

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

Services Régionaux de l'Aménagement des Eaux **Direction de l'Aménagement** **C.T. G.R.E.F.**
Service de l'Hydraulique **Pivision Hydrologie**
Hydraulique Fluviale

SYNTHESE NATIONALE SUR LES CRUES DES PETITS BASSINS VERSANTS

Fascicule 1

ELEMENTS DE PLUVIOMETRIE

Juin 1980

AVANT - P R O P O S

Le présent document est le premier d'une série de fascicules qui présentent les principaux résultats opérationnels d'une synthèse nationale de crues effectuée sur un ensemble d'environ 200 petits bassins versants essentiellement observés par les S.R.A.E. (Services Régionaux d'Aménagement des Eaux).

Cette étude a mis en oeuvre une partie importante des moyens de divers services : les S.R.A.E., le Service de l'**Hydraulique** du Ministère de l'Agriculture, la Division Hydrologie-Hydraulique Fluviale du C.T.G.R.E.F. Elle a commencé en 1975, devrait se terminer en 1981 et a bénéficié du concours du Bureau Central Hydrologique de l'**O.R.S.T.O.M.**

Il est envisagé de la prolonger ultérieurement à l'échelle régionale, en étoffant localement l'échantillon des bassins et en affinant la connaissance des précipitations,

L'essentiel de l'information utilisée concerne les caractéristiques d'un certain nombre de couples averses-crues (quelques dizaines par bassin), les caractéristiques statistiques des pluies et des débits de crues et un grand nombre de paramètres décrivant les bassins versants. La plupart des informations hydrométriques ont été extraites de la banque de données du Service de l'**Hydraulique** de l'**Agriculture**.

Cette synthèse n'aurait pu être entreprise sans les nombreux et ingrats travaux de terrain nécessaires à la collecte des données hydrologiques : les agents d'hydrométrie et les observateurs en ont donc été les premiers artisans.

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	5
1. RAPPELS METHODOLOGIQUES	7
2. RESULTATS SUR LES FORTES PLUIES DE 1 à 10 JOURS	8
3. RESULTATS PARTIELS D'INTENSITE DE PLUIE SUR DES DUREES INFERIEURES A LA JOURNEE	14
3.1. Résultats issus d'une synthèse datant de 1972	14
3.2. Résultats concernant les postes-repères de PARIS-MONTSOURIS et de MONTPELLIER-BEL AIR	16
3.3. Résultats issus d'une étude régionale sur l'Alsace	17
4. AUTRES VARIABLES HYDROCLIMATIQUES	19
4.1. Pluie annuelle moyenne et averses	19
4.2. Les variations saisonnières	22
4.3. Approche synthétique : les climats	26
5. PASSAGE DES PLUIES LOCALES AUX PLUIES MOYENNES SUR UNE SURFACE.	28
5.1. Les diverses pluies locales et moyennes en présence	28
5.2. L'abattement sur les pluies	29
6. DETERMINATION DE LA PLUIE DE PROJET	30
6.1. Forme de la pluie de projet	31
6.2. Définition de la fréquence de la pluie de projet	32
6.3. Structure de la pluie de projet	32
6.4. Durée de la pluie de projet	34
6.5. Hyétoگرامme de la pluie locale	35
6.6. Hyétoگرامme de la pluie moyenne sur une surface	36
6.7. Utilisation des données de pluies journalières	38
CONCLUSION	39
BIBLIOGRAPHIE	40
ANNEXE - Tableau des coefficients a et b de MONTANA des pluies décennales et centennales journalières et du gradex de I j.	41

INTRODUCTION

Ce fascicule n° 1 présente un certain nombre de résultats **pluviométriques** nécessaires à l'estimation des débits de crue. Pour l'essentiel, ces données ne résultent pas directement de cette étude de synthèse, mais sont tirées d'autres documents ou études spécialisées dans les pluies. Une information **pluviométrique** spécifique de l'étude des crues a été demandée aux S.R.A.E. et consignée dans les fichiers de données. Cette information a complété les données issues du réseau de la Direction **de la Météorologie**.

Ces données pluviométriques associées aux débits de crue analysés ont, par contre, surtout été utilisées dans le **fascicule n° 4**, qui traite des relations pluie - débit et, d'une façon générale, des caractéristiques des couples **averses-crues**.

L'attention du lecteur est attirée sur le caractère général et donc souvent peu représentatif pour un lieu donné (bassin, cours d'eau) des résultats chiffrés présentés ici. S'il faut se garder d'être "pointilliste" en la matière et d'estimer des caractéristiques statistiques rares à partir d'une station de courte durée, pour la seule raison qu'elle est bien située (par exemple au milieu du bassin étudié), à l'inverse, une estimation de crue ne devrait pas se contenter des résultats globaux présentés dans ce fascicule.

La bonne approche consiste à utiliser les données locales pour adapter au lieu précis du projet concerné les résultats généraux issus, soit de la présente, soit d'autres synthèses, par exemple régionales. Ce type de démarche, éminemment souhaitable pour les pluies, sera d'ailleurs à nouveau proposé pour les débits (fascicule 2).

SYNTHESE NATIONALE SUR LES CRUES DES PETITS BASSINS VERSANTS

Fascile 2

L A M E T H O D E **SOCOSE**

Méthode sommaire d-estimation de la crue décennale
sur un petit bassin versant non jaugé

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
1. OBJECTIFS ET PRINCIPE GENERAL DE IA METHODE	
1.1. Cadre général et définitions préalables	1
1.2. Présentation générale du modèle	4
12.1. Principe	
12.2. Description succincte des composants du modèle	
12.3. Calcul préalable de D et de J	
12.4. Apport de l'informatique à la résolution du problème	
12.5. Organigramme simplifié	
1.3. Proposition pour une correction des résultats	6
2. PROCEDURE PRATIQUE D'UTILISATION	
2.1. Rassemblement des données nécessaires	7
21.1. Données morphométriques	
21.2. Données climatiques	
2.2. Calculs intermédiaires	8
22.1. Durée caractéristique de crue D	
22.2. Interception potentielle J	
22.3. Calcul d'un indice pluviométrique : k	
22.4. Calcul d'un nombre intermédiaire : ρ	
2.3. Résultat brut de la méthode SOCOSE	8
3. CONCLUSION	9
DOCUMENTATION SOMMAIRE	10

S O M M A I R E (suite)

Pages

-ANNEXE A : PRECISIONS ET COMPLEMENTS

1. Choix du hyétogramme de la pluie de projet	11
1.1. Intensité maximale sur la durée D	
1.2. Liaison avec les données journalières	
1.3. Structure et durée de la pluie de projet	
2. Fonction de ruissellement	12
3. Choix de l'hydrogramme unitaire	13
4. Sommation des hydrogrammes élémentaires	15
4.1. Principe	
4.2. Calcul du ruissellement potentiel	
4.3. Calcul de l'hydrogramme de crue	
4.4. Présentation des résultats	
5. Détermination des crues pour une fréquence non décennale.	17
6. Calage de la méthode SOCOSE	18
7. Qualité des régressions et précision de la méthode.....	19

- ANNEXE B : EXEMPLE D'APPLICATION DE LA METHODE

1. Problème posé	21
2. Données disponibles sur le bassin versant	21
3. Première estimation du débit décennal	22
4. Etude d'un bassin ressemblant envue d'une correction éventuelle	22
5. Estimation corrigée du débit décennal.....	24
6. Détermination du débit cinquantiennal.....	25

- ANNEXE C : DONNEES CLIMATIQUES GENERALES

. Carte des valeurs de b ($I = a/t^b$) : voir fascicule 1	
. Carte des pluviométries moyennes interannuelles : voir fasc. 1	
. Carte des températures moyennes interannuelles réduites au niveau de la mer	27

- ANNEXE D : DONNEES SUR LES BASSINS AYANT SERVI AU CALAGE DE LA METHODE

. Carte de situation des bassins versants	30
. Graphiques de corrélation pour D et J	31
. Graphique débits calculés - débits observés	32
. Liste des stations utilisées et de leurs paramètres	33



SYNTHESE NATIONALE SUR LES CRUES DES PETITS BASSINS VERSANTS

Fascicule 3

LA METHODE CRUPEDIX

Méthode d-estimation du débit de crue de fréquence **décennale**
sur un bassin **versant** non **jaugé**
à partir des **précipitations** et d'un paramètre **régional**

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
1. PRESENTATION DE LA METHODE	3
2. ETABLISSEMENT D'UNE FORMULE PAR VOIE STATISTIQUE	3
3. LE COEFFICIENT REGIONAL R	6
4. L'ESTIMATION DE P, PRECIPITATION JOURNALIERE DECENNALE	8
5. LES RESULTATS	16
6. LA CARTOGRAPHIE DES POTENTIALITES DE CRUE DECENNALE	16
7. LA PROCEDURE A SUIVRE POUR L'APPLICATION DE LA METHODE CRUPEDIX	20
8. CONCLUSION	21
Annexe A - Exemples d'application de la méthode CRUPEDIX	23
Annexe B - Tableau des valeurs de crue observées et estimées	27
Annexe C - Risques d'erreur dans l'estimation d'un quantile décennal par la loi de GUMBEL	34
Annexe D - Bibliographie et sources de données	36

LISTE DES FIGURES

1a, 1b, 1c	Tableaux de corrélation	4
2	Carte des résidus avant introduction de R	6
3	Carte du coefficient régional R*	7
4a, 4b, 4c	Graphiques montrant les relations entre pluie journalière décennale et précipitation annuelle moyenne	9
5	Carte du coefficient "de tempérance" (k_t)	10 et 11
6	Carte des précipitations journalières de fréquence décennale	12, 13, 14 et 15
7	Carte des postes ayant servi à l'établissement de la carte des pluies journalières décennales	12
8	Graphes de corrélation entre valeurs observées et calculées (exemples rég)	17
9	Carte des résidus de la corrélation entre débits observés et débits estimés par CRUPEDIX	18
10	Graphes de corrélation entre valeurs observées et calculées (ensemble des valeurs)...	19
11	Carte de France des régions administratives	27
12	Probabilité d'erreur dans l'estimation d'un quantile décennal par la loi de GUMBEL	34

SYNTHESE NATIONALE SUR LES CRUES' DES PETITS BASSINS VERSANTS

Fascicule 4

ETUDE DES CARACTERISTIQUES
AVERSES-CRUES



S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	5
1. PROPOSITIONS POUR UNE APPROCHE PLUS REALISTE DU TEMPS CARACTERISTIQUE DE CRUE DES BASSINS VERSANTS (tc)	5
1.1. Définitions et difficultés d'appréciation de tc	5
1.2. "D" (SØCØSE) comme paramètre de substitution : $D \equiv tc$?	5
1.3. Formulations proposées	6
13.1. Au niveau national	6
13.2. Au niveau inter-régional	8
13.3. Les formules encore en vigueur	9
13.4. Schématisation d'un hydrogramme de projet	9
2. ETUDE DU RAPPORT $rt = \frac{QIX}{QtX}$	9
2.1. Etude de rt pour $t = J$ (jour civil) : $rJ = \frac{QIX}{QJX}$	9
21.1. Etude statistique (rappels de résultats antérieurs)	II
21.2. Estimation a priori de rF	12
2.2. Etude de rD	14
3. DETERMINATION D'UN COEFFICIENT D'ECOULEMENT DIRECT A PARTIR DE L'ANALYSE DES CARACTERISTIQUES AVERSES - CRUES	21
3.1. Les variables explicatives retenues dans la définition	21
3.2. Considérations relatives aux différentes variables explicatives	21
3.3. Formules proposées	23
33.1. Formules régionales	23
33.2. Quelques regroupements inter-régions par affinité de formules	28
3.4. Exemple d'application : les crues de mars et juillet 1980 sur les bassins de l'Orgeval	31
34.1. Crues exceptionnelles du 14.3.80	31
34.2. Crue du 14 juillet 1980 sur le bassin du Theil	32
34.3. Formule généralisée avec la surface	33
DOCUMENTATION SOMMAIRE	39
ANNEXE 1 : Procédure de dépouillement des caractéristiques averses-crues	41
ANNEXE 2 : Liste des stations avec nom du gestionnaire	43 - 45

INTRODUCTION

Le fascicule n° 4 se propose de fournir des éléments d'information complémentaires aux méthodes déjà exposées.

Nous traitons, dans le 1er chapitre, du problème posé par la définition du temps caractéristique t_c d'un bassin versant. C'est un problème important. Par exemple : l'application de la méthode du gradex nécessite au préalable le choix d'un temps caractéristique. Ce choix est aussi indispensable à la résolution de certains problèmes hydrauliques tels que le laminage.

Par ailleurs, la méthode du gradex nous permet d'estimer un débit moyen sur la durée $D = t_c$ de fréquence rare ($T > 100$ ans). Le passage de ce débit au débit instantané se fait au moyen d'un coefficient correctement choisi. Nous nous proposons, dans le 2ème chapitre, d'étudier ce coefficient lorsque le débit moyen est journalier.

Enfin, dans le chapitre 3 de ce fascicule, sont présentés quelques résultats issus de l'étude des caractéristiques averse - crues pour quelques bassins de la synthèse. Ces résultats partiels, relatifs à la définition à caractère plus ou moins prévisionnel du coefficient d'écoulement direct, devraient permettre d'améliorer au niveau régional la connaissance des mécanismes pluies - débits, du moins pour un type donné de terrain et à condition de pouvoir y **contrôler** ces résultats sur un nombre suffisant de bassins.

1. PROPOSITIONS POUR UNE APPROCHE PLUS REALISTE DU TEMPS CARACTERISTIQUE DE CRUE DES BASSINS VERSANTS (t_c)

1.1. Définitions et difficultés d'appréciation de t_c :

La détermination d'un temps caractéristique de crue t_c d'un bassin a des applications multiples en hydrologie analytique.

En dehors des applications courantes du domaine de l'assainissement urbain ou rural, on peut citer le problème lié au choix du pas de temps $\Delta t = t_c/n$ qui conduit au calage optimal d'un modèle pluies - débits, que ce modèle soit de type conceptuel ou "boîte noire".

En hydrologie classique, le choix de t_c est **nécessaire** à l'utilisation de la méthode du gradex.

Ce temps caractéristique peut varier de quelques minutes, pour des bassins urbains, à quelques jours, pour des bassins ruraux. Dans ce dernier cas, il n'est pas rare qu'à superficie comparable, deux bassins aient des t_c dont le rapport varie de 1 à 10.

On a depuis quelque temps abandonné le nom de "temps de concentration" au profit du temps caractéristique pour appuyer le fait que le t_c n'est pas seulement lié aux mécanismes de la concentration des écoulements hydrauliques, mais aussi à ceux résultant des interactions sol / type d'averse (hydraulique + hydrologie).

La définition proposée jusqu'à présent, sous sa forme physique (exemple : temps mis par la goutte d'eau tombée au point le plus éloigné de l'exutoire pour parvenir à celui-ci), ou plus abstraite (temps séparant la fin de la pluie nette de la fin du ruissellement), ne résout absolument pas le problème d'appréciation de t_c pour un bassin donné.

En milieu rural, et pour un bassin bien équipé en dispositifs de mesure (pluviographes et limnigraphes), la détermination de t_c (selon cette deuxième forme) se heurte au problème de la localisation exacte des deux bornes de l'intervalle de temps t_c et, si l'on ajoute à cela la variabilité spatiale de l'averse (quel pluviographe prendre en compte lors du dépouillement ?), il faut s'attendre à trouver des t_c très variables d'un événement à l'autre, si exceptionnels soient-ils.

En milieu urbain (milieu imperméable en grand), le problème lié à la détermination des deux bornes (fin de pluie nette, fin du ruissellement) ne se pose pratiquement pas mais le facteur I "intensité de la pluie", qui devient dans ce cas non négligeable (t_c pouvant dépendre au deuxième ordre de $\frac{dI}{dt}$) peut être la cause de la forte variabilité de t_c . Cette variabilité peut être cependant réduite en ne retenant que des événements exceptionnels.

1.2. "D" (SØCØSE) comme paramètre de substitution : $D \approx t_c$?

À la page 2 du fascicule n° 2, on a défini t_s : durée pendant laquelle le débit dépasse $Q_s/2$ (Q_s : maximum de la crue).

Sur l'ensemble des couples averse-crues de la fig. 1 apparaît le caractère subjectif de l'identification des bornes de l'intervalle t_c . Aussi nous a-t-il paru séduisant, compte tenu de la nécessaire présence de pluviographes et des difficultés d'appréciation de t_c , de substituer la mesure de t_s à celle de t_c pour une crue donnée.

On propose d'assimiler le temps caractéristique de crue du bassin au D de SØCØSE établi d'après $t_s (= TQ/2)$. La démarche est résumée ci-après.