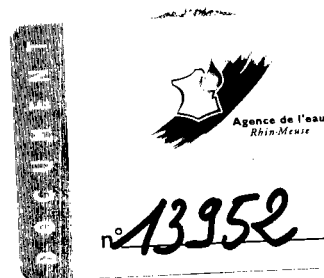


AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE
Le Longeau - Rozérieulles
57140 MOULINS LES METZ



ETUDE METHODOLOGIQUE DES BASSES EAUX

**Elaboration et analyse des profils hydrologiques
Application au Bassin de la Meurthe**

Rapport d'avancement des travaux

J. Corbonnois

M. Sary

Metz, juillet 1989

CENTRE D'ETUDES GEOGRAPHIQUES DE L'UNIVERSITE DE METZ

Ile du Saulcy

57045 METZ CEDEX 01

Metz, le 6 juillet 1989



ETUDE METHODOLOGIQUE DES BASSES EAUX

Elaboration et analyse des profils hydrologiques
Application au bassin de la Meurthe

RAPPORT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX

Les cours d'eau du bassin de la Meurthe ont fait l'objet de plusieurs campagnes de jaugeages d'étiage, dont les premières remontent à 1978

Ces campagnes ont été réalisées par sous-bassin. Les écoulements y ont été contrôlés lors d'au moins trois campagnes de mesures. Les résultats de ces mesures figurent dans les rapports cités en annexes. Ces derniers contiennent également les profils hydrologiques des rivières principales, élaborés à l'aide des résultats des jaugeages.

Dans ce premier rapport d'avancement des travaux, concernant l'étude méthodologique des basses eaux, le C.E.G.U.M. a choisi de tester, sur le bassin de la Plaine, une méthode de critique et de lissage des profils hydrologiques bruts, qui intègrent des fluctuations naturelles et anthropiques. Cette méthode sera appliquée ultérieurement aux autres bassins.

I - Inventaire des données disponibles sur le bassin de la Plaine

Les écoulements du bassin de la Plaine ont été contrôlés lors de 6 campagnes de mesures, aux dates suivantes :

14 septembre 1978
7 juillet 1981
4 septembre 1981
7 et 8 juillet 1982
27 et 28 juillet 1983
5 septembre 1983

Chacune de ces campagnes, comprend, outre les jaugeages des affluents 18 points de mesures effectués sur la rivière principale. Les résultats des mesures, ainsi que les surfaces de bassin versant à chaque point, figurent sur les tableaux N° 1.

II - Situation hydrologique des campagnes de jaugeages sur la Plaine

Elle dépend de la sévérité de l'étiage de l'année de mesures, des précipitations et autres influences qui modifient les débits journaliers ou induisent des variations limnimétriques intra-journalières.

a) Les débits moyens mensuels

Par rapport aux autres rivières du bassin de la Meurthe, la Plaine se caractérise par un régime de basses eaux particulier, lié à la présence d'importantes réserves hydrogéologiques stockées dans les grès du Trias Inférieur alimentées par des pluies abondantes (présence du Massif du Donon en amont du bassin).

Les débits des mois d'étiage y sont par conséquent moins contrastés que dans les autres bassins.

Le tableau N° 2 ci-dessous comprend les débits moyens mensuels des périodes estivales des années de mesures (en m³/S)

Tableau N° 2 : Débits moyens mensuels de la Plaine

Année	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1978	2,63	3,51	2,08	<u>1,32</u>	1,32
1981	1,57	<u>1,39</u>	2,34	<u>1,44</u>	3,67
1982	2,46	<u>2,16</u>	2,16	1,75	3,57
1983	4,31	<u>1,92</u>	1,02	<u>1,07</u>	0,975

(les valeurs soulignées sont celles des mois de mesures)

Ce tableau montre que les débits mesurés lors des différentes campagnes correspondent à des écoulements moyens mensuels qui sont les plus abondants en juillet 1982 et les plus indigents en septembre 1983.

Il montre aussi que les campagnes de mesures contrôlent des écoulements d'étiage mais également des écoulements de moyennes eaux estivales (juillet 1982 et juillet 1983).

Cependant, ces caractéristiques mensuelles cachent les hétérogénéités journalières de débits, susceptibles d'influencer les résultats des

campagnes de mesures.

b) Les débits journaliers

Sur la figure N° 1, sont représentés les débits moyens journaliers de la Plaine à la station de la Trouche, pour les périodes de mesures, ainsi que les pluies journalières (station de Pierre Percée).

Ces hydrogrammes comprennent des variations plus ou moins importantes que nous analysons pour chaque campagne.

- 1978

La première quinzaine de septembre comprend des débits instables, gonflés par des précipitations. Les mesures du 14 septembre ($Q = 1,18 \text{ m}^3/\text{s}$) ont été réalisées lors d'une période de ressuyage, au cours de laquelle les écoulements sont encore influencés par des eaux de vidange rapide. Il faut noter d'autre part que, le débit du 15 septembre reste soutenu, sans qu'il y ait de nouvelles précipitations (influence anthropique ?).

- 1981

En juillet, les débits ont été mesurés pendant une courte période de stabilité des écoulements ($Q = 1,16 \text{ m}^3/\text{s}$), précédée de fluctuations (Q variant de 1,57 à 1,13 m^3/s).

En septembre, le contexte hydrologique de la campagne de mesures est peu différent de celui de 1978, avec cependant des débits plus élevés ($Q = 1,35 \text{ m}^3/\text{s}$) s'inscrivant dans une période de ressuyage (après les crues du 21 et 23 août) perturbée par un gonflement des débits le 1er septembre (lié à la pluie).

- 1982

La situation hydrologique de la campagne de 7 et 8 septembre 1982 est similaire à celle de septembre 1981, mais les débits sont plus élevés. Ils diminuent lentement entre le 7 juillet ($Q = 2,06 \text{ m}^3/\text{s}$) et le 8 juillet ($Q = 2,02 \text{ m}^3/\text{s}$).

- 1983

En juillet, le débit n'est pas entièrement stabilisé après la petite crue du 24 juillet. Au moment de la campagne, il diminue de 1,22 m^3/s (27 juillet) à 1,17 m^3/s (28 juillet).

En septembre, le débit de la Plaine est bas (1,01 m^3/s). Mais l'hydrogramme journalier montre que la campagne de jaugeages a été réalisée au moment d'un gonflement des écoulements du fait de pluies (mais elles sont faibles) ou d'influences anthropiques.

Les campagnes de mesures sur la Plaine contrôlent donc deux types de situations hydrologiques :

-re ssuyageou tarissement après des eaux plus hautes :

c'est le cas des campagnes de septembre 1978 - $Q = 1,18 \text{ m}^3/\text{s}$

septembre 1981 - $Q = 1,35 \text{ m}^3/\text{s}$

juillet 1982 - $Q = 2,06 \text{ m}^3/\text{s}$

-débit stabilisé alternant avec des petites fluctuations :

c'est le cas des campagnes de juillet 1981 - $Q = 1,16 \text{ m}^3/\text{s}$

juillet 1983 - $Q = 1,17 \text{ m}^3/\text{s}$

septembre 1983 - $Q = 1,01 \text{ m}^3/\text{s}$

De plus, les résultats des campagnes de septembre 1978, juillet 1981 et juillet 1983, réalisées pour les mêmes débits à la station de La Trouche, permettent de mettre en évidence l'incidence, sur les profils hydrologiques, de la situation des campagnes de mesures.

c) Les variations intra-journalières

Elles sont enregistrées sur les limnigrammes dont des extraits sont regroupés fig N° 2

En 1978 et en 1981, les limnigrammes de la station de La Trouche sont plats et les jaugeages des campagnes ne sont perturbés par aucune variation intra-journalière de débit.

En 1982, on observe pendant les jours des mesures de très légers gonflements de niveau entraînant des variations de hauteurs d'eau de 1 cm au maximum.

Des variations semblables caractérisent le limnigramme de juillet 1983. Par contre, en septembre 1983, les fluctuations sont plus importantes. Le niveau d'eau varie de 0,44 à 0,47 m ($Q = 0,900 \text{ m}^3/\text{s}$ et $1,050 \text{ m}^3/\text{s}$) pendant les mesures.

Les débits à l'exutoire du bassin semblent donc peu perturbés; mais cela n'exclut par des fluctuations locales à l'intérieur du bassin.

III - Les profils hydrologiques

Les profils réalisés à l'aide des débits mesurés sont représentés sur les figures N° 3a pour les débits bruts et N° 3b pour les débits spécifiques.

Ces profils montrent que l'accroissement des débits de l'amont vers l'aval se fait irrégulièrement à toutes les campagnes avec des fluctuations parfois importantes.

L'analyse des variations journalières de débits, ainsi que celles des niveaux d'eau à la sortie du bassin (cf. paragraphe précédent) est insuffisan

te dans le cadre d'une critique des résultats des campagnes de mesures.

Les irrégularités des débits sur les profils hydrologiques ont une origine différente .

Elles peuvent être dues : - à des utilisations régulières ou épisodiques d'une partie du débit de la Plaine par des établissements de diverse nature, installés dans la vallée (prises et rejets se compensant vers l'aval de la Plaine)

- à des pertes et restitutions naturelles d'eau caractérisant les secteurs à fond alluvial élargi, remblayés d'alluvions

- à des erreurs de mesures.

Ces irrégularités nécessitent donc la mise au point d'une méthode de correction des résultats des campagnes de jaugeages.

IV - Correction et lissage des profils hydrologiques

Deux méthodes complémentaires de correction des données mesurées sont proposées ici, et appliquées au bassin de la Plaine.

a) Présentation des méthodes

Les deux méthodes sont fondées sur des corrélations.

- Corrélation entre deux campagnes

Les profils hydrologiques d'une rivière montrent que l'articulation générale des débits est globalement similaire d'une campagne de mesures d'étiage à l'autre.

Il existe par conséquent une relation entre les résultats des campagnes prises deux à deux. Cette relation est d'autant plus étroite que les résultats des mesures sont cohérents et faiblement perturbés.

Elle se traduit par une droite de corrélation, dont la pente est significative de l'écart global des débits qui différencie les deux campagnes. Les droites sont tracées sur les graphiques en coordonnées arithmétiques où l'axe des abscisses porte les résultats d'une campagne, et celle des ordonnées ceux d'une deuxième campagne.

Les points non alignés sur la droite correspondent à des débits influencés à une des deux campagnes. Les corrections peuvent alors être faites en utilisant les résultats d'une troisième campagne.

Cette méthode est dérivée de la méthode de critique des précipitations par double cumul. Elle permet de rectifier les débits exceptionnellement mal

mesurés ou influencés. Les débits influencés lors de toutes les campagnes (à un point donné de la rivière) ne peuvent pas être corrigés par cette méthode.

- Méthode de lissage

C'est une méthode de correction globale des débits, appliquée à chaque profil hydrologique. Elle est fondée sur la relation entre le débit (Q) mesuré à chaque point, et la surface correspondante (A), qui s'exprime par l'équation : $Q = h A^g$

h et g sont les paramètres caractéristiques de chaque bassin; en coordonnées logarithmiques, la fonction se traduit par une droite :

$$\log Q = g \log A + \log h$$

Pour un bassin donné, l'ensemble du profil est représenté par un ou plusieurs segments de droite; dans le cas de plusieurs segments de droite, la pente g n'est constante que pour des zones de bassin, aux caractéristiques propres (fluctuation homogène de débit dans le temps et l'espace). D'une campagne à l'autre, la pente g des différents segments de droite reste constante. h, ordonnée à l'origine des droites, varie en fonction de l'abondance des écoulements.

Il est donc possible de lisser les profils hydrologiques après avoir défini les segments de droite qui les représentent. Cette définition est faite visuellement en prenant en compte les points qui s'alignent au mieux et qui permettent de tracer des segments de droite parallèles pour les différentes campagnes.

Les profils lissés ainsi obtenus peuvent être considérés comme caractéristiques de situations hydrologiques de basses eaux estivales.

Cette méthode, élaborée par LB. LEOPOLD et JP MILLER (1956) a déjà été appliquée aux débits de la Sarre et de la Zorn (1987).

b) Application des méthodes de correction aux profils de la Plaine

Les corrélations entre les campagnes prises deux à deux ont été faites pour les six campagnes de jaugeages de la Plaine (pour les graphiques cf. figure N°4).

Les corrections des points non alignés sur les droites de corrélation ont été faites de proche en proche. Les valeurs ainsi estimées (différentes des débits mesurés) sont portées sur le tableau N° 1, sous la colonne "Débits corrigés".

Ce sont les débits mesurés et le cas échéant les débits corrigés

à l'aide des corrélations, qui ont servi à réaliser les profils hydrologiques lissés.

La figure N° 5 montre que ces profils comprennent trois segments de droite dont les équations sont les suivantes :

Pour A inférieur à 20 km² : $Q = h A^{0,8}$

Pour A compris entre 20 et 60 km² : $Q = h A^{1,3}$

Pour A supérieur à 60 km² : $Q = h A^{0,7}$

Les valeurs de h, variables selon les campagnes, sont regroupées sur le tableau N° 3

Tableau N° 3 Valeurs de h pour les différentes campagnes de mesures de la Plaine

Date	A inf. 20 km ²	A de 20 à 60 km ²	A sup. 60 km ²
Sept. 78	15,8	3,8	36,14
Jt. 1981	16,58	3,77	43,18
Sept. 81	18,52	4,06	52,26
Jt. 82	24,88	5,72	72,64
Jt 83.	15,42	3,53	36,10
Sept. 83	10,78	2,59	28,85

Les équations permettent de calculer, pour les différentes campagnes de mesures, les débits lissés et les débits spécifiques correspondant (cf. tableau N° 1 et figure N° 6

c) Comparaison des profils bruts et des profils lissés

La figure N° 3 et la figure N° 6 sont superposables.

Elles montrent que la correction et le lissage des données ne modifient pas la progression générale des débits de l'amont vers l'aval. Les segments de droite des profils lissés respectent les spécificités des différentes parties du bassin de la Plaine, liées à des rendements variables, en relation avec les caractéristiques structurales du bassin. Ces spécificités y sont d'ailleurs mieux mises en évidence.

Mais les profils hydrologiques lissés ne tiennent pas compte des variations localisées de débits (pertes ou apports d'eau liées à des phénomènes naturels) d'importance secondaire.

Leur mise en évidence nécessiterait l'utilisation de méthodes d'analyse et de critique différentes (changement d'échelle).

Conclusion :

Les méthodes proposées ici permettent bien de définir un profil hydrologique caractéristique de la Plaine.

A partir de ce profil il est possible d'estimer les débits aux différents points du bassin ainsi que les débits fréquentiels d'étiage qui seront définis ultérieurement.

La méthode de correction des profils sera appliquée aux autres écoulements du bassin de la Meurthe.

TABLEAU N° 1

