

E00020

E00020



LABORATOIRE D'HYDROLOGIE MATHÉMATIQUE

PROTECTION DES VALS DE LOIRE
EN AVAL DE LA CONFLUENCE AVEC LA VIENNE
Note de synthèse

UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC
PLACE EUGENE-BATAILLON - 34060 MONTPELLIER

SERVICE HYDROLOGIQUE CENTRALISATEUR DU LOIRET

Cité Administrative Dunois
Rue Marcel Proust

45000 - ORLEANS

PROTECTION DES VALS DE LOIRE
EN AVAL DE LA CONFLUENCE AVEC LA VIENNE
Note de synthèse

A. GUILBOT

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE MATHEMATIQUE

Janvier 1983

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC

Place Eugène Bataillon 34060 - MONTPELLIER-CEDEX

LHM 1/1983

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
1 - <u>INTRODUCTION</u>	1
2 - <u>LES RISQUES DE SIMULTANEITE DES CRUES DE LA LOIRE ET DE LA VIENNE</u>	3
2.1 - L'origine des crues de la LOIRE en aval du confluent de la VIENNE	3
2.2 - La concomitance des crues de la LOIRE et de la VIENNE et son rôle sur l'importance des crues de la LOIRE à MONTSOREAU (période 1882-1979)	6
3 - <u>EFFICACITE SUR LES CRUES DE LA LOIRE A MONTSOREAU D'UN RESERVOIR D'ECRETEMENT SUR LA VIENNE, EN AVAL DU CONFLUENT DE LA CREUSE</u>	13
4 - <u>LES RISQUES DE SUBMERSION DES LEVEES SUR LA LOIRE EN AVAL DU CONFLUENT DE LA VIENNE</u>	18
5 - <u>RISQUE DE SUBMERSION DES VALS DE LOIRE SITUES EN AVAL DE LA CONFLUENCE DE LA MAINE PAR SIMULATION DES DEBITS DES SOUS-BASSINS</u>	20
6 - <u>CONCLUSION</u>	25

Le Val d'AUTHION, avec ses 30 000 hectares de cultures exceptionnellement riches (fleurs, pépinières, en particulier), est une des pièces maîtresses de l'économie du département du MAINE & LOIRE.

Or, ce Val, situé en rive droite de la LOIRE, est en dépression par rapport au lit de celle-ci. Il en est séparé et protégé par une levée de terre, construite au XIIème siècle, et depuis lors constamment confortée, plusieurs fois exhausmée, pour la rendre insubmersible.

Les dernières ruptures de cette levée par des crues datent de février 1711 et de juin 1856. Depuis, la dernière levée est en cours d'exhaussement pour mettre son sommet en tous points à 1.10 m au-dessus des plus hautes eaux connues.

Néanmoins, les populations et les élus, sensibilisés par la crue de février 1977, et conscients du fait qu'en 1856 les maximums des crues de la LOIRE et de la VIENNE n'étaient pas simultanés, ont exprimé la crainte que cette simultanéité se produise à la prochaine crue de type 1856, conduisant à des débits bien supérieurs au maximum connu, et mettant en danger, non seulement le Val d'AUTHION, mais également tout le lit majeur jusqu'à l'estuaire.

Le Rapport CHAPON (décembre 1979) signalait d'ailleurs que "bien que des craintes aient été exprimées par les responsables politiques et économiques de la Basse-LOIRE, il n'existe pas de traces écrites permettant de penser que les crues de la VIENNE, qui sont importantes (elles peuvent dépasser 3 000 m³/s), risquent de se conjuguer avec une forte crue de la LOIRE", et de poursuivre : "... On ne saurait donc prévoir aujourd'hui au programme des travaux, la réalisation d'ouvrages écrêteurs de crues sur la VIENNE alors qu'on ne sait même pas s'il en est besoin...".

Afin de répondre à ces interrogations, trois finalités avaient été fixées à l'étude confiée au L.H.M. :

1/ Etude du risque de simultanéité des crues de la LOIRE et de la VIENNE au niveau de leur confluence, lors des très fortes crues de l'une et de l'autre, et le risque de submersion de la levée d'AUTHION.

2/ Etude du risque de submersion des vals situés en aval du confluent de la MAINE, en simulant les débits du bassin intermédiaire.

3/ Etude sommaire de l'efficacité sur la crue de LOIRE d'un réservoir d'écrêtement simulé, situé sur la VIENNE en aval du confluent de la CREUSE.

2 LES RISQUES DE SIMULTANÉITÉ DES CRUES DE LA LOIRE ET DE LA VIENNE

2.1 L'origine des crues de la LOIRE en aval du confluent de la VIENNE

Sur la période étudiée, 1872-1979, les plus fortes crues de la LOIRE en amont de la confluence se sont produites en octobre 1907, janvier 1923 et décembre 1945.

Sur la même période, les plus fortes crues de la VIENNE à NOUATRE apparaissent en octobre 1896 et mars 1913, et les événements les plus importants observés à l'aval de la confluence sont les crues de novembre 1910, avril 1919, mars 1923 et décembre 1944. A priori, il n'y a donc pas nécessairement concordance entre événements rares sur chaque branche ! Ceci s'explique en partie par les causes météorologiques de ces événements qui conduisent à classer les crues de la LOIRE en crues "méditerranéennes", "océaniques" et mixtes. Seules, ces deux dernières présentent un danger réel sur la zone étudiée.

Les crues importantes les plus fréquentes de la LOIRE à MONTSOREAU (1910, 1919, 1923...) sont des crues de type "*océanique classique*" consécutives à des perturbations d'origine Ouest à Sud-Ouest produisant d'abondantes précipitations, en particulier sur les parties Nord-Ouest du MASSIF-CENTRAL et le HAUT-MORVAN. Ces crues sont formées par les apports de la LOIRE Moyenne et des affluents inférieurs (CHER, INDRE, VIENNE).

Dans le cas où la crue est provoquée par le passage d'une unique perturbation, le maximum de la VIENNE précède celui de la LOIRE du fait même du déplacement des perturbations océaniques et des caractéristiques des bassins versants concernés.

Dans le cas du passage de plusieurs perturbations à quelques jours d'intervalle, *on peut théoriquement aboutir à des concomitances possibles à la confluence.*

L'origine des grandes crues catastrophiques du siècle dernier (1846, 1856, 1866) est autre. Ce sont des crues *de type "mixte"*, c'est-à-dire formées par l'action simultanée de perturbations d'origine méditerranéenne de secteur Sud à Sud-Est intervenant sur la partie amont du bassin et de perturbations atlantiques qui étendent les précipitations à tout le bassin.

On peut envisager deux cas de figure pour ce type de crues :

- La crue de la VIENNE n'offre pas un caractère de gravité, l'influence méditerranéenne étant prépondérante. Les crues peuvent néanmoins figurer parmi les plus dévastatrices à hauteur de MONTSOREAU (1866, 1872), mais aucun aménagement sur le bassin de la VIENNE ne permettra de modifier le caractère exceptionnel de ces événements.

- La crue de la VIENNE est importante. Son maximum se produira généralement 3 à 4 jours avant le maximum de la crue de la LOIRE, mais si on envisage comme pour les crues de type océanique la possibilité d'une nouvelle onde de crue de la VIENNE à 3 ou 4 jours d'intervalle de la première, une concordance des maximums à la confluence de la LOIRE et de la VIENNE pourrait survenir.

L'analyse typologique que nous avons réalisée sur les 66 crues disponibles de la période 1882-1979 (analyse en composantes principales + nuées dynamiques) confirme ce classement, puisqu'en dehors de quelques cas particuliers pour lesquels le caractère crue est faiblement prononcé sur une rivière ou sur les deux, on aboutit au regroupement suivant :

Classe (1) : Crues de la LOIRE, la VIENNE étant peu ou pas en crue :

21 crues (perturbation Sud - Sud-Est ou Ouest, mais affectant peu le nord du MASSIF-CENTRAL).

Classe (2) : Crues de la LOIRE et de la VIENNE, la LOIRE amont créant la pointe à MONTSOREAU : 37 crues (perturbation d'Ouest à Sud-Ouest affectant l'ensemble du bassin).

Classe (4) : Crues de la VIENNE créant la pointe à MONTSOREAU : 15 crues (perturbation d'Ouest à Sud-Ouest, fortes pluies s'additionnant aux pluies du mois précédent et modifiant les réactions du bassin de la VIENNE).

Classe (6) : Crues de la LOIRE et de la VIENNE. La VIENNE fournit la pointe à MONTSOREAU : 11 crues (perturbation atlantique se déplaçant vers l'Est et le Sud-Est).

Mis à part le groupe 4 dont les crues semblent se produire de préférence en mars, les groupes constitués ne correspondent pas à une période préférentielle de l'année.

Les deux plus fortes crues de la période étudiée (1882-1979) se réfèrent :

- à la classe 2 pour novembre 1910 ($\approx 5\,300\text{ m}^3/\text{s}$ à MONTSOREAU) définie par une participation de la LOIRE et de la VIENNE avec prédominance nette de la LOIRE,

- à la classe 6 pour mars 1923 ($\approx 5\,300\text{ m}^3/\text{s}$ à MONTSOREAU) définie par une participation de la LOIRE et de la VIENNE avec apport important (voire identique) de la VIENNE.

2.2 La concomitance des crues de la LOIRE et de la VIENNE et son rôle sur l'importance des crues de la LOIRE à MONTSOREAU (période 1882-1979)

La VIENNE est en crue sur 54 des 66 évènements dont nous disposons, c'est-à-dire dans 82 % des cas. Sur ces 54 évènements, on peut retenir 72 pointes de crue distinctes sur la VIENNE et faire correspondre à une pointe de crue de la LOIRE amont à une pointe de crue de la VIENNE dans 60 cas. Pour certains d'entre eux, la notion de correspondance est délicate et l'on peut observer, pour un même évènement présentant une succession de crues des décalages différents selon la pointe considérée.

La variable étudiée est le décalage en jours entre les débits de pointe aux stations amont, corrigés par la différence entre les temps de transfert des hydrogrammes depuis ces stations jusqu'à MONTSOREAU.

Toutes les valeurs de cette variable sont positives ou nulles, ce qui traduit bien le fait que les crues de la VIENNE sont soit concomitantes à celles de la LOIRE, soit en avance.

L'histogramme de ces valeurs est porté sur la figure 1

On peut distinguer deux cas bien différenciés :

- décalage de 0 à 1 jour, ce qui traduit une concomitance plus ou moins relative,

- crue de la VIENNE en avance de 3 à 4.5 jours sur la crue de la LOIRE.

Les décalages inférieurs ou égaux à la journée concernent une douzaine de crues, soit environ 20 % des cas.

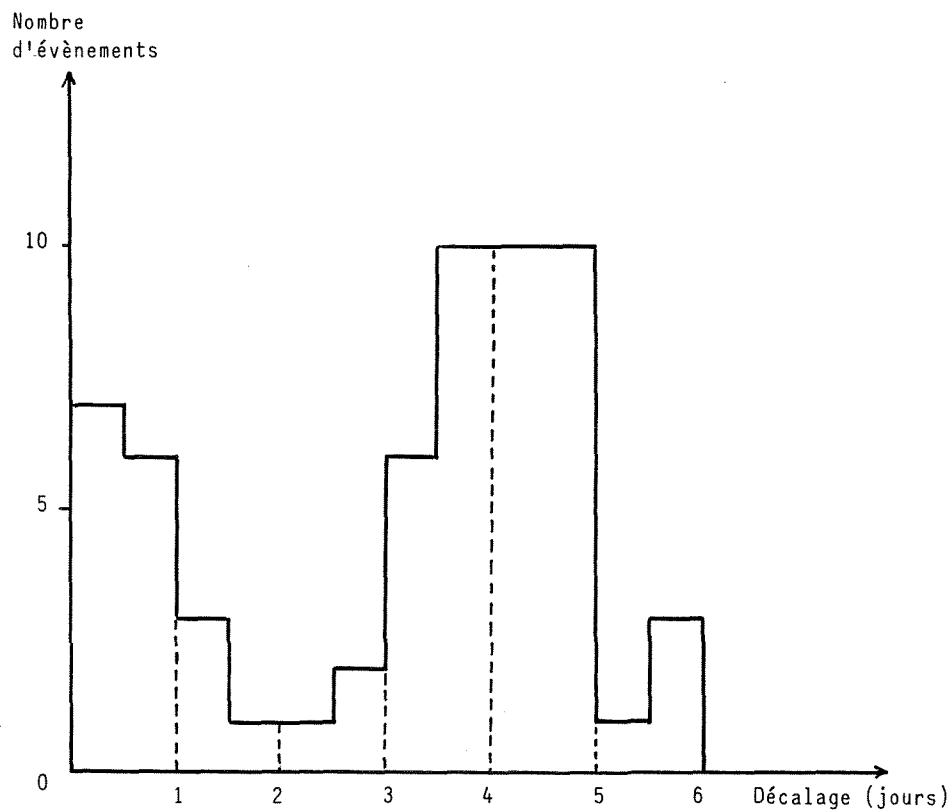


Figure 1 - Répartition des décalages entre les pointes de crues LOIRE amont - VIENNE

Les cas (Cas 1) où la pointe de crue de la VIENNE est en concomitance "parfaite" (décalage inférieur à la $\frac{1}{2}$ journée) avec celle de la LOIRE, sont au nombre de 7 (soit 11 % des cas) : mars 1888 (2 crues), mars 1895, avril 1913, mars 1919, février 1928, mars 1931.

Ils engendrent des évènements à MONTSOREAU dont le débit de pointe ne dépasse pas $4\,500\text{ m}^3/\text{s}$ et se réfèrent presque exclusivement au mois de mars. Ce sont principalement des évènements liés au passage de plusieurs perturbations d'origine océanique à quelques jours d'intervalle.

Les 2 cas de concomitance

Figure 2 Cas 1 : Concomitance "réelle"

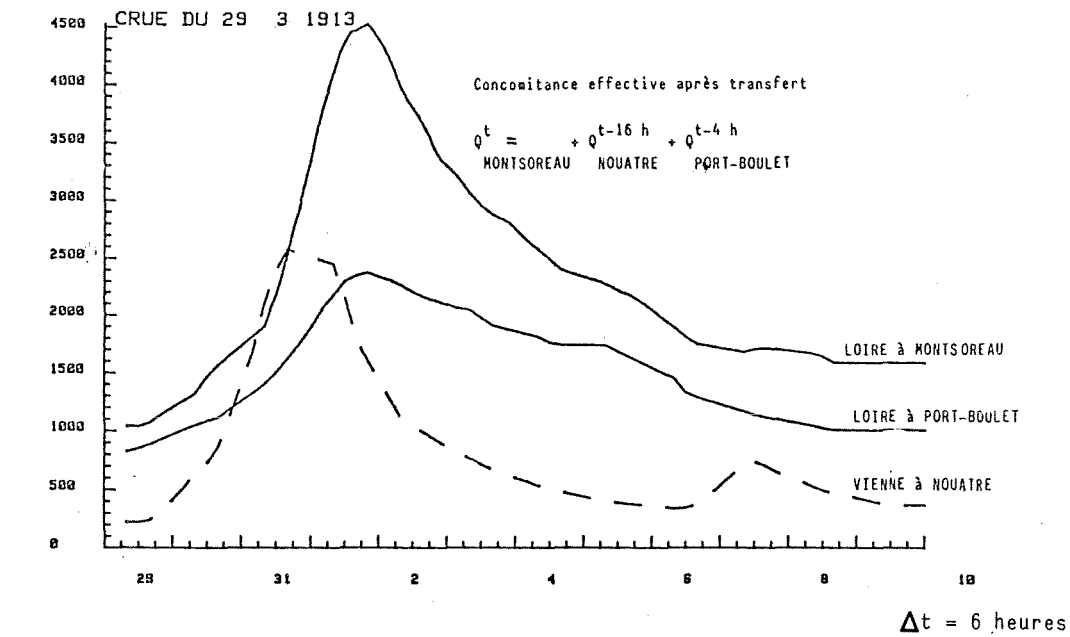
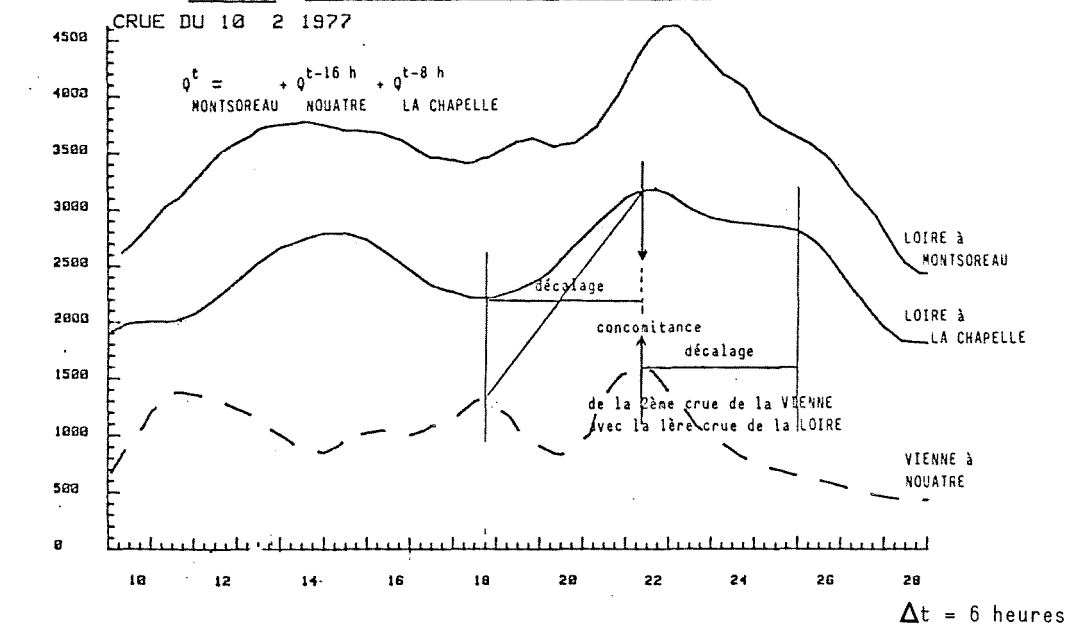


Figure 3 - Cas 2 : Concomitance par "rattrapage"



Le bassin de la VIENNE réagit plus rapidement aux précipitations tombant sur un sol déjà saturé. Ces évènements, qui bien entendu peuvent présenter certains dangers, ne sont pas comparables aux grandes crues du siècle dernier, de type mixte et se produisant à une autre période de l'année (été-automne).

La situation la plus fréquente (60 % des cas environ) correspond à une avance de 3 à 4.5 jours du débit de pointe de la VIENNE par rapport à celui de la LOIRE au niveau de la confluence.

A l'intérieur de cette population, on peut imaginer une situation critique correspondant à une succession de crues d'origine atlantique sur la VIENNE avec une périodicité de 3 à 4.5 jours. Une crue de la VIENNE pourrait alors se trouver en concomitance avec une crue antérieure de la LOIRE amont d'origine méditerranéenne (Cas 2). Cette conjonction, dans le cas de deux crues d'importance sur chaque branche, pourrait conduire à des évènements rares.

Quatre évènements (soit 6 % des cas) présentent cette caractéristique de concomitance par "rattrapage" d'une crue antérieure de la LOIRE par une crue de la VIENNE : février 1897, mars 1906, février 1955 et février 1977.

Ils engendrent des débits à MONTSOREAU qui sont relativement élevés (période de retour de 5 à 10 ans), mais l'analyse de l'origine de ces crues montre qu'en aucun cas (l'absence d'information sur la crue de 1906 ne permet pas de trancher, mais la concomitance est assez douteuse...), nous ne sommes en présence d'une conjonction de l'influence des vents pluvieux de secteur Sud - Sud-Est sur le haut bassin de la LOIRE et de celle des vents atlantiques du secteur Ouest à Sud-Ouest.

Finalement, la concomitance vraie ou par rattrapage apparaît dans $7 + 4 = 11$ cas sur les 66 évènements les plus forts observés sur 98 années. Aucun de ces cas ne se réfère à une combinaison d'averses méditerranéennes et océaniques qui, décalées dans le temps, auraient pu provoquer une concomitance au niveau de la confluence LOIRE-VIENNE.

L'examen des distributions des débits maximaux des crues avec et sans concomitance, montre par ailleurs que cette concomitance n'est pas un facteur explicatif des plus fortes valeurs observées à MONTSOREAU sur l'échantillon étudié (figures 4 et 5) et qu'intervenir uniquement sur ce facteur par l'intermédiaire d'un ouvrage de retenue sur la VIENNE ne conduirait à une protection que dans moins de 30 % des cas.

Pour aller plus loin dans la connaissance quantitative de la participation des apports de la VIENNE dans les crues à MONTSOREAU, nous avons enfin examiné les rapports du débit de la VIENNE au débit de la LOIRE à MONTSOREAU : le taux moyen de participation de la VIENNE dans les crues à MONTSOREAU est de 30 %, aussi bien en débit de pointe qu'en volume (figures 6 et 7). Il est amusant de noter que cette valeur n'est autre que le rapport des surfaces des bassins versants concernés !...

Figure 4

DISTRIBUTION DES DEBITS MAXIMAUX DE CRUES SUPERIEURS A UN SEUIL

+ - Cas de crue avec concomitance "parfaite" (décalage ≤ 0.5 jour)

□ - Cas de crue sans concomitance

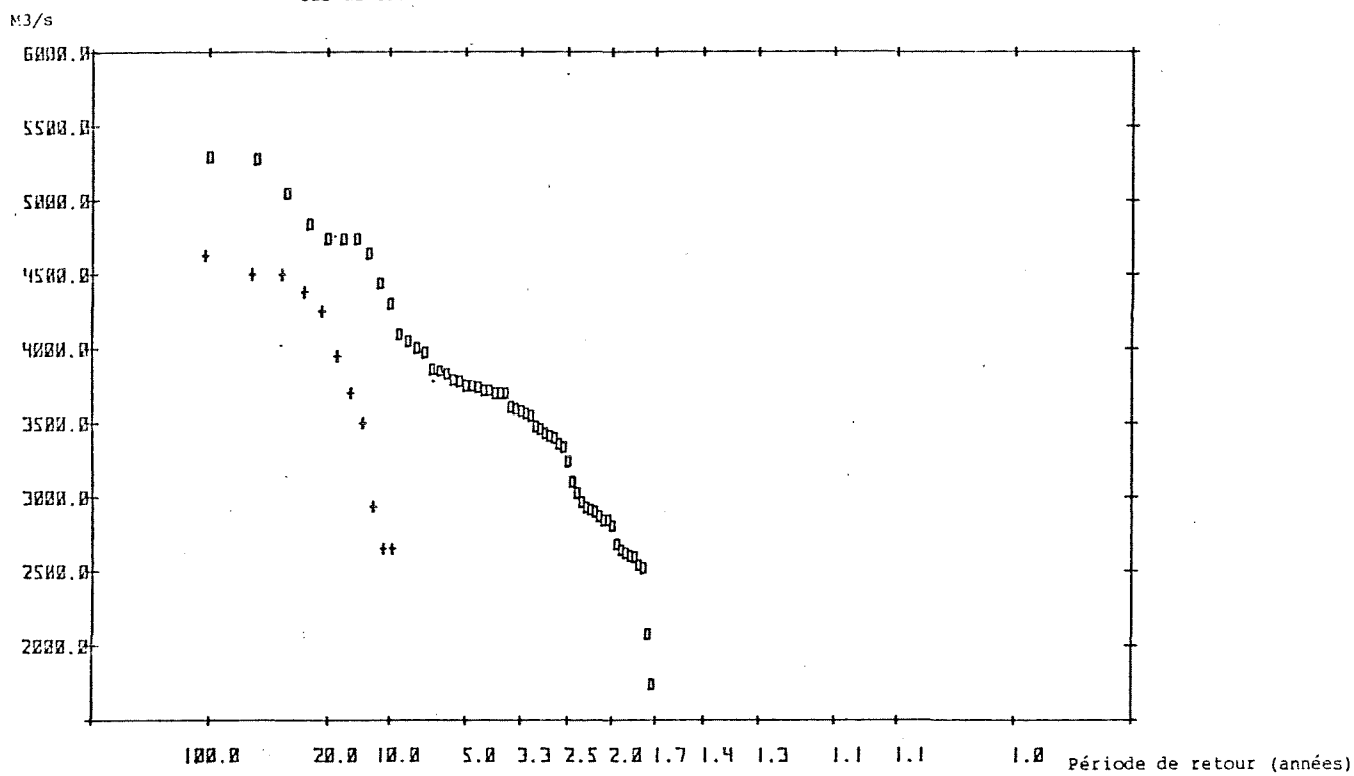


Figure 5

DISTRIBUTION DES DEBITS MAXIMAUX DE CRUES SUPERIEURS A UN SEUIL

+ - Cas de crue avec concomitance "large" (décalage de 0 à 1.5 jours)

□ - Cas de crue sans concomitance

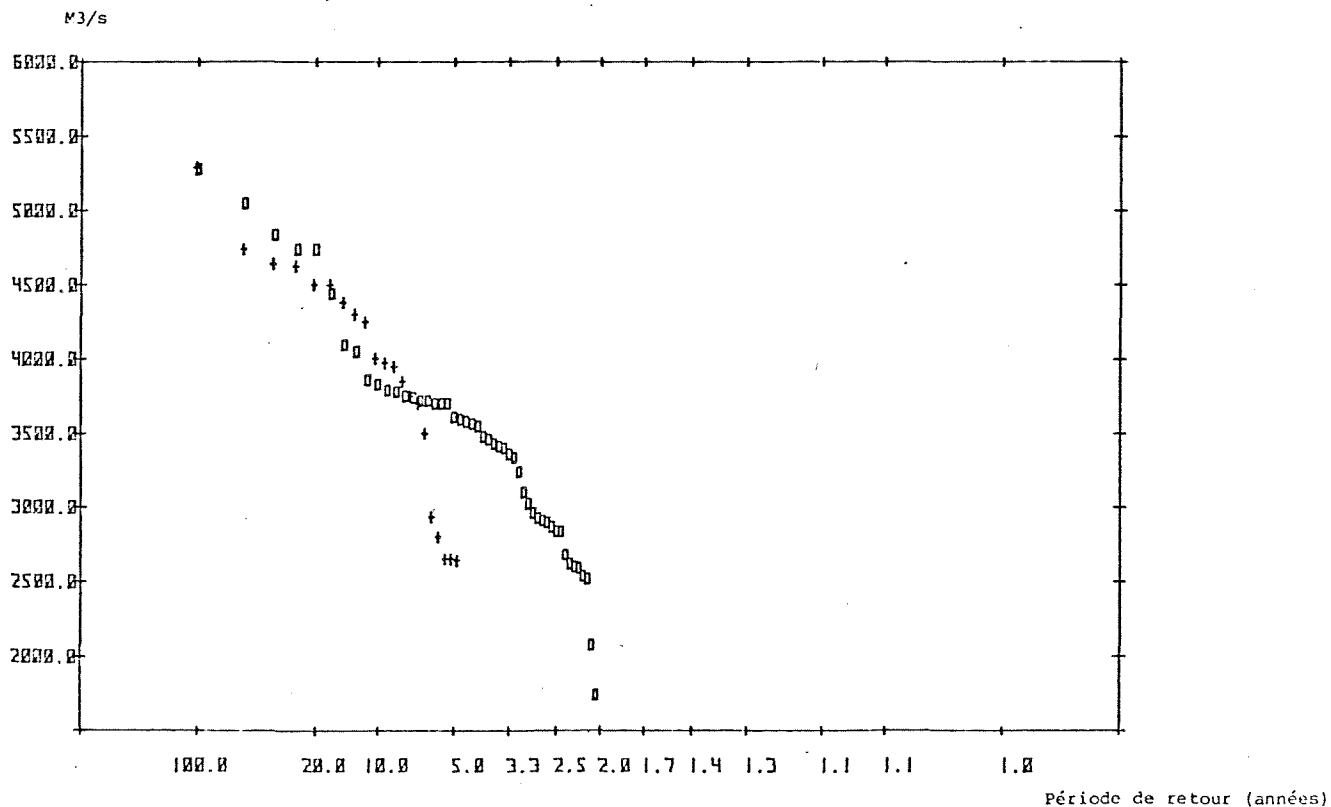


Figure 6

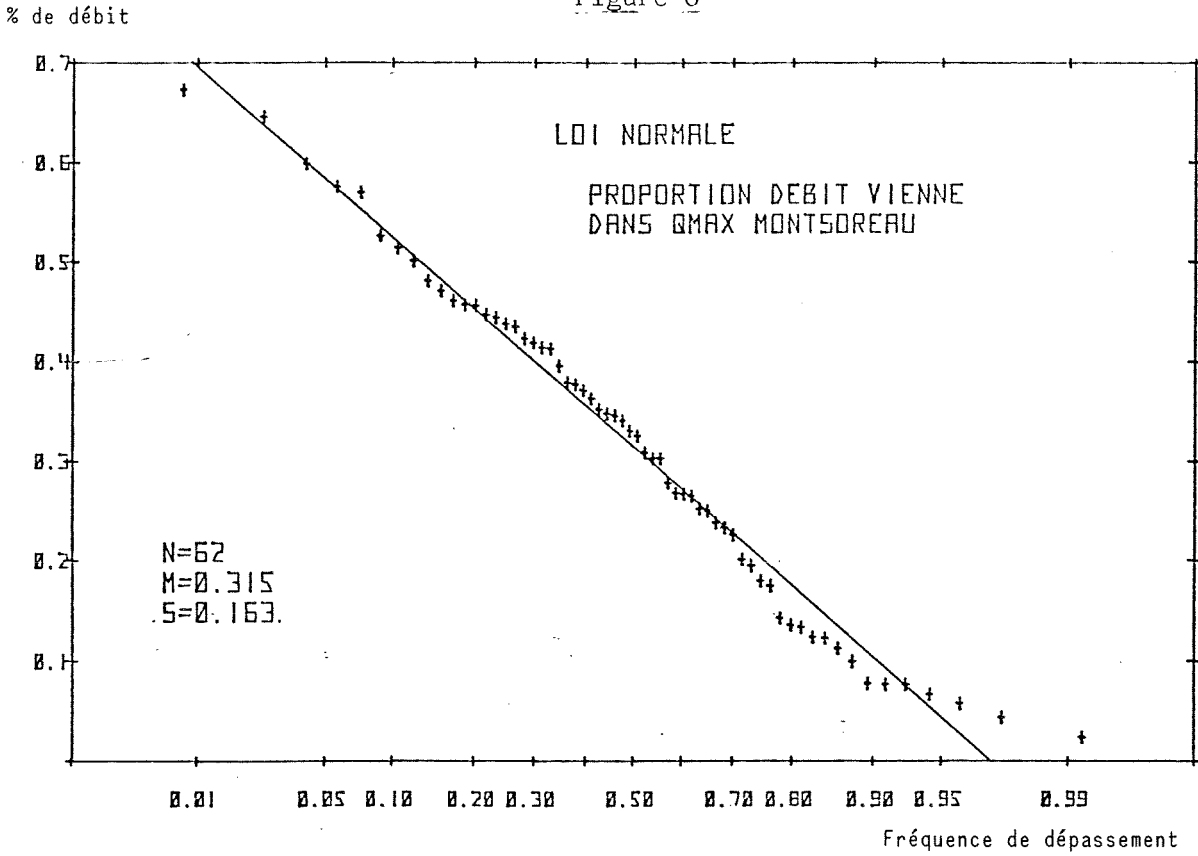
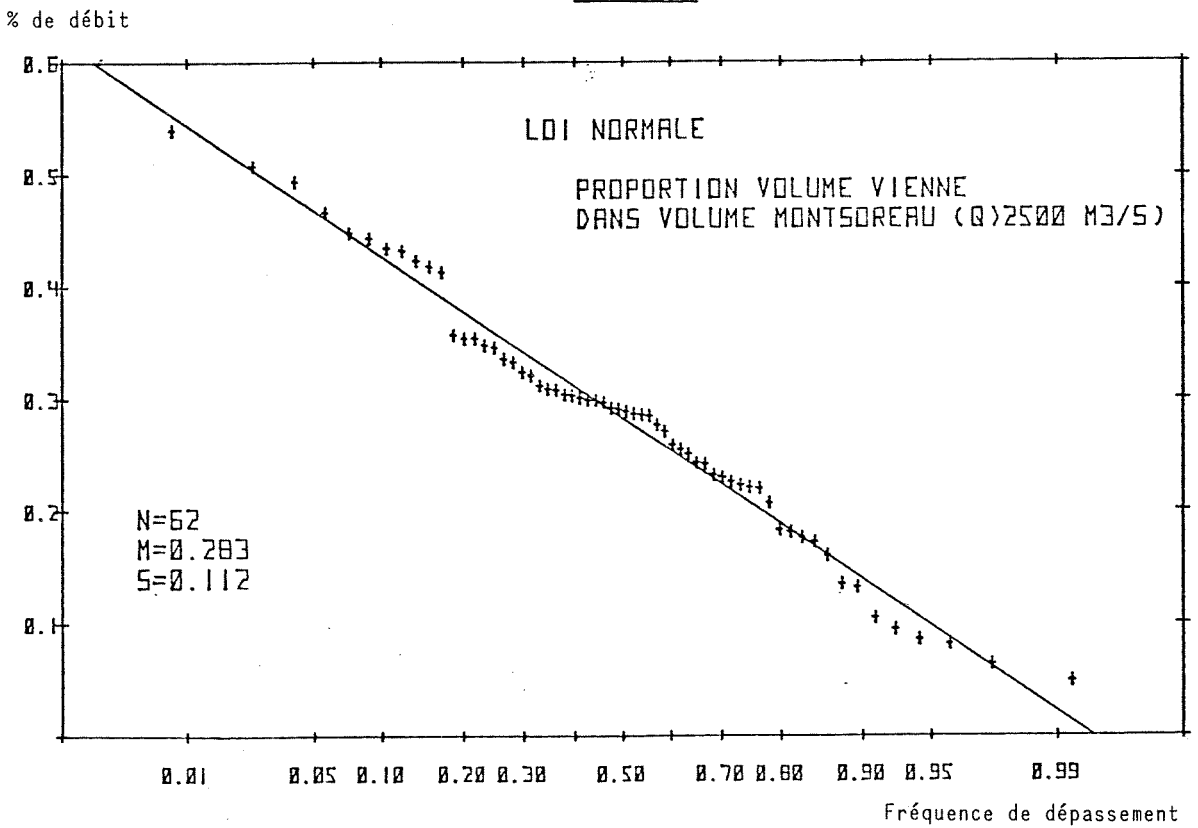


Figure 7



3 EFFICACITE SUR LES CRUES DE LA LOIRE A MONTSOREAU D'UN RESERVOIR
D'ECRETEMENT SUR LA VIENNE, EN AVAL DU CONFLUENT DE LA CREUSE

Examiner la concomitance des crues de la VIENNE et de la LOIRE conduit à s'interroger sur la façon d'intervenir pour éviter ou diminuer ce phénomène et atteindre un certain degré de protection.

Les moyens disponibles correspondants sont essentiellement la construction d'ouvrage écrêteur sur la VIENNE et (ou) sur la LOIRE et l'ALLIER. L'étude de l'efficacité des barrages du VEURDRE et de VILLEREST étant réalisée par ailleurs, il restait à examiner les possibilités d'un barrage écrêteur sur la VIENNE avale.

L'étude sommaire qui a été réalisée pour tester l'efficacité sur les crues de la LOIRE à MONTSOREAU d'un réservoir d'écrêtement situé sur la VIENNE à NOUATRE, en aval du confluent avec la CREUSE, consiste en une simulation du fonctionnement hydrologique du système avec un réservoir écrêteur géré de façon optimale (règle de gestion et prévision parfaites) : les hydrogrammes sont écrêtés dans leurs valeurs supérieures jusqu'à concurrence du volume retenu du réservoir (scénarios à 50, 100 et 150 Mm³).

Bien que simple, cette approche permet de définir l'ordre de grandeur des améliorations obtenues sur les crues de la LOIRE en fonction du volume d'une retenue sur la VIENNE.

Si l'on fait abstraction du problème, réel et non résolu, d'emplacement du site de barrage correspondant, les résultats obtenus se situent en amont des choix économiques entre coûts de rehaussement des digues sur la LOIRE et coûts de construction d'un ouvrage sur la VIENNE.

Les résultats obtenus sur la période 1882-1979 conduisent finalement à s'interroger sur l'opportunité de réaliser un tel ouvrage et à situer son coût par rapport à celui du rehaussement des levées et des digues.

Les conséquences d'une retenue offrant un volume efficace de 150 millions de m³, se limitent en moyenne à un gain de l'ordre d'une trentaine de cm (environ 400 m³/s). La saison intervient peu et les effets sur les évènements les plus extrêmes atteignent 75 cm (cru centenaire).

		Volume d'écrêtement sur la VIENNE			
		0 Mm3	50 Mm3	100 Mm3	150 Mm3
Débits maximaux de la LOIRE à MONTSREAU	Moyenne m3/s	3599	3403	3275	3164
	Ecart-type m3/s	906	846	831	824
Gain en débit (m3/s)			196	324	435
Gain en hauteur (cm)			13	26	36

Encore faut-il souligner que ces gains sont obtenus à partir d'un schéma de *gestion optimale* sans doute assez éloigné des possibilités de gestion en temps réel. Compte tenu des problèmes de prévision hydrologique, de délai de vidange de l'ouvrage, d'éventuelles crues estivales ou de peu probables crues successives, d'impossibilité "sociale" de vider totalement la retenue en période d'été, ..., il faudra envisager un volume utile de la retenue beaucoup plus important que 150 Mm³ pour limiter au maximum des risques de défaillance (rappelons à titre d'exemple que le rapport volume utile / volume total ne népasse pas 50 % pour le barrage du VEURDRE) ; or la recherche d'un site de construction en aval de NOUATRE est limitée par la zone d'influence du remou de la LOIRE, qui représente une importante possibilité de stockage.

L'importance de l'investissement ne semble pas pouvoir être compensée par une mise en valeur optimale de l'ouvrage : le délai de prévision sur la VIENNE n'excède pas 24 heures, il paraît difficilement envisageable de rentabiliser cette vidange préalable en termes énergétiques ou de soutien d'étiage.

On se trouve donc face à deux choix :

- Projeter un ouvrage de 300 Mm^3 pour gagner en moyenne 30 cm, tout en n'assurant pas une protection totale puisque les crues de la LOIRE amont ne sont pas concernées,

- Ou se limiter à un rehaussement en aval de la confluence, intervention beaucoup moins coûteuse, et efficace pour toutes les crues quel que soit leur régime.

DISTRIBUTION DES DEBITS MAXIMAUX DE LA LOIRE A MONTSOREAU
 SELON LE VOLUME D'UN BARRAGE ECRETEUR SUR LA VIENNE

Débit maximum de crue (m3/s)

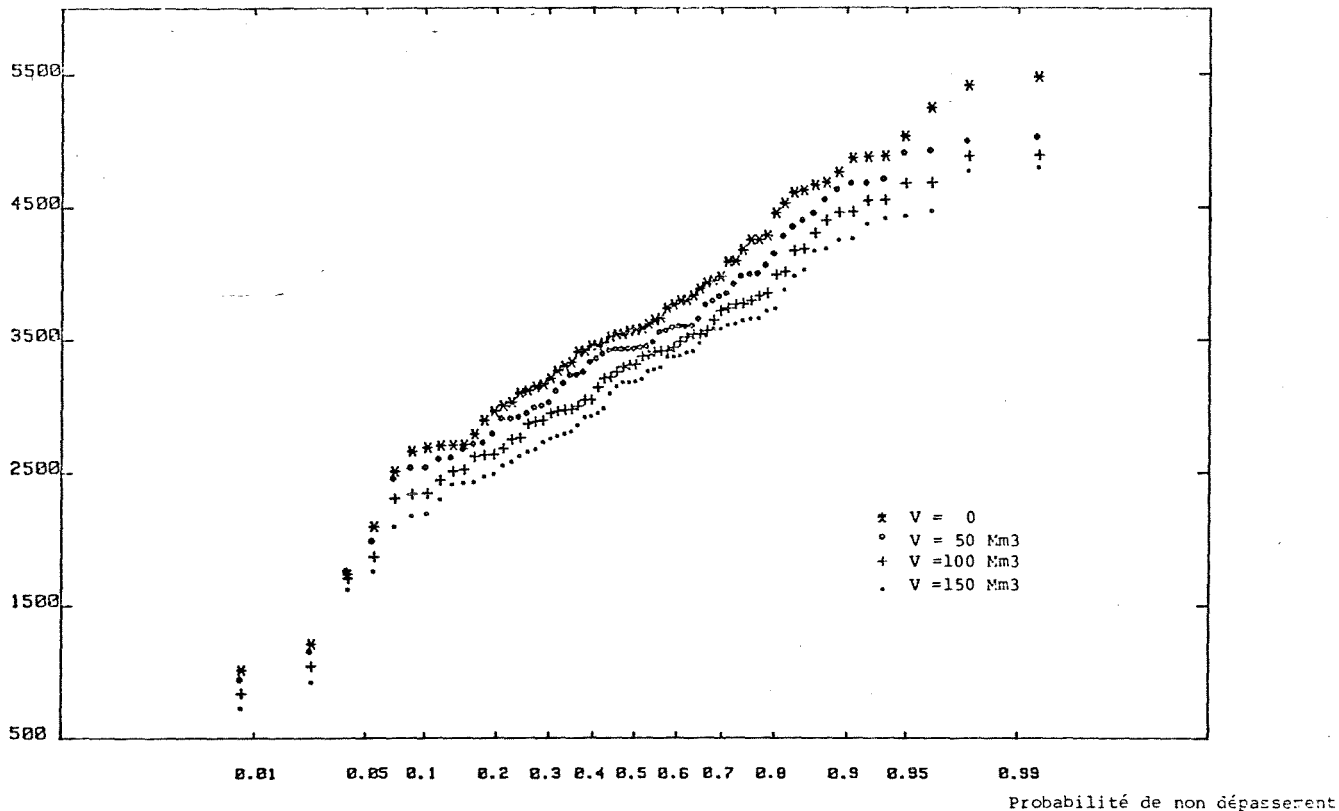
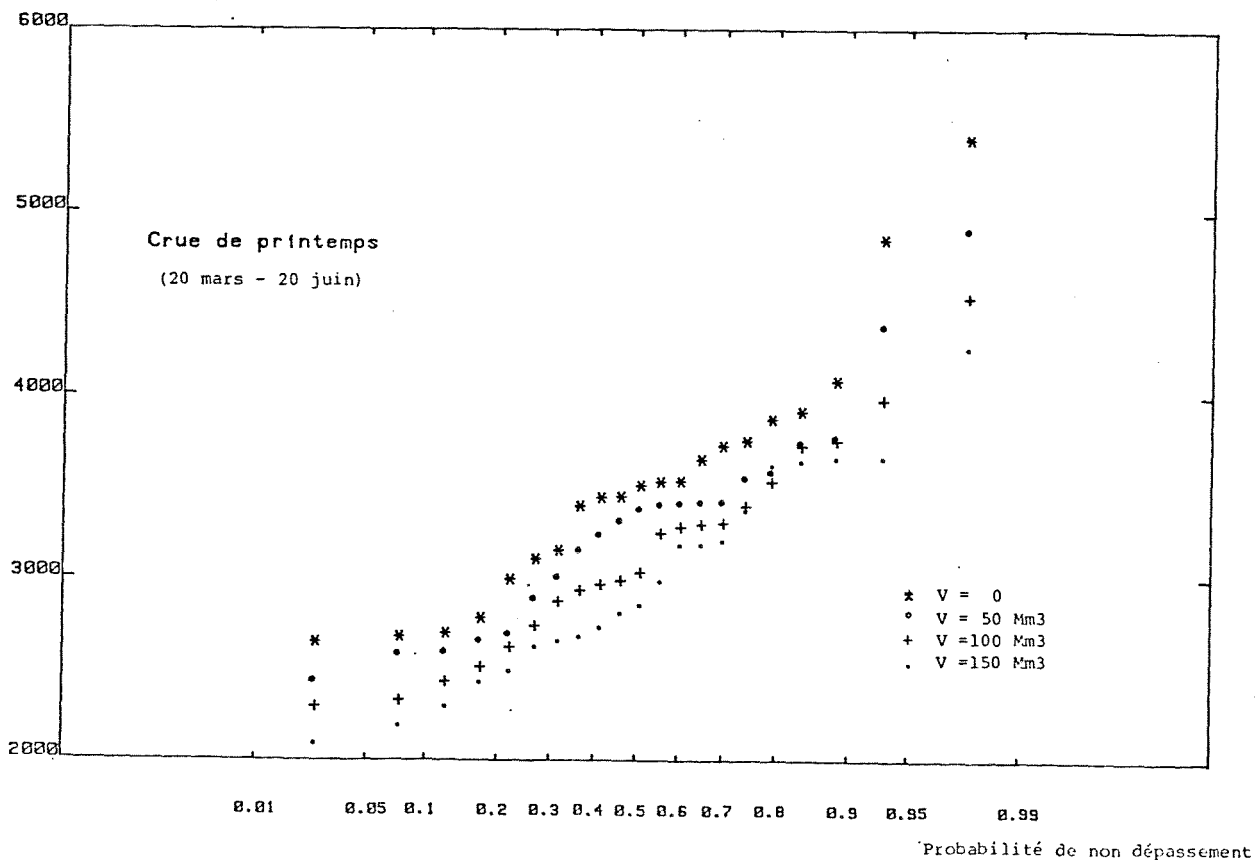


Figure 9

DISTRIBUTION PAR SAISON DES DEBITS MAXIMAUX DE LA LOIRE A MONTSOREAU
 SELON LE VOLUME D'UN BARRAGE ECRETEUR SUR LA VIENNE

Débit maximum de crue (m3/s)



DISTRIBUTION PAR SAISON DES DEBITS MAXIMAUX DE LA LOIRE A MONTSOREAU
SELON LE VOLUME D'UN BARRAGE ECRETEUR SUR LA VIENNE

Débit maximum de la crue (m3/s)

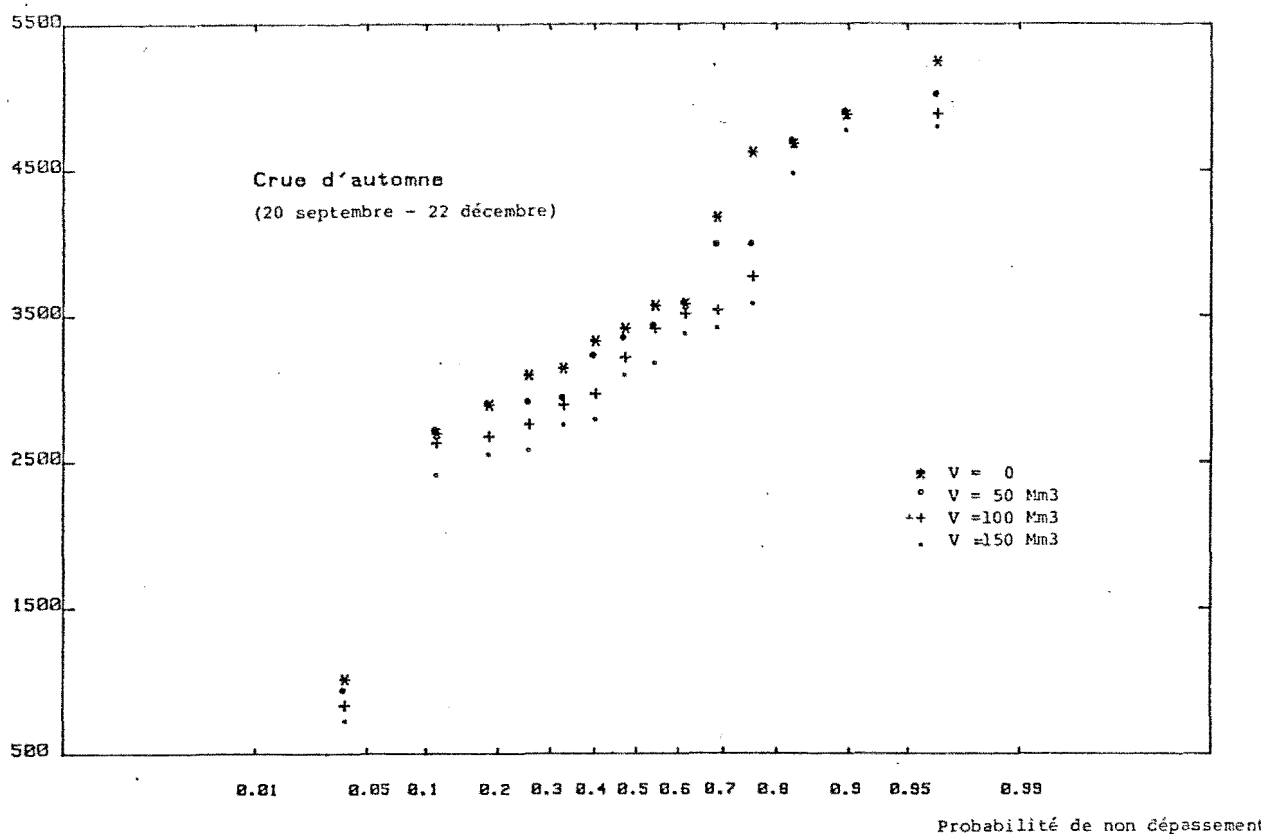
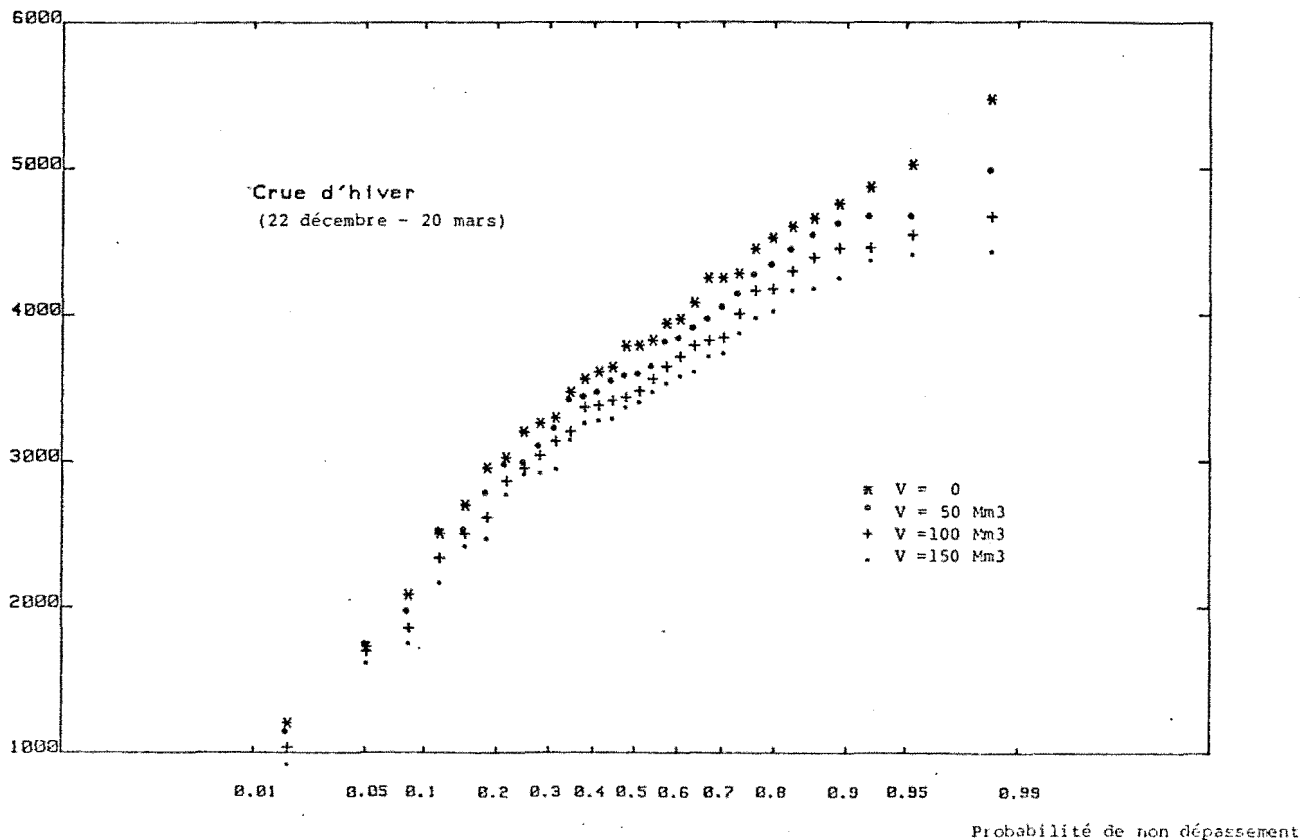


Figure 11

DISTRIBUTION PAR SAISON DES DEBITS MAXIMAUX DE LA LOIRE A MONTSOREAU
SELON LE VOLUME D'UN BARRAGE ECRETEUR SUR LA VIENNE

Débit maximum de la crue (m3/s)



4 LES RISQUES DE SUBMERSION DES LEVEES SUR LA LOIRE EN AVAL DU CONFLUENT DE
LA VIENNE

La crue de décembre 1982, survenue en fin d'étude, n'apparaît pas dans l'échantillon traité. De période de retour élevée (du même ordre que la crue de 1910), elle a atteint $5\,400\text{ m}^3/\text{s}$ à MONTSOREAU et fait partie des crues présentant une certaine simultanéité entre crues de VIENNE et de LOIRE. Ses caractéristiques n'auraient certainement pas modifié les conclusions de ce rapport, mais le niveau d'eau atteint permet de juger du degré de protection fourni par les levées.

En aval de la VIENNE, les levées ont présenté jusqu'à LA DAGUENIERE, un niveau de protection très confortable, de l'ordre de 1.50 m (protection du Val d'AUTHION sur une soixantaine de km).

La situation est apparue un peu dégradée pour la levée de la BELLE-POULE ; le rehaussement du lit de la LOIRE de plus d'un mètre qui s'est produit depuis le siècle dernier, a conduit à une marge de sécurité de l'ordre de 60 à 80 cm seulement. En rive gauche, la protection est apparue encore plus faible, puisque la hauteur maximale de la crue s'est trouvée à 15 cm du niveau des levées !

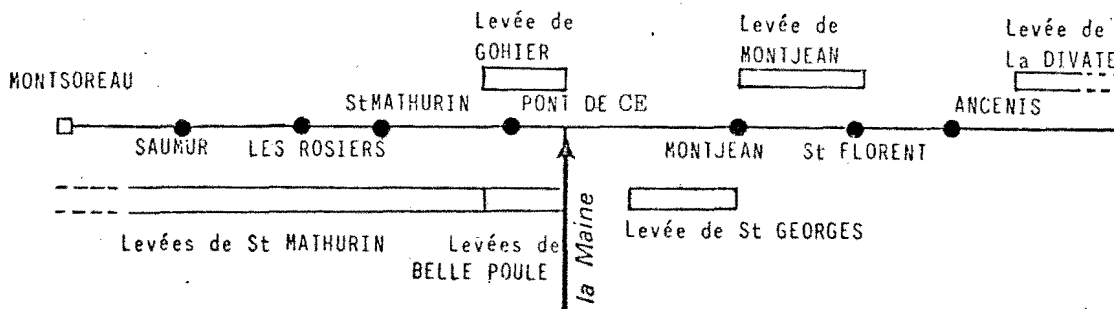
En aval de la MAINE, l'efficacité de la levée de ST-GEORGES en rive droite, n'a été due qu'à la présence d'une murette de quelques 50 cm de hauteur par rapport à la route !

La situation est nettement meilleure au niveau de la levée de MONTJEAN et de la DIVATE.

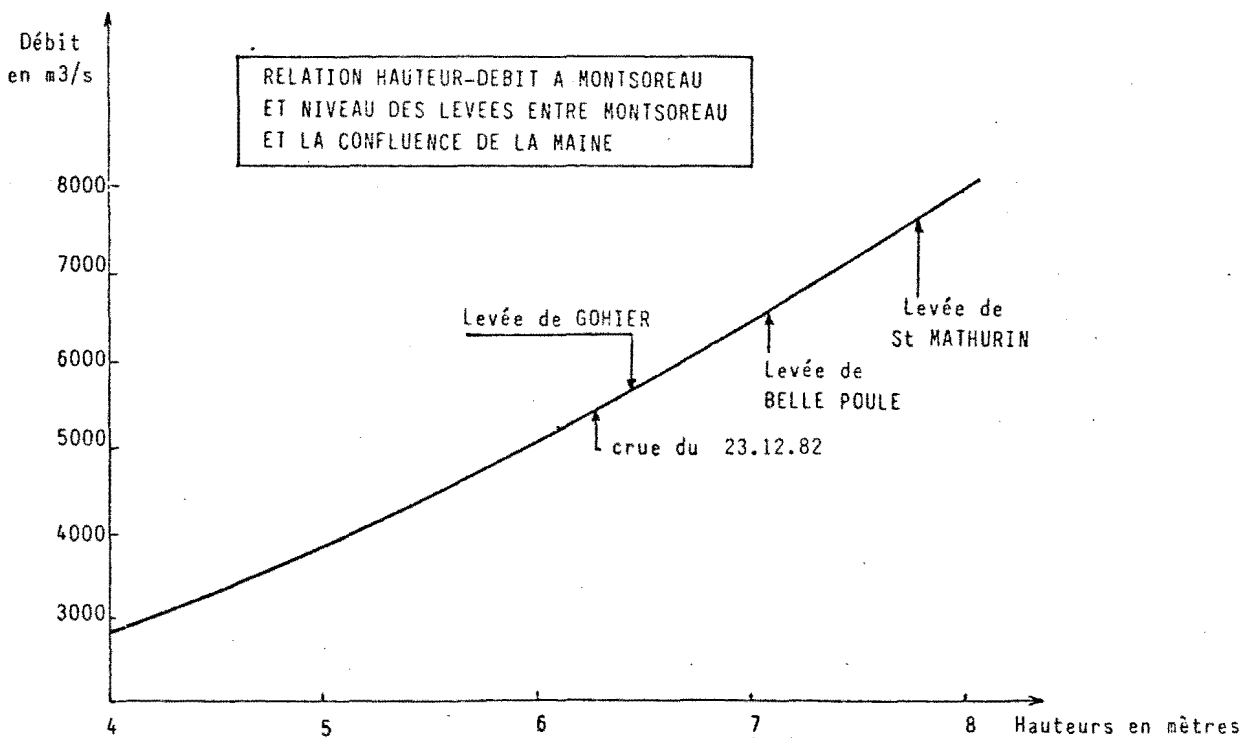
Si ces éléments permettent de définir une politique d'aménagement et de rehaussement complémentaires des levées au niveau des points sensibles, on n'a, par contre, aucune certitude sur la qualité de ces levées, en particulier à hauteur des villes.

Il paraît donc nécessaire de prévoir, parallèlement aux travaux de rehaussement, une campagne de contrôle et d'entretien et ce, sur l'ensemble des levées.

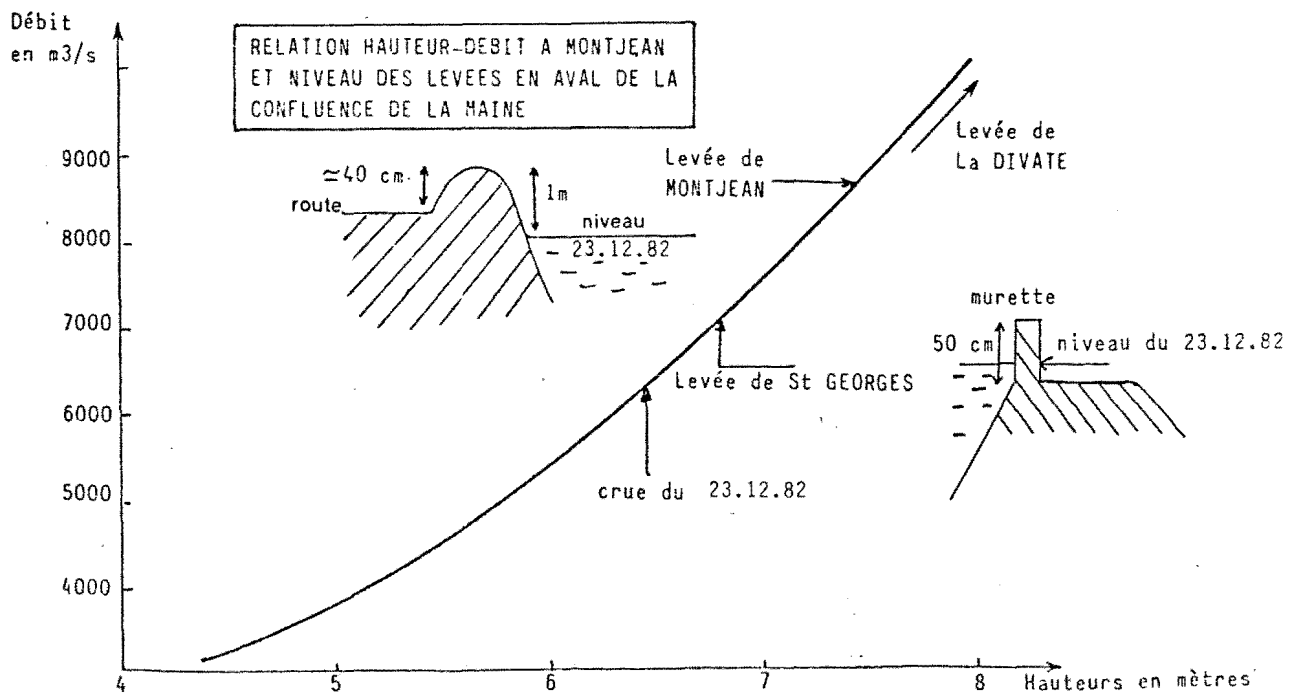
SITUATION DES LEVEES DE LA LOIRE EN AVAL DE MONTSOREAU



RELATION HAUTEUR-DEBIT A MONTSOREAU ET NIVEAU DES LEVEES ENTRE MONTSOREAU ET LA CONFLUENCE DE LA MAINE



RELATION HAUTEUR-DEBIT A MONTJEAN ET NIVEAU DES LEVEES EN AVAL DE LA CONFLUENCE DE LA MAINE



5 RISQUE DE SUBMERSION DES VALS DE LOIRE SITUES EN AVAL DE LA CONFLUENCE DE
LA MAINE PAR SIMULATION DES DEBITS DES SOUS-BASSINS

L'étude du risque de submersion des vals situés en aval du confluent de la MAINE est limitée par l'absence de contrôle ancien sur cette rivière.

Les débits de la MAINE, en fait estimés par sommation des observations recueillies sur les divers affluents (OUDON, MAYENNE, SARTHE et LOIR) ne sont disponibles que depuis 1968.

Afin de disposer d'une information suffisante, nous avons valorisé les longues séries de pluviométrie journalières régionales existantes, par établissement d'une relation pluie-débit sur la période d'observation concomitante, et ce, malgré l'importance des surfaces concernées.

Un modèle global conceptuel a été appliqué aux quatre bassins versants des principaux affluents, les débits de la MAINE étant ensuite estimés par addition des séries simulées.

Les évènements ainsi générés sur une longue période (1937-1967) et les évènements observés depuis 1968, ont été confrontés à ceux des séries observées sur la LOIRE à MONTSOREAU, ce qui a permis d'une part de chiffrer la part d'intervention des crues de la MAINE sur le débit de la LOIRE, à l'aval de la confluence, d'autre part de réaliser une rapide analyse fréquentielle de la concomitance.

L'examen de la simultanéité des crues de la LOIRE et de la MAINE, abordé de manière simple au niveau des débits maximaux, montre que dans le cas d'une crue sur la LOIRE à MONTSOREAU, la part d'intervention de la MAINE dans le débit maximal à l'aval de la confluence ne dépasse pas 15 % en moyenne et reste de toute façon inférieure à 30 %.

Ces résultats sont pratiquement identiques dans le cas d'une crue de la LOIRE à MONTJEAN.

Dans le cas d'une crue de la MAINE (il y a bien sûr recouvrement d'une partie de ces différents scénarios), la part d'intervention sur la débit de la LOIRE est supérieur à 30 % en moyenne, atteignant 60 % au maximum (crue de novembre 1966).

La représentation sur un même graphique des crues maximales annuelles de chacune des rivières, accompagnées du débit correspondant sur l'autre rivière (en m^3/s ou en fréquence) permet de juger du degré de concomitance des évènements extrêmes ; si les points s'organisent selon la première bissectrice, droite d'équi-fréquence, on aura simultanété.

Appliqué au cas de la MAINE et de la LOIRE, ce type de représentation montre une grande dispersion : seules quelques rares crues présentent des fréquences de même ordre, mais en aucun cas le débit de la MAINE n'excède 30 % du débit de la LOIRE à l'aval de la confluence.

Finalement, malgré l'importance des superficies concernées, rendant généralement ce type d'approche inadapté, l'application d'un modèle pluie-débit sur les divers affluents (OUDON, MAYENNE, SARTHE, LOIR) a permis l'obtention d'une longue série complémentaire de débits journaliers de la MAINE à ANGERS (1937-1967).

L'analyse de la série simulée + observée (1937-1978) conduit à des estimations en ce site d'un débit décennal de l'ordre de $1\ 100\ m^3/s$ et d'un débit centenaire proche de $1\ 700\ m^3/s$.

Les risques de submersion en aval de la confluence dûs à la simultanété des crues de la LOIRE et de la MAINE sont extrêmement faibles, la part de la MAINE ne représentant qu'une fraction minime des débits à l'aval de la confluence.

Aucun aménagement sur la MAINE (le site resterait à trouver...) n'aura de conséquence notable sur les risques de submersion en aval de la confluence avec la LOIRE.

Figure 13

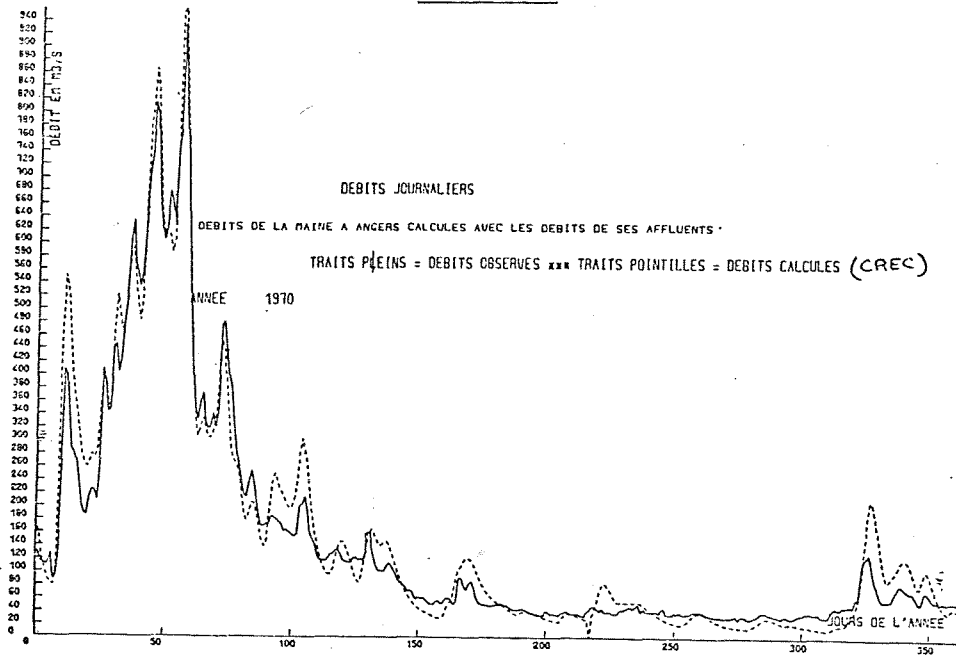
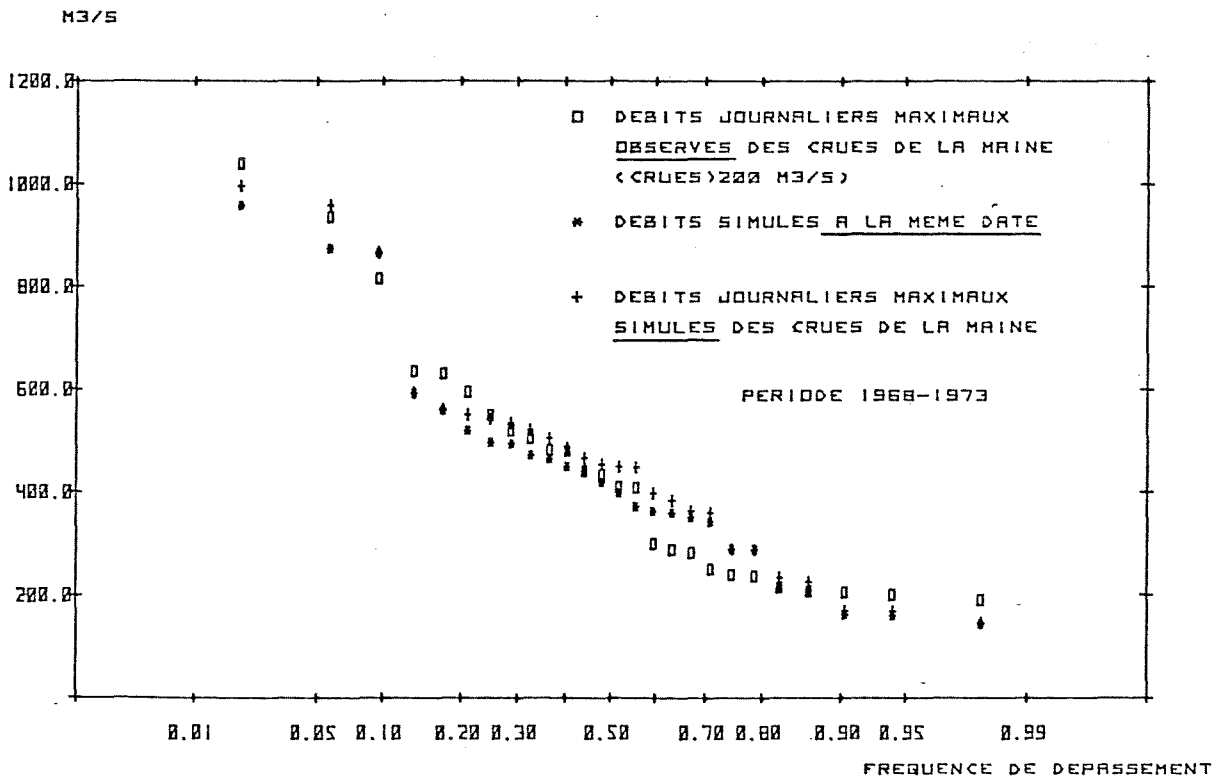


Figure 14



M3/5

Figure 15

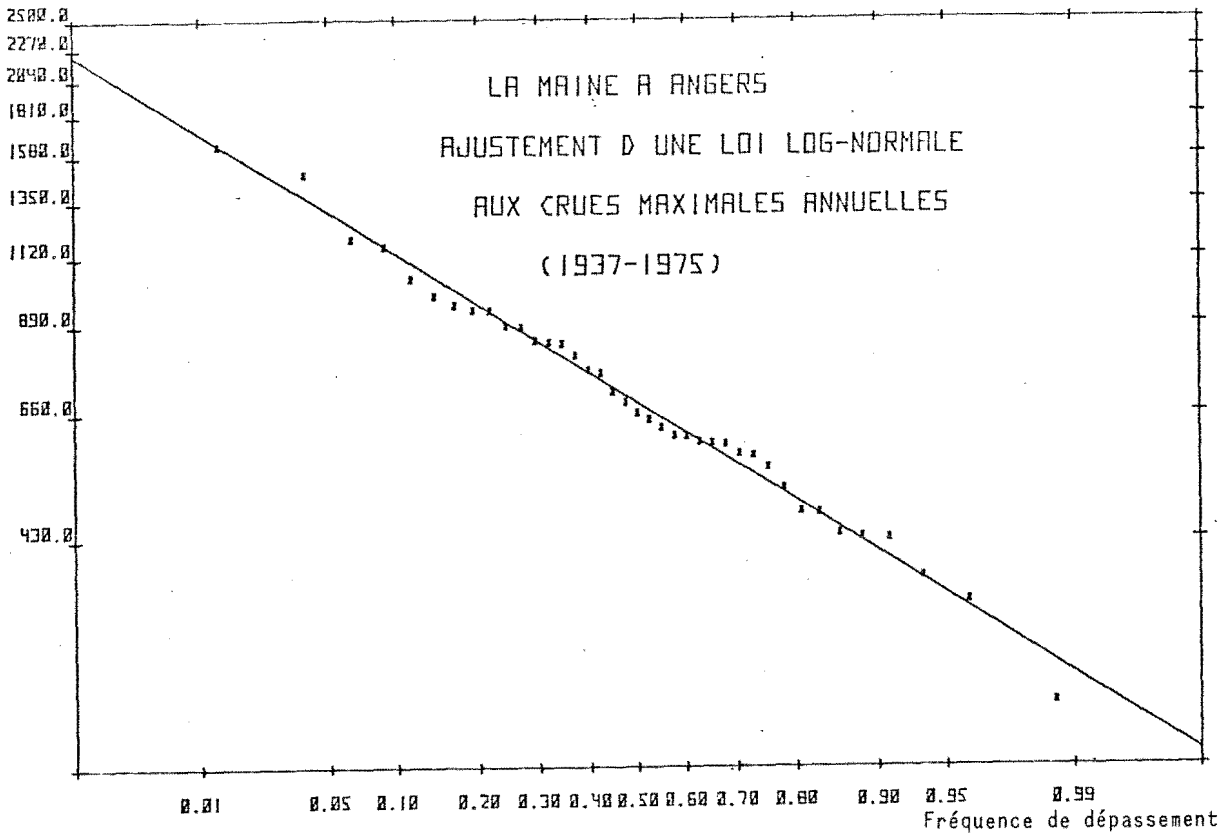


Figure 16

CONCOMITANCE DES CRUES DE LA MAINE A ANGERS ET DE LA LOIRE A L'AVANT DE LA CONFLUENCE.

Représentation fréquentielle - Période 1937-1975

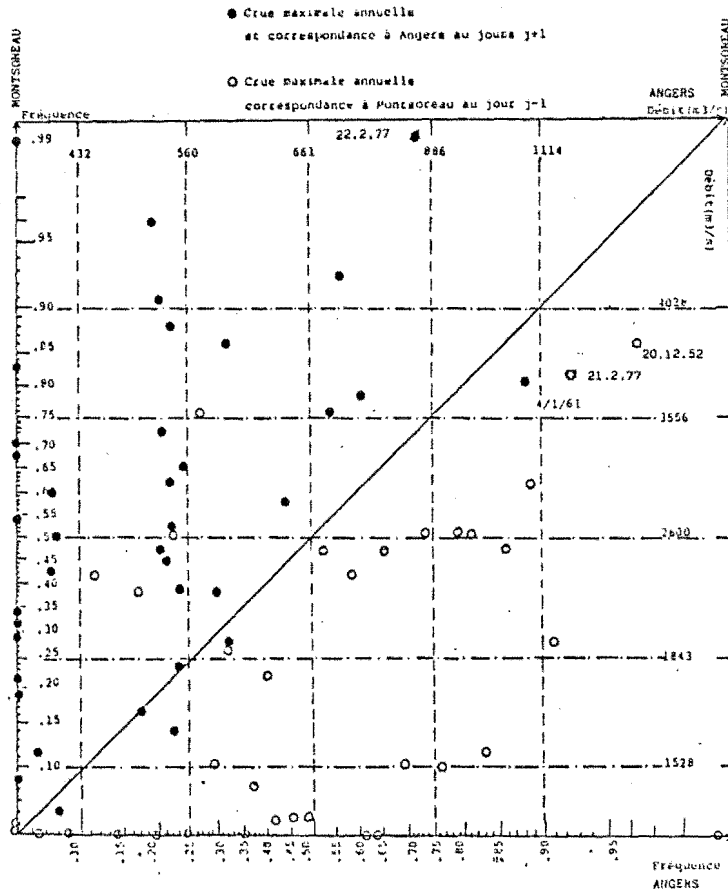


Figure 17

DISTRIBUTION FREQUENTIELLE DE LA PART
RELATIVE DU DEBIT DE LA MAINE SUR LES
DEBITS EN AVAL DE LA CONFLUENCE
(CAS D'UNE CRUE SUR LA MAINE A ANGERS)

% de débit

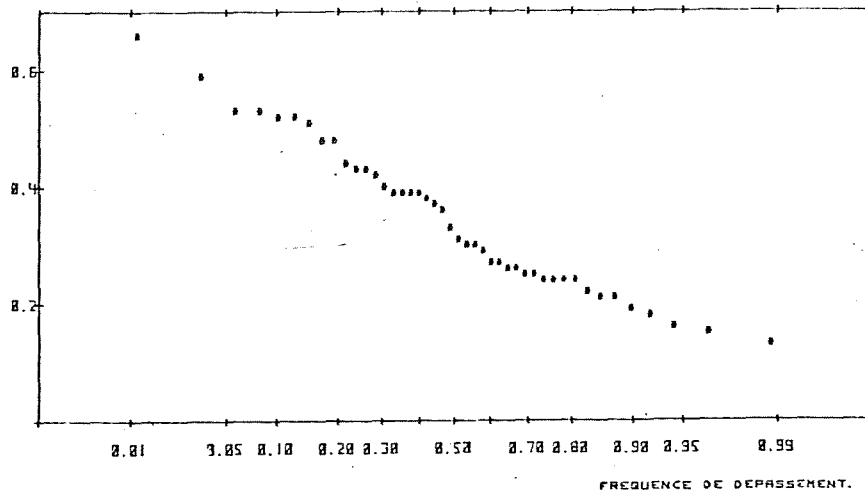


Figure 18

DISTRIBUTION FREQUENTIELLE
DE LA PART RELATIVE DU DEBIT DE LA MAINE SUR LES DEBITS
EN AVAL DE LA CONFLUENCE
(CAS D'UNE CRUE SUR LA LOIRE A MONTDREAU)

% de débit

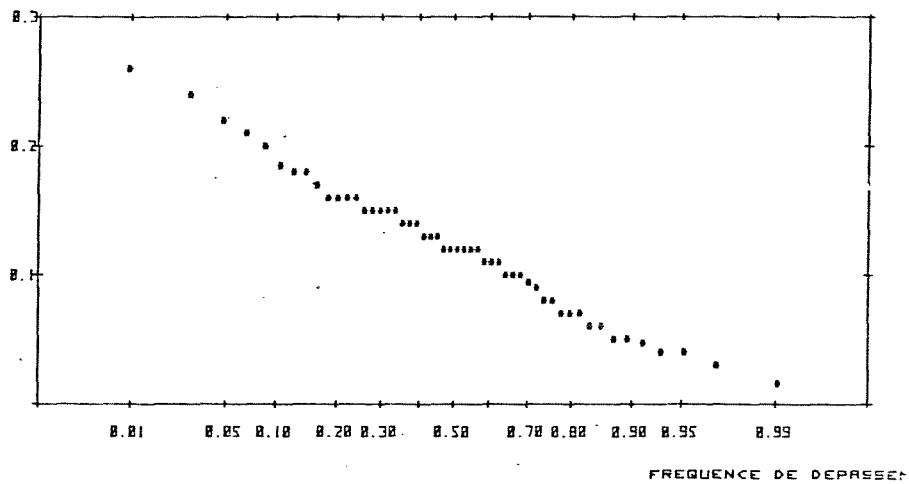
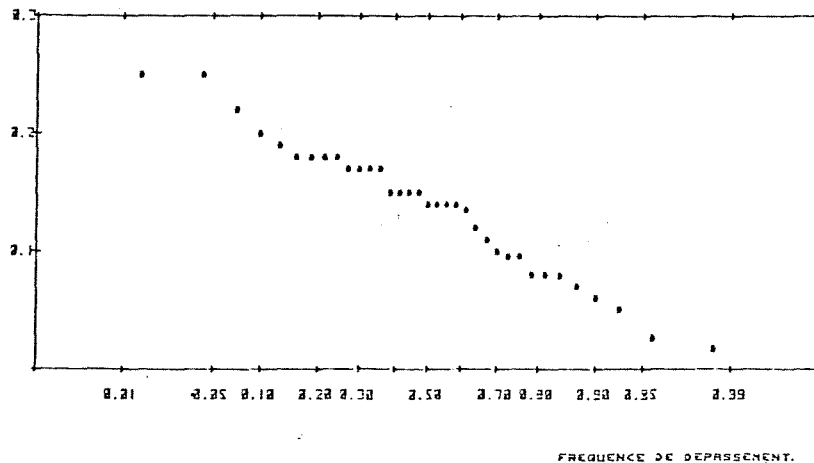


Figure 19

DISTRIBUTION FREQUENTIELLE DE LA PART RELATIVE
DU DEBIT DE LA MAINE SUR LES DEBITS EN AVAL
DE LA CONFLUENCE
(CAS D'UNE CRUE SUR LA LOIRE A MONTJEAN)

% de débit



6 CONCLUSION

L'idée initiale de la protection des vals de la LOIRE en aval de la confluence de la VIENNE par réalisation d'un barrage écrêteur de crue, paraît difficile à maintenir.

Un tel ouvrage, d'un volume au moins égal à 300 millions de m³ (c'est-à-dire d'un coût supérieur à 1 milliard de Francs !...) ne fournirait, dans le cas d'un schéma de *gestion optimale*, qu'un gain de 30 cm en moyenne sur les hauteurs de la LOIRE à MONTSOREAU.

Moins de 30 % des crues à MONTSOREAU sont consécutives à une certaine concomitance des crues de la LOIRE et de la VIENNE.

C'est dire, en d'autres termes, qu'un tel ouvrage n'assurerait pratiquement aucune protection dans plus de 70 % des cas !

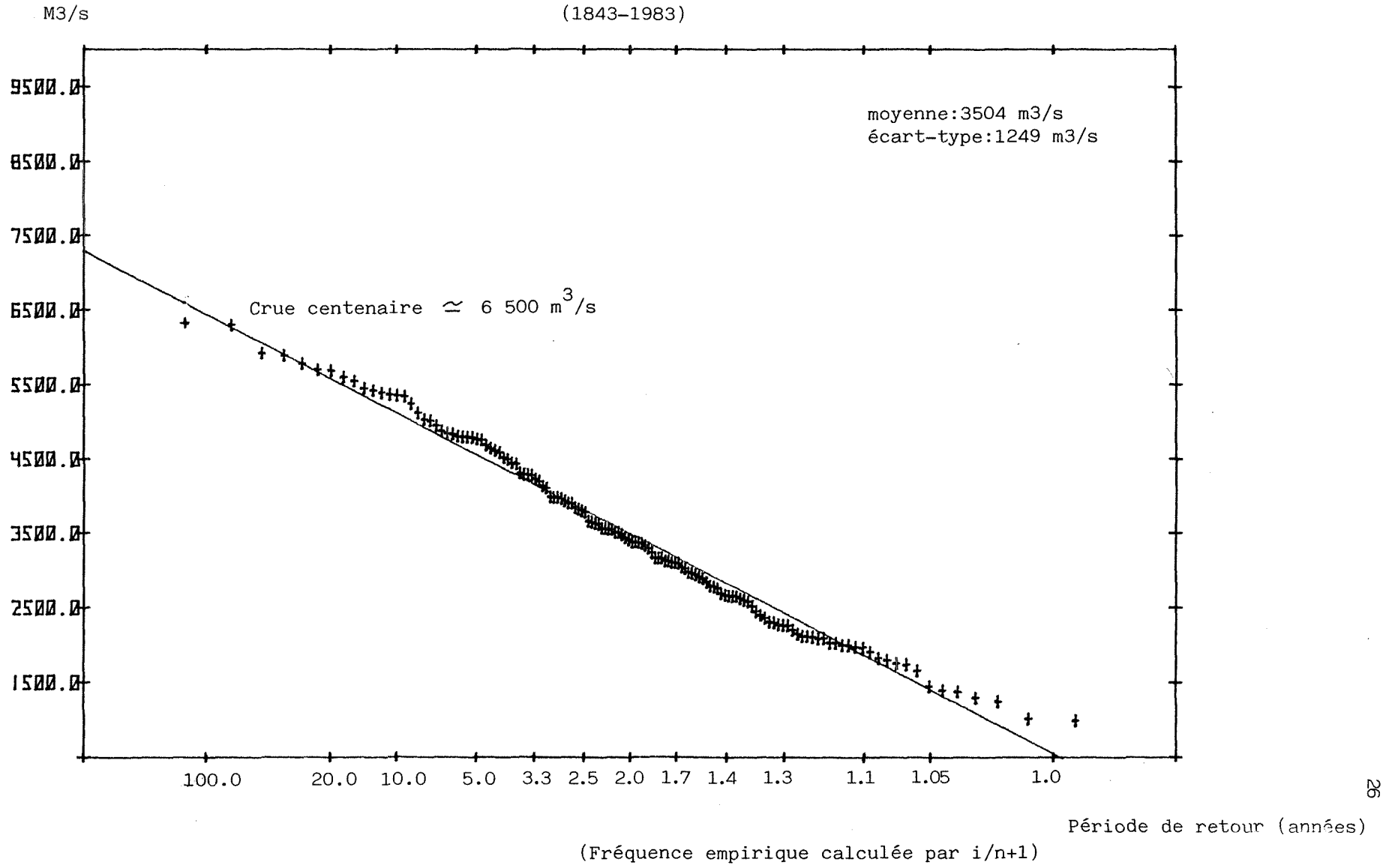
Si l'on rajoute à ces résultats les difficultés d'implantation d'un tel ouvrage, compte tenu de la nécessité de préserver l'importante zone de stockage naturelle des vals de la VIENNE, la protection des Vals de LOIRE en aval du confluent de la VIENNE semble devoir passer par d'autres choix.

La crue de décembre 1982 a montré l'efficacité des levées existantes, mais aussi leur faiblesse en certains points. Une politique de renforcement et de rehaussement des levées augmenterait l'efficacité de ces ouvrages qui offrent le double avantage :

- d'assurer une protection pour l'ensemble des crues quelle que soit leur origine,
- de présenter des coûts de construction nettement plus réduits qu'un barrage écrêteur.

LA LOIRE A MONTJEAN

AJUSTEMENT D'UNE LOI NORMALE AUX DEBITS MAXIMAUX INSTANTANES ANNUELS
(1843-1983)



LA LOIRE A MONSTOREAU

AJUSTEMENT D'UNE LOI LOG-NORMALE AUX DEBITS MAXIMAUX ANNUELS

(1856 - 1983)

