

MINISTERE de l'AGRICULTURE

DIRECTION DEPARTEMENTALE de l'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL d'ETUDES TECHNIQUES
et de RECHERCHES TECHNOLOGIQUES
pour l'AGRICULTURE, Les FORETS
et l'EQUIPEMENT RURAL
CERAFER

AMENAGEMENT de l'ARNON à SIDIAILLES

Estimation du débit de crue

par

J. GUISCAFRE

Chargé de Recherches ORSTOM

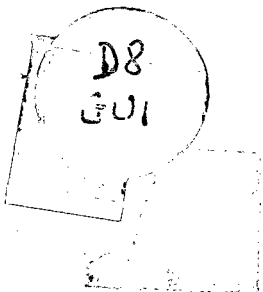


25 AOUT 1970

O.R.S.T.O.M.

Service Hydrologique

PARIS - Juillet 1968



D8
GUI

L'aménagement de la haute vallée de l'ARNON, près de SIDIAILLES, en amont du pont des CHEFS, a pour objet d'établir une retenue en vue de l'alimentation, ou d'un appoint d'alimentation, en eau de 32 communes avoisinantes, dont 12 de cette région de la MARCHE, qui seront réunies en un syndicat intercommunal intéressant, en tout ou partie, les six cantons de CHATEAUMEILLANT, SAULZAIS-LE-POTIER, LE CHATELET, LIGNIERES, CHATEAUNEUF et de SAINT-AMAND-MONTROND.

Pour l'établissement du projet de l'ouvrage, la connaissance des débits de crues, mêmes exceptionnelles, est utile à la détermination de la capacité de l'évacuateur.

Cette note tente de fournir ces informations hydrologiques, ou plus exactement une estimation de ces informations. Il n'existe, en effet, aucune donnée quantitative de longue durée sur l'ARNON. Il faut donc procéder par analogie avec des cours d'eau voisins, contrôlés par des observations régulières (stations du réseau hydrométrique de base) en s'appuyant sur les affinités géomorphologiques.

1 - Le Bassin de l'ARNON à SIDIAILLES (voir carte)

1.1 - Situation et Caractéristiques

Le bassin de l'ARNON à SIDIAILLES s'étend en bordure nord du Massif Central, à la limite orientale de la MARCHE, à cheval sur les départements de l'ALLIER, du CHER et de la CREUSE.

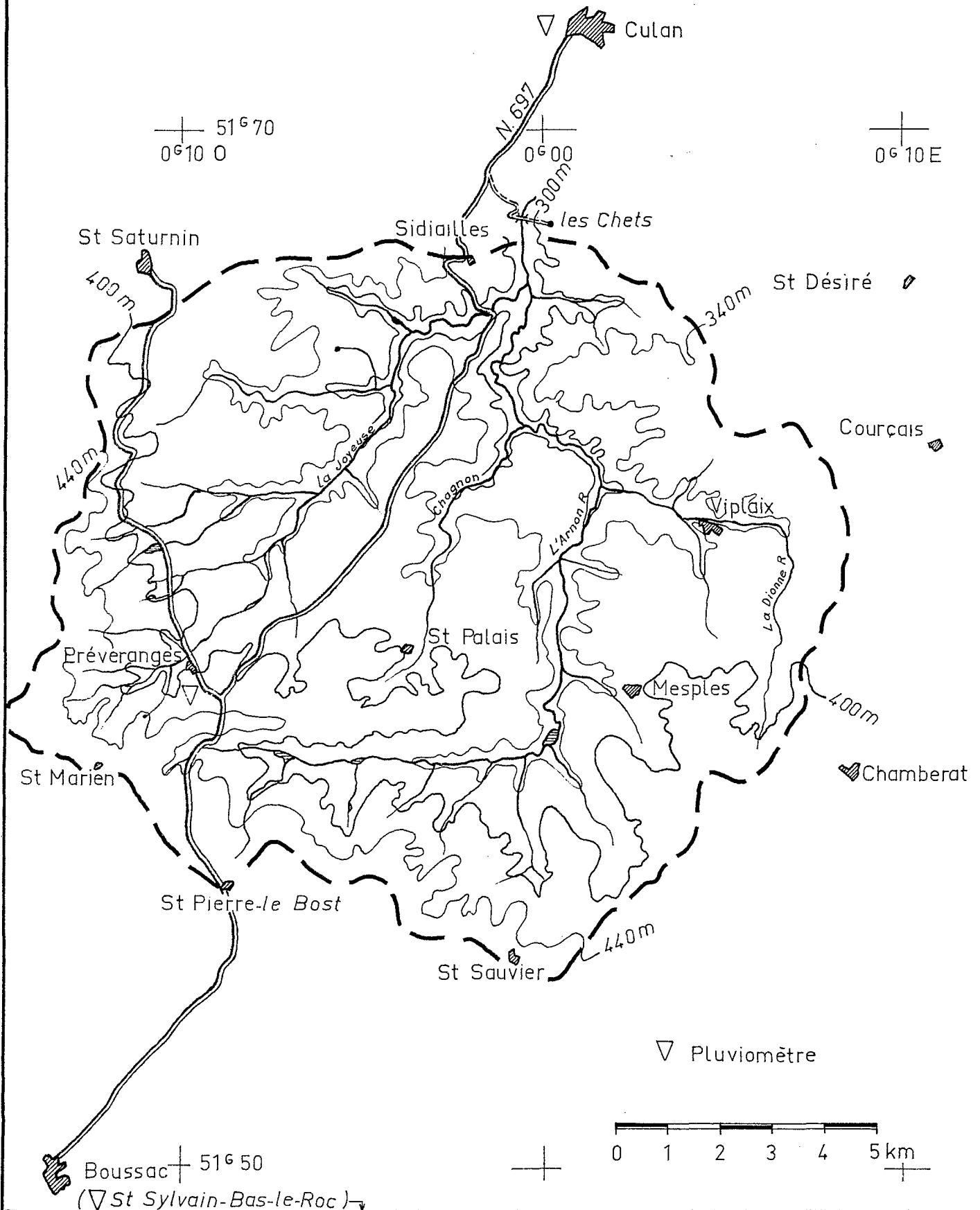
Il est compris entre les coordonnées suivantes :

46° 23' - 46° 31' N (ou 51^G50 - 51^G70)
2° 12' - 2° 25' E (ou 0^G10 W - 0^G10 E du
méridien de PARIS)

L'ARNON poursuit sa course pour se jeter dans le CHER, affluent de la LOIRE.

Le site le plus en aval retenu pour l'ouvrage se situe à environ 300 mètres en amont du pont dit des CHEFS, sur la route reliant ce hameau à la nationale 697.

BASSIN DE L'ARNON A SIDIAILLES



Les caractéristiques physiques de ce bassin versant sont les suivantes :

Surface A	: 159 km ²
Périmètre P	: 50,8 km
Indice de compacité Kc	: 1,14
$(Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}})$	
Longueur du rectangle équivalent L	: 15,0 km

1.2 - Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de ce bassin est à orientations tectoniques S-N et O-E.

L'ARNON prend sa source près de St-MARIEN à environ 438 m d'altitude et coule d'Ouest en Est sur 7 km avec une pente longitudinale moyenne de 15 - 16 m/km, pour prendre ensuite la direction S-N jusqu'à son confluent avec la DIONNE affluent de rive droite (l = 8 km), d'où il s'incurve vers l'Ouest jusqu'au confluent avec le CHAGNON, affluent de rive gauche (l = 6 km) pour reprendre la direction S-N avec une pente longitudinale de 5 à 6 m/km.

Il reçoit alors en rive gauche, la JOYEUSE, rivière prenant sa source près de PREVERANGES à 440 m d'altitude, dont le bassin versant représente à peu près le tiers de la totalité du bassin de l'ARNON à SIDIATILLES.

Le cours de l'ARNON s'encaisse très vite ainsi que celui de ses affluents, surtout vers l'aval.

Au droit du site, à 19 km de sa source, l'ARNON présente un lit mineur d'une douzaine de mètres de large et d'une profondeur de 1 à 2 mètres ; et les escarpements rocheux limitant le lit majeur, enserrant ses rives bordées de langues de prairies ou de bosquets excédant rarement une dizaine de mètres de large.

1.3 - Relief

Le relief de ce bassin est dans l'ensemble mamelonné, s'accroissant au contact des thalwegs.

L'altitude maximale est de 508 m et celle du site 253 m ;
l'altitude moyenne est de 376 m.

La répartition hypsométrique est la suivante :

Altitude:	253	260	300	340	380	420	460	500	508
%	0,0	0,3	3,7	21,8	56,5	83,4	95,8	99,7	100,0

Ce qui nous donne :

- Altitude moyenne du bassin : 376 m
- Indice global de pente $I_G = \frac{H_{95\%} - H_{5\%}}{L} = 10,0 \text{ m/km}$
rapport de la dénivelée utile (90 % du relief) à L.

Cet indice classe le bassin de l'ARNON à SIDIATILLES comme bassin à relief assez fort.

1.4 - Géologie, pédologie et végétation

Le bassin est en majeure partie sur substratum cristallophylien qui se décompose comme suit :

- Micaschistes = Migmatites	84 %
- Granite gneissique	1,5 %
- Gneiss avec amphibolites	3 %
- Limon des plateaux	11,5 %

Dans son ensemble, les sols sont de texture fine, peu perméables et de profondeur variable avec affleurements rocheux aux lignes de rupture de pente.

Le couvert végétal varie en fonction des productions agraires, avec prédominance de prairies ; les bois et boqueteaux (Bois de la Roche, etc.) ne couvrent environ que 3,5 % du bassin.

1.5 - Régime des pluies

Les pluies océaniques classiques sont à l'origine des crues les plus nombreuses (décembre - mars) mais peuvent intervenir des perturbations émanant plus ou moins de NW à N (crues de mai-août - crues de mai 1936 et de mai 1940) et des influences méditerranéennes (crue d'octobre 1960).

Les moyennes 1931-1960 de la Météorologie Nationale [2.1., 2.2] sur les postes voisins du bassin de l'ARNON à SIDIAILLES sont :

- CULAN	731 mm
- St SYLVAIN-BAS-LE-ROC	867 mm

La hauteur moyenne sur le bassin se situe à l'estime entre 750 à 780 mm par an.

Les maximums en 24 heures enregistrés de 1959 à 1967 varient pour [2.4.] :

- CULAN	entre 31,3 et 78,1 mm (le 3/10/60)
- PREVERANCHES	entre 24,3 et 89,6 mm (le 3/10/60)

2 - Les BASSINS de COMPARAISON

2.1 - Critères de sélection

Le bassin de comparaison idéal répond aux critères suivants :

- Longue période d'observation
- Affinités géomorphologiques
- Climat identique

Un choix, confirmé par une mission sur le terrain du 1er au 3 avril 1968, s'est porté sur des rivières présentant toutes une longue période d'observation et une situation proche du bassin de l'ARNON à SIDIAILLES ; ce sont :

- la ROZEILLE à AUBUSSON
- la CREUSE à FELLETTIN
- la PETITE-CREUSE à PUY-RAGEAU
- le CHER à CHAMBOINCHARD
- la TARDES à EVAUX
- le CHER à TELLETT-ARGENTY

2.2 - Présentation des divers bassins (voir carte de situation)

2.2.1 - La ROZEILLE à AUBUSSON

Ce bassin a été choisi outre sa longue période d'observation pour sa superficie voisine de celle du bassin étudié; mais situé en bordure du plateau des MILLEVACHES, il présente une pluviométrie annuelle plus élevée, et bien que son sous-sol soit imperméable, les sols sont en revanche assez perméables.

Le couvert végétal se compose de prairies, forêts et bois.

2.2.2 - La CREUSE à FELLETTIN

Ce bassin adjacent à celui de la ROZEILLE à AUBUSSON lui est comparable, mais de pente plus forte.

Malheureusement sa période d'observation ne présente pas l'homogénéité des autres stations retenues (lacune de 1949 à 1957).

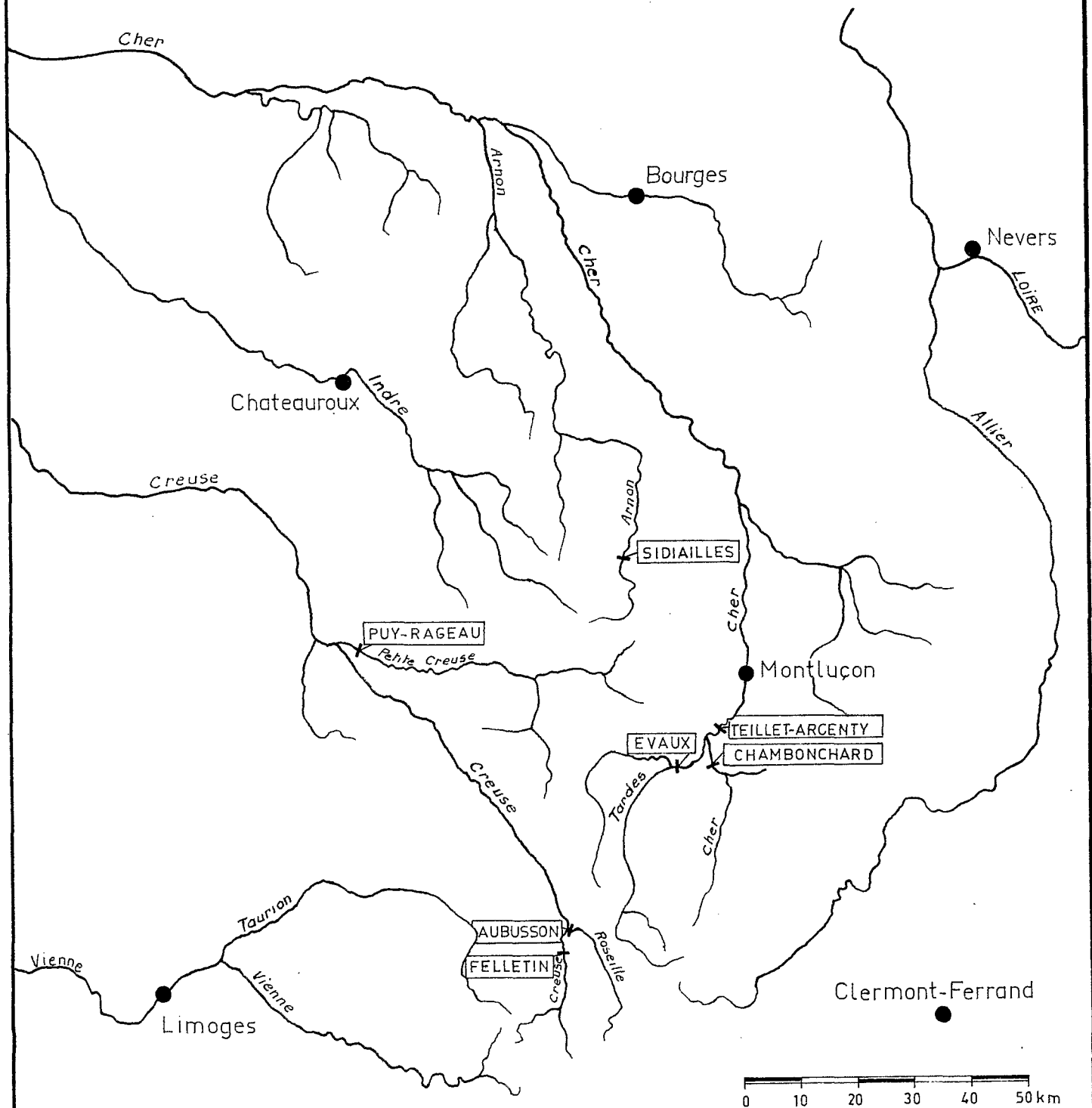
2.2.3 - La PETITE-CREUSE à PUY RAGEAU

Ce bassin est huit fois plus étendu que celui de l'ARNON, de pente plus faible, d'écoulement dominant E-O, mais lui est adjacent.

2.2.4 - L'ensemble du CHER

Les trois stations du CHER contrôlent des bassins qui ont un relief voisin de celui de l'ARNON; leurs bassins versants sont de 3 à 10 fois plus étendus, mais de pluviométrie voisine et de substratum imperméable.

BASSIN DE L'ARNON ET BASSINS DE COMPARAISON



Le tableau ci-joint donne les différents éléments de comparaison entre caractères physiques de ces bassins, extraits des cartes au 1/50 000° pour les petits bassins et au 1/100 000° pour les plus grands.

Le bassin de la ROZEILLE est assez comparable à celui de l'ARNON, bien que plus arrosé. Les autres bassins de comparaison n'ont pour but que de confirmer les données de la ROZEILLE sur le plan régional.

	ARNON à SIDIAILLES	ROZEILLE à AUBUSSON	CREUSE à FELLETIN	PETITE CREUSE à PUY-RAGEAU	CHER à CHAMBON CHARD	TARDES à EVAUX	CHER à TEILLET- ARGENTY
A km ²	159	187	193	648	530	855	1600
P km	50,8	75	63,2	156	110	145	191
K _c	1,14	1,53	1,26	1,51	1,34	1,35	1,35
L km	15,0	31,7	23,0	65,7	42,7	57,6	74,7
I _g	10,0	8,1	13,0	3,3	6,4	5,4	4,2
Relief	assez fort	assez fort	assez fort	modéré	assez fort	assez fort	assez fort
Altitude							
Minimale	250	450	497	210	316	330	299
Maximale	508	886	950	655	804	833	833
Moyenne	376	679	739	392	571	506	522
Perméabilité	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle
- du sous-sol							
- du sol	très faible	moyenne	moyenne	variable	variable	variable	variable
Densité de drainage	0,69	0,77	0,86	0,67 ⁽¹⁾	0,69 ⁽¹⁾	⁽¹⁾ 0,69	0,69 ⁽¹⁾
Période d'observation		1918-67	1920-68 1950-67	1924-67	1919-67	1919-67	1922-67
Pluviométrie moyenne en mm	770 à 800	880 à 920	900 à 950	820 à 870	820 à 870	850 à 890	830 à 880

(1) déterminée sur la carte au 1/100 000°

3 - Débits de crue des bassins de comparaison

3.1 - Crues de la ROZEILLE à AUBUSSON

Deux bassins de comparaison ; la ROZEILLE à AUBUSSON et la CREUSE à FELLETIN, ayant deux caractères physiques, superficie et indice global de pente, voisins de ceux de l'ARNON semblaient devoir servir à l'étude statistique de base.

La CREUSE à FELLETIN a dû être écartée, bien que les résultats obtenus confirment ceux de la ROZEILLE à AUBUSSON, par suite d'une lacune dans l'échantillonnage.

L'étude statistique de base porte donc sur un échantillonnage des débits maximaux journaliers de la ROZEILLE à AUBUSSON pour les années hydrologiques de 1919-1920 à 1967-1968 ; soit au total 49 années.

A cet échantillon a été ajustée une loi de FRECHET avec une fonction de répartition de la forme :

$$F(LQ) = e^{-e^{-y}} \quad \text{avec } y = a(LQ - LQ_0)$$

De cette loi, ont été retirées les valeurs remarquables suivantes, pour les récurrences de 10, 50, 100 et 1000 ans, avec indication de l'intervalle de confiance à 70 % relatif à chaque valeur estimée.

Fréquence	0,9	0,98	0,99	0,999
Q _j :+ IC (70%)	44,1	99	135	480
on estimation	37,1	74,6	100	265
m ³ /s :-IC (70%)	32,1	58	76	166

Pour passer des débits journaliers Q_j aux débits instantanés de crue Q_i, le nombre de couples (Q_i, Q_j) connu pour le bassin de la ROZEILLE, comme pour tout autre bassin, étant insuffisant, il a été établi, à partir des débits instantanés (horaires) des crues connues de tous les bassins de comparaison, une corrélation entre débits spécifiques instantanés q_i et débits spécifiques journaliers q_j.

Cette corrélation est assez satisfaisante pour que l'on puisse en extraire des valeurs moyennes. Ainsi q_i/q_j varie de 1,56 pour la crue décennale à 1,48 pour la crue centenaire. Ce rapport peut être évalué pour la crue millénaire à 1,40 environ.

On en déduit les valeurs de Q_i pour les fréquences remarquables retenues, pour la ROZEILLE.

Fréquence	0,9	0,98	0,99	0,999
Q_j m ³ /s	27,1	74,6	100	265
q_j l/s/km ²	199	400	530	1420
q_i l/s/km ²	310	600	780	2000
Q_i m ³ /s	58	110	146	370
$Q_{i_f}/Q_{i_f=0,9}$	1	1,9	2,51	6,4

Le coefficient de passage entre débits de crues instantanés de récurrences croissantes est mis en évidence dans ce tableau.

3.2 - Crue décennale pour les autres bassins

Pour les autres bassins de comparaison, on disposait également d'échantillonnages, pour chaque station, de débits maximaux journaliers pour des périodes couvrant de 44 à 49 années hydrologiques. Cela permet de leur ajuster soit une loi de FRECHET soit une loi de GUMBEL, desquelles ont été retirées les valeurs pour la fréquence 0,9 (récurrence 10 ans).

Pour obtenir les débits spécifiques instantanés, la relation q_i/q_j établie précédemment a été utilisée, ce qui nous donne :

	CREUSE à FELLETIN	PETITE- CREUSE à PUY-RAGEAU	CHER à CHAMBON CHARD	TARDES à EVAUX	CHER à TEILLET ARGENTY
$F = 0,9$					
$Q_j \text{ m}^3/\text{s}$	39,7	166	69,6	185	316
$q_j \text{ l/s/km}^2$	206	195	130	216	197
$q_i \text{ l/s/km}^2$	320	305	210	330	305

On constate une très faible diminution du débit spécifique de crue décennale lorsque la superficie croît de moins de 200 km² (ROZEILLE et CREUSE) à quelque 800 km² (PETITE CREUSE et TARDES). En revanche, le CHER à CHAMBON-CHARD est assez faible, tandis que le même cours d'eau à TEILLET-ARGENTY paraît nettement trop fort (étalonnage d'après usine).

La pluviosité annuelle joue sur le module mais peu sur les crues, dépendantes des fortes précipitations dont l'occurrence peut être estimée équiprobable dans l'ensemble de la région.

4 - DETERMINATION des DEBITS de CRUES de l'ARNON à SIDIAILLES

Si l'on applique à un bassin égal à celui de l'ARNON à SIDIAILLES ($A = 159 \text{ km}^2$), les débits spécifiques instantanés des crues décennales des quatre bassins de comparaison les plus homogènes, on obtient la gamme de valeurs représentées ci-après :

		ROZEILLE	CREUSE	PETITE-CREUSE	TARDES
		à	à	à	à
		AUBUSSON	FELLETIN	PUY-RAGEAU	EVAUX
q_i	l/s/km ²	310	320	305	330
q_i	m ³ /s	50	51	49	53

Pour passer de l'évaluation précédente donnant une gamme de 49 à 53 m³/s, au débit estimable de l'ARNON il faut rappeler que :

- a) Tous les bassins de comparaison ont un coefficient de compacité K_c et une perméabilité supérieurs à ceux de l'ARNON à SIDIAILLES
- b) La ROZEILLE à AUBUSSON a un bassin plus arrosé mais de pente plus faible que celui de l'ARNON

Aussi proposerons-nous, pour la crue décennale de l'ARNON un débit de pointe compris entre 53 m³/s (maximum de la gamme précédente) et 58 m³/s débit décennal de la ROZEILLE, soit 55 m³/s ; ce qui nous donne en appliquant les rapports de passage aux crues plus rares calculés d'après l'ajustement de FRECHET sur les débits de la ROZEILLE à AUBUSSON :

Fréquence	0,9	0,98	0,99	0,999	
$Q_{i_f} / Q_{i_f=0,9}$	1	1,9	2,51	6,4	
Q_i	m ³ /s	55	105	138	350

5 - Crués exceptionnelles observées

5.1 - Crue d'Octobre 1960 sur l'ARNON à SIDIAILLE

A part une évaluation des Ponts et Chaussées d'une crue de mai 1856 à 110 m³/s et des témoignages descriptifs comme celui de G. SAND, dans "Les Maîtres Sonneurs" en 1853, qui parlait de certains faits concernant la JOYEUSE : "La rivière avait si bien enflé que c'était une vraie rivière dont le guéage n'eut pas été commode", il n'y a pas d'autre crue pouvant être évaluée avec assez de précision avant celle d'Octobre 1960 ; souvent certains incidents locaux, foins emportés bouchant le vieux pont à CULAN, par exemple), rendent impossible une évaluation.

Suivant enquête auprès des habitants des CHETS, devant emprunter pour se rendre à SIDIAILLES, à l'époque, une passerelle se trouvant à environ 300 m en aval du site choisi, la plus forte crue depuis cinquante ans environ a eu lieu en octobre 1960.

Lors de cette crue, le niveau le plus haut a été celui de la main courante de cette passerelle, au droit de laquelle nous avons relevé une section transversale.

D'autre part au droit des sites choisis il a été possible de lever deux sections d'écoulement pour cette crue grâce à des laisses.

Nous avons évalué approximativement le débit de la crue de 1960 aux 3 sections (sections mouillées, pentes mesurées, application de la formule de MANNING-STRICKLER avec $K = 20$).

On obtient environ 150 m³/s. Elle est du même ordre de grandeur que la crue centennale théorique.

Cette crue a été provoquée par les pluies du 3 octobre 1960 qui ont atteint les hauteurs suivantes :

- CHATEAU MELLANT	78,5 mm
- CULAN	78,1 mm
- PREVERANCHES (P et C)	87,1 mm
- PREVERANCHES (EDF)	89,6 mm

En estimant la pluviométrie moyenne en 24 heures sur le bassin à 83 mm, le coefficient de ruissellement à 0,55 et le rapport Q_i/Q_j à 1,77 (CREUSE à CONFOLENT, pour la crue du même jour) [3.1], on obtient un débit de pointe de 148 m³/s, ce qui corrobore l'évaluation précédente.

Avec 1,48 valeur la plus probable du rapport q_i/q_j pour une crue centennale, l'évaluation précédente pour octobre 1960 tombe à 125 m³/s.

5.2 - La crue de la CREUSE à CONFOLENT du 4 octobre 1960

A la même date la CREUSE à CONFOLENT (usine juste en aval de FELLETTIN, 200 km²) atteignait le débit de pointe pour cette crue, qualifiée au moins de centennale, de 165 m³/s [3.1].

Si l'on rapporte cette valeur à un bassin versant égal à celui de l'ARNON, au moyen de la formule :

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \left(\frac{A_1}{A_0} \right)^n$$

nous obtenons pour des valeurs de n variant de 0,5 à 0,9 des débits variant de 135 à 148 m³/s.

Conclusion

Les débits estimés ou calculés des crues exceptionnelles observées sur l'ARNON, ou la CREUSE, sont en harmonie avec la détermination des crues théoriques de l'ARNON ; tous ces débits oscillent autour de la récurrence "centennale", ce qui est tout à fait vraisemblable pour un événement "exceptionnel" à l'échelle de la mémoire humaine.

On peut donc tenir pour valables les estimations théoriques effectuées.

Elles sont rappelées, dans le tableau ci-dessous, avec indication d'un intervalle de confiance à 70 % déduit proportionnellement de celui de la ROZEILLE à AUBUSSON, pour les mêmes fréquences.

Les valeurs extrêmes des fourchettes de débits spécifiques indiquées dans le même tableau sont celles déduites des valeurs extrêmes de l'intervalle de confiance à 70 %.

	Décennale	Cinquennale	Centennale	de 1000 ans
Fréquence	0,9	0,98	0,99	0,999
Q_i + IC(70%)	60	139	186	635
estimation	<u>55</u>	<u>105</u>	<u>138</u>	<u>350</u>
$m^{3/s}$ - IC(70%)	47,5	81	105	220
q_i l/s/km ²	300 - 380	510 - 875	660 - 1170	1400 - 4000

On peut dire que la précision des estimations du tableau précédent pour ce qui est des valeurs les plus probables vaut, selon l'intervalle de confiance à 70 % tiré de l'analyse des crues de la ROZEILLE :

- + 12 % pour la crue décennale
- + 25 % " " " cinquennale
- + 35 % " " " centennale

Les valeurs proposées pour la crue de 1000 ans de récurrence sont simplement indicatives.

En cas de besoin, les débits maximaux journaliers s'obtiennent en multipliant les valeurs instantanées du tableau précédent par les inverses des rapports q_i/q_j .

DOCUMENTATION CONSULTÉE

1 - CARTOGRAPHIE

- Carte de FRANCE au 1/50 000°, type M, feuilles d'AUBUSSON, BOUSSAC, CHATEAUMEILLANT, FELLETIN, ROYERE.
- Carte de FRANCE au 1/100 000°, feuilles de : AUBUSSON, GUERET, LA CHATRE, MONTLUCON, USSEL.
- Carte géologique générale de FRANCE au 1/80 000°; feuilles de : AUBUSSON, MONTUCCN, USSEL.
- Carte géologique générale de FRANCE au 1/320 00° : feuille de CLERMONT.

2 - CLIMATOLOGIE - PLUVIOMETRIE

- 2.1 - M. GARNIER "Climatologie de la FRANCE - Sélection de données statistiques" Mémorial de la Météorologie Nationale, Ministère de l'Équipement, 1967.
- 2.2 - M. GARNIER "Valeurs normales des hauteurs d'eau de précipitations en FRANCE : 1 - Période 1931-1960, 2 - Période 1901-1950" - Monographie de la Météorologie Nationale, n° 55, Ministère de l'Équipement, Septembre 1966.
- 2.3 - J. PINARD - "Les précipitations et les types de temps à l'origine des crues dans le N-0 du Massif Central (1953-1962). Monographie de la Météorologie Nationale, n° 42, Février 1965.
- 2.4 - Documents communiqués par la Météorologie Nationale :
 - pluviométries annuelle, mensuelle, maximale en 24 heures des postes de :

CULAN	1959 à 1967
PREVERANGES	1959 à 1967
SAINTE-SEVERE	1961 à 1967

3 - HYDROLOGIE

- 3.1 - Divers auteurs - "Les crues d'Octobre 1960 dans le centre de la FRANCE" Mémoires et Travaux de la Société Hydrotechnique de FRANCE - 1961 Vol. II, pp. 95 à 168.

- "Stations de jaugeages exploitées par les Circonscriptions Electriques"
Ministère de l'Industrie. Annaires de 1962 à 1966.
- Documents communiqués par la 4ème Circonscription Electrique de
LIMOGES et G R P H - MASSIF CENTRAL
 - CREUSE à FELLETIN : Débits journaliers et débits maximaux instantanés de 1958 à 1968 (mars)
Débits maximaux journaliers de 1920 à 1948 avec certains débits maximaux instantanés
 - CREUSE à CONFOLENT : Débits journaliers de 1930 à 1967 sauf 1946
 - ROZELLE à AUBUSSON : Débits journaliers de 1959 à 1968 (mars)
Débits maximaux journaliers avec certains débits maximaux instantanés de 1918 à 1957
(sauf 1936)
 - PETITE CREUSE à PUY-RAGEAU : Débits journaliers de 1958 à 1968 (mars)
Débits maximaux journaliers avec certains débits maximaux instantanés de 1924 à 1957
 - CHER à CHAMBONCHARD : Débits journaliers de 1961 à 1968 (mars)
Débits maximaux journaliers avec débits maximaux instantanés de 1919 à 1960
 - TARDES à EVAUX : Débits journaliers de 1958 à 1968 (mars)
Débits maximaux journaliers de 1919 à 1957
 - CHER à TEILLET-ARGENTY : Débits journaliers de 1922 à 1967

4 - DIVERS

VACHER - "LE BERRY" - Armand Colin - 1908