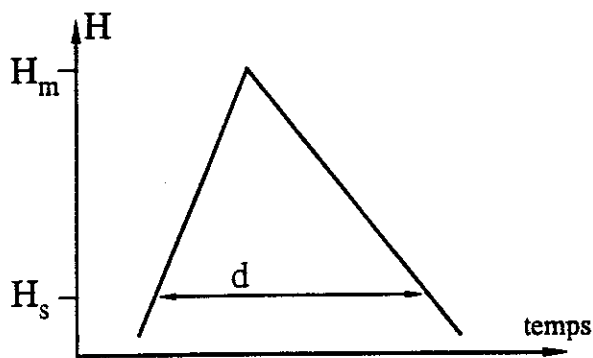
$$d' = d \frac{H_m' - H_s}{H_m - H_s}$$

Et la durée pendant laquelle une cote  $y$  est supérieure à  $H$ , au cours d'une crue de cote maximale  $H_m'$  (figure b), est égale à:

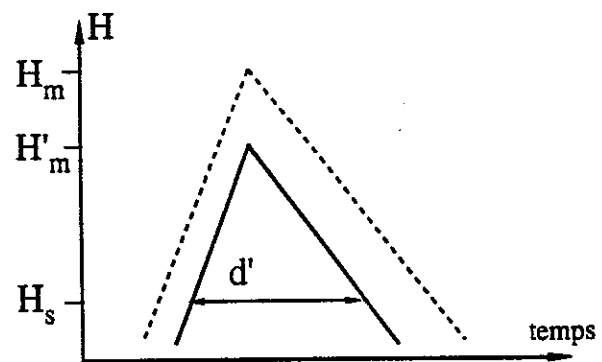
$$g(y > H, H_m') = d \frac{H_m' - H}{H_m - H_s}$$

(0 si  $H > H_m'$ ).

(a)



(b)



**la détermination de la durée  $d_{ij}$  pendant laquelle une crue  $H_i / Q_i$  inonde une tranche de secteur comprise entre les emprises  $H_{j-1}$  et  $H_j$**

On se place à la cote médiane de la tranche  $H(j) = 0.5 (H_{j-1} + H_j)$ , et selon le cas:

- on estime le débit  $Q(j)$  correspondant à la cote  $H(j)$ ; la durée  $d_{ij}$  est alors égale à  $f(x > Q(j), Q_i)$ ;
- si on ne peut pas estimer la valeur de  $Q(j)$ , on définit la durée de submersion  $d_{ij}$  par  $g(y > H(j), H_j)$ .





**Annexe VIII.D.**  
**les fonctions de coût élémentaires**



Les fonctions de coût élémentaire de dommages que l'on cherche à définir correspondent, pour différents usages du sol, à la relation entre un coût (unitaire, à l'hectare) et une hauteur de submersion (par rapport au premier plancher habité pour les logements, par rapport au terrain naturel pour les activités). Pour les cultures agricoles, et en distinguant quatre saisons correspondant aux trimestres calendaires, on considère une relation entre coût et durée de submersion (les coûts relatifs respectivement aux quatre saisons sont pondérés en fonction de la répartition saisonnière des crues dommageables).

Nous avons choisi d'assimiler chaque fonction à une courbe linéaire par morceaux, avec une valeur maximum (dommage maximal ou hauteur/durée de submersion clairement supérieure à toute valeur observable dans notre contexte), et de la définir par une succession de points "hauteur h - coût C" (ou "durée - coût"), par exemple:

h	3.0	0.1	0.5	1.0	1.5	3.0
C	30	0	12	17	20	30
	maximum	seuil				

Alors, le coût pour une hauteur h de 0.8 vaut 15, et 18.2 pour 1.2 (par interpolation linéaire).

Les tableaux correspondant aux fonctions de coûts, figurant dans cette annexe, sont présentés selon le principe décrit ci-dessus. Notons que la première colonne constitue le seuil maximum, et que nous avons pris en compte le seuil de submersion correspondant à un coût nul.

Il faut souligner que ces fonctions ont à nos yeux un caractère "provisoire" et nécessiteraient un travail de développement important en soi, ce que nous n'avons pas pu réaliser dans le cadre du présent travail. Ces courbes apportent des informations indicatives.

#### VIII.D.1. Unités employées et réactualisation

Précisons pour commencer que, sauf mention contraire, tous les coûts et les valeurs financières sont exprimés en milliers de Francs (kF) par hectare (ha), en valeur au troisième trimestre 1991. Pour réactualiser les données issues des diverses sources utilisées, nous nous sommes basés sur les indices suivants de l'I.N.S.E.E (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques):

- indice de la construction, pour les valeurs immobilières (base pour les dommages directs à l'habitat);
- indices de la construction et de la consommation (France entière), en considérant la moyenne des réactualisations correspondant respectivement à chaque indice, pour les dommages directs et indirects aux activités;
- indice des prix de la production agricole pour les coûts aux cultures agricoles.

#### VIII.D.2. Dommages directs à l'habitat en zone urbaine

La démarche suivie peut être résumée selon les étapes suivantes, menées en parallèle sur chacun des six types d'urbanismes pris en compte dans le modèle local (centre-ville, urbain continu, urbain non continu, grand collectif, pavillonnaire, centre de bourg ou de village):

- d'après l'étude de SAGERI (1988), estimer les densités de logements étage par étage;
- constituer des fonctions de dommages en fonction de la hauteur de submersion, à partir des résultats du chapitre VI, en considérant qu'un logement occupe toujours un seul niveau, et en retenant pour les distances entre deux planchers la valeur moyenne de 2,80 mètres (moyenne entre les niveaux 2 et 3, et 3 et 4, de tous les bâtiments enquêtés en 1988; cf. chapitre IV); on a ainsi considéré à chaque fois quatre courbes, selon qu'il y a un sous-sol ou non, et selon qu'il s'agit d'une crue lente ou rapide (et donc d'une submersion longue ou courte; les taux de réponses et actions de protection sont intégrés);

- pondérer les fonctions "avec sous-sol" et "sans sous-sol" en fonction de la représentativité de l'habitat individuel avec et sans sous-sol, dans les secteurs d'enquêtes rattachables respectivement aux six types urbains;
- définir un mode de prise en compte de la durée de submersion, par pondération (en fonction de la durée de submersion réelle) des fonctions "crue lente" et "crue rapide".

Après cette description rapide des grands principes, nous allons détailler plus la démarche suivie avant de présenter les résultats.

### *La densité de logements*

Le modèle local devant pouvoir estimer les coûts à l'habitat même en l'absence de données sur les nombres ou densités de logements (la donnée de base étant une surface totale urbanisée), il faut commencer par définir des valeurs par défaut des densités (totale, en rez-de-chaussée), qui puissent être modulées en fonction des informations supplémentaires disponibles. Ces valeurs par défaut devant être "représentatives" d'une certaine moyenne, nous avons tout d'abord recherché en vain des informations générales (non liées à un site spécifique) auprès d'organismes producteurs de statistiques ou gestionnaires d'observatoires urbains. Par la suite, nous avons considéré les valeurs de densités d'enjeux et de dommages établies par SAGERI (1988), à partir d'analyses détaillées sur plusieurs sites d'études (exploitation de fichiers de l'administration fiscale). Ces valeurs ont vocation à servir de référence générale, à défaut d'informations locales. Le tableau VIII.D.1 présente les informations sur lesquelles nous avons pu nous baser.

**Tableau VIII.D.1.:** données extraites de SAGERI (1988) caractérisant différents types de zones urbanisées

(h: hauteur de submersion, ha: hectare; kF: millier de Francs; m: mètre)

type de zone urbanisée	nombre habitants par ha	valeur immobilière par ha	ratio de dommage à h = 1 m en %	coût de dommage à h = 1 m en kF / ha
zone urbaine, immeubles récents de 4 étages	120 à 150	900 à 1200	5,5	740
zone urbaine, immeubles récents de plus de 4 étages	200 à 300	17000 à 21000	2,7	636
quartier à prédominance résidentielle, immeubles datant de 1900 à 1935	100 à 130	8000 à 10000	6	735
centre-ville où prédominent commerces et services, 3 à 5 étages	50 à 100	7500 à 8500	6,5	1105
lotissement pavillonnaire	50 à 80	5000 à 10000	22	2354
rue principale d'un village	40 à 80	11000 à 13000	11	1705
maison individuelle (grandeurs à l'unité)	4		22	146

Les valeurs des biens et les dommages intégrant également les activités, nous nous sommes basés sur les nombres moyens d'habitants par logement pour estimer les nombres de logements, ainsi que sur les coûts pour les zones occupées uniquement par des maisons individuelles. Les statistiques

de l'I.N.S.E.E (Eenschooten et Leroy, 1988) donnent les tailles moyennes de ménages suivantes (résultats d'une enquête de 1984):

- 3,0 ou 3,1 pour les communes rurales (hors ZPIU / en ZPIU);
- 2,8 pour les communes urbaines de moins de 100.000 habitants;
- 3,0 pour les périphéries des communes urbaines de plus de 100.000 habitants;
- 2,4 pour les centres des communes de plus de 100.000 habitants, dont Paris (2,0);
- 2,7 pour les communes de l'agglomération parisienne hors Paris.

Puis nous avons réparti les logements par étages, en fonction du nombre de niveaux, de la présence éventuelle d'activités (par exemple, peu de logements en rez-de-chaussée en centre-ville "commerçant"), et des valeurs standard affichées pour les coûts. Les résultats sont présentés dans le tableau VIII.D.2.

**Tableau VIII.D.2.:** densités de logements estimées pour différents types de zones urbanisées

(ha: hectare)

type de zone urbanisée	nombre logements par ha	nombre d'étages estimé	nombre log. en rez-de-ch. par ha	nombres pour les autres étages
A zone urbaine, immeubles récents de 4 étages	51	4	13	13, 13, 12
B zone urbaine, immeubles récents de plus de 4 étages	93	8	12	6 fois 12 puis 9
C quartier à prédominance résidentielle, immeubles datant de 1900 à 1935	43	de 3 à 4	12	11, 10, 10
D centre-ville où prédominent commerces et services, 3 à 5 étages	28	4	5	8, 8, 7
E lotissement pavillonnaire	22	/	22	/
F rue principale d'un village	21	2	10	11

Dans chaque cas, ces estimations sont issues de plusieurs informations, puis modifiées pour des raisons de cohérence. Leur fiabilité est donc à considérer avec la plus grande prudence. Pour revenir aux types d'urbanisations considérées par le modèle local d'estimation des dommages, on a considéré les parallèles suivants (cf. tableau VIII.D.2):

- centre-ville: type D de SAGERI (5 logements sur 28 en rez-de-chaussée);
- urbain continu: type A (13 sur 51);
- urbain non continu: type C (12 sur 43);
- grand collectif: type B (12 sur 93);
- pavillonnaire: type E (22 sur 22);
- centre de bourg / village: type F (10 sur 21).

### La constitution de courbes de dommages

La démarche décrite ici utilise les fonctions de dommages à l'habitat individuel définies au chapitre VI (annexe VI.C) et s'applique:

- pour chaque type d'urbanisation;
- en distinguant les cas respectifs des crues lentes (avec 100% de réponses à la montée des eaux; cf. chapitre VI) et des crues rapides (en pondérant les courbes "réponse" et "non réponse" par leur représentativité dans l'échantillon d'enquêtes).

Il nous faut noter d'emblée que le fait d'attribuer des fonctions de dommages "habitat individuel" à des logements situés sur un étage d'immeuble revient implicitement à considérer que le premier niveau d'un habitat individuel et un logement sur un niveau présentent les mêmes dommages. Si cette hypothèse n'apparaît pas comme absurde, c'est que les données dont on dispose ne permettent pas plus de l'infirmier que de la confirmer. Nous pensons toutefois que cela conduit à des ordres de grandeur non irréalistes.

Les fonctions de coûts de dommages dont on part sont les suivantes (hauteur d'eau par rapport au plancher h en mètres, coût C en kF au troisième trimestre 1991), définies pour un logement individuel de valeur moyenne:

crue rapide, avec sous-sol

$$C = 13,4 h + 31,7 \quad \text{pour } h \text{ de } -2,35 \text{ à } 0$$

$$C = 14,4 h + 31,7 \quad \text{pour } h \text{ supérieur à } 0$$

crue rapide, sans sous-sol

$$C = 13,8 h + 31,1$$

crue lente, avec sous-sol

$$C = 43,8 h + 85,2 \quad \text{pour } h \text{ de } -1,94 \text{ à } 0$$

$$C = 46,7 h + 85,2 \quad \text{pour } h \text{ supérieur à } 0$$

crue lente, sans sous-sol

$$C = 28,5 h + 4,4 \quad \text{pour } h \text{ de } 0 \text{ à } 0,205$$

$$C = 46,7 h + 0,6 \quad \text{pour } h \text{ supérieur à } 0,205.$$

Les taux de logements en rez-de-chaussée placés sur un sous-sol ont été estimés à partir de l'analyse des distances des planchers par rapport au terrain naturel (annexe VIII.F):

- 9,5% en centre-ville;
- 18,1% en urbain continu,
- 18,2% en urbain non continu;
- 19,3% en grand collectif (moyenne générale sur l'habitat individuel, en l'absence de données autres);
- 31,1% en pavillonnaire;
- 7% en centre de bourg.

Il faut noter que ces valeurs sont issues de petits échantillons, plus ou moins adaptés. Nous avons préféré prendre en compte l'existence de sous-sol à partir de données critiquables, plutôt que de négliger cette existence.

Pour chacune des deux vitesses de crue et chaque type d'urbanisation, on a défini les fonctions de coût à l'hectare selon le calcul suivant:

soit	$C = A1 \cdot h + B1$	le coût au sous-sol ( $h < 0$ )
	$C = A2 \cdot h + B2$	le coût au rez-de-chaussée au-dessus d'un sous-sol ( $h > 0$ )
	$C = A3 \cdot h + B3$	le coût au rez-de-chaussée en l'absence de sous-sol ( $0 < h < 0,205$ )
	$C = A4 \cdot h + B4$	le coût au rez-de-chaussée en l'absence de sous-sol ( $0,205 < h$ ); pour les crues rapides, $A3 = A4$ et $B3 = B4$
	S	le taux de sous-sol
	D0	la densité en rez-de-chaussée
	D1	la densité au premier étage

(notons que nous n'avons pas considéré des hauteurs de planchers différentes selon la présence ou non de sous-sol, pour rester homogène avec l'hypothèse d'une hauteur moyenne retenue dans le modèle local et dans les données recueillies)

le coût à l'hectare est alors estimé par la formule suivante

pour le sous-sol

$$f_i(h) = (A1 \cdot h + B1) \cdot S \cdot D0 \quad h < -0,20$$

(on s'arrête à -0,20 pour éviter une "marche" brutale de la fonction)

pour le rez-de-chaussée

$$f_{ii}(h) = [(A2 \cdot h + B2) \cdot S + (A3 \cdot h + B3) \cdot (1 - S)] \cdot D0 \quad 0 < h < 0,205$$

$$f_{iii}(h) = [(A2 \cdot h + B2) \cdot S + (A4 \cdot h + B4) \cdot (1 - S)] \cdot D0 \quad 0,205 < h < 2,8$$

pour le premier étage, en considérant qu'il y a continuité avec la fonction  $f_{iii}$

$$f_{iv}(h) = f_{iii}(2,8) + (h - 2,8) \cdot A4 \cdot D1 \quad 2,8 < h$$

Cela revient à considérer que les dommages au sous-sol et au rez-de-chaussée n'augmentent plus avec h quand ils sont entièrement "noyés", et que seule la submersion du premier étage (si tant est que l'eau atteigne ce niveau), par une hauteur h-2,8, ajoute des coûts. Pour l'habitat pavillonnaire, on prolonge la courbe de dommage, pour prendre en compte des niveaux supérieurs, des combles aménagés... Les fonctions initiales utilisées se rapportent dans tous les cas à la submersion d'un seul niveau habité (chapitre VI).

Le tableau VIII.D.3 présente, pour les six types d'urbanismes, les couples h-C auxquels on arrive par cette procédure (points "anguleux" des courbes de dommages).

**Tableau VIII.D.3.** fonctions de coûts élémentaires à l'habitat en zone urbanisée (par hectare)  
(la première ligne représente les hauteurs en mètres, la seconde les coûts pour une crue rapide en kF au troisième trimestre 1991, la troisième les coûts pour une crue lente; la première colonne constitue une valeur maximale prise en compte dans le modèle local)

<b>CENTRE-VILLE</b>									
11.2	-2.35	-1.94	-0.20	0.	0.205	2.8	8.4	11.2	
1241.	0.	2.63	13.8	156.	170.	350.	970.	1241.	
3704.	0.	0.	36.3	60.2	91.1	697.	2789.	3704.	
<b>URBAIN CONTINU</b>									
11.2	-2.35	-1.94	-0.20	0.	0.205	2.8	8.4	11.2	
2384.	0.	13.	68.3	406.	443.	913.	1920.	2384.	
6875.	0.	0.	180.	247.	332.	1907.	5306.	6875.	
<b>URBAIN NON CONTINU</b>									
11.2	-2.35	-1.94	-0.20	0.	0.205	2.8	5.6	11.2	
2043.	0.	12.1	63.4	375.	409.	843.	1268.	2043.	
5814.	0.	0.	167.	229.	307.	1761.	3200.	5814.	
<b>GRAND COLLECTIF</b>									
11.2	-2.35	-1.94	-0.20	0.	0.205	2.8	11.2		
2237.	0.	12.8	67.2	375.	409.	843.	2237.		
6480.	0.	0.	177.	240.	318.	1772.	6480.		
<b>PAVILLONNAIRE</b>									
6.	-2.35	-1.94	-0.20	0.	0.205	2.8	6.		
2524.	0.	37.9	199.	688.	751.	1550.	2524.		
6756.	0.	0.	523.	649.	803.	3469.	6756.		
<b>CENTRE BOURG / VILLAGE</b>									
8.	-2.35	-1.94	-0.20	0.	0.205	2.8	8.		
1491.	0.	3.87	20.3	311.	339.	700.	1491.		
4044.	0.	0.	53.5	100.	161.	1373.	4044.		



### La prise en compte de la durée de submersion

Dans le chapitre VI, nous avons illustré le fait que la durée de submersion possède une influence non négligeable. De fait, nous avons défini des fonctions de dommages "crue lente et submersion longue" et "crue rapide et submersion courte", en se basant sur deux groupes de situations typés, sous lesquels sont "rangés" les huit sites d'enquêtes. Quel coût appliquer pour une hauteur  $H$  (par rapport au terrain naturel) et une durée  $d$  quelconques? En se référant aux fonctions définies plus haut, comment prendre en compte la durée  $d$  à partir du coût "crue lente"  $f_1(H-d_{tn})$  et du coût "crue rapide"  $f_2(H-d_{tn})$  (on note  $d_{tn}$  la hauteur du premier plancher habité par rapport au terrain naturel;  $h = H-d_{tn}$  pour se ramener à la notation précédente).

Si la durée  $d$  correspondait à une submersion type "crue lente", le coût serait donné par  $f_1$ , et par  $f_2$  pour le type "crue rapide". Nous avons donc choisi de définir le coût  $C(H,d)$  comme une pondération des fonctions  $f_1$  et  $f_2$ , qui dépende de la durée de submersion "réelle"  $d$ :

$$C(H,d) = p \cdot f_1(H-d_{tn}) + (1-p) \cdot f_2(H-d_{tn})$$

où  $p$  vaut 1 lorsque le couple  $(H,d)$  s'apparente à une submersion "crue lente", 0 pour une submersion "crue rapide".

Les durées moyennes de submersion sont bien distinctes entre les deux groupes de sites (de 14 à 20 jours d'une part, de 1 à 3 d'autre part). Mais qu'en est-il de la dispersion sur ces durées? Il faudrait considérer sur chaque site (et peut-être même chaque groupe de bâtiments) une relation entre hauteur d'eau au-dessus du sol  $H$  et durée  $d$ . Par simplification, nous avons considéré que la relation  $d(H)$  était linéaire, et pouvait être définie sur chaque situation "crue lente" et "crue rapide" (que nous considérerons par ailleurs comme des cas "extrêmes"):  $d(H) = A \cdot H$ .

En se référant aux valeurs moyennes de  $H$  et  $d$  (sur les sites Saintes, Lagny et Esbly d'une part, Béziers, Sérignan, Poitiers et Châtellerauld d'autre part), on obtient:

- $A_1 = 17 / 0,81 = 21$  jour/mètre pour les crues lentes;
- $A_2 = 2,2 / 1,3 = 1,7$  jour/mètre pour les crues rapides.

Nous avons donc considéré que pour une hauteur  $H$ , on observerait une durée  $A_1.H$  dans le cas d'une crue lente,  $A_2.H$  dans le cas d'une crue rapide ( $A_1.H > A_2.H$ ).

De façon arbitraire nous avons retenu, comme fonction de coût, l'expression suivante qui est linéaire par morceaux par rapport à  $d$ :

$$C(H,d) = f_2(H-d_{tn}) \quad \text{pour } h < A_2.H$$

$$C(H,d) = \frac{d-A_2.H}{A_1.H-A_2.H} \cdot f_1(H-d_{tn}) + \frac{A_1.H-d}{A_1.H-A_2.H} \cdot f_2(H-d_{tn}) \quad \text{pour } A_2.H < d < A_1.H$$

$$C(H,d) = f_1(H-d_{tn}) \quad \text{pour } A_1.H < h$$

Notre objectif est ici de prendre en compte l'effet de la durée, entre deux limites (crue lente, crue rapide) connues, dans la mesure où le modèle doit être mis en oeuvre dans des contextes hydrologiques variés. Nous ne saurions prétendre représenter de façon physique l'effet de cette durée.

### VIII.D.3. Dommages directs à l'habitat dispersé

Nous avons considéré ici la même fonction de coût élémentaire que pour l'habitat pavillonnaire, en se ramenant à un coût unitaire par logement (tableau VIII.D.4).

**Tableau VIII.D.4.** fonctions de coûts élémentaires à l'habitat dispersé (à l'unité)

(la première ligne représente les hauteurs en mètres, la seconde les coûts pour une crue rapide en kF au troisième trimestre 1991, la troisième les coûts pour une crue lente; la première colonne constitue une valeur maximale prise en compte dans le modèle local)

6.	-2.35	-1.94	-0.20	0.	0.205	2.8	6.
115.	0.	1.72	9.03	31.3	34.2	70.5	115.
307.	0.	0.	23.8	29.5	36.5	158.	307.

#### VIII.D.4. Dommages directs et indirects aux activités

Pour les activités, il s'agissait de définir des fonctions de coût à l'hectare:

- pour les zones industrielles;
- pour les zones artisanales et commerciales;
- pour les activités disséminées dans les six types d'urbanisme considérés.

Comme dans le cas de l'habitat, nous n'avons pas trouvé de données permettant de caractériser physiquement la densité des activités. Par contre, les données élaborées par SAGERI (1988) contiennent notamment les informations suivantes:

- pour les zones industrielles, et pour les zones artisanales et commerciales, les valeurs totales des biens exposés (immobilier et mobilier) et les chiffres d'affaires annuels par hectare; des fonctions d'endommagement (coût en valeur relative, par rapport à ces deux indicateurs d'enjeux);
- pour les zones urbanisées (voir la typologie considérée en VIII.D.2), les chiffres d'affaires seulement, car les valeurs des biens exposés regroupent à la fois l'habitat et les activités.

Pour les zones industrielles, et artisanales et commerciales, nous avons réactualisé les relations "coût direct - hauteur" et "perte d'activité - hauteur" (au titre des dommages indirects) proposées par SAGERI. Nous avons fait de même pour les pertes d'activité sur les six types de zones urbanisées. Pour définir les dommages directs à ces activités, nous nous sommes référés aux zones artisanales et commerciales selon la procédure suivante:

- estimation des valeurs des biens exposés liés aux activités, pour chacun des types de zone; on considère ces valeurs comme proportionnelles au chiffre d'affaire (CA), avec pour toutes les activités le même facteur de proportionnalité que pour les zones artisanales et commerciales;
- application à chaque valeur estimée de la fonction d'endommagement en fonction de la hauteur, proposée pour les zones artisanales et commerciales.

Le tableau VIII.D.5 reprend ces fonctions de coûts réactualisées. Notons que la durée de submersion n'est pas prise en compte ici. Cela constitue l'une des limites importantes de ces fonctions de coût, dans la mesure où la durée joue très vraisemblablement un rôle plus important sur les dommages indirects que sur les dommages directs, notamment pour les cas où les dommages indirects dépendent faiblement des dégâts matériels.

#### VIII.D.5. Dommages aux cultures agricoles

L'estimation des fonctions de dommages élémentaires aux cultures (relations entre coût à l'hectare C et durée de submersion d, pour les quatre trimestres calendaires) se base sur les travaux suivants:

- la synthèse des données bibliographiques établie par le BCEOM (1970), portant notamment sur les pertes relatives de récolte, les seuils de durée non dommageable, en fonction des types de cultures et des saisons;
- le recueil de données de coûts effectuée, pour le Val d'Orléans et pour des durées standard de submersion de 7 jours, par Charenton et Brossier (1980) auprès de l'expertise d'organismes professionnels agricoles;
- l'estimation de fonctions de coûts à partir de données sur des pertes de rendement, de calendriers culturaux (stades de développement des plantes), de rendements actuels, de prix de vente et de production... par Deleuze, Fotre, Nuti et Piérot (1991) dans le cadre d'un stage de l'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts; ces étudiants ont abordé avec efficacité et esprit critique un exercice difficile.

**Tableau VIII.D.5.:** fonctions de coûts élémentaires aux activités par type d'occupation des sols (par hectare)

(la première ligne représente les hauteurs en mètres, la seconde les coûts directs en kF au troisième trimestre 1991, la troisième les pertes d'exploitation; la première colonne constitue une valeur maximale prise en compte dans le modèle local)

<b>ZONE INDUSTRIELLE</b>										
3.5	0.	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	
3390.	323.	645.	1050.	1530.	1940.	2180.	2420.	2900.	3390.	
7050.	282.	564.	1410.	2260.	3380.	4790.	5640.	6200.	7050.	
<b>ZONE ARTISANALE</b>										
3.5	0.	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	
4500.	643.	1070.	1500.	2250.	2680.	3000.	3320.	3860.	4500.	
8460.	338.	677.	1690.	2710.	4060.	5750.	6770.	7440.	8460.	
<b>CENTRE-VILLE</b>										
3.5	0.	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	
4570.	653.	1090.	1520.	2290.	2720.	3050.	3380.	3920.	4570.	
8600.	344.	688.	1720.	2750.	4130.	5850.	6880.	7570.	8600.	
<b>URBAIN CONTINU</b>										
3.5	0.	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	
900.	129.	214.	300.	450.	536.	600.	664.	771.	900.	
1690.	68.	135.	338.	541.	812.	1150.	1350.	1490.	1690.	
<b>URBAIN NON CONTINU</b>										
3.5	0.	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	
1200.	171.	286.	400.	600.	715.	800.	886.	1030.	1200.	
2260.	90.	180.	451.	722.	1080.	1530.	1800.	1990.	2260.	
<b>GRAND COLLECTIF</b>										
3.5	0.	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	
900.	129.	214.	300.	450.	536.	600.	664.	771.	900.	
1690.	68.	135.	338.	541.	812.	1150.	1350.	1490.	1690.	
<b>PAVILLONNAIRE</b>										
3.5	0.	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	
135.	19.	32.	45.	68.	80.	90.	100.	116.	135.	
254.	10.	20.	51.	81.	122.	173.	203.	223.	254.	
<b>CENTRE BOURG/VILLAGE</b>										
3.5	0.	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	
750.	107.	179.	250.	375.	447.	500.	554.	643.	750.	
1410.	56.	113.	282.	451.	677.	959.	1130.	1240.	1410.	

Ce dernier travail, appuyé sur une analyse bibliographique (travaux de recherche et de développement, études de terrain), a cherché à confronter et réactualiser les informations disponibles, à les transférer à la situation actuelle et aux conditions climatiques françaises:

- utilisation de calendriers des stades physiologiques pour les céréales (avec une prise en compte spécifique de la climatologie de la région de Tours, pour le cas du blé d'hiver) pour dater plus précisément les niveaux de vulnérabilité, connus en fonction de stades de développement;
- prise en compte d'un pas de temps décadaire pour les productions maraîchères, et autant que possible mensuel pour d'autres cultures annuelles...

Par ailleurs, il faut signaler que les coûts "nets" estimés tiennent compte de la possibilité de ressemer, de remplacer par une culture tardive, ou d'avancer la culture suivante, en fonction du degré de destruction de la culture inondée. Les coûts intègrent les variations induites sur les charges d'exploitation. Parmi les hypothèses spécifiques considérées, mentionnons les éléments suivants:

- les productions maraîchères ou florales (ainsi que les pépinières, "autres cultures permanentes") sont considérées détruites à 100% pour toute durée de submersion (impossibilité de commercialisation);
- les pertes de production des surfaces en herbe sont compensées par des achats de fourrages;
- le tournesol représente la catégorie des cultures industrielles, la pomme de terre celle des plantes sarclées;
- le maïs fourrage est doté de la même fonction de coût que le maïs grain, les légumes en champ de la même que les cultures maraîchères (absence de données permettant d'établir des distinctions).

Il faut noter toutefois le niveau d'incertitude très sensible sur tous les résultats présentés plus loin. D'une part, les données disponibles sont rares, et beaucoup sont issues de contextes pédo-climatiques et agronomiques différents, présentant des valeurs très hétérogènes. D'autre part, même si la durée de submersion et le stade de développement d'une plante sont les facteurs a priori prépondérants pour expliquer les dommages, beaucoup d'autres paramètres jouent: la durée de ressuyage des terres (donc la topographie, la texture des sols...), la hauteur de submersion, la vitesse du courant, les matières transportées par l'eau... En fait, nous considérons que les données de dommages aux cultures n'ont qu'une portée locale, ce qui constitue une limite aux tentatives d'évaluation. Par ailleurs, nous ne prenons pas en compte les dégradations des sols, par érosion ou par dépôt.

Les fonctions de coûts sont présentées dans le tableau VIII.D.6, et sont explicitées dans les paragraphes qui suivent. De façon systématique, nous nous sommes appuyés sur les travaux du BCEOM pour estimer des seuils en durée pour la vulnérabilité et pour le dommage maximal.

*Cultures maraîchères*  
*Légumes en champ*  
*Blé et orge d'hiver*  
*Maïs grain + maïs fourrage*  
*Autres céréales (de printemps)*  
*Plantes sarclées (pomme de terre)*  
*Cultures industrielles (tournesol)*  
*Surface toujours en herbe*

On a utilisé ici les résultats de Deleuze et al (1991), complétés par les seuils de vulnérabilité et de destruction présentés par le BCEOM (1970). En particulier, on a affecté les coûts moyens établis pour des tranches de durées (par exemple de 7 à 15 jours) aux durées moyennes correspondantes (soit ici 11 jours). Rappelons que pour ces cultures annuelles a été prise en compte toute la modification éventuelle du cycle de production, avec les conséquences sur les charges d'exploitation.

**Tableau VIII.D.6.: fonctions de coûts élémentaires aux cultures agricoles (par hectare)**  
 (la première ligne représente les durées de submersion en heures, la seconde les coûts en hiver en kF au troisième trimestre 1991, la troisième les coûts au printemps, la quatrième les coûts en été, la cinquième les coûts en automne; la première colonne constitue une valeur maximale prise en compte dans le modèle local)

**SERRES**

720.	0.	168.	720.
3240.	154.	2470.	3240.
3240.	154.	2470.	3240.
3240.	154.	2470.	3240.
3240.	154.	2470.	3240.

**CULTURES MARAICHERES**

0.	0.	720.
9.78	9.78	9.78
30.87	30.87	30.87
38.59	38.59	38.59
27.27	27.27	27.27

**HORTICULTURE**

0.	0.	720.
617.	617.	617.
617.	617.	617.
617.	617.	617.
617.	617.	617.

**LEGUMES EN CHAMP**

0.	0.	720.
9.78	9.78	9.78
30.87	30.87	30.87
38.59	38.59	38.59
27.27	27.27	27.27

**VIGNES**

720.	0.	24.	48.	120.	360.	720.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
10.29	0.	0.	0.	1.10	4.78	10.29
10.29	0.	0.	2.57	10.29	10.29	10.29
33.96	0.	0.	8.49	33.96	33.96	33.96

**VERGERS 6 ESPECES**

288.	0.	288.
0.	0.	0.
61.7	0.	61.7
92.6	0.	92.6
30.9	0.	30.9

**AUTRES CULTURES PERMANENTES**

0.	0.	720.
180.	180.	180.
180.	180.	180.
180.	180.	180.
180.	180.	180.

**BLE ET ORGE D'HIVER**

720.	0.	36.	120.	216.	312.	720.
2.52	0.	1.81	2.52	2.52	2.52	2.52
6.87	0.	0.906	1.81	3.62	5.43	6.87
3.62	0.	0.906	1.81	2.72	3.62	3.62
2.52	0.	0.906	1.81	2.52	2.52	2.52

**MAIS GRAIN**

720.	0.	72.	120.	168.	216.	312.	720.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
6.36	0.	2.07	3.40	4.27	5.15	6.36	6.36
8.07	0.	0.	0.807	2.02	3.23	4.84	8.07
0.242	0.	0.	0.	0.	0.242	0.242	0.242

## AUTRES CEREALES

720.	0.	12.	48.	120.	264.	720.
0.378	0.	0.095	0.378	0.378	0.378	0.378
4.15	0.	0.754	1.98	3.02	3.02	4.15
1.89	0.	1.32	1.89	1.89	1.89	1.89
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

## MAIS FOURRAGE

720.	0.	72.	120.	168.	216.	312.	720.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
6.36	0.	2.07	3.40	4.27	5.15	6.36	6.36
8.07	0.	0.	0.807	2.02	3.23	4.84	8.07
0.242	0.	0.	0.	0.	0.242	0.242	0.242

## AUTRES CULTURES FOURRAGERES

528.	0.	48.	96.	120.	264.	528.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
1.13	0.	0.	0.	0.110	0.772	1.13
1.13	0.	0.	0.172	0.257	0.772	1.13
1.13	0.	0.	0.	0.	0.772	1.13

## PLANTES SARCLEES

360.	0.	36.	120.	216.	312.	360.
14.41	0.	4.12	10.29	14.41	14.41	14.41
18.52	0.	8.23	16.46	18.52	18.52	18.52
20.58	0.	8.23	14.41	18.52	20.58	20.58
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

## CULTURES INDUSTRIELLES

720.	0.	36.	120.	216.	312.	720.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
4.78	0.	0.556	1.67	3.33	4.78	4.78
5.56	0.	0.167	0.778	1.67	2.22	5.56
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

## SURFACE TOUJOURS EN HERBE

720.	0.	168.	264.	360.	528.	720.
1.13	0.	0.	0.	0.	0.206	1.13
1.13	0.	0.	0.772	0.902	1.13	1.13
1.13	0.	0.	0.772	0.902	1.13	1.13
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

## AUTRES CULTURES

0.	0.
0.	0.
0.	0.
0.	0.
0.	0.

*Autres cultures fourragères*

En l'absence d'informations plus précises, nous avons repris les coûts correspondant à la surface toujours en herbe, avec des seuils de durée plus courts pour le début des dommages (BCEOM, 1970), et des dommages en automne égaux à ceux subis au printemps et en été.

*Autres cultures*

Les surfaces concernées sont faibles en valeur relative, et nous avons choisi de négliger ces coûts plutôt que de considérer des valeurs entièrement fictives.

### *Horticulture*

Nous avons considéré ici les coûts obtenus par Charenton et Brossier (1980) pour des cultures florales de plein air (après réactualisation).

### *Autres cultures permanentes*

Nous avons considéré ici la moyenne des coûts obtenus par Charenton et Brossier (1980) pour les pépinières fruitières et les pépinières de jeunes plants (après réactualisation). A notre sens, ce choix est plutôt maximaliste en termes d'enjeux. Il porte sur des surfaces très faibles.

### *Vergers six espèces*

Nous avons retenu, pour les durées correspondant à la perte totale de la récolte (pour chaque saison; cf. BCEOM, 1970), la moyenne des valeurs de production estimées par Deleuze et al (1991) pour les six types de fruits, à l'exclusion des prunes (pas de valeurs obtenues). Nous n'avons pas considéré ici l'éventualité de la destruction des arbres (pour de très longues durées de submersion), entraînant une perte interannuelle (perte d'investissement se traduisant par un raccourcissement d'un cycle d'amortissement).

### *Vignes*

Comme pour les vergers, nous n'avons pas pris en compte une éventuelle destruction des plants, et avons considéré des pertes sur la base du produit brut pour les vins de table, tel qu'il apparaît dans le barème 1989 de la commission départementale des calamités agricoles du Loiret. Les seuils de durée et pourcentages de pertes sont estimés à partir des données présentées par le BCEOM (1970).

### *Serres*

Pour les serres et leur contenu, nous n'avons pas fait de distinction entre les saisons. Les informations recueillies par Deleuze et al (1991) font état d'une prédominance du maraîchage pour l'usage des surfaces de serres, d'autre part d'une vulnérabilité restreinte des serres (matériel) à l'inondation dans la vallée de la Saône. Dans le Val d'Orléans, en vallée de la Loire, et selon les données présentées par Charenton et Brossier (1980), le taux de destruction d'une serre serait de 75% pour une semaine de submersion (taux appliqué à une valeur neuve des serres).

Face à ces informations très disparates, nous avons considéré pour le matériel une valeur avec vétusté moyenne déduite (soit 50% des valeurs réactualisées présentées pour le cas de la Loire) et un taux de destruction de 75% pour 7 jours, 100% pour 30 jours. Les coûts résultants pouvant apparaître quelque peu maximalistes à notre sens, nous avons arbitrairement réduit les valeurs de 25%.

A ces coûts doit s'ajouter la destruction de la production submergée. Charenton et Brossier (1980) font état de productions sous serres d'une valeur 5 fois supérieure à celle des productions en pleine terre. En considérant la perte saisonnière la plus forte du maraîchage, nous avons retenu un facteur multiplicatif de 4 pour passer aux pertes des cultures sous serres.

Le coût global résulte alors de la somme de ces pertes et des dégâts aux serres. Il va de soi que nous n'attribuons à ces fonctions de coût qu'une valeur toute relative. Les hétérogénéités dans les sources d'informations et la variabilité vraisemblable des situations réelles interdisent même toute possibilité d'estimer grossièrement l'incertitude sur ces résultats (par exemple, nous ne disposons pas de la surface occupée, sous serres, par différentes productions).

#### **VIII.D.6. Conclusion**

En fin de cette annexe, il nous faut rappeler avec insistance le caractère fragile de nos estimations de fonctions de coûts élémentaires. Nous considérons que ces fonctions apportent des ordres de grandeur que nous souhaitons réalistes, plutôt qu'elles ne constituent des résultats scientifiques. Cette question mérite à notre sens un travail spécifique et important, hors de proportion avec les ressources que nous avons pu y consacrer dans le cadre du présent travail.





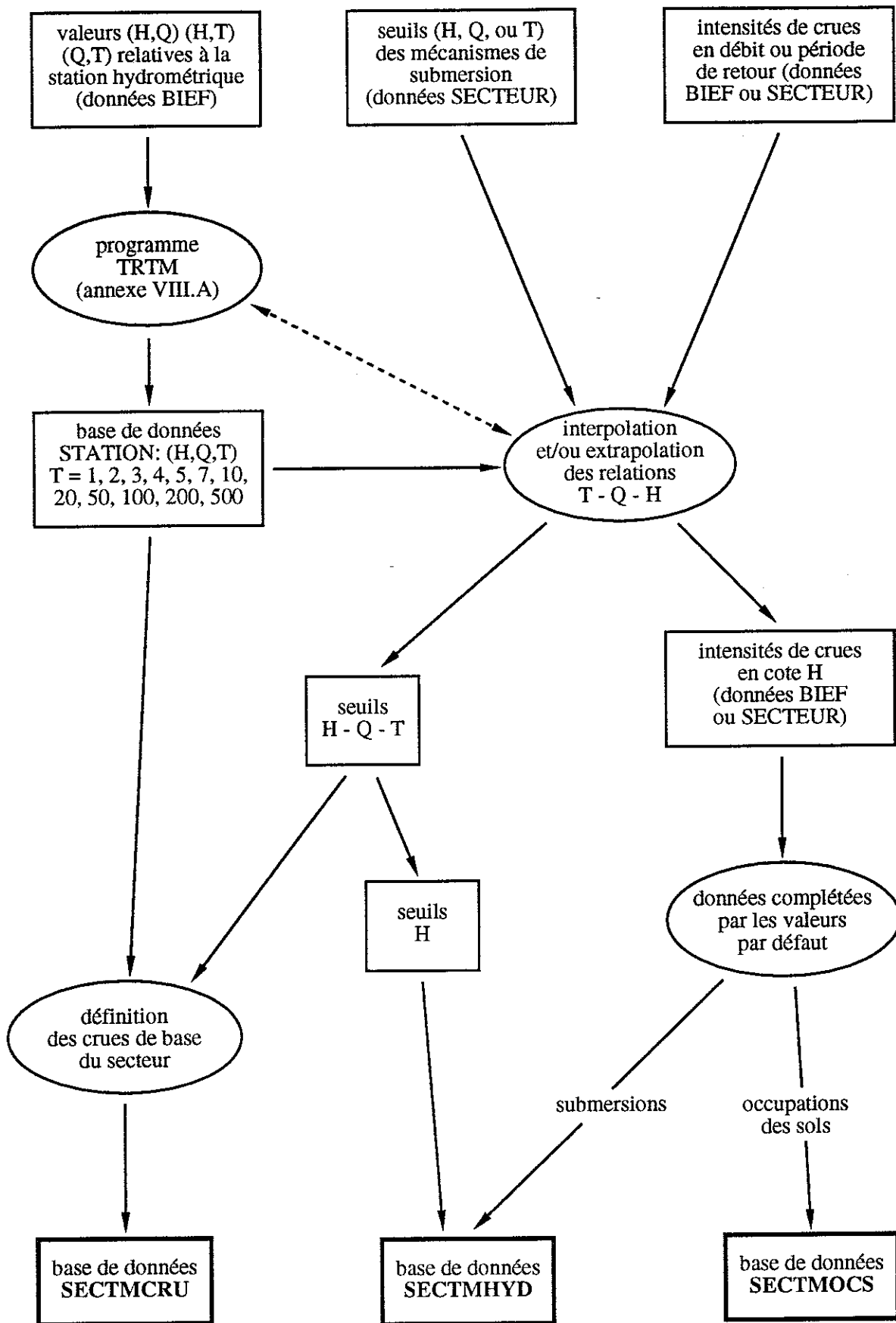
**Annexe VIII.E.**  
**la structure des programmes de calcul pour le modèle local**



## **TRAITEMENT PRELIMINAIRE**

Ce traitement regroupe deux tâches étroitement imbriquées: l'application du sous-modèle hydrologique et la mise en forme homogène des données (changements éventuels d'unités pour diverses variables, sélection des variables, valeurs par défaut). Nous ne décrivons pas en détail la seconde tâche, qui est triviale par rapport au modèle lui-même.

On présente ci-après la structure d'ensemble du programme de traitement préliminaire, suivie par la liste des variables de calcul contenues dans les bases de données intermédiaires SECTMCRU, SECTMHYD, SECTMOCS. Ces bases contiennent un enregistrement pour chaque secteur considéré. Les unités employées sont les suivantes: les mètres pour les cotes et hauteurs, les mètres cubes par seconde pour les débits, les années pour les périodes de retour, les hectares pour les surfaces, les pourcents (%) pour les proportions, les unités par hectare pour les densités, les unités pour les nombres, les pourcents (%) pour les pentes.



#### Liste des variables de la base SECTMCRU

code du bief  
numéro du secteur  
cote de la crue biennale (période de retour de 2 ans)  
nombre de crues de base considérées  
cotes des crues de base  $H_i$  (18 valeurs)  
débits des crues de base  $Q_i$  (18 valeurs)  
périodes de retour des crues de base  $T_i$  (18 valeurs)  
seuil d'apparition du risque de rupture de digue HRIS (en cote)  
seuil de rupture certaine HRUP (en cote)  
cote de la crue biennale  
débit de la crue biennale  
cote de la crue centennale  
débit de la crue centennale

#### Liste des variables de la base SECTMHYD

code du bief  
numéro du secteur  
seuil de débordement / remous HDEB (en cote)  
seuil de déversement HDEV (en cote)  
seuil d'apparition du risque de rupture de digue HRIS (en cote)  
seuil de rupture certaine HRUP (en cote)  
seuil de submersion complète du secteur HSCO (en cote)  
type du secteur (1 pour type A ... 7 pour type G)  
cote de crue HDE produisant un déversement ou une rupture de digue (10 valeurs)  
hauteur maximale de submersion HAH derrière la digue, due à la crue HDE (10 valeurs)  
cote HSDU de la crue seuil pour le calcul des durées de submersion  
débit QSDU de la crue seuil pour le calcul des durées de submersion  
cote HDUS de la crue forte de référence pour le calcul des durées de submersion  
débit QDUS de la crue forte de référence pour le calcul des durées de submersion  
durée de submersion observée (pour la crue QDUS, au-delà du seuil QSDU)  
cote de crue HSU pour laquelle on connaît la surface inondée (7 valeurs)  
surface SUR inondée pour la crue HSU (7 valeurs)  
cote de crue HSR pour laquelle on connaît la surface inondée par rupture de digue (5 valeurs)  
surface SRU inondée par rupture de digue pour la crue HSR (5 valeurs)  
première pente du profil de la vallée pour la rive droite P1'  
cote de changement de pente pour la rive droite Hr'  
seconde pente du profil de la vallée pour la rive droite P2'  
première pente du profil de la vallée pour la rive gauche P1  
cote de changement de pente pour la rive gauche Hr  
seconde pente du profil de la vallée pour la rive gauche P2  
implantation du secteur en rive gauche (oui/non)  
implantation du secteur en rive droite (oui/non)

#### Liste des variables de la base SECTMOCS

code du bief  
numéro du secteur  
surface SUS de serres (établissement particulier) touchées au seuil de crue HSE (5 valeurs)  
cote HSE de la crue seuil touchant la surface de serres SUS (5 valeurs)  
proportion surfacique d'habitat aggloméré  
proportion surfacique d'habitat dispersé  
proportion surfacique de zone artisanale et commerciale  
proportion surfacique de zone industrielle  
proportion surfacique de cultures agricoles  
proportion surfacique de forêts et bois exploités  
proportion surfacique d'occupations des sols vulnérables autres  
proportion surfacique d'occupations des sols non vulnérables autres

densité de logements sur les surfaces "habitat dispersé"  
proportion surfacique de centre-ville dans l'habitat aggloméré  
proportion surfacique de zone urbaine dense dans l'habitat aggloméré  
proportion surfacique de zone urbaine non continue dans l'habitat aggloméré  
proportion surfacique de grand collectif dans l'habitat aggloméré  
proportion surfacique de pavillonnaire dans l'habitat aggloméré  
proportion surfacique de centre de bourg / village dans l'habitat aggloméré  
hauteur moyenne de plancher en centre-ville  
hauteur moyenne de plancher en zone urbaine dense  
hauteur moyenne de plancher en zone urbaine non continue  
hauteur moyenne de plancher en grand collectif  
hauteur moyenne de plancher en pavillonnaire  
hauteur moyenne de plancher en centre de bourg / village  
proportion surfacique des types de cultures (16 valeurs de total 100%, cf. le tableau VIII.1)  
cote HLO de crue inondant un nombre donné de logements (5 valeurs)  
nombre de logements présents dans la zone inondée par la crue HLO (5 valeurs)  
nombre de logements touchés par la crue HLO (5 valeurs)  
cote HAG de crue touchant un nombre donné AGR de sièges d'exploitations agricoles (5 valeurs)  
nombre AGR de sièges d'exploitations agricoles touchés par la crue HAG (5 valeurs)  
proportion de crues dommageables en hiver  
proportion de crues dommageables au printemps  
proportion de crues dommageables en été  
proportion de crues dommageables en automne  
plus forte valeur de surface inondée connue SURM  
cote HSUM correspondant à la surface inondée SURM  
seuil d'apparition des dommages HSAP (en cote)

## TRAITEMENT PRINCIPAL: programme DDI

Sauf précision spécifique, on prend les notations suivantes:

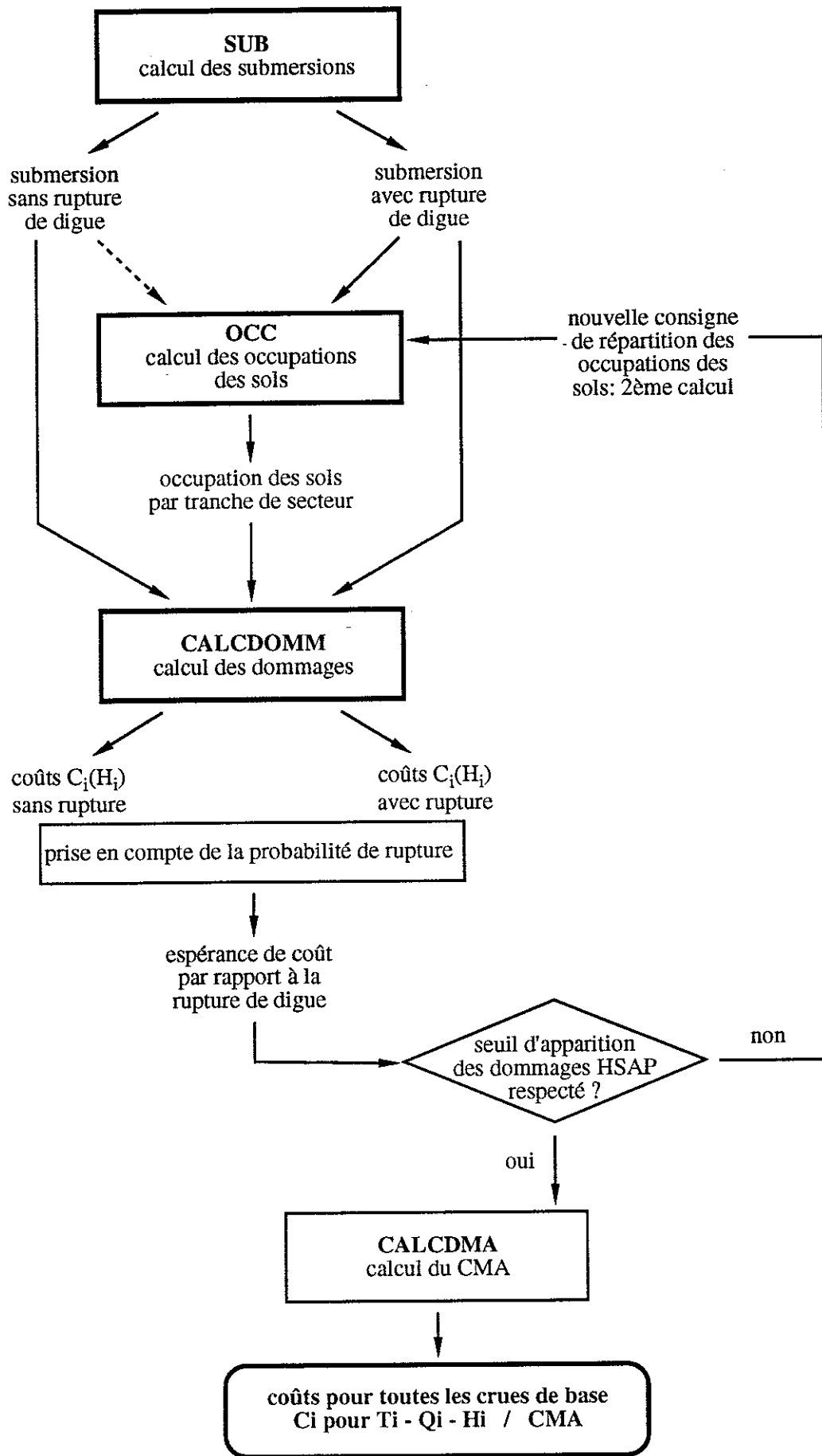
C	coût des dommages pour une crue donnée
CMA	coût moyen annuel des dommages
d	durée de submersion
H	cote hydrométrique maximale de crue
h	hauteur de submersion
HRIS	seuil (en cote) d'apparition du risque de rupture de digue
HRUP	seuil (en cote) de rupture certaine de digue
HSAP	seuil (en cote) d'apparition des dommages
Q	débit de pointe de crue
S	surface inondée pour une crue donnée, sur un secteur
$\delta S$	surface d'une tranche de secteur inondable
T	période de retour de crue

l'indice  $i$  se rapporte aux crues de base,  $j$  aux tranches de secteurs.

Ce programme de calcul utilise comme entrée les fichiers extraits des bases de données SECTMCRU, SECTMHYD et SECTMOCS (voir pages précédentes) et contenant respectivement les enregistrements relatifs à un même ensemble de secteurs, ainsi que les fichiers contenant les fonctions de coûts élémentaires (voir les tableaux donnés dans l'annexe VIII.D). Nous présentons ici le traitement pour un secteur. Il évident que les programmes développés peuvent traiter un ensemble de secteurs, en produisant des résultats agrégés (sur les crues de base de périodes de retour pré-déterminées), ou des résultats par secteur.

La page qui suit présente la structure d'ensemble du programme DDI. Les différents modules sont ensuite décrits et structurés selon les trois modules majeurs: SUB (calcul des conditions de submersion), OCC (détermination de l'occupation des sols) et CALCDOMM (calcul des dommages).





## SUB: calcul des conditions de submersion

vérification de cohérence entre les surfaces connues et une information éventuelle sur le seuil de submersion complète du secteur

**NUMSEUIL:** identification des numéros d'ordre des crues de base correspondant à des seuils de mécanismes de submersion

préparation des tableaux de résultats

**SURFPROF:** calcul de surfaces à partir du profil de vallée, pour les secteurs de type A; ajout dans les valeurs connues de surfaces inondées

calcul des conditions de submersion  $S_i$ ,  $\delta S_i$ ,  $h_{ij}$  en fonction du type de secteur

**TYP A**

**TYP B**

**TYP C**

**TYP D**

**TYP E**

**TYP F**

**TYP G**

**DUREES:** calcul des durées de submersion  $d_{ij}$  (cf. annexe VIII.C)

les sous-programmes SURFPROF, et TYP A ... TYP G sont détaillés ci-dessous

### **SURFPROF: calcul de valeurs de surfaces inondées d'après le profil simplifié de vallée**

Les fonctions détaillées de ce sous-programme sont explicitées en annexe VIII.C (pour les secteurs de type A). Il fait appel aux sous-programmes suivants:

**SURFCHER:** recherche dans une liste des couples "cote-surface" (H,S) encadrant une cote  $H_0$  donnée

**SOLO:** estimation d'une surface inondée  $S_r$ , pour une cote de crue  $H_r$  correspondant à un changement de pente (de P1 à P2), à partir de deux valeurs connues de surfaces  $S_a$  et  $S_b$  correspondant à des cotes de crues  $H_a$  et  $H_b$

### **TYP A, TYP B ... TYP G: calcul des submersions sur des secteurs de types respectifs A, B ... G**

Les sous-programmes TYP A à TYP G font appel aux sous-programmes suivants (pour les procédures de calcul, voir l'annexe VIII.C; le phasage des calculs est présenté brièvement plus loin):

**SDEBORDE** calcul des surfaces pour un secteur non endigué, par interpolation et/ou extrapolation (sur la relation surface-cote, par une formule logarithmique)

**SDEVERSE** calcul des surfaces pour un déversement par interpolation et/ou extrapolation (sur la relation surface-cote, par une formule logarithmique), en prenant en compte d'éventuelles limites minimales et/ou maximales

**SREMOUSA** calcul des surfaces liées au remous aval, par interpolation et/ou extrapolation (sur la relation surface-cote, par une formule linéaire), en respectant une limite maximale (cote HM, surface SM)

**HDERRDIG** calcul des hauteurs de submersion  $d_{ij}$  (dus à la crue  $H_i$  sur la tranche de secteur délimitée par  $H_{j-1}$  et  $H_j$ ) pour des surfaces inondées par déversement (ou rupture de digue)

Par ailleurs, on vérifie après les calculs qu'on prend correctement en compte l'existence éventuelle d'une cote de crue pour laquelle le secteur est complètement inondé (la surface ne croît plus quand la cote augmente).

**TYP A: calcul des submersions pour un secteur de type A (débordement direct)**

**SDEBORDE**  
calcul des hauteurs de submersion

**TYP B: calcul des submersions pour un secteur de type B (déversement)**

**SDEVERSE**  
**HDERRDIG**

**TYP C: calcul des submersions pour un secteur de type C (rupture de digue)**

**SDEVERSE** (cf. déversement au seuil d'apparition du risque de rupture)  
**HDERRDIG**

**TYP D: calcul des submersions pour un secteur de type D (remous aval et déversement)**

identification d'une limite maximale pour la surface inondée par remous  
**SREMOUSA**  
identification d'une limite minimale pour la surface inondée par déversement  
**SDEVERSE**  
calcul des hauteurs sur la zone inondée par remous  
**HDERRDIG** pour la partie de secteur inondée uniquement par déversement

**TYP E: calcul des submersions pour un secteur de type E (remous aval et rupture de digue)**

*scénario sans rupture*

calcul des hauteurs de submersion pour la zone inondée par remous  
identification d'une limite maximale pour la surface inondée par remous  
**SREMOUSA**

*scénario rupture*

pour la zone inondée par remous: reprise des résultats du scénario sans rupture (sous la crue seuil de rupture)  
identification d'une limite minimale pour les surfaces inondées par rupture  
**SDEVERSE**  
**HDERRDIG**: hauteurs pour la zone inondée seulement par rupture de digue

**TYP F: calcul des submersions pour un secteur de type F (déversement et rupture de digue)**

*scénario sans rupture*

identification d'une limite maximale pour la surface inondée par déversement  
**SDEVERSE** pour des crues inférieures au seuil de rupture certaine  
**HDERRDIG** pour des crues inférieures au seuil de rupture certaine

*scénario rupture*

pour la zone inondée avant la crue seuil d'apparition du risque de rupture: reprise des résultats du scénario sans rupture  
identification d'une limite minimale pour la surface inondée par rupture  
SDEVERSE pour les surfaces inondées par rupture  
HDERRDIG pour la zone inondée par rupture seulement  
vérification de la compatibilité des deux scénarios (surface sans rupture  $\leq$  surface rupture)

**TYPG: calcul des submersions pour un secteur de type G (remous aval, déversement et rupture de digue)**

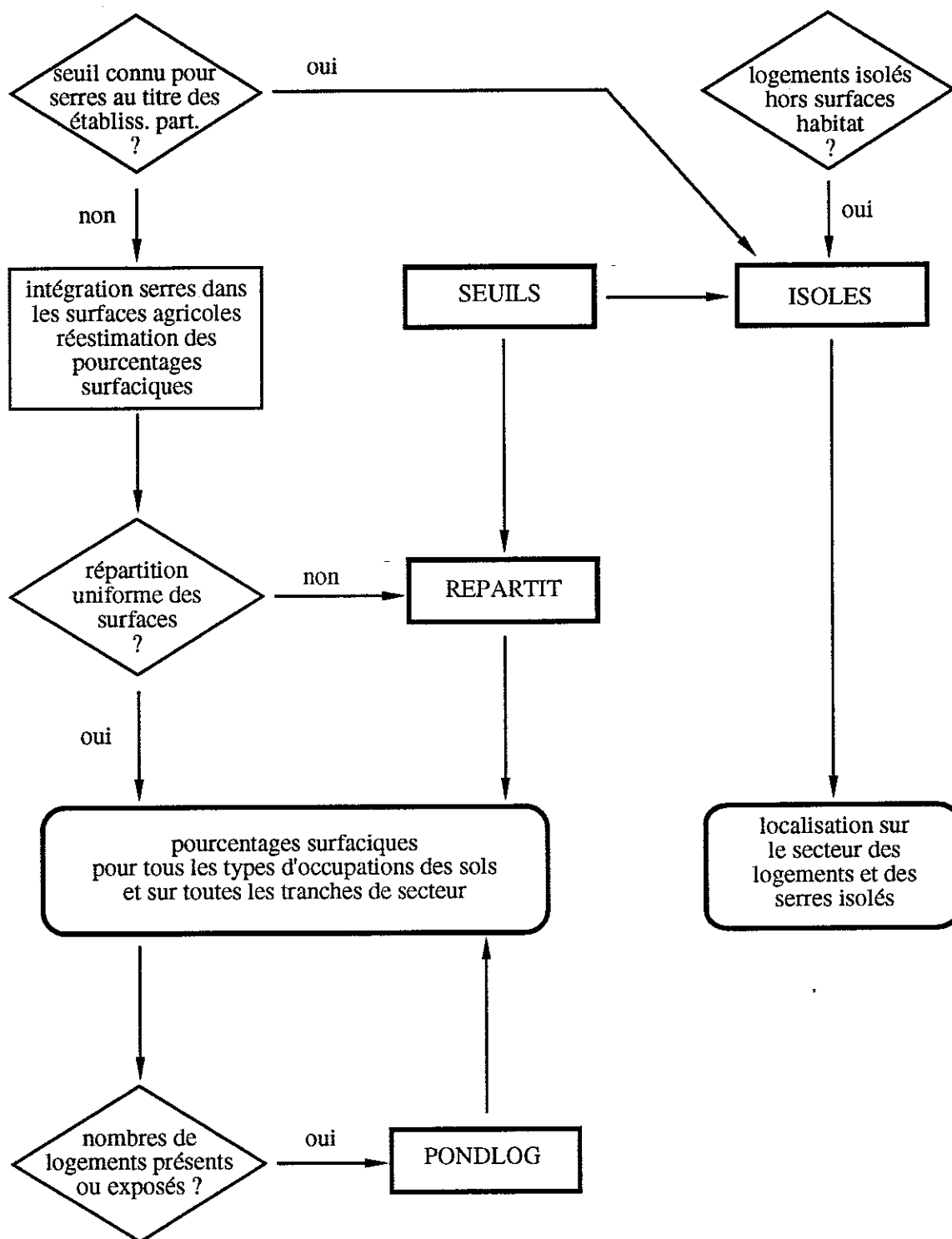
*scénario sans rupture*

identification de limites maximales de surface pour le remous (par rapport au déversement) et pour le déversement (par rapport à la rupture)  
SREMOUSA pour les surfaces inondées par remous  
identification d'une limite minimale pour la surface inondée par déversement  
SDEVERSE pour les surfaces inondées par déversement sous le seuil de rupture certaine  
HDERRDIG pour les hauteurs sur la zone inondée par déversement seul, et sous le seuil de rupture certaine  
calcul des hauteurs sur la zone inondée par remous

*scénario rupture*

pour la zone inondée avant la crue seuil de risque de rupture, reprise des résultats du scénario sans rupture  
identification d'une limite minimale pour les surfaces inondées par rupture  
SDEVERSE pour les surfaces inondées par rupture  
HDERRDIG pour les hauteurs sur la zone inondée par rupture  
vérification de la compatibilité des deux scénarios (surface sans rupture  $\leq$  surface rupture)

# OCC: détermination de l'occupation des sols



## SEUILS: mise en forme des données et préparation du calcul sur l'occupation des sols

identification des tranches de secteurs contenant des serres recensées comme établissements particuliers

traduction de l'information "0 logement exposé à l'inondation H1" en "0 logement présent dans la zone inondée par H2"

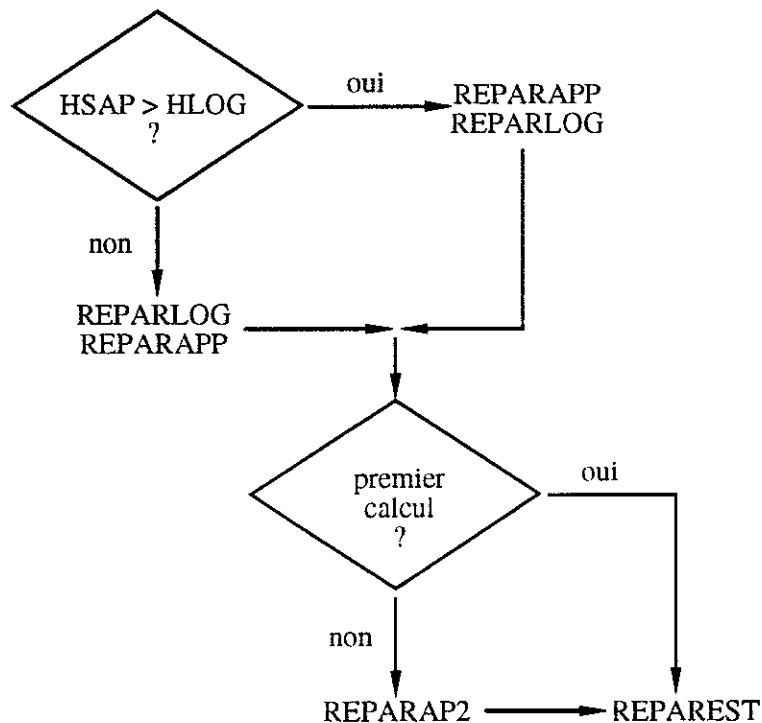
répartition dans les tranches de secteurs des logements non intégrés dans les surfaces de type "habitat"

seuils de crue "n logements présents" ramenés aux crues de base, en modifiant les nombres de logements par interpolation sur les surfaces inondées

**REPARTIT: répartition des types d'occupations des sols dans les tranches de secteurs, en fonction du seuil d'apparition des dommages (cote HSAP) et du seuil "0 logement présent dans la zone inondée" (pour la crue de cote HLOG)**

*répartition des types de surfaces, en valeurs absolues, dans les tranches de secteur correspondant à la plus grande surface inondée connue, selon quatre situations possibles*

- 1 prise en compte du seuil d'apparition de dommages HSAP pour le premier calcul  
REPARAPP par rapport à HSAP  
REPAREST
- 2 prise en compte du seuil d'apparition de dommages HSAP pour le second calcul  
REPARAPP par rapport à HSAP  
REPARAP2 par rapport à HSAP  
REPAREST
- 3 prise en compte du seuil "0 logement présent" pour la crue HLOG  
REPARLOG par rapport à HLOG  
REPAREST
- 4 prise en compte conjointe des deux seuils HSAP et HLOG



*retour aux pourcentages de surface sur ces tranches de secteur*

*extrapolation aux tranches supérieures des pourcentages surfaciques obtenus dans la plus haute tranche de secteur traitée*

**REPARAPP: répartition des types d'occupations des sols les plus vulnérables sur la surface disponible entre la surface inondée en HSAP et la plus forte surface connue**

on place les surfaces absolues des types les plus vulnérables de façon uniforme dans les tranches comprises entre le seuil d'apparition des dommages HSAP et la plus forte surface connue; à défaut, on place les surfaces restant à localiser dans les tranches de secteur justes inférieures à HSAP; on procède dans l'ordre suivant, par rapport aux types d'occupations des sols:

- centre-ville + zone urbaine dense + centre bourg / village
- zone urbaine non continue + grand collectif + zone artisanale et commerciale + zone industrielle
- cultures spéciales (serres, horticulture, cultures maraîchères, légumes frais en champ)

**REPARAP2: répartition des types d'occupations des sols les moins vulnérables sur les tranches de secteur les plus basses**

on place, sous le seuil d'apparition des dommages, les surfaces occupées par les types d'occupations des sols les moins vulnérables, en commençant par les tranches les plus basses et dans l'ordre suivant:

- zones autres non vulnérables
- surface toujours en herbe et cultures autres
- cultures agricoles, hormis surface toujours en herbe, cultures autres, cultures spéciales (cf. plus haut)
- zones autres vulnérables

**REPARLOG: répartition des types d'occupations des sols "habitat" au-dessus du seuil de crue HLOG, à l'intérieur de la plus forte surface inondée connue**

on localise ces surfaces "habitat" uniformément sur les tranches comprises entre HSAP et la plus forte crue connue, dans l'ordre de priorité suivant:

- centre-ville + zone urbaine dense + centre bourg / village
- zone urbaine non continue + grand collectif
- pavillonnaire
- habitat dispersé

**REPAREST: répartition uniforme des types d'occupations des sols non encore traités à l'intérieur de la plus forte surface inondée connue**

ces types sont répartis en fonction des surfaces non encore "occupées" dans les diverses tranches de secteurs, suite à la mise en oeuvre des procédures REPARAPP, REPARAP2, REPARLOG

**PONDLOG: prise en compte des informations sur les nombres de logements présents dans la zone inondée ou exposés à la submersion**

Ajustement des pourcentages surfaciques des types d'occupations des sols "habitat" (aggloméré et dispersé) pour que, en fonction des densités standard de logements

considérées par type, les nombres de logements estimés par le modèle soient cohérents avec les informations suivantes:

- nombre de logements présents dans la zone inondable pour une crue d'intensité donnée;
- nombre de logements exposés à une crue d'intensité donnée, c'est-à-dire ayant leur premier niveau habité inondé.

Notons que l'on ne modifie pas les pourcentages surfaciques des autres types d'occupations des sols, la somme des pourcentages ne demeurant pas nécessairement égale à 100%: l'ajustement des pourcentages constitue un moyen détourné, mais simple de mise en oeuvre, pour corriger les densités de logements considérées par défaut.

Si l'on connaît des données "nombre de logements présents", on néglige d'éventuelles données "nombres de logements exposés": l'exploitation de ces dernières -utiles mais peu précises- repose sur une procédure complexe et dépend de la connaissance -très approximative- des hauteurs de planchers par rapport au terrain naturel. Pour le cas "nombre de logements présents", on a traité les données de telle sorte que l'on se réfère à un ensemble de "tranches" de secteur complètes: on peut ainsi ajuster les coefficients surfaciques en procédant des tranches basses vers les tranches hautes.

Les densités standard de logements, pour les zones agglomérées, sont présentées dans l'annexe VIII.D. Rappelons-les ici.

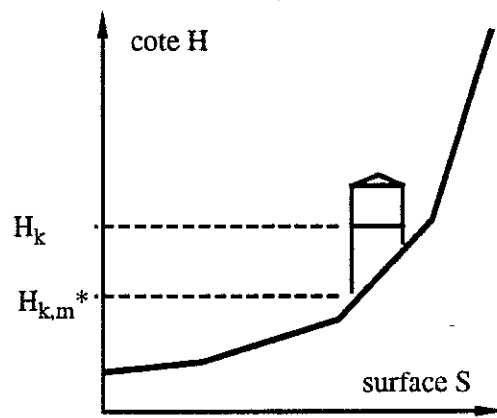
	densité totale de logements présents (nombre / hectare)	densité de logements en rez-de-chaussée (nombre / hectare)
centre ville	28	5
zone urbaine dense	51	13
zone urbaine non continue	43	12
grand collectif	93	12
pavillonnaire	22	22
centre de bourg / village	21	10

Rappelons que pour l'habitat dispersé, la densité de logements est une des données d'entrée du modèle.

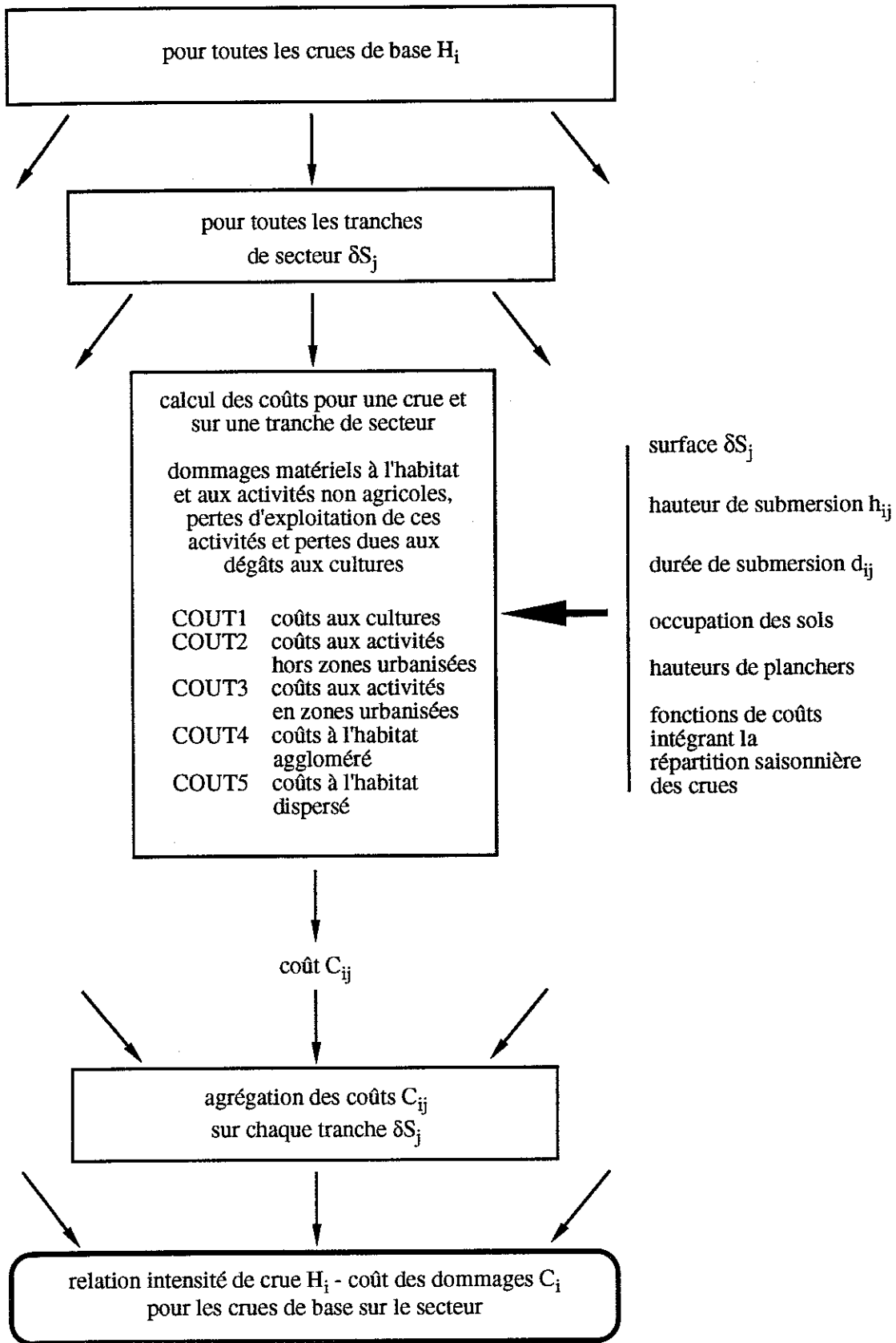
Les calculs réalisés par PONDLOG sont les suivants:

- 1 si on connaît des nombres de logements présents dans une zone inondée (pour une crue d'intensité donnée), cette information est seule utilisée pour pondérer les pourcentages de surfaces habitat; le calcul est alors effectué en partant des tranches basses vers les tranches hautes; dans le cas contraire, on se base sur l'information " $NLE_k$  logements touchés par l'inondation  $H_k$ "; la difficulté réside dans le fait qu'une telle information ne se réfère pas à l'emprise au sol des logements dénombrés, mais à l'altitude "absolue" de leur plancher
- 2 en fonction des "épaisseurs" des tranches de secteur (en altitude) et des hauteurs de planchers, on identifie pour chaque donnée ( $H_k, NLE_k$ ) et pour chacun des sept types d'habitat  $m$  ( $m$  de 1 à 7), la tranche de secteur dans laquelle se trouve le seuil  $H_{k,m}^*$  qui correspond à la limite d'emprise au sol des logements touchés par l'inondation  $H_k$  (voir figure)
- 3 on élimine les données ( $H_k, NLE_k$ ) telles que des seuils  $H_{k,m}^*$  et  $H_{k-1,m}^*$  soient situés dans la même tranche de secteur
- 4 on ajuste les pourcentages surfaciques des occupations des sols habitat (en raisonnant par rapport à l'emprise au sol) en fonction des valeurs croissantes de  $H_k$  et  $NLE_k$ ; ces pourcentages sont ajustés de façon uniforme dans une tranche donnée





# CALCDOMM: calcul des dommages



**COUT1, COUT2 et COUT3 (on ne détaille pas ces modules dont la structure est très simple)**

**COUT4 et COUT5: calcul des coûts à l'habitat, pour une crue donnée et sur une tranche de secteur donnée**

- 1 pour chaque type d'habitat, calcul du coût  $C_r$  correspondant à une crue rapide, en fonction de la hauteur  $h_{ij}$ , de la hauteur de plancher et du nombre de logements (surface de la tranche, pourcentage surfacique, densité); interpolation linéaire sur la relation liant dommage et hauteur d'eau au-dessus du plancher
- 2 pour chaque type d'habitat, calcul du coût  $C_l$  correspondant à une crue lente...
- 3 prise en compte de la durée de submersion  $d_{ij}$  pour le calcul du coût  $C$ :

$$\text{si } d_{ij} < 1,7 h_{ij} \text{ (crue rapide)} \quad C = C_r$$

$$\text{si } d_{ij} > 21 h_{ij} \text{ (crue lente)} \quad C = C_l$$

$$\text{si } 1,7 h_{ij} < d_{ij} < 21 h_{ij} \quad C = \frac{21 h_{ij} - d_{ij}}{19,3 h_{ij}} C_r + \frac{d_{ij} - 1,7 h_{ij}}{19,3 h_{ij}} C_l$$

**Annexe VIII.F.**  
**les valeurs par défaut pour les hauteurs de plancher**





### c) en zone urbaine non continue

Les valeurs recueillies sur différents secteurs vont de 0,00 à 2,50 mètres (8 valeurs sur 9 sont inférieures ou égales à 1 mètre). Si l'on fait à nouveau abstraction de la valeur maximale qui semble sur-représentée dans l'échantillon, on obtient une valeur moyenne de 0,30 mètre (écart-type de 0,33).

Lors des enquêtes auprès des sinistrés, on a obtenu les valeurs suivantes:

- à Saintes quartier 2                    0,40 sans sous-sol (2 valeurs)
- à Saintes quartier 6                    0,22 sans sous-sol (17 valeurs)  
    1,53 avec sous-sol (3 valeurs)
- à Poitiers quartier 2                    0,00 sans sous-sol (1 valeur)
- à Lagny-Marne quartier 2                -0,15 sans sous-sol (6 valeurs)  
    0,82 avec sous-sol (4 valeurs)
- à Béziers quartier 1                    -0,04 sans sous-sol (10 valeurs)  
    1,80 avec sous-sol (1 valeur).

Soit en moyenne 0,09 mètre sans sous-sol (36 valeurs, 82% des cas) et 1,21 mètre avec sous-sol (8 valeurs), d'où une moyenne générale de 0,29 mètre.

Cette concordance en moyenne entre les deux sources d'informations nous incite à proposer une valeur par défaut de 0,30 mètre.

### d) en zone d'habitat collectif (grands immeubles)

On ne dispose que de valeurs issues du recueil de données sur les secteurs inondables: 0,50, 0,80 et 1,50 mètre, soit une moyenne de 0,90 mètre (écart-type 0,50). On propose de retenir cette valeur par défaut.

### e) en zone pavillonnaire

Les valeurs recueillies sur différents secteurs recouvrent souvent une valeur moyenne entre des pavillons sans sous-sol (surélevés ou non) et des pavillons avec sous-sol partiellement enterré. Sur 18 valeurs s'échelonnant de 0,00 à 1,50 mètre, on obtient une valeur moyenne de 0,90 mètre (écart-type 0,50).

Lors des enquêtes auprès des sinistrés, on a obtenu des valeurs sur 11 quartiers différents: Châtelleraut quartier 2, Poitiers quartier 1, Lagny-sur-Marne quartiers 1 3 et 4, Ésbly en totalité et Condé-Sainte-Libiaire, Béziers quartier 3, Sérignan quartier 3. Les valeurs moyennes obtenues sont de -0,02 mètre sans sous-sol, 1,46 mètre avec sous-sol et 0,24 en moyenne générale.

Si l'on fait abstraction des données issues de Seine-et-Marne pour l'habitat sans sous-sol (premiers niveaux sous le terrain naturel), données qui sont très représentées dans l'échantillon (68 valeurs) et correspondent à une situation très particulière, on obtient les valeurs moyennes suivantes:

- 0,16 mètre sans sous-sol (62 valeurs)
- 1,46 mètre avec sous-sol (28 valeurs)
- 0,56 mètre en moyenne globale.

Dans cet échantillon "modifié", les pavillons avec sous-sol sont représentés avec un poids qui semble mieux refléter leur représentativité réelle. On propose de retenir comme valeur par défaut 0,75 mètre (correspondant à la moyenne des moyennes).







**Annexe IX.A.**  
**les questionnaires utilisés pour le recueil**  
**des données sur les zones inondables**



# FICHE BIEF

<b>A - IDENTIFICATION</b>	<b>(réponses)</b>
1. Numérotation interne..... .....	
2. Numéro du département..... .....	
3. Nom du cours d'eau..... .....	
4. Code(s) hydro..... .....	
5. Pk limite amont..... Pk limite aval..... .....	
6. Longueur du bief (km)..... .....	
7. Nom des communes situées aux limites Commune amont..... Commune aval.....	
8. Station hydrométrique jaugée code hydro..... Pk.....	
9. Station hydrométrique de référence code hydro..... Pk.....	

## **B - CONDITIONS HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES DE REFERENCE**

1. Station hydrométrique jaugée :

H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	T (ans)	Q (m <sup>3</sup> /s)	T (ans)

2. Station hydrométrique de référence :

H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	T (ans)	Q (m <sup>3</sup> /s)	T (ans)

3. Caractère saisonnier des crues dommageables :

en %

(réponses)

- . Eté.....
- .....
- . Automne.....
- .....
- . Hiver.....
- .....
- . Printemps.....
- .....

4. Pour la plus forte crue connue :

- . Année.....
- .....
- . T Période de retour (ans).....
- .....
- . d Durée de débordement (heures).....
- .....
- . d' / d.....
- avec d' = durée caractéristique (où
- $Q \geq Q_{max} / 2$ )

5. Temps de montée d'une crue  
dommageable (en heures).....

6. Délai de prévision (en heures).....

7. Délai d'annonce (en heures).....

8. Pente moyenne sur le bief (en %).....

**C - CONDITIONS DE SUBMERSION**

(réponses)

1. Seuil d'apparition des dommages :

- . Station "jaug"
  - T (ans).....
  - Q (m<sup>3</sup>/s).....
  - H (m).....
- . Station "réf"
  - T (ans).....
  - Q (m<sup>3</sup>/s).....
  - H (m).....

**REMARQUES**

## **NOTICE DE LA FICHE BIEF**

Un bief correspond à un tronçon de vallée (rives droite et gauche) entièrement situé dans un département donné (ou marquant la limite administrative entre deux départements), et présentant une certaine unité hydrologique et hydraulique :

- pas d'affluent important,
- pas de retenue,
- pas de modification sensible du régime hydrologique,
- pas de point de contrôle hydraulique sensible en crue.

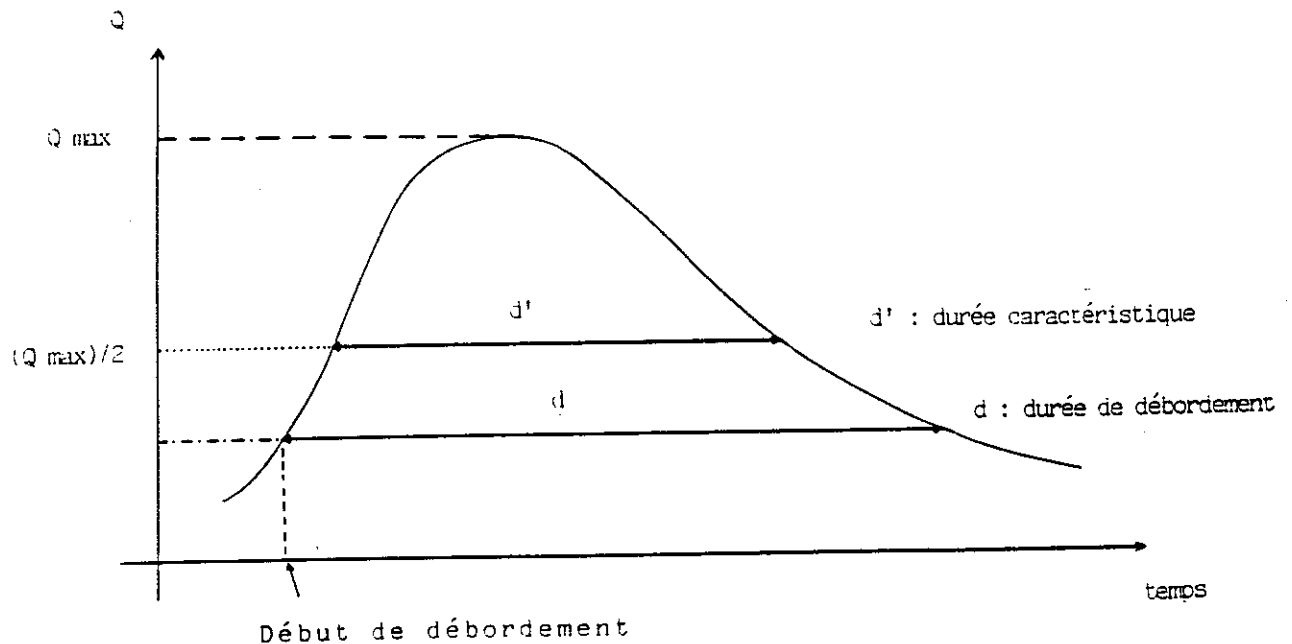
Il s'agit notamment de pouvoir faire les hypothèses suivantes sur un bief : débits de crue uniformes, et plans d'eau parallèles pour différentes crues débordantes. On peut intégrer à un bief une zone de confluent qui serait inondable essentiellement par remous aval.

- A 1 -** Numérotation interne au CERGRENE.
- A 4 -** Ensemble des codes hydro pour les tronçons de cours d'eau appartenant en tout ou partie au bief.
- A 7 -** On choisira les "communes limites" de telle sorte que leurs territoires respectifs soient situés au droit des limites du bief.
- A 8 -** On recherche, pour le bief, une (et une seule) station jaugée qui soit représentative pour les débits de crue (si possible située sur le bief).
- A 9 -** Si une station hydrométrique différente de la précédente présente, pour le bief, une meilleure représentativité pour les hauteurs d'eau en crue (échelonnement des hauteurs pour différentes crues de fréquences ou débits donnés), elle pourra également être retenue.
- B 1/B 2 -** Points permettant de définir une ou plusieurs des relations H-Q, H-T, Q-T (H hauteur, Q débit, T durée de retour) aux stations jaugée et/ou de référence ; on assimile les courbes de ces relations à des lignes brisées dont on relève les points anguleux (correspondant aux moyennes et hautes eaux).

**B 3 -** La répartition saisonnière des crues est variable en fonction de leur intensité ; à titre de simplification, on recherche la répartition, en pourcentages d'occurrences, des crues **dommageables** selon les saisons suivantes :

- été : juillet à septembre inclus,
- automne : octobre à décembre inclus,
- hiver : janvier à mars inclus,
- printemps : avril à juin inclus

**B 4 -**



**B 6 -** Echéance de prévision (-1 s'il n'y a pas de prévision ni d'observation, 0 s'il y a seulement observation).

**B 7 -** Délai entre l'élaboration d'un bulletin d'alerte ou de prévision (par le service d'annonce), et la transmission de l'information à la population.

# FICHE SECTEUR

<b>A - IDENTIFICATION</b>	<b>(réponses)</b>
1. Référence du bief d'appartenance..... Numéro du secteur.....	
2. Pk limite amont..... aval..... .....	
3. Définition du secteur	
. Agglomération(s) concernée(s)..... .....	
. Rive droite concernée.....	oui      non
. Rive gauche concernée.....	oui      non
4. Station hydrométrique concernée :	
. Code hydro..... .....	
. Pk.....	
<b>B - CONDITIONS HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES DE SUBMERSION</b>	<b>(réponses)</b>
1. Seuil d'apparition des dommages :	
. T période de retour (ans)..... .....	
. Q débit (m <sup>3</sup> /s)..... .....	
. H hauteur (m).....	
2. Seuil de submersion complète :	
. T période de retour (ans)..... .....	
. Q débit (m <sup>3</sup> /s)..... .....	
. H hauteur (m).....	



3. Pour la plus forte crue connue

- . Année.....
- . T période de retour (ans).....
- . Durée de submersion (heures).....

4. Profils en travers sur le secteur

Système de référence

- . T (ans).....
- . Q (m<sup>3</sup>/s).....

Situation :

- Pk.....
- P<sub>1</sub> (‰).....
- rive gauche H<sub>1</sub> (m).....
- P<sub>2</sub> (‰).....
- P<sub>1</sub>' (‰).....
- rive droite H<sub>1</sub>' (m).....
- P<sub>2</sub>' (‰).....

5. Surfaces totales submergées pour différentes crues connues (sur le secteur)

	T (ans)	Q (m <sup>3</sup> /s)	S surface submergée (en ha)
Crue seuil début de débordement			
Crue seuil de submersion complète du secteur			

6. Présence d'un déversoir..... oui non  
 Déversement par dessus  
 la digue possible..... oui non
- Crue seuil de déversement
- . H (m).....
  - . Q (m<sup>3</sup>/s).....
  - . T (ans).....

h (m)	T (ans)	ou	h (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)

**C - OCCUPATION DU SECTEUR**

(réponses)

1. Proportions de la surface inondable occupées par (total = 100 %) :
- . Habitat aggloméré.....
  - . Habitat dispersé.....
  - densité en log/ha.....
  - . Zones artisanales et commerciales.....
  - . Zones industrielles.....
  - . Cultures agricoles (surface agricole utilisée).....
  - . Forêts et bois exploités.....
  - . Autres occupations du sol vulnérables aux inondations.....
  - . Autres occupations du sol non vulnérables aux inondations.....

2. Nombre de logements présents et exposés dans différentes emprises données

T (ans)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Nombre de logements présents	Nombre de logements exposés	Population totale

3. Composition de l'habitat aggloméré en % sur la surface (total = 100 %)

	(réponses)
. Centre-ville.....	
. Urbain dense.....	
. Urbain non continu.....	
. Grand collectif.....	
. Pavillonnaire.....	
. Centre de bourg/village.....	

Hauteur moyenne du plancher par rapport au terrain naturel (en mètres)

	(réponses)
. Centre-ville.....	
. Urbain dense.....	
. Urbain non continu.....	
. Grand collectif.....	
. Pavillonnaire.....	
. Centre de bourg/village.....	

4. Nombre d'exploitations agricoles dans différentes emprises données

Q (m <sup>3</sup> /s)	T (ans)	Nombre d'exploitations agricoles	Implantation		Densité (pour disp.)
			% aggl	% disp	

5. Composition des cultures agricoles en pourcentages sur la surface agricole (total = 100 %)

	(réponses)
. Serres.....	
.....	
. Horticulture.....	
.....	
. Cultures maraîchères.....	
.....	
. Légumes (frais en champs).....	
.....	
. Vignes.....	
.....	
. Vergers 6 espèces (abricotiers, cerisiers, pêchers, poiriers, pommiers, pruniers)...	
.....	
. Autres cultures permanentes.....	
.....	
. Blé et orge d'hiver.....	
.....	
. Maïs grain.....	
.....	
. Autres céréales.....	
.....	
. Maïs fourrage.....	
.....	
. Autres cultures fourragères.....	
.....	
. Plantes sarclées.....	
.....	
. Cultures industrielles.....	
.....	
. Surface toujours en herbe.....	
.....	
. Autres.....	

6. Installations et équipements particuliers

Nature	Critère retenu	Valeur critère	Seuil de submersion			
			T (ans)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	

7. Coupures de voies de communication

Nature	Seuil de coupure			Trafic stoppé	Trafic détourné	Longueur détour
	T (ans)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)			

**D. SECTEURS ENDIGUES AVEC RISQUE DE RUPTURE**

(réponses)

1. Crue seuil à partir de laquelle le risque de rupture est non nul

- . Q (m<sup>3</sup>/s).....
- .....
- . T (ans).....
- .....
- . H (m).....

2. Crue seuil à partir de laquelle la rupture est certaine

- . Q (m<sup>3</sup>/s).....
- .....
- . T (ans).....
- .....
- . H (m).....

3. Surfaces concernées pour différentes crues (connues et/ou simulées) dans l'hypothèse d'une rupture

Q (m <sup>3</sup> /s)	T (ans)	H (m)	Surface concernée (ha)

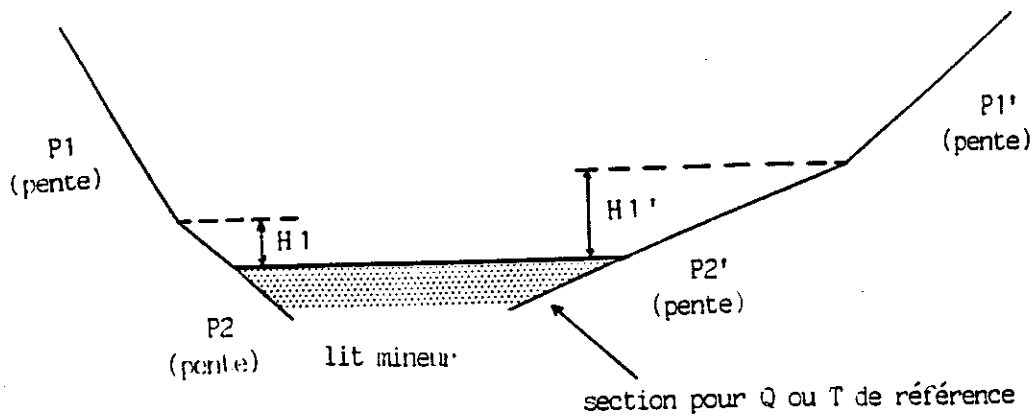
**REMARQUES**

## NOTICE DE LA FICHE SECTEUR

La décomposition d'un bief en secteurs est faite de telle sorte que ces secteurs répondent à un ou plusieurs des critères suivants :

- entité géographique qui se distingue par un mode particulier d'occupation des sols (agglomération...) présentant une vulnérabilité particulière aux inondations,
- zone placée dans une situation spécifique en matière de protection (endiguement...) ce qui modifie l'exposition au risque par rapport à d'autres zones du bief,
- secteur "délocalisé" (qui ne correspond pas à une zone géographique délimitée à l'intérieur du bief) ayant une répartition homogène des modes d'occupation des sols (zone urbaine, habitat diffus en zone de cultures céréalières...).

- A 1 -** Numérotation, interne au CERGRENÉ du bief d'appartenance ; numéro du secteur à l'intérieur du bief (de 1 à n).
- A 3 -** Localisation du secteur, et définition "en clair".
- A 4 -** Identification de celle des deux stations hydrométriques (cf. BIEF) la plus représentative, qui sert de référence pour toutes les indications hydrologiques et surtout hydrauliques.
- B 2 -** On cherche les caractéristiques de la crue seuil pour laquelle toute la surface du secteur est submergée.
- B 3 -** Profil en travers simplifié du lit majeur, caractéristique du secteur ; chaque rive du profil est caractérisée par deux pentes (en % ) et par un point de rupture de pente (localisé par une altitude par rapport à un niveau de référence) : on localisera ce point au-dessus du seuil de dommages, et au-dessous de la plus forte crue connue ; le niveau de référence (en altitude) utilisé est le niveau de l'eau pour une crue déterminée (par Q ou T).



- B 6-** Pour un secteur endigué, caractéristiques de la crue-seuil pour laquelle commence le déversement (déversoir aménagé, ou déversement par-dessus la digue) ; pour la partie du secteur inondée par déversement, niveau moyen  $h$  de l'eau (au-dessus du sol) pour différentes crues.
- C 1-** D'après la définition d'un secteur, on considère en première approche que -pour toute crue- la surface inondée présente une même répartition des modes d'occupation des sols.
- C 2-** Un logement "présent" est implanté dans la zone inondable, un logement "exposé" est susceptible d'être atteint par l'eau.
- C 3-** Par plancher, on comprend ici le plancher du premier niveau habité.
- C 4-** On répartit les exploitations agricoles selon la localisation de leur siège (ou bâtiments principaux) à l'intérieur ou à l'extérieur de l'agglomération ; pour celles qui se trouvent dans cette deuxième situation, on cherche à déterminer leur densité par rapport à la surface agricole utilisée.
- C 6-** On identifie ici les installations et équipements particuliers (hors voies de communication) susceptibles d'être touchés (et endommagés ou perturbés dans leurs activités) à partir d'une crue-seuil de caractéristiques données ; l'importance de chaque équipement ou installation est évaluée à l'aide d'un critère de "taille" (ou de plusieurs) ;

A titre d'exemple :

- hôpital (nombre de lits),
- gare SNCF (trafic en transit et trafic spécifique en nombre de passagers, tonnes de fret),
- station d'épuration (nombre d'équivalents - habitants),
- établissement industriel particulier (nature de l'établissement et surface des bâtiments ou nombre d'employés).

**C7-** On s'intéresse ici (autant que possible) aux trafics de "transit" par rapport à la zone inondée, et donc pas aux voies ne desservant que la zone inondée elle-même ; la nature de ces voies correspond a priori à l'un des cas suivants : autoroute, route nationale, route départementale, voie ferrée...





**Annexe IX.B.**  
**la critique hydrologique effectuée sur les**  
**données des stations hydrométriques**



Cette annexe présente, pour les tronçons de cours d'eau et les stations hydrométriques de l'aire d'étude sur lesquelles on dispose des données suffisantes, les résultats du programme de calcul TRTM (sous-modèle hydrologique): à partir de couples connus de valeurs H-Q, H-T et Q-T (H cote en mètres, Q débit en mètres cubes par seconde, T durée de retour en années), on détermine les valeurs T, H et Q correspondant à un ensemble de crues données. On s'intéresse ici plus particulièrement aux débits correspondant à des durées de retour données.

En ce qui concerne la Loire, ces données n'intègrent ni l'effet "statique" ni les effets de la gestion de la retenue de Villerest. Ces données considèrent donc la situation antérieure à la mise en place de cet ouvrage.

Par ailleurs, les données chiffrées doivent être considérées avec toutes les incertitudes qu'elles intègrent (valeurs d'origine, mode de calcul...). En particulier, pour les forts débits, la précision à attendre n'est pas de l'ordre des dizaines de mètres cubes par seconde. Les valeurs de débits présentées pour des crues de durées de retour 200 ou 500 ans résultent dans la grande majorité des cas d'extrapolations "osées" et doivent être considérées comme telles. Aucune critique des données initiales connues ne peut raisonnablement s'appuyer sur l'estimation de ces valeurs "extrêmes". Par contre, toute procédure de calcul est critiquable dans ces gammes de phénomènes.

Les cartes qui suivent, hors la première carte de localisation, présentent chacune les débits "moyens par tronçons" correspondant respectivement aux durées de retour indiquées, ainsi que le rapport entre ce débit moyen et le débit de durée de retour 10 ans. Les tronçons amont, qui sont les seuls connus pour le Loir et la Sarthe, ne sont pas repris sur les cartes (on ne peut analyser aucune cohérence intéressante).

Les points de limites des tronçons numérotés correspondent aux localisations suivantes:

- 1 Loire pk (point kilométrique) 821: amont de la retenue de Grangent
- 2 Loire pk 732: aval du barrage de Villerest
- 3 Loire pk 655: confluent de l'Arnoux (la surface du bassin versant -BV- passe de 9.000 à 13.000 kilomètres carrés)
- 4 Loire pk 543: confluent de la Nièvre (le tronçon 3-4 est une forte zone d'expansion des crues)
- 5 Loire pk 537: confluent de l'Allier (BV de 18.000 à 32.500 km<sup>2</sup>)
- 6 Loire pk 230: confluent du Cher (BV de 42.000 à 53.000 km<sup>2</sup>; le tronçon 5-6 présente un fort laminage des crues rares)
- 7 Loire pk 195: confluent de la Vienne (BV de 56.000 à 81.000 km<sup>2</sup>)
- 8 Loire pk 140: confluent de la Maine (BV de 85.000 à 107.000 km<sup>2</sup>)
- 9 Allier pk 138: confluent de la Dore (forte zone d'expansion)
- 10 Allier pk 83: confluent de la Sioule
- 11 Allier pk 56: aval de Moulins (forte zone d'expansion à l'aval)
- 12 Cher pk 238: amont de Saint-Amand-Montrond
- 13 Cher pk 144: confluent de l'Yèvre et de l'Arnon
- 14 Cher pk 94: confluent de la Sauldre
- 15 Indre pk 114: limite départementale entre l'Indre et l'Indre-et-Loire (il n'existe pas d'affluent majeur)
- 16 Creuse pk 123: aval du barrage d'Eguzon

- 17 Creuse pk 108: confluent de la Bouzanne
- 18 Creuse pk 42: confluent de la Gartempe (BV augmente de plus de 50%)
- 19 Vienne pk 266: confluent du Taurion (BV double en surface)
- 20 Vienne pk 246: confluent de la Briance
- 21 Vienne pk 166: limite départementale (Charente - Vienne) à proximité de deux petites retenues (sur le tronçon 20-21, le BV augmente de plus de 50%, les débits croissent fortement de l'amont vers l'aval)
- 22 Vienne pk 78: confluent du Clain (sur le tronçon 21-22 le BV augmente de 50%)
- 23 Vienne pk 49: confluent de la Creuse (sur le tronçon 22-23 le BV augmente fortement; au confluent même, la surface du BV est presque doublée).

Les quantiles de débits ont été examinés en considérant d'une part les évolutions de l'amont vers l'aval, d'autre part les valeurs obtenues à proximité des confluits ("composition des débits"). Les points principaux qui se dégagent de cette première analyse sont les suivants:

- Loire amont: on observe apparemment un très fort laminage, pour les crues rares, entre les deux premiers tronçons;
- Loire amont entre les confluits de l'Arroux et de la Nièvre: si l'on se fie aux résultats, il y aurait d'une part un fort laminage pour les crues de durées de retour 5 et 10 ans, et une relative uniformité des débits des crues rares par rapport aux tronçons voisins ("équilibre" entre apports et laminage?); on ne dispose pas ici des moyens permettant de vérifier cette hypothèse sujette à caution;
- on observe un fort laminage des crues sur la partie aval de l'Allier;
- les crues fréquentes et moyennes (jusqu'à des durées de retour de quelques dizaines d'années) présentent des cohérences sensibles entre l'Allier et la Loire amont; pour les crues les plus rares (plus que centennales), les quantiles estimés sont peu cohérents au niveau du confluent (débit extrapolé à l'aval supérieur à la somme des débits extrapolés à l'amont, pour une même fréquence);
- sur la Loire moyenne (entre les confluits de l'Allier et de la Maine), on observe des cohérences de crues apparemment modestes avec le Cher, l'Indre ou la Vienne; à partir de durées de retour de l'ordre de 50 ans, on observe un laminage sensible des pointes de crues entre les confluits de l'Allier et du Cher;
- sur le Cher, entre les confluits de l'Arnon et de la Sauldre, les valeurs de débits obtenues pour les crues rares ne semblent pas très cohérentes;
- les trois cours d'eau considérés sur le bassin de la Vienne (avec le Clain et la Creuse) présentent de fortes cohérences aux confluits, pour les événements fréquents et moyens.

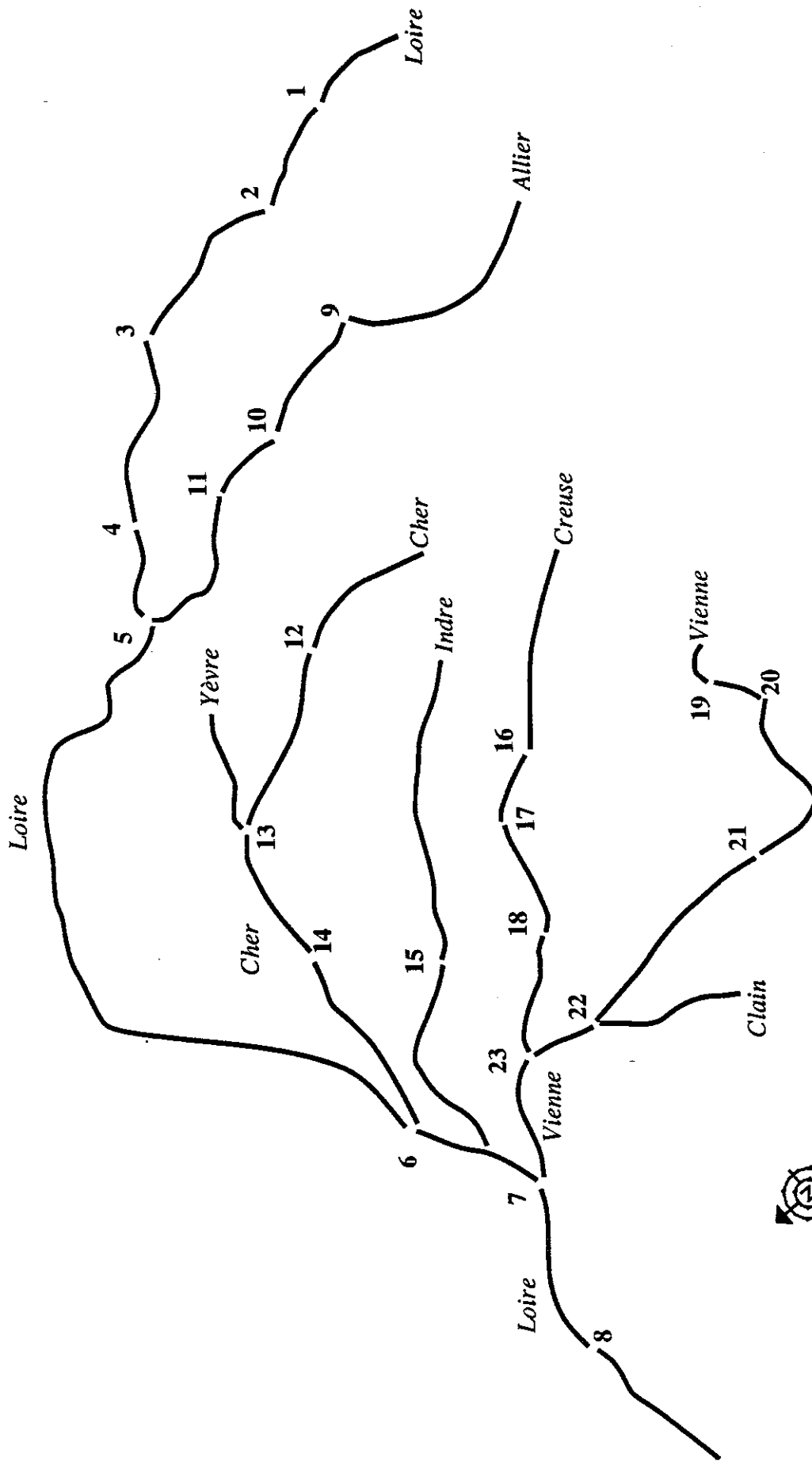
Les rapports des quantiles de débits (au débit décennal) constituent des indicateurs de la dispersion de la variable aléatoire "débit de pointe d'une crue". On fait abstraction ici des valeurs "douteuses" ou du moins peu assurées, qui concernent d'une part le Cher entre les confluits de l'Arnon et de la Sauldre, d'autre part l'aval immédiat du confluent Allier-Loire, pour les crues très rares. Il ne faut pas oublier que les valeurs numériques des débits de crues rares ne comptent que pour l'ordre de grandeur qu'elles proposent. Par ailleurs, on manque d'informations sur les apports au Cher amont et moyen, au niveau des confluits non considérés ici. Ceci interdit d'approfondir l'analyse sur cette partie de l'aire d'étude.

Pour les crues fréquentes (durées de retour de 2 et 5 ans), la dispersion des débits décroît d'amont en aval (régularisation des débits, effet de "composition" des apports), sauf en certains confluits où l'affluent apparaît augmenter la variabilité des débits du cours d'eau principal: Sioule-

Allier, Cher-Loire, Indre-Loire, Taurion-Vienne, Briance-Vienne, Clain-Vienne. Ce phénomène s'observe moins clairement sur la Loire amont et sur l'Indre.

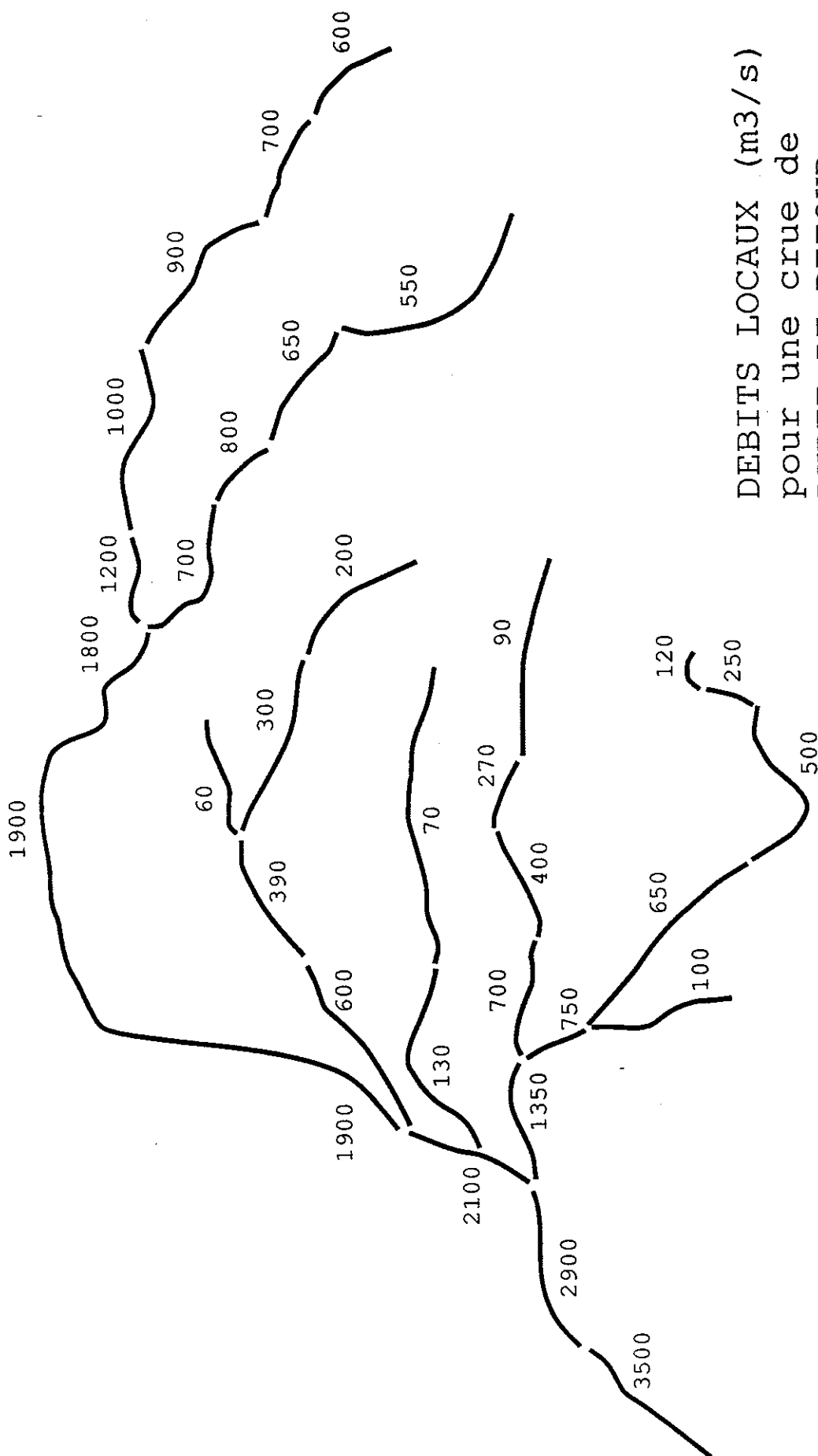
Pour les durées de retour supérieures à 10 ans, cette décroissance de la dispersion de l'amont vers l'aval s'observe de façon plus systématique. Il faut signaler les points suivants:

- l'effet des affluents sur l'amont de la Vienne et de la Loire (durées de retour de 20 et 50 ans), et l'effet de la Dore sur l'Allier;
- sur l'Allier aval, le fort laminage relatif de la crue décennale (par rapport aux autres crues et aux autres tronçons) perturbant "l'indicateur de dispersion" que constitue  $Q / Q(T=10)$ ;
- le laminage des crues rares de la Loire, entre les confluents de l'Allier et du Cher.



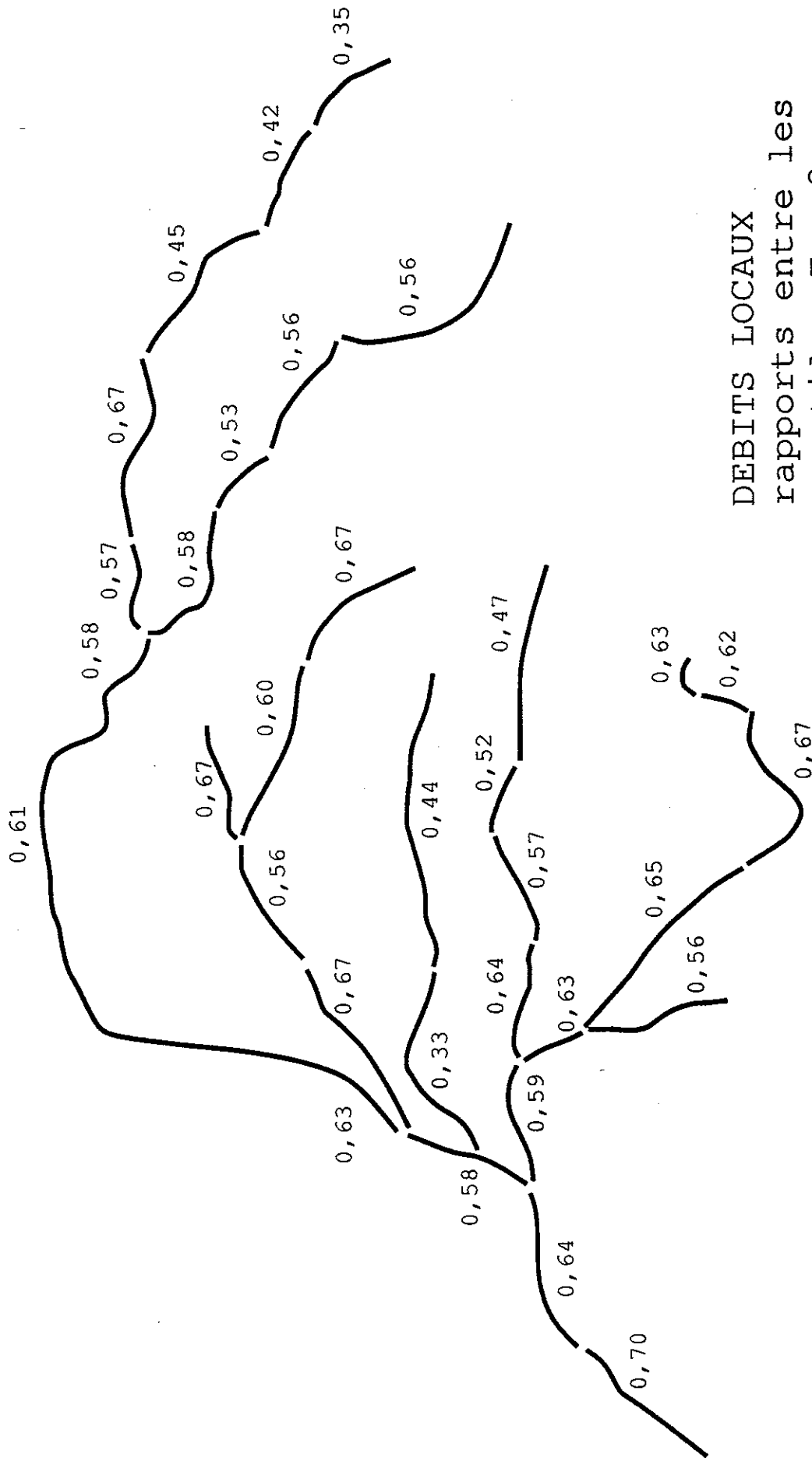
**CARTE DE LOCALISATION DES TRONCONS**



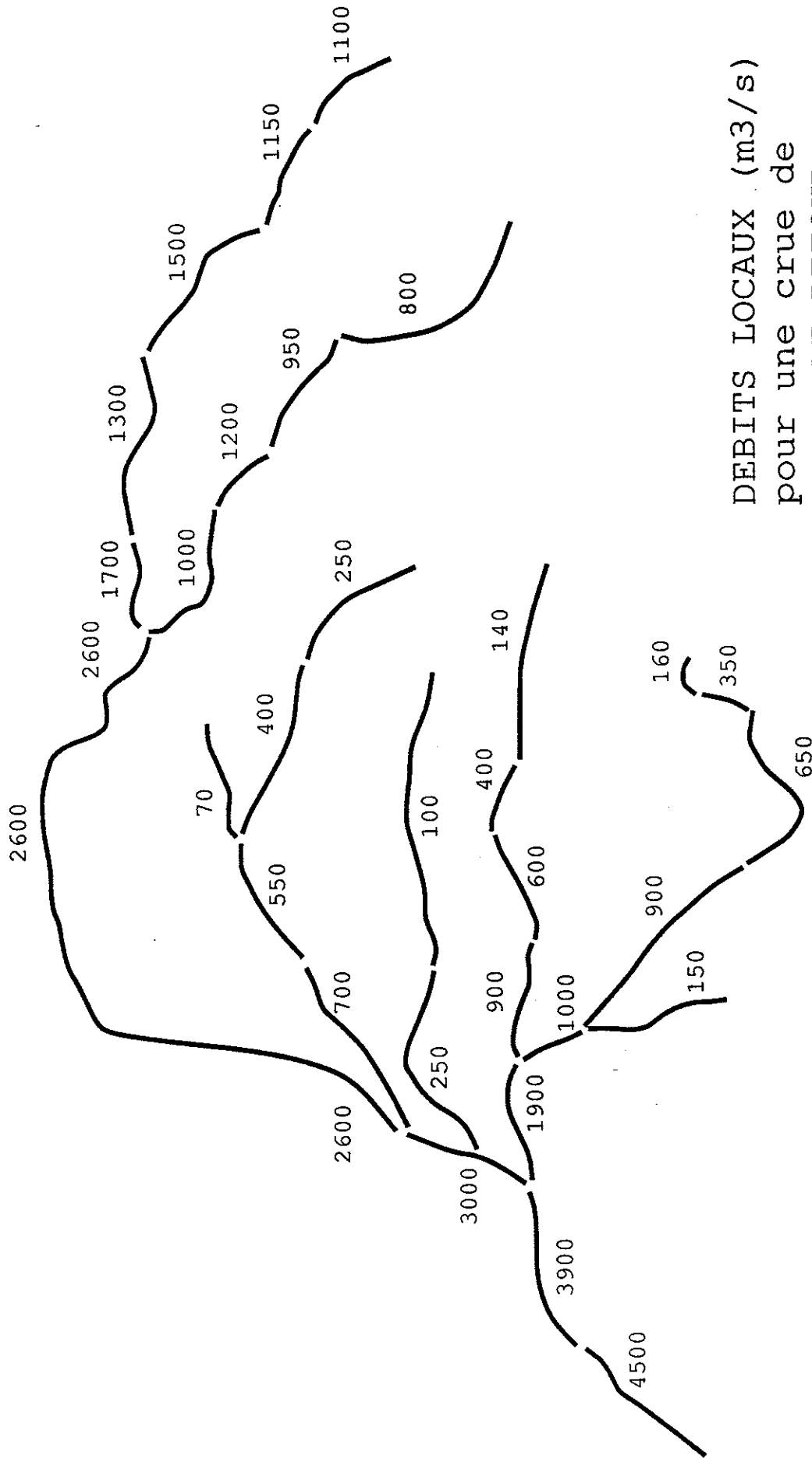


DEBITS LOCAUX (m<sup>3</sup>/s)  
 pour une crue de  
 DUREE DE RETOUR  
 T = 2 ans

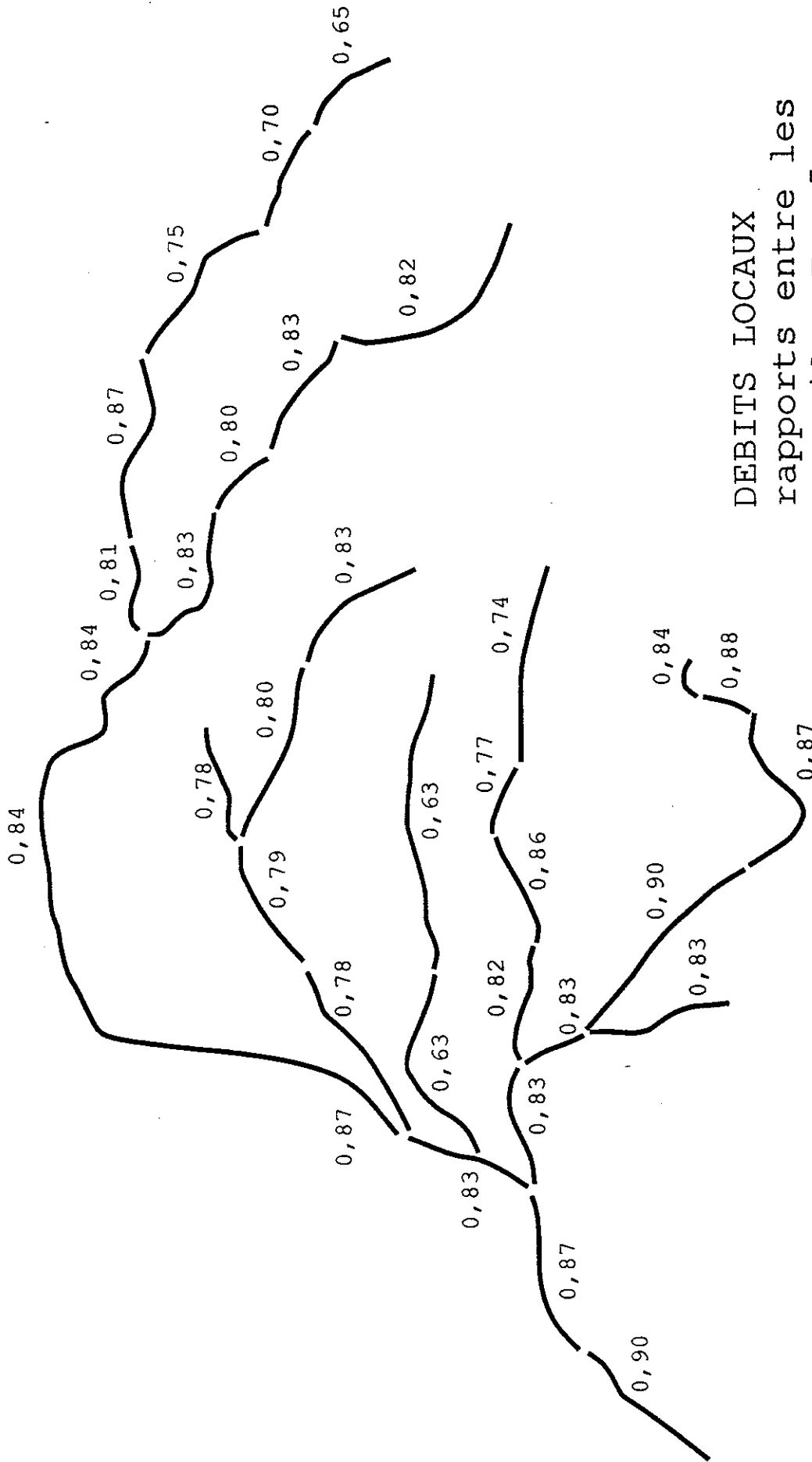




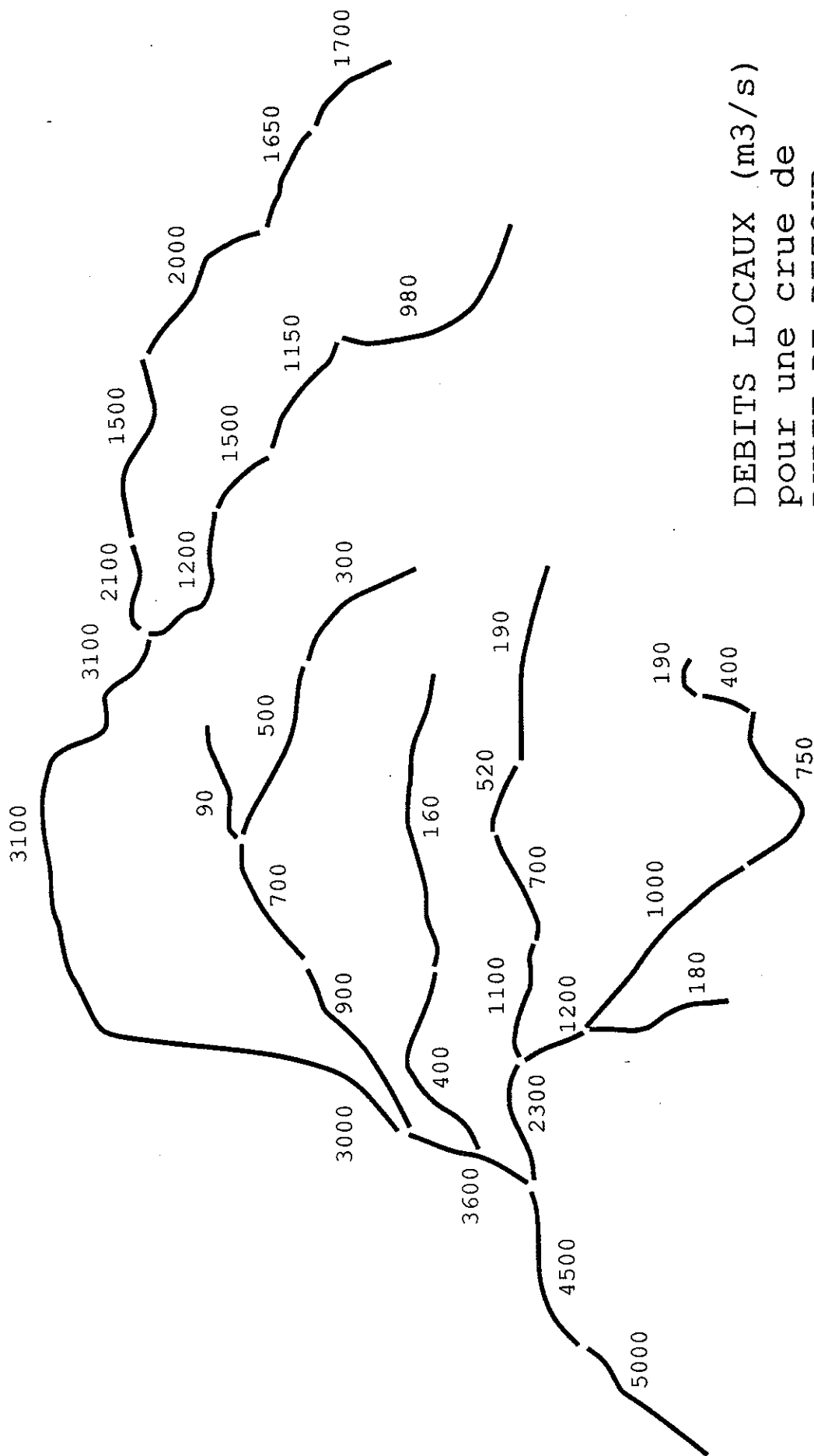
DEBITS LOCAUX  
 rapports entre les  
 quantiles T = 2 ans  
 et T = 10 ans



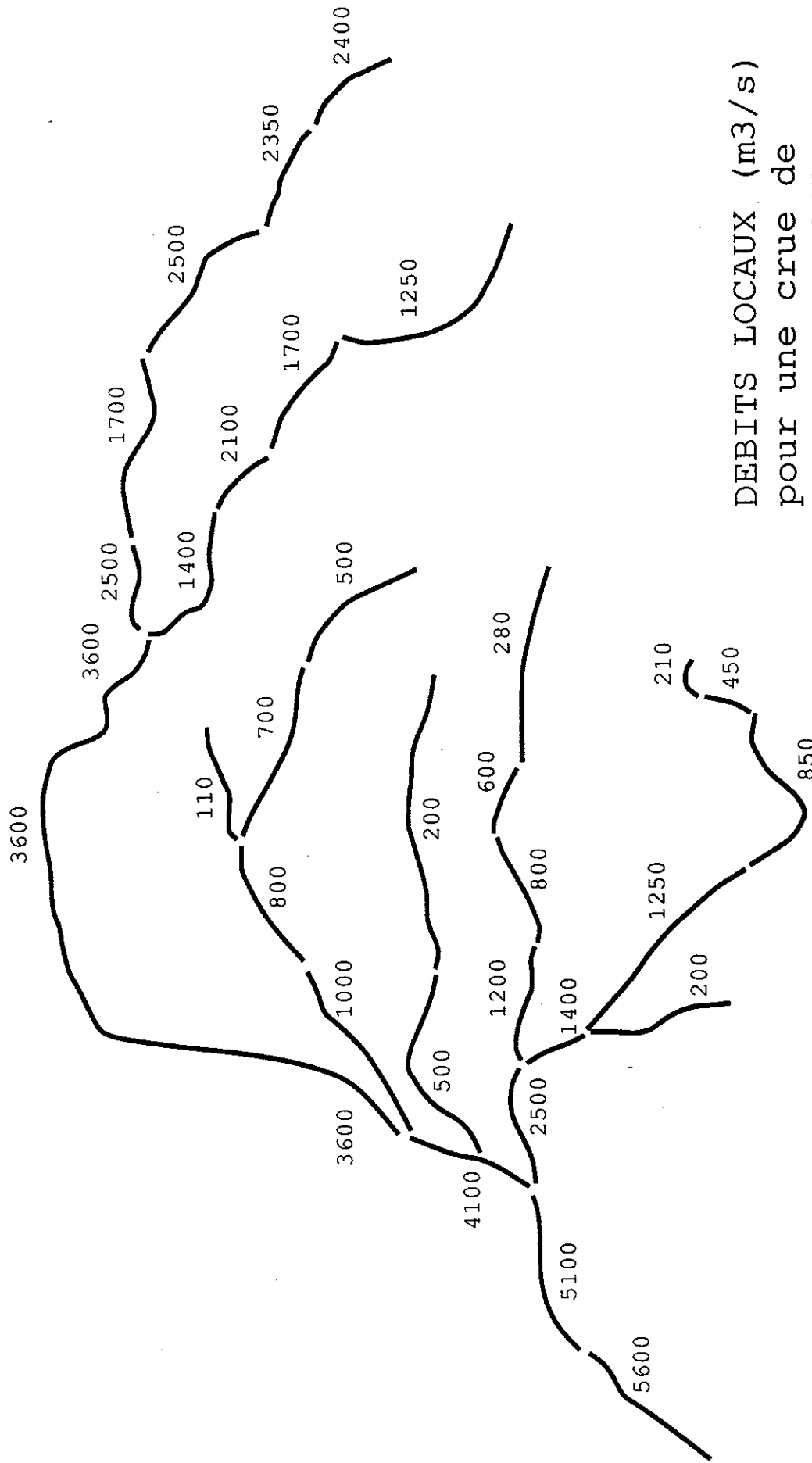
DEBITS LOCAUX (m<sup>3</sup>/s)  
 pour une crue de  
 DUREE DE RETOUR  
 T = 5 ans



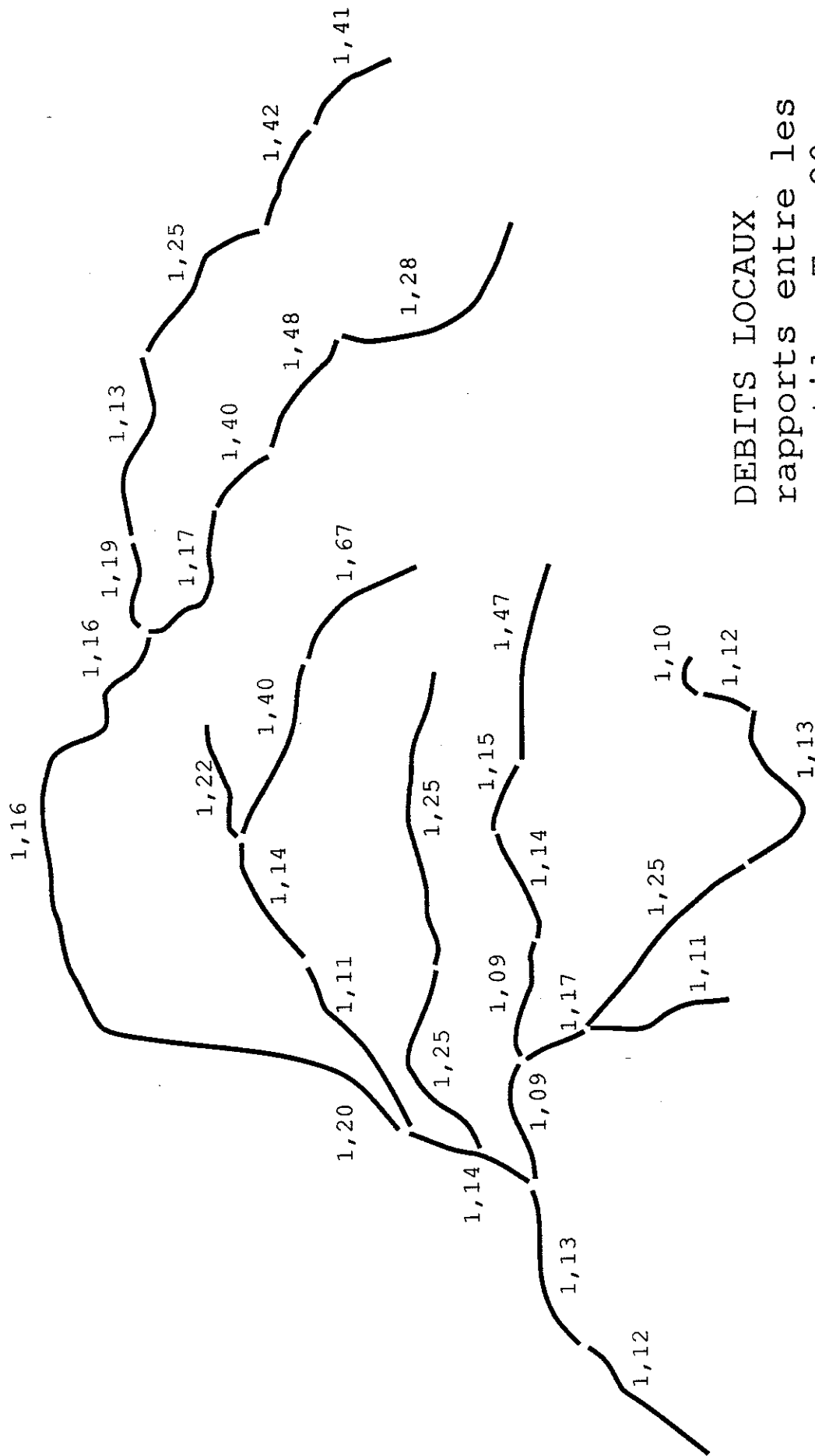
DEBITS LOCAUX  
 rapports entre les  
 quantiles T = 5 ans  
 et T = 10 ans



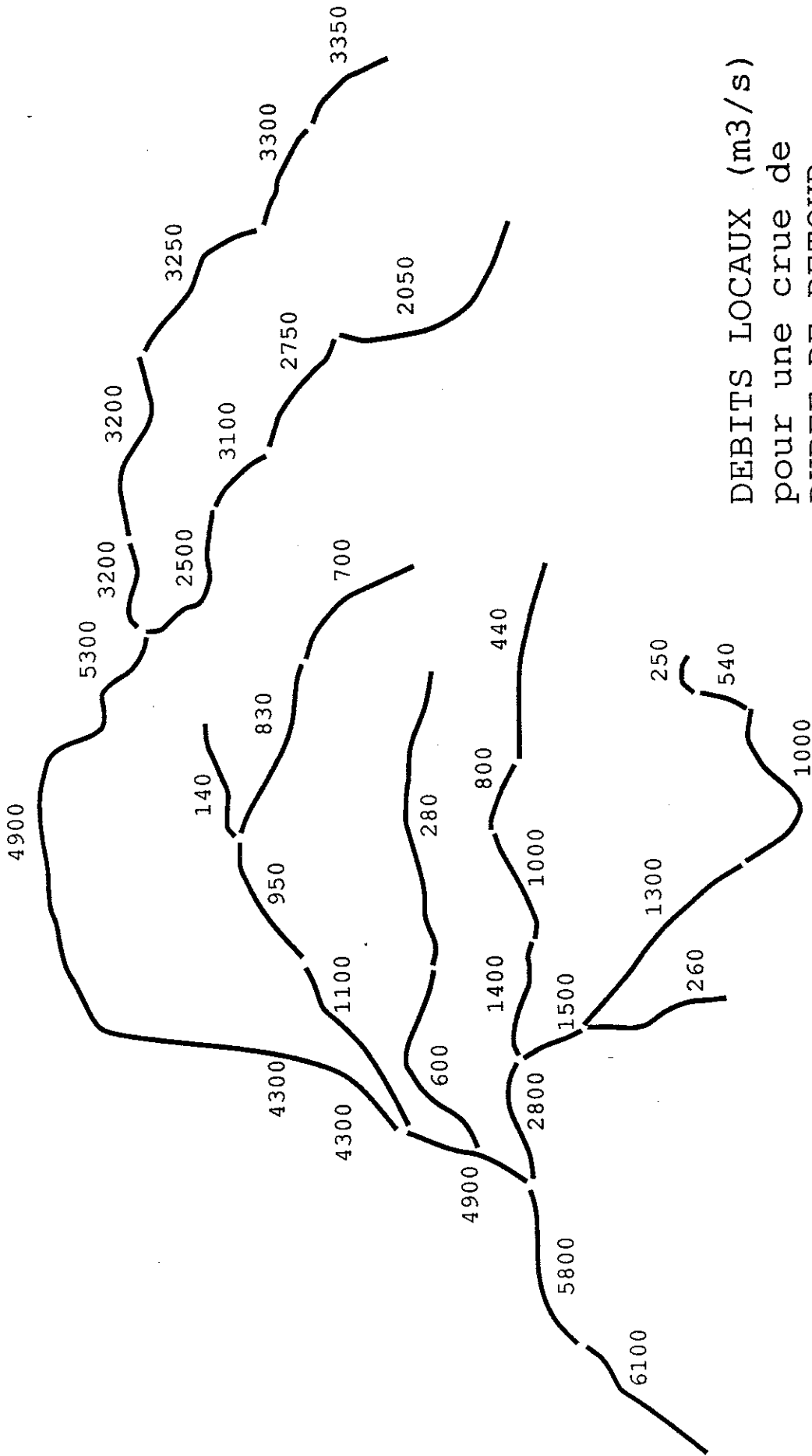
DEBITS LOCAUX (m<sup>3</sup>/s)  
 pour une crue de  
 DUREE DE RETOUR  
 T = 10 ans



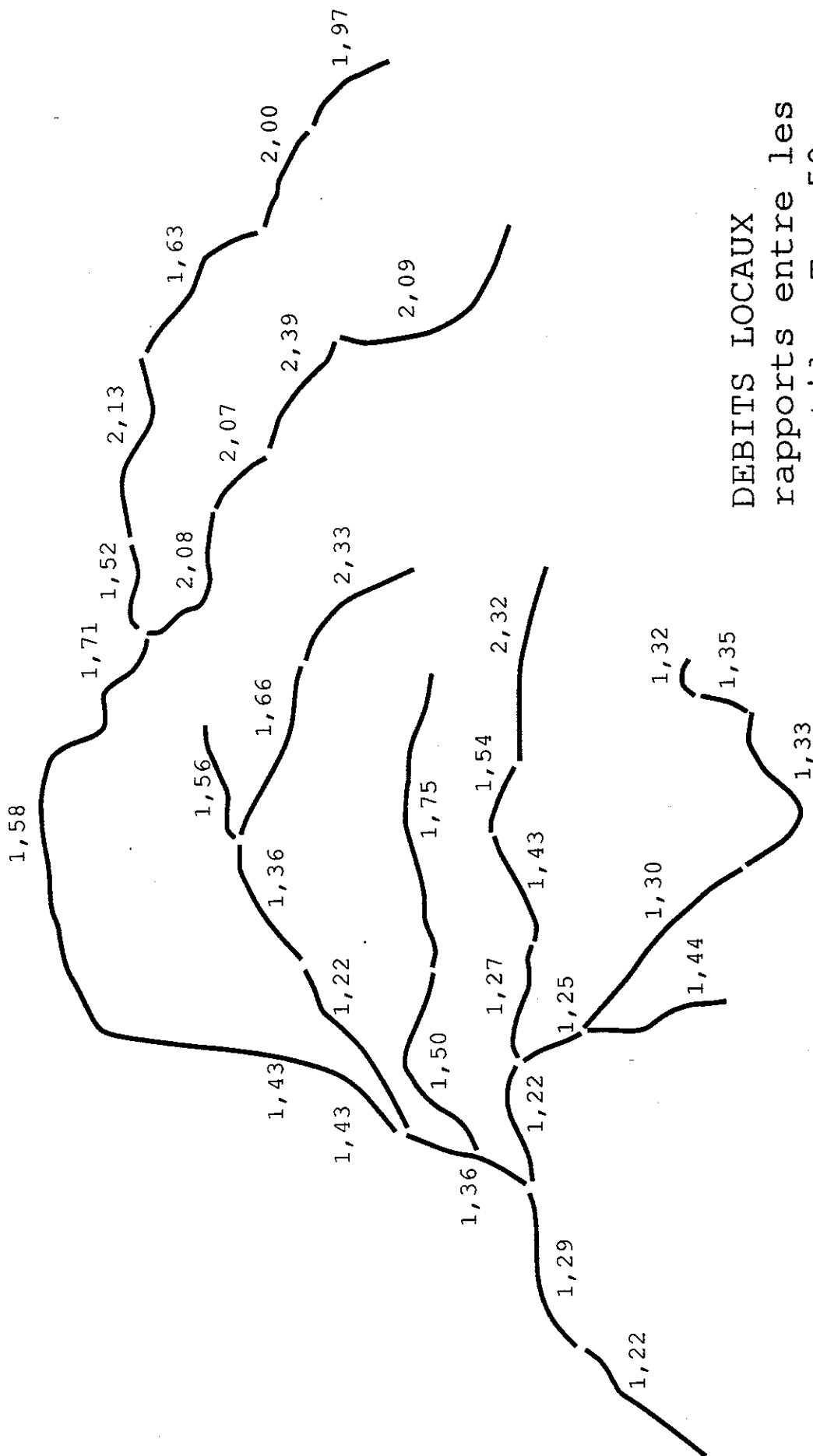
DEBITS LOCAUX (m<sup>3</sup>/s)  
 pour une crue de  
 DUREE DE RETOUR  
 T = 20 ans



DEBITS LOCAUX  
 rapports entre les  
 quantiles T = 20 ans  
 et T = 10 ans

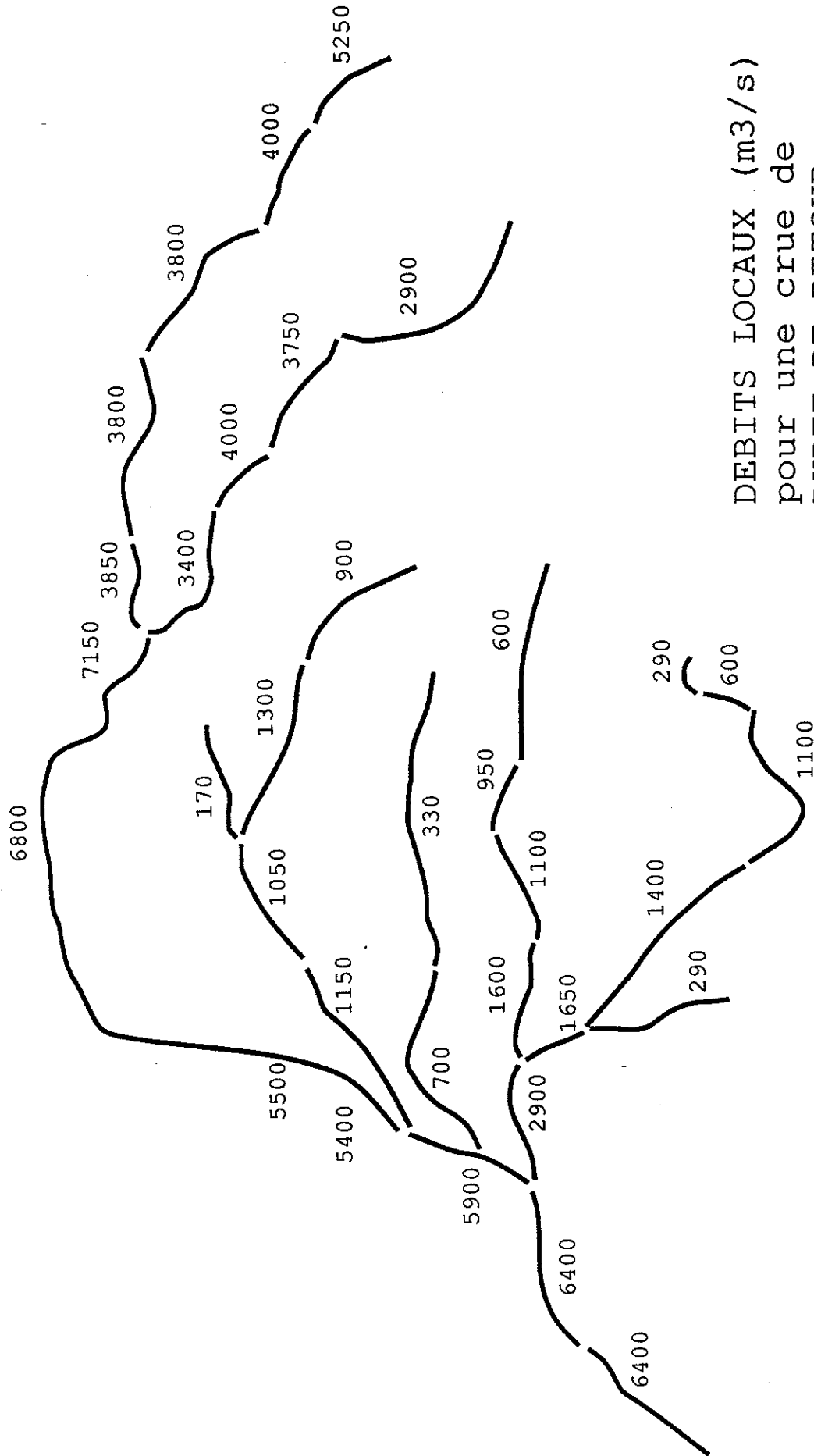


DEBITS LOCAUX (m<sup>3</sup>/s)  
 pour une crue de  
 DUREE DE RETOUR  
 T = 50 ans

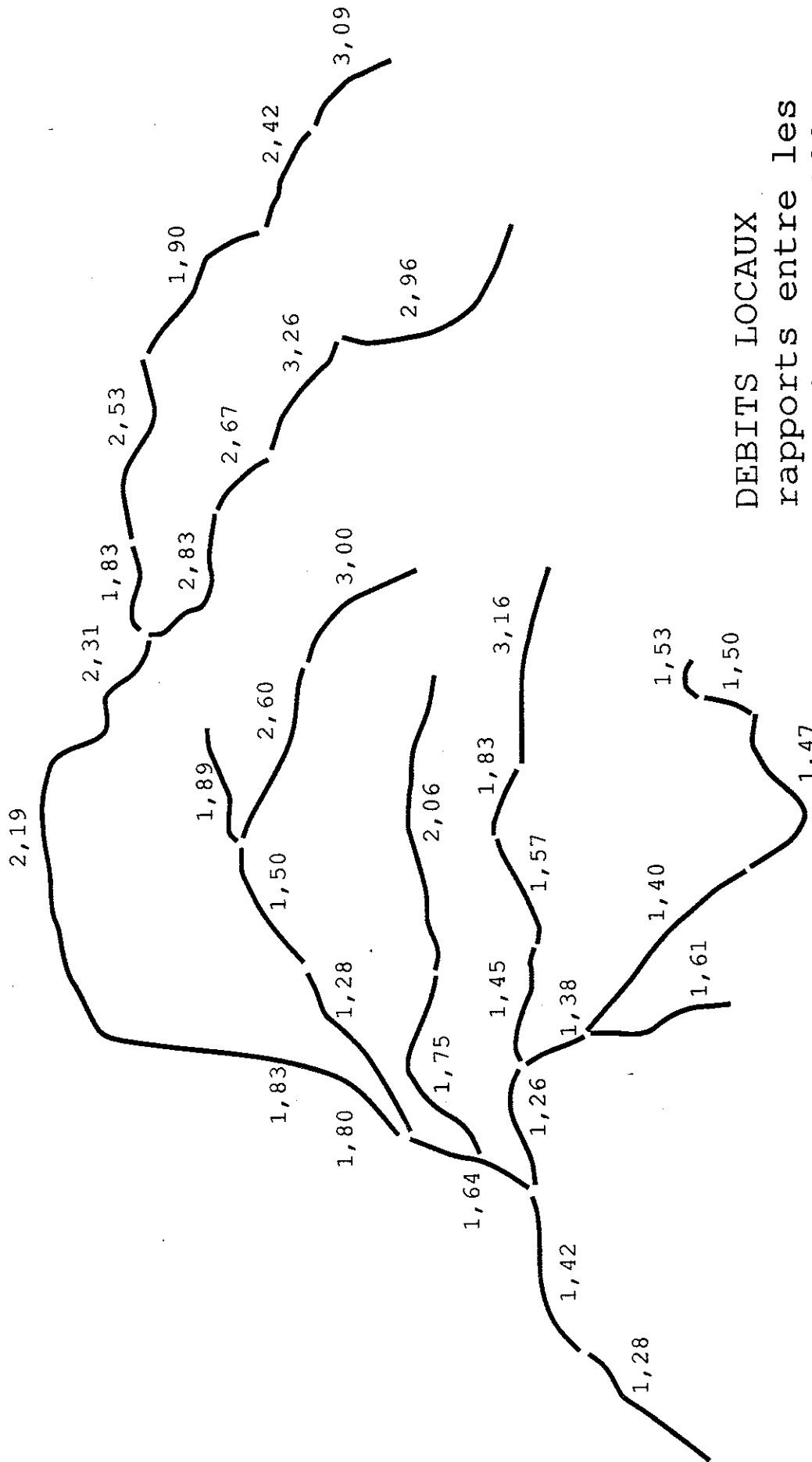


DEBITS LOCAUX  
 rapports entre les  
 quantiles T = 50 ans  
 et T = 10 ans

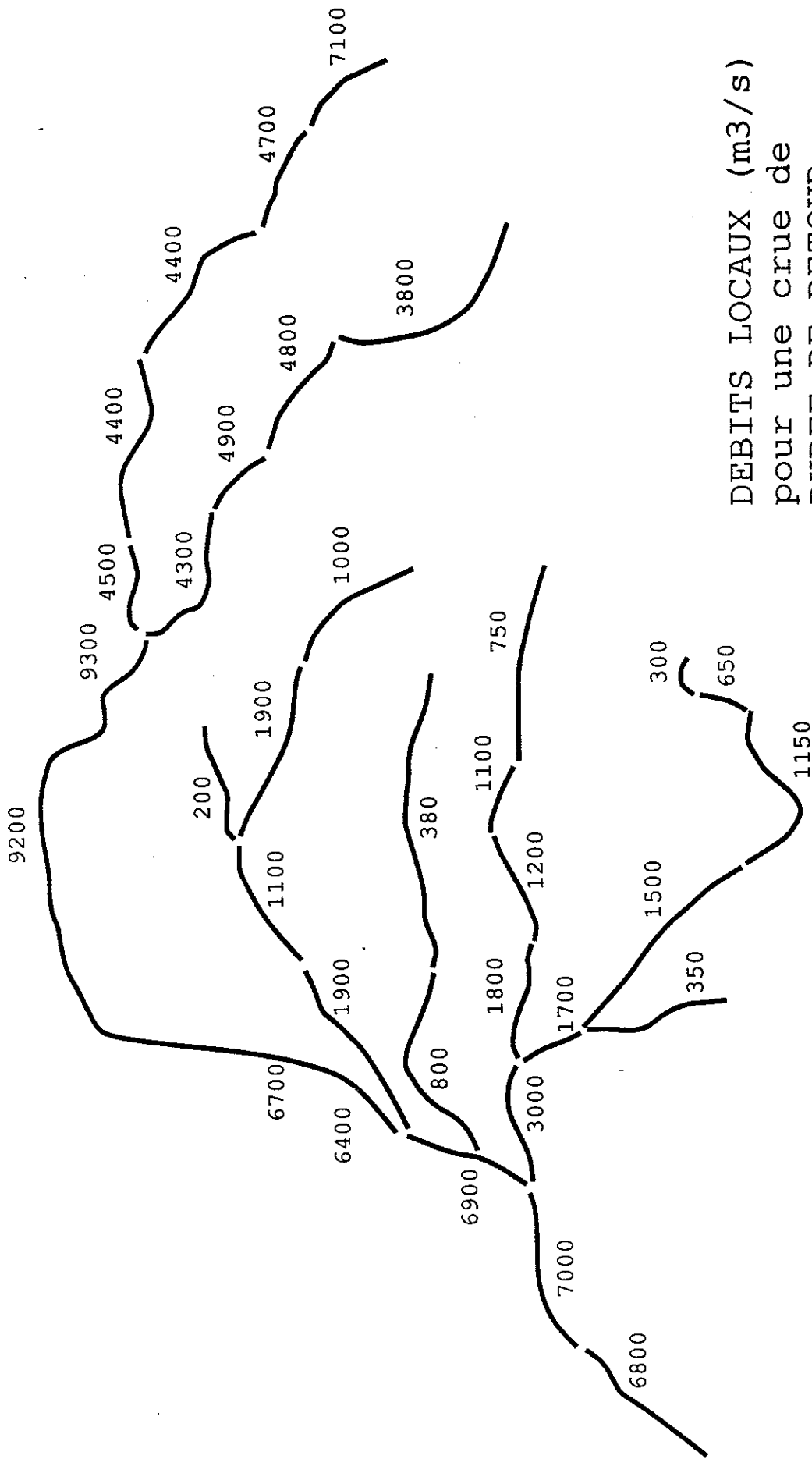




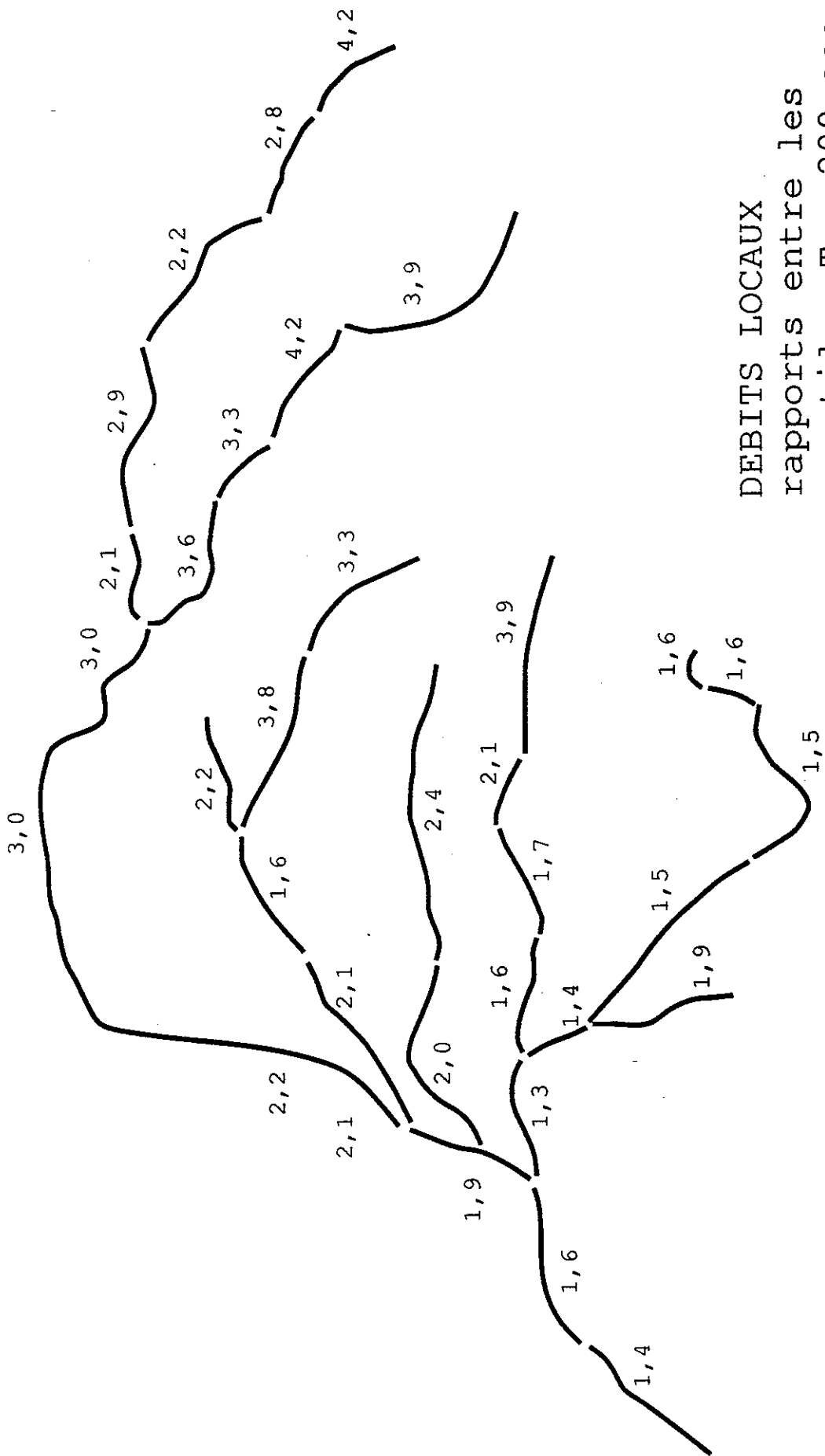
DEBITS LOCAUX (m<sup>3</sup>/s)  
 pour une crue de  
 DUREE DE RETOUR  
 T = 100 ans



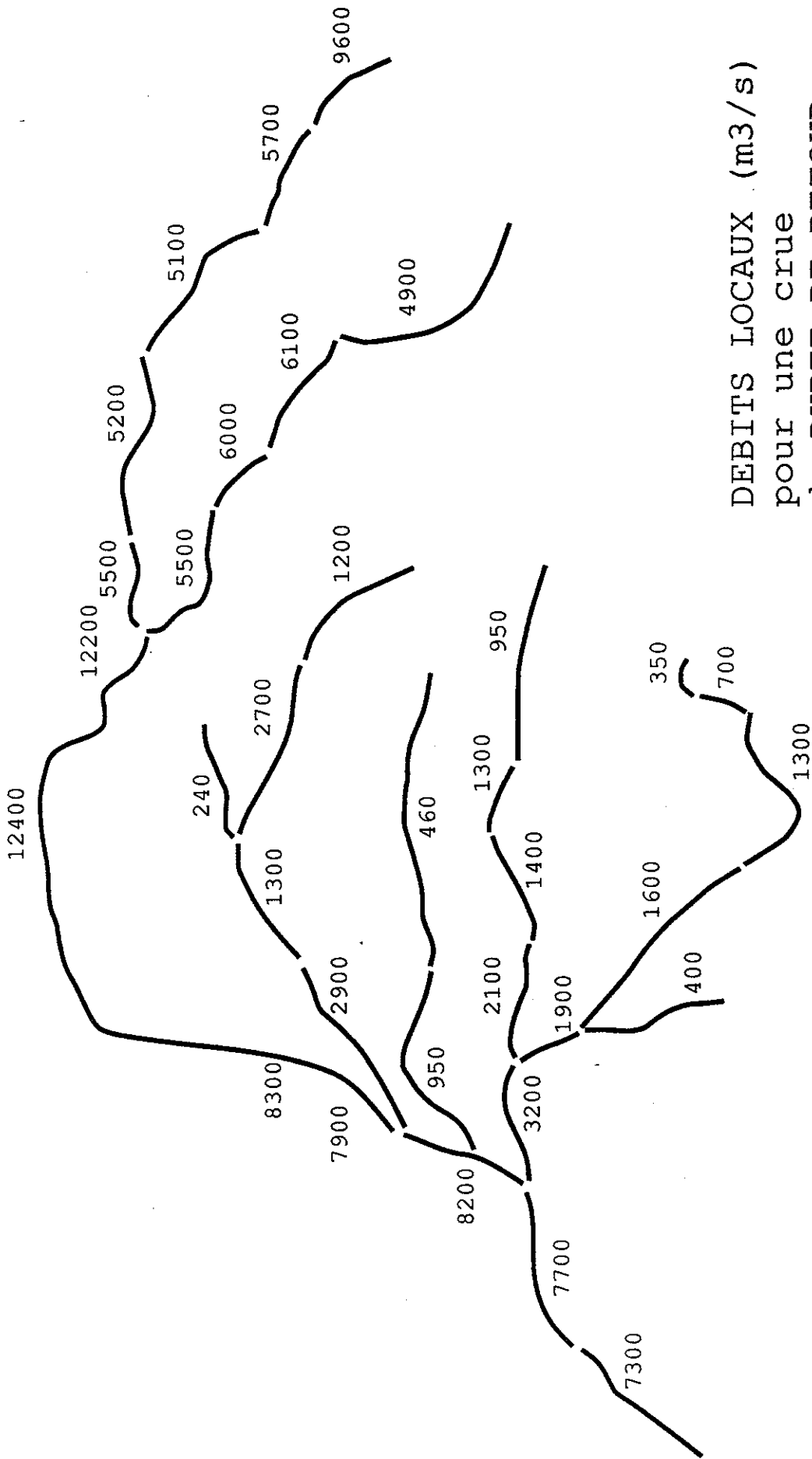
DEBITS LOCAUX  
rapporsts entre les  
quantiles T = 100 ans  
et T = 10 ans



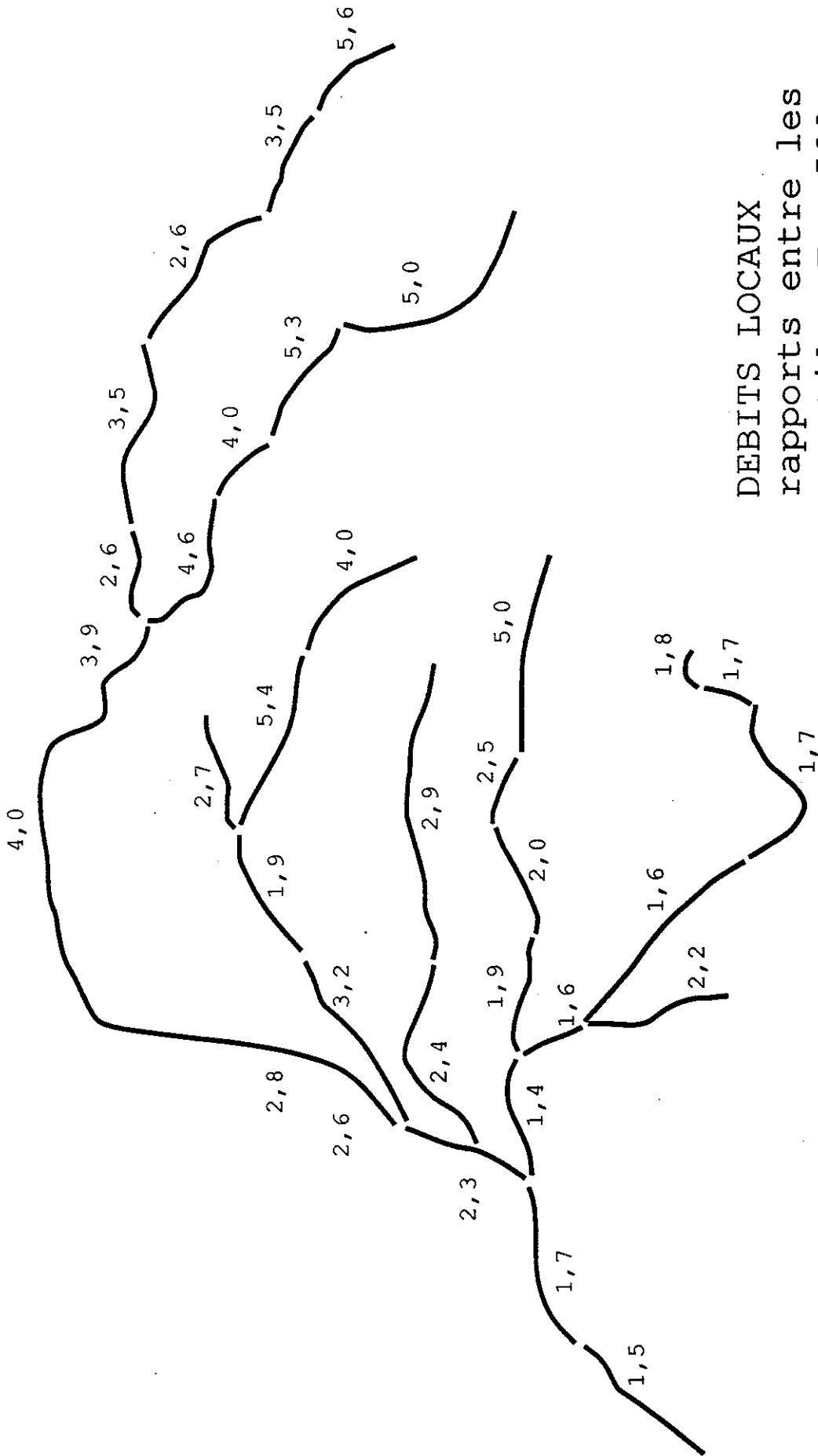
DEBITS LOCAUX (m<sup>3</sup>/s)  
 pour une crue de  
 DUREE DE RETOUR  
 T = 200 ans



DEBITS LOCAUX  
 rapports entre les  
 quantiles  $T = 200$  ans  
 et  $T = 10$  ans



DEBITS LOCAUX (m<sup>3</sup>/s)  
 pour une crue  
 de DUREE DE RETOUR  
 T = 500 ans



DEBITS LOCAUX  
 rapports entre les  
 quantiles  $T = 500$  ans  
 et  $T = 10$  ans



**Annexe IX.C.**  
**les biefs et secteurs dans la base de données ZONINOND**





On présente ici la liste des biefs et secteurs inondables dont les paramètres exploitables figurent dans la base de données ZONINOND à la fin du mois de novembre 1991. Cette liste comprend 52 biefs et 245 secteurs (dont 30 présentent un risque de rupture de digue, selon les analyses critiques effectuées sur les données en 1992). Le fait que ces données soient saisies n'empêche pas que des critiques partielles restent à réaliser. Par ailleurs, des améliorations ou ajouts ultérieurs d'informations sont bien évidemment toujours possibles et souhaités.

Les biefs sont identifiés par un numéro de code constitué par:

- une à trois lettres désignant le cours d'eau;
- un nombre désignant le numéro d'ordre du bief sur le cours d'eau (à l'intérieur de l'aire d'étude, et de l'amont vers l'aval);
- une lettre éventuelle (A ou B) permettant de distinguer entre deux biefs correspondant à la même unité physique mais partagés entre deux départements différents (typiquement un bief sur chaque rive, pour un cours d'eau correspondant à la limite interdépartementale).

Les données relatives aux biefs permettraient que soient utilisés des numéros de code sans "signification", sans que cela ne pose de difficulté pour la gestion de la base ZONINOND. Les cours d'eau sont identifiés par les lettres suivantes:

A	Allier
C	Cher
CL	Clain
CR	Creuse
HU	Huisne
I	Indre
LA	Loire amont (amont du confluent de l'Allier)
LAV	Loire aval (aval du confluent de la Maine)
LM	Loire moyenne (entre les confluent de l'Allier et de la Maine)
LO	Loir
MA	Maine
MAY	Mayenne
SA	Sarthe
V	Vienne
YE	Yèvre

Rappelons que la figure IX.4 donne une représentation cartographique des biefs concernés. En fin de cette annexe, des cartes présentent les localisations des secteurs et leurs types hydrauliques (cf. chapitre VIII) pour la Loire à l'aval du confluent de l'Allier (biefs "LMn" et "LAVn"), ainsi que pour le Cher à l'amont de l'Yèvre et de l'Arnon (biefs C1 à C4).

La liste qui suit présente les codes des biefs "saisis" dans la base ZONINOND, regroupés par département d'appartenance.

**Allier (03)**

A10  
A11  
A12A  
C1  
C2A

**Charente (16)**

V4

**Cher (18)**

A13A  
C2B  
C3  
C4  
LM1A  
YE1  
YE2

**Creuse (23)**

CR1

**Eure-et-Loir (28)**

LO1

**Indre (36)**

C5A  
CR2  
CR3  
I1

**Indre-et-Loire (37)**

C7  
CR4A  
I2  
LM4  
LM5  
LM6  
V6A  
V7

**Loir-et-Cher (41)**

LM3

**Loire (42)**

LA5  
LA6  
LA7

**Loire-Atlantique (44)**

LAV3A

**Loiret (45)**

LM2

**Maine-et-Loire (49)**

LAV1  
LAV2  
LAV3B

**Nièvre (58)**

A12B  
A13B  
LM1B

**Orne (61)**

SA1

**Puy-de-Dôme (63)**

A5  
A6  
A7  
A8  
A9

**Vienne (86)**

CL1  
CR4B  
V5  
V6B

**Haute-Vienne (87)**

V1  
V2  
V3

La liste générale ci-dessous reprend, pour chaque bief "saisi", les informations suivantes: le numéro d'ordre, le cours d'eau, le département, une commune limite amont, une commune limite aval, une brève description, la liste des secteurs.

**A5: ALLIER / 63 / BRASSAC-LES-MINES / AUZAT-SUR-ALLIER**

de l'entrée dans le département au confluent de l'Alagnon

- 1 PARTIE AGGLOMEREES DE BRASSAC-LES-MINES
- 2 PARTIE AGGLOMEREES DE JUMEAUX
- 3 PARTIE AGGLOMEREES D'AUZAT-SUR-ALLIER
- 4 ENSEMBLE DU BIEF SANS LES PARTIES AGGLOMEREES

**A6: ALLIER / 63 / BEAULIEU / ISSOIRE**

du confluent de l'Alagnon au pont d'Orbeil

- 1 AGGLOMERATION DE PARENTIGNAT
- 2 BIEF SAUF AGGLOM. PARENTIGNAT+ORSONNETTE, ZA BROC
- 3 AGGLOMERATION D'ORSONNETTE
- 4 ZONE ARTISANALE DE LA BECHADE (LE BROC)

**A7: ALLIER / 63 / ISSOIRE PONT ORBEIL / SAUVAGNAT-STE-MARTHE**

du pont d'Orbeil à l'amont de Coudes

- 1 ENSEMBLE DU BIEF

**A8: ALLIER / 63 / COUDES / VINZELLES**

de l'amont de Coudes à Vinzelles (début de la vallée commune Allier - Dore)

- 1 COMMUNES DE PERIGNAT-SUR-A., COURNON D'A., MEZEL
- 2 COMMUNE DE DALLET
- 3 COMMUNE DE PONT-DU-CHATEAU
- 4 DE COUDES AU CENDRE
- 5 DE BEAUREGARD-L'EVEQUE A VINZELLES

**A9: ALLIER / 63 / CHARNAT / ST-PRIEST-BRAMEFANT**

de Charnat à la sortie du département

- 1 ENSEMBLE DU BIEF

**A10: ALLIER / 3 / MARIOL / CONTIGNY**

de l'entrée dans le département au confluent de la Sioule

- 1 AGGLOM. VICHY BELLERIVE PONT BOUTIRON
- 2 AMONT DE VICHY ET PONT-BOUTIRON-CRECHY
- 3 DE CRECHY A LA CONFLUENCE DE LA SIOULE

**A11: ALLIER / 3 / LA-FERTE-HAUTE-RIVE / VILLENEUVE-SUR-ALLIER**

du confluent de la Sioule à la limite amont du département de la Nièvre

- 1 DE CONFLUENCE SIOULE A AMONT DE MOULINS (TOULON)
- 2 AGGLOM MOULINS/AVERMES PARTIE NON ENDIGUEE
- 3 MOULINS SECTEUR ENDIGUE RIVE DROITE
- 4 MOULINS SECTEUR ENDIGUE RIVE GAUCHE
- 5 AVAL AGGLOM MOULINS JUSQU'A VILLENEUVE

**A12A: ALLIER / 3 / AUBIGNY / CHATEAU-SUR-ALLIER**

de la limite amont du département de la Nièvre à la sortie du département (de l'Allier)

- 1 D'AUBIGNY A LA SORTIE DU DEPARTEMENT

**A12B: ALLIER / 58 / TRESNAY / LANGERON**

de l'entrée dans le département (de la Nièvre) à la sortie du département de l'Allier

- 1 DE TRESNAY JUSQU'AU PONT DU VEURDRE
- 2 ZONE NON ENDIGUEE DU PONT DU VEURDRE A LA RN 76
- 3 ZONE DERRIERE DIGUE MAUBOUX (PONT VEURDRE A RN 76)

**A13A: ALLIER / 18 / MORNAY-SUR-ALLIER / CUFFY**

de l'entrée dans le département (du Cher) jusqu'à la confluence dans la Loire

- 1 ENSEMBLE DU BIEF, SANS PARTIE HABITEE D'APREMONT/A
- 2 DU CENTRE D'APREMONT/A. JUSQU'AUX CARRIERES

**A13B: ALLIER / 58 / LANGERON / GIMOUILLE**

de la limite amont du département du Cher jusqu'à la confluence dans la Loire

- 1 DE LA RN 76 AU CHATEAU DE MEAUCE
- 2 DU CHATEAU DE MEAUCE AU PONT-CANAL DU GUETIN
- 3 DU PONT-CANAL DU GUETIN AU CONFLUENT

**C1: CHER / 3 / MAZIRAT / VALLON-EN-SULLY**

du barrage de Rochebut à la limite amont du département du Cher

- 1 DE ROCHEBUT A LAVAUT-SAINTE-ANNE
- 2 AGGLOMERATION DE MONTLUCON
- 3 DE L'AVAL DE MONTLUCON A LA SORTIE DU DEPARTEMENT

**C2A: CHER / 3 / VALLON-EN-SULLY / L'ETELON**

de la limite amont du département du Cher à la sortie du département (de l'Allier)

- 1 TOUT LE BIEF (RIVE DROITE)

**C2B: CHER / 18 / EPINEUIL-LE-FLEURIEL / DREVANT**

de l'entrée dans le département (du Cher) à l'amont de Saint-Amand-Montrond

- 1 EPINEUIL-LE-FLEURIEL ET LA PERCHE
- 2 D'AINAY-LE-VIEIL A BOUZAIS

**C3: CHER / 18 / SAINT-AMAND-MONTROND / ST-HILAIRE-DE-COURT**

de Saint-Amand-Montrond au confluent de l'Yèvre

- 1 COMMUNES DE SAINT-AMAND-MONTROND ET ORVAL
- 2 DE NOZIERES A BRUERES-ALLICHAMPS
- 3 ST-LOUP A BRINNAY, SAUF CHATEAUNEUF ET ST-FLORENT
- 4 AGGLOMERATION DE CHATEAUNEUF
- 5 COMMUNE DE SAINT-FLORENT
- 6 COMMUNES DE MEREAU ET VIERZON

**C4: CHER / 18 / ST-GEORGES-SUR-LA-PREE / THENIOUX**

du confluent de l'Arnon à la sortie du département

- 1 ENSEMBLE DU BIEF (CONFL. ARNON A SORTIE DEPARTEM.)

**C5A: CHER / 36 / CHABRIS / CHABRIS**

commune de Chabris

- 1 ENSEMBLE DU BIEF: COMMUNE DE CHABRIS

**C7: CHER / 37 / CHISSEAUX / VILLANDRY**

ensemble du cours d'eau dans le département (jusqu'à la Loire)

- 1 CHER CANALISE JUSQU'A LA DIGUE DE TOURS
- 2 ENTRE LE LIT MINEUR ET LA DIGUE DE TOURS
- 3 VAL DE TOURS A L'AMONT DE L'A10
- 4 VAL DE TOURS DE L'A10 A LA VOIE FERREE
- 5 RIVE GAUCHE ENDIGUEE A L'AVAL DU PONT DE SANITAS

**CL1: CLAIN / 86 / VIVONNE / NAINTRE**

de l'amont de Vivonne à la confluence dans la Vienne

- 1 DE VIVONNE (AMONT COMM.) A ITEUIL (BARR. PAPAULT)
- 2 DU BARR. PAPAULT (LIGUGE) AU BARR. DE L'ESSART
- 3 DU BARR. DE L'ESSART A JAURAY-CLAN + ST-GEORGES
- 4 DE DISSAY A NAINTRE (MOULIN A BOUCHOT)

**CR1: CREUSE / 23 / AUBUSSON / CROZANT**

de l'agglomération d'Aubusson (incluse) au confluent de la Petite Creuse (sortie du département au niveau du lac de Chambon)

- 1 AGGLOMERATION D'AUBUSSON
- 2 DE L'AVAL DE L'AGGLOMERATION D'AUBUSSON A GLENIC
- 3 3 BARRAGES EDF DE GLENIC A LA-CELLE-DUNOISE
- 4 DE LA-CELLE-DUNOISE A CROZANT (CONFL. PTE CREUSE)

**CR2: CREUSE / 36 / SAINT-PLANTAIRE / SAINT-MARCEL**

de l'entrée dans le département au confluent de la Bouzanne

- 1 A L'AMONT DU BARRAGE DE ROCHE-BAT-L'AIGLE
- 2 DE ROCHE-BAT-L'AIGLE A LA BOUZANNE SAUF ARGENTON
- 3 ARGENTON/CREUSE DE LA LIMITE COMM. AU PONT ROCADE

**CR3: CREUSE / 36 / CHASSENEUIL / NEONS-SUR-CREUSE**

du confluent de la Bouzanne à la sortie du département

- 1 SAINT-GAULTIER ET THENAY (AVAL CONFL. BOUZANNE)
- 2 DE RIVARENNES A RUFFEC
- 3 COMMUNE DE LE BLANC
- 4 DE SAINT-AIGNY A NEONS-SUR-CREUSE

**CR4A: CREUSE / 37 / TOURNON-SAINT-PIERRE / LA-CELLE-SAINT-AVENT**

ensemble du cours d'eau dans le département

- 1 DE TOURNON-SAINT-PIERRE A YSEURES
- 2 DE LA CONFLUENCE DE LA GARTEMPE A PORT-DE-PILES

**CR4B: CREUSE / 86 / LA-ROCHE-POSAY / PORT-DE-PILES**

ensemble du cours d'eau dans le département

- 1 ENSEMBLE DU BIEF

**I1: INDRE / 36 / VIJON / ST-CYRAN-DU-JAMBOT**

ensemble du cours d'eau dans le département

- 1 DE L'ENTREE DANS DEPART. A STATION POMP. BRIANTES
- 2 LA-CHATRE-MONTGIVRAY (STAT. POMP. A LIMITE COMM.)
- 3 DE NOHANT A AMONT DE LA ZONE URBANISEE D'ARDENTES
- 4 ZONE URBANISEE D'ARDENTES
- 5 AVAL D'ARDENTES JUSQU'AU PONT DE LA FORGE DE L'ILE
- 6 DE CHATEAUROUX (PONT FORGE DE L'ILE) A ST-MAUR
- 7 DE NIHERNE A LA CHAPELLE-ORTHOMALE
- 8 COMMUNE DE BUZANCAIS
- 9 ST-GENOU A LE-TRANGER ET FLERE-LA-R. A ST-CYRAN
- 10 COMMUNE DE CHATILLON-SUR-INDRE

**I2: INDRE / 37 / SAINT-HYPPOLYTE / AVOINE**

ensemble du cours d'eau dans le département

- 1 DE ENTREE DANS DEPART. A REIGNAC SAUF AGGLO LOCHES
- 2 LOCHES ET BEAULIEU-LES-LOCHES
- 3 MONTBAZON
- 4 DE REIGNAC A L'AMONT DE RIVARENNES SAUF MONTBAZON
- 5 BASSE VALLEE DE QUINCAY (RIVARENNES) A RUPUANNE
- 6 BASSE VALLEE A L'AVALE DE RUPUANNE

**LA5: LOIRE / 42 / ST-MAURICE-EN-GOURG. / ANDREZIEUX-BOUTHEON**

de l'entrée dans le département (en fait barrage de Grangent) à la borne Loire 424

- 1 DU BARRAGE DE GRANGENT A ASNIERES (BORNE 440)
- 2 DE BORNE 440 (ASNIERES) A BORNE 433 (AVAL CD 498)
- 3 DE LA FERME DES GIRAUDIERES A LA BORNE LOIRE 417
- 4 DU CD 498 A LA BORNE LOIRE 424

**LA6: LOIRE / 42 / VAUCHE / BALBIGNY**

de la borne Loire 424 à la retenue de Villerest

- 1 BOURG DE RIVAS
- 2 DE BORNE 424 AU LIGNON DU FOREZ, SAUF RIVAS
- 3 DE PONT DE LA LOIRE A BIGNY
- 4 DU CONFLUENT DU LIGNON DU FOREZ A CELUI DE L'AIX
- 5 BOURG DE BALBIGNY

**LA7: LOIRE / 42 / VILLEREST / ST-PIERRE-LA-NOAILLE**

du barrage de Villerest à la sortie du département

- 1 DU BARRAGE VILL. A LIMITE ROANNE RG, BACHELARD RD
- 2 DE BACHELARD A L'ILE BERTHIER (ZONE ENDIGUEE)
- 3 DE L'ILE BERTHIER AU PONT DE POUILLY-SOUS-CHARLIEU
- 4 DU PONT DE POUILLY-SOUS-CHARLIEU A SORTIE DEPARTEM

**LAV1: LOIRE / 49 / MONTSOREAU / DENEE**

de l'entrée dans le département au confluent de la Maine

- 1 VAL DE L'AUTHION EN MAINE-ET-LOIRE
- 2 VAL DE GOHIER JUSQU'AUX PONTS-DE-CE
- 3 VAL DE SAINT-JEAN-DE-LA-CROIX
- 4 LES-PONTS-DE-CE (LOIRE/BRAS ST-AUBIN, MAURILLE...)
- 5 DES PONTS-DE-CE (CD160) A AMONT POINTE BOUCHEMAINE
- 6 SAUMUR (ILE ET RIVE GAUCHE, PETIT PUY A HIPPODROME
- 7 RESTE DU BIEF

**LAV2: LOIRE / 49 / BOUCHEMAINE / CHAMPTOCE-SUR-LOIRE**

du confluent de la Maine à Montjean

- 1 VAL DE SAINT-GEORGES ET SAVENNIERES
- 2 ILE DE BEHUARD ET SAVENNIERES (SUD DE VOIE FERREE)
- 3 AGGLOMERATION BOUCHEMAINE - LA POINTE
- 4 RESTE DU BIEF

**LAV3A: LOIRE / 44 / LE-FRESNE-SUR-LOIRE / OUDON**

de l'entrée dans le département à Oudon

- 1 SECTEUR DERRIERE LIGNE SNCF DE LEFRESNE A JUIGNE
- 2 DEVANT LIGNE SNCF (AMONT ST-HABLON SAUF SECT 3 4)
- 3 SECTEUR DE LA MEILLERAYE DEVANT LA LIGNE SNCF
- 4 SECTEUR DE MONTRELAIS DEVANT LA LIGNE SNCF
- 5 SECTEUR D'ANCENIS
- 6 ENTRE ANCENIS ET OUDON
- 7 SECTEUR DE OUDON DERRIERE VOIE SNCF

**LAV3B: LOIRE / 49 / INGRANDES / LA-VARENNE**

de Montjean à la sortie du département

- 1 VAL DE MONTJEAN (VALLEE DU TAU)
- 2 VAL DE MARILLAIS
- 3 PRAIRIE BRUNO (DE CHAMPTOCE A INGRANDES)
- 4 RESTE DU BIEF EN RIVE GAUCHE (AVAL D'INGRANDES)

**LM1A: LOIRE / 18 / CUFFY / BELLEVILLE-SUR-LOIRE**

ensemble de la Loire moyenne (aval du confluent de l'Allier) dans le département

- 1 SECTEUR DU BEC D'ALLIER
- 2 PARTIE NON ENDIGUEE DU BEC D'ALLIER A GIVRY
- 3 VAL DE GIVRY (ENSEMBLE DE LA ZONE ENDIGUEE)
- 4 SECTEUR DE MARSEILLE-LES-AUBIGNY
- 5 VAL DE LA CHARITE (A L'AMONT DE LA CHAUME-BLANCHE)
- 6 VAL DE LA CHARITE, DE CHAUME-BLANCHE A LES VALLEES
- 7 DE LES VALLEES (VAL DE LA CHARITE) A SAINT-SATUR
- 8 DE SAINT-SATUR A SAINT-THIBAUT INCLUS
- 9 DE SAINT-THIBAUT (EXCL) A BANAY (AMONT VAL LERE)
- 10 VAL DE LERE (JUSQU'A LA SORTIE DU DEPARTEMENT)
- 11 ENTRE DIGUE ET LIT MINEUR, AU NIVEAU VAL DE LERE

**LM1B: LOIRE / 58 / MARZY / NEUVY-SUR-LOIRE**

ensemble de la Loire moyenne (aval du confluent de l'Allier) dans le département

- 1 DU BEC D'ALLIER A LA COMMUNE DE GARCHIZY INCLUSE
- 2 DE GERMIGNY AU DROIT DE MONTALIN
- 3 MONTALIN/LA CHARITE INCL. + AVAL LEVEE/BOIS-GIBAUL
- 4 COMMUNE DE LA-CHARITE-SUR-LOIRE
- 5 LA-CHARITE EXC/LEVEE CHAR. + BOIS-GIB./AMONT COSNE
- 6 AGGLOMERATION DE MESVES-SUR-LOIRE

- 7 VAL DE CHARENTON
- 8 COMMUNES DE COSNE-SUR-LOIRE ET MYENNES
- 9 DE LA-CELLE-SUR-LOIRE A SORTIE DEPART. SAUF NEUVY
- 10 AGGLOMERATION DE NEUVY-SUR-LOIRE

**LM2: LOIRE / 45 / BEAULIEU / TAVERS**

ensemble du cours d'eau dans le département

- 1 AMONT DE CHATILLON SAUF OUSSON
- 2 SECTEUR URBANISE D'OUSSON
- 3 SECTEUR DERRIERE DIGUE ENTRE CHATILLON ET BRIARE
- 4 SAINT-FIRMIN RIVE GAUCHE
- 5 SECTEUR DEVANT LA DIGUE, DU CD50 A BRIARE
- 6 DE BRIARE AU VAL DE GIEN, SAUF GIEN ET ST-FIRMIN
- 7 PARTIE CENTRALE DE L'AGGLOMERATION DE GIEN
- 8 VAL DE GIEN (JUSQU'A LA RONCE)
- 9 VAL DE DAMPIERRE A L'AMONT DE LA COMMUNE D'OUZOUER
- 10 VAL DE SULLY (LIONS-EN-SULLIAS) SAUF SULLY
- 11 AGGLOMERATION DE SULLY-SUR-LOIRE
- 12 VAL D'OUZOUER-SAINT-BENOIT
- 13 VAL DE LOYAU
- 14 BOUCLE DE GILLY + VAL DE SIGLOY + RD NON ENDIGUEE
- 15 VAL D'ORLEANS (PARTIE AMONT)
- 16 PARTIE CENTRALE DU VAL D'ORLEANS (SANS REMOUS AVAL
- 17 ZONE DE REMOUS AVAL DANS LE VAL D'ORLEANS
- 18 LE GRAND VAL (VAL DE GABEREAU)
- 19 VAL DE BOU
- 20 ORLEANS RIVE DROITE, CHECY ET COMBLEUX
- 21 VAL DE LA CHAPELLE ET SAINT-AY
- 22 DEVANT LA DIGUE, AU DROIT DU VAL D'ARDOUX
- 23 VAL D'ARDOUX A L'AMONT DE BEAUGENCY
- 24 VAL DE TAVERS
- 25 VAL DE BAULE

**LM3: LOIRE / 41 / ST-LAURENT-DES-EAUX / VEUVES**

ensemble du cours d'eau dans le département

- 1 AVAL DE BLOIS/LES GROUETS ET DU BEUVRON (HORS VAL)
- 2 AMONT DU VAL DE CISSE
- 3 BLOIS: QUARTIER DE VIENNE ENDIGUE
- 4 CENTRE VAL DE BLOIS (400 M AMONT A 300 AVAL CD956)
- 5 DU CD 174 AU BEUVRON (VAL DE BLOIS) HORS SECTEUR 4
- 6 VAL DE BLOIS A L'AMONT DU DEVERSOIR DE LA BOUILLIE
- 7 ENTRE LOIRE ET DIGUE GAUCHE, A HAUTEUR SECTEUR 6
- 8 VAL D'AVARAY
- 9 ENTRE LOIRE ET DIGUE DU VAL D'AVARAY
- 10 VAL DE MENARS (DE L'AMONT DU CHATEAU AU GROUET)
- 11 ENTRE LOIRE ET DIGUE DU VAL DE MENARS
- 12 RIVE GAUCHE DEVANT DIGUE VAL D'ARDOUX JUSQUE CD112
- 13 PARTIE AVAL DU VAL D'ARDOUX

**LM4: LOIRE / 37 / MOSNES / BATHENAY**

de l'entrée dans le département au confluent du Cher

- 1 PARTIE DU BIEF NON ENDIGUEE SAUF ILES D'OR ET AUC.
- 2 SECTEUR AGGLOMERE DE MOSNES
- 3 ILE D'OR (AMBOISE)
- 4 VAL DE CISSE
- 5 VAL DE HUSSEAU
- 6 VAL DE TOURS A L'AMONT DE LA A10
- 7 VAL DE TOURS ENTRE A10 ET VOIE FERREE
- 8 PARTIE AGGLOMERE DE LA GRANDE ILE AUCARD
- 9 VAL DE TOURS A L'AVANT DE LA VOIE FERREE
- 10 VAL DE LUYNES



**LM5: LOIRE / 37 / CINQ-MARS-LA-PILE / LA-CHAPELLE-SUR-LOIR**

du confluent du Cher à celui de l'Indre

- 1 LIT ENDIGUE SUR TOUT LE BIEF
- 2 VAL DE LANGEAIS
- 3 VAL DE LA CHAPELLE-AUX-NAUX: VILLAND. A RUPUANN.
- 4 VAL DU VIEUX-CHER EN AMONT DU CD57
- 5 VAL DU VIEUX-CHER DU CD57 A RUPUANNES
- 6 CONFLUENCE DE L'INDRE EN AVAL DE RUPUANNES
- 7 VAL D'AUTHION A L'AMONT DU CD749

**LM6: LOIRE / 37 / AVOINE / CANDES-SAINT-MARTIN**

du confluent de l'Indre à la sortie du département (confluent de la Vienne)

- 1 SECTEUR ENTRE LE LIT MINEUR ET LA DIGUE
- 2 VAL D'AUTHION A L'AVANT DU CD749
- 3 SECTEUR DU VERON (CONFL. VIENNE AVAL DE CD749,751)

**LO1: LOIR / 28 / ILLIERS-COMBRAY / CLOYES-SUR-LE-LOIR**

de l'agglomération d'Illiers à la sortie du département

- 1 AGGLOMERATION D'ILLIERS
- 2 ENTRE ILLIERS ET BONNEVAL EXCLUS
- 3 AGGLOM. DE BONNEVAL (CONFL. OZANNE A VOUVRAY INCL)
- 4 ENTRE BONNEVAL ET CHATEAUDUN EXCLUS
- 5 AGGLOMERATION DE CHATEAUDUN
- 6 ENTRE CHATEAUDUN ET CLOYES EXCLUS, PLUS BROU
- 7 AGGLOMERATION DE CLOYES-SUR-LE-LOIR

**SA1: SARTHE / 61 / LE-MELE-SUR-SARTHE / ST-CENERI-LE-GEREI**

du Mêle-sur-Sarthe à la sortie du département

- 1 DE LE-MELE-SUR-SARTHE A HAUTERIVE
- 2 DE HAUTERIVE A LA SORTIE DU DEPART. (SAUF ALENCON)
- 3 AGGLOMERATION D'ALENCON JUSQU'AU PONT DE FRESNAY

**V1: VIENNE / 87 / ST-LEONARD-DE-NOBLAT / ST-JUST-LE-MARTEL**

de Saint-Léonard-de-Noblat (Beaufort) au confluent du Taurion

- 1 AGGLOM. DE ST-LEONARD-DE-NOBLAT (BEAUFORT A MAUMOT)
- 2 BIEF SANS L'AGGLOM. DE SAINT-LEONARD

**V2: VIENNE / 87 / SAINT-JUST-LE-MARTEL / ISLE**

du confluent du Taurion à celui de la Briance

- 1 AGGLOMERATION SAINT-PIEST: DU PONT A LA MAZETTE
- 2 AGGLOMERATION ELARGIE DE LIMOGES
- 3 DU PONT DE SAINT-PIEST AU CONFLUENT DE LA BRIANCE

**V3: VIENNE / 87 / ISLE / SAILLAT-SUR-VIENNE**

du confluent de la Briance à la sortie du département

- 1 AGGLOM. AIXE-SUR-VIENNE (MOULIN ST-GERALD VC15)
- 2 AGGLOM. DE ST-JUNIEN (GRANDMONT AU RUISS CHAILLAC)
- 3 AGGLOM. DE SAILLAT-SUR-VIENNE
- 4 BIEF SANS LES AGGLOM. AIXE/V ST-JUNIEN SAILLAT/V

**V4: VIENNE / 16 / ETAGNAC / ABZAC**

ensemble du cours d'eau dans le département

- 1 AMONT DU PONT DE PILAS
- 2 DU PONT DE PILAS AU CONFLUENT DE LA GRAINE
- 3 DU CONFLUENT DE LA GRAINE A L'AVANT D'EXIDEUIL
- 4 COMMUNE DE CHIRAC A L'AVANT D'EXIDEUIL
- 5 MANOT ET ST-MAURICE JUSQU'A AMONT AGGLOM. ANSAC
- 6 DEUX RIVES DE L'AGGLOM. D'ANSAC A CELLE DE LESSAC
- 7 COMMUNES D'ABZAC ET LESSAC A L'AVANT DE LA VERGNE

**V5: VIENNE / 86 / AVAILLES-LIMOUZINE / CENON-SUR-VIENNE**

de l'entrée dans le département au confluent du Clain

- 1 D'AVAILLES-LIMOUZINE A VALVIDIENNE SAUF CIVAUX
- 2 COMMUNE DE CIVAUX
- 3 COMMUNE DE CHAUVIGNY
- 4 DE BONNES A VOUNEUIL-SUR-V. SAUF BONNEUIL-MATOURS
- 5 BONNEUIL-MATOURS (DE LIM. AMONT AU DROIT DE RIBES)
- 6 CENON - ZONE DE CONFLUENCE DU CLAIN

**V6A: VIENNE / 37 / ANTOGNY / PUSSIGNY**

de l'entrée dans le département au confluent de la Creuse

- 1 ENSEMBLE DU BIEF

**V6B: VIENNE / 86 / CHATELLERAULT / PORT-DE-PILES**

du confluent du Clain à la sortie du département

- 1 AGGLOM. CHATELLERAULT (CONFL. CLAIN A PONT LAVAL.)
- 2 D'INGRANDES A PORT-DE-PILES

**V7: VIENNE / 37 / NOUATRE / CANDES-SAINT-MARTIN**

du confluent de la Creuse à la confluence dans la Loire

- 1 BIEF SAUF CHINON, CRAVANT ET SECTEUR CONFLUENCE
- 2 CHINON RIVE DROITE (PONT SNCF A FIN DE LA DIGUE)
- 3 CHINON FAUBOURG SAINT-JACQUES
- 4 COMMUNE DE CRAVANT
- 5 SECTEUR DU VERON: ZONE CONFLUENCE A AVAL CD759

**YE1: YEVRE / 18 / SAVIGNY / BOURGES**

du confluent de l'Airin à celui de l'Auron

- 1 DE SAVIGNY-EN-SEPTAINE AU CD2E A BOURGES
- 2 BOURGES: ZONE MARAIS (ENTRE CD2E, M.DORMOY, SNCF)
- 3 AGGLOM. BOURGES, DE L'AV. M.DORMOY A CONFL. AURON

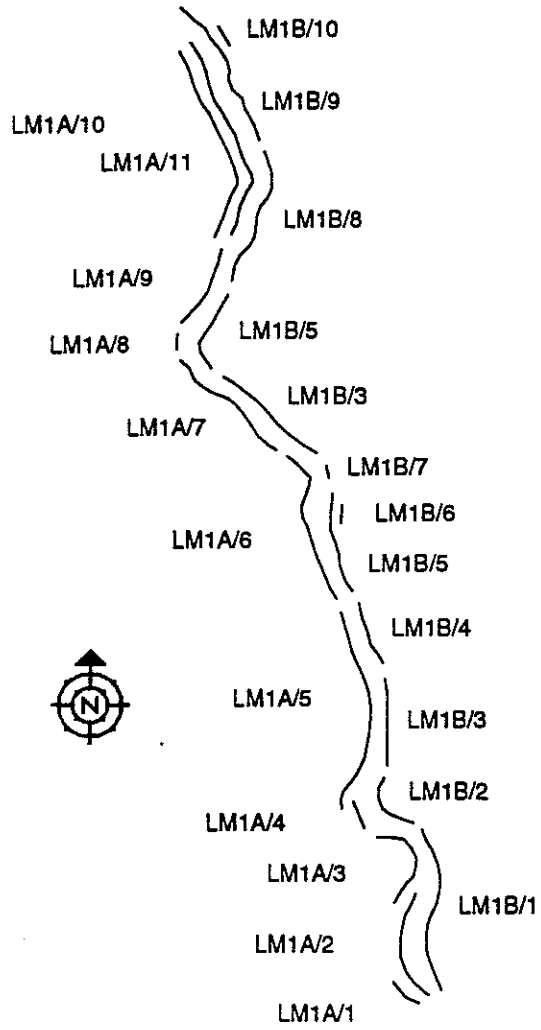
**YE2: YEVRE / 18 / SAINT-DOULCHARD / VIERZON**

du confluent de l'Auron à la confluence dans le Cher

- 1 DE SAINT-DOULCHARD A VIERZON EXCLUS, SAUF MEHUN
- 2 COMMUNE DE MEHUN-SUR-YEVRE
- 3 COMMUNE DE VIERZON

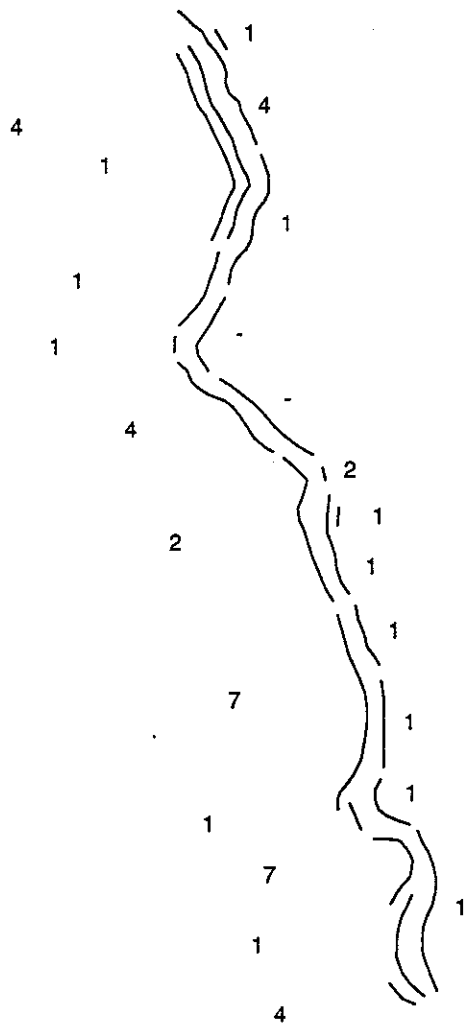
LOIRE MOYENNE 18 et 58

localisations

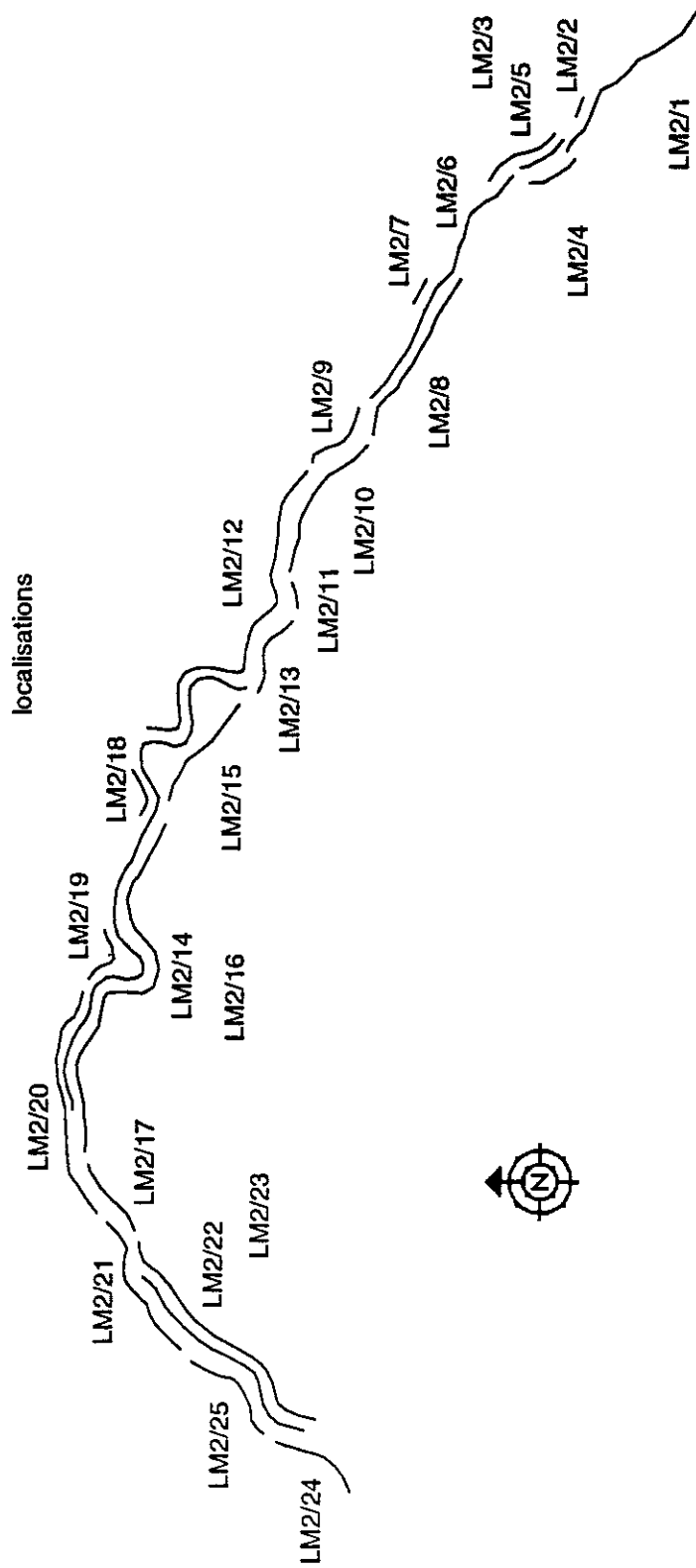


LOIRE MOYENNE 18 et 58

types des secteurs

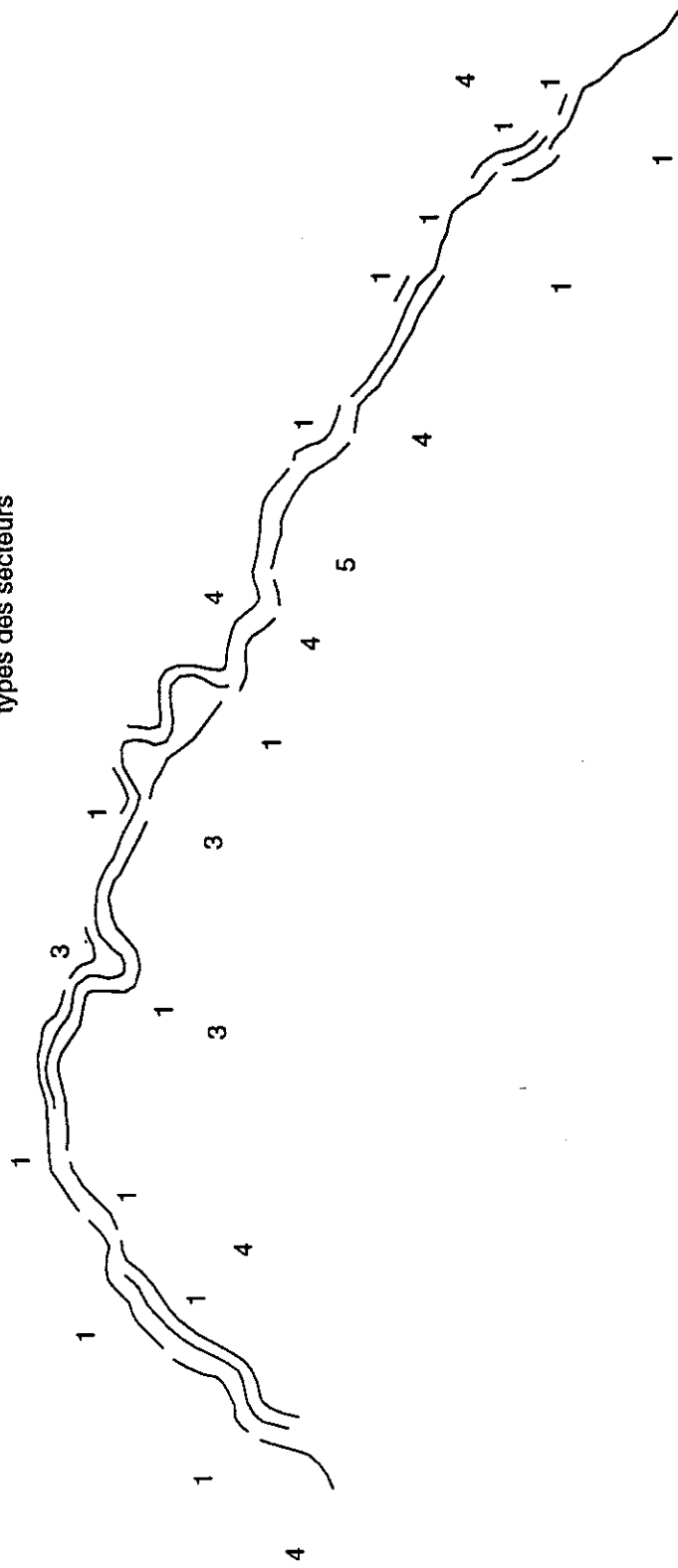


LOIRE MOYENNE 45



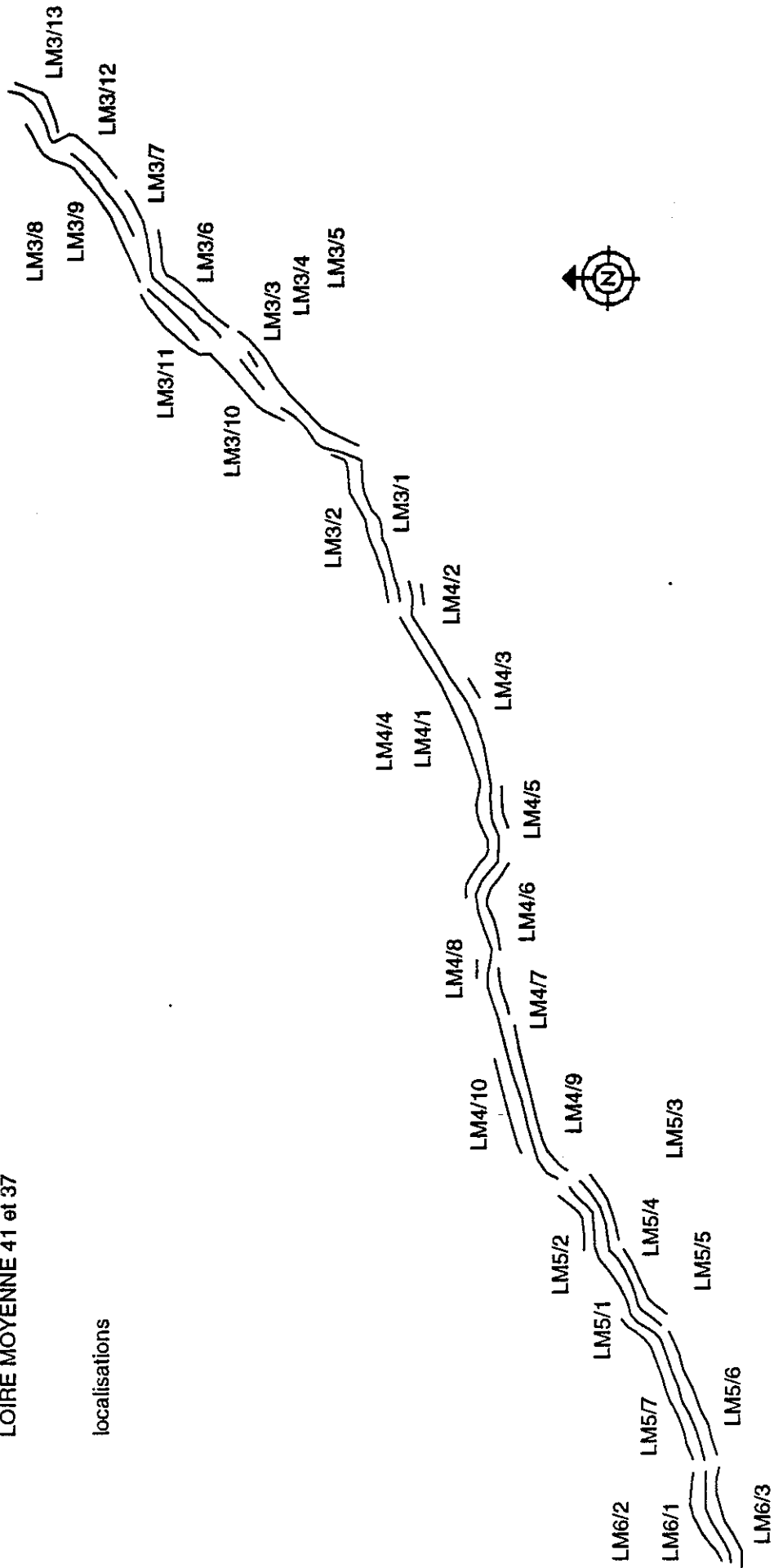
LOIRE MOYENNE 45

types des secteurs



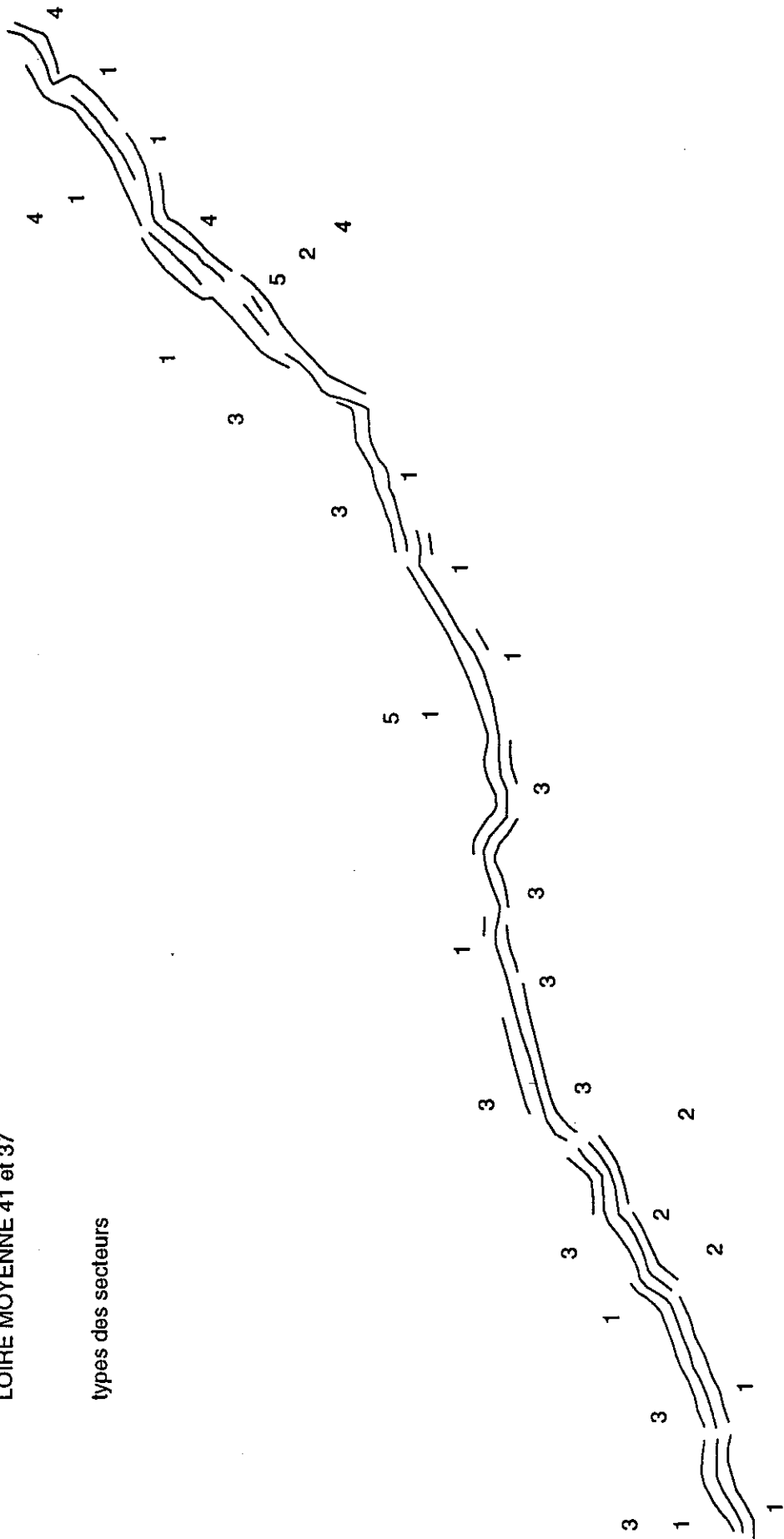
LOIRE MOYENNE 41 et 37

localisations



LOIRE MOYENNE 41 et 37

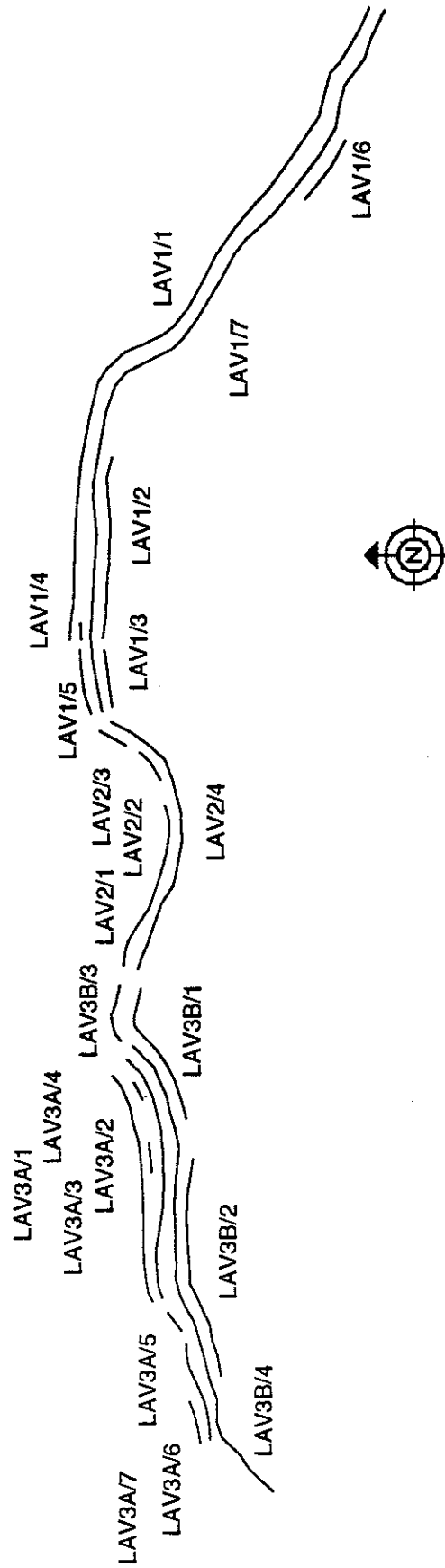
types des secteurs





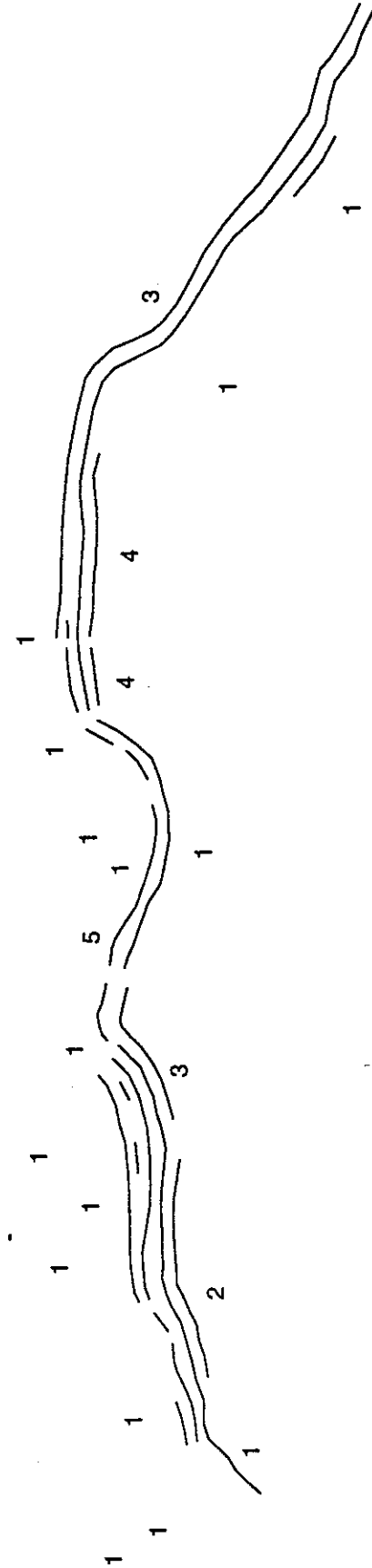
LOIRE AVAL 49 et 44

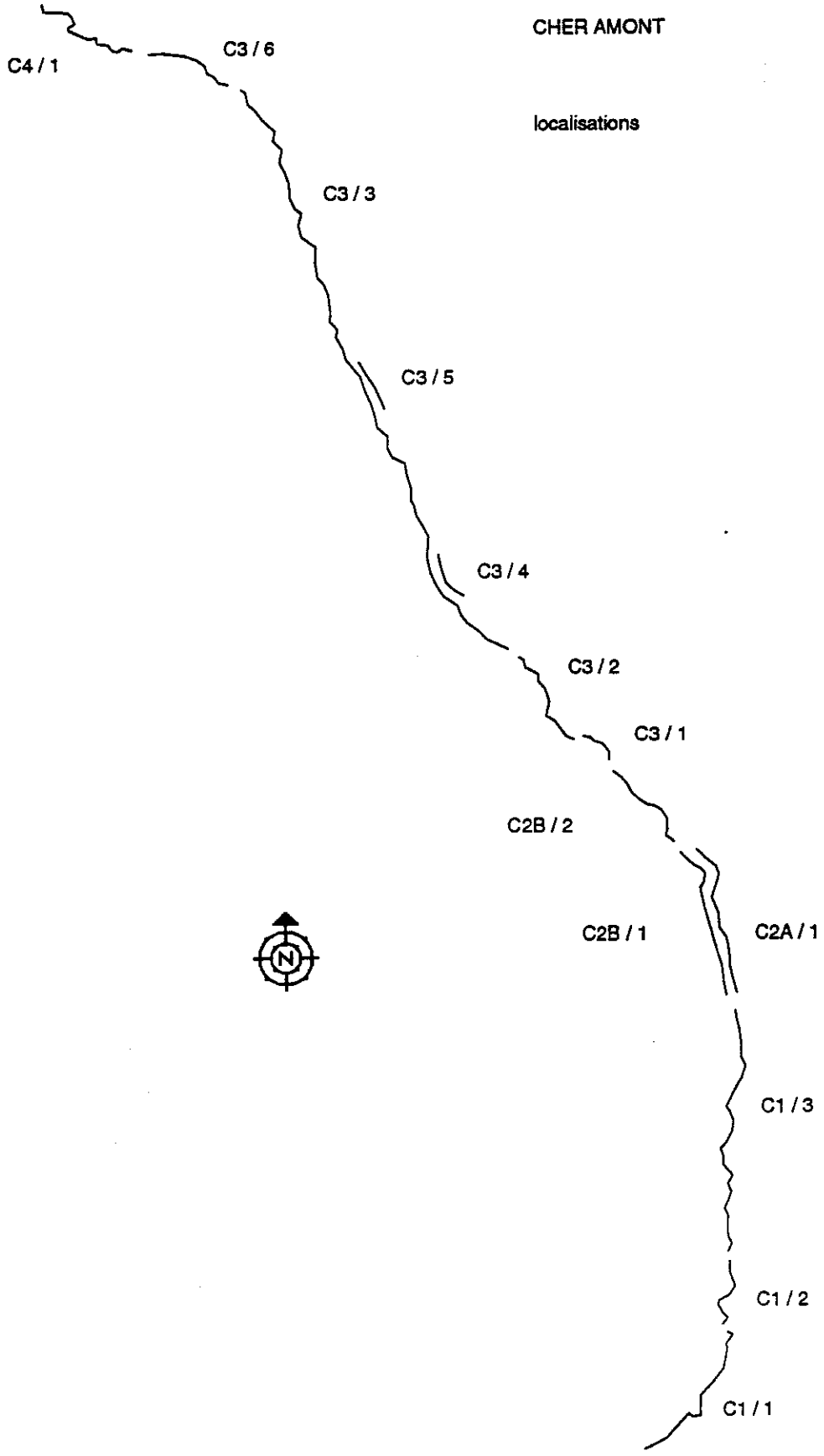
localisations

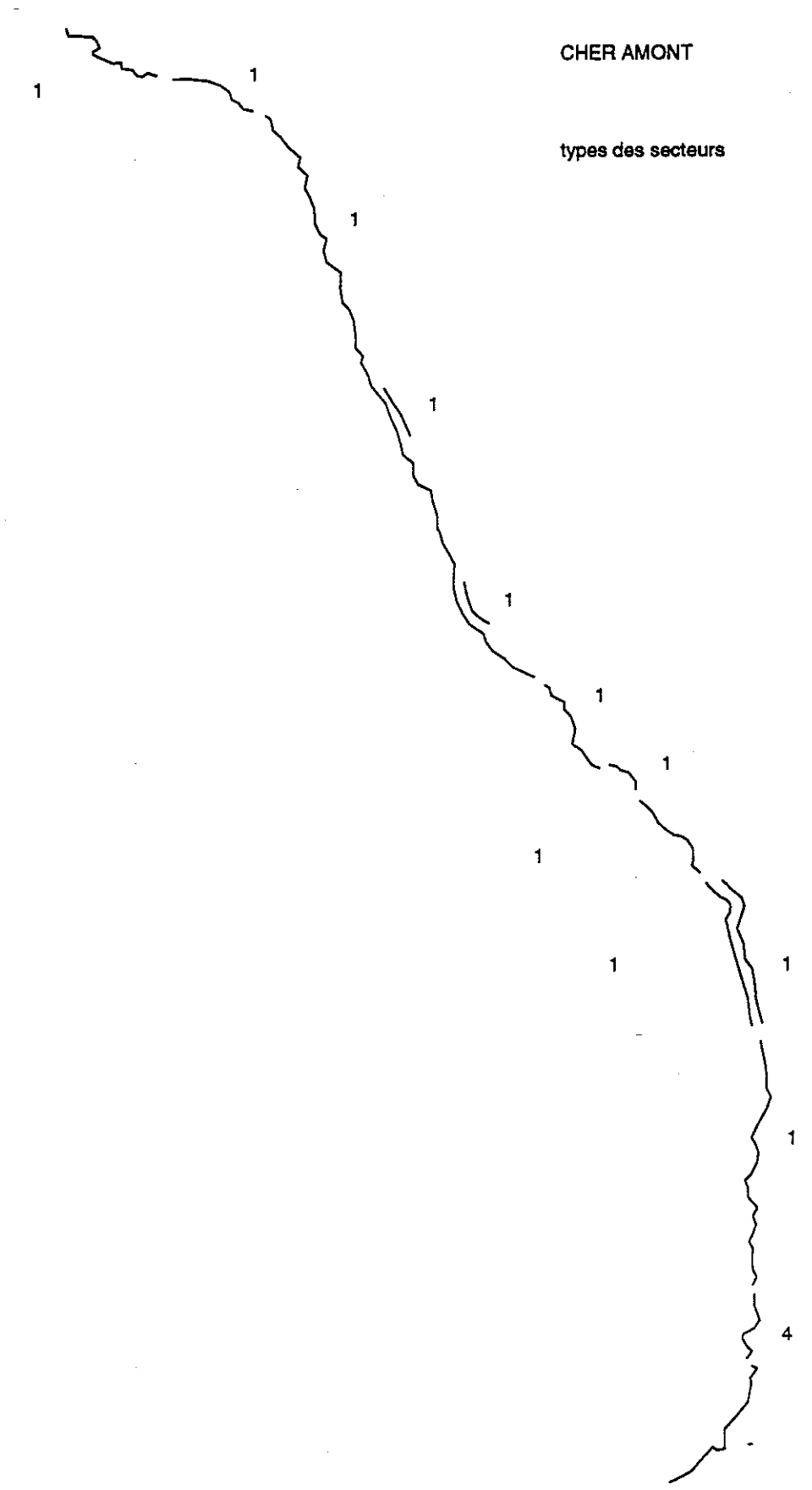


LOIRE AVAL 49 et 44

types des secteurs







CHER AMONT

types des secteurs



**Annexe IX.D.**  
**l'état d'avancement du recueil et de la critique**  
**des données sur les zones inondables**



Cette annexe présente les résultats du recueil et de la critique des données relatives aux zones inondables du bassin de la Loire, pour l'ensemble de l'aire d'étude, à l'exclusion des cours d'eau auxquels on a renoncé dès la phase initiale. On qualifie des données de "saisies" lorsqu'elles sont intégrées dans la base de données ZONINOND, après vérification, critique au CERGNE, et envoi aux Services concernés pour validation et critique ou complément éventuels.

### *l'état d'avancement par départements*

Le numéro et le nom de chaque département sont suivis des noms des cours d'eau traversant le département et concernés par le recueil (entre parenthèses).

#### 03 - Allier (Allier / Cher / Loire)

Les données relatives à l'Allier et au Cher sont saisies. Les données de la Loire sont très incomplètes, et leur approfondissement nécessiterait de prendre de nouveaux contacts (suite à des mobilités de nos interlocuteurs).

#### 16 - Charente (Vienne)

Les données sont saisies.

#### 18 - Cher (Allier / Cher / Loire / Yèvre)

Les données sont saisies.

#### 23 - Creuse (Creuse)

Les données sont saisies.

#### 28 - Eure-et-Loir (Huisne / Loir)

Les données relatives au Loir sont saisies. Il s'est par contre avéré impossible de trouver des données suffisantes pour l'Huisne.

#### 36 - Indre (Creuse / Indre)

Les données sont saisies.

#### 37 - Indre-et-Loire (Cher / Creuse / Indre / Loire / Vienne)

Les données sont saisies.

#### 41 - Loir-et-Cher (Cher / Loir / Loire)

Les données relatives à la Loire sont saisies, celles relatives au Cher et au Loir sont très incomplètes.

#### 42 - Loire (Loire)

Les données sont saisies.

#### 43 - Haute-Loire (Allier / Lignon du Velay / Loire)

Très peu de données ont été recueillies.

#### 44 - Loire-Atlantique (Loire)

Les données sont saisies.



45 - Loiret (Loire)

Les données sont saisies.

49 - Maine-et-Loire (Loir / Loire / Maine / Mayenne / Sarthe)

Les données relatives à la Loire sont saisies. Très peu de données ont été recueillies sur les autres cours d'eau.

58 - Nièvre (Allier / Loire)

Les données sont saisies pour ce qui concerne l'Allier et la Loire moyenne (à l'aval du confluent de l'Allier). Les données de la Loire amont sont incomplètes, et leur approfondissement nécessiterait de prendre de nouveaux contacts (suite à des mobilités de nos interlocuteurs).

61 - Orne (Huisne / Sarthe)

Les données relatives à la Sarthe sont saisies. Il s'est avéré impossible de trouver des données suffisantes pour l'Huisne.

63 - Puy-de-Dôme (Allier)

Les données sont saisies.

71 - Saône-et-Loire (Loire)

Les données sont très incomplètes, et leur approfondissement nécessiterait de prendre de nouveaux contacts (suite à des mobilités de nos interlocuteurs).

72 - Sarthe (Huisne / Loir / Sarthe)

Les données recueillies sur les trois cours d'eau sont très incomplètes.

86 - Vienne (Clain / Creuse / Vienne)

Les données sont saisies.

87 - Haute-Vienne (Vienne)

Les données sont saisies.

#### ***l'état d'avancement par cours d'eau***

Le nom de chaque cours d'eau est suivi, entre parenthèses, par les numéros des départements concernés.

Allier (43 / 63 / 03 / 18 / 58)

Très peu de données sont recueillies sur la Haute-Loire. Les données sont saisies ailleurs.

Cher (03 / 18 / 41 / 37)

Les données recueillies sont très incomplètes sur le Loir-et-Cher, saisies sur les autres départements.

Clain (86)

Les données sont saisies.

Creuse (23 / 36 / 37)

Les données sont saisies.

Huisne (28 / 61 / 72)

Les données existantes et recueillies se révèlent être insuffisantes.

Indre (36 / 37)

Les données sont saisies.

Lignon du Velay (43)

Très peu de données ont été recueillies.

Loir (28 / 41 / 72 / 49)

Les données sont saisies pour l'Eure-et-Loir, les données recueillies sont très incomplètes dans le Loir-et-Cher et dans la Sarthe.

Loire amont - à l'amont du confluent de l'Allier (43 / 42 / 71 / 03 / 58)

Les données sont saisies pour la Loire, incomplètes à très incomplètes dans les autres départements.

Loire moyenne - entre les confluent de l'Allier et de la Maine (18 / 58 / 45 / 41 / 37 / 49)

Les données sont saisies.

Loire aval - de l'aval du confluent de la Maine à la zone d'influence de l'estuaire (Oudon) (49 / 44)

Les données sont saisies.

Maine (49)

Très peu de données ont été recueillies.

Mayenne (49)

Très peu de données ont été recueillies.

Sarthe (61 / 72 / 49)

Les données sont saisies pour l'Orne. Très peu de données ont été recueillies dans le Maine-et-Loire et la Sarthe.

Vienne (87 / 16 / 86 / 37)

Les données sont saisies.

Yèvre (18)

Les données sont saisies.

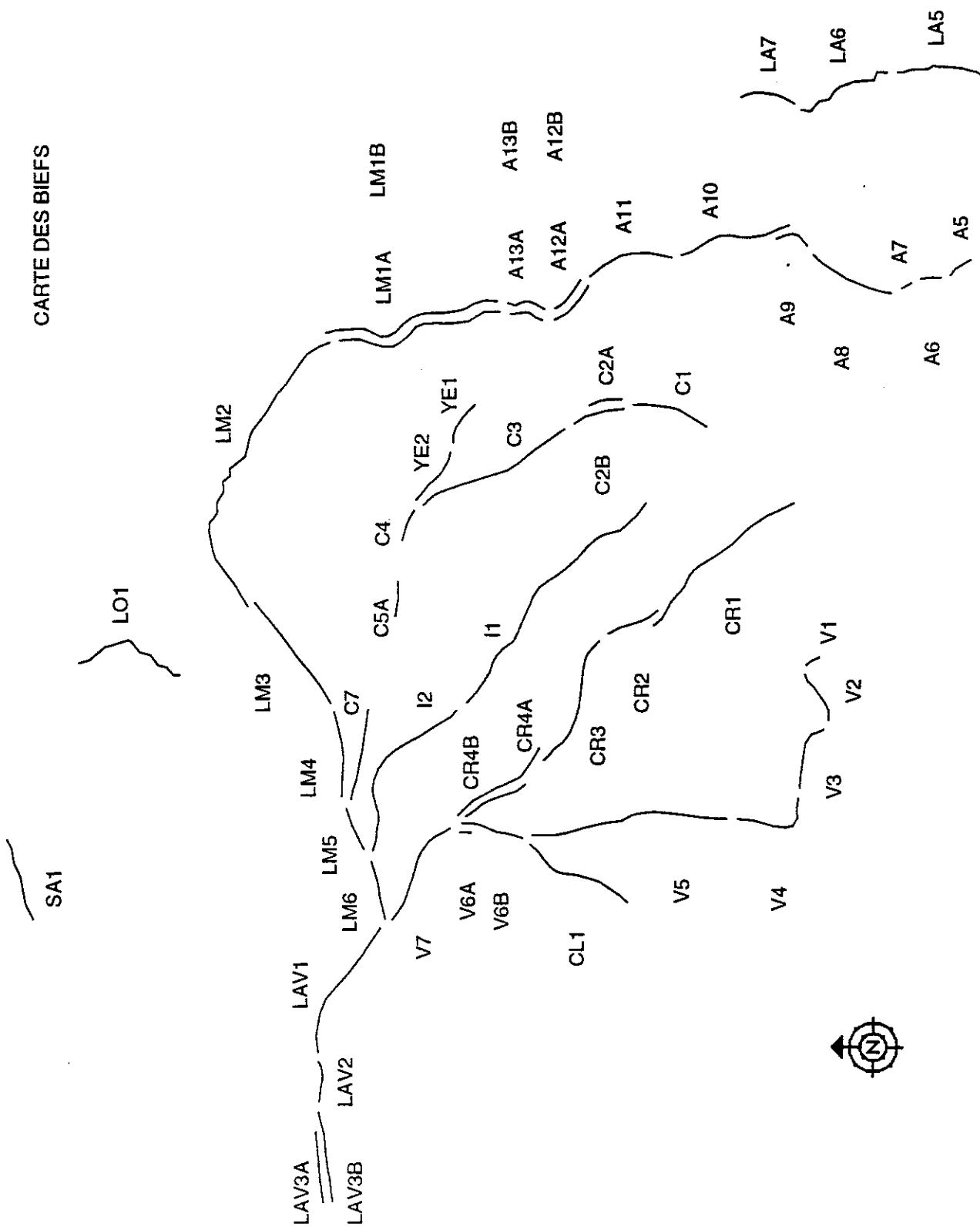


## **Annexe IX.E. les résultats du modèle par bief**

Les coûts sont exprimés en millions de Francs au troisième trimestre 1991. Les parts des différentes catégories de coûts sont exprimées en proportion du coût total estimé (et non du coût total absolu). Les coûts considérés sont ceux relatifs à des crues de périodes de retour 2 ans (T2), 10 ans (T10) et 100 ans (T100), ainsi que le coût moyen annuel (CMA). Pour la Loire, on considère la situation actuelle, mais sans prendre en compte les effets du barrage de Villerest. Les fréquences de crues (ou de coûts) se rapportent donc à l'hydrologie telle qu'on l'observerait sans cet ouvrage.



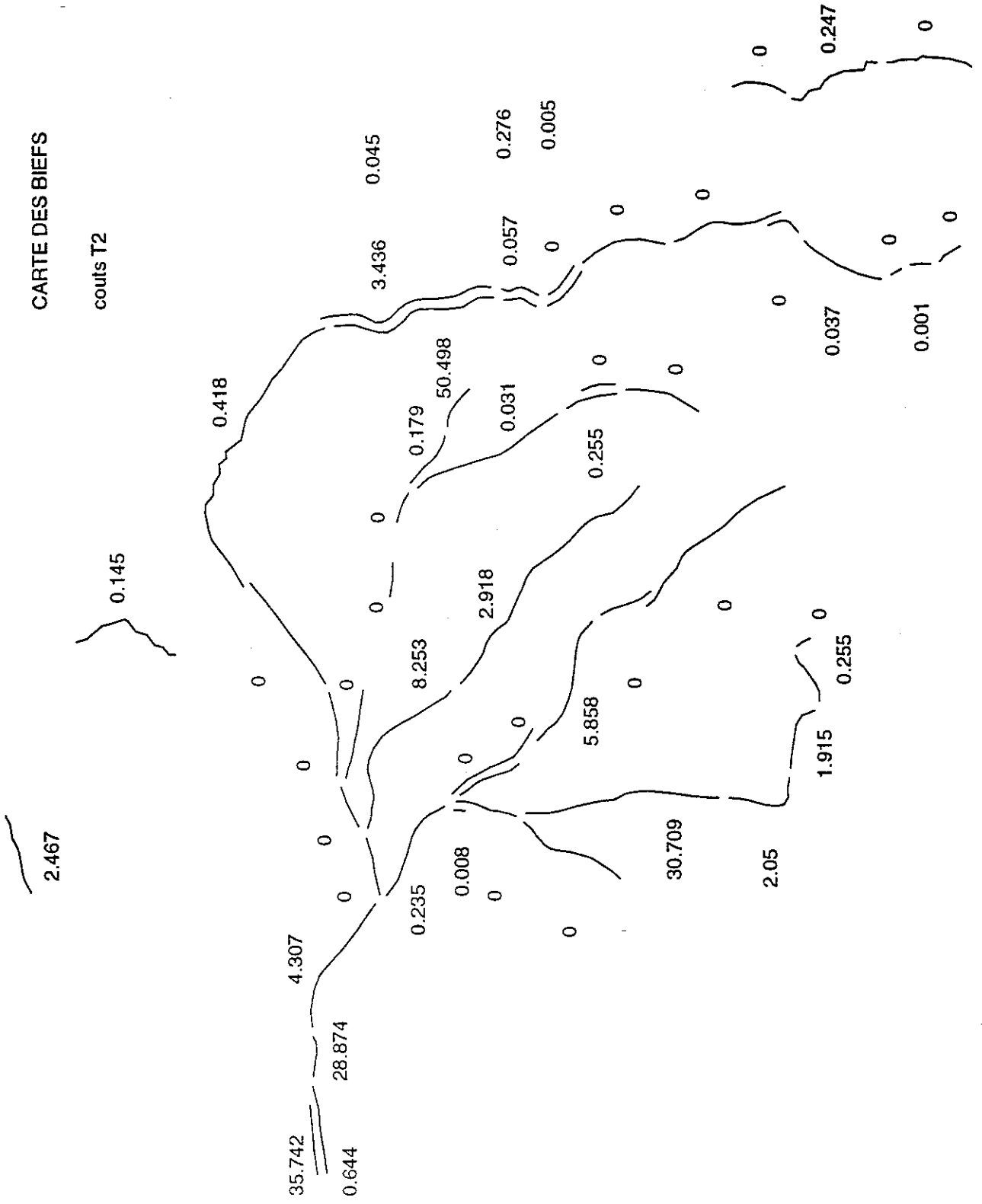
CARTE DES BIEFS



IX.E.1

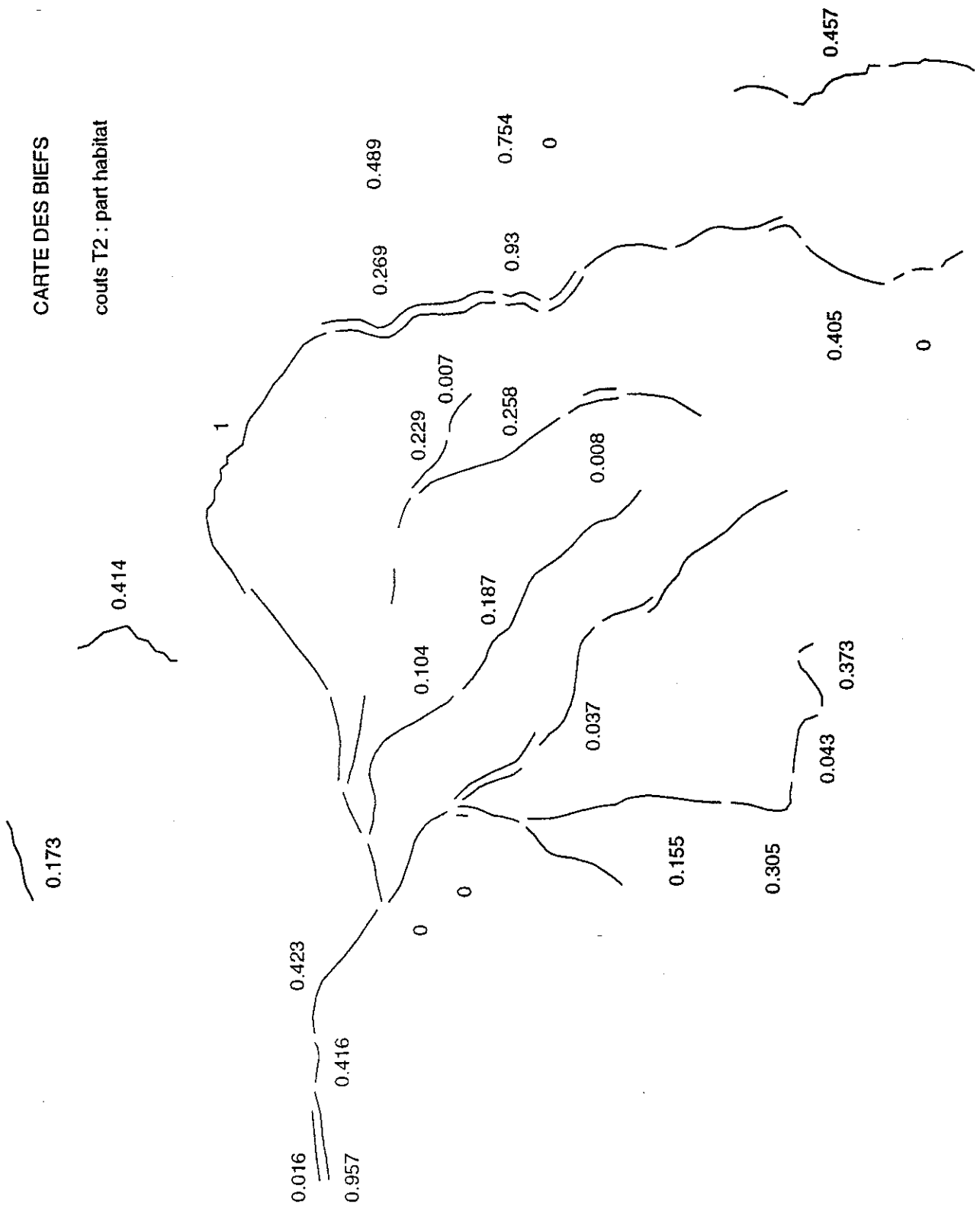
CARTE DES BIEFS

couts T2



CARTE DES BIEFS

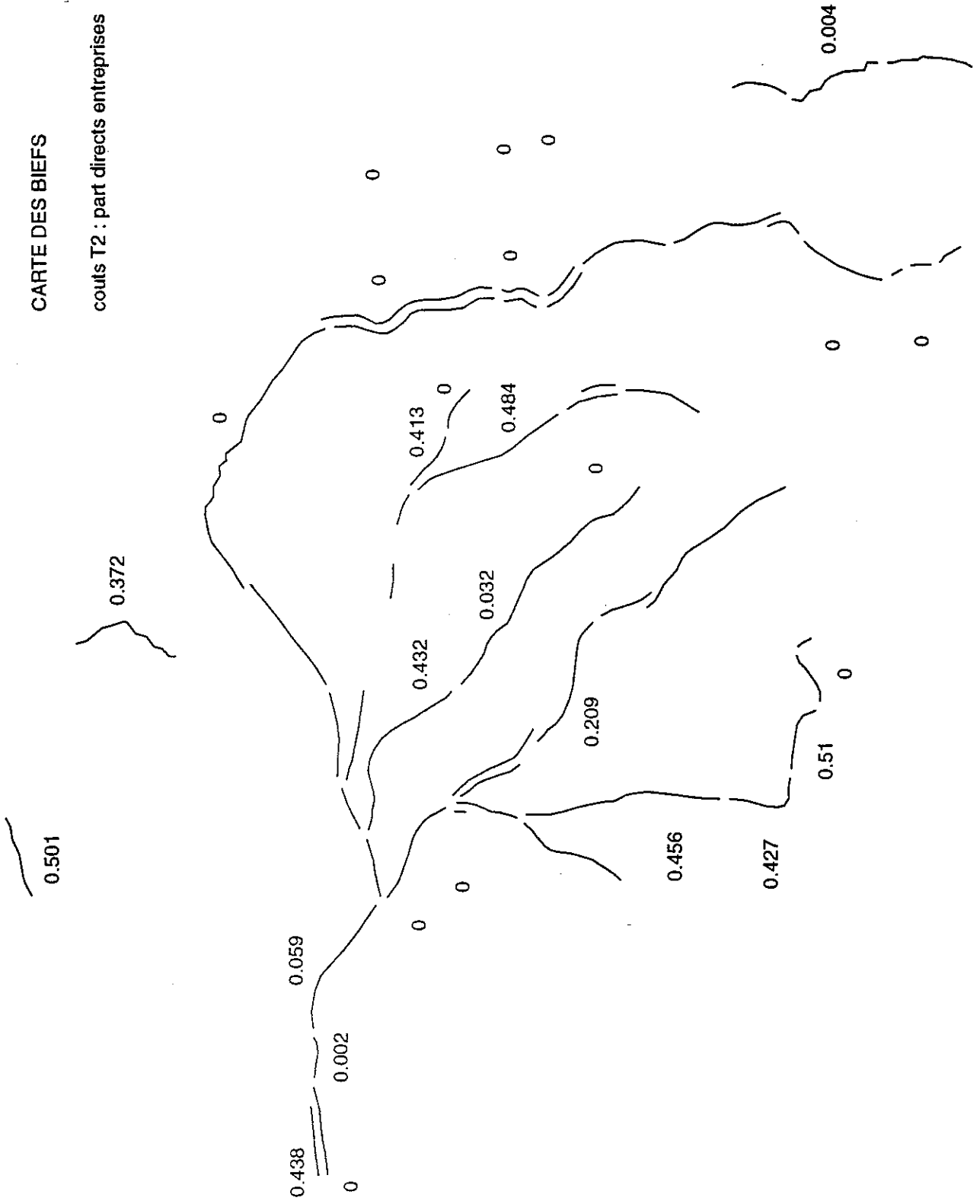
couts T2 : part habitat





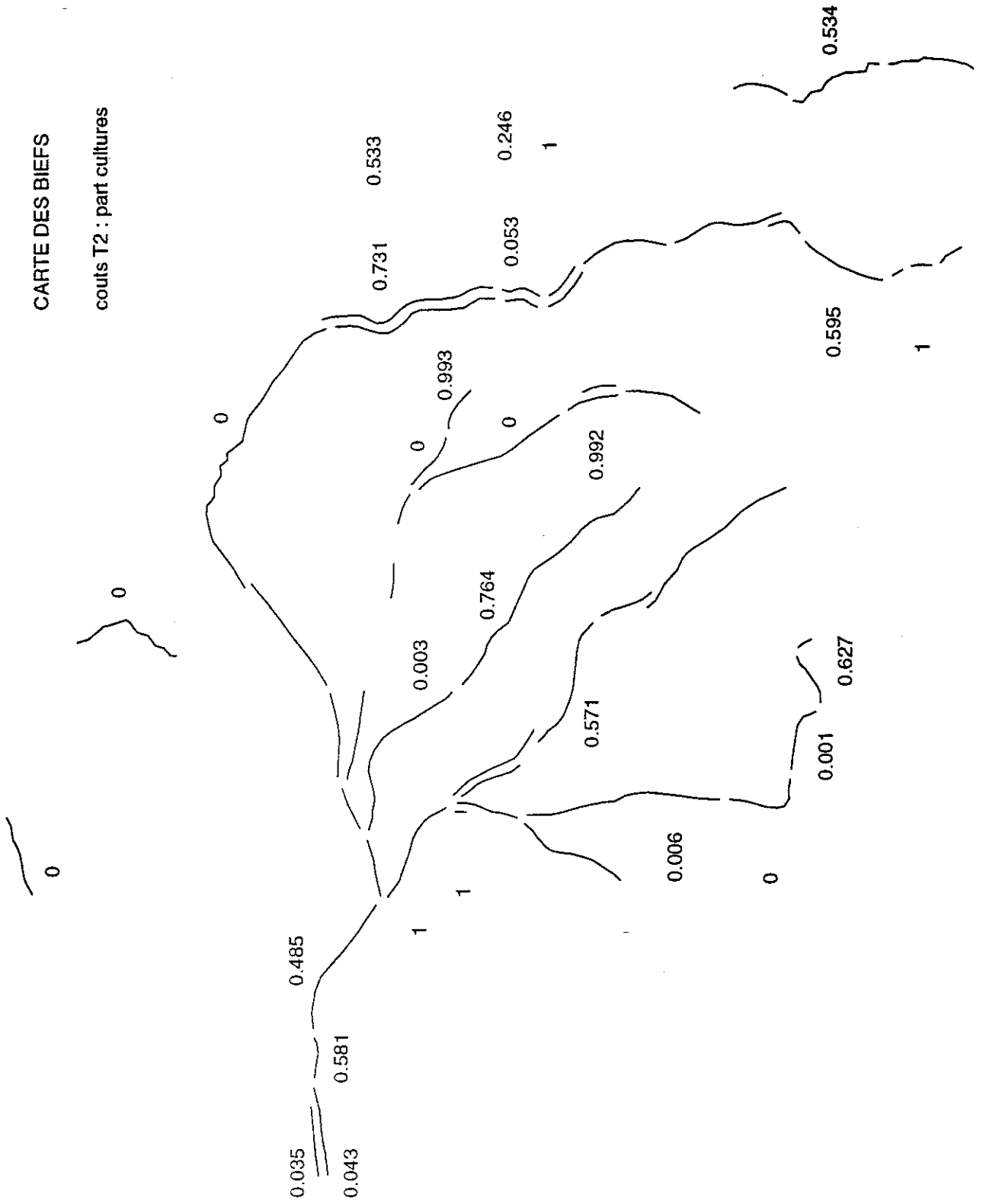
CARTE DES BIEFS

couts T2 : part directs entreprises



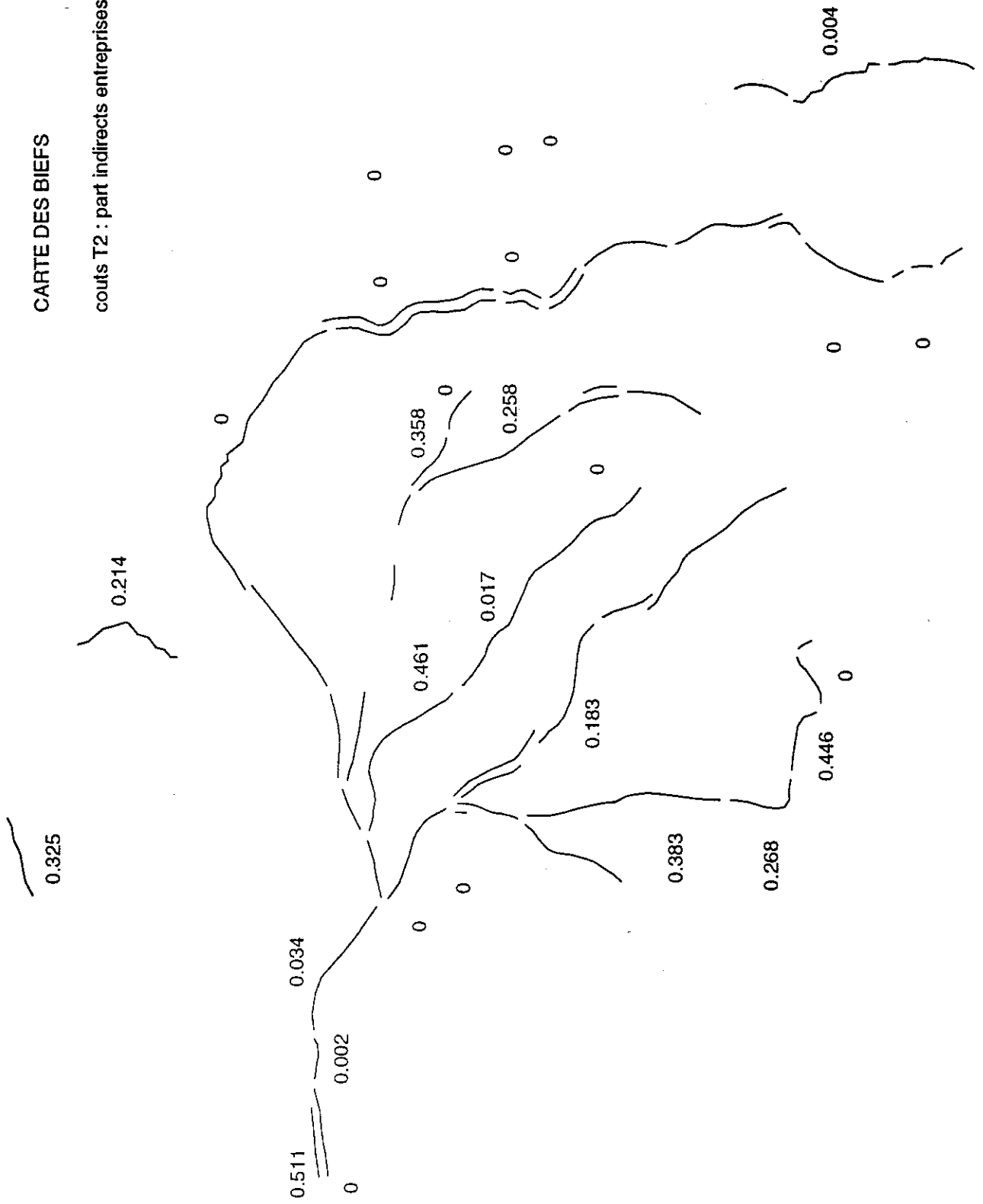
CARTE DES BIEFS

couts T2 : part cultures



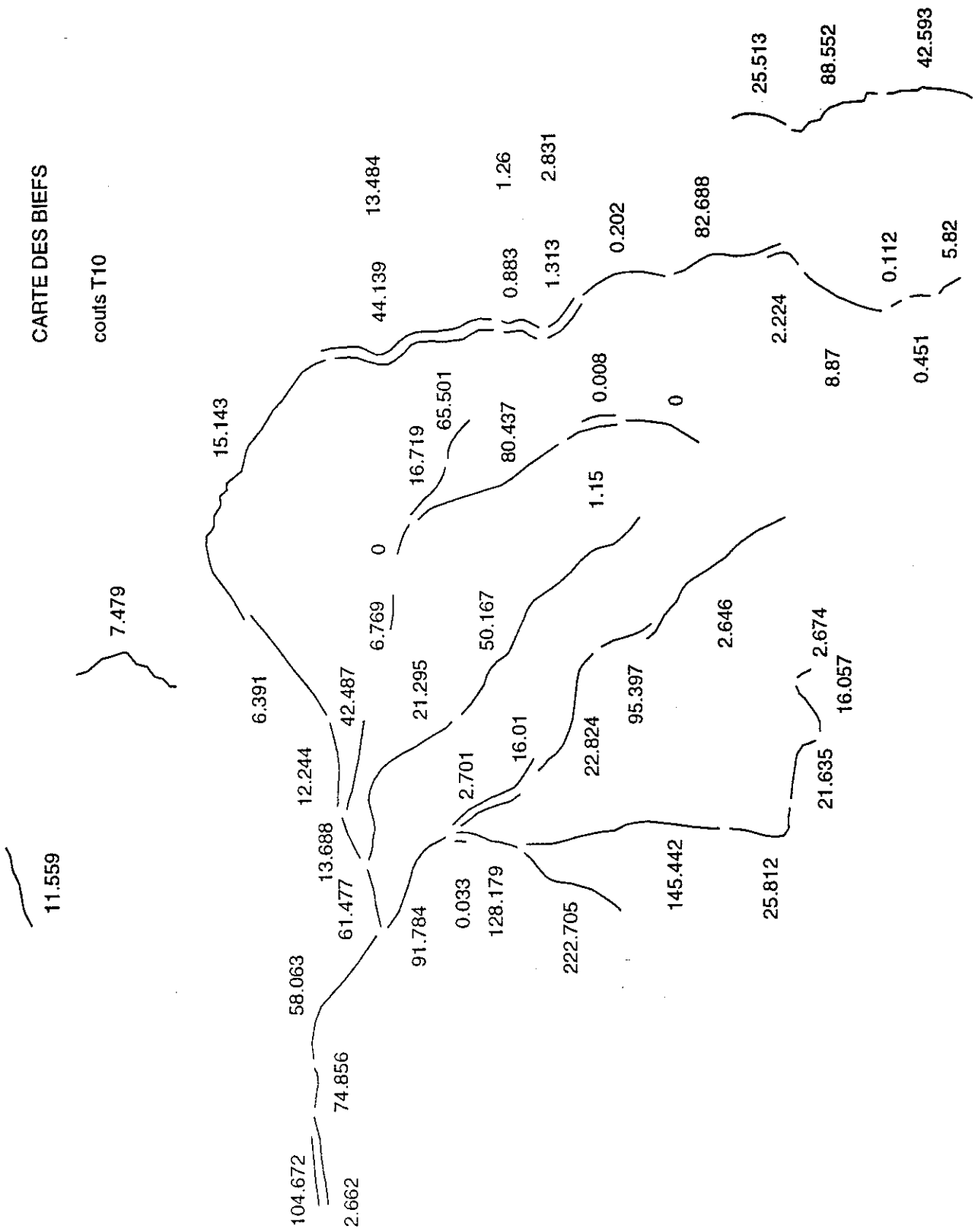
CARTE DES BIEFS

couts T2 : part indirects entreprises



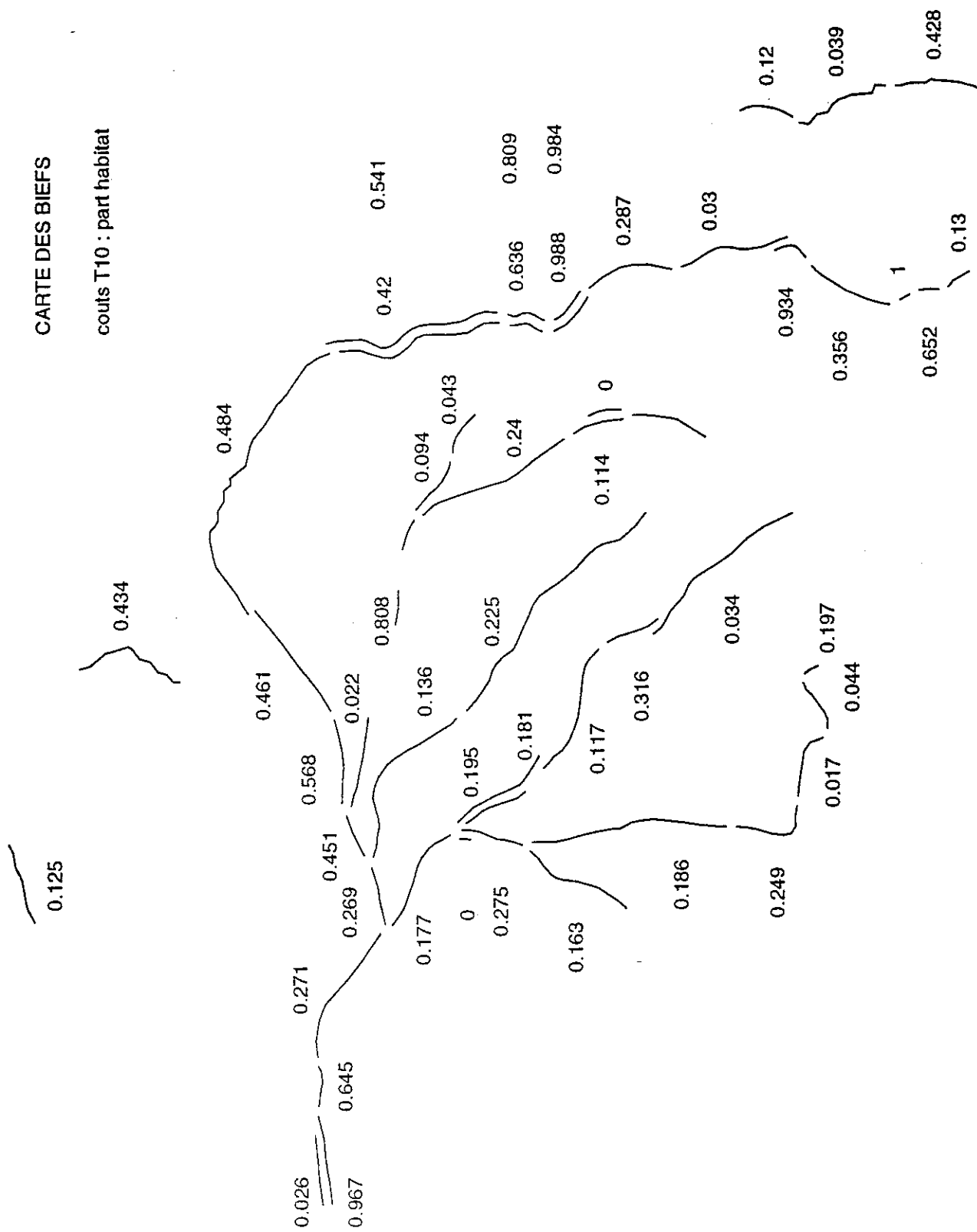
CARTE DES BIEFS

couts T10



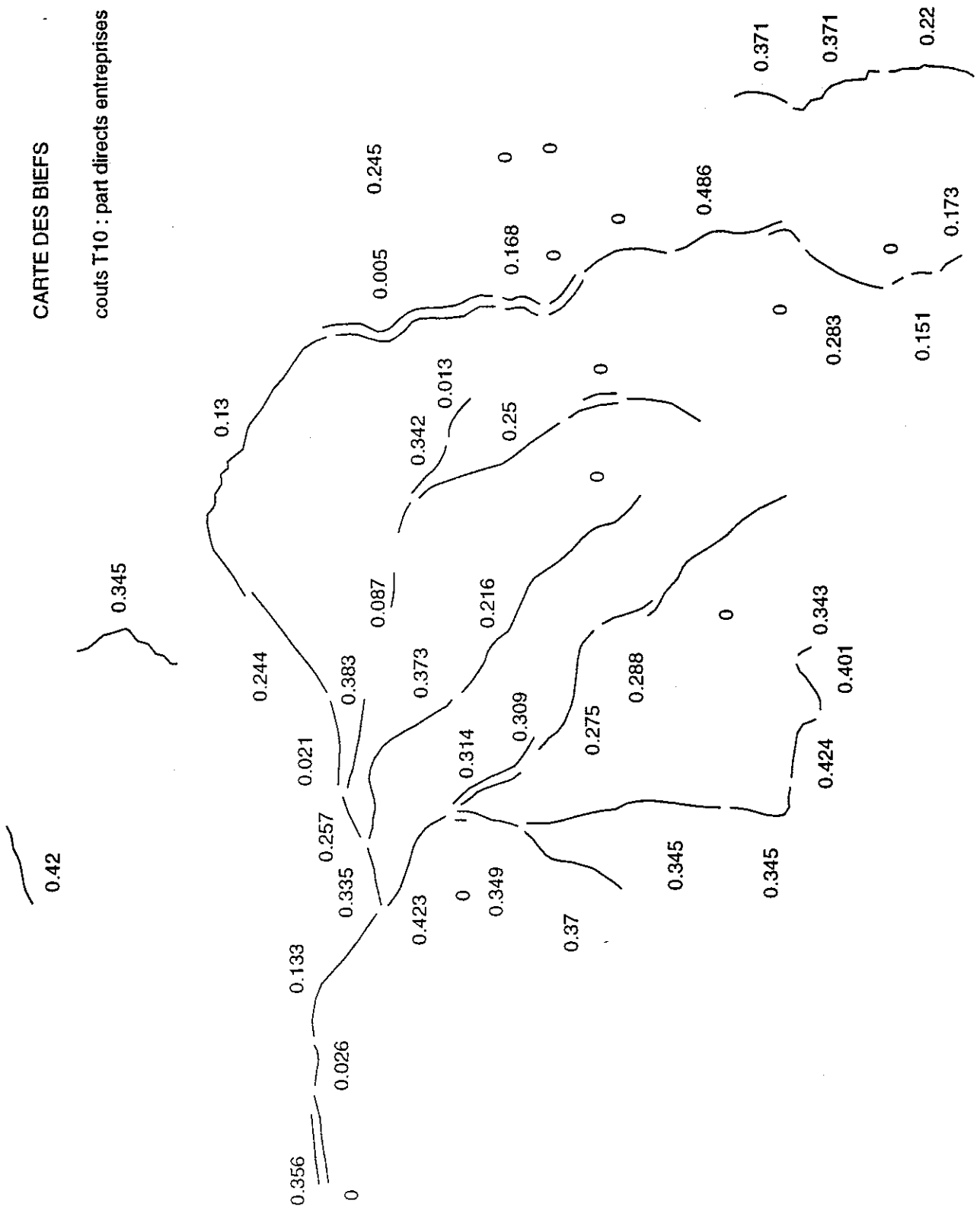
CARTE DES BIEFS

couts T10 : part habitat



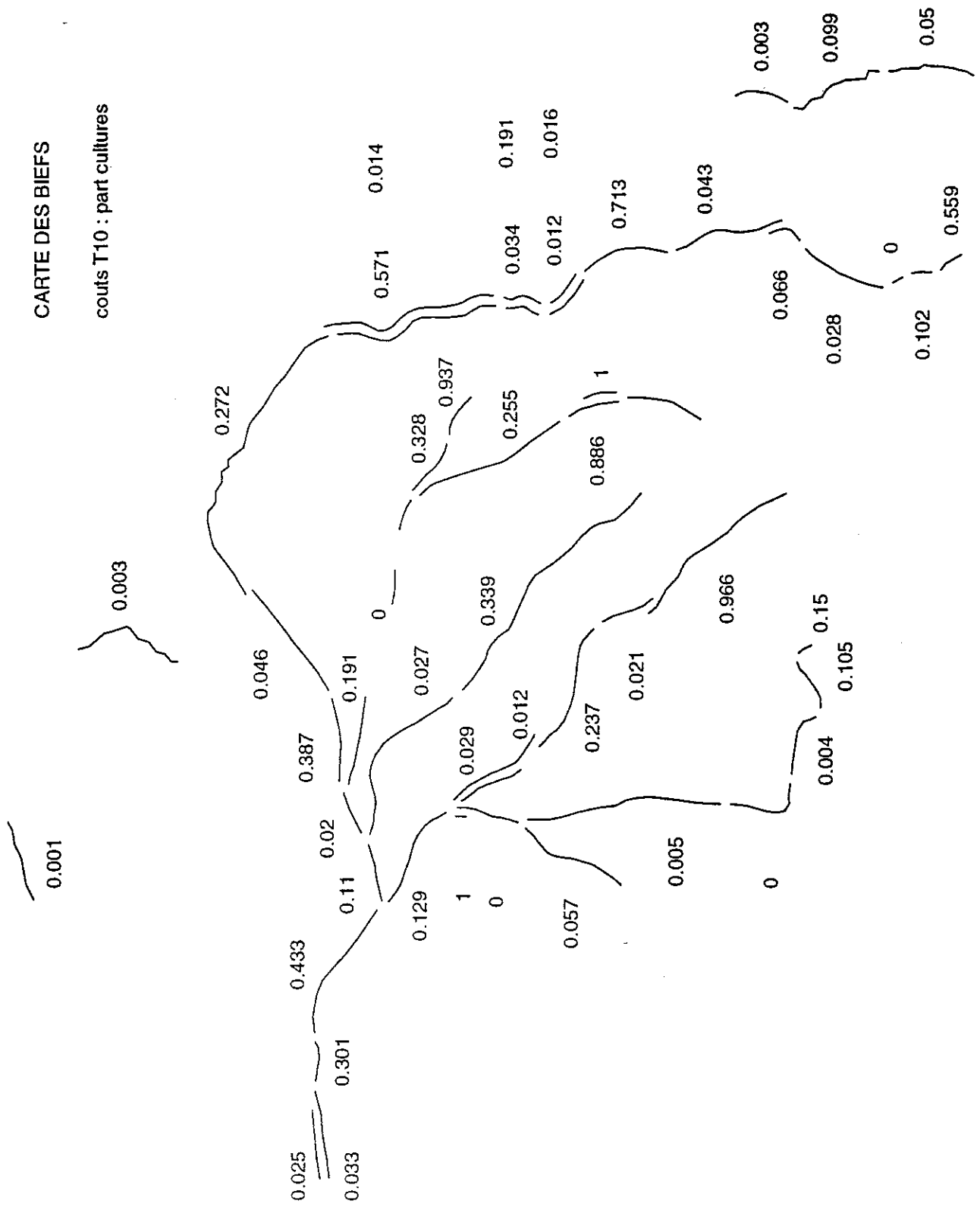
CARTE DES BIEFS

couts T10 : part directs entreprises



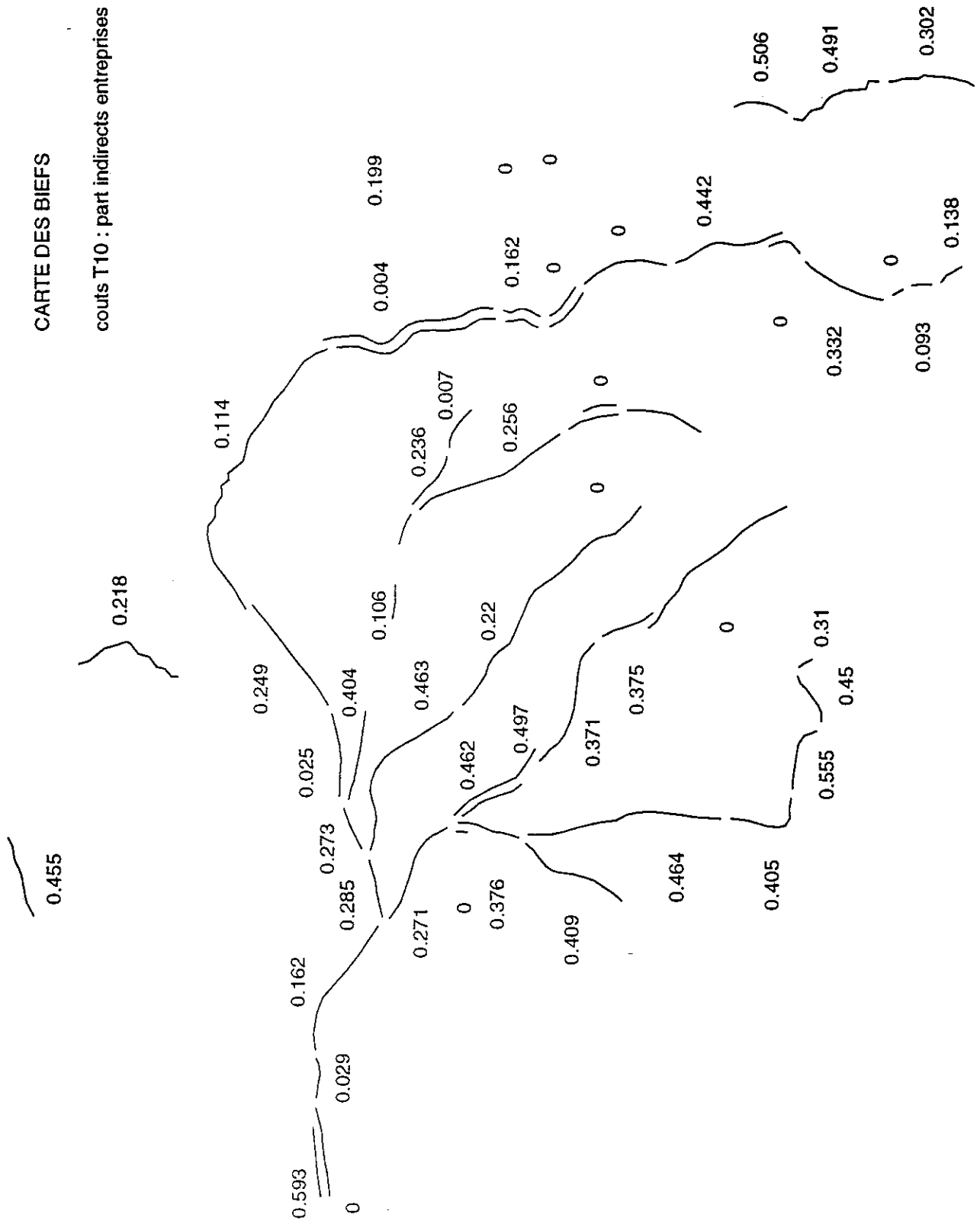
CARTE DES BIEFS

couts T10 : part cultures



CARTE DES BIEFS

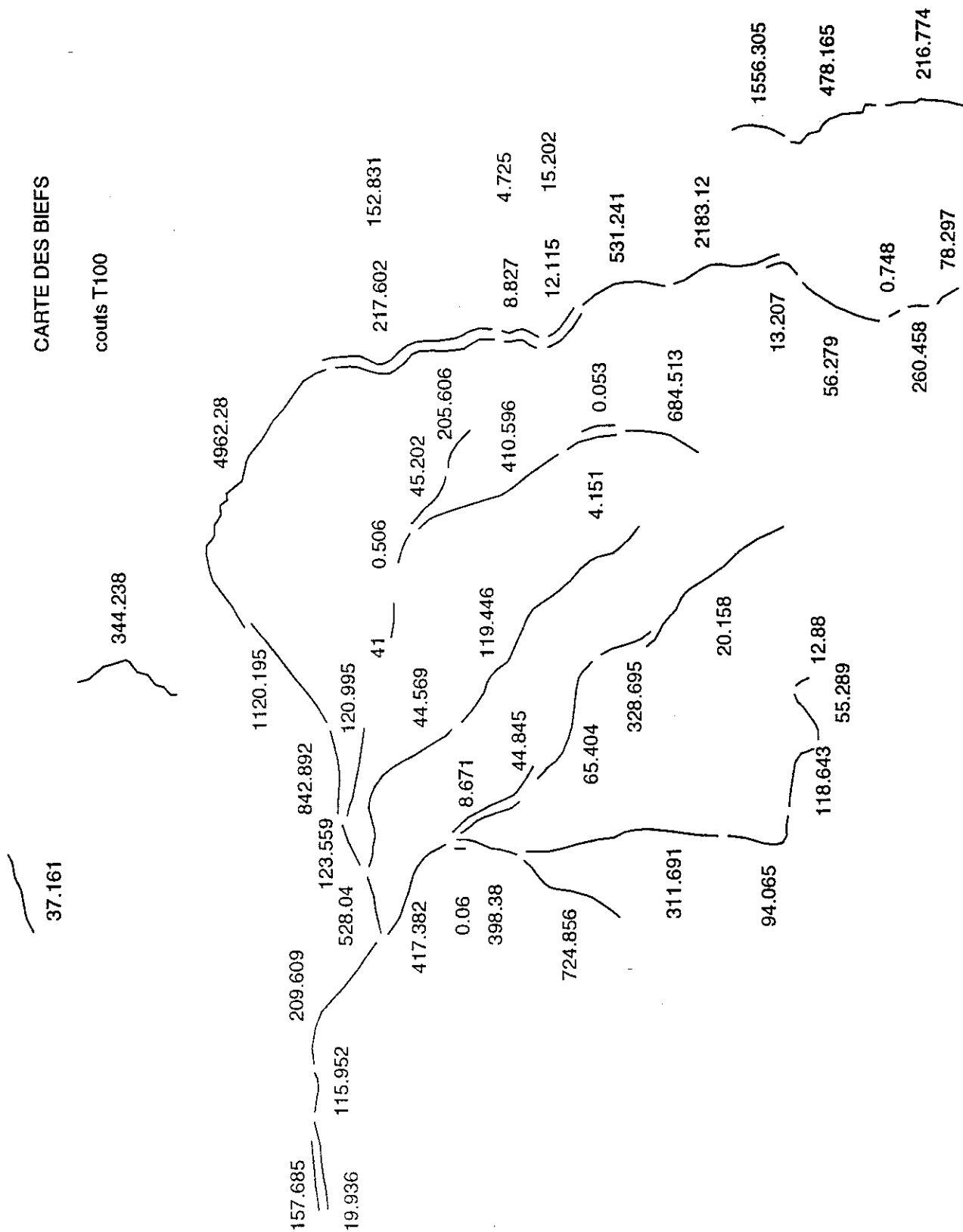
couts T10 : part indirects entreprises





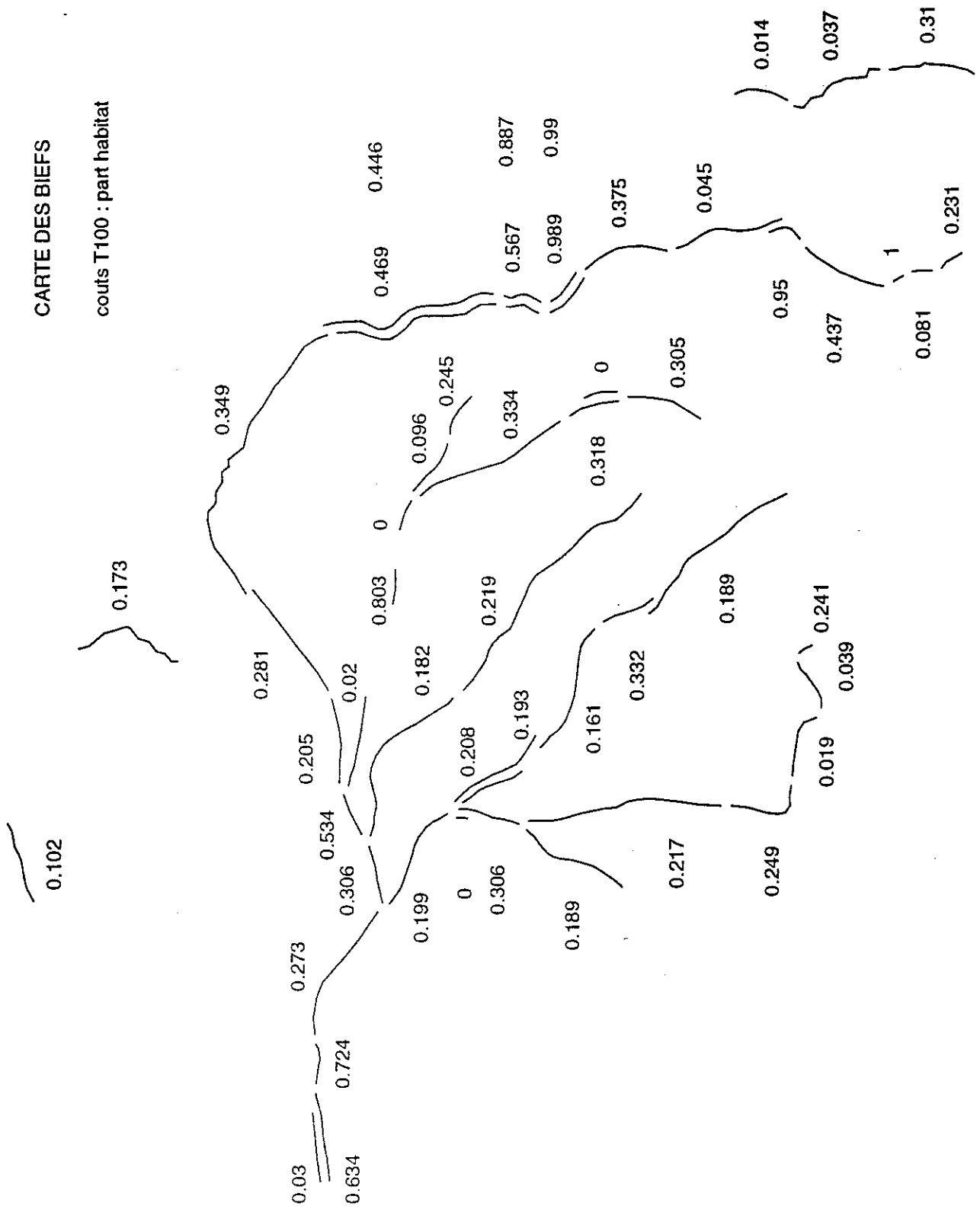
CARTE DES BIEFS

couts T100



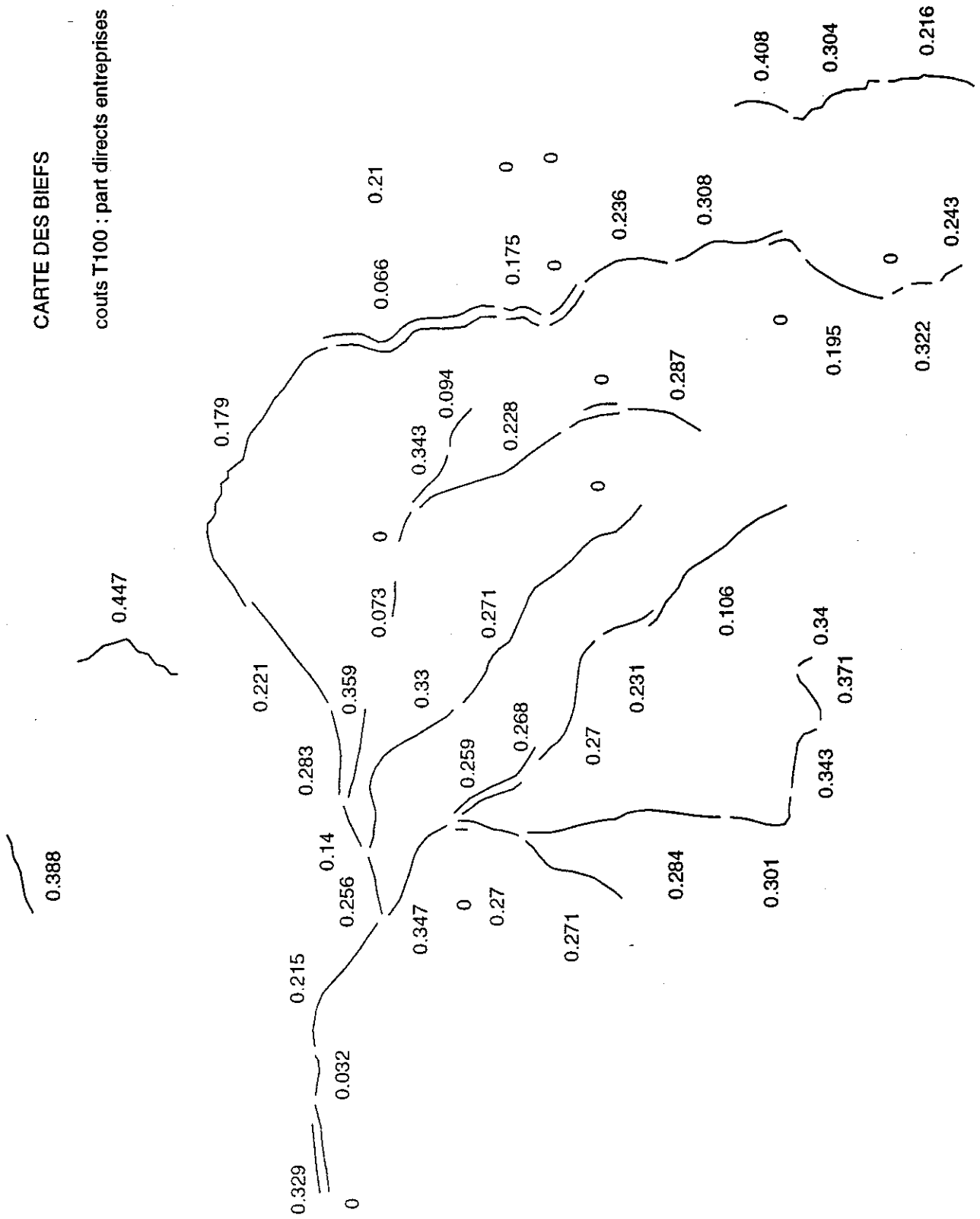
CARTE DES BIEFS

couts T100 : part habitat



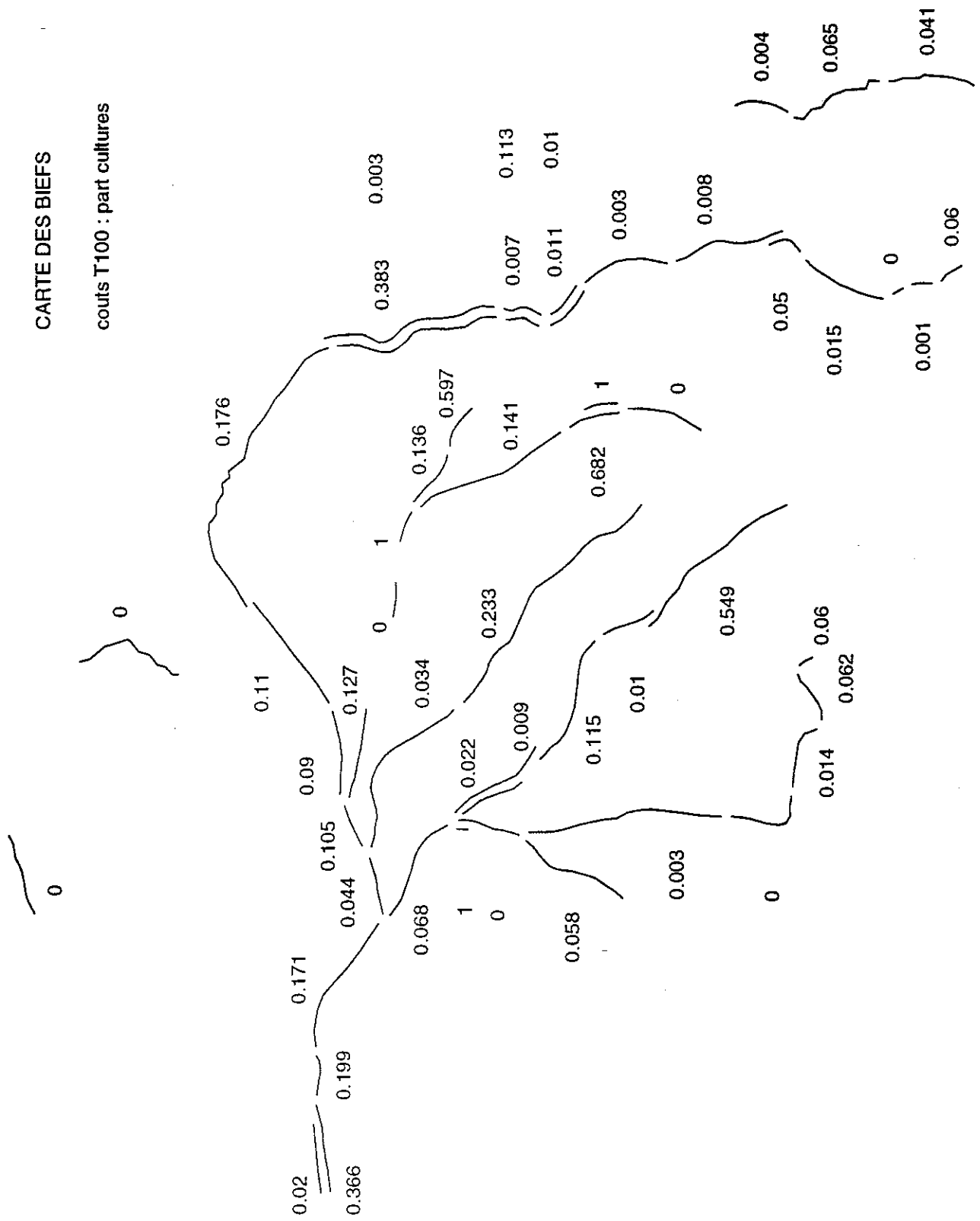
CARTE DES BIEFS

couts T100 : part directs entreprises



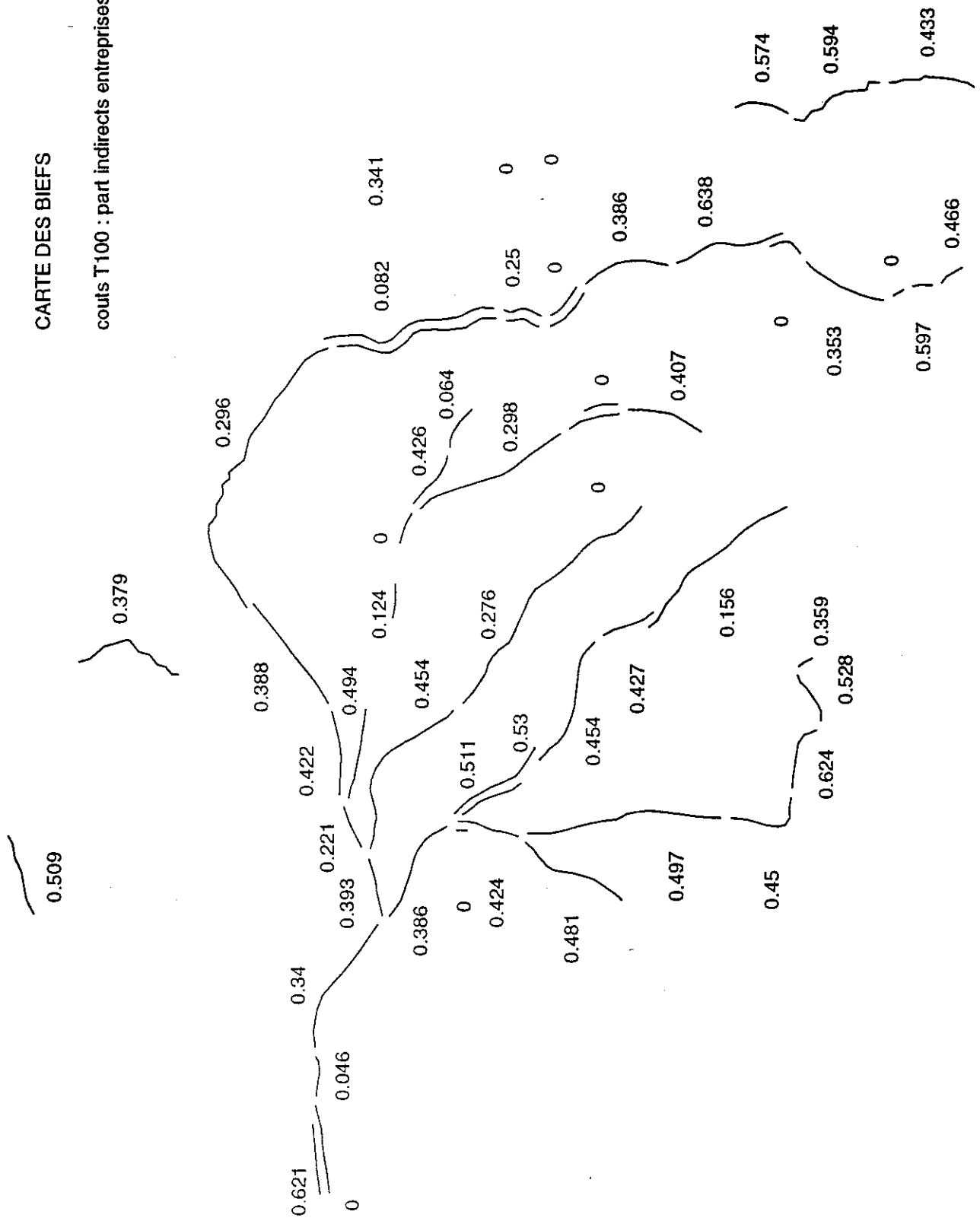
CARTE DES BIEFS

couts T100 : part cultures



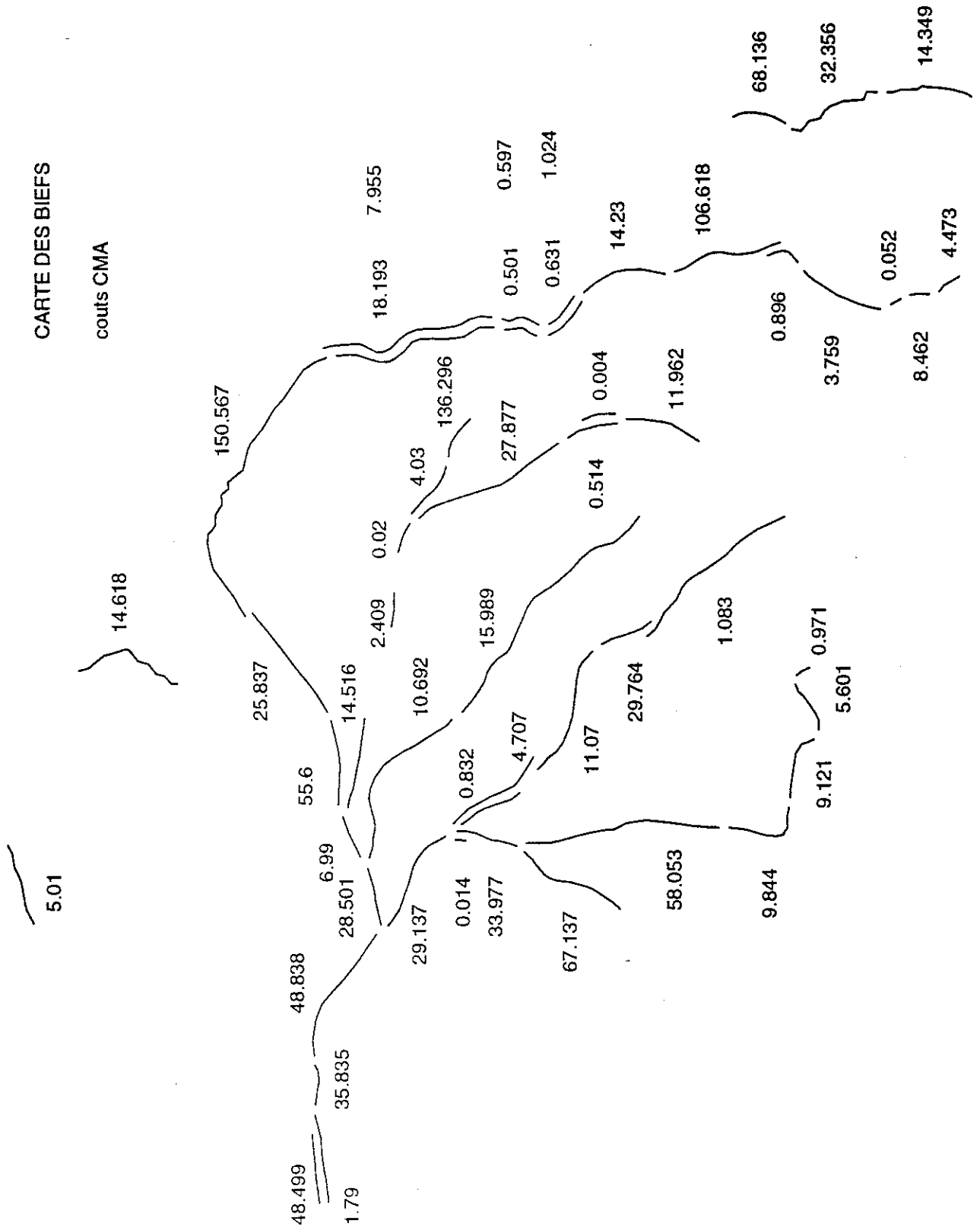
CARTE DES BIEFS

couts T100 : part indirects entreprises



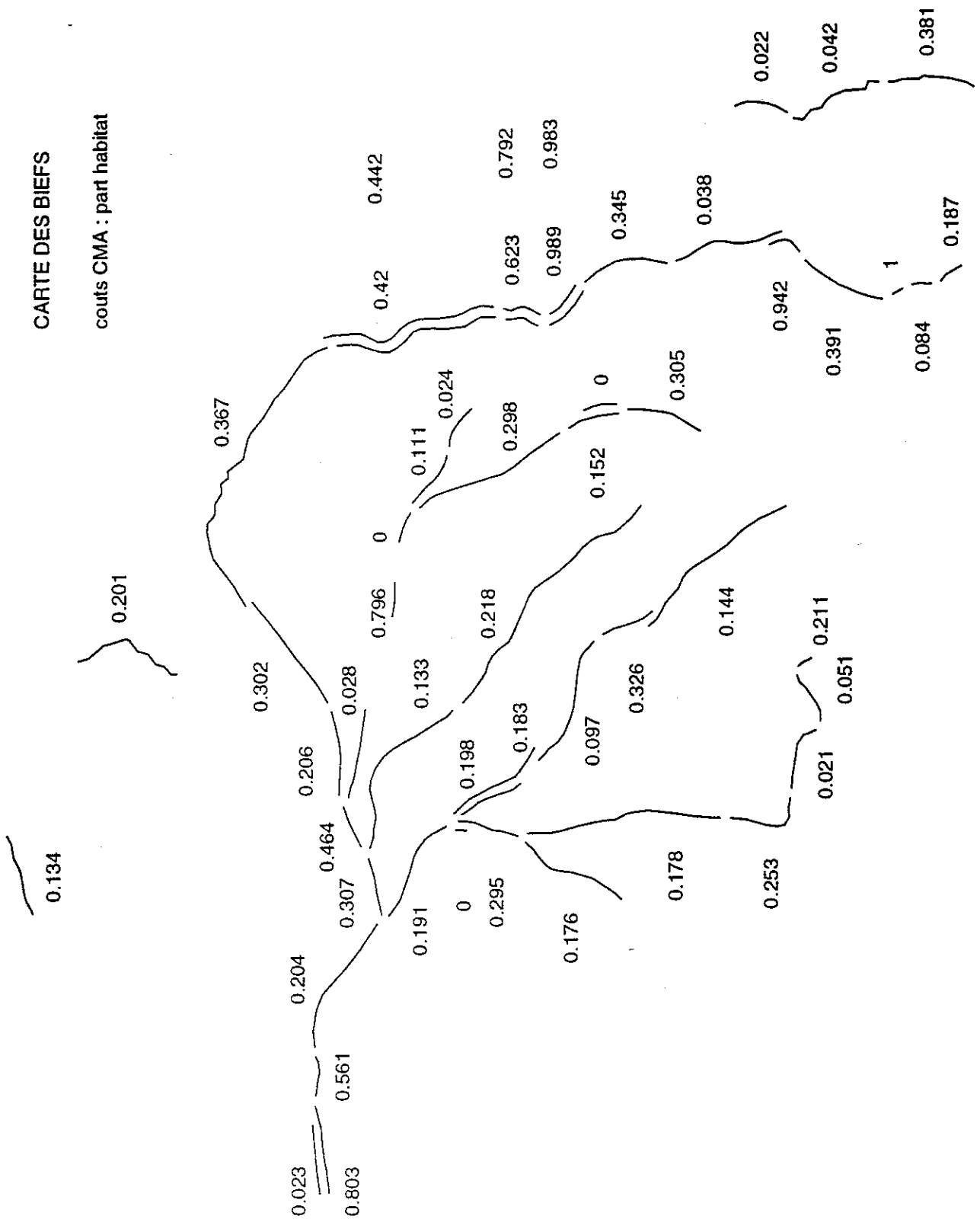
CARTE DES BIEFS

couts CMA



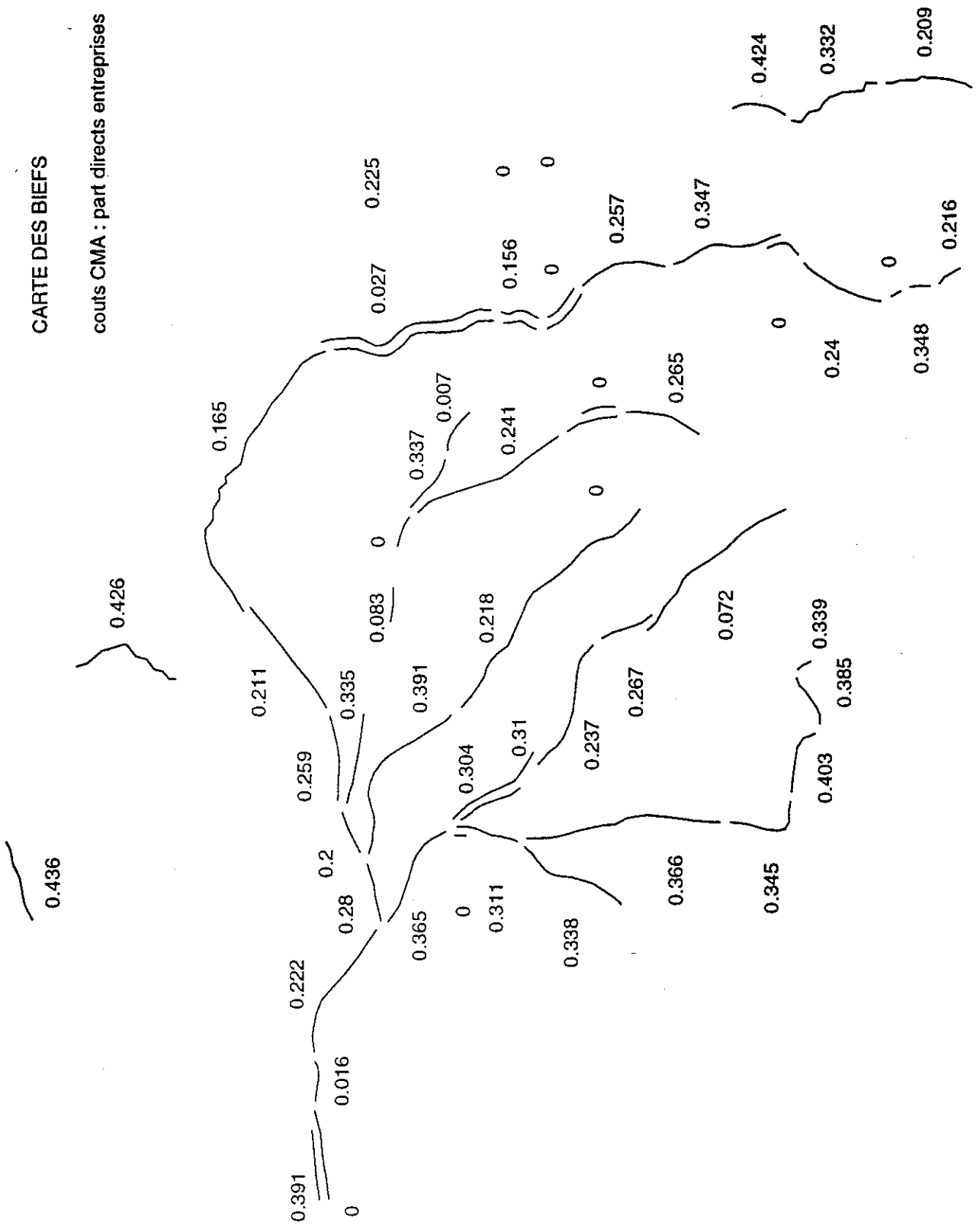
# CARTE DES BIEFS

couts CMA : part habitat



CARTE DES BIEFS

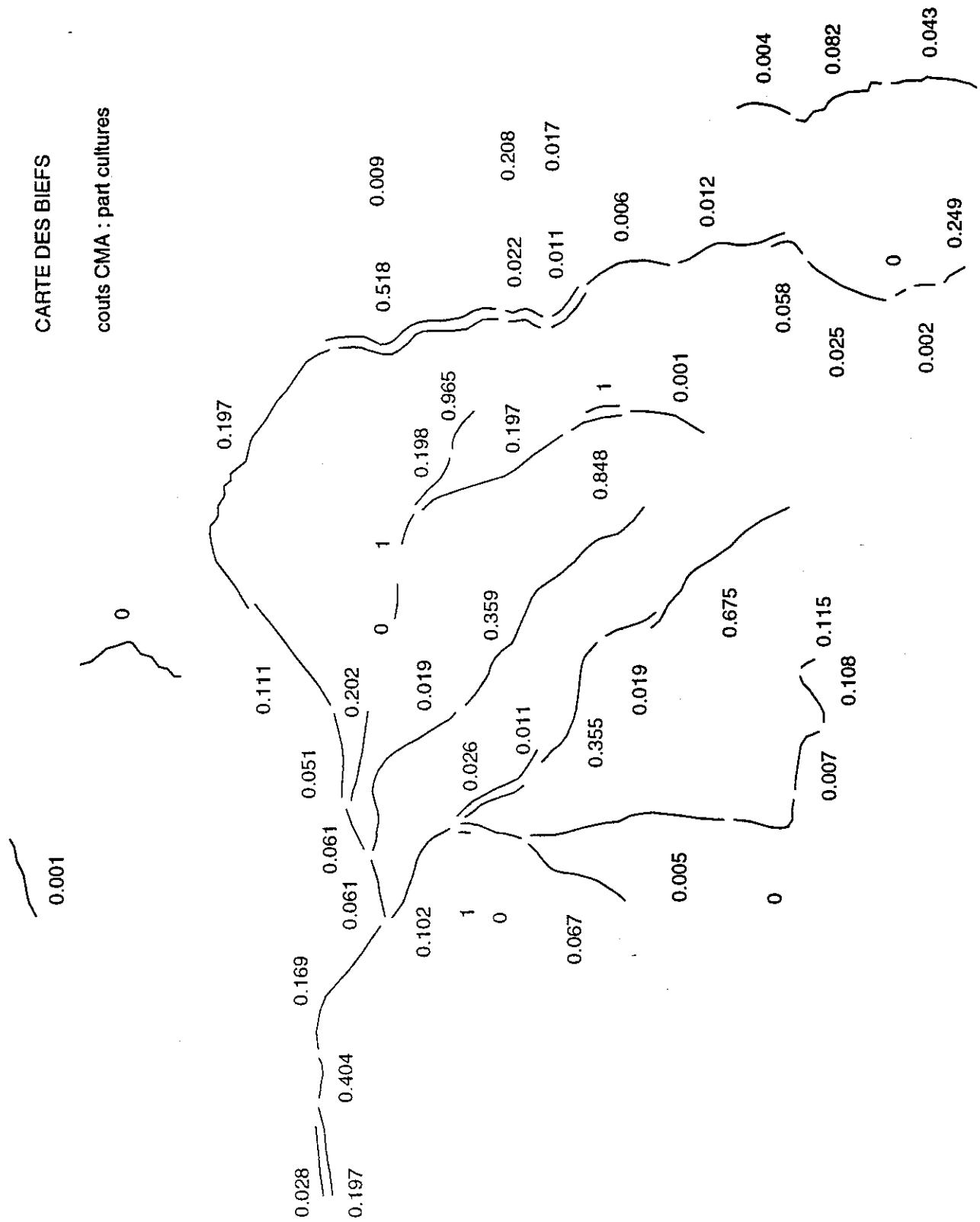
couts CMA : part directs entreprises





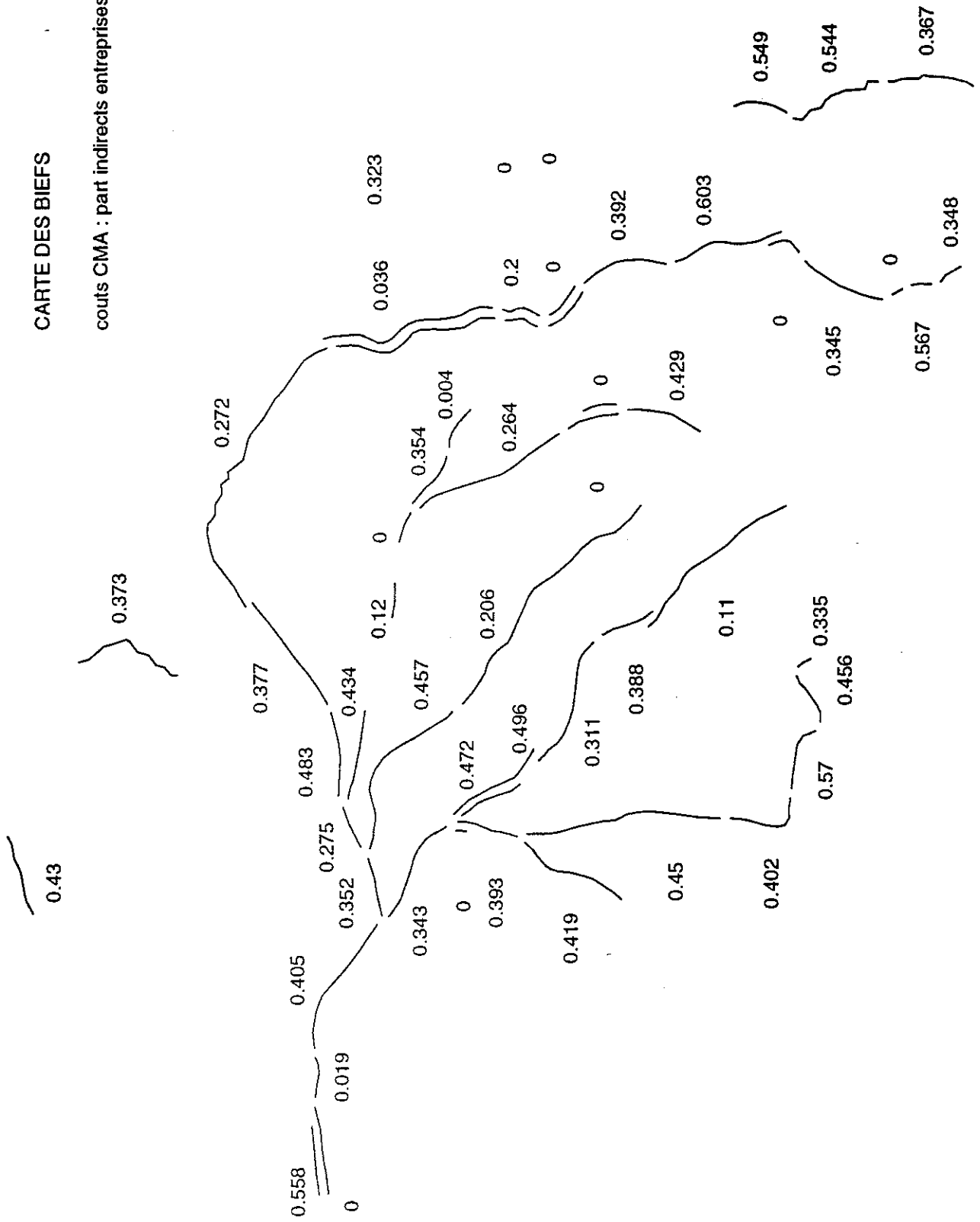
# CARTE DES BIEFS

couts CMA : part cultures



CARTE DES BIEFS

couts CMA : part indirects entreprises





**Annexe X.A.**  
**la structure du programme de simulation des**  
**sources d'incertitudes sur le modèle local**



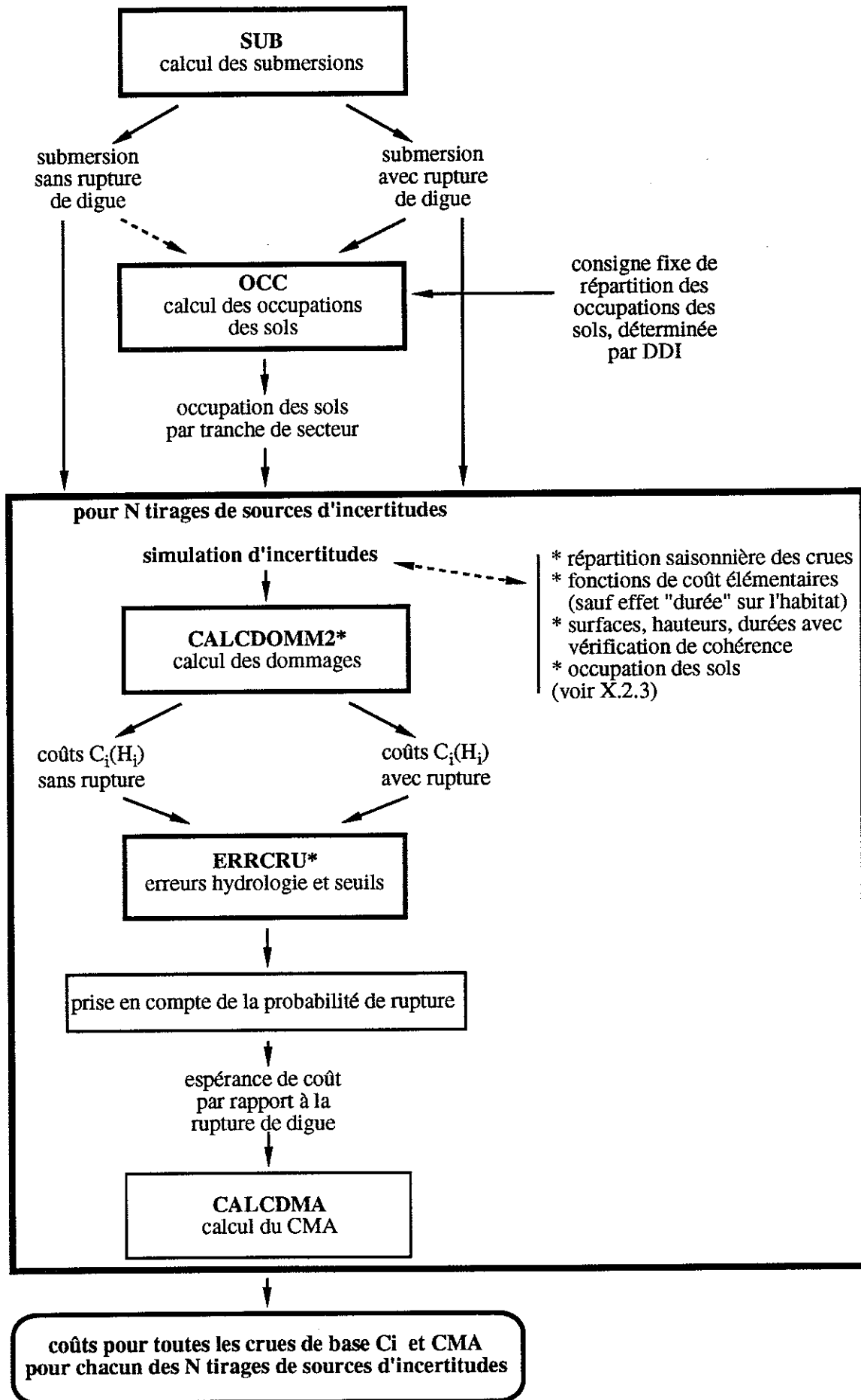
Le programme DDI2 de simulation des sources d'incertitudes dans le calcul d'estimation des dommages (modèle local) se base sur le programme DDI, présenté en annexe VIII.E, dont il utilise beaucoup d'éléments. Comme pour DDI, on ne reprendra pas ici la présentation des modules d'entrées-sorties. On identifie par un astérisque les modules de calcul nouveaux ou modifiés par rapport à DDI (on se référera à l'annexe VIII.E pour la description des modules repris sans modification).

Pour la simulation de certaines sources d'incertitudes, on mentionne dans la présentation qui suit une "vérification de cohérence". Il s'agit de simulations d'erreurs sur des relations entre un paramètre X et une cote H (ou un débit Q). Ces simulations prennent alors la forme suivante (voir paragraphe X.3.1):

$$X(H) = X^*(H) \cdot (1 + \sigma)^{u(H)}$$

où  $u(H) = a(H) \cdot u' + b(H) \cdot u''$ .

Rappelons que les fonctions a et b prennent les valeurs respectives 1 et 0 sous la cote de crue biennale, 0 et 1 au-delà de la cote de crue centennale, et varient régulièrement entre ces deux limites (de 1 à 0 pour a, et de 0 à 1 pour b). Les variables aléatoires indépendantes u' et u'' suivent des lois normales. Une simulation "aveugle" risque de ne pas respecter la monotonie éventuelle (stricte ou non) de la relation X(H), par exemple dans le cas de la surface inondée, pour des valeurs positives de u' ou des valeurs négatives de u''. Dans ce cas, on active une procédure itérative jusqu'au respect de la monotonie: à chaque étape, on réduit u' de 10% si cette valeur est positive, et on augmente u'' de 10% si cette valeur est négative.



## **CALCDOMM2: calcul des dommages**

(cf. le module CALCDOMM de DDI, voir annexe VIII.E)

Par rapport à CALCDOMM, les différences concernent les sous-programmes suivants:

- COUT4: calcul des coûts à l'habitat aggloméré;
- COUT5: calcul des coûts à l'habitat dispersé.

Par ailleurs, on effectue le calcul de ces coûts en intégrant une durée de submersion modifiée, au titre des incertitudes sur les formes de fonctions élémentaires de coût à l'habitat.

Dans COUT4 et COUT5, on modifie le calcul de la façon suivante:

- on effectue un tirage d'une nouvelle hauteur moyenne de plancher  $m'$ ;
- on tire 10 valeurs de hauteur de plancher (dans des intervalles équiprobables), dans la nouvelle distribution définie par  $m'$  et le même maximum (en modifiant éventuellement ces paramètres aussi peu que possible pour assurer la stabilité numérique du calcul);
- pour chaque cas "crue rapide" et crue lente", on effectue 10 calculs de coûts dont on moyenne les résultats;
- on revient au calcul d'origine pour la suite (prise en compte de la durée par pondération).

## **ERRCRU: simulation des erreurs sur l'hydrologie et sur les seuils des mécanismes de submersion**

1° simulation des incertitudes sur les seuils de mécanismes de submersion

HDEB: débordement ou remous  
HDEV: déversement  
HRIS: début d'apparition du risque de rupture de digue  
HRUP: rupture certaine

la simulation, effectuée dans cet ordre, respecte le classement des seuils pour les secteurs inondés par le fait de plusieurs mécanismes:

$$\text{HDEB} < \text{HDEV} < \text{HRUP}$$
$$\text{HDEB} < \text{HRIS} < \text{HRUP}$$

en maintenant un écart minimal de 0,2 mètre entre deux seuils contigus (sauf entre HRIS et HRUP)

2° modification des coûts  $C_i$  correspondant aux crues de base  $H_i$ , pour prendre en compte ces changements (voir le paragraphe X.2.3.7)

3° simulation des sources d'incertitudes sur l'hydrologie: relations "période de retour T - débit Q" et "débit Q - cote H" (ou relation directe "T - H")

- simulation des incertitudes sur le débit  $Q_i$  correspondant à la crue de base de période de retour  $T_i$ ; on obtient  $Q_i'$ ; vérification de cohérence sur  $Q_i'(T_i)$
- estimation de la cote  $H_i'$  correspondant au débit  $Q_i'$ , par interpolation et/ou extrapolation sur les couples  $H_i$ - $Q_i$  initiaux
- simulation des incertitudes sur la cote  $H_i'$  correspondant au débit  $Q_i'$ ; on obtient  $H_i''$ ; vérification de cohérence sur  $H_i''(Q_i')$ ; si on ne connaît pas les débits, on simule directement les incertitudes sur  $H_i(T_i)$
- estimation des coûts  $C_i''$  correspondant à  $H_i''$  par interpolation et/ou extrapolation sur les couples initiaux  $H_i$ - $C_i$ ;  $C_i''$  est alors le nouveau coût simulé pour une crue de base de période de retour  $T_i$



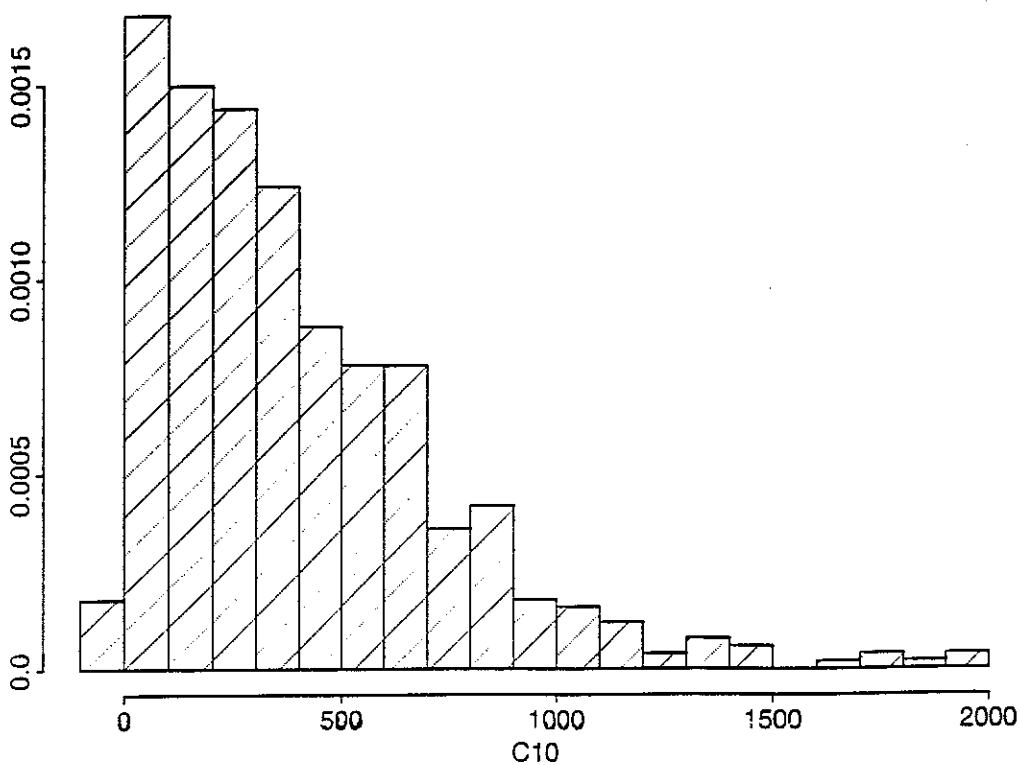
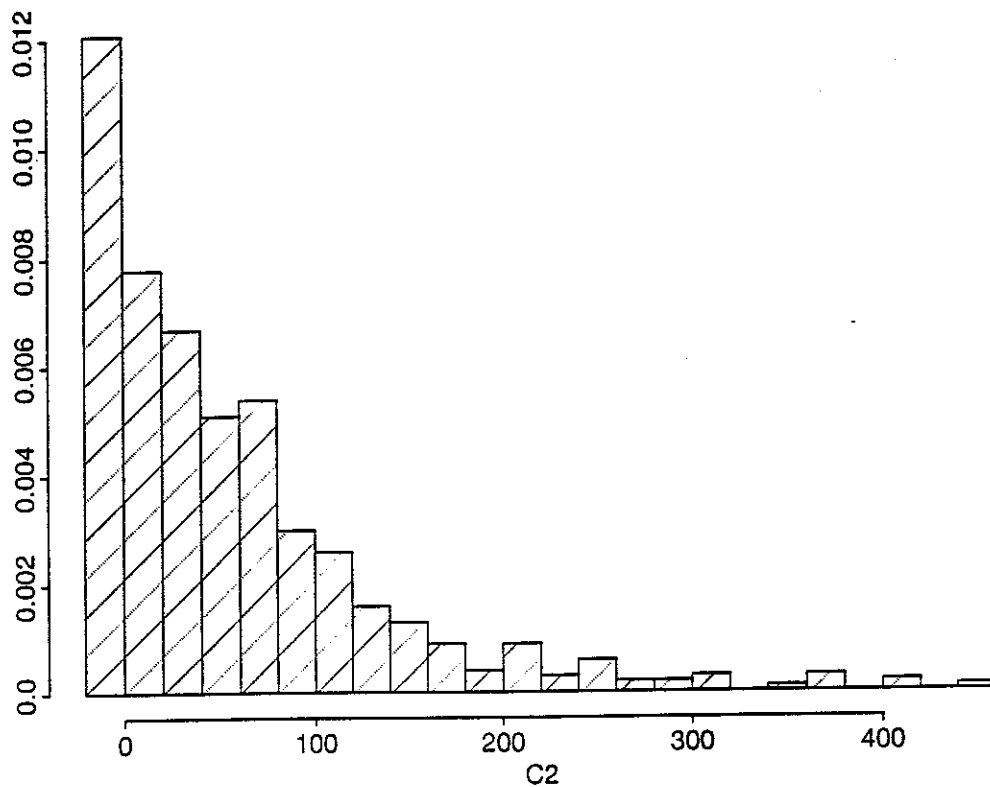


## **Annexe X.B. la distribution des estimations de coûts sur un secteur**

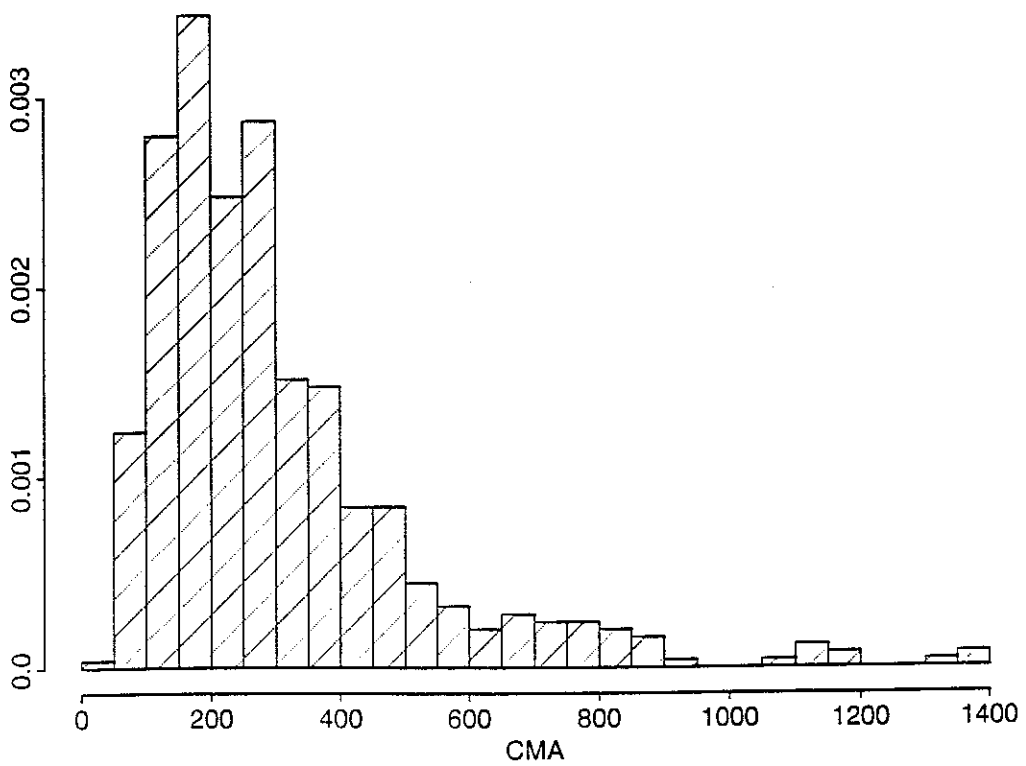
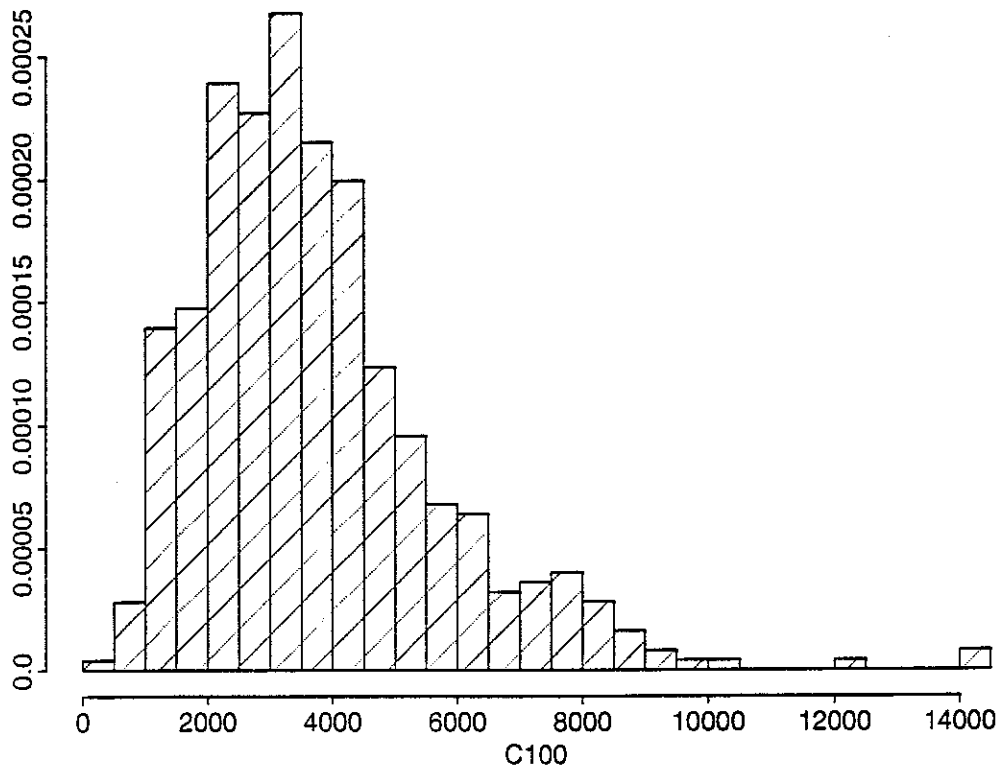
Les histogrammes présentent les estimations de coûts de dommages pour 500 tirages aléatoires sur les sources d'incertitudes. Les ordonnées sont graduées en probabilité, de telle sorte que l'espérance des valeurs soit égale à 1. Les coûts considérés se rapportent aux crues de périodes de retour 2 ans (C2), 10 ans (C10) et 100 ans (C100), avec le coût moyen annuel (CMA) estimé pour chaque tirage aléatoire. Pour la Loire, on considère la situation actuelle, mais sans prendre en compte les effets du barrage de Villerest. Les fréquences de crues (ou de coûts) se rapportent donc à l'hydrologie telle qu'on l'observerait sans cet ouvrage.



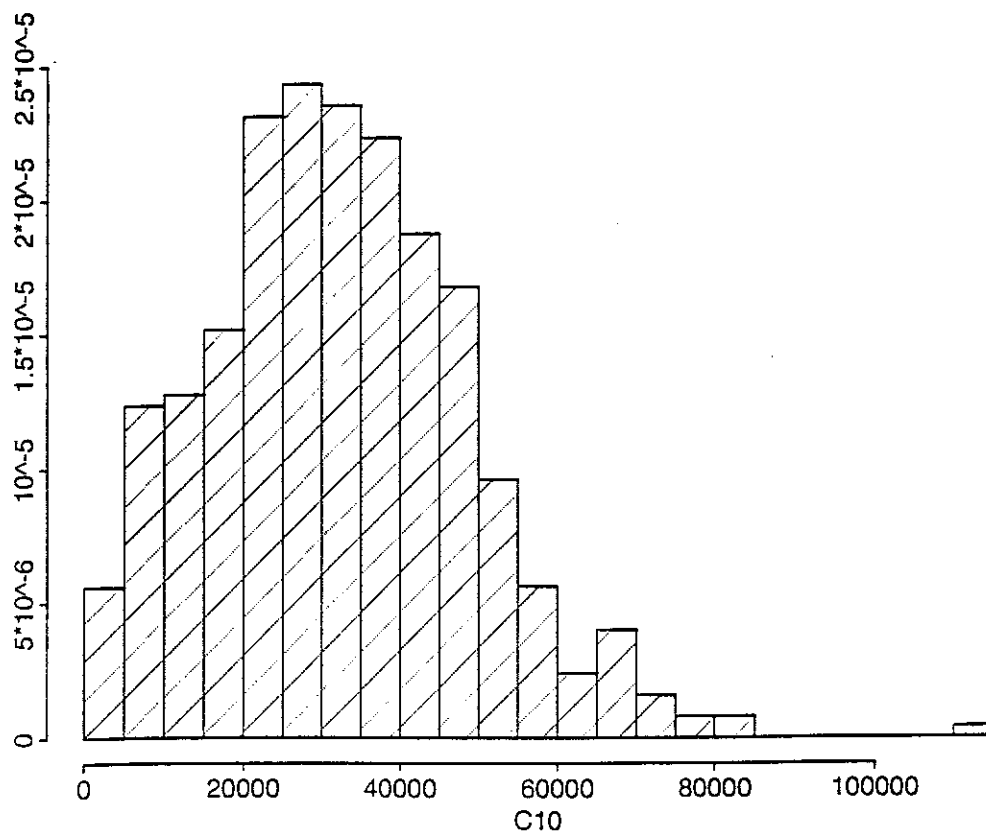
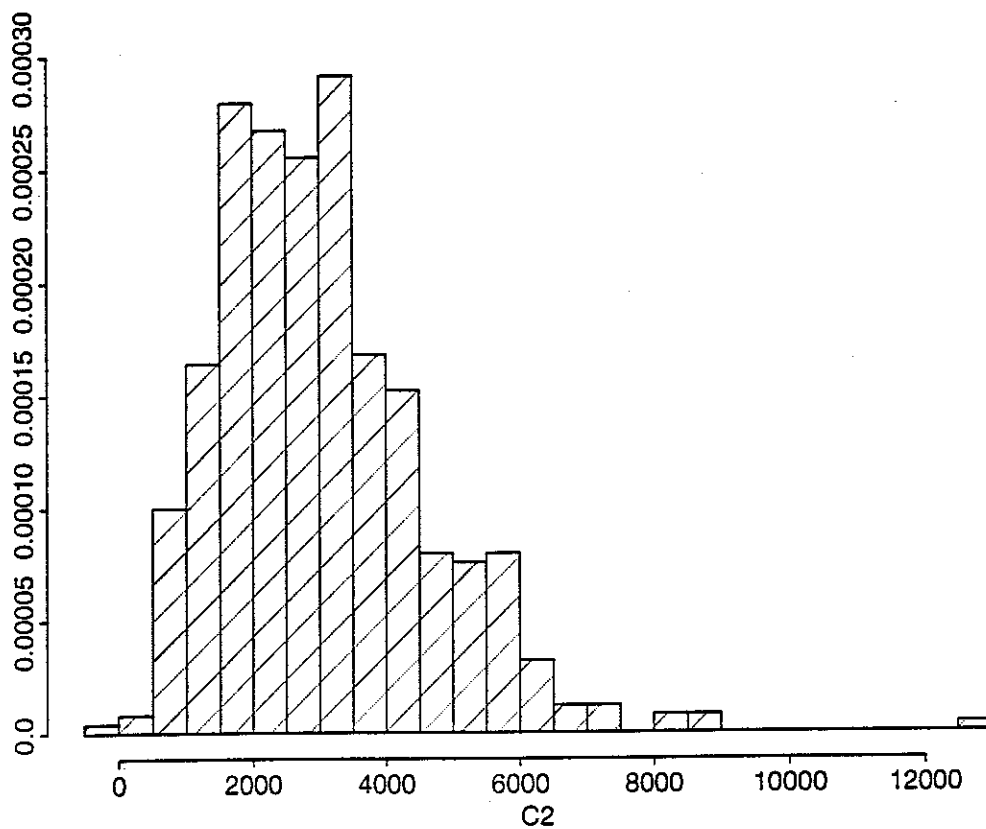
Secteur C3 / 1 : communes de Saint-Amand-Montrond et Orval (rivière Cher, département du Cher)



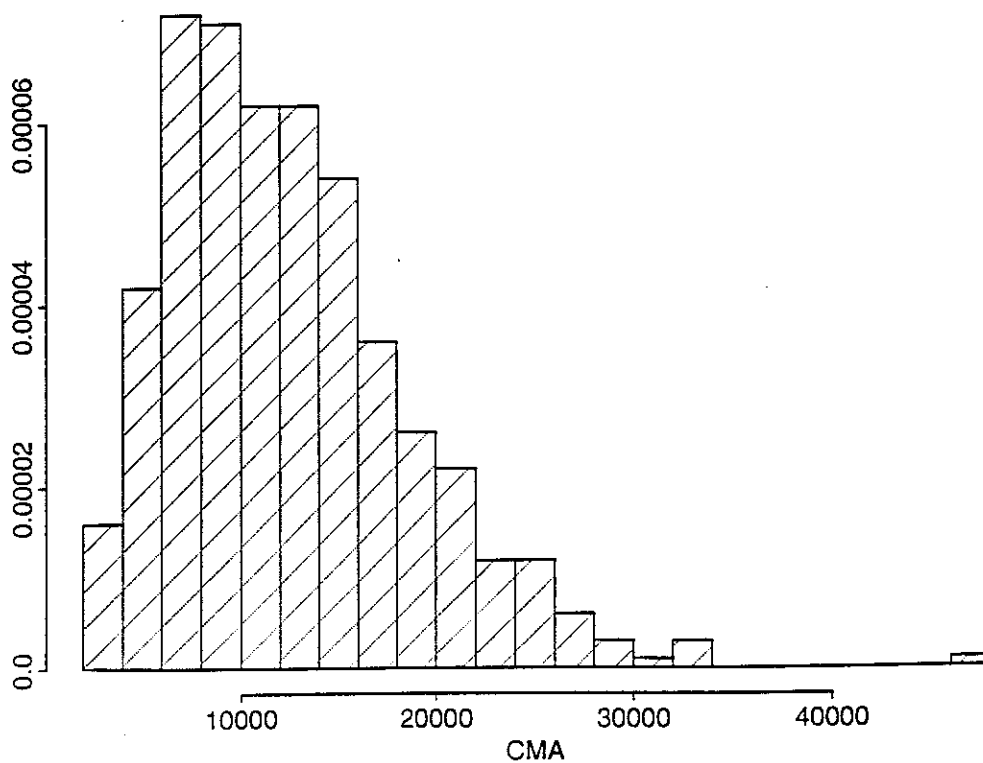
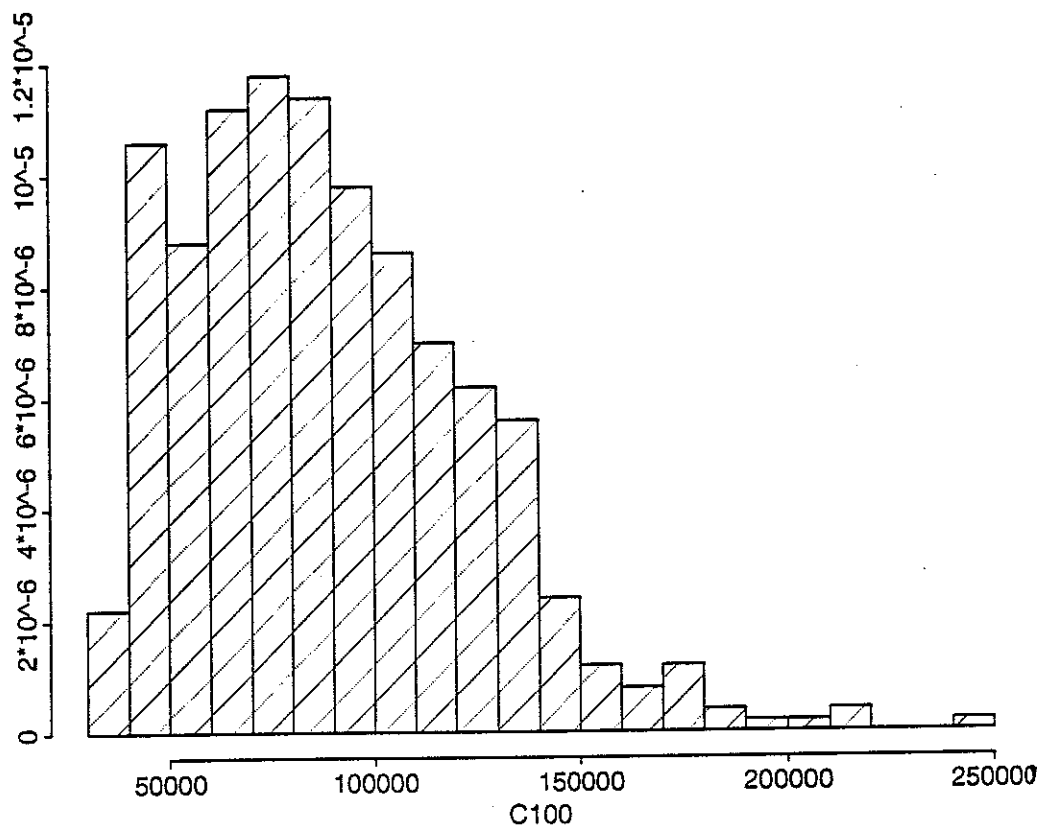
Secteur C3 / 1 (suite)



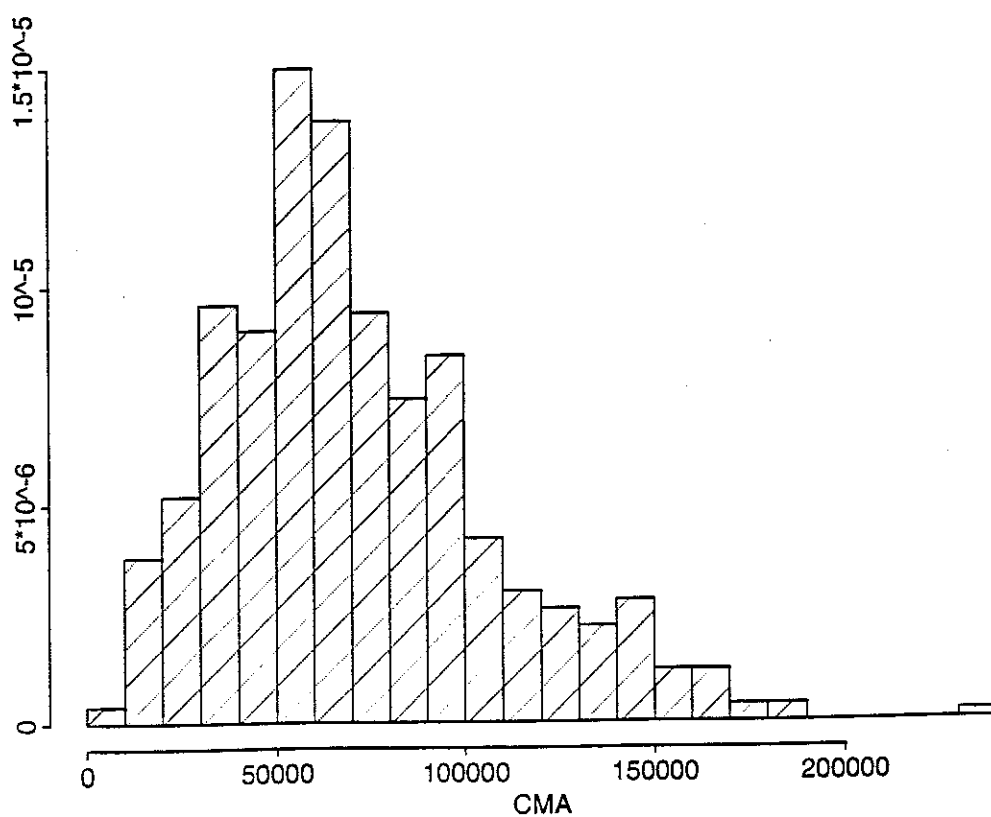
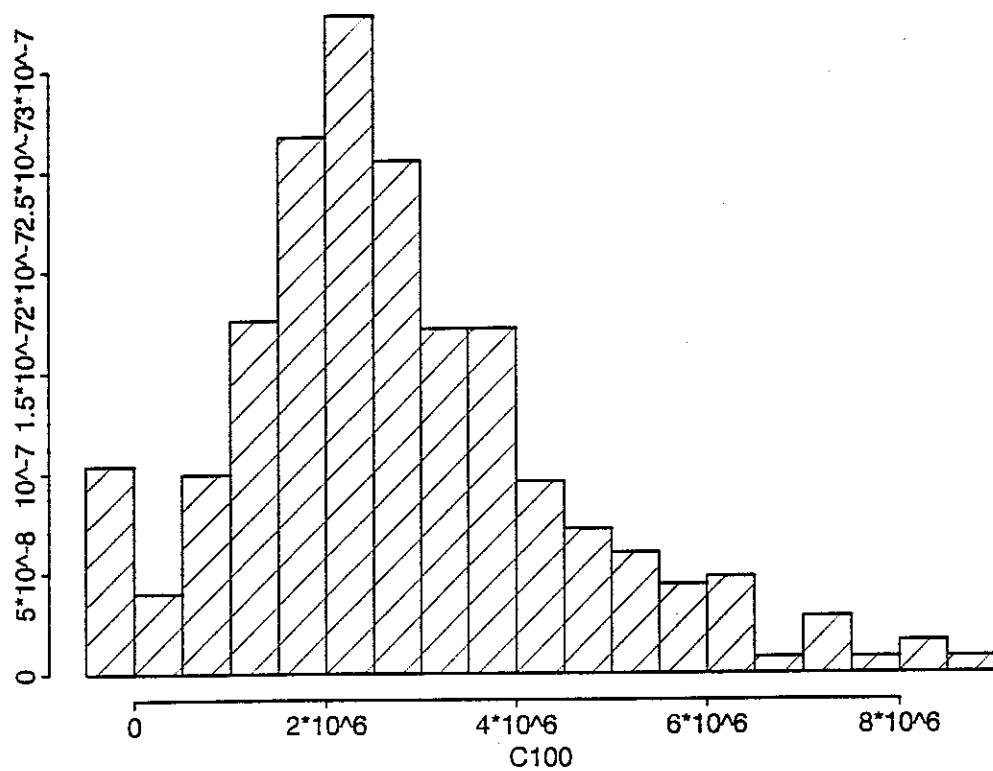
Secteur LM1A / 10 : entre la Loire et la digue du Val de Léré (fleuve Loire, département du Cher)



Secteur LM1A / 10 (suite)

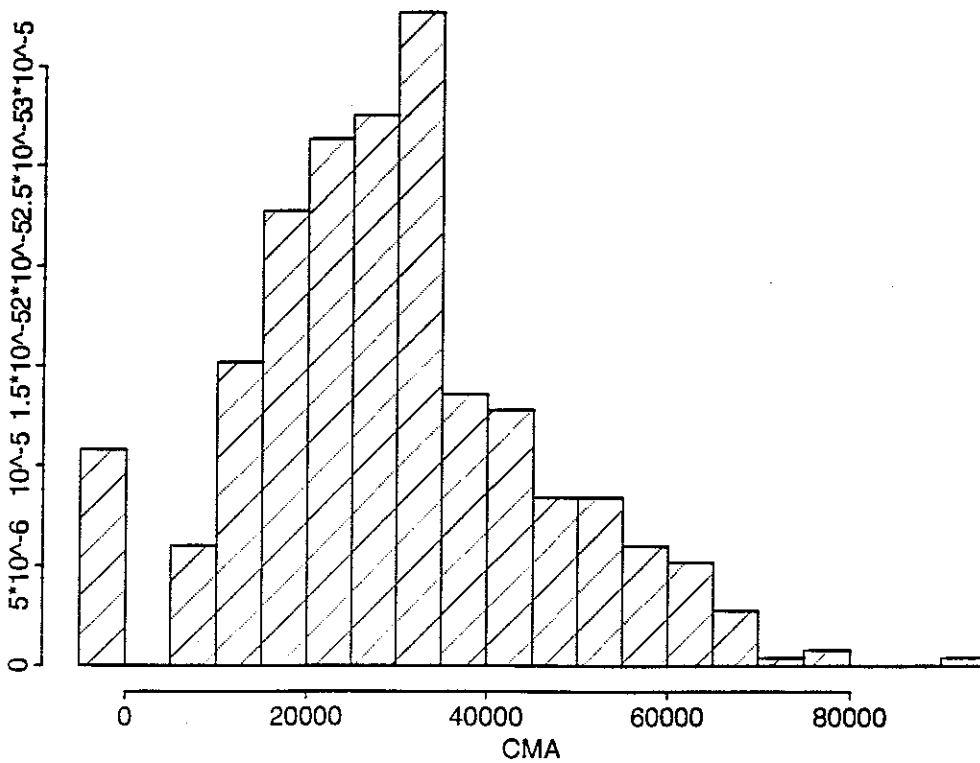
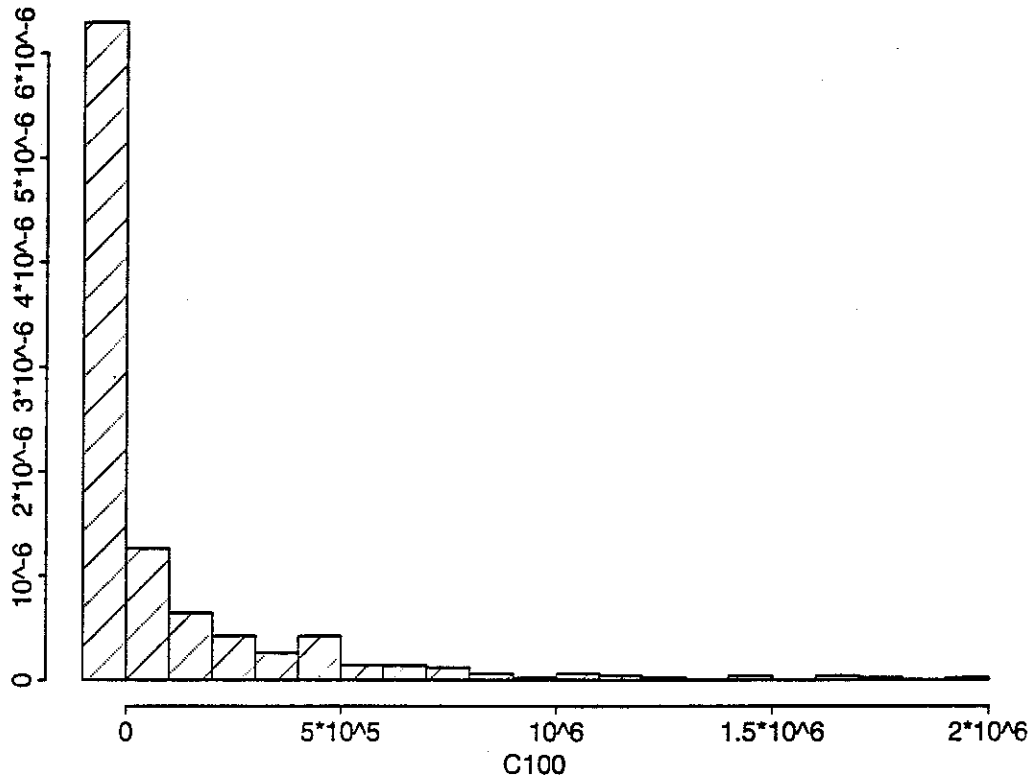


Secteur LM2 / 16 : partie centrale du Val d'Orléans inondée par le déversoir de Jargeau (fleuve Loire, département du Loiret)





Secteur LAV1 / 1 : Val d'Authion (fleuve Loire, département du Maine-et-Loire)



## Annexe X.C.

### les caractéristiques statistiques des incertitudes sur les secteurs

Les secteurs analysés correspondent à la Loire moyenne, à la Loire aval et au Cher amont (biefs LM1A, LM1B, LM2, LM3, LM4, LM5, LM6, LAV1, LAV2, LAV3A, LAV3B, C1, C2A, C2B, C3, C4; voir figure IX.4).

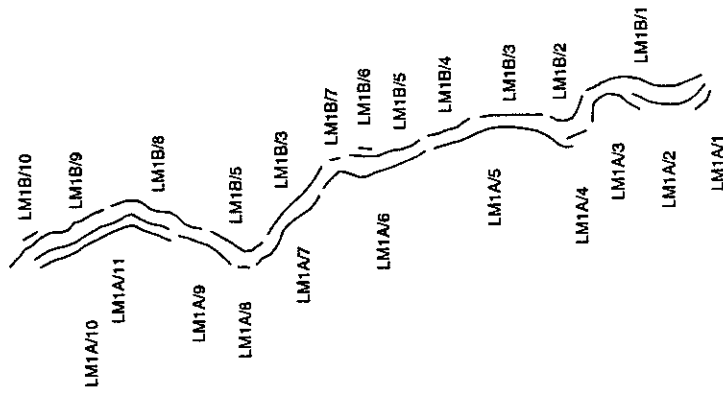
Les paramètres statistiques sont calculés sur les estimations de coûts pour des crues de périodes de retour 10 ans (T10) et 100 ans (T100), et pour 500 tirages aléatoires sur les sources d'incertitudes. Pour la Loire, on considère la situation actuelle, mais sans prendre en compte les effets du barrage de Villerest. Les fréquences de crues (ou de coûts) se rapportent donc à l'hydrologie telle qu'on l'observerait sans cet ouvrage. Les coûts sont exprimés en millions de Francs au troisième trimestre 1991. Les paramètres statistiques présentés à la suite de l'estimation déterministe de coût (pas de sources d'incertitudes) sont les suivants:

- "espérance A": espérance arithmétique
- "écart espérance A": écart relatif par rapport au coût déterministe
- "coeff. var. A": coefficient de variation arithmétique (écart-type / espérance)
- "écart espérance G": écart relatif de l'espérance géométrique par rapport au coût déterministe
- "écart-type G": écart relatif quadratique moyen



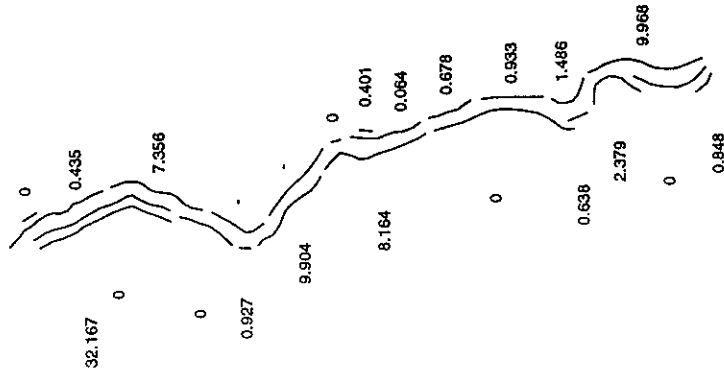
LOIRE MOYENNE 18 et 58

localisations



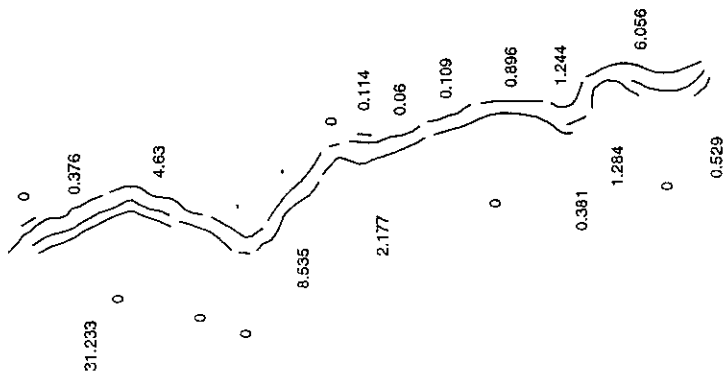
LOIRE MOYENNE 18 et 58

couts T10 : esperance A



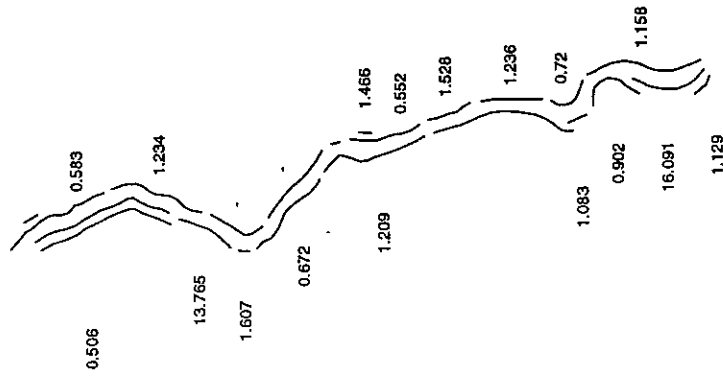
LOIRE MOYENNE 18 et 58

couts T10



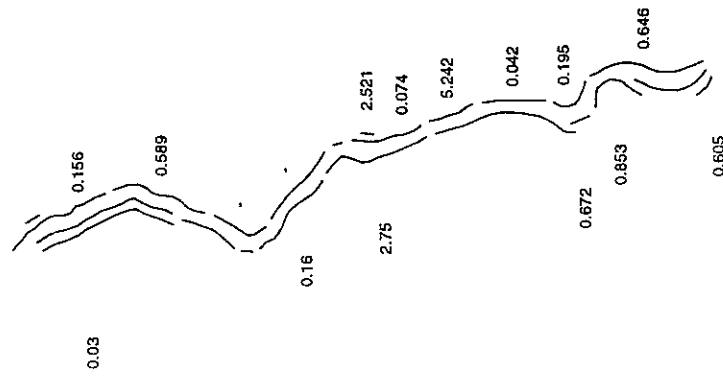
LOIRE MOYENNE 18 et 58

couts T10 : coeff var A



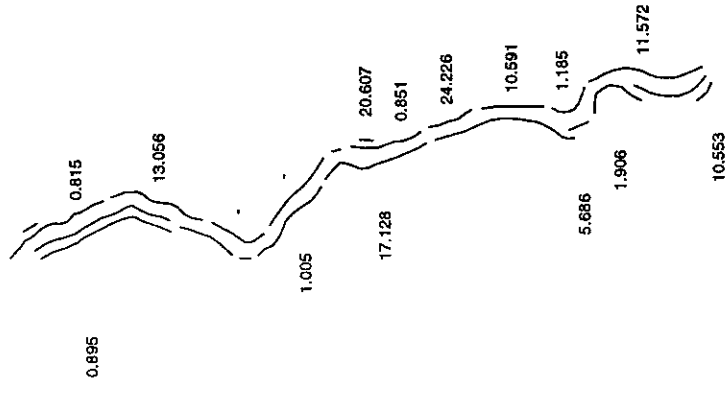
LOIRE MOYENNE 18 et 58

couts T10 : ecart esperance A



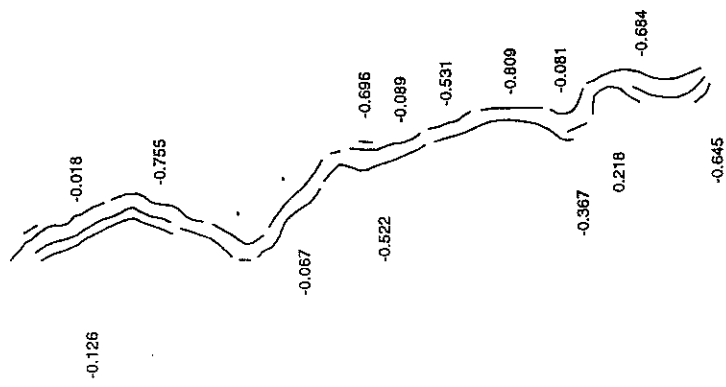
LOIRE MOYENNE 18 et 58

coûts T10 : écart-type G



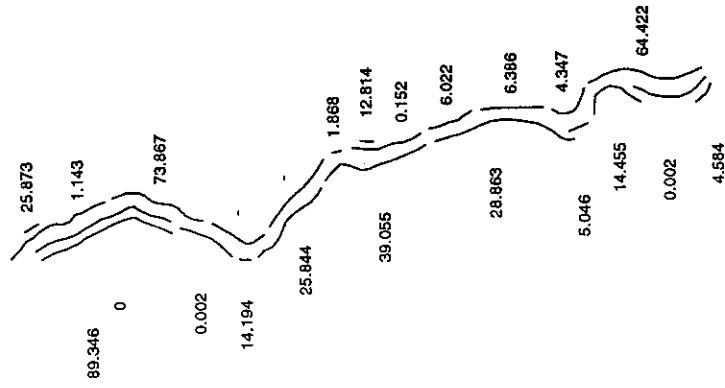
LOIRE MOYENNE 18 et 58

coûts T10 : écart esperance G



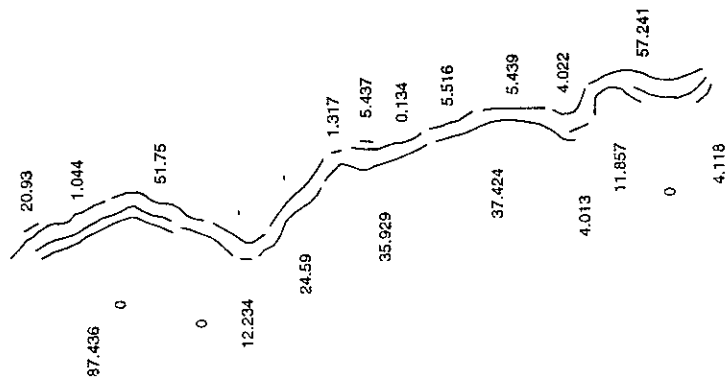
LOIRE MOYENNE 18 et 58

couts T100 : esperance A



LOIRE MOYENNE 19 et 59

couts T100

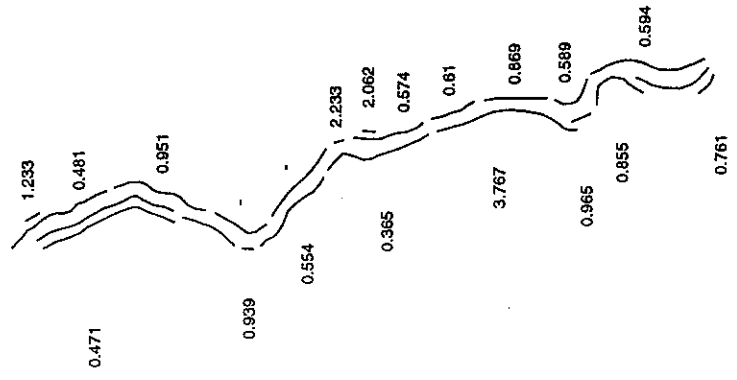






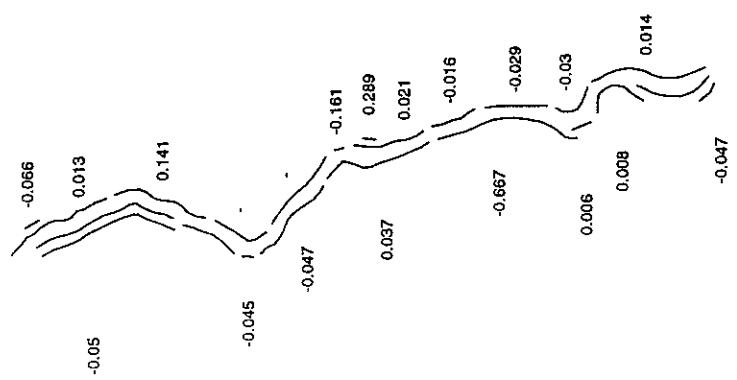
LOIRE MOYENNE 18 et 58

couts T100 : ecart-type G

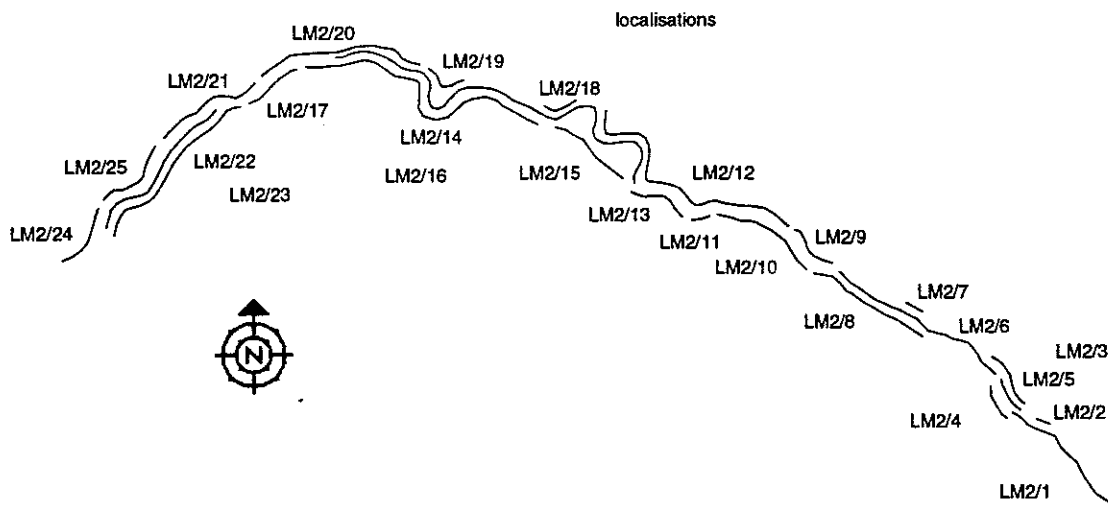


LOIRE MOYENNE 18 et 58

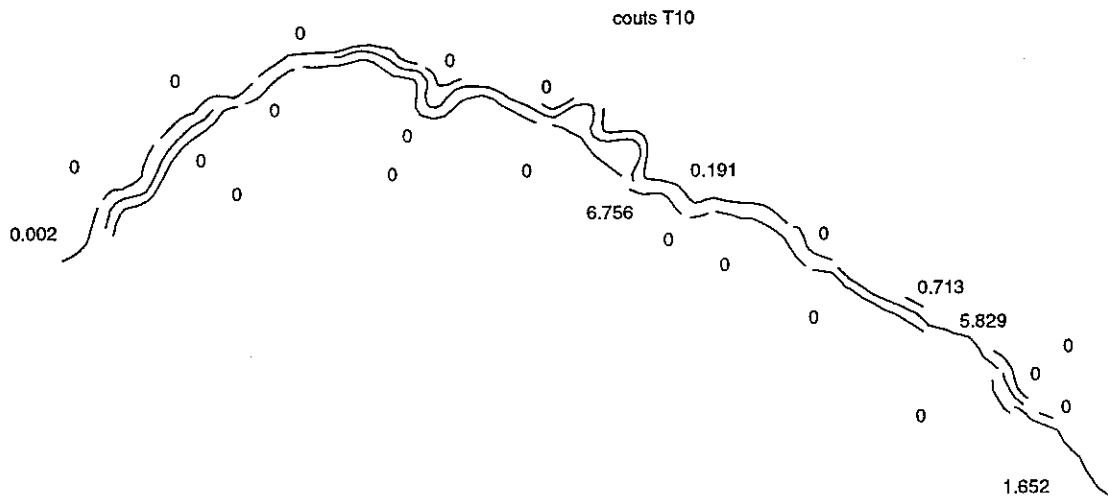
couts T100 : ecart esperance G



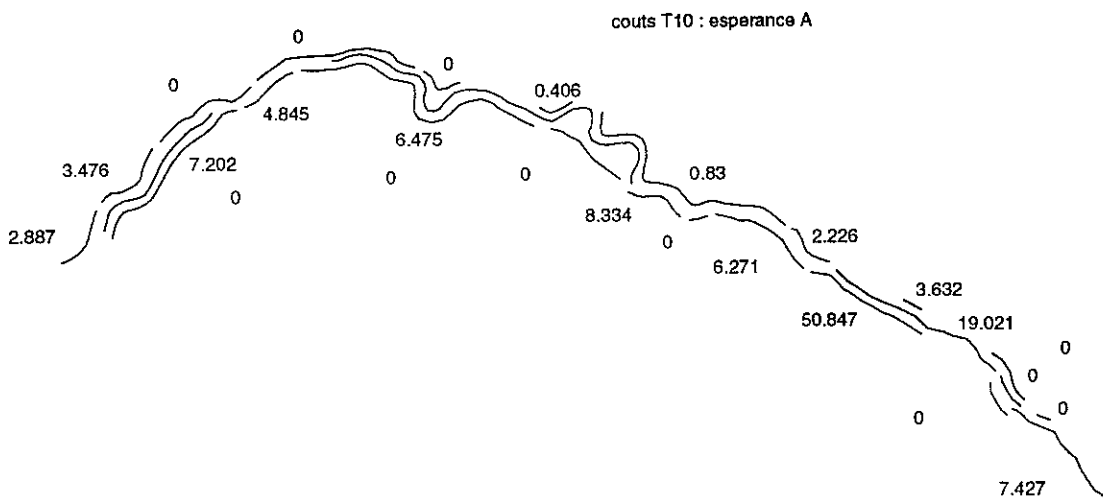
LOIRE MOYENNE 45



LOIRE MOYENNE 45

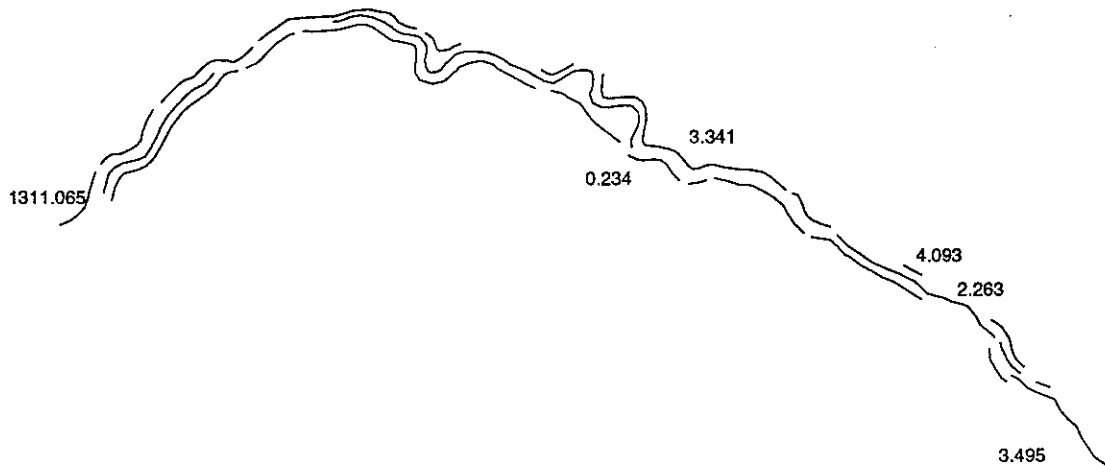


LOIRE MOYENNE 45



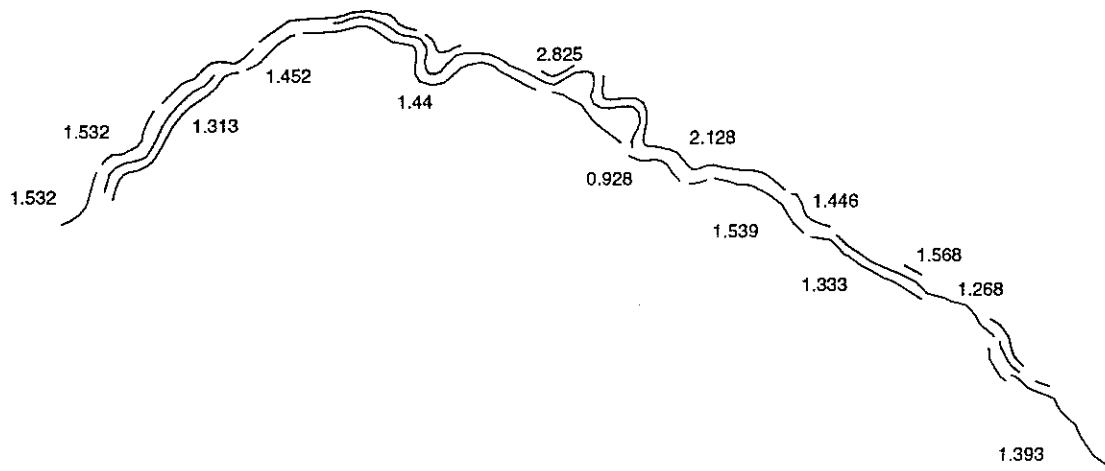
LOIRE MOYENNE 45

couts T10 : ecart esperance A



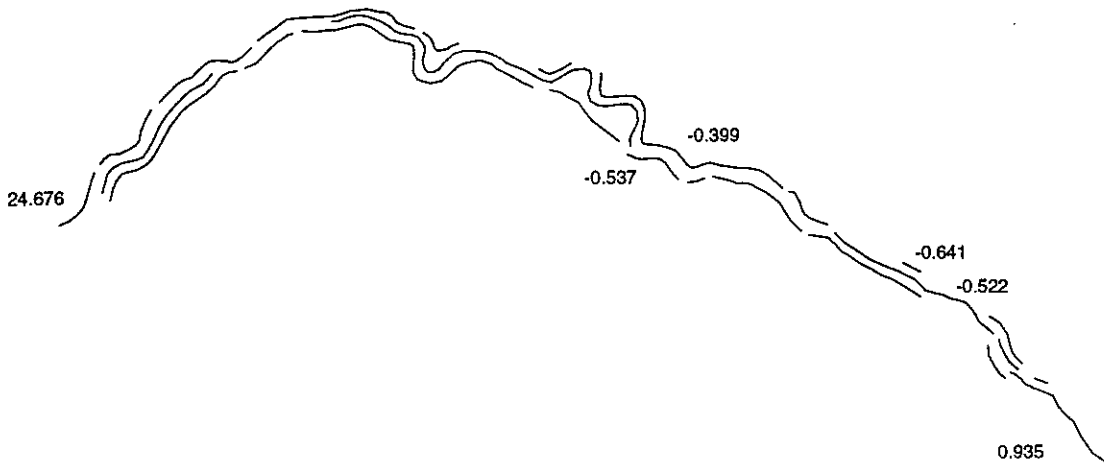
LOIRE MOYENNE 45

couts T10 : coeff var A



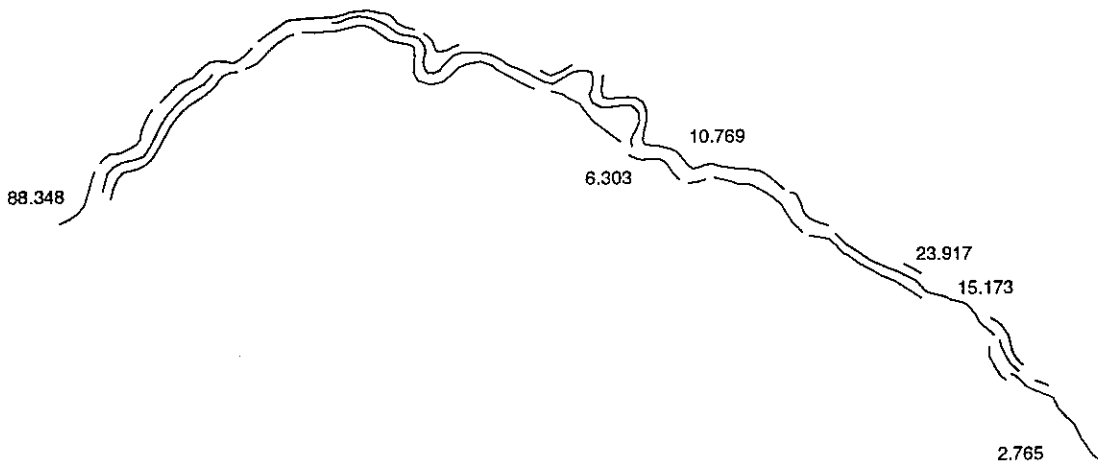
LOIRE MOYENNE 45

couts T10 : ecart esperance G

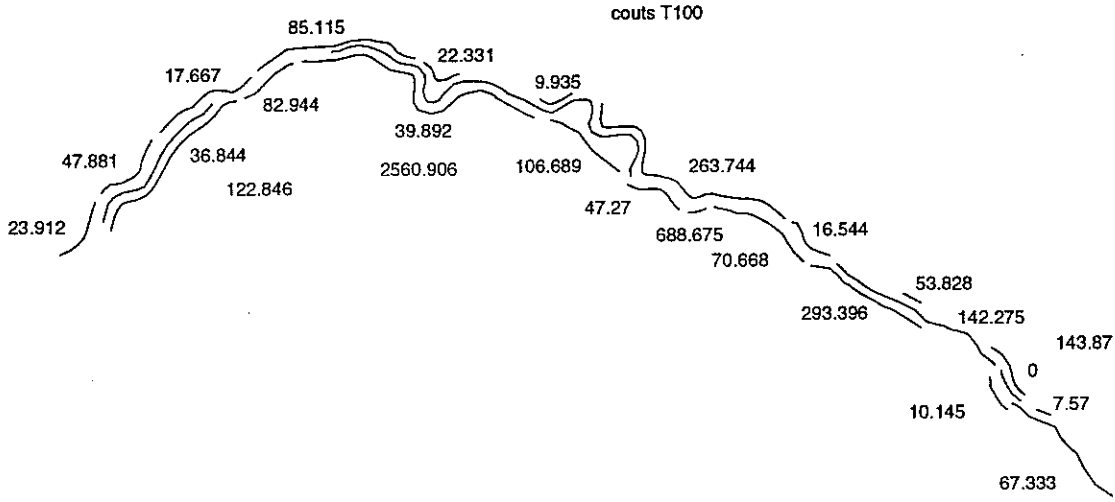


LOIRE MOYENNE 45

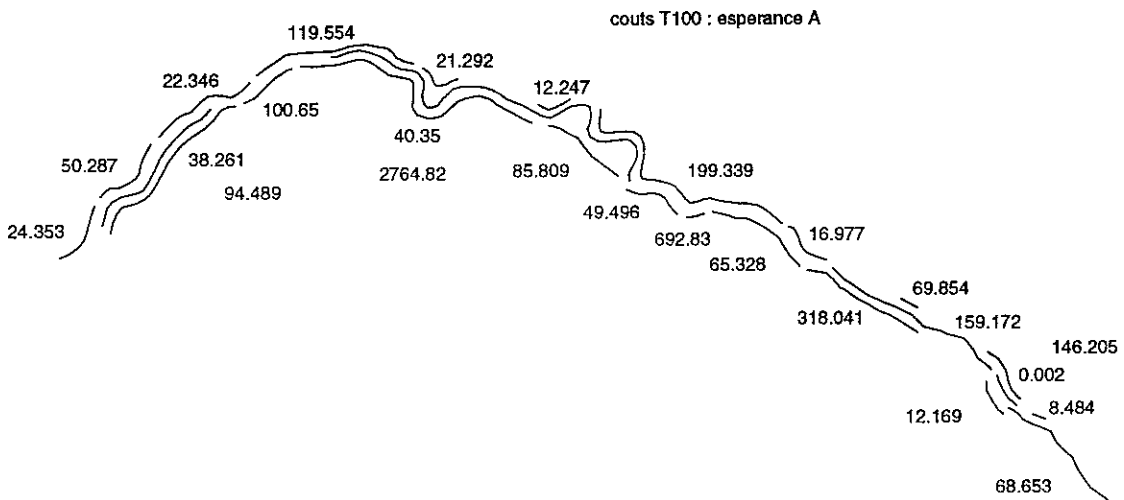
couts T10 : ecart-type G



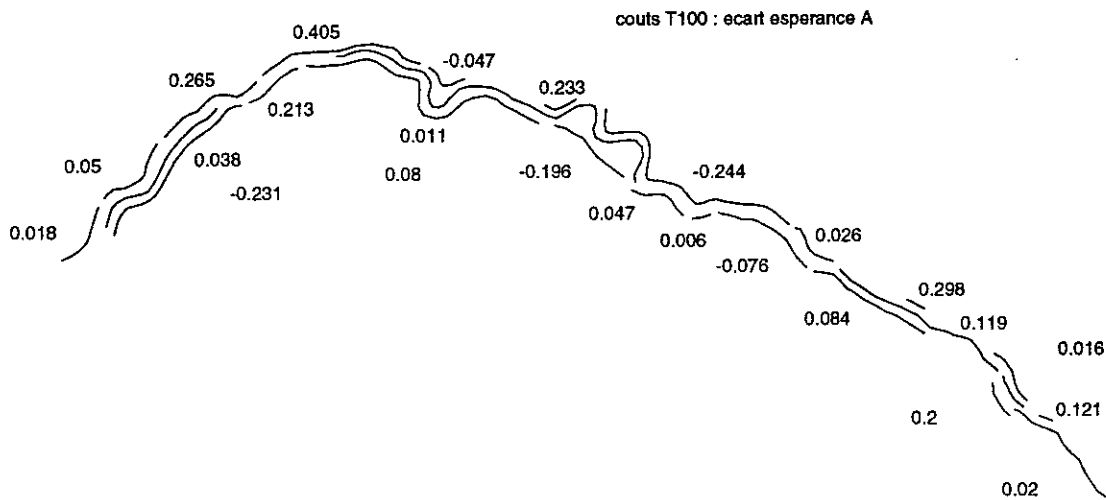
LOIRE MOYENNE 45



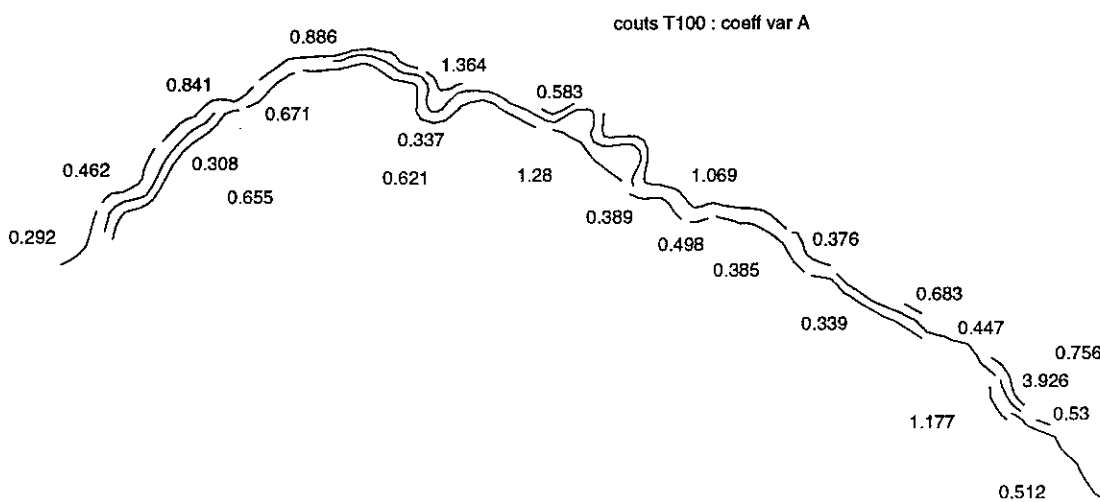
LOIRE MOYENNE 45



LOIRE MOYENNE 45



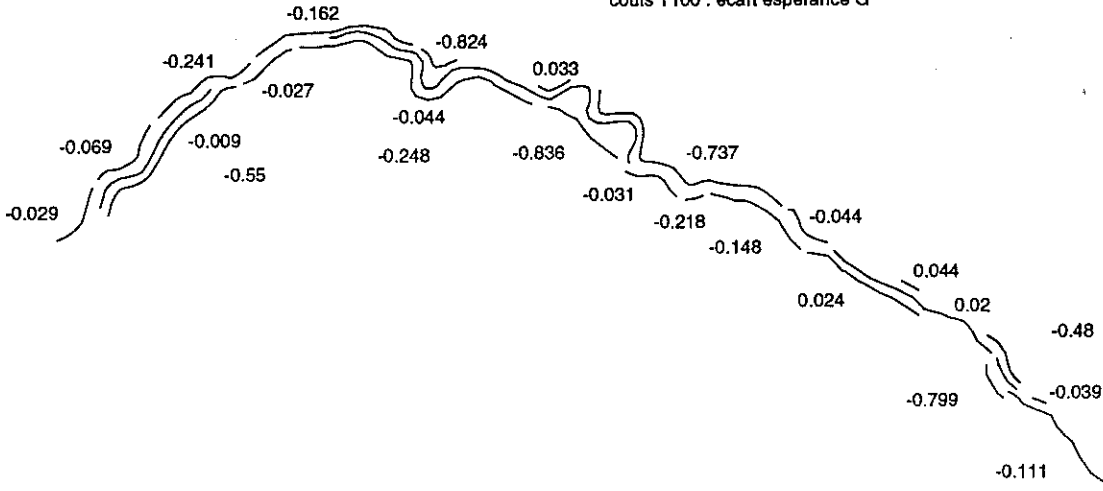
LOIRE MOYENNE 45





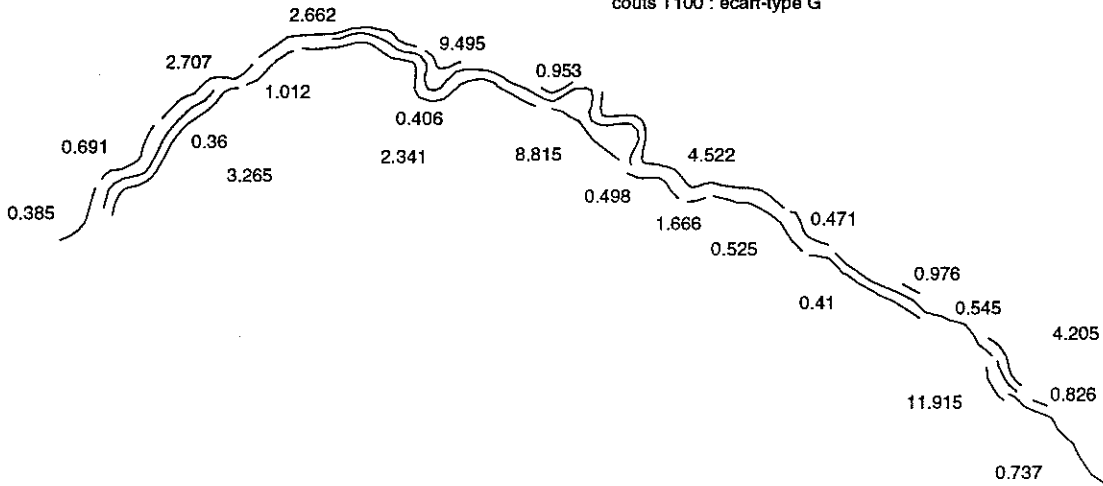
LOIRE MOYENNE 45

couts T100 : ecart esperance G



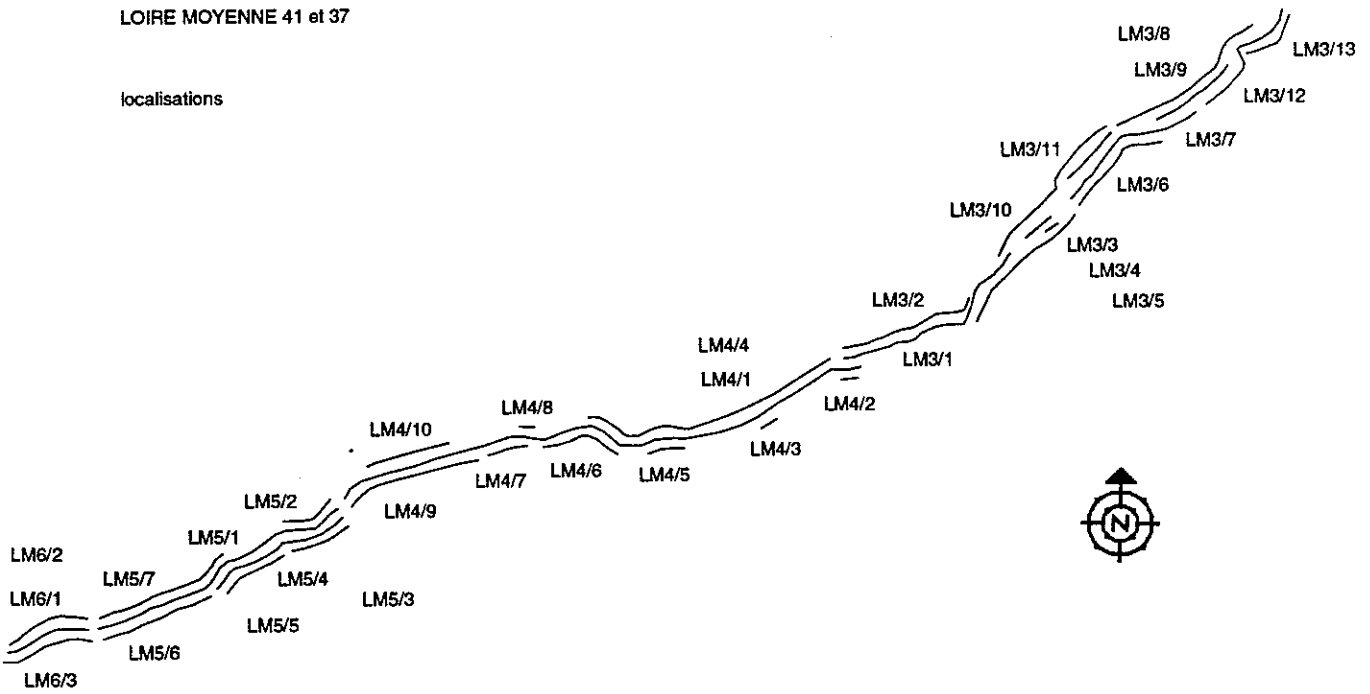
LOIRE MOYENNE 45

couts T100 : ecart-type G



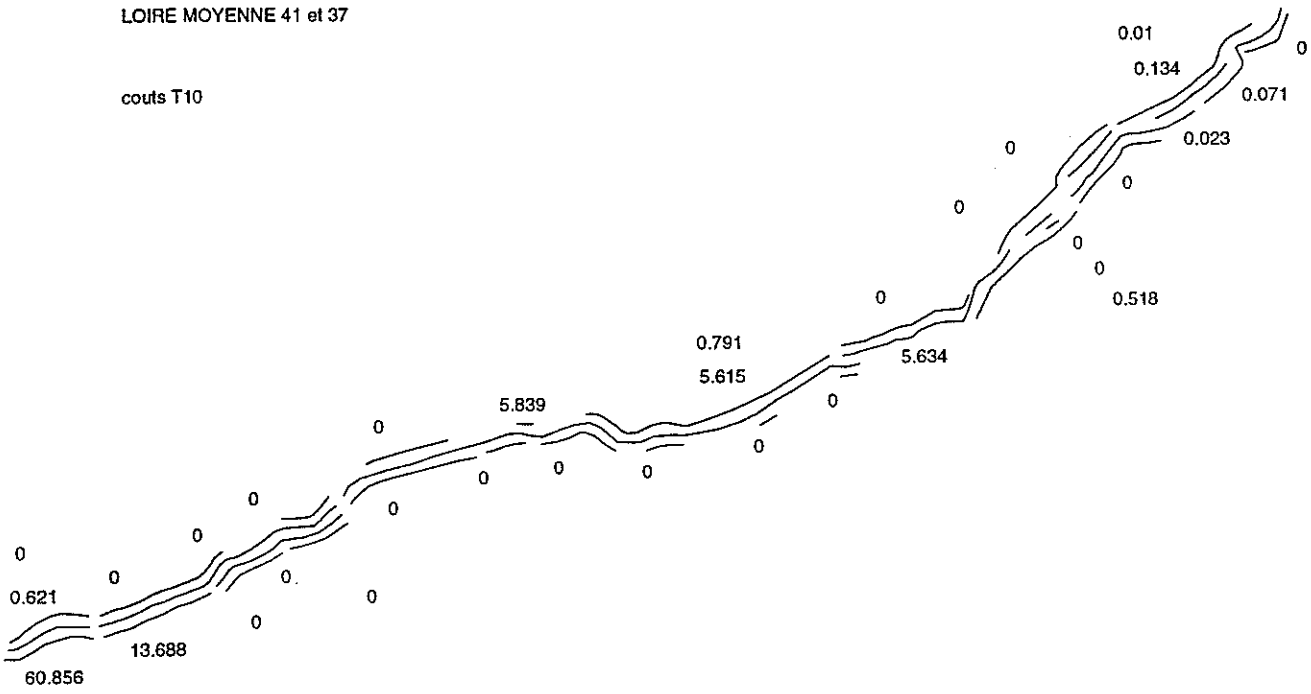
LOIRE MOYENNE 41 et 37

localisations



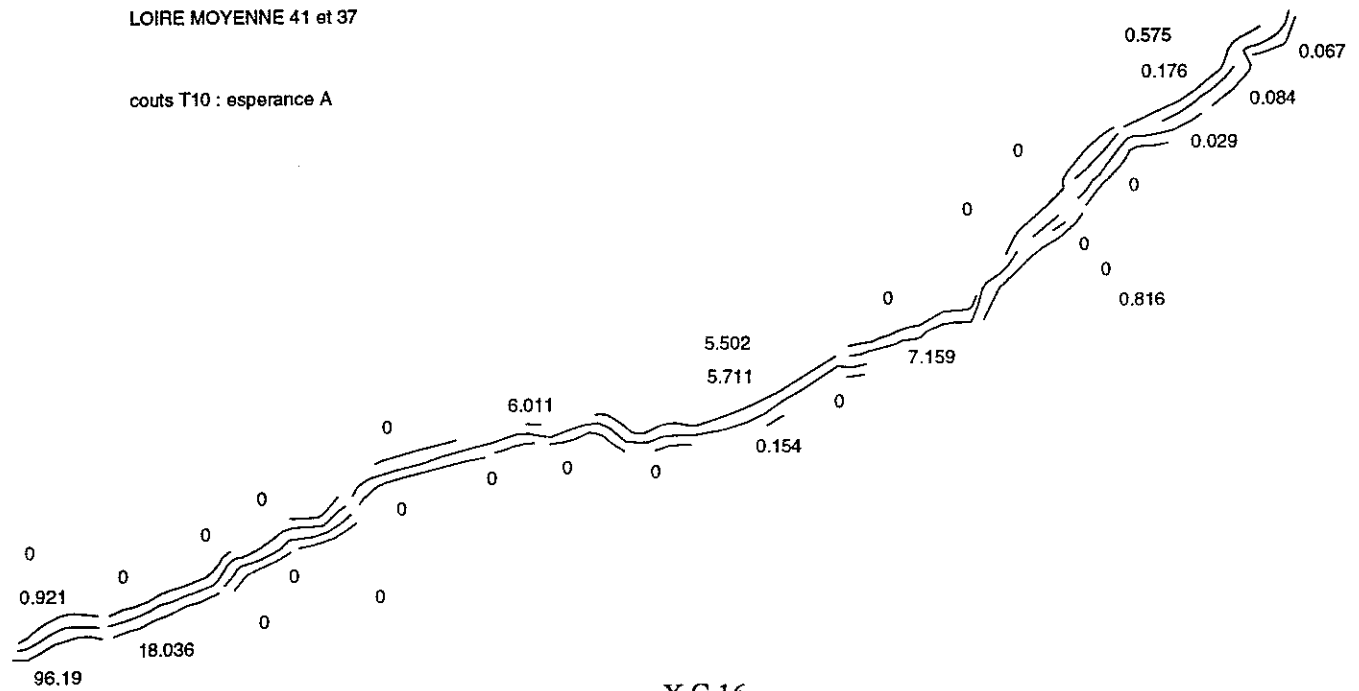
LOIRE MOYENNE 41 et 37

couts T10



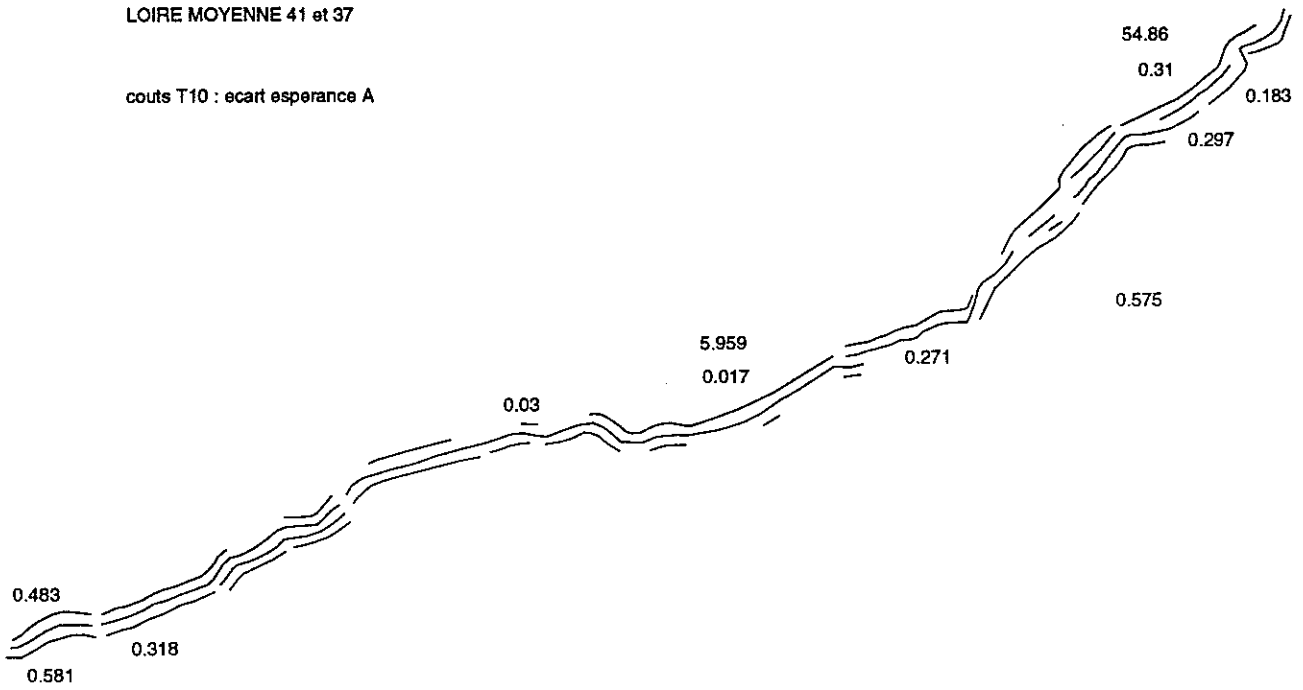
LOIRE MOYENNE 41 et 37

couts T10 : esperance A



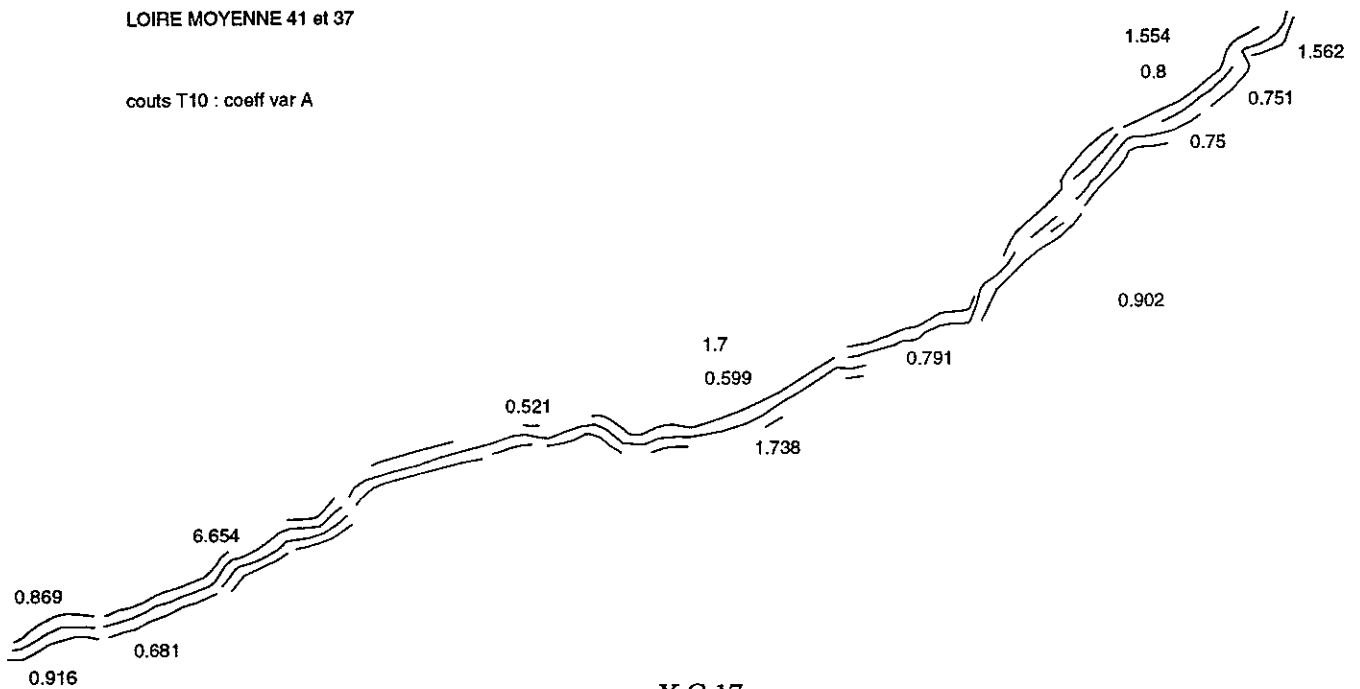
LOIRE MOYENNE 41 et 37

couts T10 : ecart esperance A



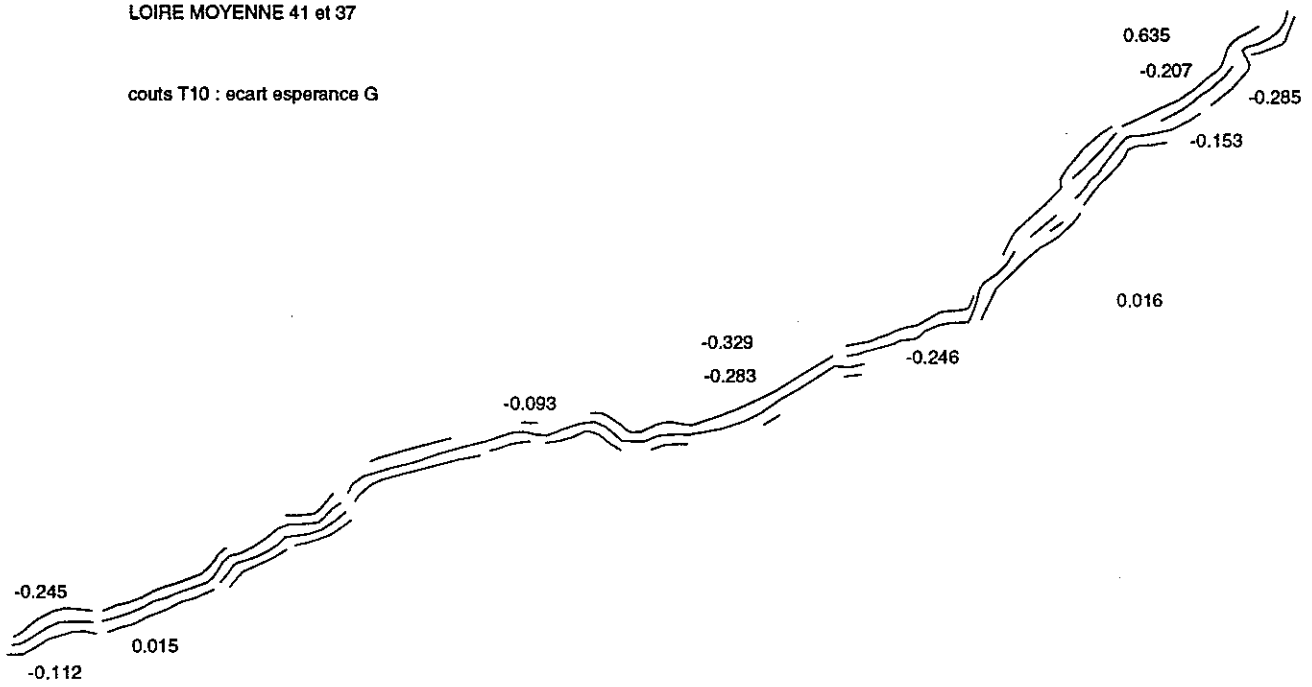
LOIRE MOYENNE 41 et 37

couts T10 : coeff var A



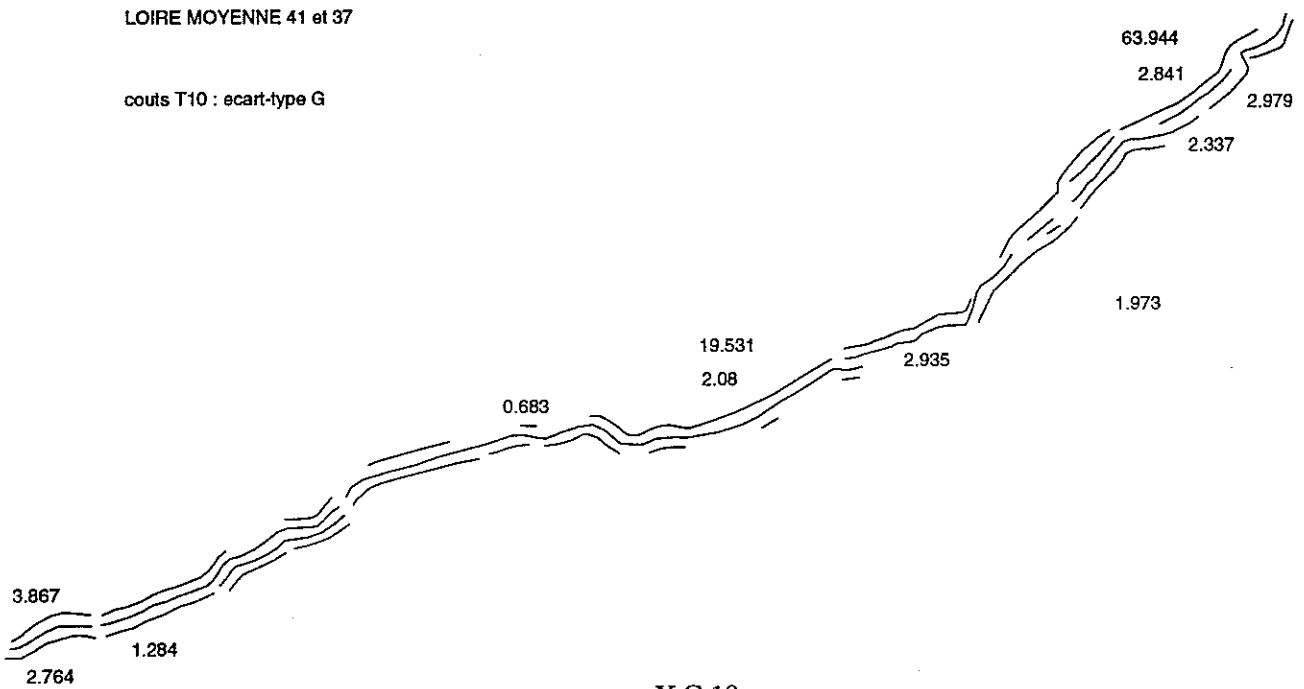
LOIRE MOYENNE 41 et 37

couts T10 : ecart esperance G



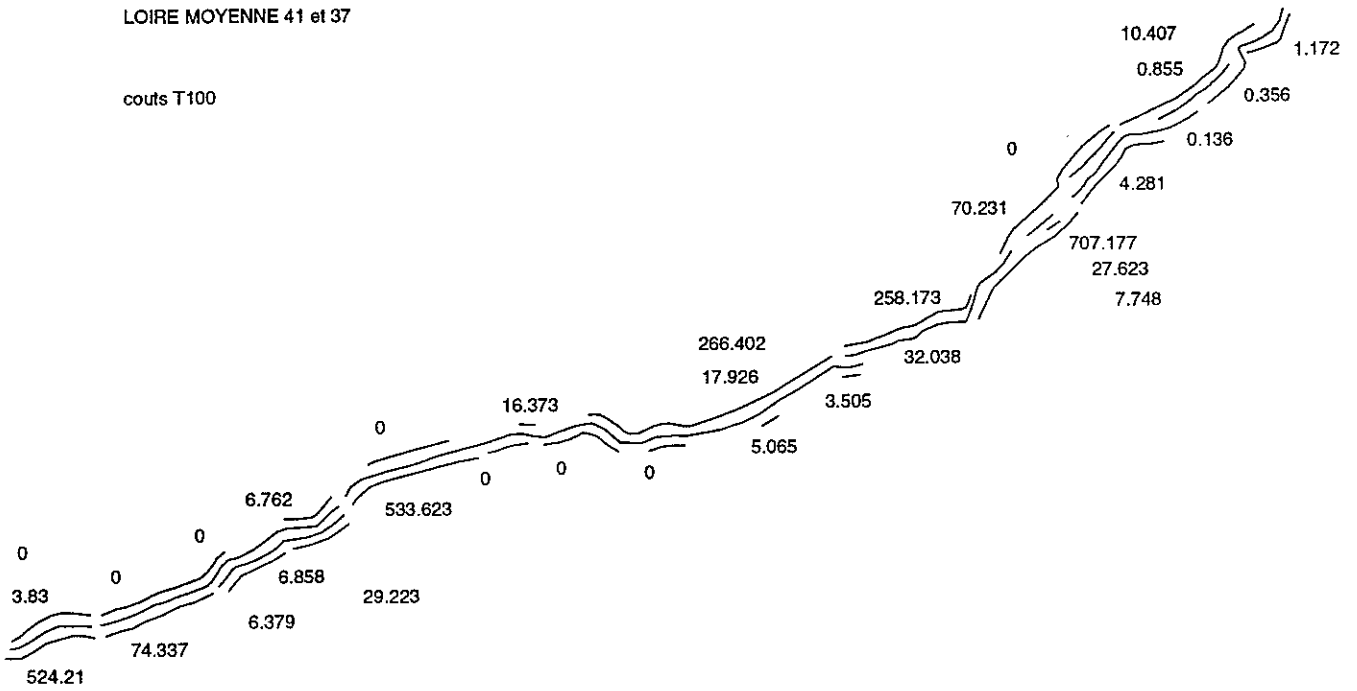
LOIRE MOYENNE 41 et 37

couts T10 : ecart-type G



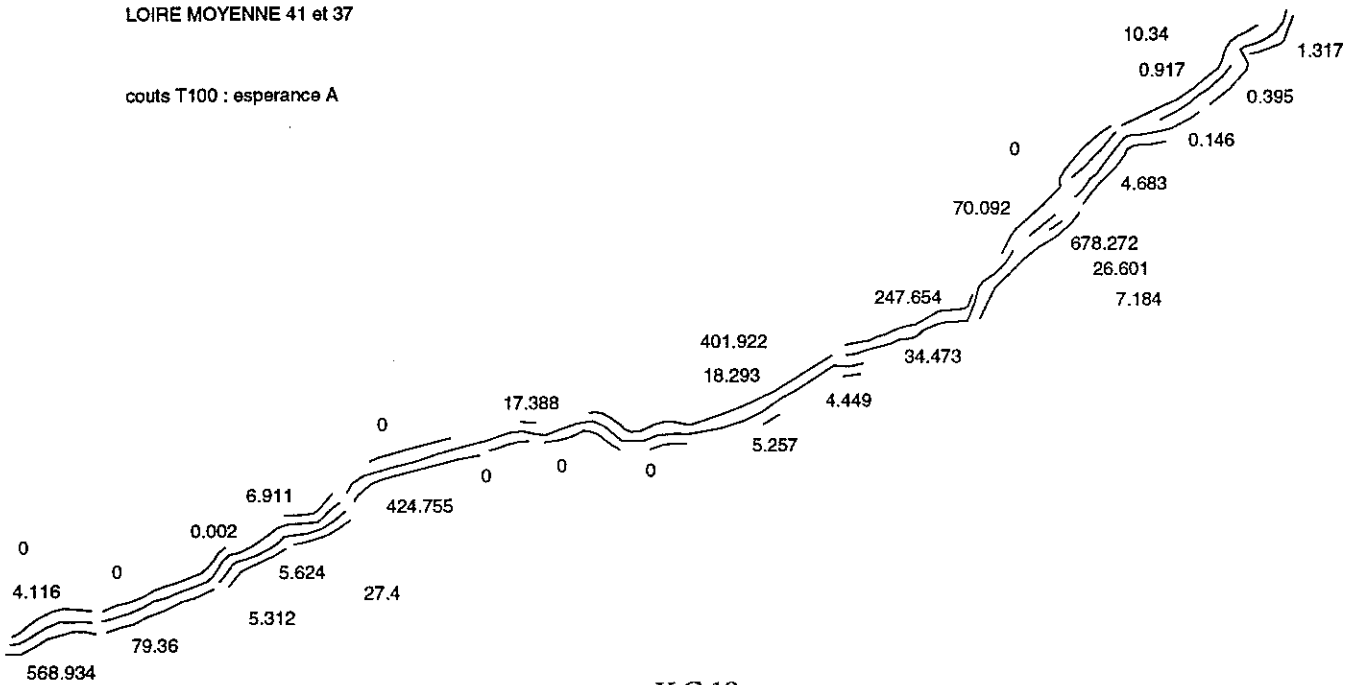
LOIRE MOYENNE 41 et 37

couts T100



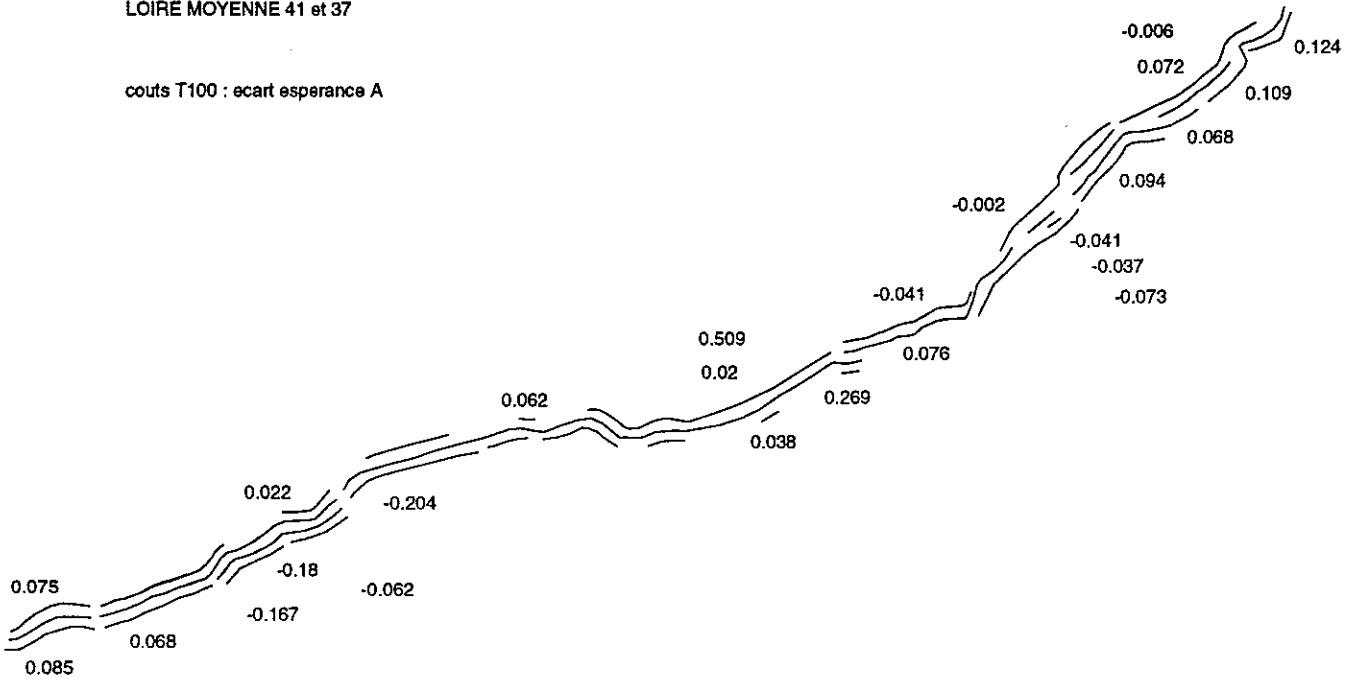
LOIRE MOYENNE 41 et 37

couts T100 : esperance A



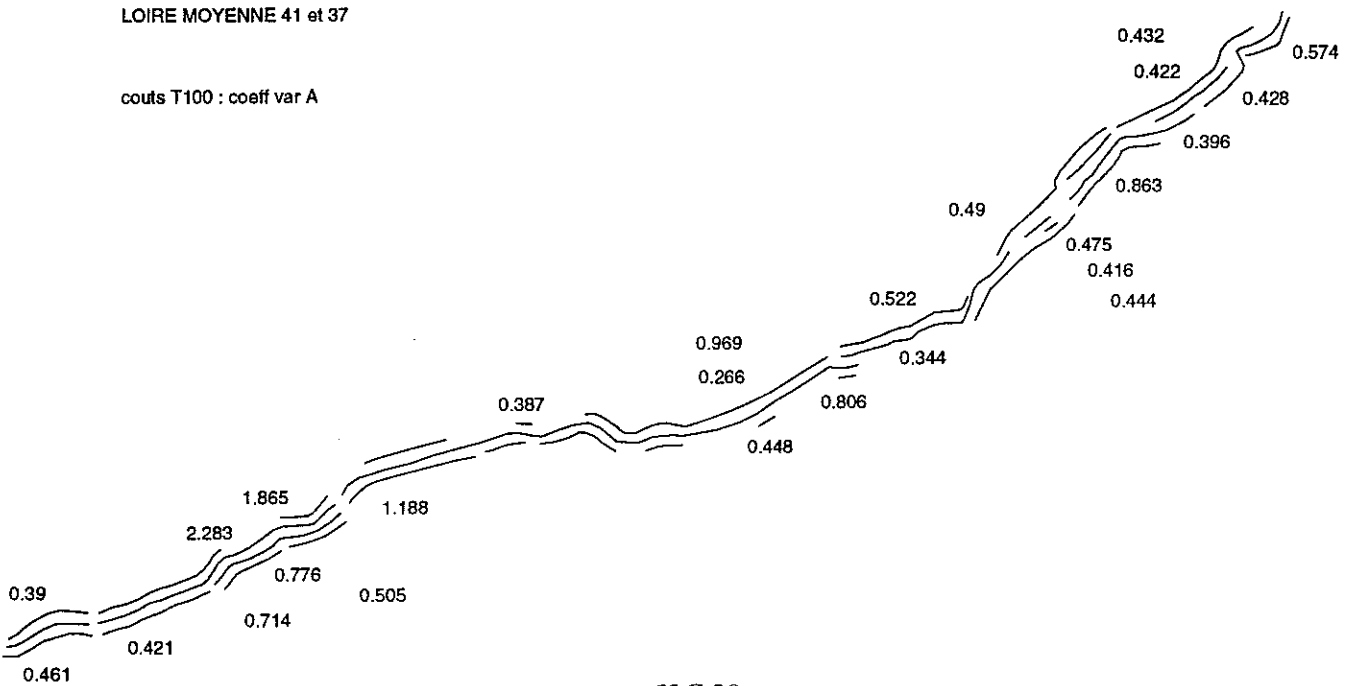
LOIRE MOYENNE 41 et 37

couts T100 : ecart esperance A



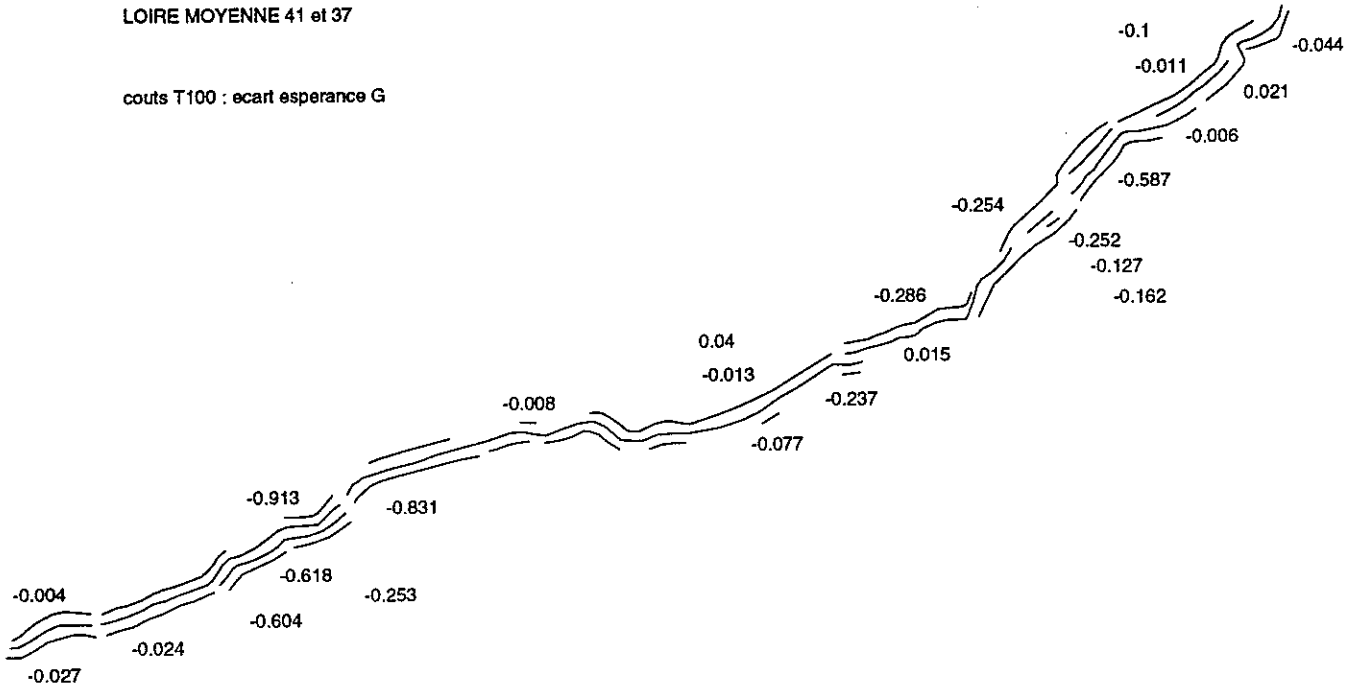
LOIRE MOYENNE 41 et 37

couts T100 : coeff var A



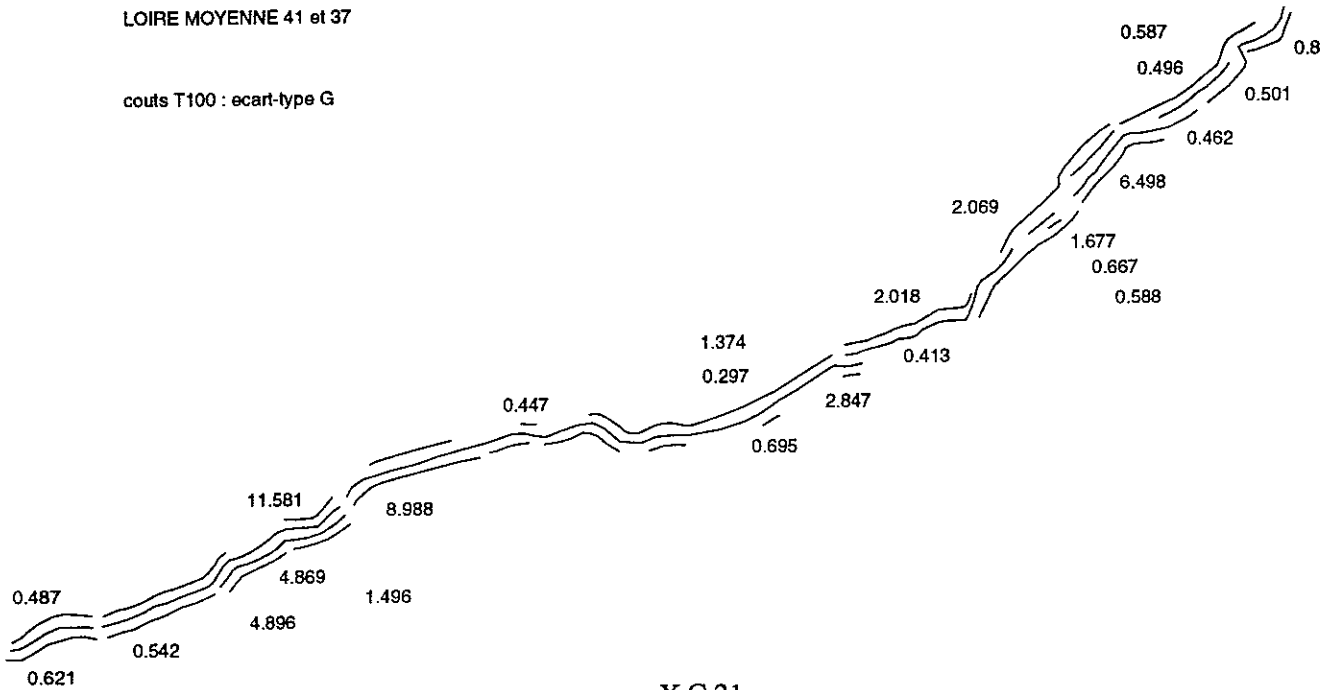
LOIRE MOYENNE 41 et 37

couts T100 : ecart esperance G



LOIRE MOYENNE 41 et 37

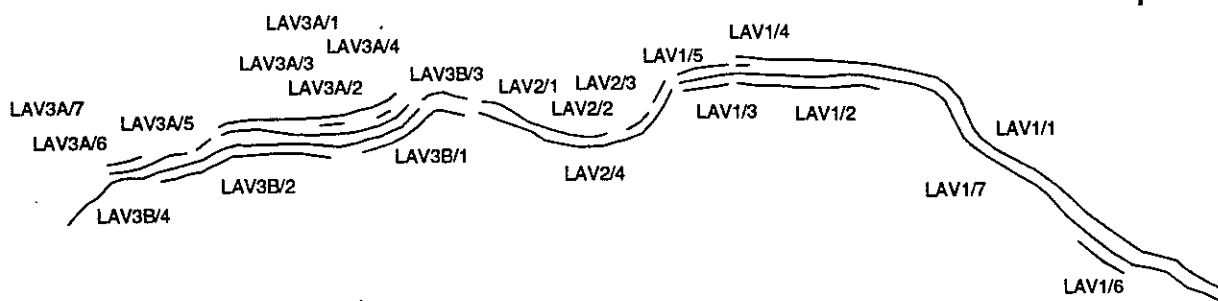
couts T100 : ecart-type G





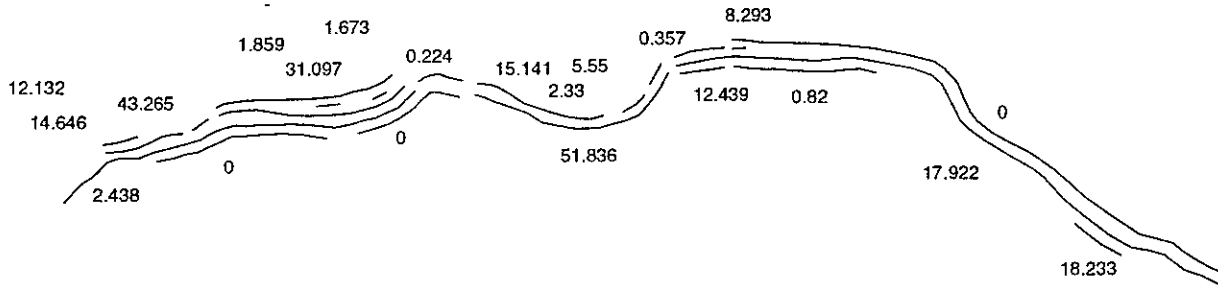
LOIRE AVAL 49 et 44

localisations



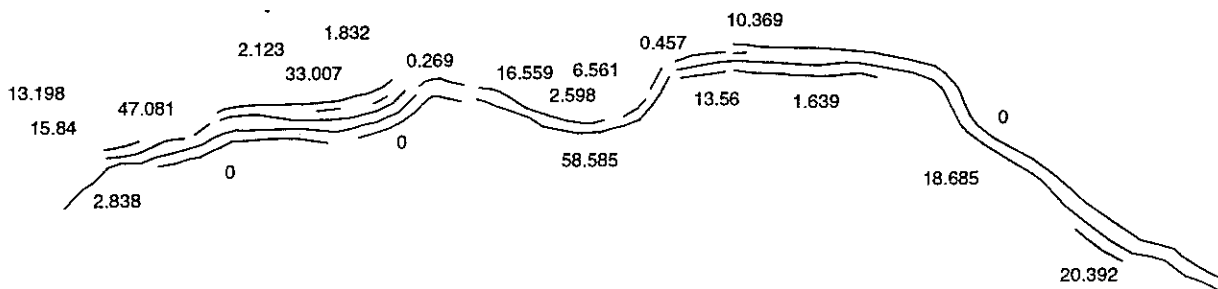
LOIRE AVAL 49 et 44

couts T10



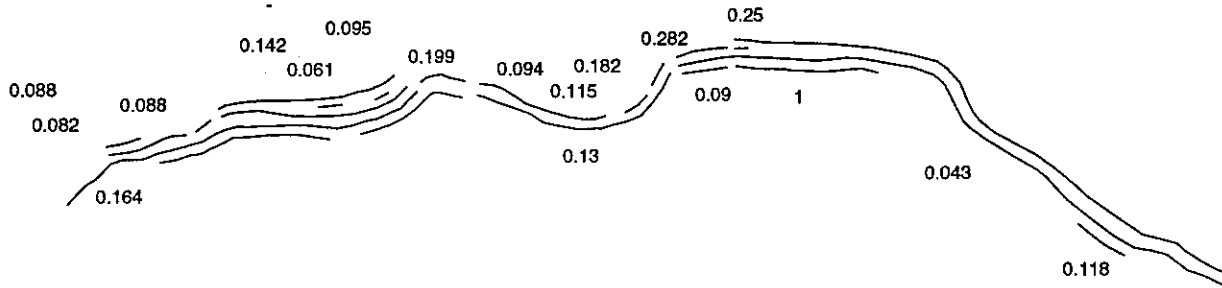
LOIRE AVAL 49 et 44

couts T10 : esperance A



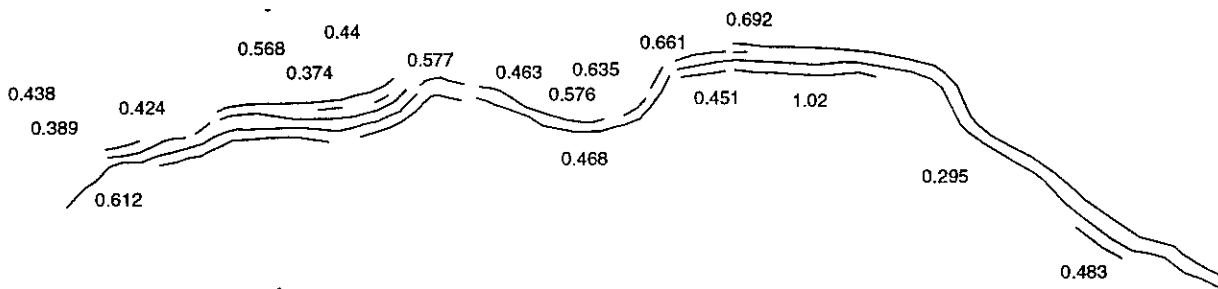
LOIRE AVAL 49 et 44

couts T10 : ecart esperance A



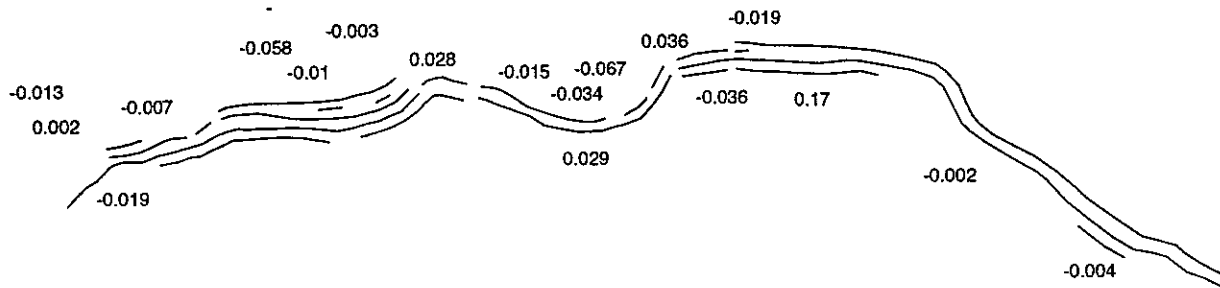
LOIRE AVAL 49 et 44

couts T10 : coeff var A



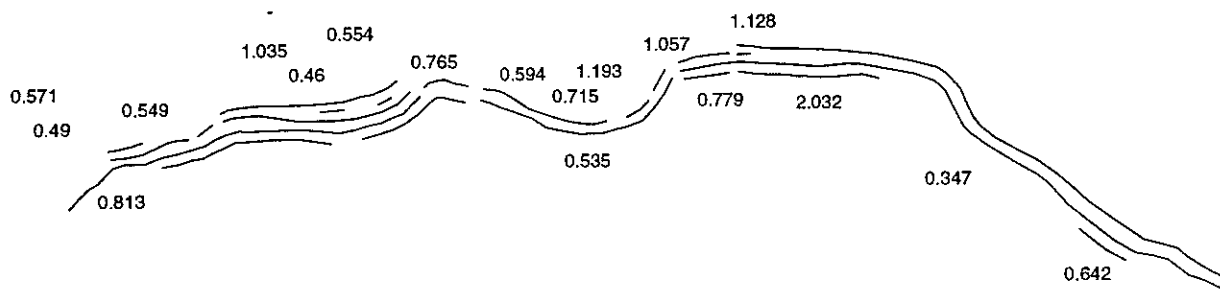
LOIRE AVAL 49 et 44

couts T10 : ecart esperance G



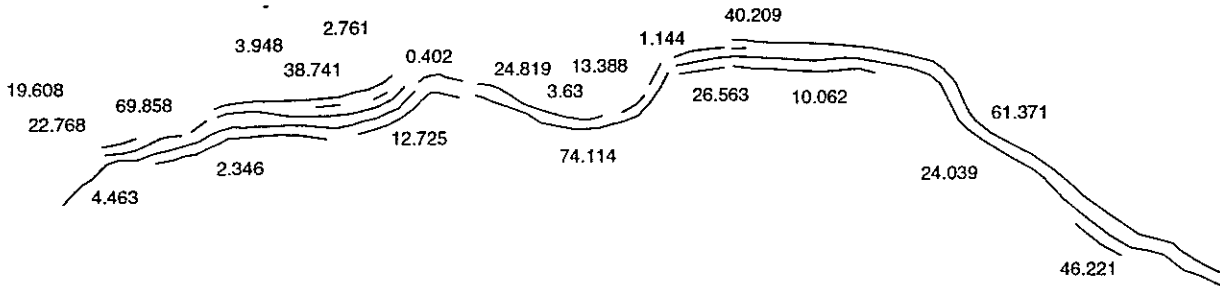
LOIRE AVAL 49 et 44

couts T10 : ecart-type G



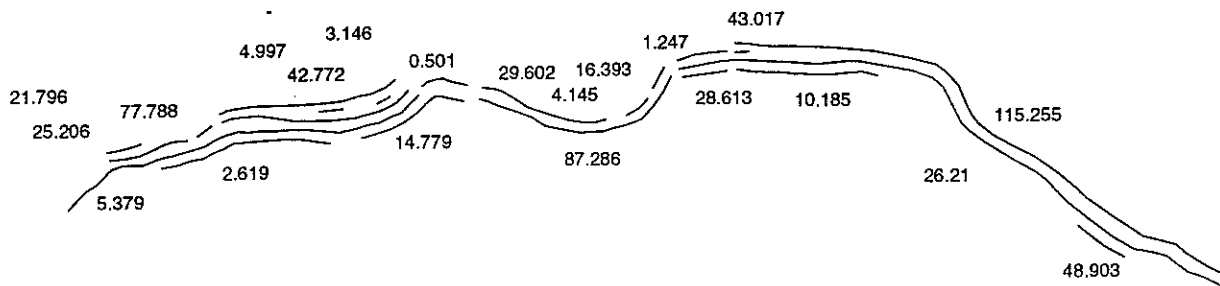
LOIRE AVAL 49 et 44

couts T100



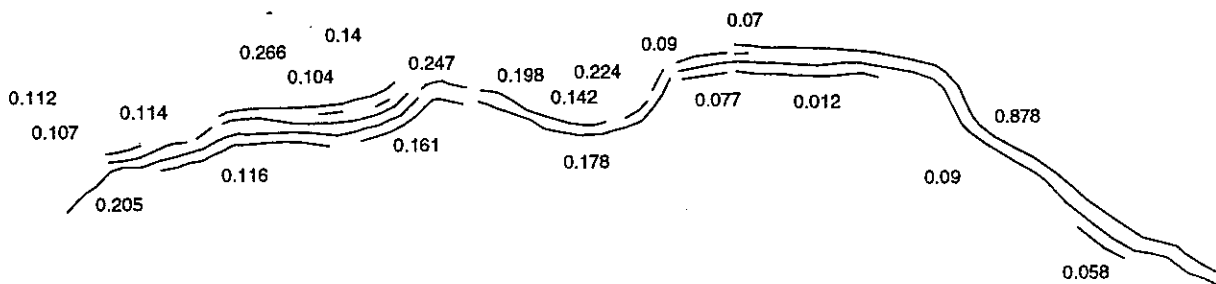
LOIRE AVAL 49 et 44

couts T100 : esperance A



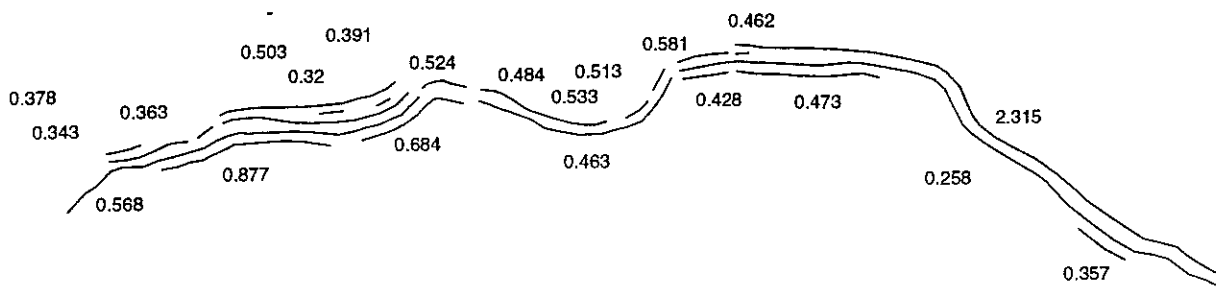
LOIRE AVAL 49 et 44

couts T100 : ecart esperance A



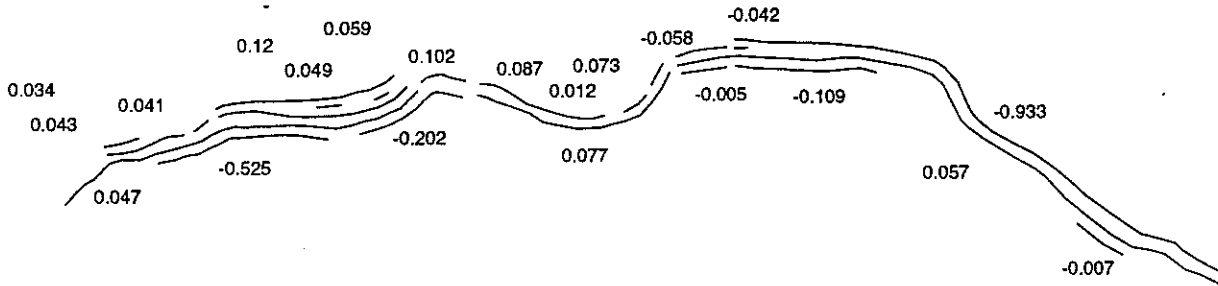
LOIRE AVAL 49 et 44

couts T100 : coeff var A



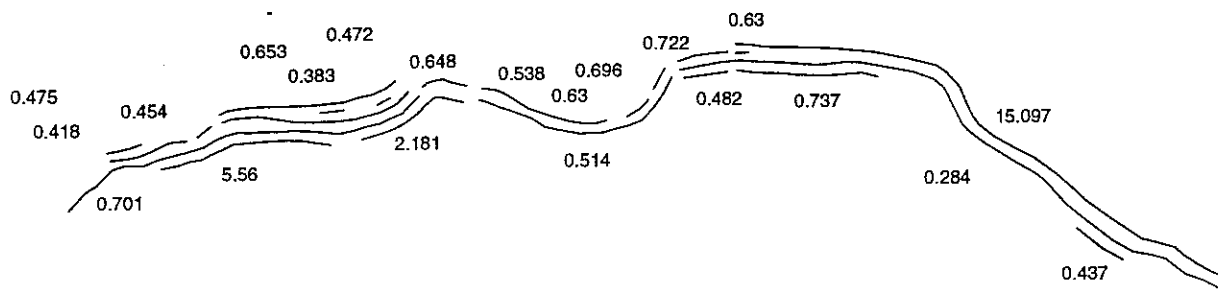
LOIRE AVAL 49 et 44

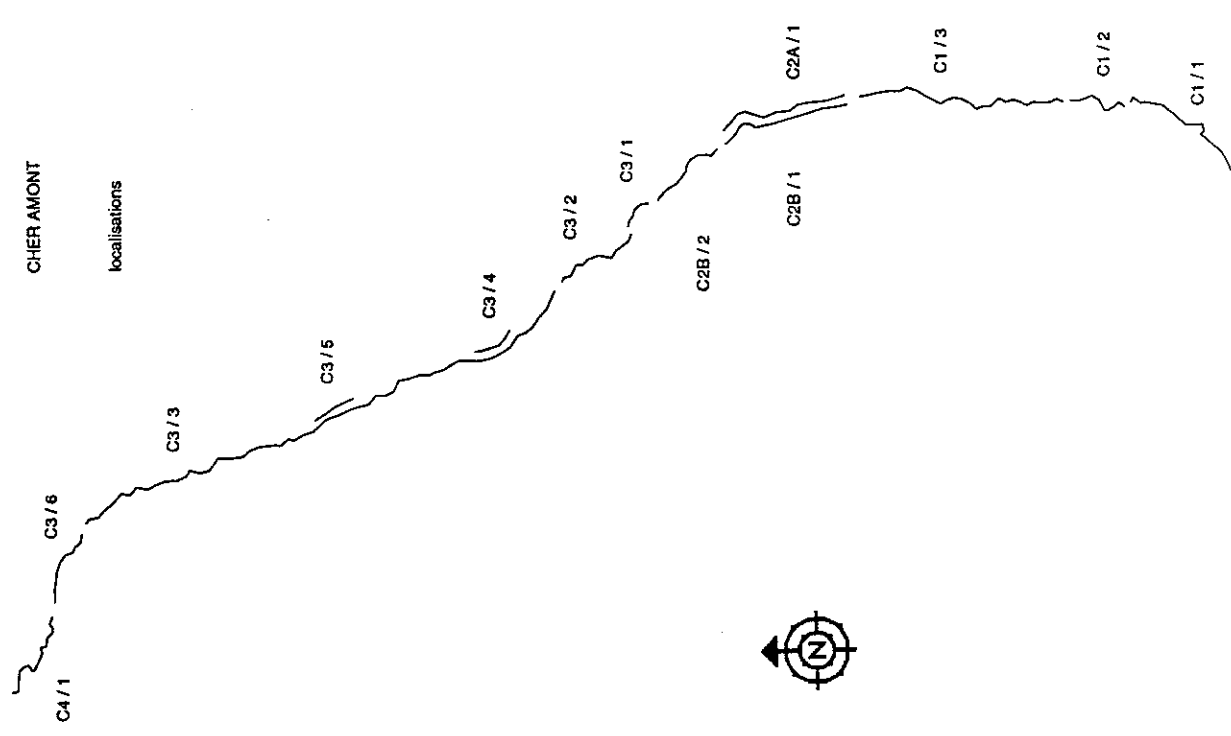
couts T100 : ecart esperance G



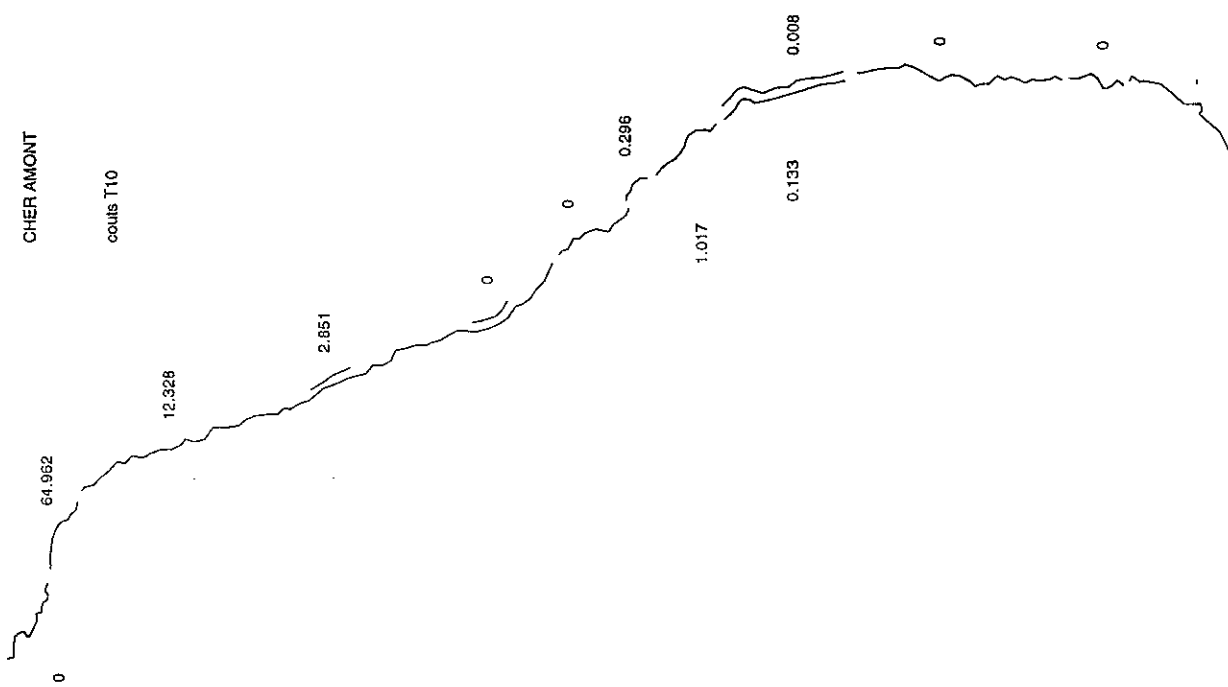
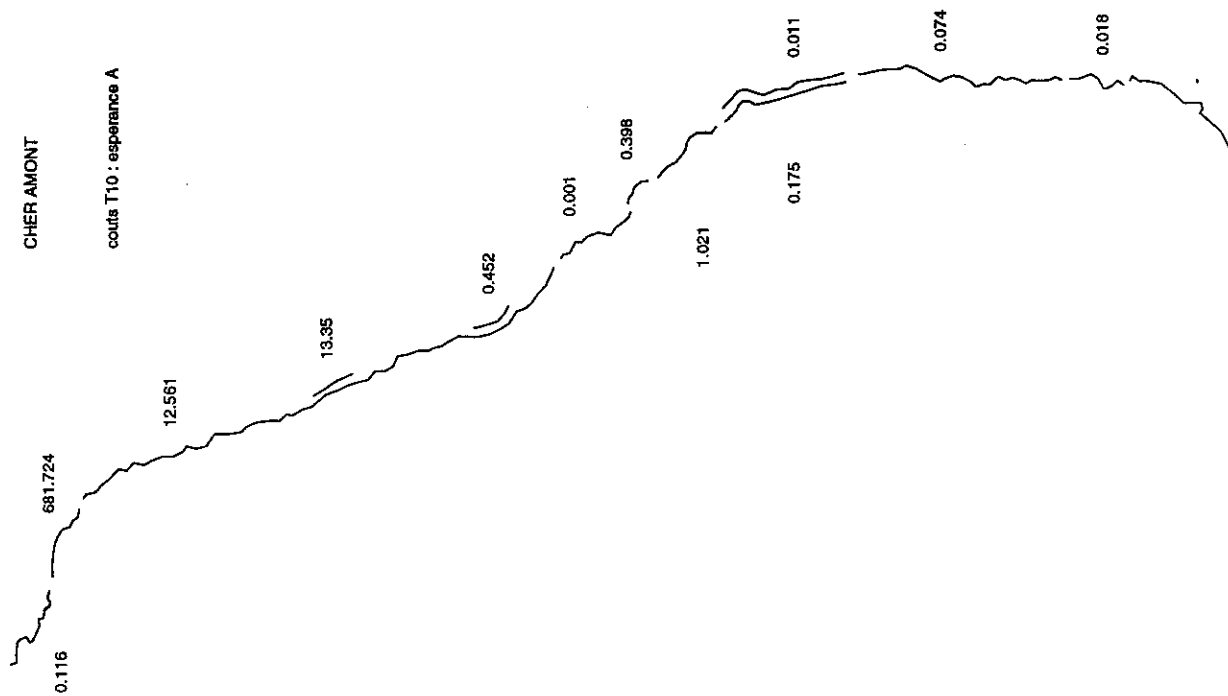
LOIRE AVAL 49 et 44

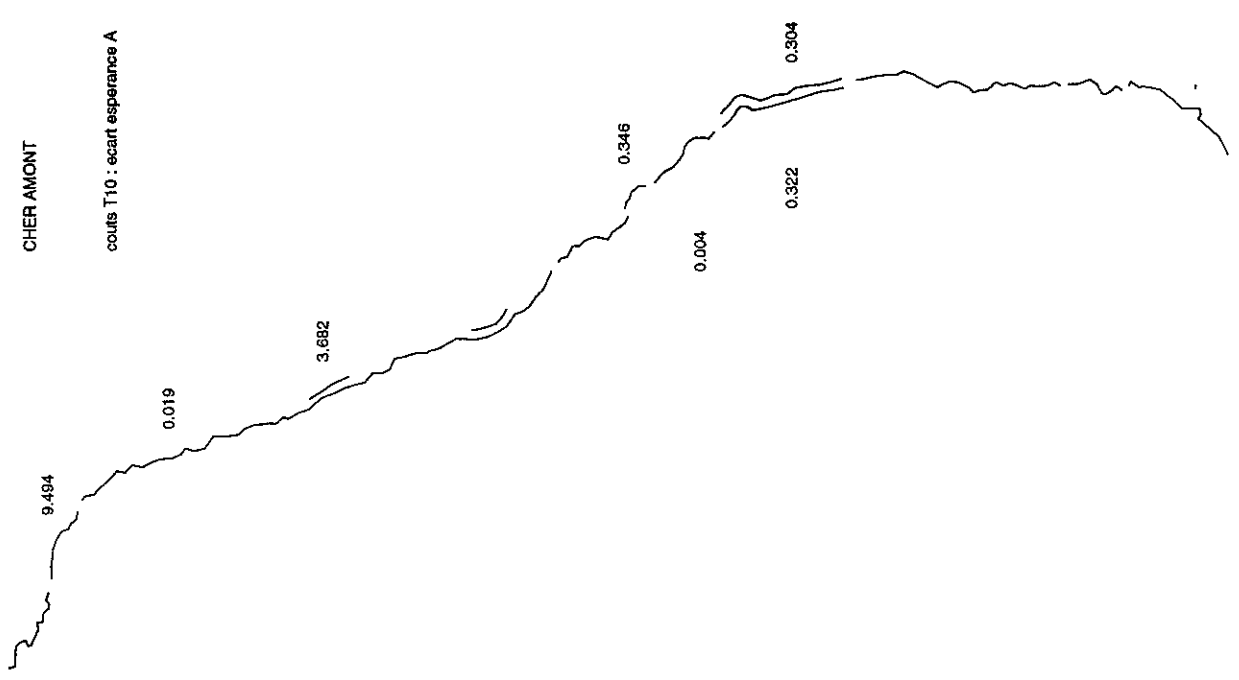
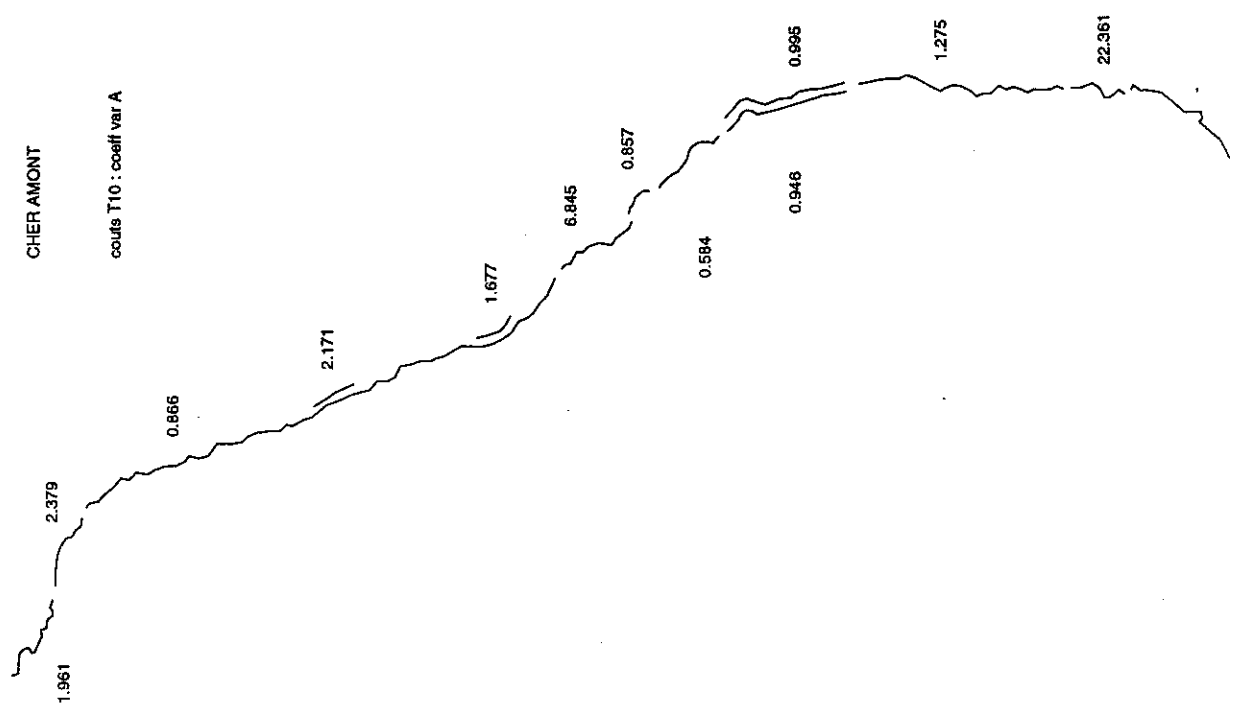
couts T100 : ecart-type G

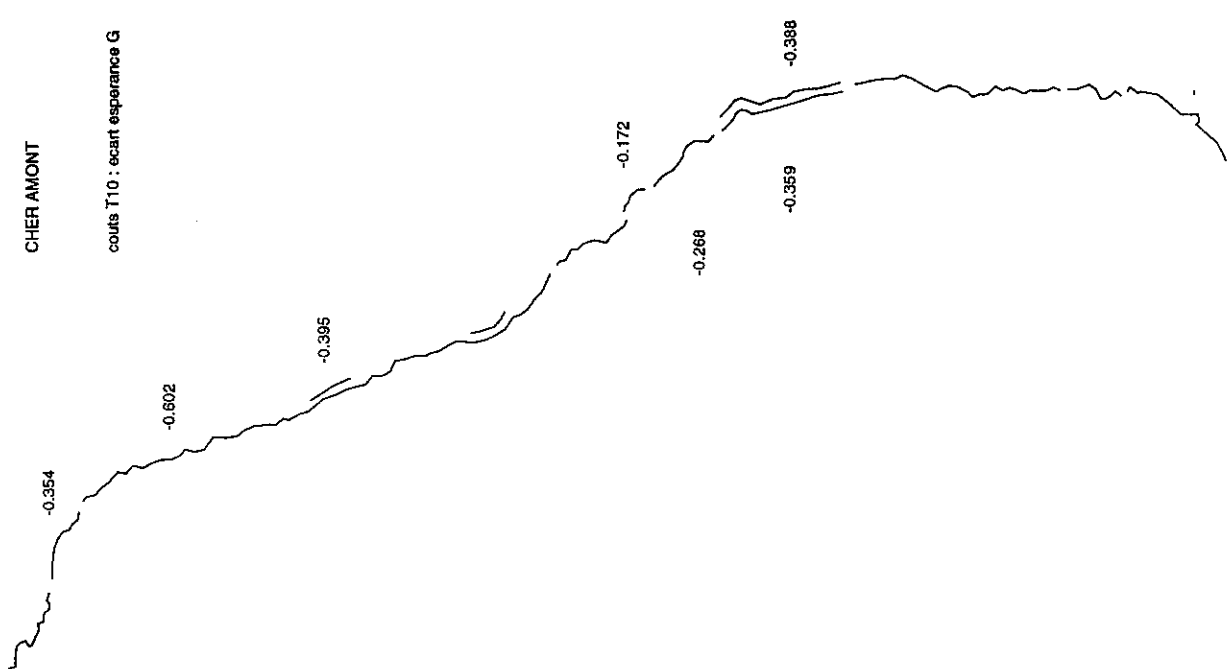
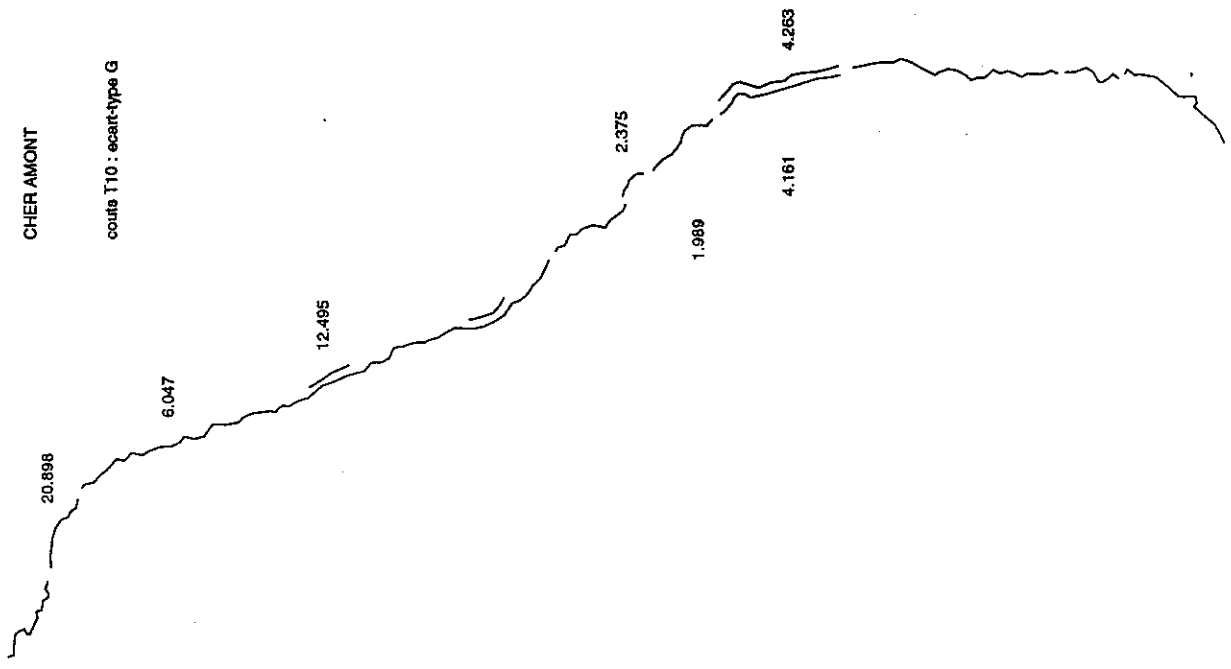


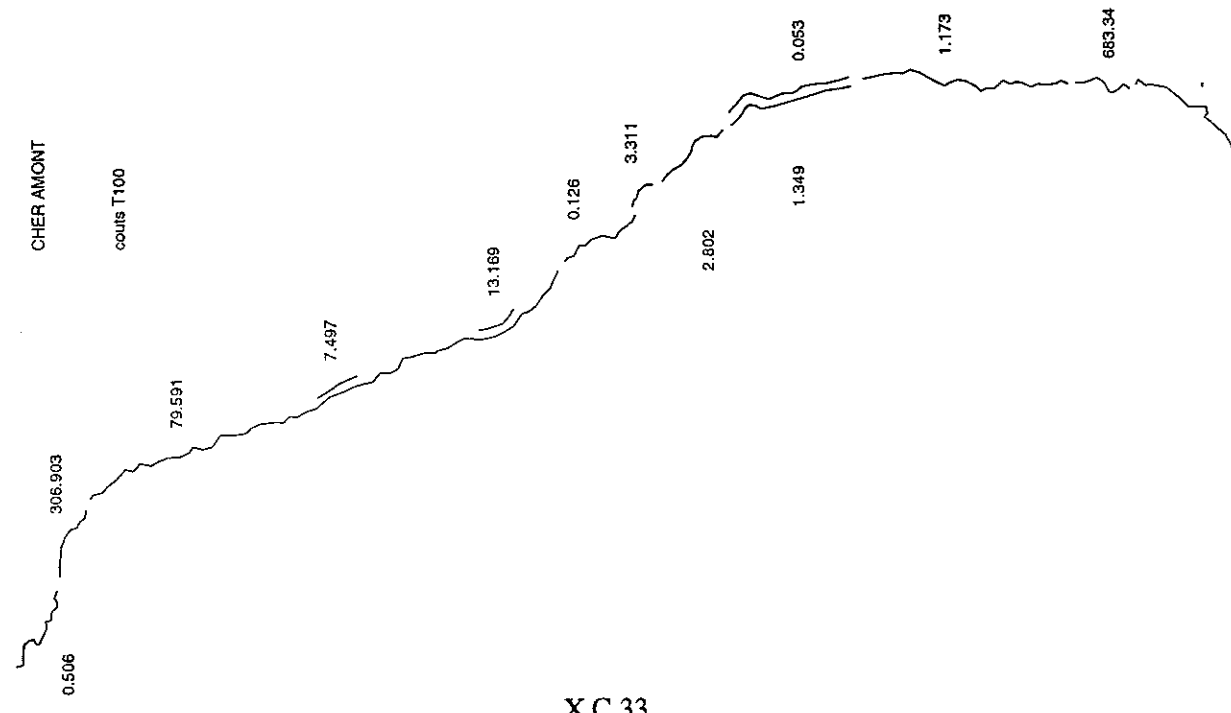
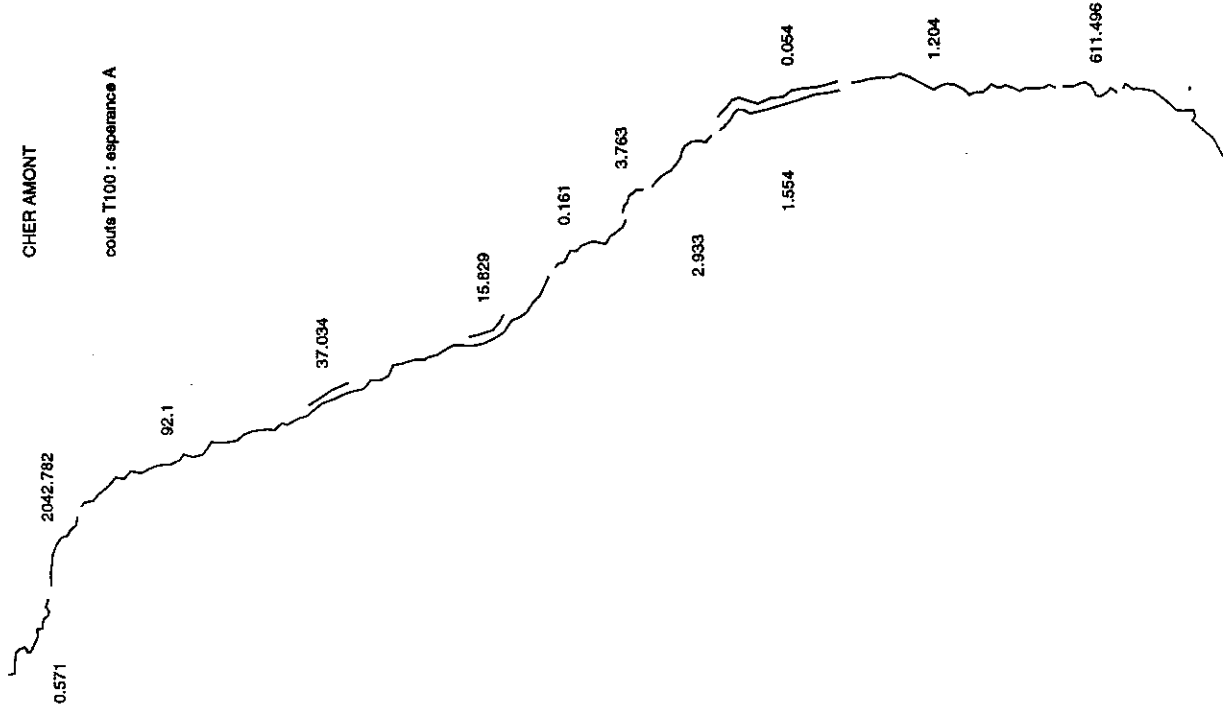


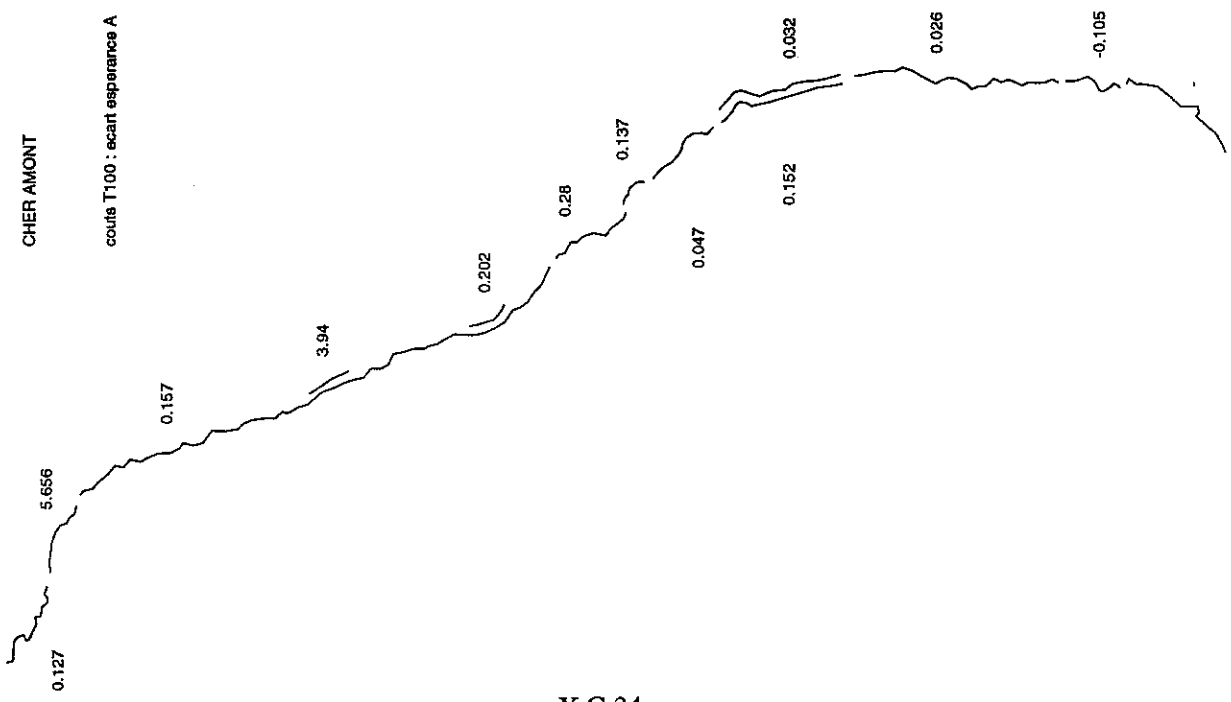
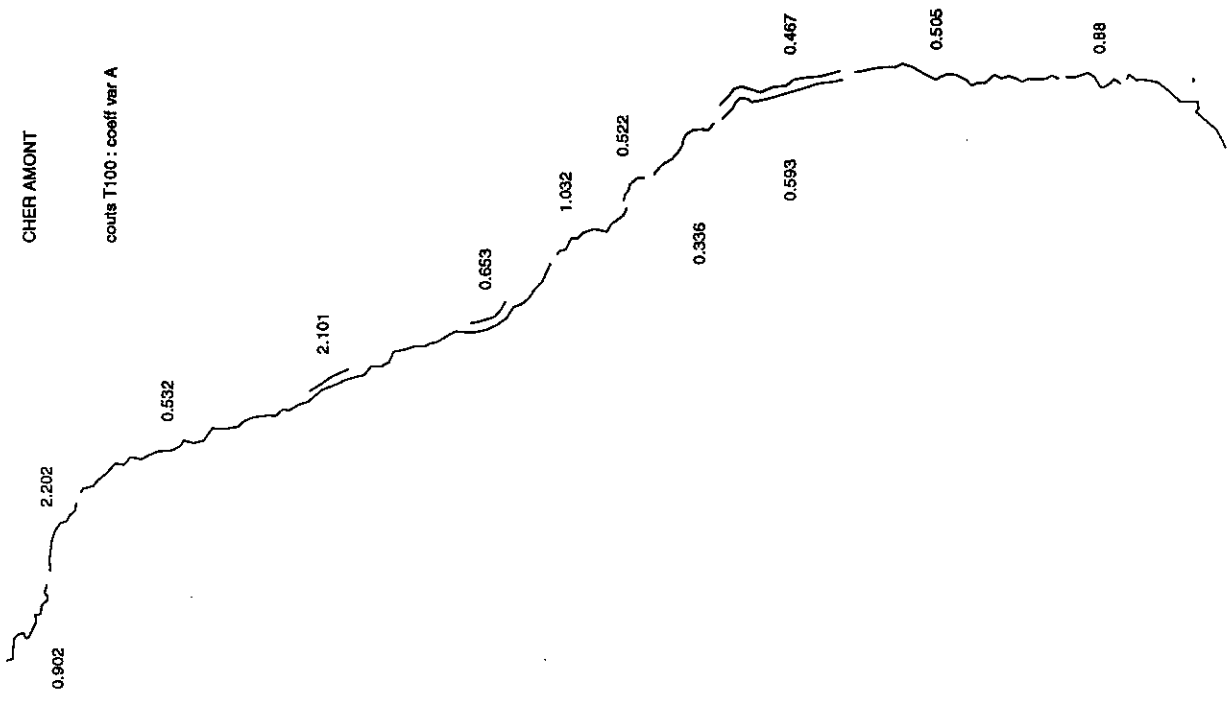


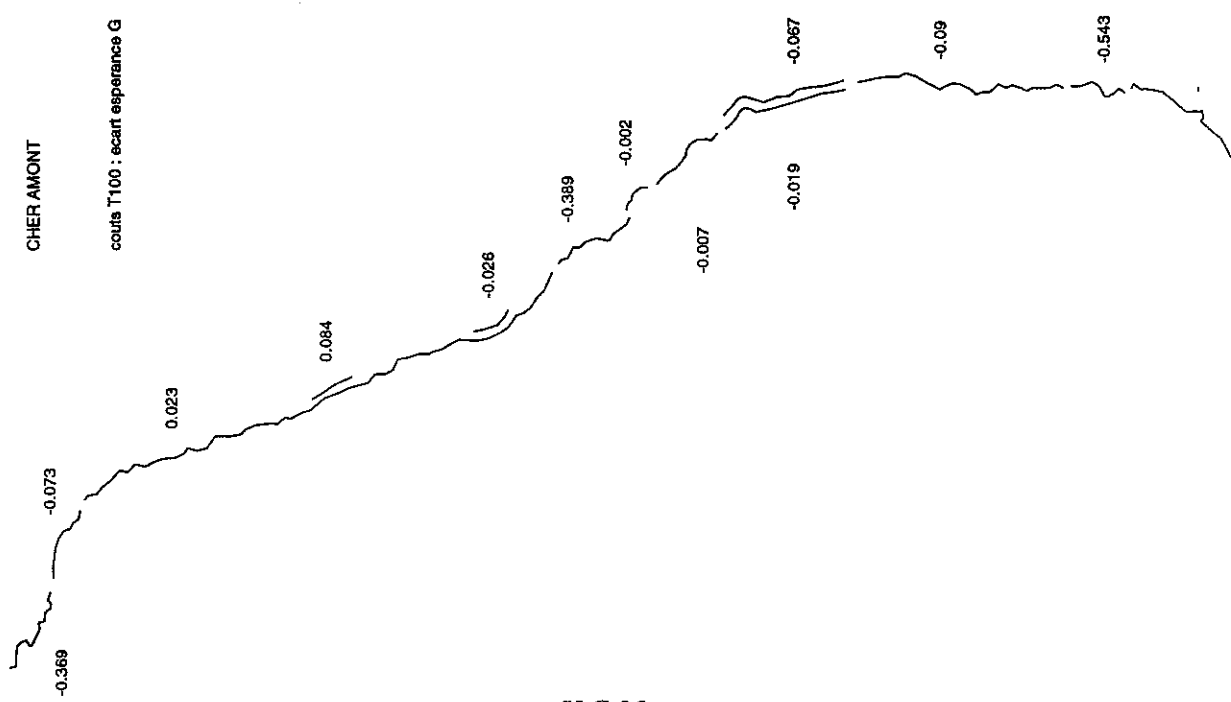
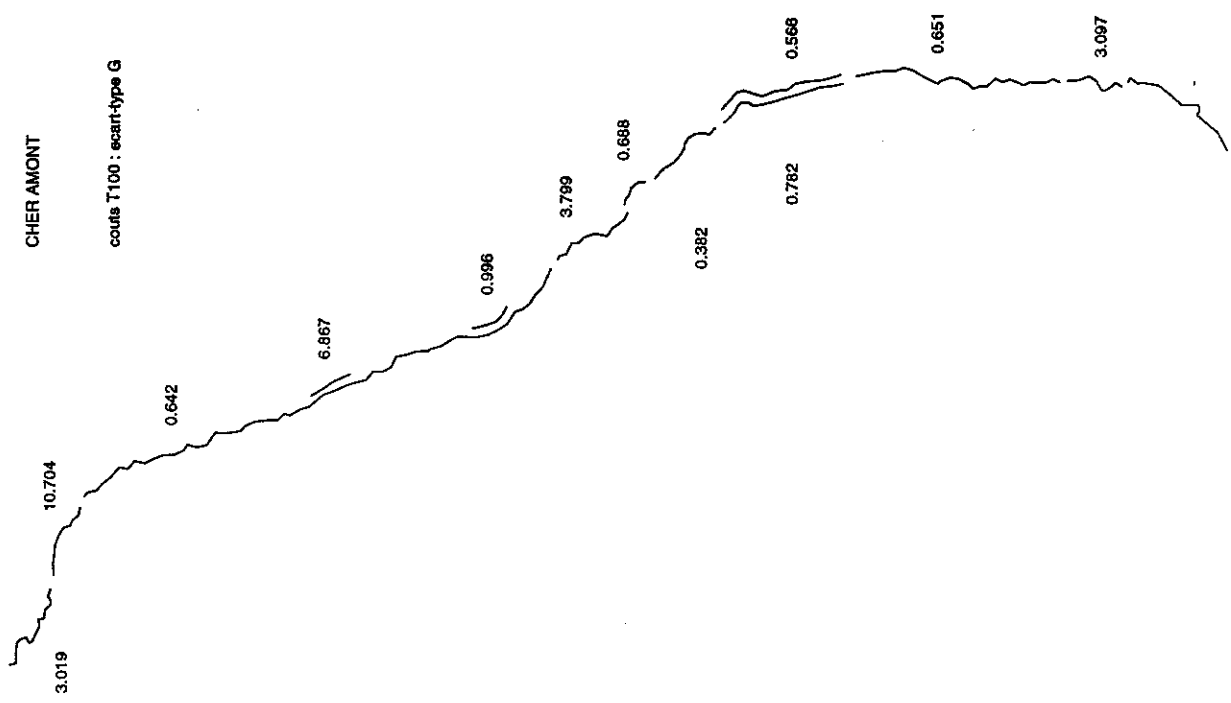














**Annexe X.D.**  
**l'analyse typologique des incertitudes**





Les tableaux qui suivent présentent les résultats de l'analyse typologique des incertitudes, effectuée sur 112 secteurs, pour les paramètres "coefficient de variation" (Sa) et "écart relatif quadratique moyen" (Sg; statistiques géométriques). Ce coefficient de variation (ou écart-relatif quadratique moyen) est obtenu à partir des estimations de coûts résultant de 500 tirages aléatoires sur les sources d'incertitudes. Les colonnes des tableaux contiennent les variables statistiques suivantes, calculées sur les valeurs de Sa ou Sg obtenues sur différents ensembles de secteurs:

1	nature de la simulation effectuée	
	tout	toutes les sources d'incertitudes simulées
	debo	toutes sauf seuil de débordement ou de remous
	dens	toutes sauf pourcentages surfaciques des différents types d'occupations des sols
	deve	toutes sauf seuil de déversement
	fonc	toutes sauf fonctions élémentaires de coûts et répartition saisonnière des crues
	hadu	toutes sauf hauteur et durée de submersion (par rapport au terrain naturel)
	hydr	toutes sauf relations "période de retour T - débit de pointe Q - cote maximale H"
	hyqh	toutes sauf relation Q-H
	hytq	toutes sauf relation T-Q, ou T-H quand les débits ne sont pas connus
	plan	toutes sauf hauteurs de plancher par rapport au terrain naturel
	rupt	toutes sauf seuils d'apparition du risque de rupture de digue et de rupture certaine
	surf	toutes sauf surface inondée
2	indicateur de coût	C2 coût pour une crue de durée de retour 2 ans C10 coût pour une crue de durée de retour 10 ans C100 coût pour une crue de durée de retour 100 ans CMA coût moyen annuel
3	taille du sous-échantillon de secteurs	
4	moyenne (des Sa, Sg)	
5	écart-type	
6	coefficient d'asymétrie	
7	valeur minimale	
8	valeur maximale	
9	moyenne géométrique (des Sa, Sg)	

Les différents tableaux se rapportent:

- à l'ensemble des secteurs;
- à des sous-ensembles caractérisés par leur type hydraulique (1: débordement direct; 2: déversement pour un secteur endigué; 3: rupture de digue; 4: remous aval et déversement; 5: remous aval et rupture; 6: déversement et rupture; 7: remous aval, déversement et rupture de digue);
- à des sous-ensembles caractérisés par le seuil de début d'inondation exprimé en période de retour (1: moins de 2 ans; 2: de 2 ans inclus à moins de 5 ans; 3: de 5 ans inclus à moins de 10 ans; 4: de 10 ans inclus à moins de 50 ans; 5: de 50 ans inclus à moins de 100 ans; 6: 100 ans et plus).

Aucun des 112 secteurs considérés ne relevant du type 6, on ne trouvera pas ici de résultats correspondant. Notons par ailleurs que certains des sous-échantillons de secteurs ont des tailles très réduites, ce qui induit des problèmes de représentativité statistique. L'indication "N" correspond aux variables statistiques non calculables.

### Analyse de Sa: ensemble des secteurs

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	33	2.16492	3.10101	2.68099	0.48063	12.25419	1.28287
	C10	76	1.84745	3.42339	4.56537	0.29485	22.36127	1.09308
	C100	104	0.74827	0.66499	3.22666	0.25792	3.9257	0.60975
	CMA	110	0.74548	0.59143	3.69643	0.39054	3.91429	0.64846
debo	C2	33	-0.00037	0.01987	1.19055	-0.06264	0.08214	N
	C10	76	0.0014	0.01143	7.28808	-0.01182	0.09392	N
	C100	104	-0.00027	0.00166	-5.5903	-0.01179	0.0013	N
	CMA	110	-0.00034	0.00144	-1.35181	-0.00728	0.00524	N
dens	C2	33	0.03272	0.02827	0.10273	-0.01559	0.09246	N
	C10	76	0.0287	0.0384	-2.66059	-0.18644	0.11249	N
	C100	104	0.03383	0.02392	0.56023	-0.01071	0.10777	N
	CMA	110	0.03356	0.02263	0.51546	-0.03285	0.11926	N
deve	C2	33	0.00204	0.00867	4.76949	0	0.04664	0
	C10	76	0.00029	0.0022	3.05462	-0.00528	0.01049	N
	C100	104	-0.00077	0.00469	-2.77149	-0.02846	0.02123	N
	CMA	110	-0.00013	0.00246	-2.11387	-0.01461	0.00827	N
fonc	C2	33	0.04282	0.08143	-0.99863	-0.17171	0.15622	N
	C10	76	-0.09833	1.04267	-6.41213	-7.59887	0.32569	N
	C100	104	0.11505	0.08623	1.47737	0.01468	0.44298	0.08856
	CMA	110	0.07392	0.07242	-3.17142	-0.39051	0.24978	N
hadu	C2	33	0.06056	0.05462	0.00481	-0.06588	0.14763	N
	C10	74	0.06384	0.12741	3.39397	-0.20048	0.72832	N
	C100	104	0.08815	0.15635	3.81095	-0.10603	0.93723	N
	CMA	110	0.07173	0.14706	4.44328	-0.06904	0.92336	N
hydr	C2	26	0.58696	0.23058	0.38273	0.23835	0.99795	0.54331
	C10	64	0.58161	0.27094	-0.12385	0.06193	0.99991	0.49993
	C100	104	0.3469	0.21028	0.71235	0.02438	0.98085	0.27403
	CMA	110	0.49053	0.15129	0.40852	0.1782	0.98663	0.46628
hyqh	C2	30	0.5099	0.26612	0.4347	0	0.99234	0
	C10	76	0.24933	0.17088	1.60825	0	0.82092	0
	C100	104	0.13649	0.0935	0.79936	-0.02001	0.43419	N
	CMA	110	0.21476	0.10648	0.65526	0	0.58619	0
hytq	C2	31	0.13955	0.20637	2.54734	0.00946	0.92321	0.06012
	C10	75	0.31007	0.22839	0.90314	0.01035	0.98816	0.19592
	C100	104	0.15867	0.15209	3.25107	0.00263	0.98085	0.11315
	CMA	110	0.20781	0.15807	2.28218	0.01141	0.98663	0.15053
plan	C2	33	0.04347	0.08625	0.24506	-0.17066	0.23338	N
	C10	76	0.02812	0.04013	1.50752	-0.00733	0.1436	N
	C100	104	0.01557	0.02522	1.93213	-0.00838	0.10845	N
	CMA	110	0.02239	0.04043	1.86056	-0.04844	0.18232	N
rupt	C2	33	0	0	N	0	0	0
	C10	76	0.00005	0.00054	8.34277	-0.00073	0.00466	N
	C100	104	0.01955	0.10884	5.76519	-0.12095	0.8125	N
	CMA	110	0.01144	0.13609	2.25971	-0.79532	0.99004	N
surf	C2	33	0.02021	0.04066	-1.06914	-0.09906	0.08101	N
	C10	76	0.02871	0.03363	3.33466	-0.02991	0.23504	N
	C100	104	0.03199	0.03099	2.34253	-0.00698	0.18724	N
	CMA	110	0.0251	0.02056	1.35569	-0.01741	0.10018	N

### Analyse de Sa: type 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	26	2.328244	3.424948	2.442585	0.480633	12.25419	1.317702
	C10	58	1.704495	2.791572	4.133314	0.294855	16.09091	1.060375
	C100	65	0.760118	0.77745	3.065498	0.257917	3.925698	0.590981
	CMA	65	0.80257	0.701243	3.230485	0.390536	3.914286	0.674341
debo	C2	26	0.000089	0.022247	1.045648	-0.06264	0.082137	N
	C10	58	0.001848	0.013032	6.425627	-0.01182	0.093922	N
	C100	65	-0.00024	0.001724	-5.82782	-0.01179	0.001297	N
	CMA	65	-0.00037	0.001745	-1.15092	-0.00728	0.005237	N
dens	C2	26	0.034522	0.029788	0.073216	-0.01560	0.09246	N
	C10	58	0.026924	0.042472	-2.54728	-0.18644	0.112492	N
	C100	65	0.034779	0.027024	0.406498	-0.01071	0.107769	N
	CMA	65	0.034487	0.027004	0.368437	-0.03285	0.119255	N
deve	C2	26	0	0	N	0	0	0
	C10	58	0	0	0.242426	-0	0	N
	C100	65	-0	0	-4.30751	-0	0	N
	CMA	65	0	0	-0.96607	-0	0	N
fonc	C2	26	0.043915	0.083622	-1.10936	-0.17171	0.156223	N
	C10	58	-0.14554	1.191803	-5.57511	-7.59887	0.325688	N
	C100	65	0.132226	0.096111	1.202836	0.014681	0.44298	0.100988
	CMA	65	0.073307	0.088137	-3.14818	-0.39051	0.193089	N
hadu	C2	26	0.067554	0.058689	-0.30958	-0.06588	0.147634	N
	C10	56	0.075587	0.137839	3.467371	-0.06316	0.728324	N
	C100	65	0.112646	0.188709	3.149802	-0.10603	0.937234	N
	CMA	65	0.100711	0.183564	3.473842	-0.06904	0.923358	N
hydr	C2	22	0.600724	0.246909	0.220356	0.238348	0.997954	0.550508
	C10	49	0.556106	0.271004	-0.11042	0.061932	0.999909	0.470196
	C100	65	0.339578	0.234332	0.857005	0.024381	0.98085	0.254512
	CMA	65	0.489895	0.166355	0.507222	0.178204	0.986629	0.461237
hyqh	C2	23	0.488085	0.248531	0.378452	0	0.992335	0
	C10	58	0.255826	0.182061	1.551571	0	0.820924	0
	C100	65	0.12358	0.100449	1.132154	-0.02001	0.434194	N
	CMA	65	0.225912	0.117443	0.571112	0	0.586195	0
hytq	C2	24	0.134105	0.223255	2.6238	0.009456	0.923208	0.050601
	C10	58	0.307747	0.24211	1.023574	0.010347	0.988155	0.185816
	C100	65	0.176759	0.17896	2.906703	0.002626	0.98085	0.118414
	CMA	65	0.207484	0.178621	2.405104	0.011414	0.986629	0.137642
plan	C2	26	0.042158	0.088703	0.303278	-0.17066	0.233377	N
	C10	58	0.024767	0.038469	1.765806	-0.00527	0.143599	N
	C100	65	0.013447	0.021719	2.151894	-0.00353	0.09769	N
	CMA	65	0.025457	0.041969	2.003175	-0.00503	0.182324	N
rupt	C2	26	0	0	N	0	0	0
	C10	58	0	0	0.242426	-0	0	N
	C100	65	-0	0	-4.30751	-0	0	N
	CMA	65	0	0	-0.96607	-0	0	N
surf	C2	26	0.024363	0.040162	-1.44273	-0.09906	0.081009	N
	C10	58	0.032383	0.037031	3.051092	-0.02992	0.235043	N
	C100	65	0.039209	0.034396	2.225101	0.000187	0.187237	0.02693
	CMA	65	0.030818	0.023468	0.969896	-0.01741	0.100176	N

Analyse de Sa: type 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	1.208691	N	N	1.208691	1.208691	1.208691
	C100	7	0.656388	0.255299	-0.09682	0.304243	1.00275	0.609152
	CMA	7	0.65464	0.15538	1.06169	0.519921	0.901874	0.640283
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0	N	N	0	0	0
	C100	7	0	0	1.229634	0	0	0
	CMA	7	0	0	2.645751	0	0	0
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.019394	N	N	0.019394	0.019394	0.019394
	C100	7	0.030645	0.012415	1.72545	0.017591	0.056339	0.028872
	CMA	7	0.029282	0.00766	1.294712	0.020358	0.044197	0.028509
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	-0.00183	N	N	-0.00183	-0.00183	N
	C100	7	-0.01063	0.011563	-0.94493	-0.02846	0.000973	N
	CMA	7	-0.00502	0.003201	0.240262	-0.00892	-0.00096	N
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.04411	N	N	0.04411	0.04411	0.04411
	C100	7	0.080368	0.03373	0.165432	0.029379	0.130995	0.073457
	CMA	7	0.070232	0.019045	-1.05740	0.034956	0.090275	0.067478
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.003842	N	N	0.003842	0.003842	0.003842
	C100	7	0.048229	0.035427	-0.91259	-0.01643	0.085552	N
	CMA	7	0.04195	0.045453	-0.82359	-0.03858	0.091338	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.899582	N	N	0.899582	0.899582	0.899582
	C100	7	0.414185	0.138321	0.586634	0.229142	0.654063	0.394551
	CMA	7	0.51272	0.063517	-0.12588	0.422487	0.587033	0.509296
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.107943	N	N	0.107943	0.107943	0.107943
	C100	7	0.238501	0.062508	0.722207	0.151566	0.352814	0.231661
	CMA	7	0.259589	0.051481	-0.66193	0.181137	0.319734	0.25482
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.353165	N	N	0.353165	0.353165	0.353165
	C100	7	0.086507	0.046442	0.536052	0.028947	0.149566	0.075516
	CMA	7	0.130806	0.081489	0.753296	0.042697	0.251545	0.110005
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.011373	N	N	0.011373	0.011373	0.011373
	C100	7	0.030922	0.039309	1.443752	-0.00755	0.108452	N
	CMA	7	0.031198	0.038432	1.582839	0	0.107139	0.000185
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0	N	N	0	0	0
	C100	7	0	0	1.229634	0	0	0
	CMA	7	0	0	2.645751	0	0	0
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.023971	N	N	0.023971	0.023971	0.023971
	C100	7	0.023559	0.030832	1.703579	0.003895	0.084639	0.012031
	CMA	7	0.017956	0.017617	1.041963	0.003622	0.044577	0.01161

Analyse de Sa: type 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	1.147702	0.638421	0.739633	0.489877	2.315305	0.996929
	CMA	15	0.76323	0.622984	2.469372	0.418931	2.590366	0.637041
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0	0	3	0	0	0
	CMA	15	0	0	N	0	0	0
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.021856	0.010713	0.331699	0.006654	0.038699	0.019303
	CMA	15	0.033302	0.014708	-0.94188	-0.00470	0.060263	N
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0	0	3	0	0	0
	CMA	15	0	0	N	0	0	0
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.046178	0.026225	1.65694	0.024553	0.103289	0.041194
	CMA	15	0.077451	0.057145	2.041254	0.006453	0.249778	0.060277
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.007764	0.035891	0.547695	-0.03463	0.066157	N
	CMA	15	0.01574	0.023006	-0.00004	-0.02648	0.060089	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.307664	0.164139	-0.49291	0.02904	0.532691	0.238993
	CMA	15	0.411828	0.118892	-0.20699	0.201233	0.643621	0.393826
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.132401	0.077949	0.133695	0.044981	0.219109	0.110405
	CMA	15	0.142988	0.062598	-0.08478	0.027037	0.258274	0.126173
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.132276	0.074796	0.135189	0.019963	0.245324	0.107673
	CMA	15	0.213889	0.104986	0.096433	0.060825	0.376364	0.185323
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.005417	0.009805	0.603731	-0.00483	0.021574	N
	CMA	15	-0.00186	0.014953	-2.32479	-0.04844	0.01641	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.231692	0.306111	1.069034	-0.06882	0.812502	N
	CMA	15	0.064562	0.369843	0.480408	-0.79532	0.99004	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.00419	0.007862	-0.28228	-0.00698	0.01338	N
	CMA	15	0.012999	0.009543	-0.44669	-0.00763	0.0331	N

### Analyse de Sa: type 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	6	1.728085	1.413095	1.3569	0.508666	4.25	1.319607
	C10	13	2.748684	5.913932	3.560406	0.450972	22.36127	1.267915
	C100	17	0.562104	0.214841	1.077649	0.292232	1.069177	0.528248
	CMA	17	0.615673	0.127267	1.048544	0.454625	0.923653	0.604331
debo	C2	6	-0.00040	0.004744	-1.39040	-0.00918	0.005169	N
	C10	13	-0.00007	0.00246	-0.62501	-0.00651	0.005498	N
	C100	17	-0.00076	0.002351	-3.42650	-0.00926	0.000309	N
	CMA	17	-0.00059	0.001192	-0.43309	-0.00293	0.001893	N
dens	C2	6	0.028107	0.023697	-1.09283	-0.01264	0.051471	N
	C10	13	0.037742	0.022839	0.886148	0.017172	0.078147	0.032248
	C100	17	0.037245	0.020827	0.710755	0.011041	0.082812	0.031805
	CMA	17	0.033577	0.017746	1.323027	0.012714	0.08034	0.029782
deve	C2	6	0.011219	0.018904	1.76659	0	0.046636	0
	C10	13	0.001807	0.005181	0.606887	-0.00528	0.010488	N
	C100	17	-0.00031	0.006772	1.541741	-0.01452	0.021231	N
	CMA	17	0.001206	0.005002	-1.89192	-0.01461	0.008265	N
fonc	C2	6	0.031428	0.083639	-0.34511	-0.10294	0.15146	N
	C10	13	0.05355	0.048184	0.526641	-0.01429	0.134106	N
	C100	17	0.105383	0.055976	0.954609	0.030056	0.251272	0.091207
	CMA	17	0.073788	0.033888	0.563316	0.021957	0.138705	0.066249
hadu	C2	6	0.037776	0.024124	0.294156	0.013865	0.070143	0.030951
	C10	13	0.026309	0.087756	-1.05377	-0.20048	0.162196	N
	C100	17	0.066123	0.06889	1.109008	-0.00251	0.207515	N
	CMA	17	0.037254	0.044995	1.152095	-0.01815	0.145965	N
hydr	C2	3	0.510197	0.104337	-1.62824	0.390529	0.582106	0.502441
	C10	11	0.647723	0.267625	0.024573	0.301489	0.999712	0.593235
	C100	17	0.345581	0.167247	0.167964	0.086904	0.618429	0.301953
	CMA	17	0.548473	0.136294	0.215873	0.315979	0.782974	0.532297
hyqh	C2	6	0.597544	0.357	0.149422	0.216868	0.989682	0.501886
	C10	13	0.229872	0.148904	1.564728	0.102982	0.560462	0.196831
	C100	17	0.137018	0.066687	0.679826	0.025808	0.294899	0.11992
	CMA	17	0.217992	0.094664	0.736769	0.059679	0.415013	0.19851
hytq	C2	6	0.18142	0.145253	1.912946	0.056646	0.463235	0.145222
	C10	12	0.313335	0.18144	0.095893	0.040668	0.582215	0.246835
	C100	17	0.135406	0.095827	1.881676	0.032903	0.430456	0.109585
	CMA	17	0.243354	0.142375	2.086984	0.055981	0.697671	0.2121
plan	C2	6	0.051955	0.090118	-0.17049	-0.08088	0.17497	N
	C10	13	0.038191	0.043968	1.116999	-0.00733	0.141233	N
	C100	17	0.01826	0.027354	1.067262	-0.00838	0.084098	N
	CMA	17	0.02418	0.042086	1.549622	-0.01070	0.12525	N
rupt	C2	6	0	0	N	0	0	0
	C10	13	0	0	-1.48412	-0	0	N
	C100	17	0	0	4.123106	0	0	0
	CMA	17	0	0	N	0	0	0
surf	C2	6	0.011222	0.041831	-0.45452	-0.05147	0.064648	N
	C10	13	0.017455	0.015349	0.551148	0.000026	0.046951	0.00739
	C100	17	0.024666	0.014034	0.637865	0.007148	0.053541	0.020957
	CMA	17	0.020439	0.010259	0.206419	-0.00262	0.04423	N

### Analyse de Sa: type 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	1	0.539625	N	N	0.539625	0.539625	0.539625
	C10	3	1.233938	0.672181	-1.62140	0.463332	1.69957	1.066142
	C100	4	0.578105	0.264297	1.82412	0.384954	0.968856	0.541019
	CMA	4	0.506293	0.063523	-0.53794	0.428441	0.561936	0.50322
debo	C2	1	-0.01227	N	N	-0.01227	-0.01227	N
	C10	3	0	0	N	0	0	0
	C100	4	-0.00005	0.000097	-2	-0.00019	0	N
	CMA	4	-0.00081	0.001246	-1.71893	-0.00263	0	N
dens	C2	1	0.013555	N	N	0.013555	0.013555	0.013555
	C10	3	0.024491	0.00677	-0.69799	0.017246	0.030658	0.023822
	C100	4	0.039335	0.022204	-0.09476	0.016022	0.060635	0.034073
	CMA	4	0.026998	0.007727	0.509145	0.018726	0.036826	0.026179
deve	C2	1	0	N	N	0	0	0
	C10	3	0	0	N	0	0	0
	C100	4	0	0	N	0	0	0
	CMA	4	0	0	2	0	0	0
fonc	C2	1	0.082774	N	N	0.082774	0.082774	0.082774
	C10	3	0.059779	0.024564	0.850943	0.037991	0.0864	0.0565
	C100	4	0.127196	0.099836	1.538989	0.045115	0.270877	0.102353
	CMA	4	0.088927	0.042857	1.231497	0.056086	0.148185	0.082029
hadu	C2	1	0.015345	N	N	0.015345	0.015345	0.015345
	C10	3	0.023005	0.080059	1.154047	-0.04358	0.111836	N
	C100	4	0.051878	0.077632	1.381884	-0.00916	0.161363	N
	CMA	4	0.01775	0.043414	0.574238	-0.02889	0.073819	N
hydr	C2	1	0.514356	N	N	0.514356	0.514356	0.514356
	C10	2	0.65096	0.433865	N	0.344171	0.957749	0.574134
	C100	4	0.397545	0.248728	1.294699	0.162786	0.74867	0.344039
	CMA	4	0.491808	0.077114	0.41337	0.418488	0.584148	0.487336
hyqh	C2	1	0.485918	N	N	0.485918	0.485918	0.485918
	C10	3	0.276191	0.024502	1.543343	0.258387	0.304135	0.275487
	C100	4	0.134288	0.065599	1.176264	0.08292	0.224335	0.123501
	CMA	4	0.207297	0.112613	1.634409	0.11668	0.370965	0.188185
hytq	C2	1	0.018955	N	N	0.018955	0.018955	0.018955
	C10	3	0.319789	0.277007	-1.02813	0.015348	0.556978	0.14901
	C100	4	0.184932	0.117907	1.393076	0.094184	0.351372	0.16076
	CMA	4	0.203526	0.175641	0.508357	0.015465	0.426909	0.119816
plan	C2	1	0.026666	N	N	0.026666	0.026666	0.026666
	C10	3	0.041518	0.066464	1.708093	-0.00048	0.118145	N
	C100	4	0.01193	0.027389	1.987017	-0.00283	0.052969	N
	CMA	4	0.021719	0.045	1.999396	-0.00139	0.089215	N
rupt	C2	1	0	N	N	0	0	0
	C10	3	0.001309	0.002924	1.611114	-0.00073	0.004659	N
	C100	4	0.020268	0.059742	1.665414	-0.02709	0.10734	N
	CMA	4	0.03063	0.083731	1.956942	-0.01674	0.155764	N
surf	C2	1	-0.03372	N	N	-0.03372	-0.03372	N
	C10	3	0.014342	0.014049	-1.69472	-0.00184	0.023407	N
	C100	4	0.034829	0.018158	0.314937	0.015148	0.056971	0.031032
	CMA	4	0.017007	0.009611	-0.15654	0.004998	0.028512	0.014351



Analyse de Sa: type 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.901799	N	N	0.901799	0.901799	0.901799
	C100	2	0.810086	0.218109	N	0.655859	0.964312	0.795269
	CMA	2	0.656555	0.013123	N	0.647276	0.665834	0.656489
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.000006	N	N	0.000000	0.000006	0.000006
	C100	2	-0.000001	0.000008	N	-0.000001	0	N
	CMA	2	-0.0002	0.000217	N	-0.00035	-0.00005	N
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.036414	N	N	0.036414	0.036414	0.036414
	C100	2	0.027849	0.010016	N	0.020767	0.034931	0.026933
	CMA	2	0.03323	0.013427	N	0.023736	0.042724	0.031845
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0	N	N	0	0	0
	C100	2	0	0	N	0	0	0
	CMA	2	0	0	N	0	0	0
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.048819	N	N	0.048819	0.048819	0.048819
	C100	2	0.046104	0.020838	N	0.031369	0.060839	0.043686
	CMA	2	0.051561	0.023663	N	0.034829	0.068294	0.048771
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.076775	N	N	0.076775	0.076775	0.076775
	C100	2	0.053168	0.050436	N	0.017504	0.088832	0.039432
	CMA	2	0.054791	0.051061	N	0.018686	0.090897	0.041212
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.64718	N	N	0.64718	0.64718	0.64718
	C100	2	0.435645	0.041816	N	0.406077	0.465213	0.43464
	CMA	2	0.528432	0.173923	N	0.405449	0.651414	0.513921
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.186343	N	N	0.186343	0.186343	0.186343
	C100	2	0.217342	0.039647	N	0.189308	0.245377	0.215527
	CMA	2	0.221311	0.030536	N	0.199719	0.242903	0.220255
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.333569	N	N	0.333569	0.333569	0.333569
	C100	2	0.087136	0.017515	N	0.074751	0.099521	0.086252
	CMA	2	0.148662	0.000143	N	0.14856	0.148763	0.148662
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.068445	N	N	0.068445	0.068445	0.068445
	C100	2	0.061113	0.062074	N	0.01722	0.105006	0.042523
	CMA	2	0.060084	0.078482	N	0.004588	0.115579	0.023029
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	-0.00021	N	N	-0.00021	-0.00021	N
	C100	2	-0.06665	0.076787	N	-0.12095	-0.01235	N
	CMA	2	0.083933	0.129508	N	-0.00764	0.175509	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.009624	N	N	0.009624	0.009624	0.009624
	C100	2	0.008579	0.001912	N	0.007227	0.009931	0.008472
	CMA	2	0.010809	0.003988	N	0.007989	0.013629	0.010435

Analyse de Sa: seuil 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	25	1.461267	2.321108	4.526509	0.480633	12.25419	0.980929
	C10	26	1.471851	4.27181	5.056571	0.294855	22.36127	0.671902
	C100	26	0.465129	0.124521	1.38494	0.257917	0.880225	0.450762
	CMA	26	0.556298	0.118863	1.019263	0.390536	0.923653	0.544954
debo	C2	25	-0.00029	0.004895	-0.03741	-0.01227	0.014346	N
	C10	26	0.000823	0.004191	5.099006	-0	0.021371	N
	C100	26	-0	0	-3.37324	-0	0	N
	CMA	26	-0.00087	0.00187	-2.58656	-0.00728	0.000001	N
dens	C2	25	0.033135	0.02787	-0.09869	-0.01264	0.082335	N
	C10	26	0.047961	0.021581	0.020275	0.009912	0.086099	0.042428
	C100	26	0.048546	0.026276	-0.57811	-0.00489	0.090464	N
	CMA	26	0.046222	0.024839	0.117077	0.009788	0.092499	0.03857
deve	C2	25	0.002692	0.009918	4.124077	0	0.046636	0
	C10	26	0.000219	0.002766	2.054535	-0.00528	0.010488	N
	C100	26	-0.00001	0.000295	-2.07085	-0.0012	0.000723	N
	CMA	26	0.000633	0.002229	2.319955	-0.00317	0.008265	N
fonc	C2	25	0.069477	0.061603	-1.25213	-0.12446	0.156223	N
	C10	26	0.111502	0.063759	1.18489	-0.01429	0.325688	N
	C100	26	0.149234	0.069329	1.157925	0.04454	0.333345	0.134696
	CMA	26	0.107726	0.036919	-0.11873	0.043197	0.171265	0.100697
hadu	C2	25	0.071851	0.056556	-0.43869	-0.06587	0.147634	N
	C10	26	0.088156	0.091902	-0.96391	-0.20048	0.23306	N
	C100	26	0.103903	0.086566	0.260209	0.000735	0.258904	0.052183
	CMA	26	0.084078	0.058833	0.069804	-0.01815	0.192569	N
hydr	C2	21	0.554259	0.222104	0.801069	0.238348	0.997954	0.515064
	C10	25	0.367319	0.2484	1.329701	0.061932	0.999909	0.299489
	C100	26	0.238498	0.142627	1.115427	0.044014	0.576934	0.199982
	CMA	26	0.424396	0.160674	0.759955	0.178204	0.782974	0.396896
hyqh	C2	24	0.494362	0.23373	1.08473	0.216868	0.992335	0.448845
	C10	26	0.205564	0.127315	1.596574	0.058439	0.560462	0.175223
	C100	26	0.081558	0.043179	0.571243	0.025808	0.189738	0.070236
	CMA	26	0.263425	0.109643	0.300826	0.059679	0.500764	0.238885
hytq	C2	25	0.081189	0.089469	1.515338	0.009456	0.329154	0.045071
	C10	25	0.117155	0.128224	1.215245	0.010347	0.439387	0.061052
	C100	26	0.141364	0.118129	1.827721	0.01708	0.467085	0.106454
	CMA	26	0.128086	0.159965	2.243926	0.011414	0.697671	0.064287
plan	C2	25	0.06538	0.076663	0.935781	-0.00167	0.233377	N
	C10	26	0.039804	0.045524	0.819655	-0.00396	0.143599	N
	C100	26	0.017882	0.02108	0.674944	-0.00313	0.06348	N
	CMA	26	0.045789	0.056879	0.928126	-0.00645	0.182324	N
rupt	C2	25	0	0	N	0	0	0
	C10	26	-0.00003	0.000143	-5.09902	-0.00073	0	N
	C100	26	0.00028	0.001427	5.09902	-0	0.007274	N
	CMA	26	-0.00004	0.000188	-5.09902	-0.00096	0	N
surf	C2	25	0.028205	0.035892	-0.81996	-0.05479	0.081009	N
	C10	26	0.038212	0.028424	0.543641	-0.01235	0.101451	N
	C100	26	0.054127	0.042654	1.754503	0.000187	0.187237	0.036711
	CMA	26	0.0362	0.028183	0.297234	-0.01741	0.100176	N

Analyse de Sa: seuil 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	8	4.363851	4.265466	1.251457	1.127414	11.57325	2.967449
	C10	23	2.747373	4.223708	2.459349	0.520851	16.09091	1.412712
	C100	23	1.000397	1.042582	1.802823	0.26632	3.911002	0.687692
	CMA	23	1.076817	1.000832	1.946788	0.476078	3.914286	0.823432
debo	C2	8	-0.00064	0.041503	0.773119	-0.06264	0.082137	N
	C10	23	0.001476	0.002832	2.031417	-0.00010	0.009332	N
	C100	23	-0	0.000005	-1.63512	-0.00002	0.000012	N
	CMA	23	-0.00032	0.001349	-1.73708	-0.00398	0.001654	N
dens	C2	8	0.031422	0.031422	0.740621	-0.01560	0.09246	N
	C10	23	0.011879	0.059949	-1.79904	-0.18644	0.112492	N
	C100	23	0.029276	0.029413	0.939532	-0.01071	0.107769	N
	CMA	23	0.028537	0.034723	0.549984	-0.03285	0.119255	N
deve	C2	8	0	0	N	0	0	0
	C10	23	0.000042	0.000199	4.795832	0	0.000955	0
	C100	23	-0.00069	0.003027	-4.73572	-0.01452	0	N
	CMA	23	-0.00060	0.003057	-4.77292	-0.01461	0.000779	N
fonc	C2	8	-0.04048	0.08268	-0.31087	-0.17171	0.057018	N
	C10	23	-0.49121	1.861686	-3.39416	-7.59887	0.288699	N
	C100	23	0.140617	0.085567	0.736236	0.031524	0.313293	0.116821
	CMA	23	0.051318	0.13091	-2.51443	-0.39051	0.193089	N
hadu	C2	8	0.025266	0.028109	0.653602	-0.01289	0.078947	N
	C10	21	0.106423	0.201499	2.722202	-0.06316	0.728324	N
	C100	23	0.168117	0.261259	2.274047	-0.10603	0.937234	N
	CMA	23	0.148526	0.26257	2.414796	-0.06904	0.923358	N
hydr	C2	5	0.724289	0.23758	-1.83332	0.314637	0.923208	0.679901
	C10	20	0.662138	0.190015	0.426435	0.273795	0.999712	0.635452
	C100	23	0.292357	0.25247	1.759265	0.024381	0.98085	0.206483
	CMA	23	0.510717	0.191066	1.121964	0.240876	0.986629	0.479434
hyqh	C2	6	0.572076	0.391988	-0.77867	0	0.985294	0
	C10	23	0.292447	0.228521	0.947056	0	0.774011	0
	C100	23	0.093934	0.074189	0.170256	-0.02001	0.245377	N
	CMA	23	0.19081	0.120113	0.57113	0	0.455785	0
hytq	C2	6	0.382708	0.359342	0.554216	0.029248	0.923208	0.199703
	C10	23	0.421556	0.277813	1.006292	0.03949	0.988155	0.328519
	C100	23	0.178411	0.26409	2.648806	0.002626	0.98085	0.08596
	CMA	23	0.275176	0.242172	2.226251	0.042307	0.986629	0.204757
plan	C2	8	-0.02500	0.082386	-0.60956	-0.17066	0.086887	N
	C10	23	0.017487	0.026873	1.936244	-0.00733	0.103756	N
	C100	23	0.014652	0.025969	2.300812	-0.00838	0.105006	N
	CMA	23	0.019811	0.030512	1.94457	-0.00445	0.115579	N
rupt	C2	8	0	0	N	0	0	0
	C10	23	-0.00001	0.000045	-4.79583	-0.00021	0	N
	C100	23	-0.00054	0.002576	-4.79583	-0.01235	0	N
	CMA	23	-0.00033	0.001594	-4.79583	-0.00764	0	N
surf	C2	8	-0.00476	0.046922	-1.47278	-0.09906	0.033138	N
	C10	23	0.030383	0.050518	3.171103	-0.02992	0.235043	N
	C100	23	0.037517	0.027751	1.524098	0.001665	0.125452	0.027471
	CMA	23	0.032401	0.023313	1.089507	0	0.093436	0

Analyse de Sa: seuil 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	22	1.426575	0.392185	2.068678	0.865608	2.824845	1.38392
	C100	23	0.694071	0.735492	4.199509	0.304243	3.925698	0.561824
	CMA	23	0.718737	0.524449	4.570805	0.490255	3.088235	0.649461
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	22	-0.00125	0.003288	-2.14739	-0.01182	0.001561	N
	C100	23	0.000061	0.000164	3.312257	0	0.000712	0
	CMA	23	0.000114	0.000581	1.179366	-0.00123	0.001893	N
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	22	0.024507	0.011935	1.863261	0.014152	0.05577	0.022518
	C100	23	0.032128	0.019392	-0.00504	-0.00228	0.069263	N
	CMA	23	0.028271	0.011855	-0.13633	0	0.051896	0
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	22	0.000683	0.002796	2.875635	-0.00183	0.009472	N
	C100	23	-0.00024	0.001483	-4.59442	-0.00696	0.000973	N
	CMA	23	0.000197	0.000863	3.131188	-0.00096	0.003501	N
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	22	0.030975	0.016969	0.103559	0.00267	0.06219	0.024089
	C100	23	0.110097	0.094527	1.740342	0.014681	0.385281	0.082016
	CMA	23	0.06138	0.038838	1.190854	0	0.162124	0
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	22	0.003849	0.026492	0.044003	-0.05117	0.050715	N
	C100	23	0.068958	0.154612	4.237767	-0.01332	0.750961	N
	CMA	23	0.052374	0.151055	4.436901	-0.02889	0.728571	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	0.798288	0.159245	-0.57888	0.485263	0.992894	0.782014
	C100	23	0.402817	0.207949	0.60041	0.071316	0.884611	0.347424
	CMA	23	0.557762	0.117573	-0.89856	0.257143	0.767851	0.543352
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	22	0.240668	0.085745	1.388513	0.107943	0.50378	0.227912
	C100	23	0.171092	0.100472	0.855855	0.032019	0.42268	0.141883
	CMA	23	0.216468	0.077885	0.249213	0.071429	0.391073	0.201741
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	22	0.400783	0.105375	0.38932	0.259427	0.587956	0.387858
	C100	23	0.170603	0.099093	0.701338	0.055961	0.374387	0.144484
	CMA	23	0.2492	0.085468	0.109587	0.091319	0.426909	0.233687
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	22	0.026219	0.039573	2.102395	-0.00177	0.141233	N
	C100	23	0.015583	0.03148	2.044357	-0.00755	0.09769	N
	CMA	23	0.020778	0.038227	2.114143	-0.00475	0.12525	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	22	0.000212	0.000993	4.690416	-0	0.004659	N
	C100	23	0.004386	0.022483	4.766682	-0.00645	0.10734	N
	CMA	23	-0.00140	0.004654	-3.14896	-0.01674	0	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	22	0.016751	0.010284	0.478377	-0.00184	0.042182	N
	C100	23	0.027875	0.016657	1.676622	0.005191	0.084639	0.023457
	CMA	23	0.021398	0.010323	0.550112	0.003814	0.042857	0.018623

Analyse de Sa: seuil 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	1.512707	0.275469	1.370355	1.275429	1.961168	1.494207
	C100	19	0.638496	0.199852	0.476308	0.307826	1.00275	0.609369
	CMA	19	0.63892	0.176071	1.460109	0.459473	1.126035	0.619442
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	0.015698	0.044088	2.149081	-0.00910	0.093922	N
	C100	19	-0.0000	0.000244	0.746942	-0.00062	0.000707	N
	CMA	19	-0.00044	0.001365	0.776362	-0.00344	0.00363	N
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	0.024428	0.008447	0.580439	0.01525	0.036144	0.023294
	C100	19	0.030153	0.016322	1.642756	0.014175	0.076432	0.026982
	CMA	19	0.029292	0.010618	1.098327	0.012714	0.058218	0.027618
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	0	0	N	0	0	0
	C100	19	-0.00026	0.005843	2.767019	-0.00847	0.021231	N
	CMA	19	-0.00034	0.002989	-0.33833	-0.00691	0.006959	N
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	0.048906	0.049027	1.177597	0.003013	0.126804	0.02639
	C100	19	0.091421	0.094461	3.108386	0.025722	0.44298	0.067201
	CMA	19	0.06904	0.040164	0.917084	0.021957	0.164492	0.058859
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	0.022581	0.038573	1.475349	-0.00802	0.085631	N
	C100	19	0.048252	0.030545	-0.24541	-0.01643	0.103659	N
	CMA	19	0.038737	0.030794	-0.47280	-0.03858	0.09212	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	0.724209	0.151258	-1.5505	0.470683	0.869441	0.709278
	C100	19	0.427727	0.151336	-0.71706	0.033136	0.654063	0.379132
	CMA	19	0.507293	0.127144	-0.19093	0.271341	0.723697	0.490675
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	0.316686	0.301948	1.513862	0.022094	0.820924	0.191015
	C100	19	0.216521	0.094406	-0.04772	0.026623	0.434194	0.183812
	CMA	19	0.23712	0.112824	1.423476	0.02995	0.586195	0.208984
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	0.36271	0.175359	-1.20919	0.082855	0.53183	0.306522
	C100	19	0.137465	0.067757	0.547969	0.0391	0.26565	0.121509
	CMA	19	0.1662	0.075285	0.166542	0.060825	0.297076	0.148472
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	0.024688	0.059008	2.228639	-0.00527	0.130176	N
	C100	19	0.020569	0.028689	1.760646	-0.00791	0.108452	N
	CMA	19	0.018191	0.029826	1.943884	-0.01070	0.107139	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	0	0	N	0	0	0
	C100	19	-0.01022	0.034653	-2.00436	-0.12095	0.049493	N
	CMA	19	0.01528	0.056382	2.114306	-0.07477	0.175509	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	5	0.024186	0.012204	-0.75361	0.006033	0.03568	0.020532
	C100	19	0.017469	0.013719	1.483832	0.003895	0.053026	0.013366
	CMA	19	0.017057	0.010619	1.03257	0.003622	0.044577	0.013985

Analyse de Sa: seuil 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	1.124807	0.495017	1.441592	0.654954	2.315305	1.043287
	CMA	13	0.554131	0.074509	-0.22644	0.418931	0.668555	0.54936
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	-0.00223	0.004333	-1.41500	-0.01179	0.001297	N
	CMA	13	-0.00017	0.001937	1.588811	-0.00292	0.005237	N
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.020821	0.008743	-0.13081	0.006654	0.034887	0.018789
	CMA	13	0.033052	0.006961	-0.35804	0.020358	0.044404	0.032318
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	-0.00410	0.010127	-2.19741	-0.02846	0.000429	N
	CMA	13	-0.00119	0.003107	-2.20345	-0.00892	0.000789	N
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.044757	0.023638	1.546921	0.022905	0.104048	0.040229
	CMA	13	0.07202	0.033291	0.733601	0.034885	0.138705	0.065403
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.007417	0.027555	0.377991	-0.03463	0.063749	N
	CMA	13	0.027054	0.024275	1.172912	-0.01115	0.087976	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.443107	0.221708	-0.60039	0.02904	0.700193	0.347104
	CMA	13	0.456596	0.088982	-1.17387	0.240912	0.562463	0.446881
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.143456	0.081753	0.365718	0.044981	0.257973	0.121176
	CMA	13	0.169391	0.064493	0.954448	0.085141	0.303052	0.158924
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.168203	0.119336	0.54301	0.019963	0.408208	0.121514
	CMA	13	0.205849	0.093958	-0.55379	0.042697	0.348391	0.17698
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.005267	0.008774	0.810477	-0.00483	0.023698	N
	CMA	13	0.004797	0.009467	1.271008	-0.00541	0.026731	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.163956	0.270041	1.681995	0	0.812502	0
	CMA	13	0.008015	0.024211	0.903536	-0.03584	0.063078	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.006445	0.007624	-0.68584	-0.00698	0.016095	N
	CMA	13	0.014571	0.004299	0.450187	0.007399	0.024163	0.013969

Analyse de Sa: seuil 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	1.149674	0.885126	1.093723	0.433169	2.590366	0.907748
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0	0	N	0	0	0
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.032805	0.021958	-0.85889	-0.00470	0.060263	N
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0	0	N	0	0	0
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.081764	0.088474	1.793485	0.006453	0.249778	0.048502
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	-0.00076	0.017059	-0.30422	-0.02648	0.022543	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.46236	0.144289	-1.17151	0.201233	0.643621	0.437242
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.11668	0.085472	1.027824	0.027037	0.258274	0.091588
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.272356	0.107697	-0.38370	0.119154	0.376364	0.251646
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	-0.01147	0.019441	-1.83072	-0.04844	0.002966	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.150862	0.604397	-0.24097	-0.79532	0.99004	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.01148	0.015115	0.020301	-0.00763	0.0331	N

### Analyse de Sg: ensemble des secteurs

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	20	3.1041	5.16211	3.1476	0.661	22.368	1.5882
	C10	57	7.73782	14.91297	3.94881	0.347	88.348	2.73072
	C100	100	2.00082	2.87681	2.5925	0.284	15.097	1.07573
	CMA	107	2.34151	8.79384	8.29103	0.487	84.136	1.05277
debo	C2	20	0.01022	0.03573	1.40459	-0.0664	0.10302	N
	C10	57	0.00286	0.05921	0.96926	-0.13352	0.23379	N
	C100	100	-0.00626	0.02553	-4.52714	-0.1611	0.02364	N
	CMA	107	-0.00204	0.01137	-0.76381	-0.0561	0.05929	N
dens	C2	20	0.02417	0.014	-0.06669	0.00236	0.0443	0.01877
	C10	57	0.022	0.01787	1.07384	0.00333	0.07028	0.0158
	C100	100	0.02676	0.01992	0.86258	-0.00328	0.09843	N
	CMA	107	0.02323	0.01511	1.1824	0.00152	0.08581	0.01836
deve	C2	20	0.00089	0.00393	4.47025	0	0.01759	0
	C10	57	-0.00178	0.01671	-6.7841	-0.12202	0.02905	N
	C100	100	-0.00638	0.03022	-3.61682	-0.15298	0.07623	N
	CMA	107	-0.00074	0.01188	0.23177	-0.06432	0.07186	N
fonc	C2	20	0.05729	0.03507	0.29755	-0.00121	0.12688	N
	C10	57	0.04398	0.05382	2.54635	0.00302	0.29683	0.02318
	C100	100	0.07349	0.07752	1.75847	0.00073	0.36667	0.0415
	CMA	107	0.04522	0.03785	1.46333	-0.00885	0.18089	N
hadu	C2	20	0.04242	0.03535	0.34372	0.0005	0.09736	0.02213
	C10	57	0.0294	0.03576	1.26196	-0.00816	0.11888	N
	C100	100	0.03746	0.05391	1.73496	-0.02155	0.28007	N
	CMA	107	0.0273	0.05802	6.2462	-0.02285	0.52036	N
hydr	C2	20	0.55364	0.19776	0.88896	0.27345	0.96713	0.52307
	C10	57	0.6347	0.26696	-0.48791	0.10435	0.9922	0.55876
	C100	100	0.47006	0.26962	0.19728	-0.04849	0.97309	N
	CMA	107	0.57471	0.17025	-0.32866	0.09785	0.97753	0.54304
hyqh	C2	20	0.48745	0.15751	1.55038	0.25316	0.94936	0.46692
	C10	57	0.28754	0.15968	0.58615	0	0.64155	0
	C100	100	0.23324	0.17221	0.97507	-0.04094	0.74992	N
	CMA	107	0.29167	0.1434	0.4134	0	0.74135	0
hytq	C2	20	0.08422	0.09143	1.67978	-0.02424	0.3444	N
	C10	57	0.33755	0.25533	0.47102	0.00435	0.98593	0.1968
	C100	100	0.2226	0.19913	1.55505	-0.0177	0.97309	N
	CMA	107	0.28095	0.19483	1.31526	0.00599	0.97753	0.19307
plan	C2	20	0.07177	0.08928	1.1921	-0.00368	0.27306	N
	C10	57	0.03384	0.04588	1.4551	-0.03353	0.1722	N
	C100	100	0.01869	0.03984	1.60684	-0.02663	0.14384	N
	CMA	107	0.02454	0.04921	1.93354	-0.02346	0.21566	N
rupt	C2	20	0	0	N	0	0	0
	C10	57	0	0	N	0	0	0
	C100	100	0.00543	0.04202	4.95719	-0.14468	0.3139	N
	CMA	107	0.00343	0.11238	-0.11128	-0.80548	0.79971	N
surf	C2	20	0.02802	0.02401	0.05683	-0.00845	0.06994	N
	C10	57	0.02019	0.02628	1.41884	-0.00832	0.09783	N
	C100	100	0.02699	0.03371	4.16028	-0.00225	0.26866	N
	CMA	107	0.01909	0.01692	2.0377	-0.00128	0.08812	N



### Analyse de Sg: type 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	16	3.474688	5.71598	2.810287	0.661	22.368	1.666423
	C10	43	5.134512	6.764664	1.758035	0.347	24.226	2.371019
	C100	61	1.297803	2.136644	3.907959	0.284	11.915	0.793742
	CMA	62	2.497823	10.67767	7.582013	0.487	84.136	0.950745
debo	C2	16	0.009322	0.025237	3.663297	-0.00353	0.101362	N
	C10	43	0.008633	0.062224	1.240928	-0.10831	0.233786	N
	C100	61	-0.00520	0.02083	-4.22075	-0.12083	0.023636	N
	CMA	62	-0.00145	0.012871	0.239614	-0.05449	0.059295	N
dens	C2	16	0.027043	0.01411	-0.56303	0.002362	0.044304	0.02099
	C10	43	0.023183	0.019524	0.934507	0.003332	0.070278	0.015956
	C100	61	0.032988	0.019819	0.744598	0.00466	0.098434	0.02664
	CMA	62	0.027904	0.016388	0.881296	0.001521	0.085814	0.022128
deve	C2	16	0	0	N	0	0	0
	C10	43	0	0	N	0	0	0
	C100	61	0	0	N	0	0	0
	CMA	62	0	0	N	0	0	0
fonc	C2	16	0.053199	0.031893	0.105908	-0.00121	0.116637	N
	C10	43	0.047402	0.059925	2.331226	0.003021	0.29683	0.023413
	C100	61	0.093874	0.088255	1.359885	0.000728	0.366667	0.056114
	CMA	62	0.05361	0.043735	1.124666	0.000991	0.180892	0.034985
hadu	C2	16	0.049472	0.035643	-0.01705	0.000504	0.097356	0.027197
	C10	43	0.033762	0.038799	1.035932	-0.00816	0.118881	N
	C100	61	0.048581	0.059203	1.507404	-0.02155	0.280074	N
	CMA	62	0.039225	0.072775	5.094577	-0.01372	0.52036	N
hydr	C2	16	0.55088	0.218418	0.879129	0.273448	0.967132	0.514394
	C10	43	0.622732	0.27801	-0.48870	0.104348	0.985932	0.538513
	C100	61	0.402258	0.248802	0.668184	0.057441	0.973094	0.323812
	CMA	62	0.52844	0.172469	-0.01318	0.097853	0.977531	0.494954
hyqh	C2	16	0.497488	0.171695	1.424358	0.253165	0.949363	0.473742
	C10	43	0.280615	0.165981	0.648619	0	0.641546	0
	C100	61	0.188155	0.136712	1.390312	0	0.749917	0
	CMA	62	0.267696	0.132932	0.63369	0	0.741346	0
hytq	C2	16	0.05425	0.049411	1.476771	-0.02424	0.192775	N
	C10	43	0.334488	0.272331	0.583804	0.004348	0.985932	0.181816
	C100	61	0.215013	0.210905	1.923291	-0.00783	0.973094	N
	CMA	62	0.235058	0.189156	1.769116	0.005988	0.977531	0.142835
plan	C2	16	0.079052	0.097651	0.964236	-0.00368	0.273056	N
	C10	43	0.02843	0.048059	1.780925	-0.03353	0.172202	N
	C100	61	0.018799	0.039655	1.633174	-0.02663	0.143843	N
	CMA	62	0.027699	0.054247	1.853501	-0.01808	0.215661	N
rupt	C2	16	0	0	N	0	0	0
	C10	43	0	0	N	0	0	0
	C100	61	0	0	N	0	0	0
	CMA	62	0	0	N	0	0	0
surf	C2	16	0.029122	0.024769	0.025186	-0.00845	0.06994	N
	C10	43	0.021807	0.028373	1.305867	-0.00832	0.097826	N
	C100	61	0.034316	0.039257	3.881373	-0.00112	0.268657	N
	CMA	62	0.024037	0.019547	1.625424	-0.00128	0.088123	N

Analyse de Sg: type 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	17.128	N	N	17.128	17.128	17.128
	C100	7	2.869429	2.189317	0.145766	0.365	5.56	1.95151
	CMA	7	1.279143	0.493862	0.531898	0.734	2.098	1.19821
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0	N	N	0	0	0
	C100	7	0	0	N	0	0	0
	CMA	7	0	0	N	0	0	0
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.007882	N	N	0.007882	0.007882	0.007882
	C100	7	0.010965	0.01046	1.376168	0.002338	0.030137	0.007638
	CMA	7	0.013069	0.004313	0.30681	0.008423	0.01872	0.012467
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	-0.12202	N	N	-0.12202	-0.12202	N
	C100	7	-0.09493	0.063588	0.946238	-0.15298	0.008219	N
	CMA	7	-0.02759	0.022549	-0.31960	-0.06432	-0.00048	N
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.009633	N	N	0.009633	0.009633	0.009633
	C100	7	0.025514	0.026693	1.49173	0.004856	0.076712	0.016259
	CMA	7	0.020139	0.005149	-0.58083	0.011538	0.026799	0.019499
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.002569	N	N	0.002569	0.002569	0.002569
	C100	7	0.010935	0.015136	0.333327	-0.01050	0.035616	N
	CMA	7	0.012106	0.020673	-0.49545	-0.02285	0.039244	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.767632	N	N	0.767632	0.767632	0.767632
	C100	7	0.694175	0.201794	-1.69599	0.290411	0.844158	0.658485
	CMA	7	0.6856	0.03866	1.195256	0.650538	0.75804	0.684693
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.144851	N	N	0.144851	0.144851	0.144851
	C100	7	0.497135	0.167949	-1.01834	0.210959	0.67518	0.465503
	CMA	7	0.421035	0.1347	-0.36220	0.239782	0.585758	0.400288
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.418321	N	N	0.418321	0.418321	0.418321
	C100	7	0.215097	0.121147	-0.3461	0.029137	0.371658	0.169142
	CMA	7	0.265835	0.052171	0.645673	0.207849	0.35224	0.261618
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.007415	N	N	0.007415	0.007415	0.007415
	C100	7	0.01663	0.034757	2.026753	-0.01644	0.090909	N
	CMA	7	0.027571	0.034837	1.275103	-0.00681	0.093599	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0	N	N	0	0	0
	C100	7	0	0	N	0	0	0
	CMA	7	0	0	N	0	0	0
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.000817	N	N	0.000817	0.000817	0.000817
	C100	7	0.014558	0.023277	1.968766	0.001232	0.063014	0.004994
	CMA	7	0.009878	0.007041	0.830048	0.002383	0.020436	0.007801

### Analyse de Sg: type 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	6.953889	4.925233	0.304824	2.018	15.097	5.204959
	CMA	15	4.347	8.954865	3.621305	0.735	36.043	1.966541
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0	0	N	0	0	0
	CMA	15	0	0	N	0	0	0
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.005207	0.004313	-0.44986	-0.00328	0.012566	N
	CMA	15	0.011401	0.006856	1.239229	0.004211	0.027778	0.009797
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0	0	N	0	0	0
	CMA	15	0	0	N	0	0	0
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.017356	0.007244	1.308698	0.011459	0.030449	0.016249
	CMA	15	0.027465	0.014611	0.350079	0.002247	0.057971	0.022364
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.000238	0.010225	0.637755	-0.01086	0.017344	N
	CMA	15	0.009068	0.012185	1.038706	-0.00683	0.035309	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.614234	0.318427	-1.62627	-0.04849	0.847928	N
	CMA	15	0.677402	0.182578	-1.48171	0.165864	0.897306	0.639862
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.280731	0.269279	0.293796	-0.04094	0.682256	N
	CMA	15	0.329338	0.190379	-0.05639	0.019401	0.658329	0.251125
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.234223	0.2019	0.415452	-0.01770	0.592909	N
	CMA	15	0.455084	0.226505	0.288992	0.119579	0.811765	0.394426
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.002111	0.005373	1.038771	-0.00311	0.011534	N
	CMA	15	0.001916	0.007505	1.011302	-0.00875	0.017857	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.075128	0.114838	1.481871	-0.01769	0.313903	N
	CMA	15	0.016794	0.30779	-0.19836	-0.80548	0.799711	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	9	0.001967	0.00199	-1.42577	-0.00225	0.003845	N
	CMA	15	0.006602	0.004945	0.238925	-0.00097	0.014966	N

### Analyse de Sg: type 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	3	1.911333	1.452653	1.418293	0.796	3.554	1.576118
	C10	10	18.1113	31.36249	1.859867	0.779	88.348	4.137407
	C100	17	1.735824	1.869503	1.437385	0.385	6.498	1.068375
	CMA	17	0.966588	0.411182	2.409253	0.651	2.226	0.910916
debo	C2	3	0.04056	0.055037	1.469404	-0.00084	0.103015	N
	C10	10	-0.02083	0.054409	-1.63728	-0.13352	0.034079	N
	C100	17	-0.01731	0.047098	-2.70180	-0.16110	0.001314	N
	CMA	17	-0.00559	0.013801	-3.45662	-0.05610	0.001972	N
dens	C2	3	0.010264	0.002009	-1.70659	0.007948	0.011536	0.010121
	C10	10	0.019649	0.01218	0.823001	0.005583	0.043781	0.016298
	C100	17	0.025013	0.018138	0.851787	0.003538	0.068592	0.018148
	CMA	17	0.022179	0.012378	0.933643	0.007637	0.051033	0.019183
deve	C2	3	0.005956	0.010074	1.730531	0	0.017588	0
	C10	10	0.00208	0.009862	2.70468	-0.00514	0.02905	N
	C100	17	0.001574	0.021085	2.853117	-0.02963	0.07623	N
	CMA	17	0.006682	0.019171	3.007917	-0.00584	0.071856	N
fonc	C2	3	0.065453	0.054588	1.349242	0.02251	0.126884	0.05119
	C10	10	0.034912	0.026474	0.307379	0.003503	0.077095	0.023312
	C100	17	0.056735	0.044585	0.564364	0.001106	0.137662	0.035414
	CMA	17	0.03913	0.027116	0.74407	-0.00885	0.109063	N
hadu	C2	3	0.016728	0.017665	1.524519	0.003769	0.03685	0.010993
	C10	10	0.014572	0.020627	1.45056	-0.00269	0.053988	N
	C100	17	0.034814	0.051081	1.287914	-0.01902	0.15704	N
	CMA	17	0.012721	0.02061	1.092561	-0.01303	0.061968	N
hydr	C2	3	0.576307	0.112412	1.62413	0.498593	0.705202	0.569431
	C10	10	0.655129	0.249339	-0.25989	0.239174	0.992201	0.604264
	C100	17	0.513419	0.278973	0.262181	0.106498	0.946445	0.431423
	CMA	17	0.605605	0.138026	-0.04049	0.337789	0.859838	0.589898
hyqh	C2	3	0.426409	0.089154	-1.63320	0.324121	0.48762	0.419616
	C10	10	0.315786	0.159221	0.56591	0.145274	0.567913	0.28118
	C100	17	0.251344	0.143509	0.909972	0.036487	0.614035	0.2095
	CMA	17	0.281956	0.11613	0.370772	0.05301	0.517162	0.254621
hytq	C2	3	0.259283	0.083085	0.228277	0.178392	0.344401	0.250241
	C10	10	0.324206	0.18512	-0.37959	0.028807	0.567741	0.244625
	C100	17	0.244032	0.208064	0.933836	0.018051	0.687439	0.159054
	CMA	17	0.306855	0.155018	1.829279	0.069832	0.792004	0.273694
plan	C2	3	0.049783	0.042098	-0.31516	0.006281	0.090321	0.031046
	C10	10	0.052609	0.035104	1.145626	0.012291	0.131343	0.042131
	C100	17	0.023651	0.046728	1.250564	-0.02578	0.143233	N
	CMA	17	0.029693	0.050545	1.50889	-0.00943	0.153098	N
rupt	C2	3	0	0	N	0	0	0
	C10	10	0	0	N	0	0	0
	C100	17	0	0	N	0	0	0
	CMA	17	0	0	N	0	0	0
surf	C2	3	0.021302	0.028158	0.727755	-0.00422	0.051508	N
	C10	10	0.014361	0.014183	0.991643	-0.00027	0.043646	N
	C100	17	0.021528	0.017552	0.707666	0	0.062241	0
	CMA	17	0.015736	0.008163	1.396589	0.004492	0.037709	0.013969

### Analyse de Sg: type 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	1	0.753	N	N	0.753	0.753	0.753
	C10	2	10.0625	13.39048	N	0.594	19.531	3.406085
	C100	4	1.0285	0.58709	0.225075	0.525	1.677	0.898184
	CMA	4	0.72525	0.127333	-1.70815	0.539	0.823	0.715826
debo	C2	1	-0.06640	N	N	-0.06640	-0.06640	N
	C10	2	0	0	N	0	0	0
	C100	4	-0.00343	0.006857	-2	-0.01372	0	N
	CMA	4	-0.00423	0.00493	-0.09418	-0.00928	0	N
dens	C2	1	0.01992	N	N	0.01992	0.01992	0.01992
	C10	2	0.015497	0.011416	N	0.007424	0.023569	0.013228
	C100	4	0.020368	0.016158	0.134438	0.004174	0.038095	0.014544
	CMA	4	0.018798	0.006617	-0.83344	0.010191	0.024119	0.017775
deve	C2	1	0	N	N	0	0	0
	C10	2	0	0	N	0	0	0
	C100	4	0	0	N	0	0	0
	CMA	4	0	0	N	0	0	0
fonc	C2	1	0.098274	N	N	0.098274	0.098274	0.098274
	C10	2	0.042948	0.0464	N	0.010138	0.075758	0.027713
	C100	4	0.066297	0.062262	1.591845	0.019678	0.15619	0.048328
	CMA	4	0.062923	0.031343	-0.23013	0.028025	0.091512	0.05631
hadu	C2	1	0.00664	N	N	0.00664	0.00664	0.00664
	C10	2	0.027844	0.027286	N	0.008551	0.047138	0.020076
	C100	4	0.019887	0.042279	1.71822	-0.01237	0.081784	N
	CMA	4	0.007366	0.015948	0.654784	-0.00851	0.027829	N
hydr	C2	1	0.52988	N	N	0.52988	0.52988	0.52988
	C10	2	0.696681	0.382906	N	0.425926	0.967436	0.641916
	C100	4	0.548067	0.262545	-0.13588	0.263941	0.80322	0.496308
	CMA	4	0.569193	0.0861	-1.55479	0.445269	0.636695	0.563847
hyqh	C2	1	0.50996	N	N	0.50996	0.50996	0.50996
	C10	2	0.349323	0.058335	N	0.308074	0.390572	0.346879
	C100	4	0.2442	0.169146	1.777822	0.120087	0.493143	0.209797
	CMA	4	0.301109	0.129632	-0.26390	0.155529	0.411874	0.27803
hytq	C2	1	0.038513	N	N	0.038513	0.038513	0.038513
	C10	2	0.345332	0.435995	N	0.037037	0.653628	0.155591
	C100	4	0.297538	0.165649	-0.39378	0.100372	0.454876	0.25446
	CMA	4	0.273543	0.193293	-0.56103	0.020408	0.489672	0.170711
plan	C2	1	0.021248	N	N	0.021248	0.021248	0.021248
	C10	2	0.058197	0.051023	N	0.022119	0.094276	0.045665
	C100	4	0.017913	0.045227	1.956311	-0.00873	0.085502	N
	CMA	4	0.017483	0.03911	1.98326	-0.00486	0.076067	N
rupt	C2	1	0	N	N	0	0	0
	C10	2	0	0	N	0	0	0
	C100	4	0.003447	0.012175	1.638572	-0.00537	0.021106	N
	CMA	4	0.012998	0.037516	1.897271	-0.01194	0.06879	N
surf	C2	1	0.030544	N	N	0.030544	0.030544	0.030544
	C10	2	0.029202	0.044412	N	-0.00220	0.060606	N
	C100	4	0.025531	0.015026	-0.47968	0.007156	0.04	0.021111
	CMA	4	0.023342	0.013078	1.825313	0.014013	0.042672	0.021159

### Analyse de Sg: type 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	1.906	N	N	1.906	1.906	1.906
	C100	2	2.311	2.059095	N	0.855	3.767	1.794655
	CMA	2	1.0925	0.263751	N	0.906	1.279	1.076464
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0	N	N	0	0	0
	C100	2	-0.00040	0.000563	N	-0.00080	0	N
	CMA	2	-0.00665	0.009399	N	-0.01329	0	N
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.021511	N	N	0.021511	0.021511	0.021511
	C100	2	0.016847	0.012563	N	0.007964	0.025731	0.014315
	CMA	2	0.020374	0.013333	N	0.010946	0.029801	0.018061
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0	N	N	0	0	0
	C100	2	0	0	N	0	0	0
	CMA	2	0	0	N	0	0	0
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.024134	N	N	0.024134	0.024134	0.024134
	C100	2	0.029207	0.028165	N	0.009291	0.049123	0.021364
	CMA	2	0.022305	0.029333	N	0.001564	0.043046	0.008204
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.019937	N	N	0.019937	0.019937	0.019937
	C100	2	0.016324	0.029844	N	-0.00478	0.037427	N
	CMA	2	0.01129	0.021496	N	-0.00391	0.02649	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.688353	N	N	0.688353	0.688353	0.688353
	C100	2	0.580426	0.27501	N	0.385965	0.774887	0.546881
	CMA	2	0.599103	0.246296	N	0.424945	0.77326	0.57323
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.322141	N	N	0.322141	0.322141	0.322141
	C100	2	0.295254	0.06524	N	0.249123	0.341386	0.291628
	CMA	2	0.363445	0.181508	N	0.235099	0.49179	0.340029
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.506296	N	N	0.506296	0.506296	0.506296
	C100	2	0.09579	0.001818	N	0.094505	0.097076	0.095782
	CMA	2	0.245385	0.094154	N	0.178808	0.311962	0.236181
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.056663	N	N	0.056663	0.056663	0.056663
	C100	2	0.056571	0.092017	N	-0.00850	0.121637	N
	CMA	2	0.056153	0.112584	N	-0.02346	0.135762	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0	N	N	0	0	0
	C100	2	-0.07351	0.100648	N	-0.14468	-0.00234	N
	CMA	2	0.031413	0.050668	N	-0.00442	0.06724	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	1	0.010493	N	N	0.010493	0.010493	0.010493
	C100	2	0.00898	0.002187	N	0.007433	0.010526	0.008845
	CMA	2	0.011613	0.002374	N	0.009934	0.013292	0.011491

Analyse de Sg: seuil 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	20	3.1041	5.162109	3.147601	0.661	22.368	1.588204
	C10	24	0.996292	0.641464	1.648332	0.347	2.765	0.853703
	C100	26	0.657462	0.519493	4.449542	0.284	3.097	0.578335
	CMA	26	0.764692	0.332043	3.579678	0.487	2.226	0.722517
debo	C2	20	0.010221	0.03573	1.404592	-0.06640	0.103015	N
	C10	24	0.009741	0.047721	4.898979	0	0.233786	0
	C100	26	0	0	N	0	0	0
	CMA	26	-0.00079	0.003227	-0.81092	-0.00928	0.007984	N
dens	C2	20	0.02417	0.014001	-0.06669	0.002362	0.044304	0.018765
	C10	24	0.03563	0.015723	0.07352	0.012066	0.065734	0.031854
	C100	26	0.040386	0.019588	-0.06411	0.003875	0.071429	0.034206
	CMA	26	0.034175	0.016485	0.027162	0.007637	0.06087	0.029559
deve	C2	20	0.000893	0.00393	4.470249	0	0.017588	0
	C10	24	0.000738	0.006261	4.293656	-0.00514	0.02905	N
	C100	26	-0.00029	0.002224	-3.64864	-0.01033	0.004149	N
	CMA	26	-0.00002	0.001281	-3.84888	-0.00584	0.001536	N
fonc	C2	20	0.057291	0.035067	0.297552	-0.00121	0.126884	N
	C10	24	0.082573	0.062731	2.02398	0.003368	0.29683	0.062123
	C100	26	0.116006	0.077413	1.086458	0.01506	0.290576	0.091737
	CMA	26	0.073996	0.040589	0.831799	0.02108	0.180892	0.063099
hadu	C2	20	0.042419	0.035345	0.343719	0.000504	0.097356	0.022125
	C10	24	0.056773	0.040183	0.001409	0.000984	0.118881	0.031452
	C100	26	0.070439	0.059515	0.317908	-0.01227	0.200348	N
	CMA	26	0.046569	0.035642	-0.06053	-0.01303	0.103792	N
hydr	C2	20	0.553644	0.197764	0.888955	0.273448	0.967132	0.523072
	C10	24	0.432837	0.226275	0.509768	0.104348	0.837053	0.373196
	C100	26	0.272992	0.186057	1.517945	0.057441	0.827252	0.223194
	CMA	26	0.4352	0.16149	0.80282	0.205589	0.859838	0.408066
hyqh	C2	20	0.48745	0.15751	1.550383	0.253165	0.949363	0.466916
	C10	24	0.290346	0.153556	0.843052	0.106522	0.636525	0.254897
	C100	26	0.13224	0.065484	0.794205	0.036487	0.312076	0.116253
	CMA	26	0.283621	0.113702	0.063178	0.05301	0.497429	0.257201
hytq	C2	20	0.084218	0.09143	1.67978	-0.02424	0.344401	N
	C10	24	0.1653	0.177676	1.129531	0.004348	0.576169	0.078759
	C100	26	0.140356	0.173027	2.018589	-0.00783	0.687439	N
	CMA	26	0.137719	0.173318	2.423638	0.005988	0.792004	0.061189
plan	C2	20	0.071771	0.089275	1.192102	-0.00368	0.273056	N
	C10	24	0.052867	0.061774	0.627891	-0.01305	0.172202	N
	C100	26	0.031365	0.045734	0.524549	-0.02578	0.122682	N
	CMA	26	0.054017	0.069937	0.94854	-0.00943	0.215661	N
rupt	C2	20	0	0	N	0	0	0
	C10	24	0	0	N	0	0	0
	C100	26	0.000071	0.000365	5.09902	0	0.001859	0
	CMA	26	0	0	N	0	0	0
surf	C2	20	0.02802	0.024006	0.05683	-0.00845	0.06994	N
	C10	24	0.038963	0.02895	0.447271	-0.00832	0.097826	N
	C100	26	0.051561	0.051634	3.218082	0.001427	0.268657	0.035441
	CMA	26	0.036064	0.023416	0.617327	-0.00128	0.088123	N

Analyse de Sg: seuil 2

1	2	3	4	5	6	7	8	
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	8.884789	19.88845	3.939736	0.683	88.348	3.511656
	C100	20	1.73415	2.730143	2.47046	0.297	10.704	0.861515
	CMA	21	5.676429	18.20294	4.409098	0.571	84.136	1.285445
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	0.032669	0.050465	1.263104	-0.03041	0.143326	N
	C100	20	-0.00017	0.00822	-0.60135	-0.02694	0.023636	N
	CMA	21	-0.00043	0.007673	-1.25473	-0.01861	0.011605	N
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	0.016126	0.014316	3.264516	0.003762	0.070278	0.012949
	C100	20	0.032711	0.021465	1.276204	0.003538	0.098434	0.024617
	CMA	21	0.025204	0.018283	1.585906	0.001521	0.085814	0.017734
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	0.000027	0.000117	4.358899	0	0.000509	0
	C100	20	-0.00161	0.006621	-4.41805	-0.02963	0	N
	CMA	21	0.00177	0.008111	4.582576	0	0.037168	0
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	0.022244	0.021099	3.143673	0.003922	0.101025	0.016718
	C100	20	0.091853	0.0776	1.10005	0.000728	0.266784	0.04749
	CMA	21	0.050036	0.047855	1.299323	-0.00885	0.175665	N
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	0.01234	0.012914	0.460437	-0.00816	0.04246	N
	C100	20	0.065499	0.07088	1.423104	-0.02155	0.280074	N
	CMA	21	0.055859	0.115835	3.637828	-0.01372	0.52036	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	0.814217	0.140069	-1.30344	0.409956	0.992201	0.800213
	C100	20	0.367382	0.238733	1.518557	0.094276	0.973094	0.305851
	CMA	21	0.552852	0.192866	0.334087	0.097853	0.977531	0.511485
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	0.346646	0.189552	-0.32585	0	0.641546	0
	C100	20	0.150848	0.100473	-0.22324	0	0.29454	0
	CMA	21	0.217685	0.148812	0.687306	0	0.548387	0
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	0.53371	0.244589	-0.07729	0.076278	0.985932	0.453097
	C100	20	0.220209	0.266123	2.417921	0.051948	0.973094	0.143414
	CMA	21	0.312667	0.244635	1.851081	0.009306	0.977531	0.223439
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	0.018399	0.026755	0.168464	-0.03353	0.068424	N
	C100	20	0.018316	0.037102	1.411375	-0.01724	0.121637	N
	CMA	21	0.021312	0.041117	1.544758	-0.01808	0.135762	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	0	0	N	0	0	0
	C100	20	-0.00012	0.000523	-4.47214	-0.00234	0	N
	CMA	21	-0.00021	0.000963	-4.58258	-0.00442	0	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	19	0.011007	0.014674	2.933384	-0.00067	0.064422	N
	C100	20	0.029956	0.023533	0.80489	-0.00112	0.087248	N
	CMA	21	0.018398	0.014121	1.886736	-0.00008	0.06655	N



### Analyse de Sg: seuil 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	17.73814	14.69956	2.634833	5.686	63.944	14.24607
	C100	22	0.767682	0.380325	2.074963	0.365	2.062	0.70085
	CMA	22	0.874727	0.188809	2.396449	0.615	1.567	0.858946
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	-0.04940	0.056751	-0.04769	-0.13352	0.020761	N
	C100	22	0.000683	0.001787	2.789043	0	0.006309	0
	CMA	22	0.001071	0.002553	1.108739	-0.00387	0.007431	N
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	0.00659	0.002149	-0.29281	0.003332	0.009849	0.006218
	C100	22	0.027992	0.013575	0.524683	0.008395	0.059016	0.024697
	CMA	22	0.022782	0.00935	1.174836	0.011013	0.046328	0.021184
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	-0.00853	0.032668	-3.74017	-0.12202	0.001706	N
	C100	22	-0.00010	0.004368	-2.50267	-0.01704	0.008219	N
	CMA	22	0.000101	0.000851	1.853006	-0.00136	0.002853	N
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	0.007334	0.003261	0.515076	0.003021	0.013366	0.006667
	C100	22	0.067688	0.067366	2.330462	0.007759	0.295567	0.047715
	CMA	22	0.036452	0.026006	1.291577	0.003713	0.104271	0.028161
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	0.00562	0.002189	-0.32423	0.001877	0.008551	0.005138
	C100	22	0.018274	0.027035	1.074765	-0.01237	0.0841	N
	CMA	22	0.006175	0.01282	1.297449	-0.00851	0.036489	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	0.737136	0.235821	-1.33523	0.239174	0.967436	0.685514
	C100	22	0.475357	0.177504	0.232236	0.152709	0.838991	0.440819
	CMA	22	0.607227	0.089998	-0.87303	0.397554	0.776643	0.60012
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	0.202527	0.073943	0.869173	0.120857	0.354752	0.191198
	C100	22	0.239136	0.096936	0.42613	0.084112	0.43162	0.219617
	CMA	22	0.273	0.076092	0.458049	0.14267	0.44799	0.262758
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	0.366616	0.173825	-0.09502	0.028807	0.653628	0.304999
	C100	22	0.223369	0.121247	0.765277	0.063075	0.454876	0.193724
	CMA	22	0.275929	0.083237	0.737774	0.141692	0.489672	0.26422
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	0.02219	0.012758	0.454963	0.000159	0.047664	0.015053
	C100	22	0.018715	0.050267	2.056736	-0.01737	0.143843	N
	CMA	22	0.020296	0.046166	2.048012	-0.01340	0.132518	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	0	0	N	0	0	0
	C100	22	0.000786	0.00461	4.427362	-0.00381	0.021106	N
	CMA	22	-0.00076	0.002702	-3.86403	-0.01194	0	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	14	0.000485	0.001525	-0.01384	-0.00220	0.002697	N
	C100	22	0.02436	0.012467	1.535602	0.008729	0.063014	0.02181
	CMA	22	0.016297	0.00422	-0.12225	0.008155	0.026016	0.015716

Analyse de Sg: seuil 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	2.109158	1.636174	1.598384	0.36	6.498	1.628251
	CMA	19	1.152	0.617791	2.174944	0.696	3.12	1.046098
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	-0.00491	0.011111	-3.23977	-0.04637	0	N
	CMA	19	-0.00961	0.013753	-2.10259	-0.05449	0	N
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	0.014036	0.012995	2.023142	0.002338	0.055556	0.009998
	CMA	19	0.017405	0.009952	0.973144	0.001923	0.041916	0.014573
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	-0.01531	0.048305	-1.26412	-0.12446	0.07623	N
	CMA	19	-0.00069	0.020446	2.328117	-0.03077	0.071856	N
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	0.043392	0.080833	3.93768	0.004856	0.366667	0.022222
	CMA	19	0.032147	0.025407	1.454016	0.001564	0.105402	0.022905
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	0.012067	0.013713	0.898665	-0.01050	0.0475	N
	CMA	19	0.013116	0.01487	-0.31907	-0.02285	0.038245	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	0.695011	0.201742	-1.79430	0.091667	0.946445	0.639239
	CMA	19	0.631642	0.102155	-0.16202	0.375	0.83141	0.623283
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	0.44151	0.195391	-0.53916	0.02765	0.749917	0.364274
	CMA	19	0.371518	0.149419	0.186989	0.04023	0.741346	0.329742
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	0.281849	0.164213	0.295786	0.029137	0.595438	0.222817
	CMA	19	0.282108	0.064233	-2.11727	0.069872	0.357143	0.270138
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	0.012967	0.030337	1.879005	-0.02663	0.090909	N
	CMA	19	0.016415	0.032397	1.727735	-0.02346	0.099138	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	-0.00610	0.035666	-3.39646	-0.14468	0.049977	N
	CMA	19	0.007295	0.023579	1.864972	-0.03129	0.06879	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	19	0.010409	0.012141	2.205808	0	0.05	0
	CMA	19	0.012505	0.004957	-0.35462	0.002383	0.02108	0.01123

Analyse de Sg: seuil 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	7.026308	4.177243	0.585379	2.662	15.097	5.901096
	CMA	13	1.184538	0.434157	1.359287	0.713	2.12	1.12309
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	-0.04189	0.058881	-1.08593	-0.16110	0	N
	CMA	13	-0.00226	0.024661	0.416817	-0.05610	0.059295	N
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.006885	0.004524	-0.38165	-0.00328	0.015806	N
	CMA	13	0.014763	0.008081	1.109822	0.004211	0.034205	0.012868
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	-0.02344	0.057361	-2.17870	-0.15298	0.000613	N
	CMA	13	-0.00809	0.020809	-2.36137	-0.06432	0.002805	N
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.014029	0.00374	0.647839	0.007188	0.022129	0.01357
	CMA	13	0.02682	0.013777	0.457876	0.000991	0.057504	0.020956
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	-0.00204	0.005189	-0.35848	-0.01086	0.005259	N
	CMA	13	0.011539	0.009685	2.014253	0	0.039244	0
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.684446	0.299208	-1.71195	-0.04849	0.926992	N
	CMA	13	0.691993	0.063196	0.648334	0.596073	0.824528	0.689399
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.247636	0.208913	0.323104	-0.04094	0.574551	N
	CMA	13	0.36989	0.166791	0.323963	0.109474	0.658329	0.331486
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.302853	0.24341	0.433461	-0.01770	0.762206	N
	CMA	13	0.412014	0.119357	-0.35667	0.207849	0.590094	0.393764
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.00224	0.008029	1.251361	-0.00690	0.018407	N
	CMA	13	0.002453	0.011432	0.53518	-0.01603	0.025436	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.049382	0.100811	2.09581	-0.01769	0.313903	N
	CMA	13	0.00233	0.006904	0.413927	-0.01156	0.017509	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	13	0.001963	0.001662	-1.43565	-0.00225	0.004288	N
	CMA	13	0.008383	0.00334	0.191249	0.003302	0.015428	0.007682

Analyse de Sg: seuil 6

1	2	3	4	5	6	7	8	
tout	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	9.154	13.33644	2.324253	2.38	36.043	5.002093
debo	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0	0	N	0	0	0
dens	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.007313	0.002204	0.047635	0.0043	0.010398	0.007022
deve	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0	0	N	0	0	0
fonc	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.017043	0.011128	0.141283	0.002247	0.032773	0.012812
hadu	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.000358	0.006189	0.490099	-0.00683	0.010074	N
hydr	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.702095	0.280534	-1.87409	0.165864	0.897306	0.617176
hyqh	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.231685	0.204797	0.860787	0.019401	0.539852	0.147941
hytq	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.521464	0.334567	-0.4801	0.119579	0.811765	0.392767
plan	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	-0.00270	0.004054	-0.92048	-0.00875	0.00112	N
rupt	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.036505	0.513831	-0.32760	-0.80548	0.799711	N
surf	C2	0	N	N	N	N	N	N
	C10	0	N	N	N	N	N	N
	C100	0	N	N	N	N	N	N
	CMA	6	0.002244	0.002118	-0.11866	-0.00097	0.005326	N



**Annexe XI.A.**  
**l'analyse de l'aléa hydrologique régional sur le bassin de la Vienne**



**Quantiles de coûts des dommages estimés sur chaque bief (en millions de Francs au troisième trimestre 1991)**

période de retour	biefs											
	CL1	CR1	CR2	CR3	CR4	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
2	0	0	0	5.9	0	0	0.3	1.9	2.1	30.7	0.008	0.2
5	86.6	0	39.0	14.8	8.7	1.2	8.5	10.3	13.9	89.6	21.5	4.4
10	222.7	2.6	95.4	22.8	18.7	2.7	16.1	21.6	25.8	145.4	128.2	91.8
20	367.2	6.1	164.0	33.6	27.5	4.8	26.9	35.7	41.9	185.7	251.5	198.7
50	558.0	8.9	257.5	50.7	40.1	8.9	43.7	78.0	69.6	268.9	327.1	338.7
100	724.9	20.2	328.7	65.4	53.5	12.9	55.3	118.6	94.1	311.7	398.4	417.4
200	928.9	38.6	440.4	80.9	64.2	17.5	68.4	164.8	117.8	385.9	492.0	517.2
500	1167.4	51.9	487.4	102.0	75.8	24.2	85.3	214.3	148.8	450.9	542.5	713.5
CMA	67.1	1.1	29.8	11.1	5.5	1.0	5.6	9.1	9.8	58.1	34.0	29.1

CMA: coût moyen annuel; CL: Clain; CR: Creuse; V: Vienne

**Comparaison des estimations de quantiles de coûts des dommages sur les cours d'eau (en millions de Francs au troisième trimestre 1991)**

période de retour	Clain			Creuse			Vienne		
	SD	SN	SA	SD	SN	SA	SD	SN	SA
2	0	0	9	6	6	8	35	36	29
5	87	75	124	63	70	81	149	162	240
10	223	209	239	140	164	161	432	468	438
20	367	358	358	231	261	256	745	787	756
50	558	575	612	357	384	404	1135	1208	1155
100	725	724	818	468	469	496	1408	1470	1439
200	929	908	965	624	600	628	1764	1830	1630
500	1167	1075	1173	717	706	746	2179	2130	2026

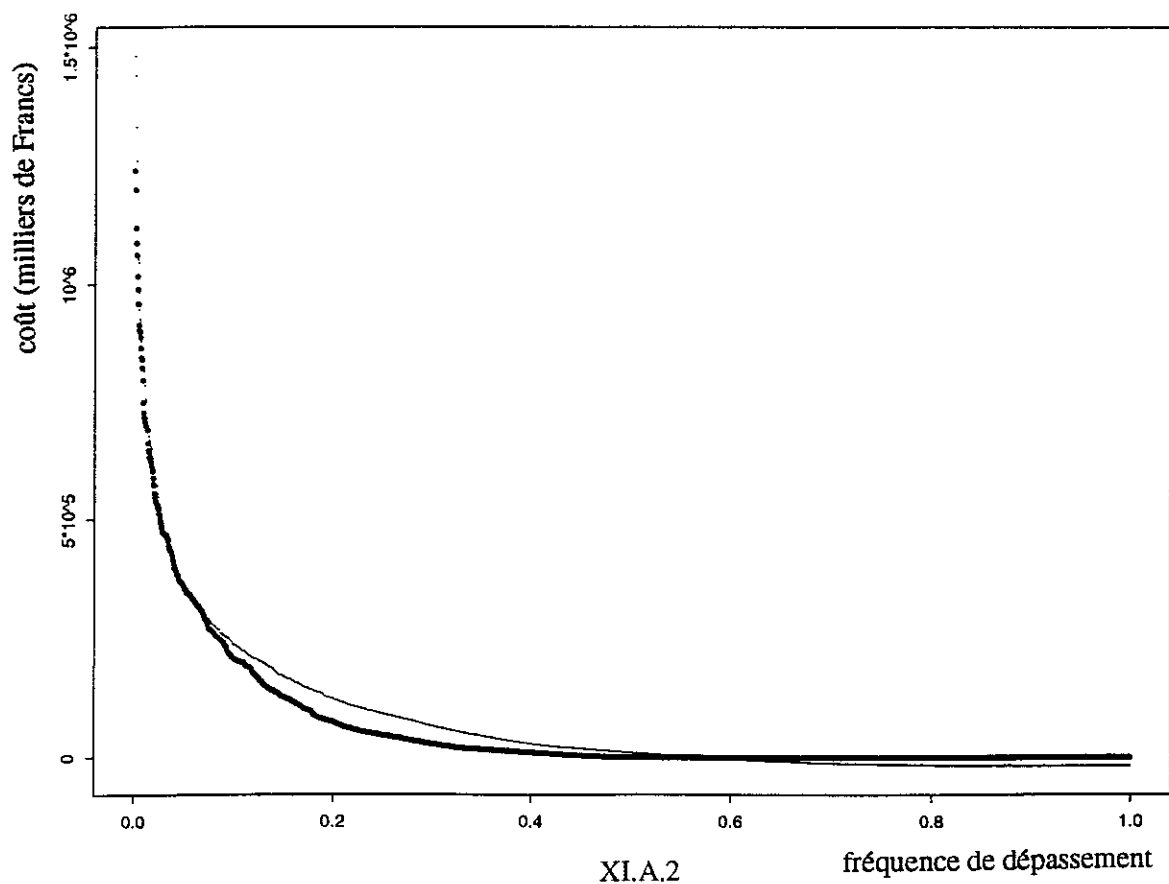
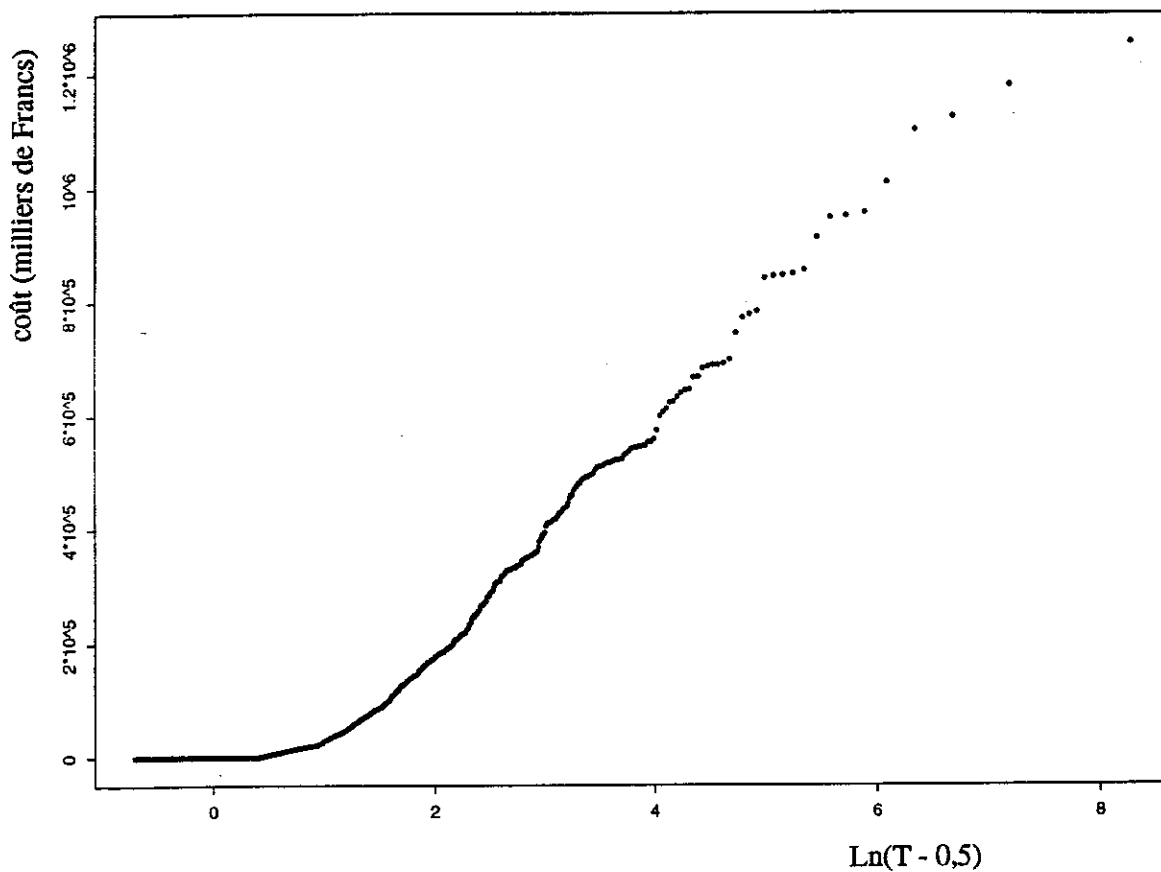
- SD: coûts obtenus par sommation directe des lois de fréquence empiriques sur les biefs d'un cours d'eau  
 SN: coûts obtenus par simulation numérique aléatoire de 2000 événements de crue homogènes en fréquence sur les biefs d'un cours d'eau, à partir des lois de distribution empiriques (valeurs de coûts interpolées linéairement à partir des relations fréquence-coût)  
 EA: coûts obtenus par simulation analytique, en tirant de façon aléatoire 2000 coûts à partir de la distribution Pearson type 3 identifiée sur le cours d'eau

**Légende des courbes relatives aux trois cours d'eau:**

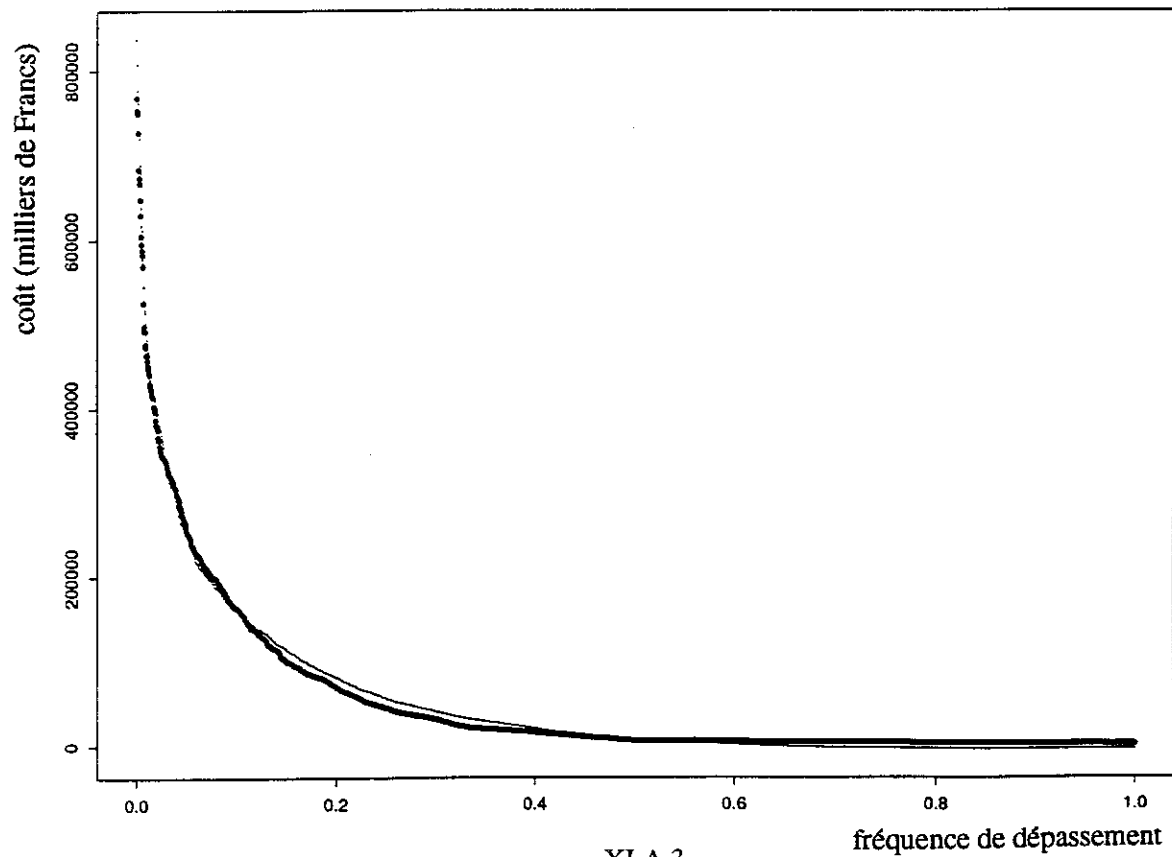
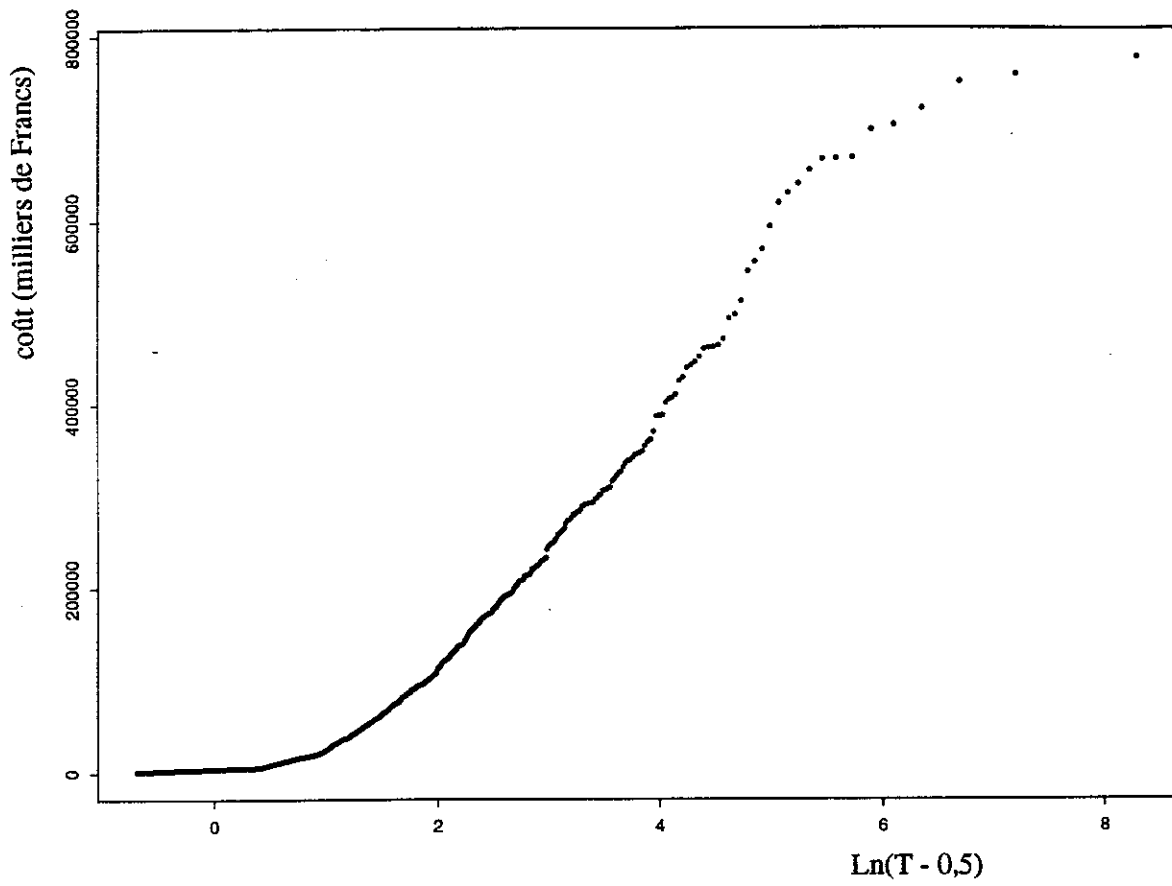
- coût des dommages (en milliers de Francs au troisième trimestre 1991) en fonction de  $\ln(T - 0,5)$ , où T est la période de retour empirique estimée sur une série de 2000 valeurs de coûts générée par simulation aléatoire de fréquences de dépassement (coûts estimés par interpolation linéaire de la relation fréquence-coût); Ln est le logarithme népérien
- coût des dommages (en milliers de Francs au troisième trimestre 1991) en fonction de la fréquence de dépassement  $1/T$ , où T est la période de retour empirique estimée sur une série de 2000 valeurs de coûts générée par simulation aléatoire
  - tracé épais: simulation de fréquences de dépassement, coûts estimés par interpolation linéaire de la relation empirique fréquence-coût
  - tracé fin: simulation aléatoire directe des coûts à partir de la loi Pearson type 3 identifiée



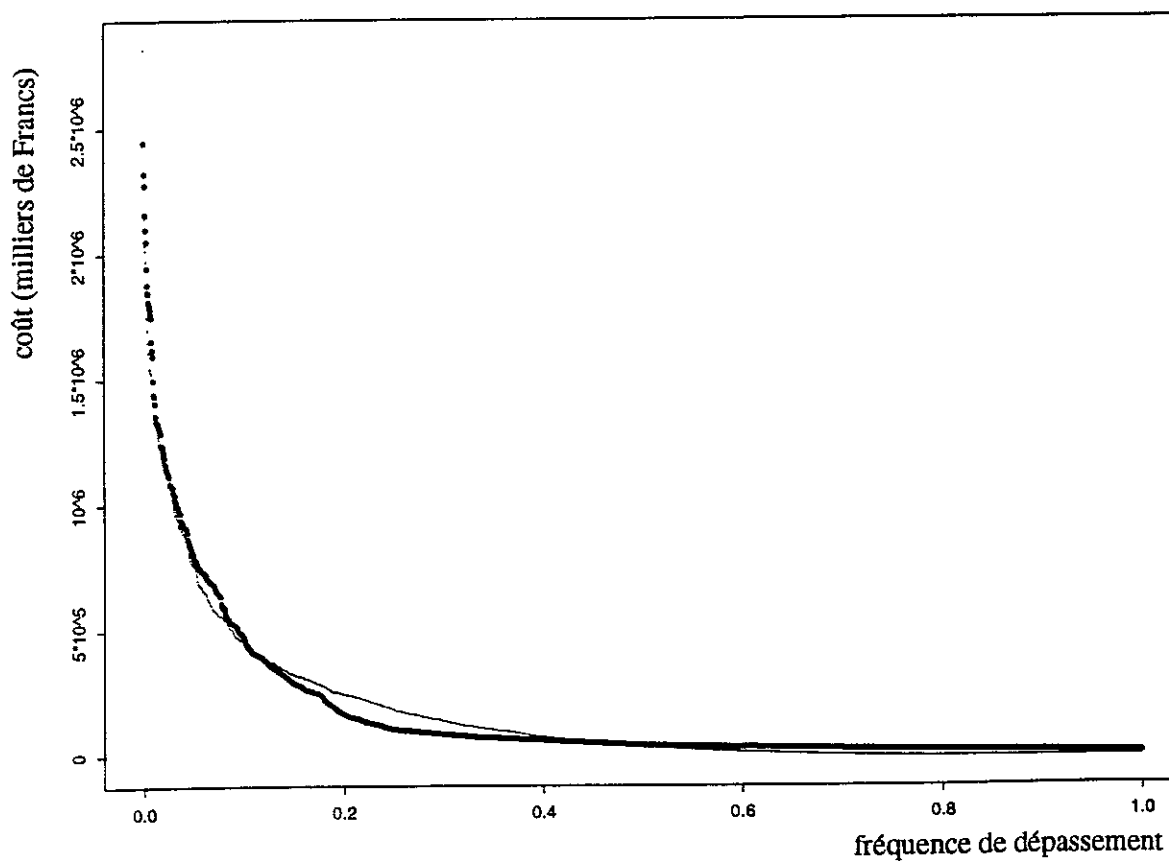
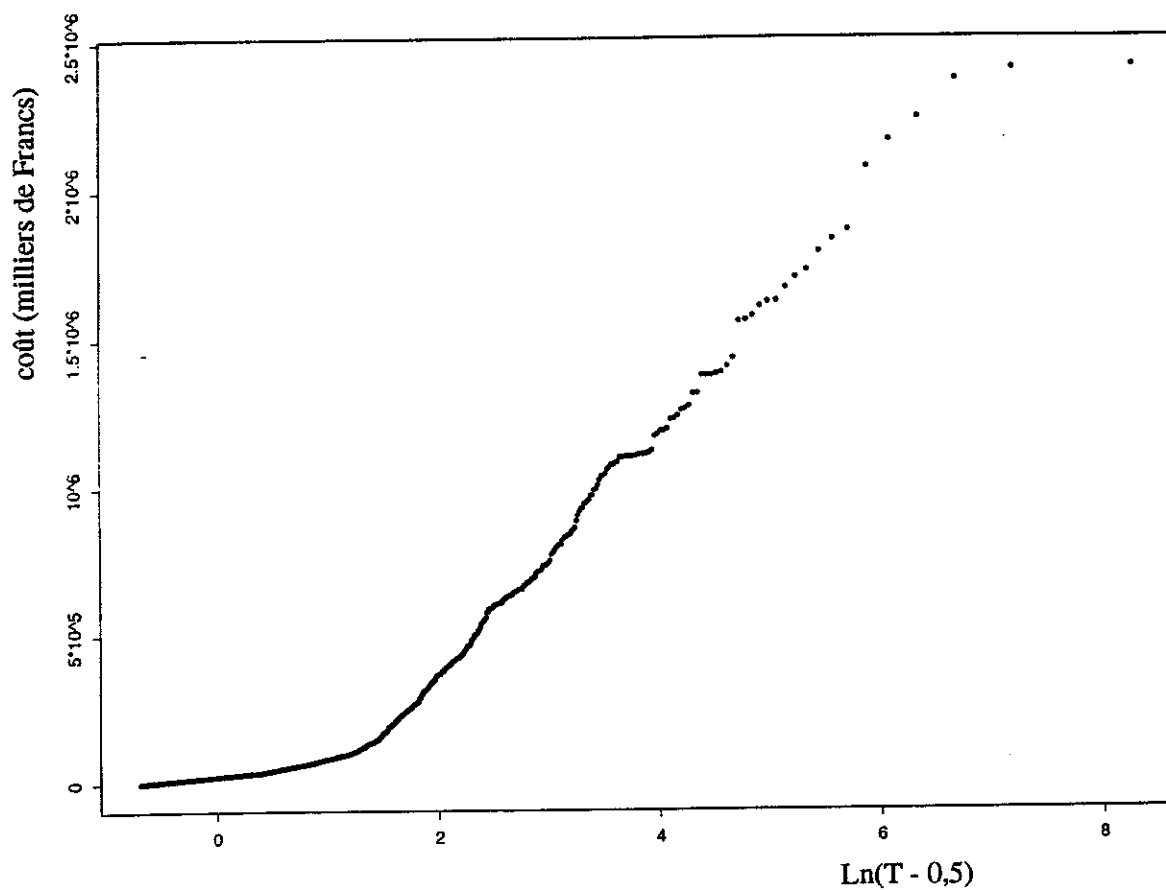
# Courbes relatives à la rivière Clain



### Courbes relatives à la rivière Creuse



### Courbes relatives à la rivière Vienne



**Annexe XI.B.**

**l'analyse de l'aléa hydrologique régional sur la Loire centrale**

Pour la Loire, on considère la situation actuelle, mais sans prendre en compte les effets du barrage de Villerest. Les fréquences de crues (ou de coûts) se rapportent donc à l'hydrologie telle qu'on l'observerait sans cet ouvrage.



**Tableau des débits de pointe estimés pour les crues analysées (en mètres cubes par seconde)**

LAV: Loire aval (aval du confluent de la Vienne)

V: Vienne (aval de la rivière)

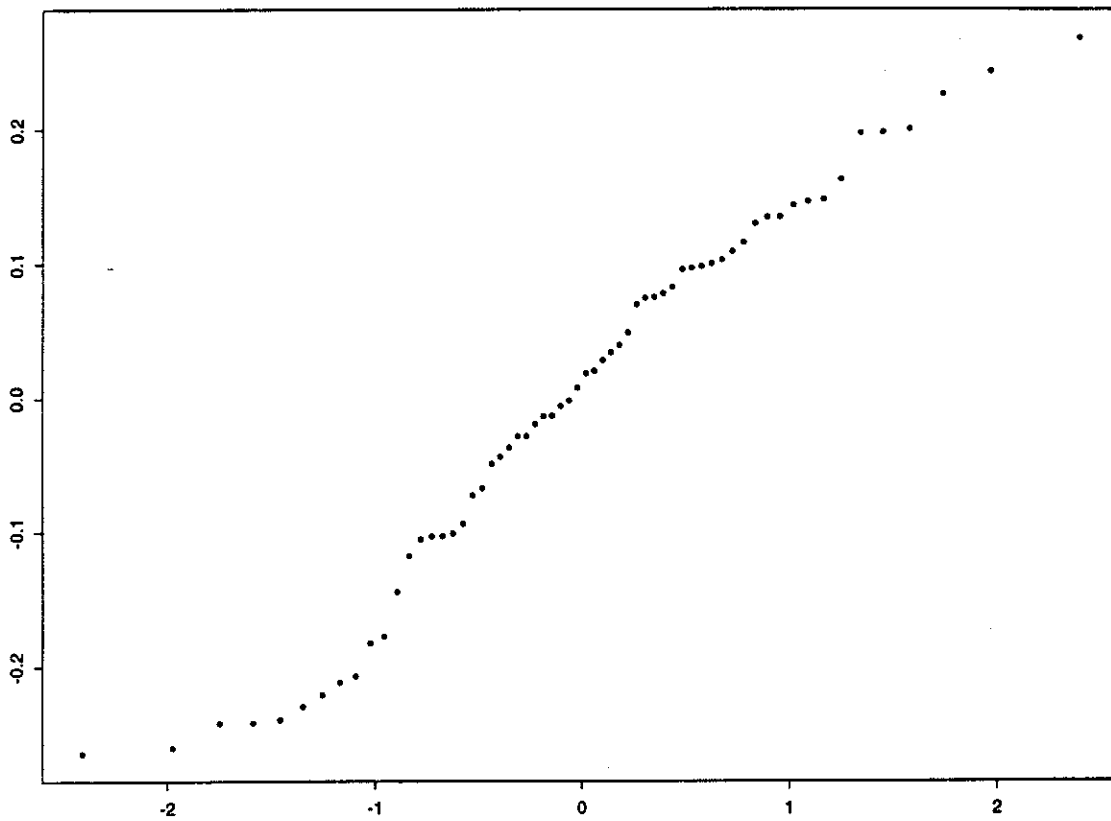
LM: Loire moyenne (amont du confluent de la Vienne)

LAV	V	LM
2935	1230	2050
2520	1235	2120
2868	1660	1660
3025	855	2790
4095	2670	2520
4563	1580	2910
3720	1690	2710
2963	275	2790
3700	1120	2940
4738	2340	2720
2838	900	2630
3945	1850	2363
3550	400	3460
2898	1490	1710
5295	1970	3900
3595	2460	2170
4525	2575	2380
2928	1364	1970
2540	1015	2050
2620	1180	2040
3975	1265	2850
5160	2400	3220
3360	1630	2320
5280	2675	3350
4738	1190	3680
4260	1980	2610
3430	2540	1830
3475	410	3160
3860	1060	3025
3580	2060	2940
2600	1010	1800

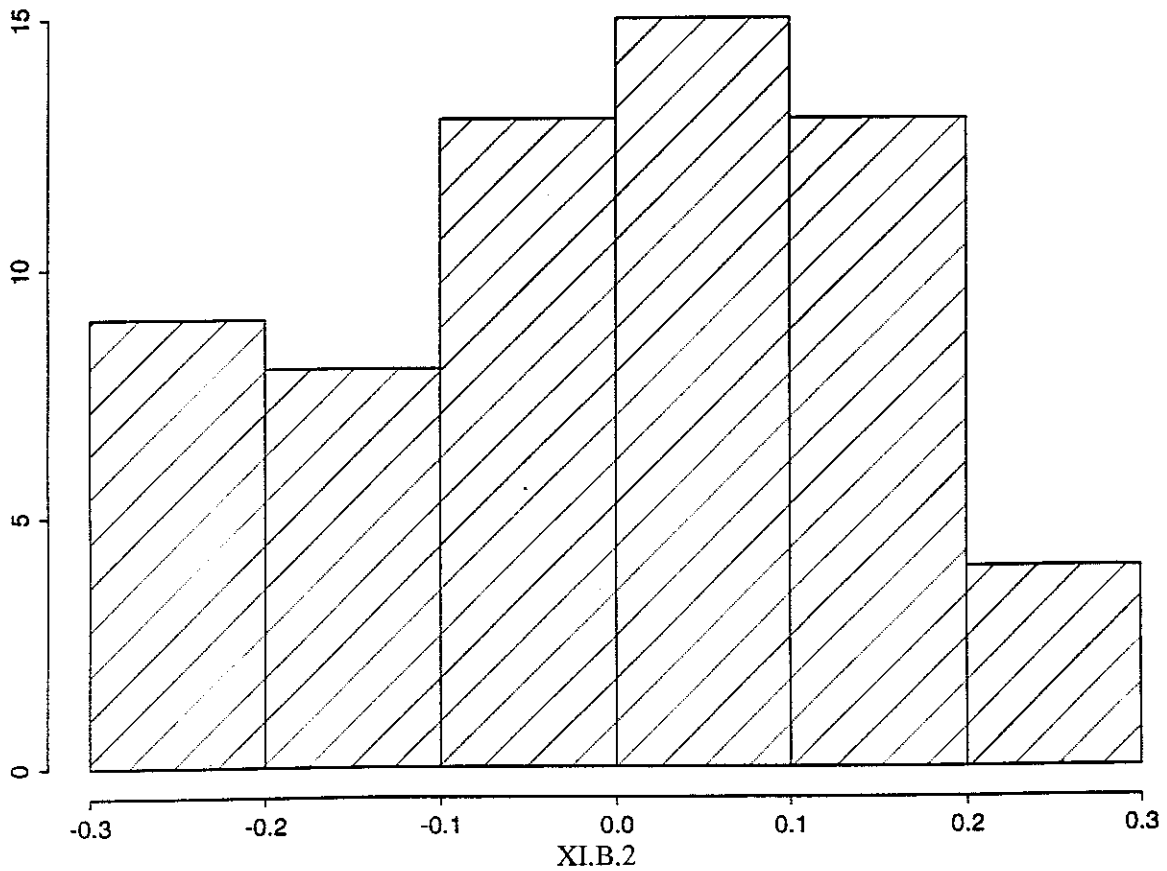
LAV	V	LM
2640	1210	1580
4005	1670	2650
3700	1025	2750
3610	520	3160
2590	540	2170
2838	1520	1860
3240	1175	2508
4838	2045	2930
2800	1750	1550
3750	1900	2400
2680	760	2329
3780	1300	3255
4638	1450	3205
5048	2290	3541
4050	1155	3050
3400	1455	2710
4738	2330	3385
4440	1680	2830
4380	2100	2910
3830	1725	2465
3460	1540	2260
3790	2550	2180
3740	2290	1850
3700	1480	2230
3720	1150	2735
3565	1300	2870
3700	960	2750
2913	1960	1780
4628	1600	3200
3338	960	3085
3411	1400	2300

**Analyse des résidus de la régression établie entre les logarithmes des débits de pointe respectifs sur la Loire aval et la Loire amont (pour un échantillon de 62 crues)**

**résidus normaux centrés observés (en ordonnée) en fonction des valeurs que l'on observerait si les résidus suivaient une loi Normale**



**histogramme des résidus**



## **Annexe XI.C. l'analyse des incertitudes à échelle régionale**

Pour la Loire, on considère la situation actuelle, mais sans prendre en compte les effets du barrage de Villerest. Les fréquences de crues (ou de coûts) se rapportent donc à l'hydrologie telle qu'on l'observerait sans cet ouvrage.





**Comparaisons des dispersions sur les estimations régionales de coûts: 5 000 et 50 000 tirages de sources d'incertitudes (coûts en millions de Francs au troisième trimestre 1991, CMA coût moyen annuel)**

**(a) Loire centrale**

période de retour	50 000 tirages		5 000 tirages		
	espérance de coût régional	écart-type	espérance de coût régional	écart-type	intervalle de confiance 70%
2	19	10	13	8	5 à 21
5	131	91	119	85	45 à 198
10	459	348	441	341	119 à 807
20	872	549	847	532	283 à 1394
50	2 515	1 455	2 471	1 403	985 à 4 001
100	8 668	4 361	8 614	4 354	4 336 à 13 323
200	18 194	8 448	18 109	8 451	9 480 à 27 102
500	33 732	15 345	33 733	15 539	18 046 à 49 944
CMA	398	163	391	162	226 à 568

**(b) Loire inférieure**

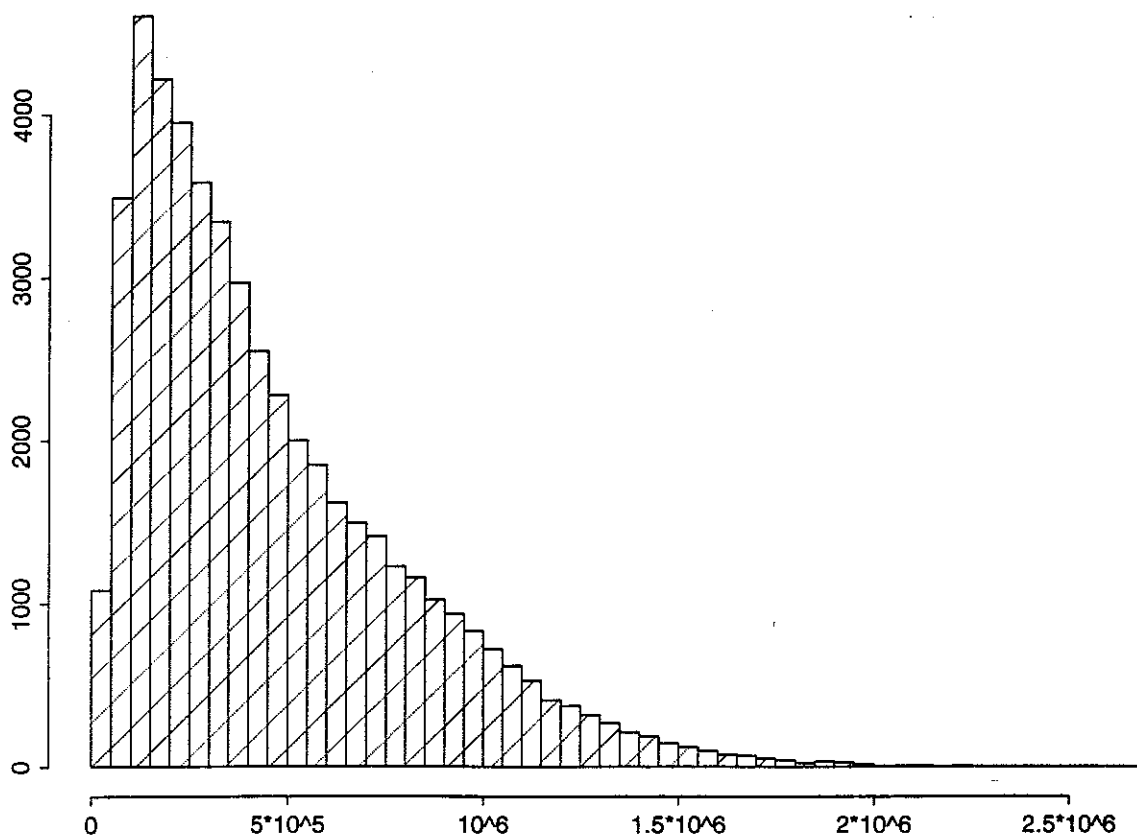
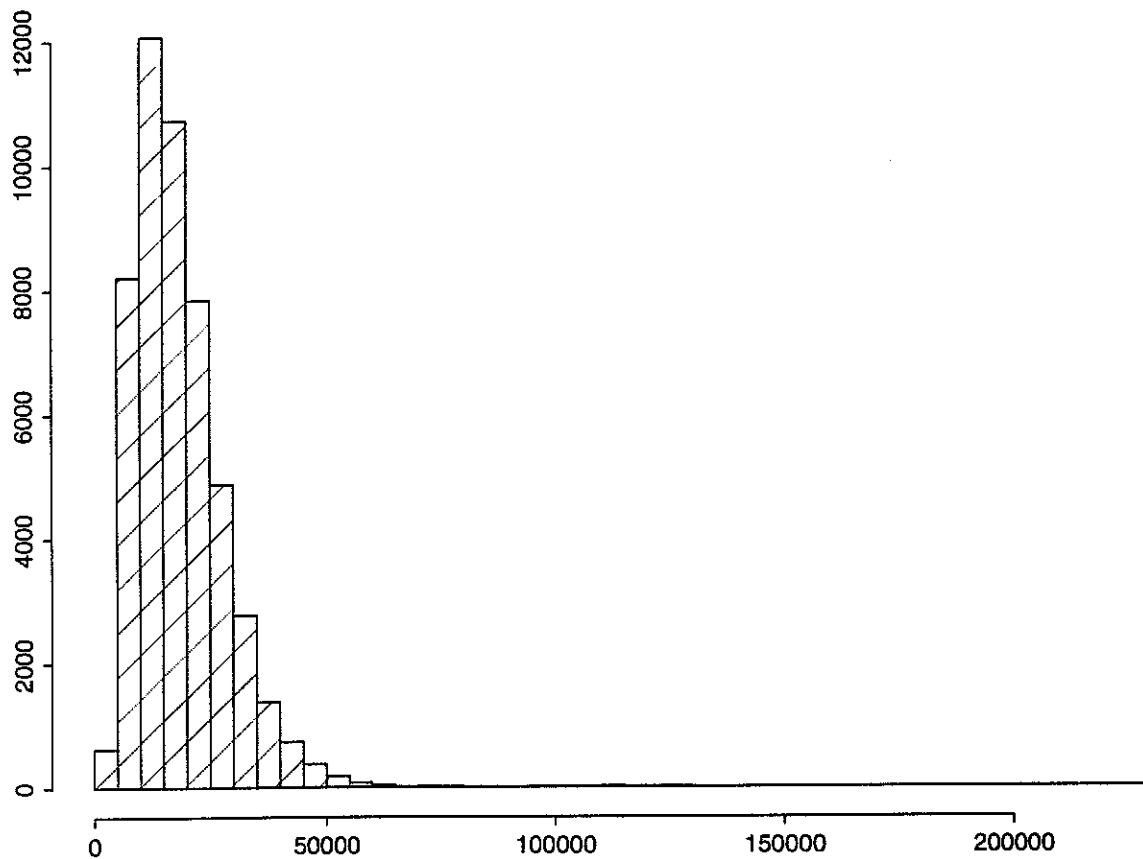
période de retour	50 000 tirages		5 000 tirages	
	espérance de coût régional	écart-type	espérance de coût régional	écart-type
2	75	27	74	26
10	206	73	206	73
100	391	212	390	212
CMA	103	34	103	34

**(c) Cher amont**

période de retour	50 000 tirages		5 000 tirages	
	espérance de coût régional	écart-type	espérance de coût régional	écart-type
2	1,5	2,2	1,4	1,5
10	650	1 347	648	1 322
100	2 515	3 965	2 513	3 903
CMA	208	368	208	361

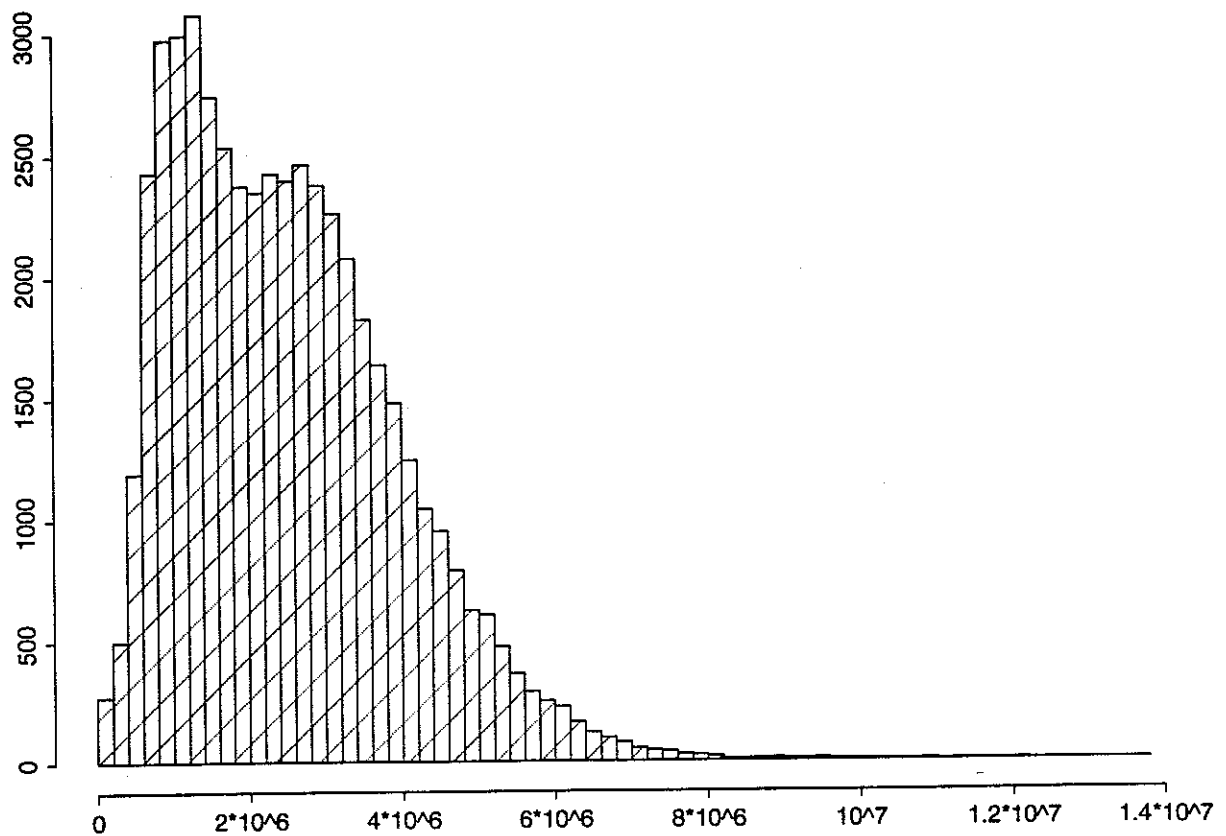
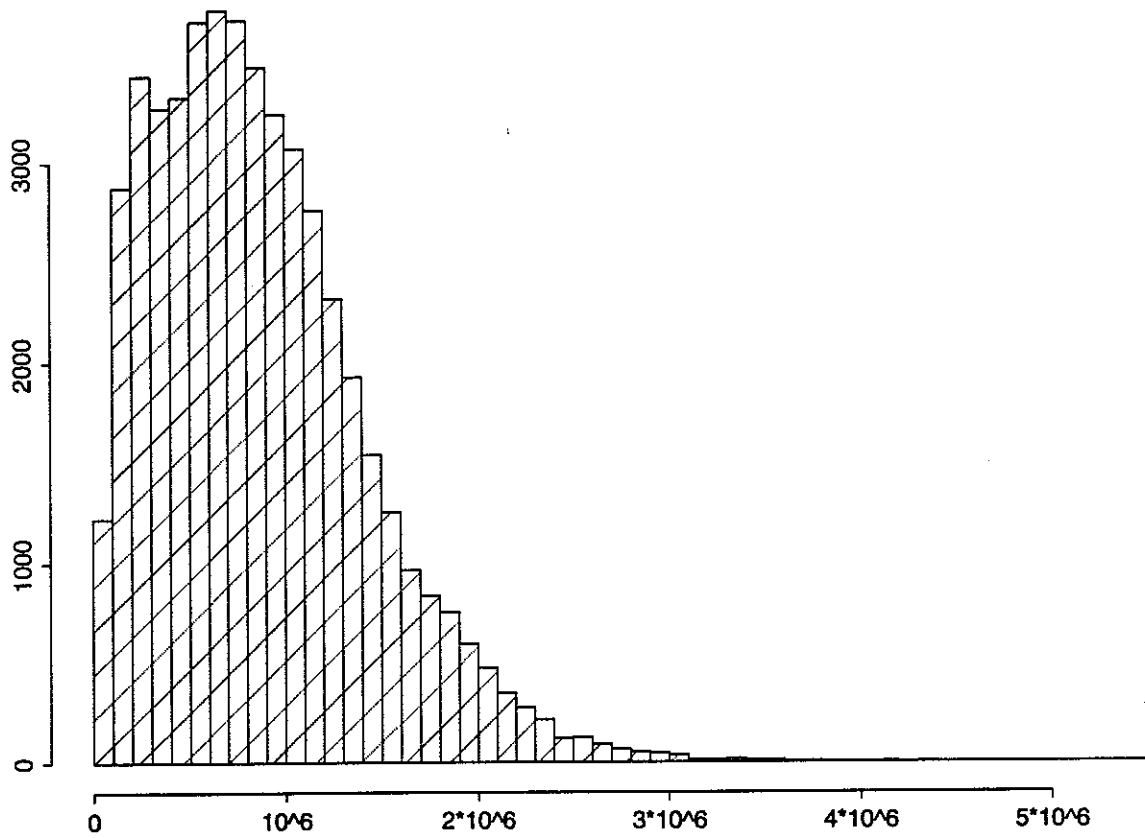
**Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes  
(coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)**

**Loire centrale: périodes de retour 2 et 10 ans**



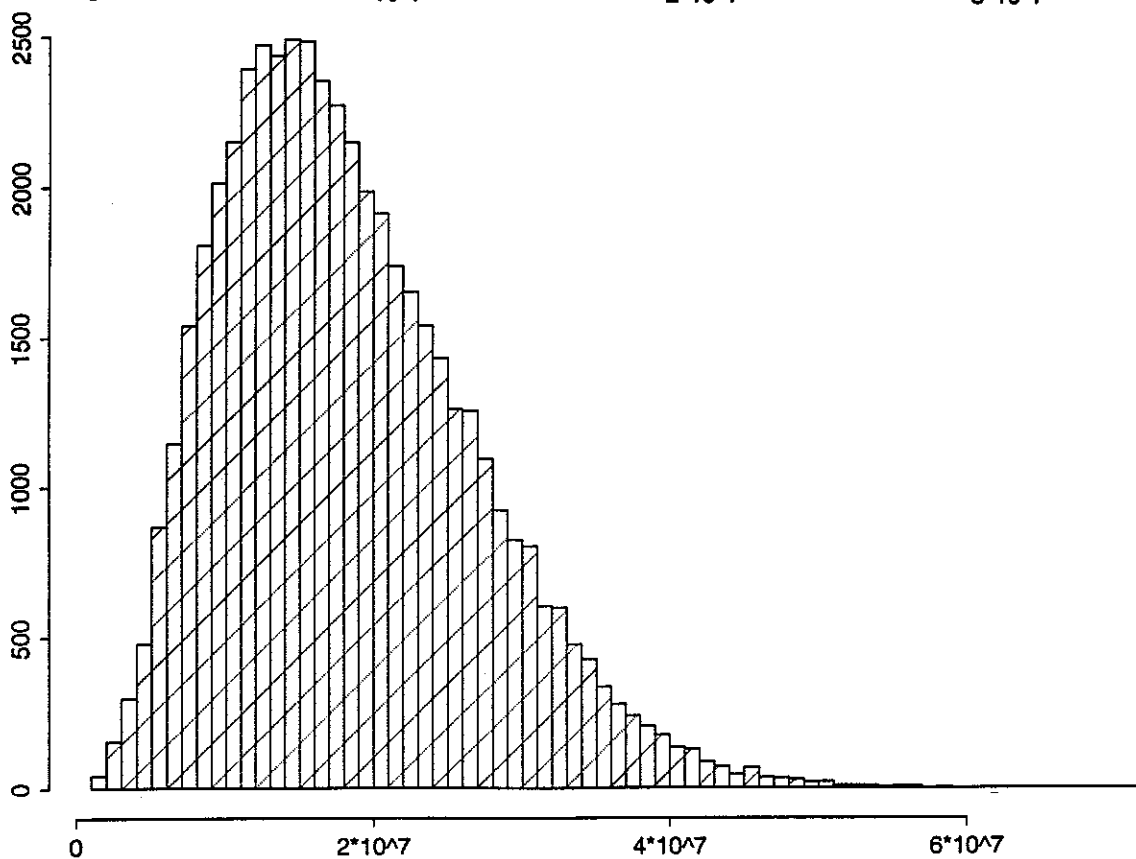
**Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes  
(coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)**

**Loire centrale: périodes de retour 20 et 50 ans**



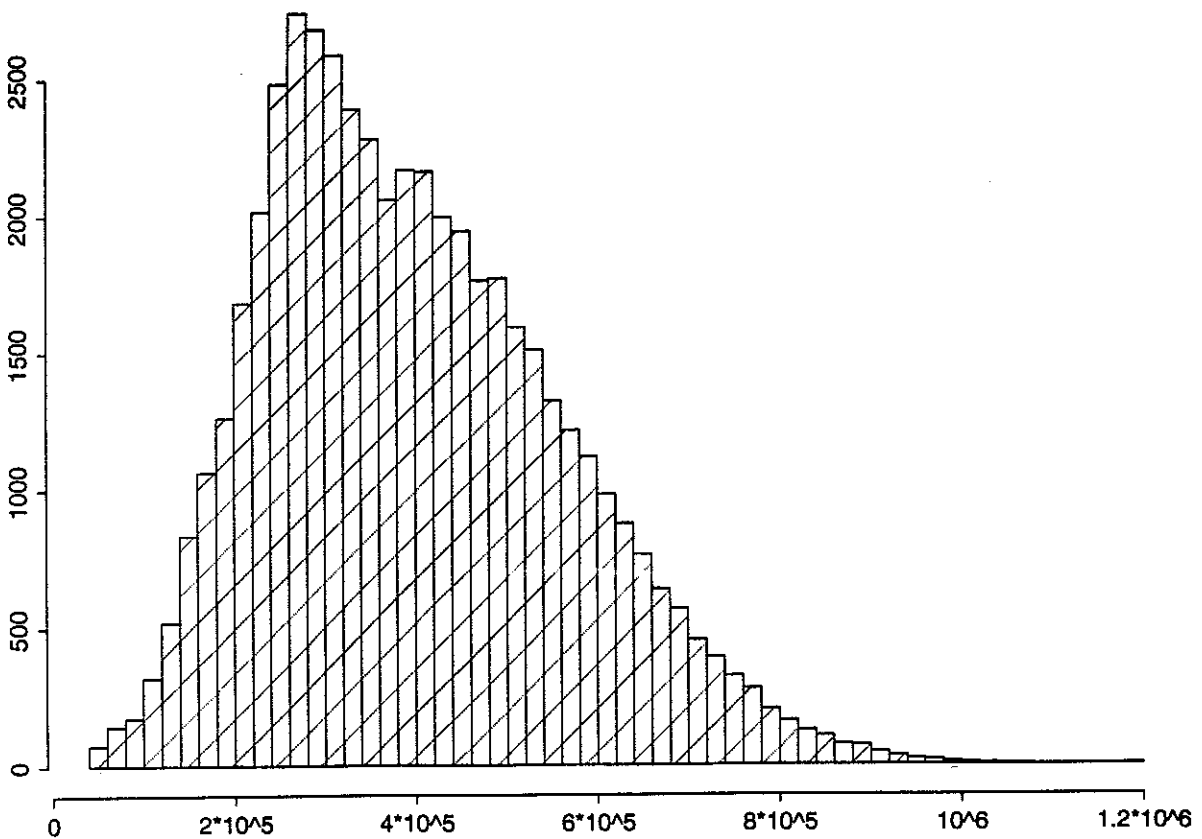
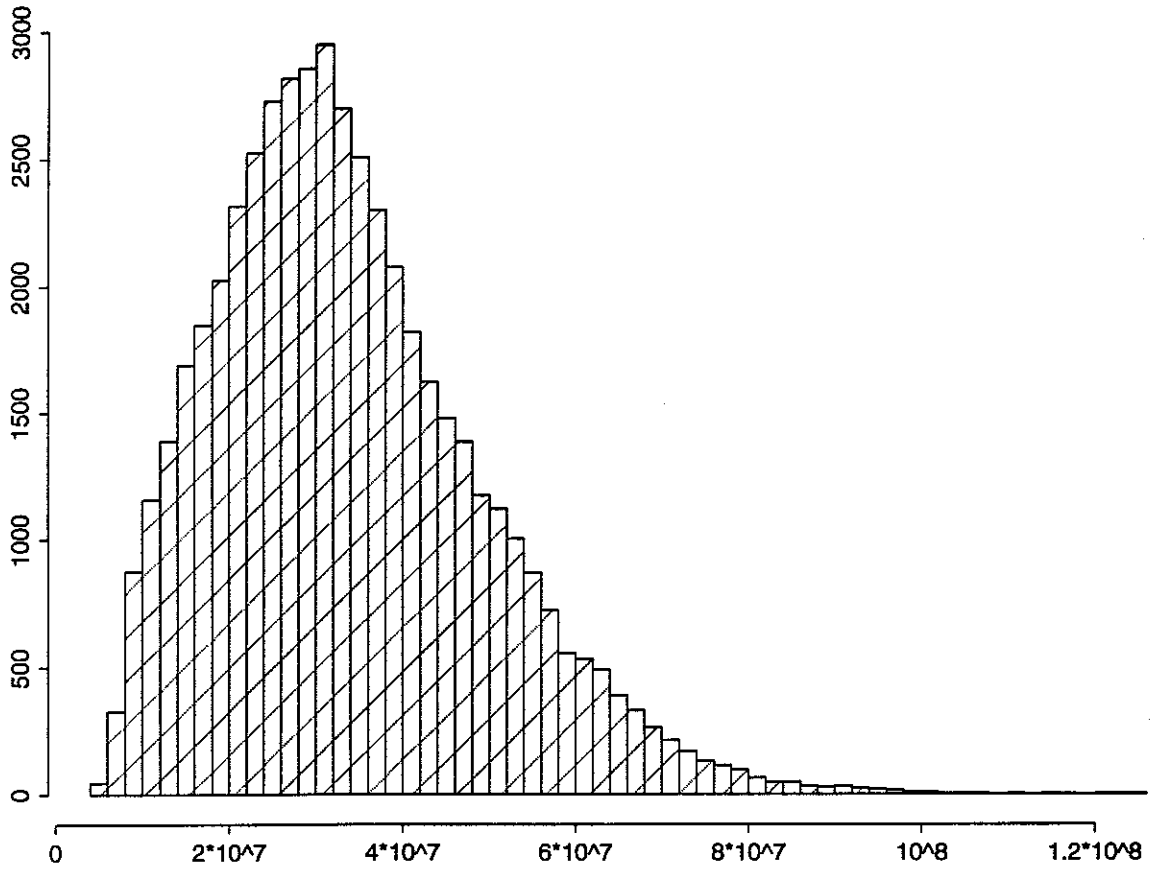
Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes (coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)

Loire centrale: périodes de retour 100 et 200 ans



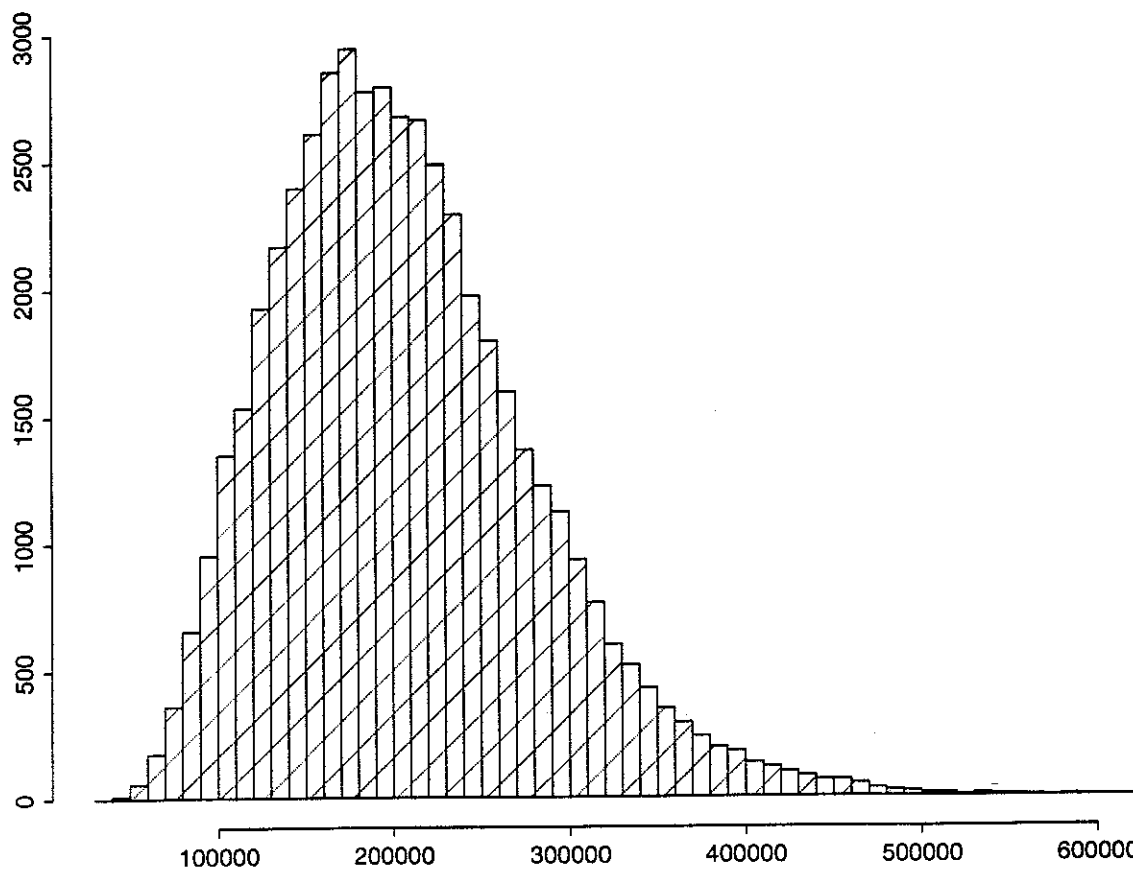
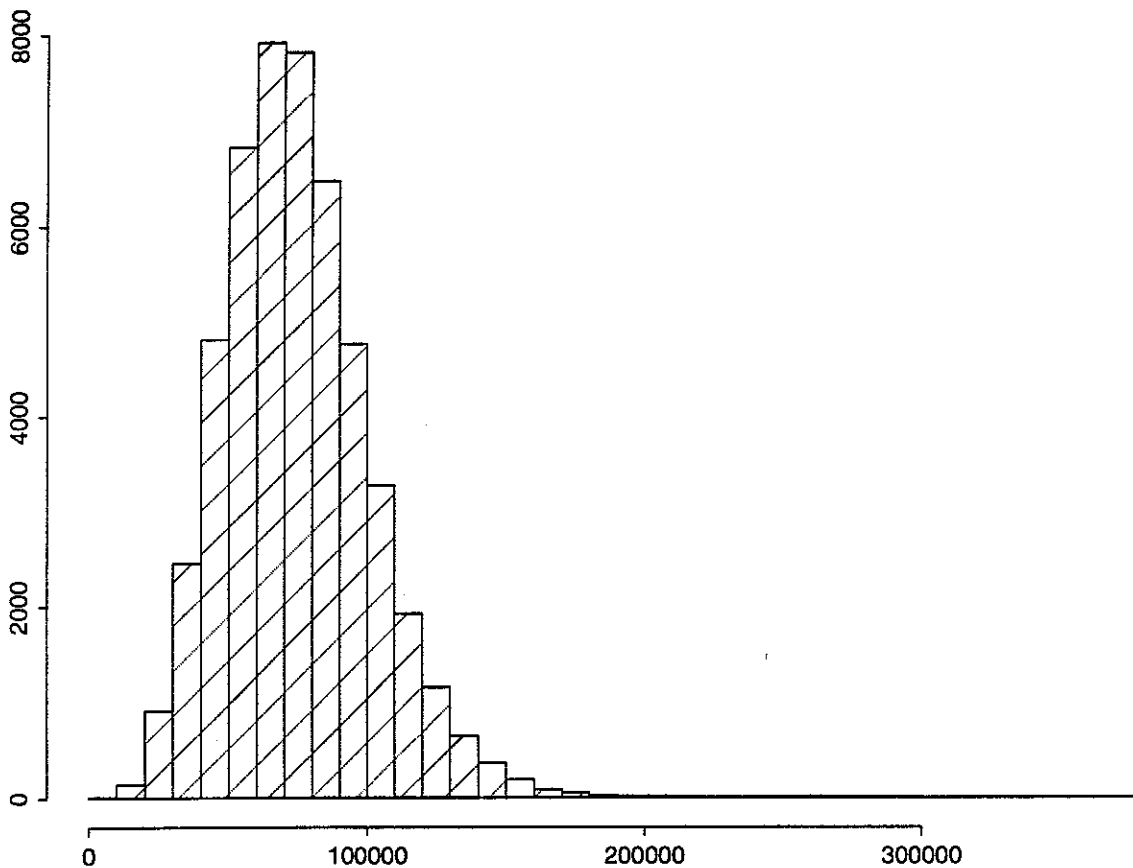
**Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes  
(coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)**

**Loire centrale: période de retour 500 ans et CMA (coût moyen annuel)**



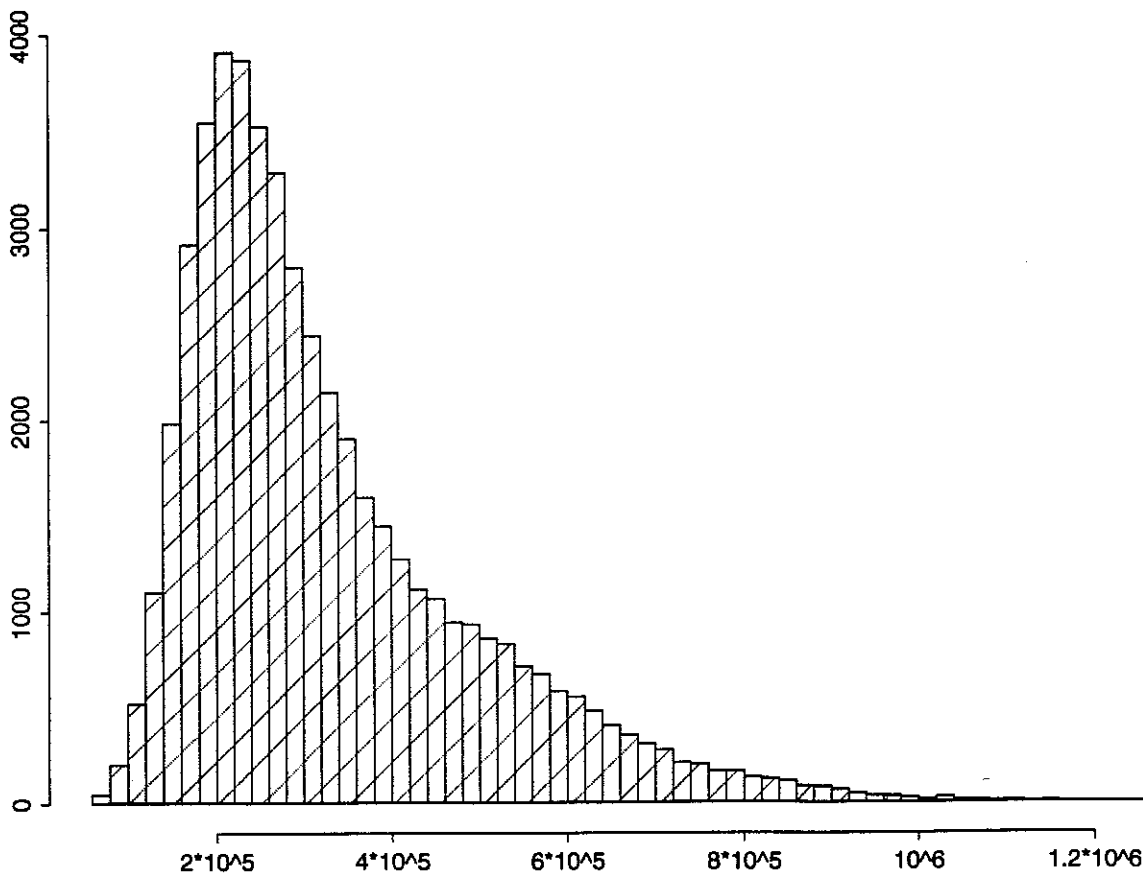
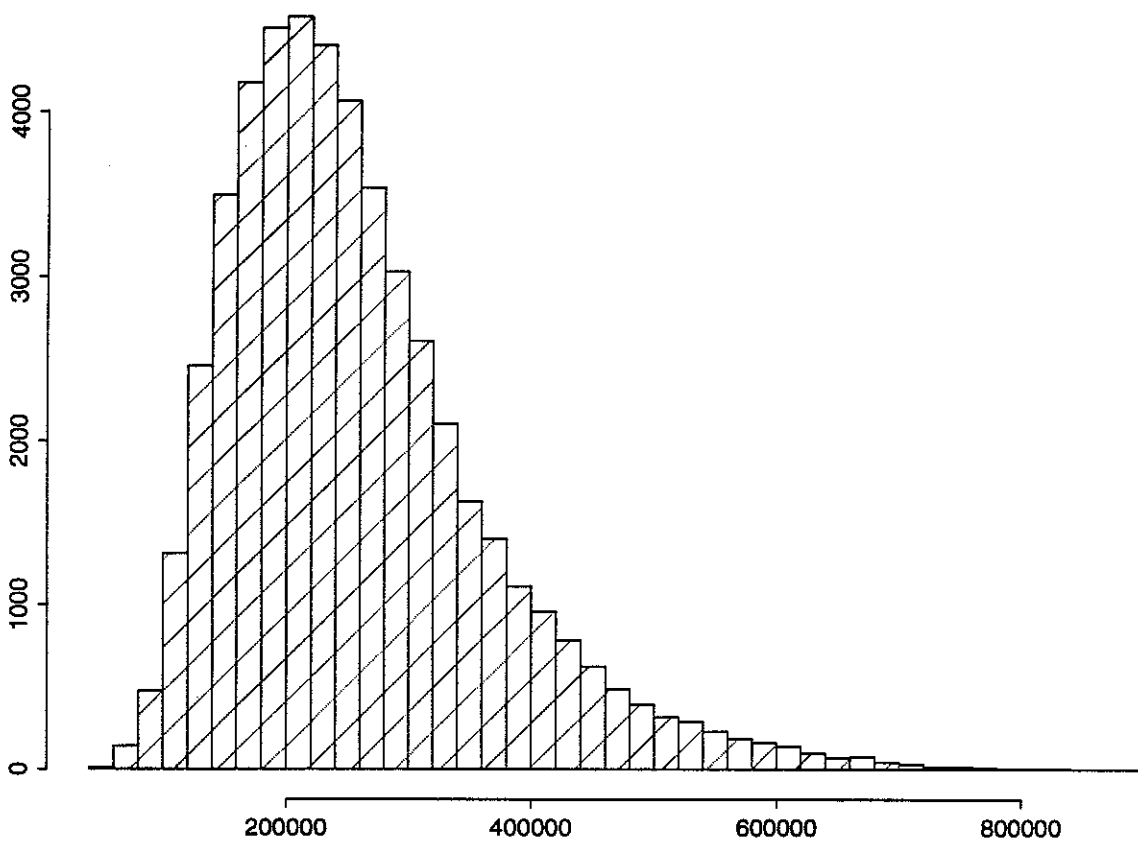
**Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes  
(coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)**

**Loire inférieure: périodes de retour 2 et 10 ans**



Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes  
(coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)

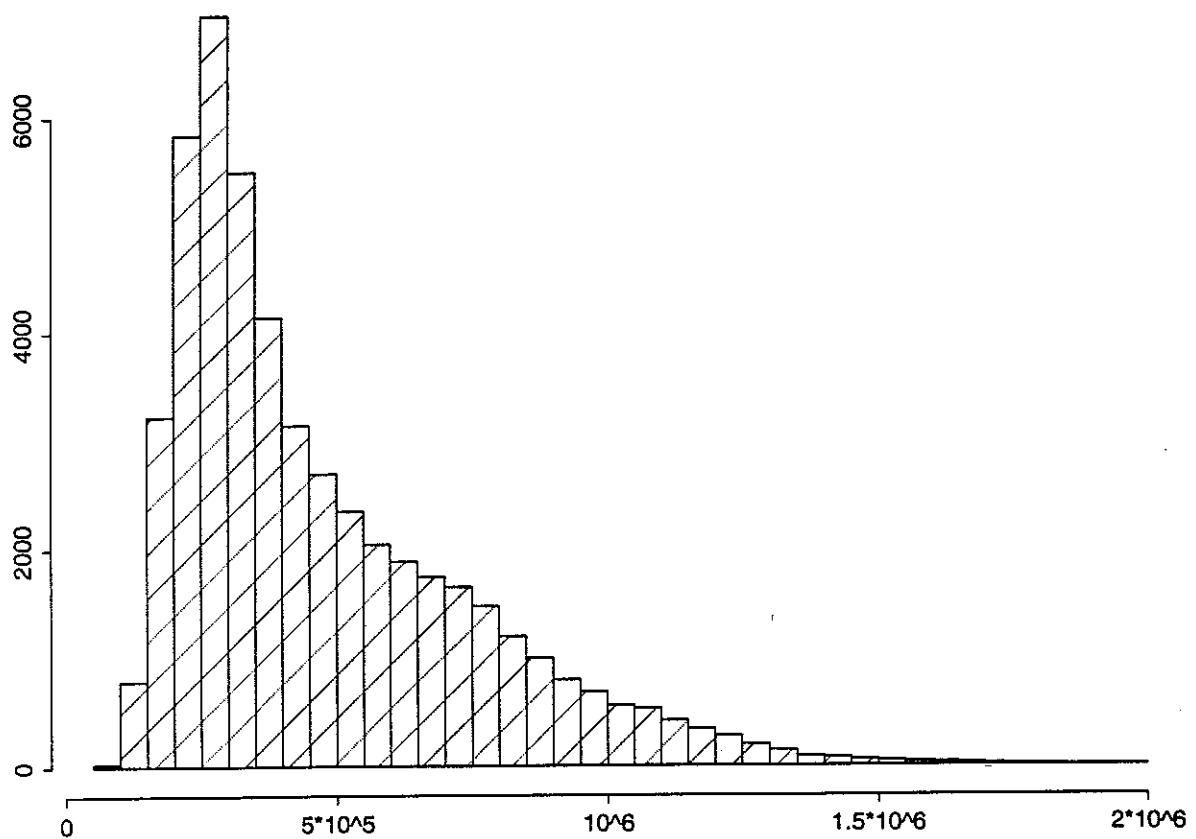
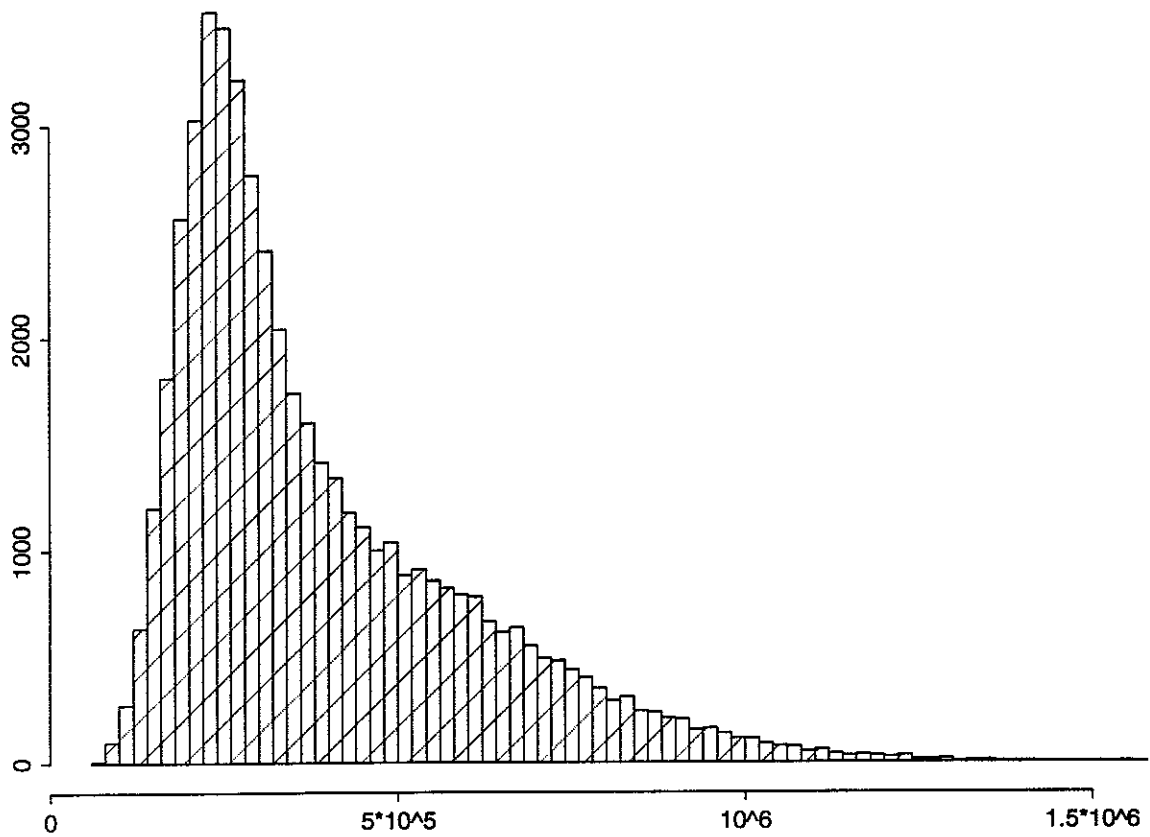
Loire inférieure: périodes de retour 20 et 50 ans





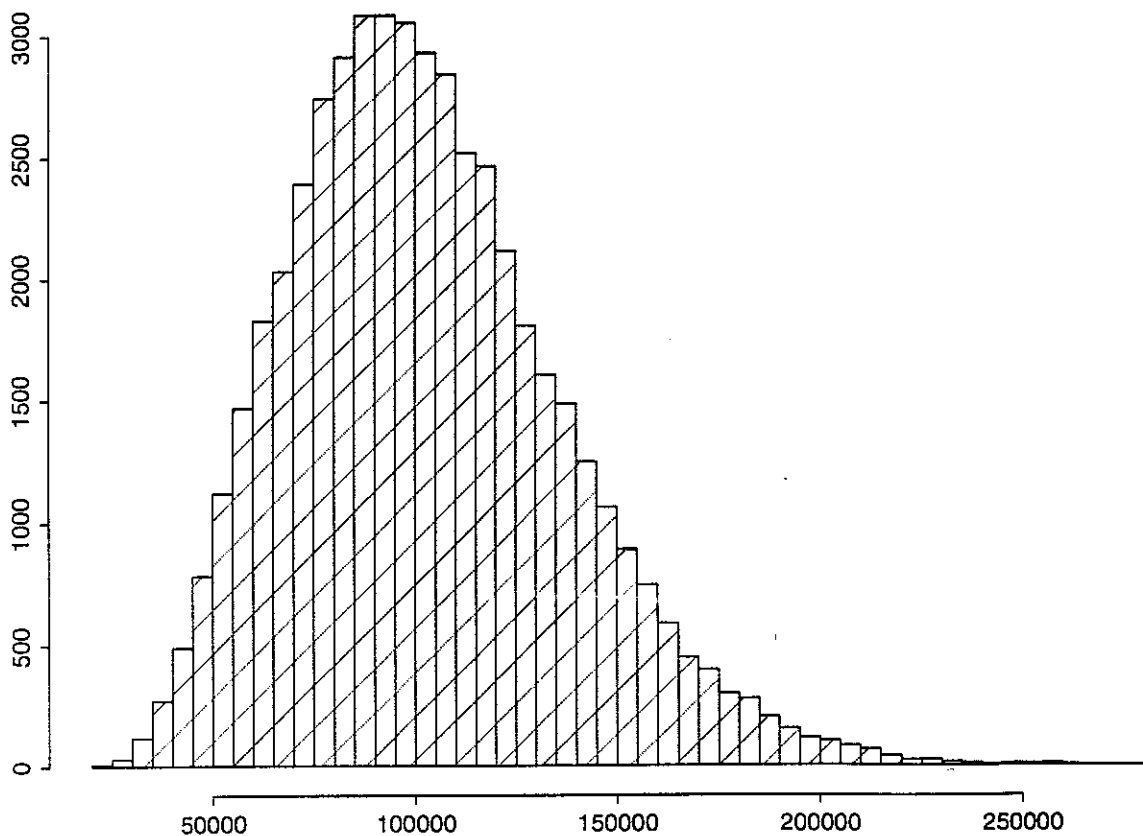
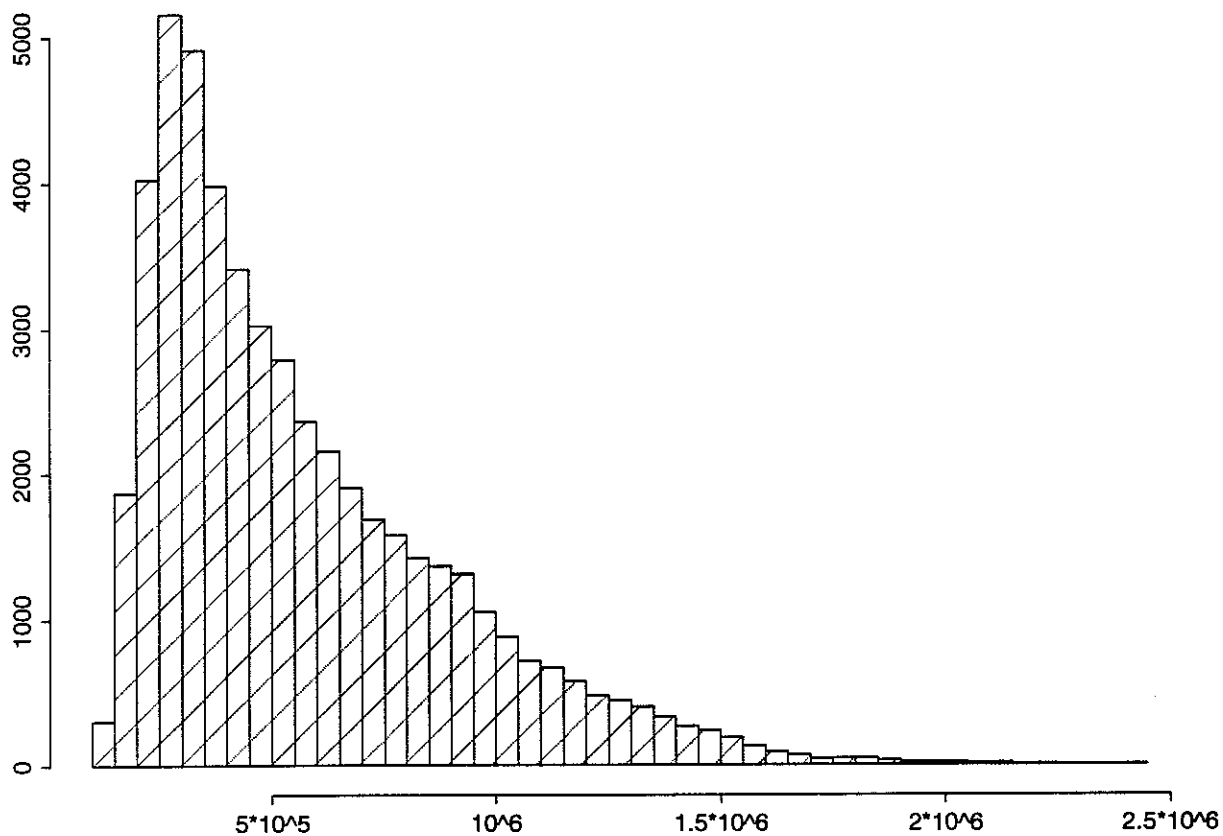
**Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes  
(coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)**

**Loire inférieure: périodes de retour 100 et 200 ans**



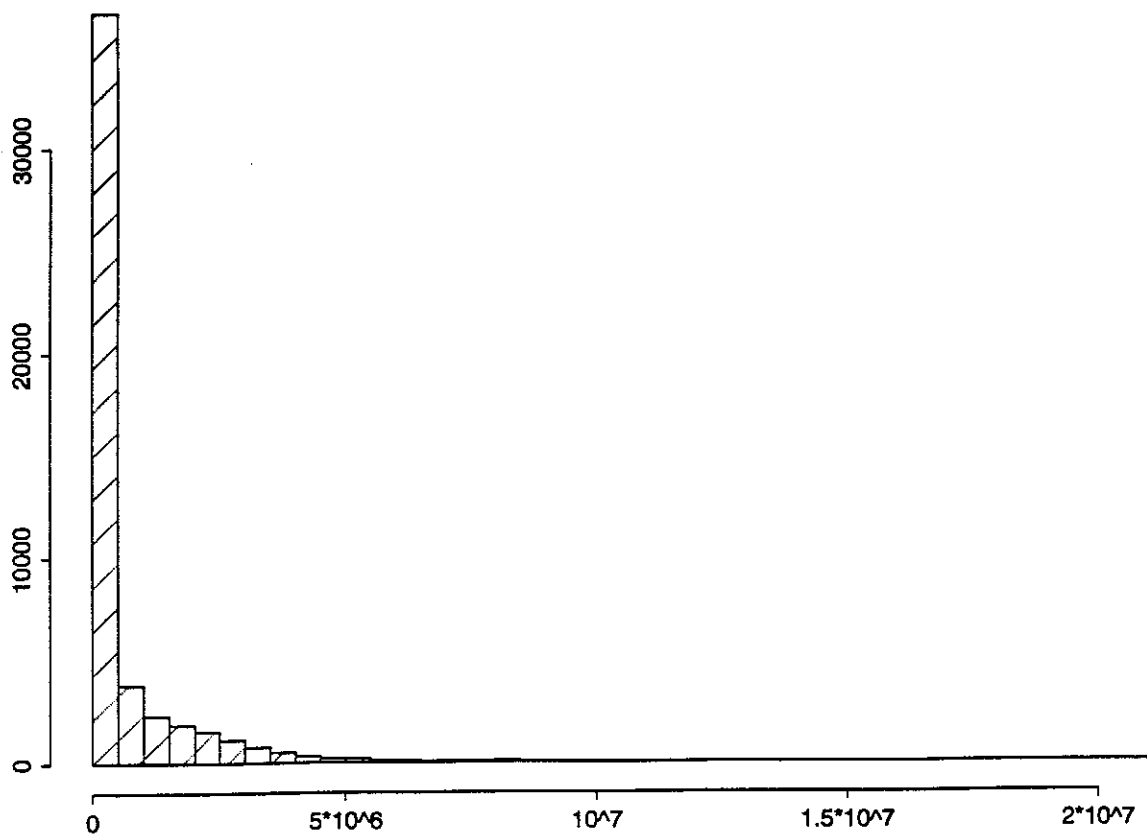
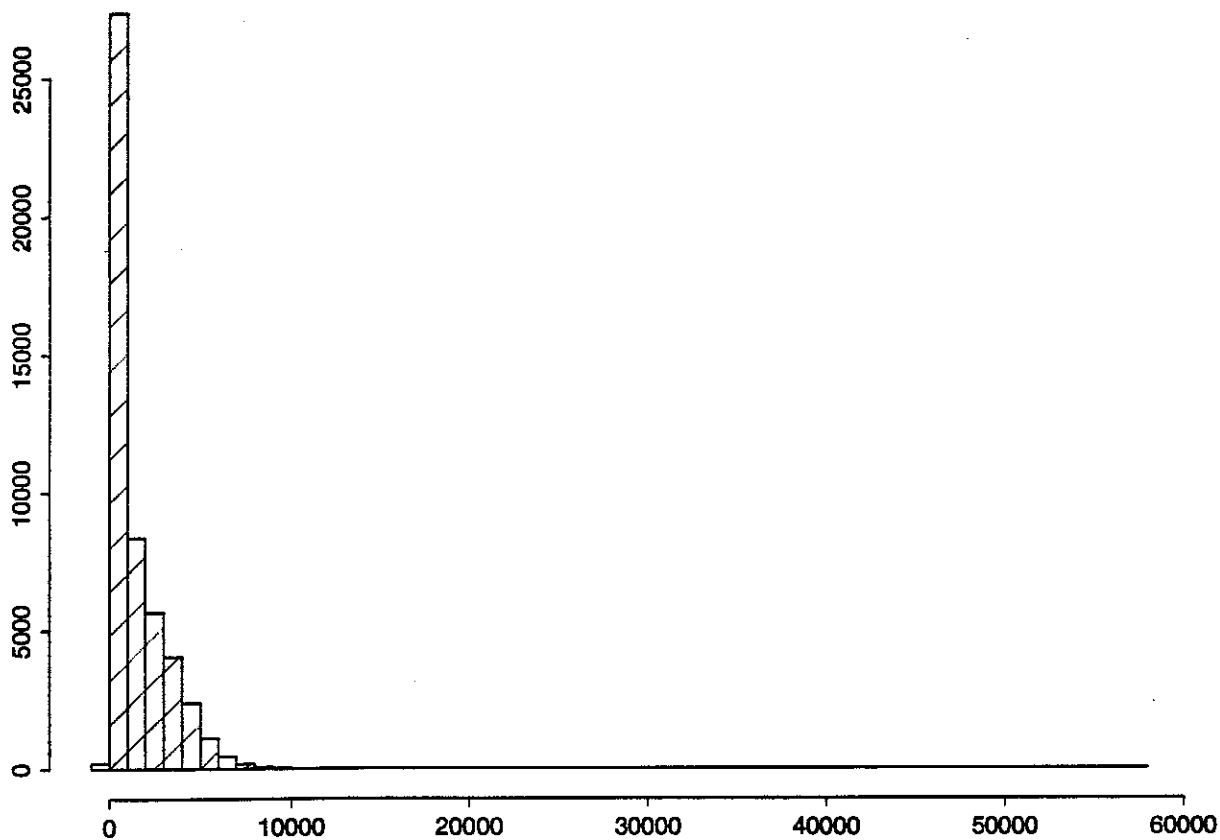
**Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes (coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)**

**Loire inférieure: période de retour 500 ans et CMA (coût moyen annuel)**



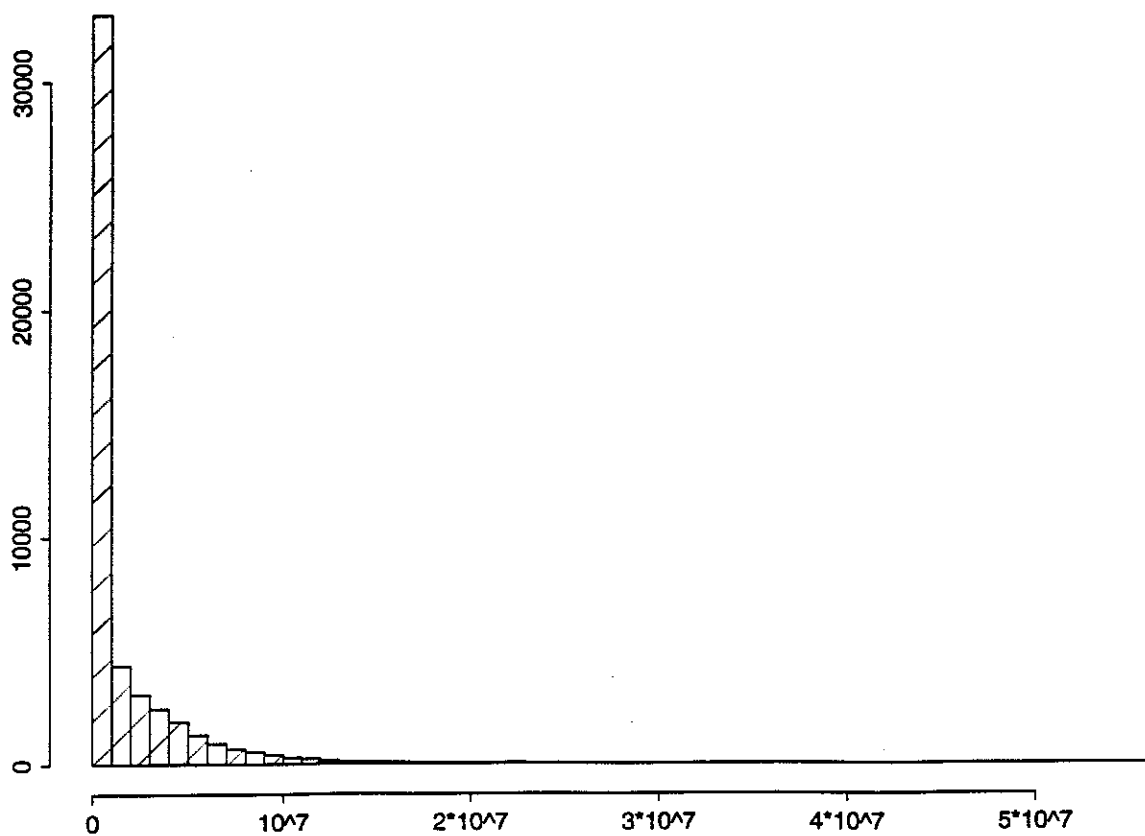
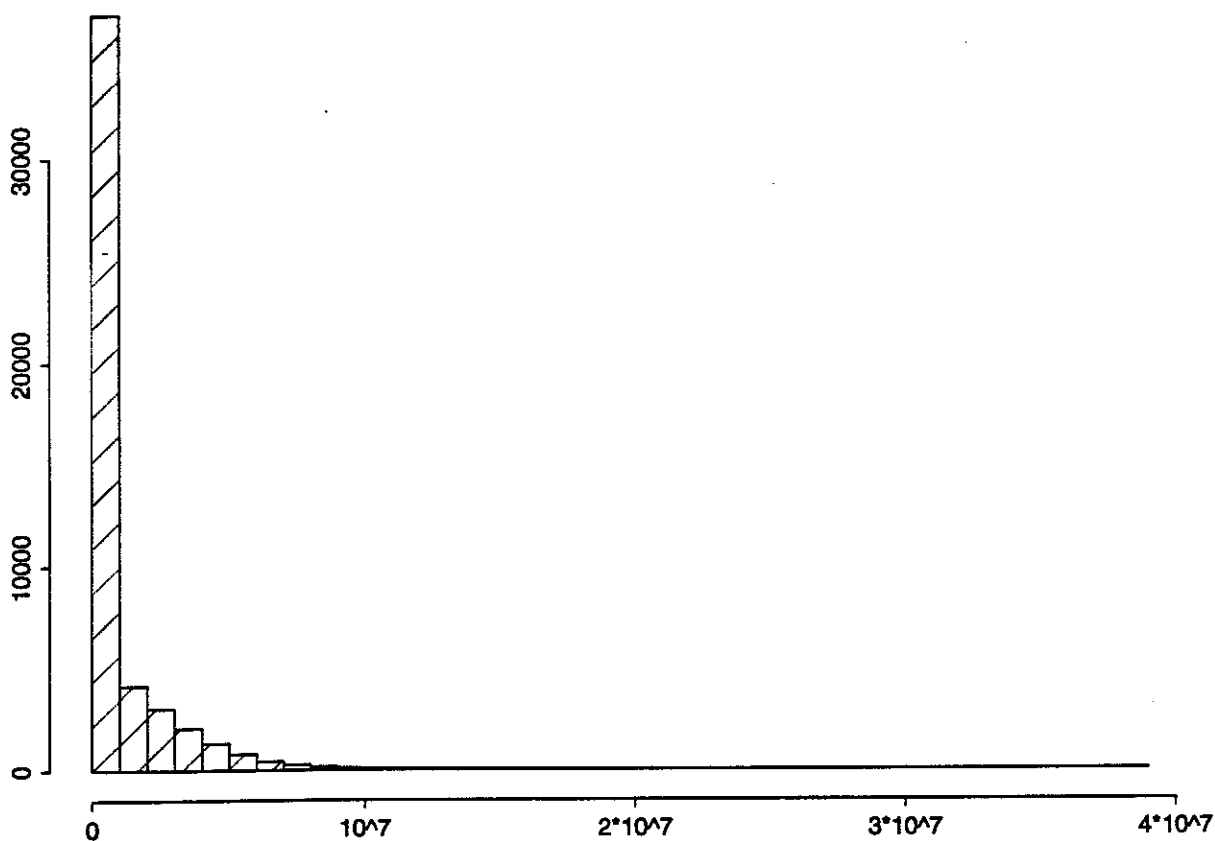
**Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes  
(coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)**

**Cher amont: périodes de retour 2 et 10 ans**



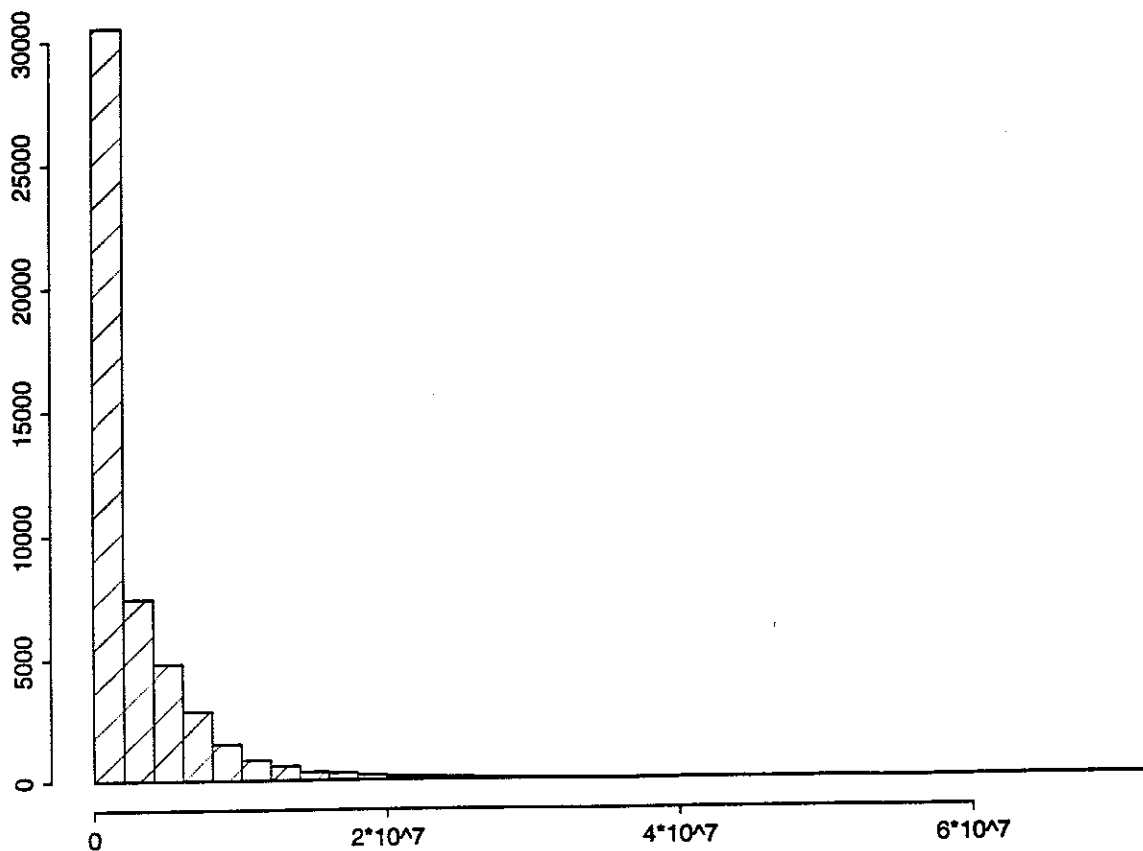
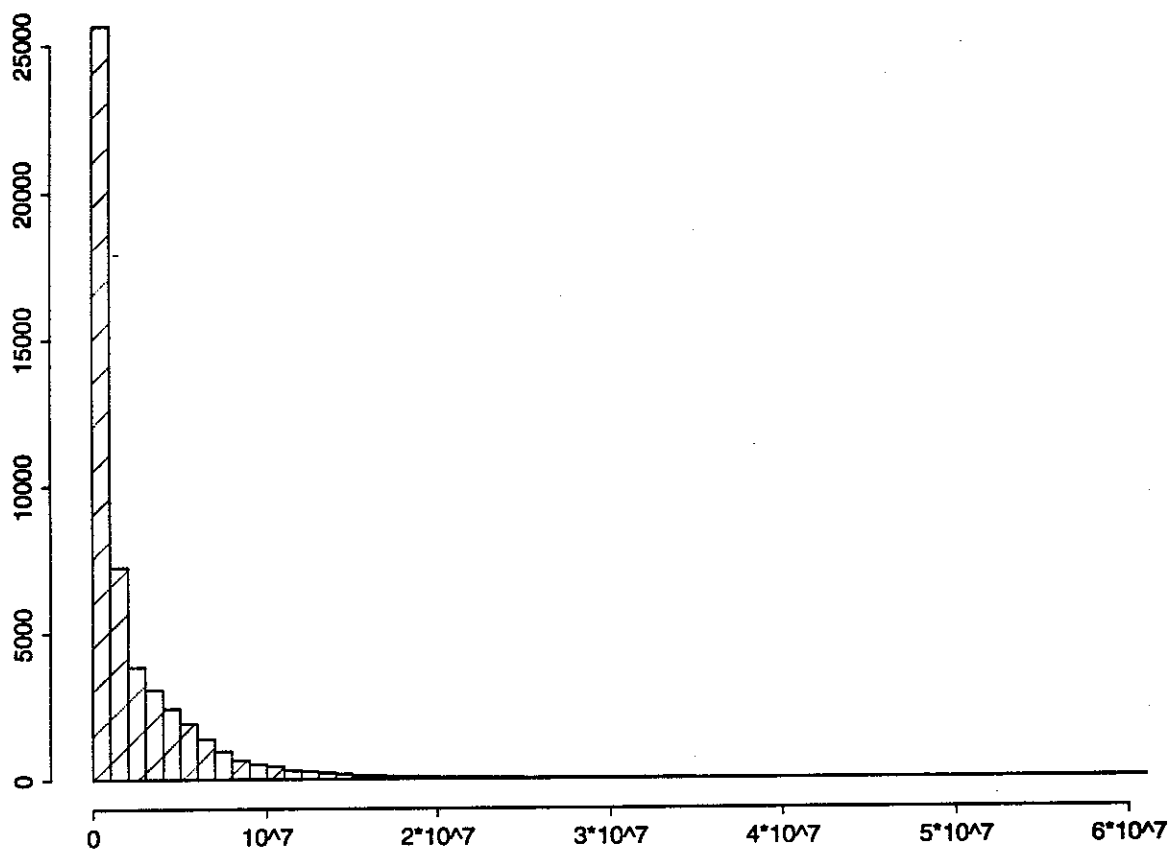
**Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes  
(coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)**

**Cher amont: périodes de retour 20 et 50 ans**



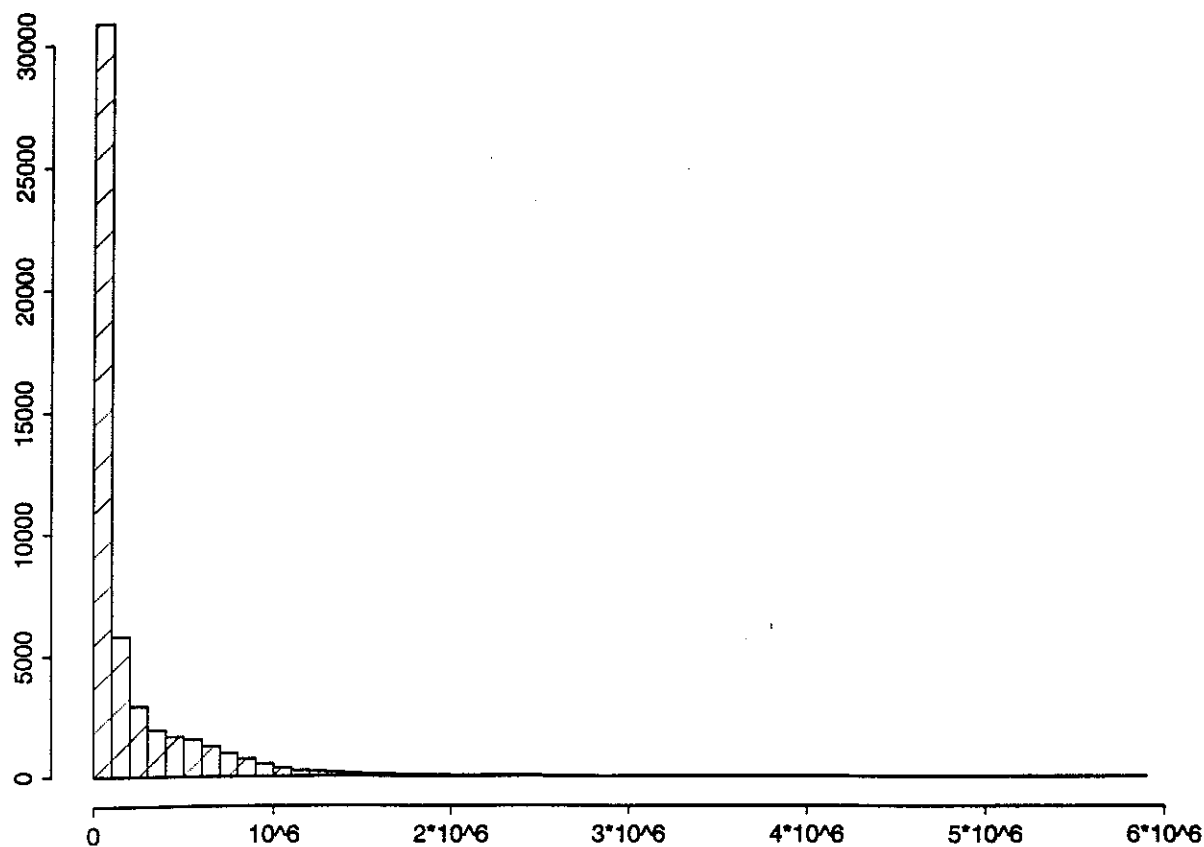
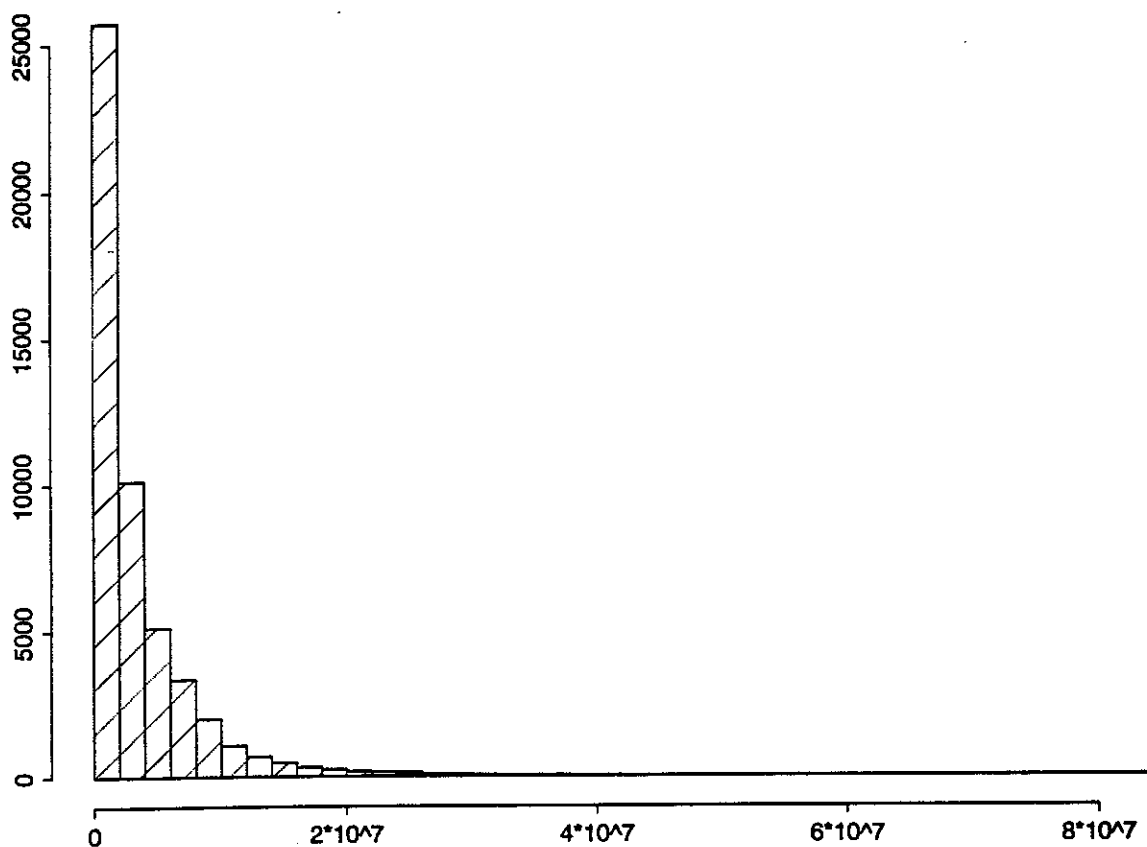
**Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes (coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)**

**Cher amont: périodes de retour 100 et 200 ans**



**Histogrammes des estimations de coût régional pour 50 000 tirages des sources d'incertitudes (coûts en milliers de Francs au troisième trimestre 1991)**

**Cher amont: période de retour 500 ans et CMA (coût moyen annuel)**



Statistiques géométriques sur les estimations de coût régional résultant de 50 000 simulations de sources d'incertitudes (coûts en millions de Francs au troisième trimestre 1991, CMA coût moyen annuel)

période de retour	Loire centrale		Loire inférieure		Cher amont	
	espérance de coût	écart-type relatif	espérance de coût	écart-type relatif	espérance de coût	écart-type relatif
2	16	0,67	70	0,45	/	/
5	106	0,95	152	0,41	29	12,06
10	335	1,34	194	0,44	87	9,54
20	684	1,17	238	0,48	213	5,78
50	2 076	0,95	294	0,58	448	4,64
100	7 474	0,81	343	0,65	973	3,20
200	16 193	0,66	407	0,72	1 532	2,30
500	30 229	0,63	484	0,75	2 303	1,60
CMA	364	0,56	97	0,40	68	3,55

**Annexe XI.D.**  
**les secteurs prépondérants pour les dommages sur la Loire centrale**





L'ensemble des zones inondables de la Loire centrale est divisé en 86 secteurs. Mais il est bien évident que le poids de ces secteurs est très variable, et qu'une partie d'entre eux est susceptible de concentrer une part importante des dommages régionaux. Dans l'hypothèse où l'on souhaiterait affiner les estimations, il faudrait en priorité examiner les secteurs prépondérants, et en particulier les secteurs contribuant principalement à la dispersion des erreurs sur les coûts régionaux. Pour des raisons de cohérences régionales des erreurs, et de variabilité de l'importance des diverses sources d'erreurs sur les différents secteurs, on ne saurait lier directement l'écart-type du coût local à sa contribution à l'écart-type sur le coût régional. Cependant, l'écart-type local est un premier indicateur du poids qu'apporte chaque secteur à la dispersion des coûts régionaux.

On présente ci-dessous, pour les coûts des crues décennale et centennale, ainsi que pour le CMA, les secteurs qui :

- contribuent pour au moins 5% respectivement au coût régional sans erreur et à l'espérance de coût régional (avec indication du pourcentage par rapport au coût régional);
- présentent un grand écart-type absolu, estimé en proportion par rapport au plus grand écart-type local; il ne s'agit pas de pouvoir estimer la contribution à l'écart-type régional, mais de mettre en lumière les poids relatifs que peuvent avoir divers secteurs; on présente également pour chaque secteur les principales sources d'incertitude locale.

Ces éléments sont suivis d'une liste d'identification des secteurs cités.

## CRUE DECENNALE

### Secteurs conditionnant majoritairement le coût régional d'une crue décennale

secteur	proportion à l'espérance de coût régional	proportion au coût régional sans erreur	
LM6 / 3	43 %	27 %	(Co = 0)
LM2 / 8	13 %	0	
LM1A / 10	7,9%	14 %	
LAV1 / 6	5,0%	8,1%	
total	68 %	49 %	
LM5 / 6	4,4%	14 %	
LAV1 / 7	4,6%	8,0%	
LAV1 / 3	3,3%	5,5%	
LM2 / 6	4,7%	5,1%	
total	85 %	81 %	

### Plus forts écart-types locaux absolus pour le coût d'une crue décennale

secteur	rapport à la plus forte valeur locale	sources majeures d'incertitudes
LM6 / 3	1,00	hytq, hyqh
LM2 / 8	0,77	hytq, hyqh
LM2 / 6	0,27	hytq, hyqh
LM1A / 10	0,18	hytq, hadu, fonc, hyqh
LM5 / 6	0,14	hyqh, hytq
LM1B / 1	0,13	hytq, hyqh
LM1A / 6	0,11	hytq, hyqh
LAV1 / 6	0,11	hyqh, hadu
LM2 / 10	0,11	hytq, hyqh
LM2 / 22	0,11	hytq, hyqh
LM4 / 4	0,11	hytq, hyqh
LM2 / 14	0,11	hytq, hyqh
LM1B / 8	0,10	hytq, hyqh

légende : **fonc** = fonctions de coûts élémentaires; **hadu** = hauteur et durée de submersion; **hyqh** = relation "débit-cote"; **hytq** = relation "durée de retour-débit"

## CRUE CENTENNALE

### Secteurs conditionnant majoritairement le coût régional d'une crue centennale

secteur	proportion à l'espérance de coût régional	proportion au coût régional sans erreur
LM2 / 16	32 %	31 %
LM2 / 11	8,1%	8,4%
LM3 / 3	8,0%	8,7%
LM6 / 3	6,7%	6,4%
LM4 / 9	5,0%	6,5%
total	60 %	61 %

### Plus forts écart-types locaux absolus pour le coût d'une crue centennale

secteur	rapport à la plus forte valeur locale	sources majeures d'incertitudes
LM2 / 16	1,00	hytq, hyqh
LM4 / 9	0,29	hytq, rupt
LM4 / 4	0,23	hytq
LM2 / 11	0,20	hytq, hyqh
LM3 / 3	0,19	hyqh, hytq
LAV1 / 1	0,16	rupt (contribue pour environ 80%)
LM6 / 3	0,15	hyqh, hytq
LM2 / 12	0,12	hytq, hyqh

légende : **hyqh** = relation "débit-cote"; **hytq** = relation "durée de retour-débit"; **rupt** = seuils du risque de rupture de digue

## CRUE CINQ-CENTENNALE

### Secteurs conditionnant majoritairement le coût régional d'une crue cinq-centennale

secteur	proportion au coût régional sans erreur
LM2 / 16	24 %
LAV1 / 1	17 %
LM4 / 6	13 %
LM4 / 9	7 %
LM4 / 4	6 %
total	67 %

## COUT MOYEN ANNUEL

### Secteurs conditionnant majoritairement le coût régional moyen annuel

secteur	proportion à l'espérer de coût régional	proportion au coût régional sans erreur
LM2 / 16	19 %	20 %
LM6 / 3	8,9%	8,1%
LAV1 / 1	7,7%	8,4%
LM4 / 4	5,1%	4,9%
LM2 / 11	5,0%	5,1%
total	45 %	46 %
LM4 / 6	4,8%	5,1%
LM4 / 9	4,4%	5,0%
total	54 %	56 %

### Plus forts écart-types locaux absolus pour le coût moyen annuel

secteur	rapport à la plus forte valeur locale	sources majeures d'incertitudes
LM2 / 16	1,00	hytq, hyqh
LM6 / 3	0,57	hyqh, hytq
LAV1 / 1	0,44	hytq, hyqh, fonc
LM4 / 4	0,31	hytq, hyqh
LM4 / 6	0,29	hytq, fonc
LM2 / 11	0,28	hytq, hyqh
LM5 / 7	0,25	rupt, hyqh, hytq
LM4 / 9	0,23	hytq
LM2 / 8	0,23	hytq, hyqh
LM3 / 3	0,21	hyqh, rupt, hytq
LM1A / 10	0,17	hytq, hyqh, fonc
LM2 / 6	0,14	hytq, hyqh
LM2 / 12	0,14	hytq, hyqh

légende : **fonc** = fonctions de coûts élémentaires; **hyqh** = relation "débit-cote"; **hytq** = relation "durée de retour-débit", **rupt** = seuils du risque de rupture de digue

## Identification des secteurs

### LM1A : département du Cher

- 6 centre du Val de la Charité, de Chaume-Blanche aux Vallées
- 10 Val de Léré (à l'amont de la limite du Loiret)

### LM1B : département de la Nièvre

- 1 du Bec d'Allier à la limite aval de Garchizy
- 8 Cosnes-sur-Loire et Myennes

### LM2 : département du Loiret

- 6 de Briare au val de Gien, sauf Gien et Saint-Firmin
- 8 Val de Gien
- 10 Val de Sully, sauf l'agglomération de Sully-sur-Loire
- 11 agglomération de Sully-sur-Loire
- 12 Val d'Ouzouer-Saint-Benoît
- 14 boucle de Gilly + Val de Sigloy + rive droite non endiguée
- 16 partie centrale du Val d'Orléans, du déversoir de Jargeau à la limite du remous aval
- 22 entre la Loire et la digue du Val d'Ardoux

### LM3 : département du Loir-et-Cher

- 3 Blois rive gauche : quartier de Vienne endigué

### LM4 : département d'Indre-et-Loire, à l'amont du confluent du Cher

- 4 Val de Cisse
- 6 Val de Tours à l'amont de la A10
- 9 Val de Tours à l'aval de la voie ferrée

### LM5 : entre les confluent du Cher et de l'Indre

- 6 confluent de l'Indre à l'aval de Rupuanne
- 7 Val d'Authion à l'amont du CD 749

### LM6 : entre les confluent de l'Indre et de la Vienne

- 3 secteur du Véron (confluent de la Vienne, à l'aval des CD 749 et 751)

### LAV1 : entre les confluent de la Vienne et de la Maine

- 1 Val d'Authion dans le Maine-et-Loire
- 3 Val de Saint-Jean-de-la-Croix
- 6 Saumur (île et rive gauche)
- 7 intérieur des digues