



RAPPORT DE STAGE

Sujet : Réactualisation des catalogues des débits caractéristiques d'étiage du bassin Rhin-Meuse : période 1971- 2006.

Réalisé du 7 Janvier au 4 Juillet 2008
A l'Agence de l'eau Rhin-Meuse

Responsable du stage :

Mr Jean-Claude AUER, Animateur du Pôle Mesures et Hydromorphologie,
Agence de l'eau Rhin-Meuse.

Mr Gilles DROGUE, Maitre de Conférence CEGUM

Mr IZART, Professeur, Université de Metz

Mémoire soutenu le lundi 8 Septembre 2008 devant le jury composé de :
Mr Jean-Claude AUER, Mr Gille DROGUE, Mr IZART; Mr MASSON



AGENCE
DE L'EAU
RHIN-MEUSE

Route de Lessy –
Rozérieulles
57161 Moulins Les Metz



paul
erlaine
université - metz
ufr sciences fondamentales
et appliquées

Je tiens à remercier l'Agence de l'eau Rhin-Meuse qui m'a permis d'effectuer mon stage au sein de l'établissement, ainsi que tout le personnel de l'entreprise, qui, d'une façon ou d'une autre, par sa sympathie et ses conseils, a contribué au bon déroulement de celui-ci.

Je tiens à remercier plus particulièrement :

- **Mr Jean-Claude AUER, mon tuteur de stage pour m'avoir accueilli dans son service et grâce à qui mon stage s'est bien déroulé.**
- **Mr Jean-François GROSJEAN, Mr Jean-Claude DORY et Mr Thierry JACQUIN, Chargé d'études et Chargé d'affaires à l'agence de l'eau Rhin-Meuse.**
- **Mr Gilles DROGUE et Mr Didier FRANCOIS, ingénieur d'étude au CEGUM, Université de Metz.**

pour m'avoir encadré, conseillé et aiguillé durant toute la durée de mon stage.

SOMMAIRE

<i>Introduction</i>	9
<i>I. Présentation de la Zone d'étude et données utilisées</i>	10
I.1. Le Bassin Rhin-Meuse	10
I.1.1. Le relief	10
I.1.2. La géologie.....	10
I.1.3. L'occupation du sol.....	11
I.1.4. Le climat et l'hydrographie.....	11
I.2. Les données utilisées.....	12
I.2.1. Répartition des stations sur le bassin	13
I.2.2. Les problèmes liés aux données	13
I.3. Cas particulier du Bassin Ferrifère.....	14
I.3.1. Contexte	14
I.3.2. Géologie	15
I.3.3. Station	15
<i>II. Etat de l'art</i>	16
II.1. Les catalogues	16
II.1.1. Premier catalogue (1954-1973).....	16
II.1.2. Deuxième Catalogue 1971-1990.....	17
II.1.3. Catalogues 1971-2000 et 1971-2006	21
II.1.4. Conclusion	21
II.2. Elaboration des profils	21
II.2.1. Profils hydrologiques lissés (Loi générale).....	21
II.2.2. Application aux débits de basses eaux	22
II.2.3. Détermination du paramètre g.....	22
II.2.4. Profil hydrologique de référence.....	22
II.3. Exemple de réalisation de profil Hydrologique	23
II.3.1. Conclusion	26
II.4. Documents de référence.....	26
<i>III. Evolution des débits caractéristiques d'étiage sur la période 1971-2006</i>	28
III.1. Analyse statistique des séries chronologiques	28
III.2. Cause des ruptures identifiées.....	31
III.2.1. Aspect climatique.....	31
III.2.2. Aspect anthropique	32
III.3. Comparaison des paramètres d'ajustement des lois.....	32
III.4. Implications de l'évolution des débits sur les arrêtés sécheresse.....	37
III.4.1. Les Arrêtés sécheresse	37
III.4.2. Fonctionnement de l'arrêté :	37
III.4.3. Sévérité des étiages des cours d'eau	38
III.4.4. Conclusion	40
<i>IV. Catalogue des débits caractéristiques d'étiage : 1971-2006</i>	42
IV.1. Critique des nouvelles valeurs de débits caractéristiques d'étiage	42
IV.1.1. Validité d'une donnée de débit	42

IV.1.2.	Résultats	43
IV.1.3.	Modification ou Evolution des données sur certaines stations	49
IV.2.	Méthode de calage des profils.....	49
IV.3.	Perspective	50
IV.3.1.	Cours d'eau non mesurés.	50
IV.3.2.	Stabilité des données	51
IV.3.3.	Etendre le catalogue à une plus grande échelle.....	51
IV.3.4.	Conclusion	51
<i>Conclusion</i>		52
<i>Petit lexique Hydrologique</i>		54
<i>Bibliographie:</i>		56
<i>ANNEXES</i>		58

Résumé :

La demande des débits caractéristiques d'étiage est en progression constante. En effet, les besoins de connaissance des basses eaux ont considérablement augmenté depuis 40 ans, pour le suivi de la ressource et la gestion des soutiens d'étiage. Consécutivement à la loi sur l'eau de 92, pour le calcul de tout rejet, prélèvements, prises d'eau, a intégré en débit référence le QMNA5.

L'Agence de l'eau Rhin-Meuse, associée aux autres gestionnaires (DIREN Lorraine et Alsace-SNS), a réalisé un document nommé « catalogue des débits d'étiage » pour déterminer la valeur des débits caractéristiques à partir des QMNA sur un grand nombre de cours d'eau du bassin Rhin-Meuse. La période retenue, pour le calcul des QMNA, incluse dans le document de référence actuel, est 1971-1990. Une réactualisation sur la période 1971-2000 a été réalisée par le CEGUM, dans le cadre de l'étude PRESAGES(*), mais n'a jamais été diffusée.

L'objectif de mon stage consiste en une mise à jour des données calculées sur la base des documents précédents, en allongeant la série jusqu'à 2006 de façon à intégrer l'année 2003 (étiage très sévère).

Ainsi, ces données, calculées sur une période de 36 ans (1971-2006), pourront être considérées fiables et valides pour une longue durée.

Mots clés : Document de référence, QMNA5, Profil hydrologique

Abstract :

The request on characteristic flows of low water is rising constantly. Indeed, the needs of knowledge on low water levels have increased considerably over the last 40 years, to monitor the resource and management support to low water. According to the Water law of 92 for the calculation of any rejection, levies or water intakes have to be included reference to the QMNA5 flow.

The water agency Rhine-Meuse associated with other managers (DIREN Alsace-Lorraine and SNS), have produced a document called "catalogue of low water flows" to determine the value of the flow characteristics from a large QMNA number of rivers in the Rhin-Meuse. The period for the evaluation of QMNA included in the reference document is 1971-1990. An update on the period 1971-2000 was conducted by the CEGUM, as part of the study PRESAGES*, but never distributed. The objective of my internship is an update of the data based on the previous documents, extending the series to 2006 in order to integrate the year 2003 (severe low water). Thus, these data calculated over a period of 36 years (1971-2006) may be considered reliable and valid for a long time.

Key words : Reference document, QMNA5, hydrological profile,

(*) PRESAGES : Prévisions et Simulation pour l'Annonce et la Gestion des Etiages Sévères

Table des Figures :

<i>Figure n°1 : Coupe Est-Ouest des terrains sur le bassin Rhin-Meuse</i>	10
<i>Figure n°2 : Répartition de toutes les stations sur le Bassin</i>	13
<i>Figure n°3 : Bassins Miniers Nord Lorrains</i>	14
<i>Figure n°4 : Coupe stratigraphique schématique du bassin ferrifère Lorrain</i>	15
<i>Figure n°5 : Présentation de l'ancien catalogue (1954-1973)</i>	17
<i>Figure n°6: Fiche Technique d'une station présente sur La Banque Hydro (Station de Tonnoy)</i>	18
<i>Figure n°7 : Exemple de Graphique présent dans le catalogue des débits d'étiage</i>	20
<i>Figure n°8 : Découpage du Profil Hydrologique</i>	25
<i>Figure n°9 : Profil Hydrologique de la Mortagne</i>	25
<i>Figure n°10 : Représentation de la station de Hauconcourt selon la méthode des CUSUM</i>	29
<i>Figure n°11 : Représentation de la station de Chooz selon la méthode des CUSUM</i>	29
<i>Figure n°12 : Représentation de la station de Altkirch selon la méthode des CUSUM</i>	30
<i>Figure n°13 : Température moyenne annuelle en France</i>	31
<i>Figure n°14 : Calage du Profil Hydrologique</i>	50
<i>Figure n°15 : Répartition des Agences de l'Eau en France</i>	59
<i>Figure n°16: Représentation du Bassin Rhin Meuse</i>	
<i>Figure n°17 : Organigramme de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse</i>	60

Table des Tableaux :

<i>Tableau n°I : Principaux cours d'eau du bassin</i>	11
<i>Tableau n°II : Période prise en compte pour déterminer la valeur du QMNA</i>	12
<i>Tableau n°III : Exemple de Tableau présent dans le catalogue des débits d'étiage</i>	20
<i>Tableau n°IV: Segments du Profil Hydrologique</i>	23
<i>Tableau n°V :Segment du Profil Hydrologique (avec coefficient g)</i>	24
<i>Tableau n°VI : Comparaison entre les deux séries 1971-1988 et 1989-2006 (Bassin Meuse)</i>	34
<i>Tableau n°VII : Comparaison entre les deux séries 1971-1988 et 1989-2006 (Bassin Moselle Amont et Aval)</i>	35
<i>Tableau n°VIII : Comparaison entre les deux séries 1971-1988 et 1989-2006 (Bassin Rhin)</i>	36
<i>Tableau n°IX : Valeurs des Fréquences de l'étiage pendant la sécheresse 2003</i>	38
<i>Tableau n°X : Caractérisation des périodes d'étiage (Bassin Meuse)</i>	39
<i>Tableau n°XI : Caractérisation des périodes d'étiage (Bassin Moselle)</i>	39
<i>Tableau n°XII : Caractérisation des périodes d'étiage (Bassin Rhin)</i>	40
<i>Tableau n°XIII : Comparaison des séries 1971-2000 et 1971-2006</i>	43
<i>Tableau n°XIV : Stations non exploitées (Bassin Meuse)</i>	44
<i>Tableau n°XV : Comparaison entre les deux séries 1971-2000 et 1971-2006 (Bassin Meuse)</i>	44
<i>Tableau n°XVI : Stations non exploitées (Bassin Moselle Amont)</i>	45
<i>Tableau n°XVII : Comparaison entre les deux séries 1971-2000 et 1971-2006 (Bassin Moselle Amont)</i>	45
<i>Tableau n°XVIII : Stations non exploitées (Bassin Moselle Aval)</i>	46
<i>Tableau n°XIX : Comparaison entre les deux séries 1971-2000 et 1971-2006 (Bassin Moselle Aval)</i>	46
<i>Tableau n°XX : Stations non exploitées (Bassin Rhin)</i>	47
<i>Tableau n°XXI : Comparaison entre les deux séries 1971-2000 et 1971-2006 (Bassin Rhin)</i>	48

Annexes :

Annexe A : Présentation de l'Agence de l'eau.

Annexe B : Outil d'ajustements des QMNA aux lois Racine-normale et Ln-normale

Annexe C : Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-2000 et 1971- 2006) trouvés aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Lorraine.

Annexe D : Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-2000 et 1971- 2006) trouvés aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Alsace.

Annexe E : Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-2000 et 1971- 2006) trouvés aux stations hydrométriques appartenant au Service de la Navigation de Strasbourg.

Annexe F : Exemple de Catalogue des débits d'étiages du Rhin (cours d'eau de la Plaine)

Annexe G : Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-1988 et 1988-2006) trouvés aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Lorraine.

Annexe H : Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-1988 et 1988-2006) trouvés aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Alsace.

Annexe I°: Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-1988 et 1988-2006) trouvés aux stations hydrométriques appartenant au Service de la Navigation de Strasbourg.

Annexe J : Tableau de comparaison des $Q_j < Q_{MNA}$ sur des stations de références.

Annexe K : Catalogue Moselle Aval : Bassin de la Petite Seille et du Rupt de Mad.

Introduction

L'eau est aujourd'hui un sujet mondialement préoccupant. En tête de ces risques perçus comme les plus alarmants, on y trouve la pollution de l'eau et le changement climatique.

Une directive cadre européenne, sur l'eau a été élaborée, et, les contraintes liées à cette directive ont infléchi l'action des Agences de l'eau pour établir un programme de mesures dans ce sens.

A une échelle plus locale, des actions concrètes sont définies pour atteindre le bon état écologique des eaux.

Depuis plusieurs années, les Agences de l'eau participent à la gestion des cours d'eau et répondent à des demandes croissantes de renseignements concernant les ressources en eau et plus particulièrement les débits d'étiage des cours d'eau.

Pour ce faire, un premier document technique fut réalisé en 1975 sous l'égide de la Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse. Ce document, intitulé : débits mensuels d'étiage, permet une estimation des écoulements à l'entrée et à la sortie des zones de la codification hydrologique à partir des débits observés.

Du fait de la mise en oeuvre de nouveaux textes réglementaires sur la gestion des eaux (loi sur l'eau de 1992 qui impose des débits de référence), le catalogue a été revalorisé grâce à la réalisation de nombreuses campagnes de jaugeages. Le dernier en date (disponible sur les sites Internet de la DIREN Lorraine et de l'AERM) a été calculé sur la période 1971- 1990.

Néanmoins en 2004, dans le cadre de l'étude PRESAGES, le CEGUM (Centre d'Etude Géographique de l'Université de Metz) a procédé à la revalorisation de ce catalogue avec la prise en compte des années 1971 à 2000.

Les résultats de l'étude réalisée par le CEGUM n'ont jamais été communiqués, car n'incluant pas 2003 année considérée comme très « sèche ».

L'objectif de mon stage consiste à étendre la période de référence jusqu'en 2006 (dernière année disponible) qui intègre l'année 2003.

Cette étude va ainsi permettre de se rendre compte si la prise en compte de ces six dernières années apporte des modifications significatives sur le débit.

Ce nouveau catalogue, couvrant la période 1971-2006, va ainsi constituer une base de données fiable dans le cadre de la gestion de l'eau.

I. Présentation de la Zone d'étude et données utilisées

Le Bassin Rhin-Meuse, situé au Nord-Est de la France, constitue la partie amont des grands bassins hydrographiques qui se jettent dans la mer du Nord. Il est constitué de trois unités hydrographiques parallèles qui sont déterminées successivement d'Est en Ouest par le **Rhin**, la **Moselle** et la **Meuse**.

I.1. Le Bassin Rhin-Meuse

I.1.1. Le relief

Le bassin Rhin-Meuse est constitué à la fois de reliefs de moyenne montagne caractérisés par le massif vosgien, des reliefs de côte (côtes de Moselle et de Meuse), et de plaines et plateaux (plaine d'Alsace, plateau Lorrain).

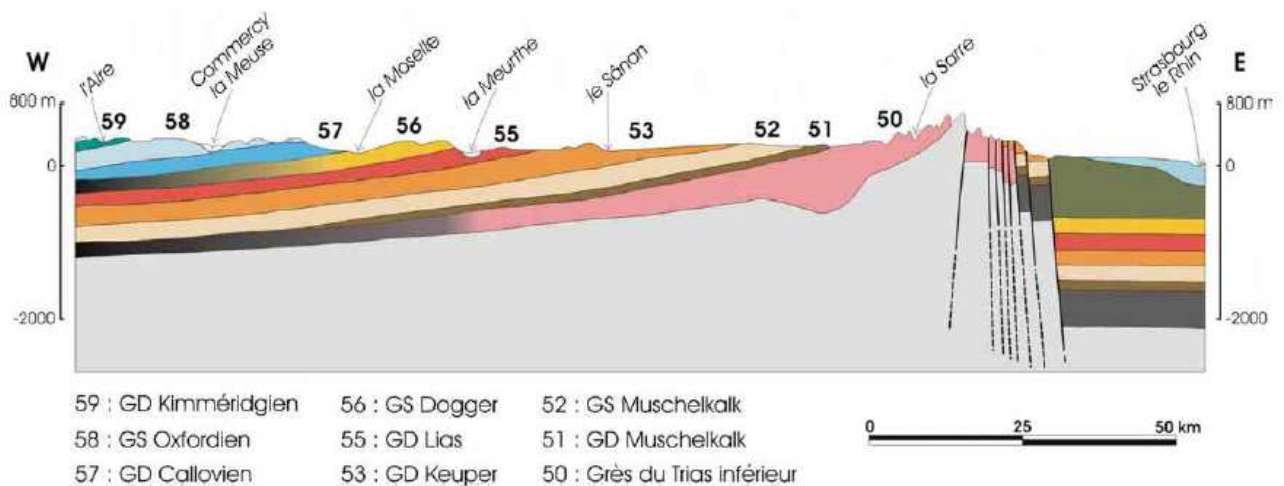
Le point culminant du Bassin est le Grand Ballon à 1 424 mètres d'altitude.

I.1.2. La géologie

La structure géologique du bassin est composée de formations du Trias et du Jurassique.

Le bassin Rhin-Meuse s'inscrit dans trois thèmes :

- le sédimentaire de la bordure est du Bassin parisien, avec des formations dont les âges s'échelonnent entre le Permien et le Jurassique,
- le socle du Massif vosgien (magmatique et métamorphique) et du Massif ardennais,
- l'alluvial de la plaine du Rhin et des grands cours d'eau (Moselle, Meuse...).



Source : sandre.eaufrance

Figure n°1 : Coupe Est-Ouest des terrains sur le bassin Rhin-Meuse

I.1.3. L'occupation du sol

L'occupation du bassin peut être réparti en trois secteurs :

Tout d'abord le bassin Rhin-Meuse est marqué par la présence d'une forte activité agricole (47% de la surface du bassin sont consacrés à cette activité.). Ces activités se répartissent sur l'ensemble du bassin.

Puis on estime que 35% du bassin sont constitués de forêts avec les parties les plus boisées se trouvant dans les massifs vosgiens et ardennais.

Enfin le bassin présente en faible proportion des territoires artificialités. Ils représentent des secteurs à fort potentiel de ruissellement.

I.1.4. Le climat et l'hydrographie

Le climat **lorrain** est de type **océanique tempéré, à tendance continentale**. En terme de **pluviosité** moyenne annuelle dans le bassin on constate des variations fortes puisque la pluviosité varie de 600 mm (colmar) à 2300 mm sur les sommets des Hautes-Vosges. Par comparaison, la pluviosité du territoire national est de 800 mm en moyenne.

Le bassin est composé de plusieurs cours d'eau principaux qui sont :

- Dans le bassin du Rhin : l'Ill, Moder, Sauer, Lauter,
- Dans le Bassin de la Moselle : la Moselle et ses deux affluents principaux, la Meurthe et la Sarre
- Dans le bassin de la Meuse : la Meuse et ses affluents principaux : le Vair, la Chiers, la Semoy, le Viroin et la Houille.

Code Hydro	Cours d'eau	surface en km ²	longueur en km
B---000	MEUSE (jusqu'à la frontière belge)	10 429	483
B 4 - - 010	CHIERS	2 222	144
B 6 - - 010	SEMOY (en France)	1 348	21
A---006	MOSELLE (amont de la Meurthe)	3 706	200
A---006	MOSELLE (aval de la Meurthe)	4 688	113
A 9-- 012	NIED FRANCAISE	504	59
A 8--010	ORNE	1 268	91
A 9--010	SARRE (jusqu'à la frontière all.)	3 807	223
A 7--010	SEILLE	1 288	138
A 6 - - 010	MEURTHE	3 085	159
A 5 - - 010	MADON	1 032	98
A 6 - - 012	MORTAGNE	582	75
A 6 - - 011	VEZOUZE	563	75
A27_011	BRUCHE	727	78
A2_010	FECHT	545	49
A__003	ILL	4 760	223
A11_020	LARGUE	277	53
A38_020	LAUTER (en France)	395	41
A31_010	MODER	1 720	93
A36_020	SAUER (en France)	806	68
A14_020	THUR	262	54
A34_020	ZORN	757	102
	RHIN (en France)	8 221	182

Tableau n°I : Principaux cours d'eau du bassin.

1.2. Les données utilisées

Les données utilisées, pour réaliser le catalogue, sont issues des stations hydrométriques gérées par les DIREN et le SNS. Il s'agit des QMNA (débit mensuel minimum de l'année) récupérés dans la Banque Hydro sur la période 1971-2006.

Ceux-ci correspondent au débit moyen mensuel le plus faible enregistré entre avril et novembre.

Exemple la station de Felenne sur la Houille (Période 2005).

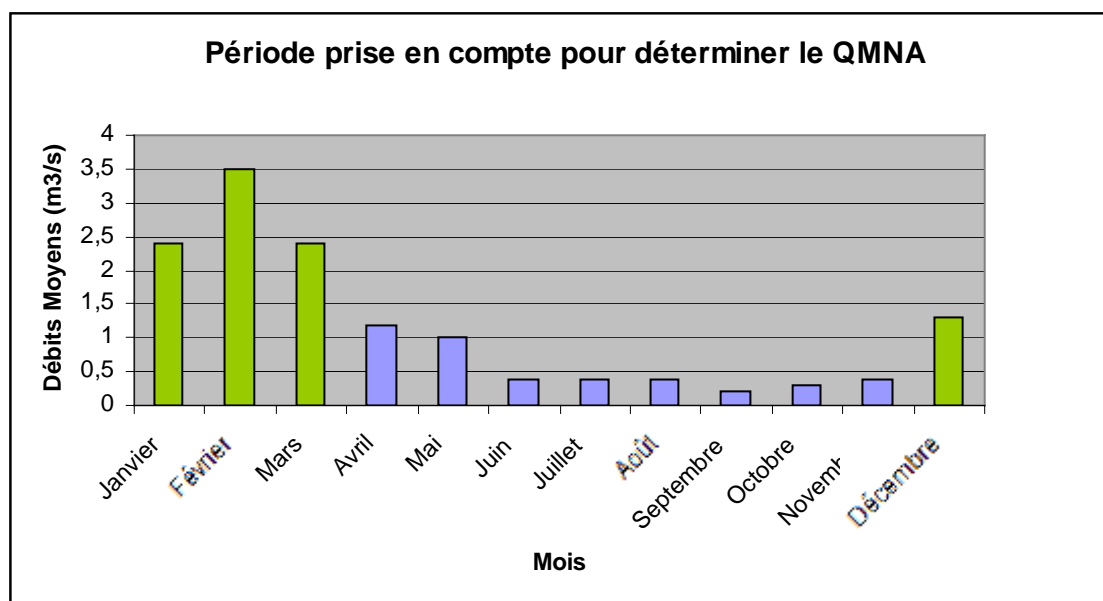


Tableau n°II : Période prise en compte pour déterminer la valeur du QMNA.

Cette période correspond aux basses eaux habituellement mesurées sur les cours d'eau du Bassin Rhin-Meuse.

Une autre donnée est également utilisée pour la réalisation du catalogue. Il s'agit du module présent également dans la banque hydro. Le module peut être caractérisé comme le débit moyen inter-annuel calculé sur chaque année civile et sur l'ensemble de la période d'observation de la station, ici la période 1971-2006.

I.2.1. Répartition des stations sur le bassin

Les données utilisées proviennent de stations hydrométriques réparties sur le bassin de la manière suivante :

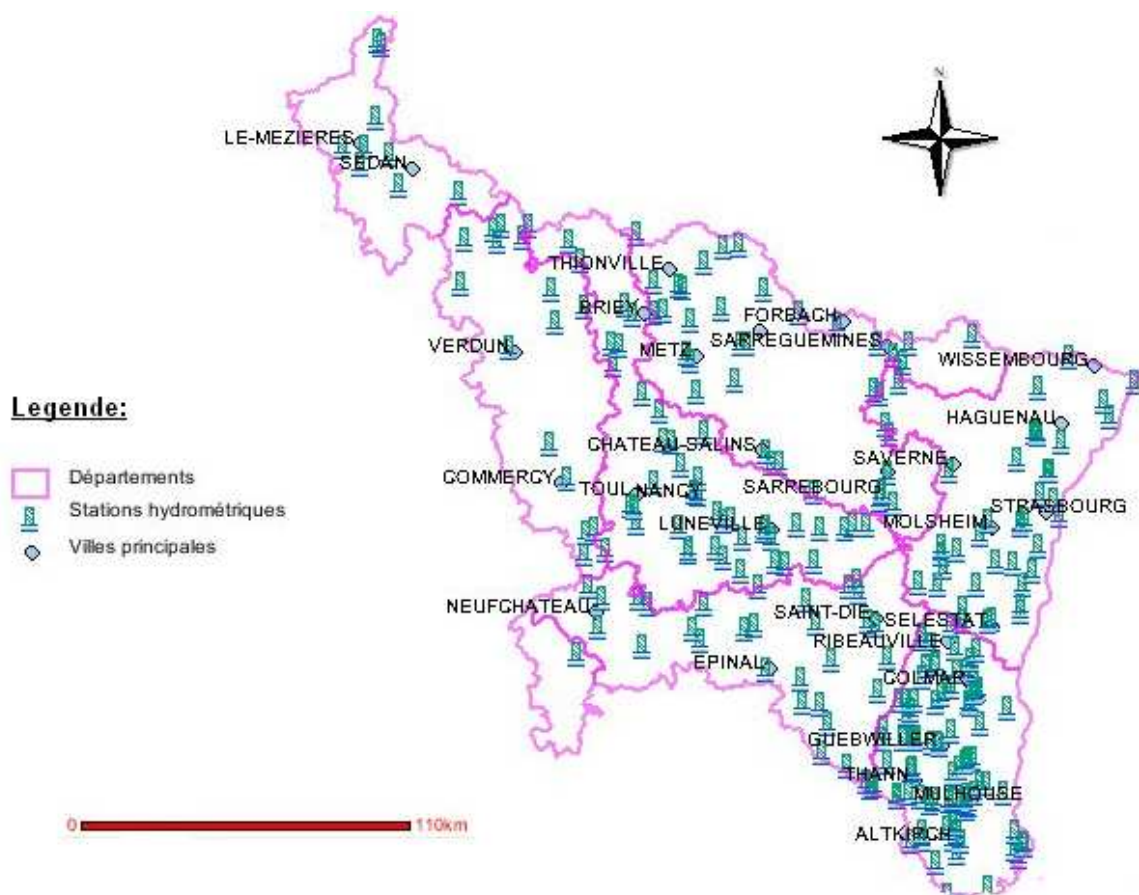


Figure n°2 : Répartition de toutes les stations sur le Bassin

D'une manière générale, on constate que la répartition du nombre de stations sur le bassin n'est pas homogène. En effet, on peut remarquer une forte concentration de stations au niveau du Bassin du Rhin et plus particulièrement au niveau du Haut Rhin.

Le bassin de la Meuse est, quant à lui, le bassin le moins desservi où l'on ne compte que quelques appareils de mesures en service.

I.2.2. Les problèmes liés aux données

Pour chaque station sélectionnée, il est nécessaire d'extraire l'ensemble des débits (QMNA) observés de 1971-2006.

Lorsque l'on extrait l'ensemble de ces valeurs, il peut arriver que plusieurs d'entre elles manquent dans la série de données. Pour ce problème, nous pouvons réaliser une régression à partir d'une

autre série de données (d'une station proche et montrant les mêmes caractéristiques) présentant le meilleur coefficient de corrélation avec cette station.

Lorsque la série est complète, nous pouvons réaliser un ajustement des valeurs de QMNA à l'aide de lois statistiques.

1.3. Cas particulier du Bassin Ferrifère

1.3.1. Contexte

Les activités minières, au Nord de la Lorraine depuis la deuxième moitié du 19^{ème} siècle, ont connu un essor important avec l'exploitation du fer et de la Houille.

Au Nord de la lorraine, le bassin ferrifère couvre environ 1 000 km² et constitue aujourd'hui un environnement particulier (FREYERMUTH, 2004).

Il comprend deux bassins d'exploitation distincts qui sont le bassin de Briey-Longwy, situé au nord-ouest de Metz et le bassin de Nancy plus au sud.

L'exploitation des mines de fer, pendant plus d'un siècle, n'a pu se faire que par la mise en place d'importants pompages d'exhaure (jusqu'à 250 millions de m³ par an) pour assécher les mines. N'étant plus rentable, c'est en 1997 que la dernière exploitation minière s'arrêta.

N'ayant plus d'utilité pour l'exploitation, on assista progressivement à l'ennoyage des réservoirs miniers.

L'exploitation des mines puis l'ennoyage, ont profondément modifié le milieu naturel. Actuellement les enjeux liés à la gestion de l'eau sont multiples.

En effet, l'arrêt des exhaures entraîne une diminution importante des débits allant jusqu'à l'assèchement de certains tronçons de cours d'eau.

De plus, l'approvisionnement en eau potable ainsi que la préservation de la ressource sont des problèmes majeurs qui touchent un vaste territoire constitué des concessions ferrifères et de leurs bassins versants associés (Orne, Fensch, Othain, Chiers jusqu'à la confluence avec l'Othain,...).

Dans ce contexte, des programmes d'aménagement sont mis en place pour protéger l'environnement.



Figure n°3 : Bassins Miniers Nord Lorrains

I.3.2. Géologie

Le gisement ferrifère lorrain, situé en sous-sol entre 110 m et 160 m sous la surface, est essentiellement superposé d'une épaisse couche d'argile et de calcaires ferrugineux. La formation géologique contenant le minerai de fer date de l'Aalénien (située sous le Dogger).

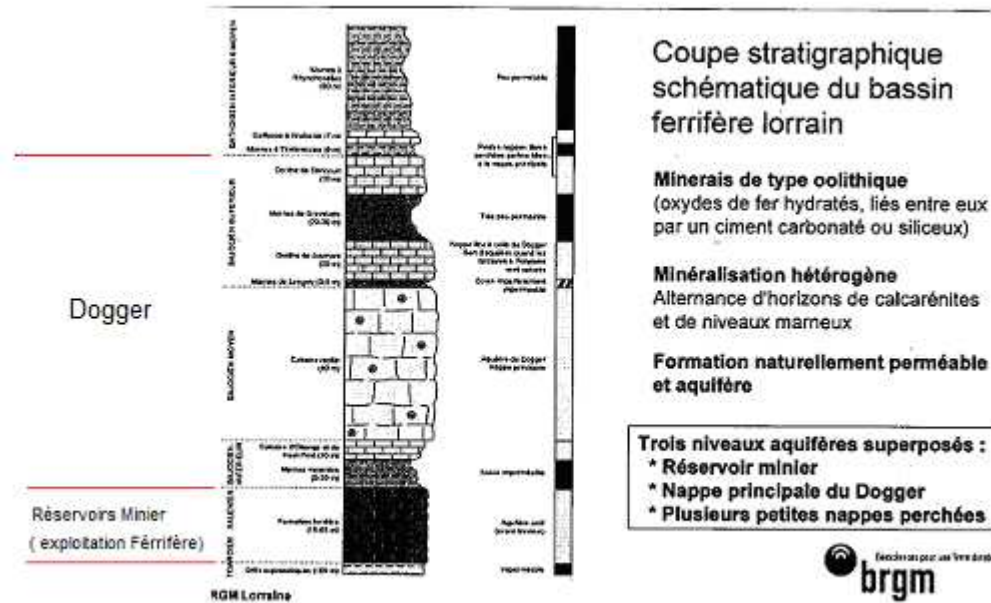


Figure n°4 : Coupe stratigraphique schématique du bassin ferrifère Lorrain.

I.3.3. Station

Le bassin ferrifère de Briey-Longwy est drainé par l'Orne et ses affluents au sud, par quelques affluents de l'Alzette au Nord et par des affluents directs de la Moselle à l'Est.

Sur ces cours d'eau, sont implantées les stations hydrométriques suivantes:

- Orne : Station de Boncourt et station de Rosselange,
- Yron : Station de Jarny,
- Woigot : Station de Briey.

II. Etat de l'art

II.1. Les catalogues

Depuis l'existence du catalogue, on a pu constater une évolution de celui-ci. En effet, depuis sa création, le catalogue a subi 3 réactualisations, liées essentiellement à une augmentation du nombre de données et à une amélioration des outils de calcul.

Nous allons pouvoir ainsi montrer cette évolution.

II.1.1. Premier catalogue (1954-1973)

Le premier catalogue des débits d'étiage a été élaboré par la mission déléguée de bassin Rhin-Meuse (J.C. AUER et J.F ZUMSTEIN) de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse. La partie concernant le bassin du Rhin (1982) a été réalisée conjointement par la mission déléguée de bassin Rhin-Meuse et le Service Régional de l'Aménagement des Eaux Alsace.

II.1.1.1. Les données disponibles

Les réseaux hydrométriques sont, durant cette période, gérés conjointement par :

- les SRAE : les services régional de l'aménagement des eaux (Alsace et Lorraine),
- les CE : Les Circonscriptions électriques.

II.1.1.2. La période de référence

Le premier catalogue fut réalisé sur la période 1954-1973. Cette période correspondait à la plus longue série disponible (celle de la station d'Epinal, installée en 1952) . Ainsi, cette période s'étend de 1954 à 1973, soit vingt ans, la série minimum pour réaliser une étude statistique.

II.1.1.3. Méthode d'estimation des écoulements caractéristiques

Pour l'ensemble des catalogues des débits d'étiage réalisés sur cette période, la méthode utilisée a été la même. Les phases de cette estimation et les procédés utilisés peuvent se résumer de la manière suivante :

- une reconstitution à chaque station hydrométrique dont la série est incomplète sur la période 1954-1973. Les stations dont les données manquantes sont supérieures à 5 sont éliminées.
- un traitement statistique des séries reconstituées correspondant à la fois aux QMNA et modules. La loi fréquence qui fut utilisée est la loi de Galton appliquée aux débits mensuels. Le module

interannuel, quant à lui, correspond à la moyenne arithmétique de la série des modules reconstitués.

- L'établissement des profils hydrologiques des cours d'eau principaux : Utilisation de la relation surface-module.

II.1.1.4. Présentation du catalogue

Le document est présenté sous un format paysage. Chaque catalogue contient les données suivantes (Catalogue des débits mensuels d'étiage, 1975):

- l'identification du point sur le cours d'eau,
- la surface du bassin versant drainé à l'amont de ce point,
- le débit mensuel d'étiage de fréquence 1/2,
- le débit mensuel d'étiage de fréquence 1/5,
- le débit mensuel d'étiage de fréquence 1/10,
- Profils hydrologiques des cours d'eau principaux..

Il se présente de la manière suivante :

MISSION DÉLÉGUÉE DE BASSIN
RHIN-MEUSE

DÉBITS MOYENS ESTIMÉS EN M³/S
(1954 - 1973)

BASSIN
COURS D'EAU

Code bassin	P.K.	Identification du point	Surface du B.V. km ²	Module inter-annuel	Débits mensuels		
					étiage E1/2	étiage E1/5	étiage E1/10
B 000	124,90	La Meuse à l'aval du confluent du ruisseau de Bochère (limite des zones B 000 et B 001)	65,2	0,410	0,028	0,013	0,009
B 001	132,15	La Meuse à l'aval du confluent du ruisseau du Grand Etang (limite des zones B 001 et B 002)	102,5	0,870	0,070	0,033	0,022
B 002	138,00	La Meuse à l'aval du confluent du ruisseau des Noires (limite des zones B 002 et B 003)	144,5	1,35	0,088	0,041	0,088
B 003	143,70	La Meuse à l'amont du confluent du Flambart (limite des zones B 003, B 020 et B 011)	165,3	1,50	0,090	0,043	0,029
B 020	143,70	La Meuse à l'aval du confluent du Flambart (limite des zones B 020, B 003 et B 011)	245,0	2,40	0,143	0,067	0,045
B 020	148,97	La Meuse à l'aval du confluent du ruisseau de Malaincourt	296,6	3,00	0,175	0,083	0,056

Observations :

Débits calculés par le SRAEL (cf catalogue "Débits mensuels d'étiage - 1. Bassin de la Haute-Meuse, en amont de MAXEY sur MEUSE.")

Figure n°5 : Présentation de l'ancien catalogue (1954-1973)

II.1.2. Deuxième Catalogue 1971-1990

Ce document fait suite et rend caduc le 1er «catalogue des débits mensuels d'étiage » réalisé entre 1975 et 1982, sous l'égide de la Mission déléguée de bassin Rhin –Meuse. C'est un document

technique dont l'importance a été réaffirmée du fait de son rôle dans la mise en oeuvre des nouveaux textes réglementaires sur la gestion des eaux.

II.1.2.1. Les données disponibles

Les réseaux hydrométriques sont, pour l'essentiel, gérés par les services de l'état : Diren Alsace et Lorraine, les SNS et l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. L'ensemble des données est recueilli par ces services qui les centralisent dans la Banque Hydro.

La banque hydro est un outil mis en place par le ministère de l'agriculture. Parmi l'ensemble des producteurs, on peut mentionner, la Diren, l'Agence de l'eau, les laboratoires universitaires, les sociétés privées spécialisées,...

Lorsqu'une station a été choisie, un certain nombre de données est accessible comme le QMNA ou le VCN. On remarque de plus que chaque station possède une fiche technique ou la station est décrite (surface, ancienne ou nouvelle station,.....).

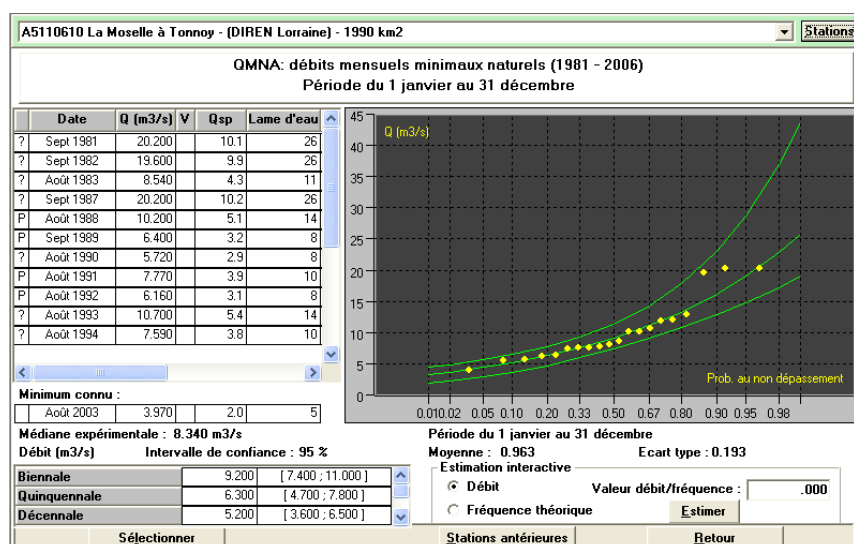


Figure n°6: Fiche Technique d'une station présente sur La Banque Hydro (Station de Tonnoy)

II.1.2.2. La période de référence

La période 1971-1990 a été retenue à l'époque, car elle correspondait, comme pour le catalogue précédent, à la période la plus longue et la plus récente pendant laquelle un nombre maximum de stations a fonctionné. D'autre part, cette série de 20 ans peut-être considérée comme représentative d'une série plus longue.

II.1.2.3. Méthode d'estimation des écoulements caractéristiques

La mise en place de stations mobiles et l'augmentation du nombre de campagnes de mesures ont permis de réaliser un catalogue plus fiable que le précédent.

En premier lieu, les débits fréquentiels ont été calculés à partir des débits mensuels d'étiage (QMNA). Ensuite, les séries de QMNA ont été ajustées à la loi normale et se sont transformées : Loi log normale pour la majeure partie des cours d'eau du bassin et Loi racine pour les cours d'eau anthropisés. Pour choisir le meilleur ajustement, plusieurs tests (Kolmogorov-Smirnow) ont été utilisés. Par la suite, le lissage des profils hydrologiques a été effectué suivant la loi générale qui lie le débit et la surface du bassin versant selon la formule : $Q = h \times A^g$

Enfin, un calage des profils hydrologiques a été réalisé.

II.1.2.4. Présentation du catalogue

Chaque cours d'eau présent dans le catalogue est présenté sous la forme d'un tableau d'une ou plusieurs pages (Annexe E).

L'ordre de présentation des stations est établi selon une hiérarchisation amont aval, basé sur un principe de codification hydrographique.

Ce catalogue, contrairement au précédent, est présenté sous le format portrait.

Les principaux critères que l'on trouve dans le catalogue pour chaque station sont :

- la zone hydrographique : selon la codification hydrographique (cf circulaire 91-50 du 12/02/91),
- L'identification du point,
- Le PKH : le Point Kilométrique Hydrographique (complément à 1 000 Km de la distance entre un point et une origine dans un référentiel cartographique donné),
- La surface du bassin versant : Pour chaque identification de point, la surface du bassin versant topographique correspondante est mentionnée. Celle-ci est attribuée en conformité avec les surfaces calculées aux limites de zones du catalogue de la codification hydrographique,
- Le module,
- Les débits mensuels d'étiage (m³/s) au fréquence 1/2, 1/5, 1/10 : Débit calculé à partir des débits mensuels d'étiage (QMNA).

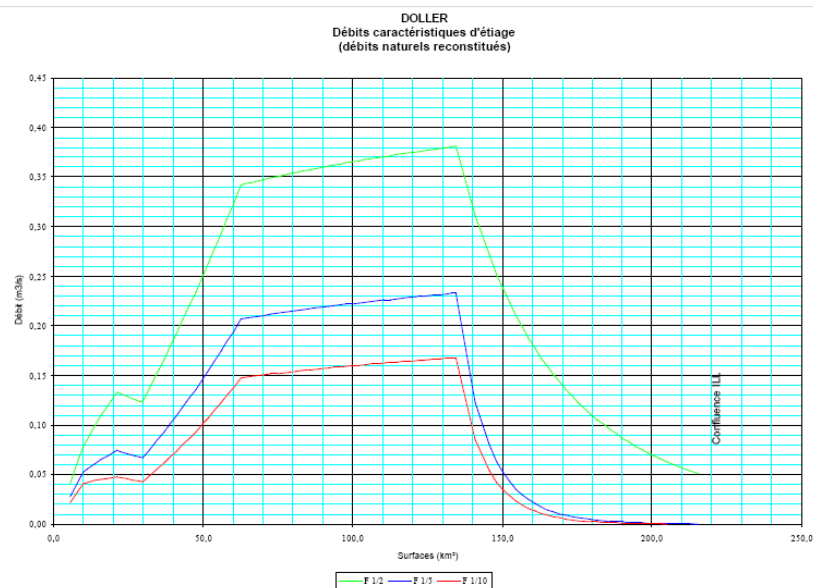


Figure n°7 : Exemple de Graphique présent dans le catalogue des débits d'été.

© 2000. Agence de l'eau Rhin-Meuse
Délégation de bassin Rhin-Meuse
Tous droits réservés.

BASSIN: RHIN
RIVIERE: DOLLER
CODE HYDRO: A12_020

DEBITS CARACTERISTIQUES EN M3/S
(1971-1990)
(débits naturels reconstitués)

Zone hydro	Identification du point	P.K.H.	Surface du B.V. en km ²	Module (m ³ /s)	Débits mensuels d'été (m ³ /s)		
					F 1/2	F 1/5	F 1/10
A120	La Doller à Sewen (Lerchenmatt amont)	956,35	6,5		0,041	0,028	0,022
A120	La Doller à l'aval du confluent du Wagensthalbach	956,43	8,7	0,438	0,068	0,045	0,035
A120	La Doller à l'amont du confluent du ruisseau d'Alfeld	957,91	10,0	0,470	0,079	0,053	0,041
A120	La Doller à l'aval du confluent du ruisseau d'Alfeld	958,14	21,2	1,03	0,133	0,074	0,048
A120	La Doller à Dolleren (amont du confluent du Seebach)	960,20	29,7	1,37	0,123	0,067	0,043
A120	La Doller à l'aval du confluent du Seebach (limite des zones A120 et A121)	961,35	50,6	2,03	0,255	0,160	0,104
A121	La Doller à l'amont du confluent du Lachtelweiherbach	963,38	62,6	2,40	0,342	0,207	0,148
A121	La Doller à l'aval du confluent du Villerbach (limite des zones A121 et A122)	966,90	86,6	2,94	0,358	0,218	0,156
A122	La Doller à Masevaux	968,28	92,0	3,13	0,361	0,220	0,158
A122	La Doller à l'aval du confluent du Bourbach (limite des zones A122 et A123)	975,20	121,9	3,67	0,376	0,229	0,165
A123	La Doller à l'aval du confluent du Michelbach (limite des zones A123 et A124)	981,12	141,0	3,97	0,311	0,123	0,086
A124	La Doller à l'aval du confluent du Baerenbach (limite des zones A124 et A125)	989,75	179,6	4,13	0,111	0,005	0,003
A125	La Doller à l'amont du confluent de l'III (limite des zones A118, A125 et A130)	1000,00	215,4	4,26	0,051	0,000	0,000

Tableau n°III : Exemple de Tableau présent dans le catalogue des débits d'été

II.1.3. Catalogues 1971-2000 et 1971-2006

En 2004 dans le cadre de l'étude PRESAGES, le CEGUM a actualisé le catalogue avec la prise en compte des années 1971 à 2000 et en utilisant un outil d'ajustement des QMNA aux lois racine-normale et Ln-normale (On remarque dans ce catalogue l'absence de la valeur du module). Ce document n'a pas été diffusé pour les raisons évoquées dans l'introduction.

Aujourd'hui dans le but d'obtenir une série de 36 années incluant l'année 2003, nous allons réactualiser le catalogue sur la période 1971-2006.

La présentation du catalogue est identique au document de référence, et, les données utilisées aux stations hydrométriques proviennent de la banque Hydro.

II.1.4. Conclusion

L'évolution des outils de calcul ainsi que le nombre de données (plus nombreux et de meilleure qualité) ont fait que le catalogue a fortement évolué depuis sa création. Néanmoins malgré les deux officielles réactualisations du catalogue, l'objectif majeur a toujours été le même, celui d'apporter des renseignements sur la valeur du QMNA pour chaque cours d'eau du bassin.

II.2. Elaboration des profils

Une des caractéristiques essentielles à la réalisation du catalogue, consiste en la mise en forme d'un profil hydrologique à partir de mesures de débits établies selon une méthodologie précise.

Dans un premier temps, au minimum trois campagnes de mesures ont été programmées pour chaque Bassin Versant. Elles sont réalisées pour différentes situations hydrologiques en dessous du module, en recherchant les plus faibles débits possibles.

Il s'avère qu'au cours de ces mesures, certaines erreurs sont possibles, et, il est nécessaire de réaliser une correction ponctuelle des débits.

Lorsque les données sont corrigées, il est possible ensuite d'élaborer les profils des débits corrigés qui montrent une meilleure cohérence dans l'évolution des débits entre les différentes campagnes. Il est possible alors de réaliser un lissage de ces profils afin d'établir un profil moyen caractéristique d'une situation de basses eaux.

II.2.1. Profils hydrologiques lissés (Loi générale)

Le lissage des profils hydrologiques tient compte de la relation qu'il existe entre le débit et la surface A du bassin Versant que l'on étudie. Cette relation est la suivante :

$$Q = h * A^g$$

Avec :

- A la superficie du bassin en km²,
- Q est le débit en m³/s,
- h et g sont des paramètres caractéristiques de chaque bassin (h est fonction des conditions d'alimentation et g dépend des modalités de l'écoulement).

II.2.2. Application aux débits de basses eaux

Les profils que l'on réalise ne s'organisent pas en une seule droite mais font apparaître, la plupart du temps, plusieurs coordonnées logarithmiques : nous avons donc la valeur de g qui n'est constante que pour une zone homogène du bassin.

Le parallélisme et l'articulation identique des segments de droite montrent ainsi une évolution homogène des débits dans l'espace et dans le temps.

Il est possible ainsi de lisser, par des segments de droite, les profils hydrologiques sur les graphes à coordonnées logarithmiques.

II.2.3. Détermination du paramètre g

La valeur de g pour chacun des segments du profil peut être caractérisée par la formule suivante :

$$g = \frac{\text{Log}Q1 - \text{Log}Q2}{\text{Log}A1 - \text{Log}A2}$$

Avec :

- A1 et A2 des valeurs de superficie de bassin choisies graphiquement sur le segment,
- Q1 et Q2 sont des valeurs de débit brut, déterminées graphiquement, correspondant aux surfaces A1 et A2.

Il est préférable de choisir A1 et A2 pour les valeurs de surface facilement lisibles sur une échelle logarithmique (en dizaine de km²) et suffisamment espacées pour calculer g.

Rq : les valeurs obtenues seront données avec une précision à 3 décimales.

II.2.4. Profil hydrologique de référence

Connaissant les surfaces (A) aux limites des segments qui composent le profil et la pente (g) de chaque segment, il est possible de « caler » un profil hydrologique lissé sur un débit (Q) et une

surface (A) donnée. L'opération de calage consiste alors à déterminer la valeur de h pour chacun des segments du profil à l'aide de l'équation suivante.

$$h = \frac{Q}{A^g}$$

Où on a :

- Q et A sont donnés,
- g est connu et invariable.

II.3. Exemple de réalisation de profil Hydrologique

Nous allons prendre pour exemple la rivière de la Mortagne située sur le bassin de la Meurthe est dont le code hydrologique est A 6 - - 012.

Pour cette rivière nous avons défini 9 segments successifs de l'amont vers l'aval.

Segments	Surface du B.V. en km ²	
	amont	aval
1		16
2	16	61.8
3	61.8	121
4	121	150
5	150	216.5
6	216.5	250.9
7	250.9	319
8	319	387.3
9	387.3	581.7

Tableau n IV: Segments du Profil Hydrologique

Nous pouvons déterminer pour chacun de ces segments la valeur de g grâce à la formule énoncée précédemment.

Pour le segment 2 nous avons :

- une surface en amont du bassin versant de 16 km² (A2) et en aval du bassin versant 61.8 km² (A1),
- un débit mensuel d'étiage (pour la fréquence ½). en amont du bassin versant de 0.118 m³/s (Q2) et en aval du bassin versant de 0.448 m³/s (Q1).

Nous avons alors :

$$g = \frac{\text{Log}Q1 - \text{Log}Q2}{\text{Log}A1 - \text{Log}A2} = \frac{\text{Log}0.448 - \text{Log}0.118}{\text{Log}61.8 - \text{log}16} = 0.989$$

La valeur de g pour le segment 2 est de 0.989, cela signifie que g à une pente moyenne de 0.989 (on constate aussi que g n'a pas d'unité).

Segments	Surface du B.V. en km ²		g
	amont	aval	
1		16	
2	16	61.8	0.989
3	61.8	121	0.724
4	121	150	0.519
5	150	216.5	0.452
6	216.5	250.9	0.704
7	250.9	319	0.639
8	319	387.3	0.685
9	387.3	581.7	0.463

Tableau n°V :Segment du Profil Hydrologique (avec coefficient g)

Rq : g est également calculé pour les fréquences 1/5 et 1/10.

Connaissant la valeur de g, pour chacun des segments, ainsi que la valeur des surfaces du bassin versant, il est possible de déterminer par le calcul la valeur de h.

Pour la Mortagne, la valeur de h au niveau du cinquième segment nous avons :

$$h = \frac{Q}{A^g} = \frac{0.996}{215.2^{0.452}} = 0.0878$$

Au niveau du cinquième segment, nous avons une valeur de h qui est de 0.0878.

Il est possible ainsi de déterminer toutes les valeurs de h pour chacun des segments et ainsi de déterminer le débit correspondant.

On aura ainsi l'équation de la droite qui permettra de déterminer les valeurs de débits sur cette droite.

Par exemple au niveau du segment 5, nous avons à calculer la valeur de débit (fréquence 1/2) au niveau de la Mortagne à l'amont du confluent du Monseigneur (ayant pour surface 215.3 km²).

Nous aurons ainsi un débit de :

$$Q = 0.0878 \times A^{0.452} = 0.0878 \times 215.3^{0.452} = 0.962 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Au niveau de la Mortagne à l'amont du confluent du Monseigneur, nous avons un débit de 0.962 m³/s (à la fréquence 1/2).

Remarque : Le débit au pont d'intersection de deux segments répond aux équations des deux segments. Il suffit alors de calculer ce débit à l'aide de l'équation du premier segment pour déterminer la valeur de h du second segment.

Débit caractéristiques d'été

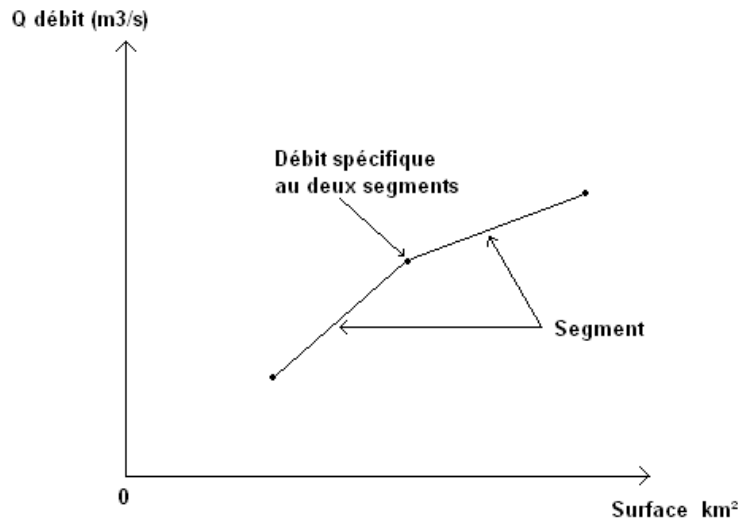


Figure n°8 : Découpage du Profil Hydrologique.

Lorsque nous avons réalisé le calage nous pouvons réaliser le profil :

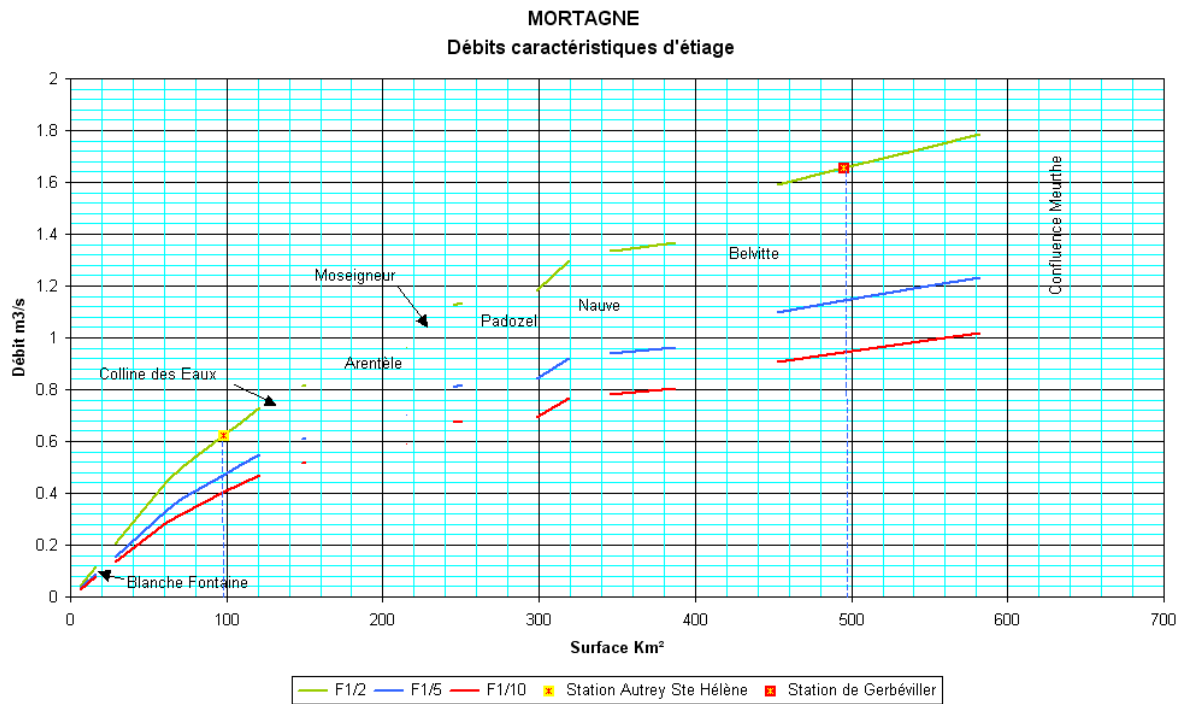


Figure n°9 : Profil Hydrologique de la Mortagne

Rq : Nous pouvons voir sur le profil la présence des neufs segments.

Sur le profil nous affichons les noms :

- des stations hydrométriques de références qui nous ont permis de déterminer les débits le long de ce cours d'eau : Station de Autrey St Hélène et de Gerbéviller.

- des lieux où nous avons des apports ou des prélèvements d'eau le long du cours d'eau étudié (cours d'eau principales ou vont se déverser des affluents): Arentèle, Padozel,...
- De la confluence, en outre ici la Meurthe.

II.3.1. Conclusion

La réalisation d'un profil nécessite une bonne connaissance du terrain pour éviter des erreurs liées aux incertitudes de mesures. C'est à partir des débits des stations hydrométriques que sont réalisés les calages.

La mise en place d'un tel profil passe par une relation entre la surface du bassin versant et le débit :
 $Q = h \times A^g$.

II.4. Documents de référence

La réalisation du nouveau catalogue des débits d'étiage s'appuie sur des études antérieures effectuées durant les 10 dernières années au sein de l'agence de l'eau Rhin Meuse et en collaboration avec le CEGUM.

A la demande de l'Agence de l'eau, une première étude a été réalisée sur la validité des débits mensuels d'étiage et des modules (DELBIRANI, 2003). En effet ? à partir de l'ouvrage de référence datant de la période 1971-1990, certains scientifiques se posèrent la question de la fiabilité des valeurs du catalogue en 2002. L'étude devrait déterminer une nouvelle période de référence. Cette nouvelle période, validée par des tests statistiques ? a été 1971-2002.

Les conclusions de cette étude ont défini que la grande majorité des débits demeurerait inchangée, à l'exception des débits du bassin ferrifère, où il serait nécessaire de réaliser une nouvelle estimation de ceux-ci.

Toujours à la demande de l'Agence, une deuxième étude concernant la réactualisation des débits caractéristiques d'étiage des cours d'eau du bassin ferrifère (FREYERMUTH, 2004). La première étape de cette analyse a été de présenter le bassin ferrifère de Briey-Longwy dans sa globalité, et, par la suite, de proposer des débits prévisionnels d'étiage à partir des chroniques de débits minimums mensuels d'étiage (QMNA) « naturels » reconstitués relatifs à l'Orne et ses affluents (1971 – 2003).

En parallèle de cette étude et en collaboration avec le CEGUM (dans le cadre de l'étude PRESAGES), une réactualisation du catalogue des débits d'étiage a été réalisée.

Ce programme d'étude, permettant de déterminer des débits caractéristiques d'étiage sur les grandes rivières et leurs principaux affluents du bassin Rhin-Meuse, a été élaboré sur la période 1971-2000.

Ce programme a été concrétisé par la réalisation d'une base de données regroupant :

- les valeurs de QMNA et VCN disponibles depuis 1971 jusqu'en 2003 pour chaque station présente sur le bassin Rhin-Meuse.
- Le calcul des QMNA aux différentes fréquences pour cette même période.
- La référence de la station.

Pour la réalisation de mon étude, cette base de données a été un bon support. En effet, celle-ci m'a permis, à la fois, de vérifier les valeurs présentes sur la Banque hydro et de compléter les lacunes présentes sur certaines séries de données.

Les études ainsi citées ont été un support à la réalisation du nouveau catalogue (1971-2006, Annexe J).

III. Evolution des débits caractéristiques d'étiage sur la période 1971-2006

En comparant les étiages récents avec les valeurs du QMNA 1/5 du document provisoire 1971→2000, il est apparu une dérive des QMNA des années récentes comparées au QMNA 5 de référence. Ceux-ci étaient, soit beaucoup trop forts, soit beaucoup trop faibles par rapport à l'étiage de l'année considérée.

Ce constat peut s'expliquer pour les raisons suivantes :

- soit un phénomène anthropique évolutif lors des dernières années a modifié le régime des cours d'eau,
- soit un phénomène lié au changement climatique qui pourrait déjà être perçu dans les analyses statistiques.

Ces variations récentes posent le problème de la validité des calculs statistiques issus d'une longue série. Faut-il recalculer les résultats statistiques sur les constats observés récemment ?

On peut donc se poser la question de savoir s'il serait intéressant, pour l'avenir, de calculer les débits caractéristiques d'étiage à partir d'une nouvelle série, et, si oui, essayer de définir et comprendre cette nouvelle chronique. Ainsi, on va tester la série des valeurs du QMNA par la méthode du CUSUM. Celle-ci permet de visualiser une éventuelle « cassure » dans la chronique, si à une date donnée apparaît une modification du régime liée à un phénomène quelconque encore non expliqué.

III.1. Analyse statistique des séries chronologiques

La méthode du CUSUM permet de repérer des tendances dans une série de données climatiques. Elle améliore la lisibilité de la représentation d'une série de valeurs afin de définir au sein de la période des séries d'années humides ou sèches. On réalise une véritable segmentation de la chronique étudiée (1971-2006). Ainsi, sur le graphique une pente positive montre que nous avons une série d'années humides et une pente négative indique le contraire. De plus, sur le graphique, pour visualiser les périodes homogènes, un rail d'acceptation est tracé. Lorsque la courbe sort du rail, on considère qu'il y a une rupture et la série est considérée comme n'étant pas homogène.

Pour réaliser le graphique, nous calculons le cumul des écarts à la moyenne. Ce cumul est caractérisé par la grandeur notée C_j :

$$C_j = \sum(Y - r \cdot Y_{moy})$$

Avec :

Y : valeur de la série

r : rang attribué à chaque année de la série

Y_{moy} : moyenne de la série

Exemple :

- Bassin de la Moselle :

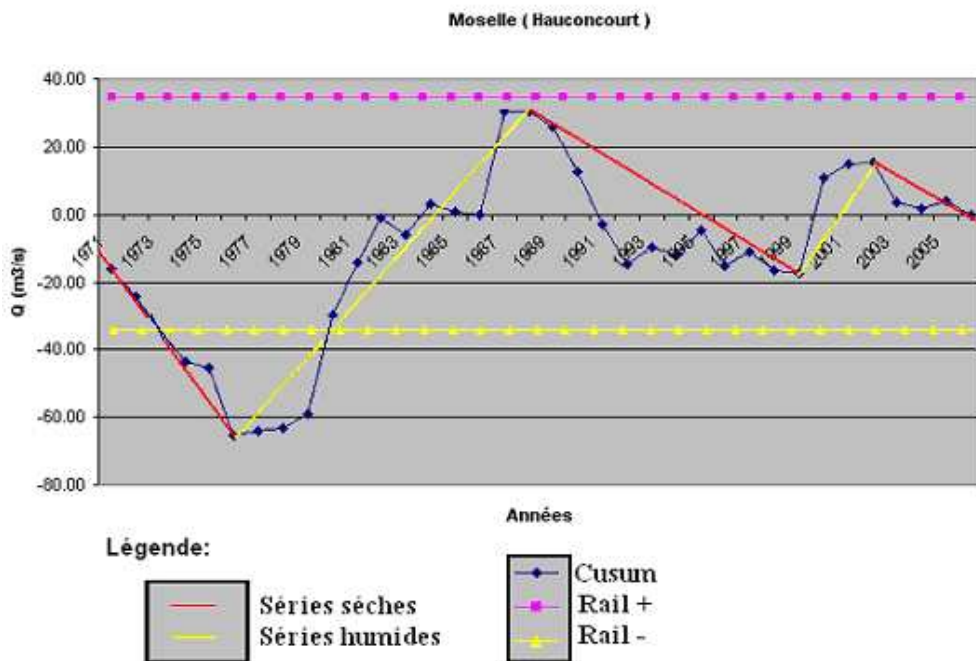


Figure n°10 : Représentation de la station de Hauconcourt selon la méthode des CUSUM

- Bassin de la Meuse :

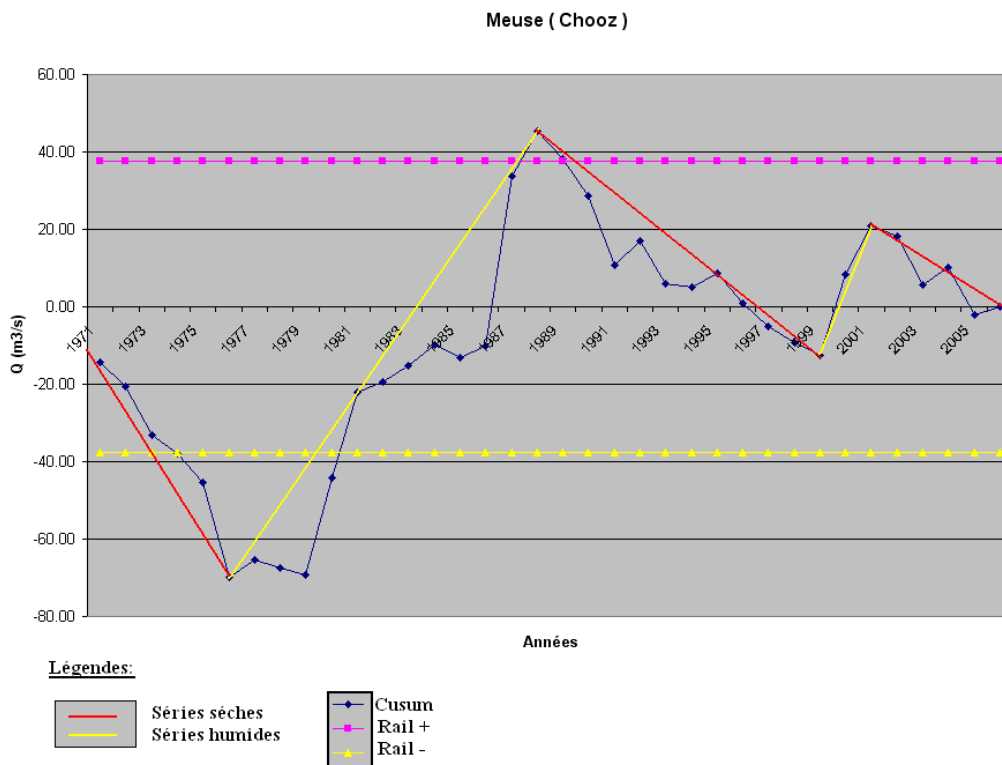


Figure n°11 : Représentation de la station de Chooz selon la méthode des CUSUM

- Bassin du Rhin :

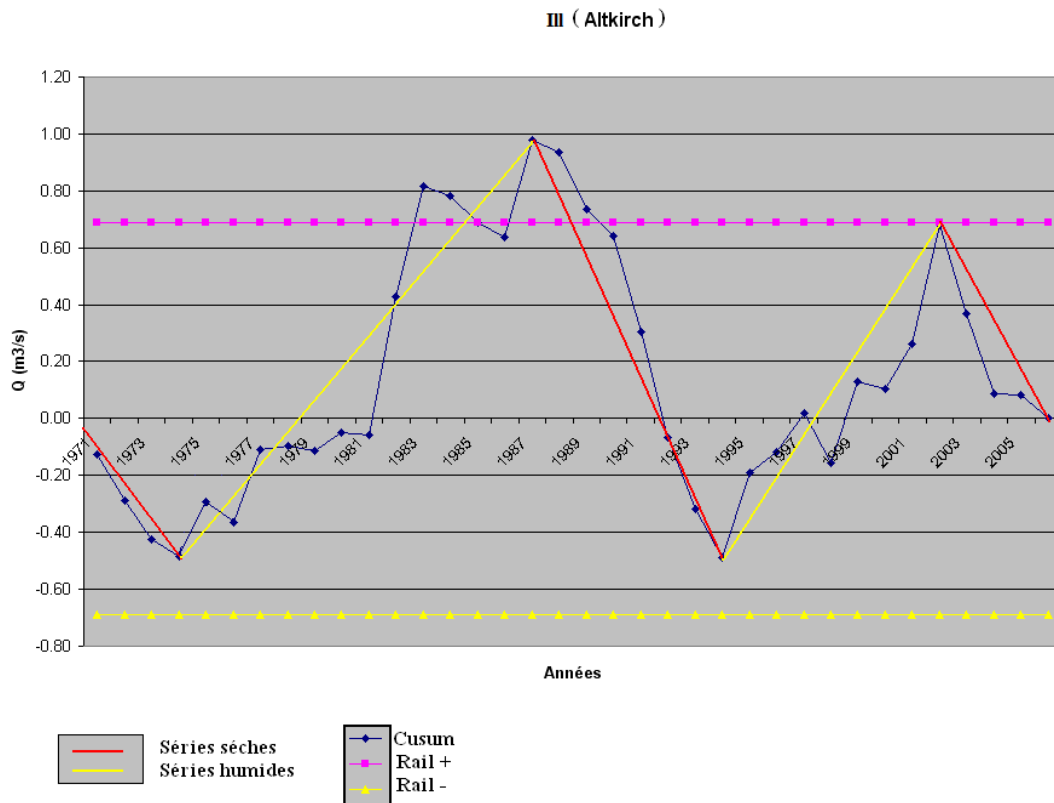


Figure n°12 : Représentation de la station de Altkirch selon la méthode des CUSUM

Au niveau de chaque bassin, on peut globalement découper la période 1971-2006 en 5 séries :

- une série d'années sèches qui s'étendent de 1971 à 1976. C'est en 1976 que les valeurs de débits les plus faibles ont été globalement observées sur la série 1971-2006. Aujourd'hui, cette année est considérée comme année sèche de référence.
- on trouve une série d'années humides de 1977 à 1988.
- une série d'années sèches qui s'étendent de 1988 à 1999
- une série d'années humides de 2000 à 2002.
- on observe une série d'années humides de 2003 à 2006. L'année 2003 annonce l'amorce d'une période sèche.

Grâce à la méthode du Cusum, nous pouvons identifier deux séries sur la période 1971-2006. En effet c'est l'année 1988 qui annonce l'amorce d'une nouvelle série et qui va servir d'année de référence dans la suite de l'étude. Chacune des séries étant composée de 18 années de mesures, une comparaison de celles-ci sera réalisée par la suite. Cependant, 1988 n'est pas la rupture majeure pour toutes les stations mais elle est la plus récente. C'est donc elle qui a le plus d'impact sur l'allongement de la période de référence 1971-1990 et 1971-2006.

Néanmoins, il est nécessaire, avant de poursuivre la démarche, d'expliquer les causes liées à cette rupture.

III.2. Cause des ruptures identifiées

Le réchauffement climatique se poursuit à l'échelle planétaire et depuis la fin du XIX^{ème} siècle. Il pourrait en être une cause au vu de l'augmentation de température moyenne dans le monde (comprise entre 0,4 et 0,8°C). Mais aussi l'activité humaine peut provoquer directement des modifications significatives dans les régimes des cours d'eau.

III.2.1. Aspect climatique

L'année 1988 a été choisie car c'est l'année où l'on observe une rupture climatique importante. En effet, cette année marque une transition durant laquelle on passe d'une température moyenne de 10°C à Metz à 11°C. A l'échelle de la France, on constate que le réchauffement a été, en moyenne, du même ordre de grandeur (de l'ordre de 1 degré), avec une augmentation un peu plus forte dans le Sud-Ouest et un peu plus faible au Nord.

De plus, on note une augmentation linéaire sur les 18 dernières années de la température avec une année particulière, l'année 2003. En effet, l'été 2003 est le plus chaud que l'on ait connu ces cinquante dernières années avec des températures maximales supérieures aux trois derniers étés les plus chauds (1976, 1983 et 1994).

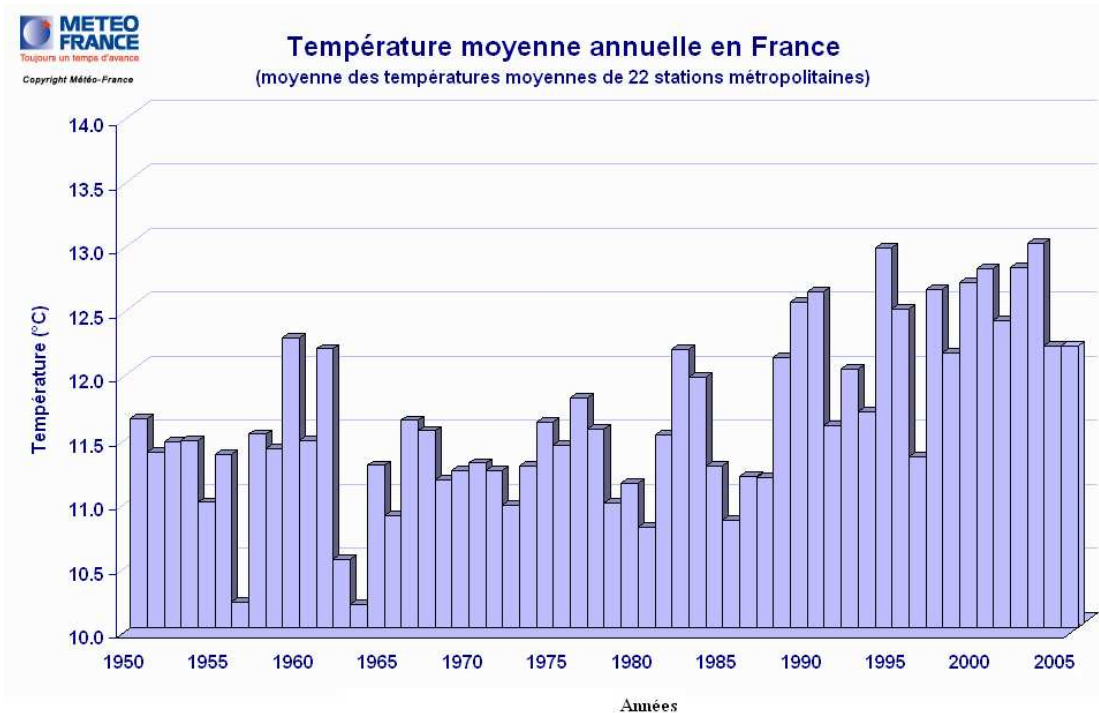


Figure n°13 : Température moyenne annuelle en France

L'impact de l'augmentation des températures, produite par une augmentation rapide de la concentration en dioxyde de carbone atmosphérique au cours de ces dernières années, est essentiellement dû à l'accélération d'une forte activité industrielle.

III.2.2. Aspect anthropique

Les cours d'eau ont, de tout temps, joué un rôle majeur dans le développement des activités humaines. En effet avec l'essor de l'industrialisation, l'homme ayant besoin d'eau s'est rapproché de plus en plus des cours d'eau. L'intervention de l'homme sur les cours d'eau est ancienne avec la création d'aménagements pour l'irrigation mais aussi le contrôle des inondations ou l'amélioration de la navigation.

Aujourd'hui, on trouve encore des ouvrages qui contribuent à modifier, parfois de façon irréversible, la dynamique des cours d'eau : parmi ces ouvrages nous pouvons citer : les barrages réservoirs.

Exemple :

Le barrage joue un rôle important dans l'alimentation en eau de la rivière. On peut citer, par exemple, de barrage du Vieux-Prè. Mis en place à la fin des années 1980, le barrage EDF du Vieux Pré sert à alimenter la Moselle en période d'étiage afin de pouvoir compenser les pertes dues, au refroidissement des réacteurs nucléaires de la Centrale de Cattenom. Celle-ci est située proche de la frontière Germano Franco Luxembourgeoise à plus de 100 km de son réservoir de soutien. Les effets du soutien, pendant la période d'étiage a considérablement modifié le régime des cours d'eau concernés par ce transit : la Meurthe et la Moselle.

D'autres phénomènes anthropiques provoquent d'importantes perturbations telles que l'alimentation des canaux, le transfert des réseaux d'assainissement vers une station d'épuration, etc.....

III.3. Comparaison des paramètres d'ajustement des lois

Ayant souligné les causes probables expliquant la rupture, il serait judicieux de déterminer l'impact de cette rupture sur les valeurs des débits d'étiage du catalogue.

Pour cela, nous allons réaliser une comparaison entre les deux séries 1971-1988 et 1989-2006 (Annexes : F,G et H).

III.3.1.1. Les tests statistiques :

Pour l'ensemble des stations présentes sur le bassin (hormis les stations hors services possédant une série insuffisante), nous avons calculé les QMNA fréquentiels pour les deux périodes avec la loi normale (Annexe A).

Connaissant ces valeurs, l'objectif est de déterminer les paramètres de positions et d'échelle afin de définir s'il existe une différence significative au niveau des deux séries étudiées.

Ces paramètres se caractérisent de la manière suivante : le paramètre d'échelle qui correspond à la pente de la droite des valeurs théoriques, c'est à dire l'écart type (des ln et des racines carrées) ; et le paramètre de position qui correspond à l'ordonnée à l'origine, c'est à dire la moyenne (des ln et des racines carrées). Ces deux paramètres sont déterminés en même temps que les débits fréquentiels.

Dans le but de voir s'il existe une différence significative entre les deux séries étudiées, nous allons réaliser des tests pour comparer les moyennes et les variances des deux séries.

III.3.1.2. Principe d'utilisation

Test de Student :

Pour effectuer la comparaison des moyennes nous allons utiliser le test de Student . Le test t de Student permet de savoir si la différence entre la moyenne calculée sur la série 1971- 2000 et la moyenne calculée sur la période 1971-2006 est significative ou non.

Le test t est calculé de la manière suivante :

$$T = (X1-X2)/ S \sqrt{ 1/N1 + 1/N2 }$$

Avec : X1 la moyenne de la série 1 et X2 la moyenne de la série 2.

N1 : Effectif de la Série 1 et N2 effectif de la série 2

S : écart type

Après avoir effectué le test, la valeur observée est comparée aux valeurs contenues dans la table du t de Student. Si la valeur absolue du t calculée est supérieure à la valeur du t de la table de Student (t β), on en conclura que la différence est significative.

Test de Fisher-Snedecor.

Ce test paramétrique, fonctionnant de la même manière que le test précédent, a pour objectif de vérifier si les deux variances des deux séries étudiées sont différentes ou non.

La statistique utilisée pour réaliser ce test à pour formule :

$$F_{obs} = S^2_{1obs} / S^2_{2obs}$$

Avec :

S²_{1obs} : écart type de la série 1

S²_{2obs} : écart type de la série 2

La conclusion du test est : si Fobs est plus grand que le Fa au seuil théorique (déterminé à l'aide de la table de Fisher-Snedecor), alors il y aura une différence significative entre ces deux séries.

III.3.1.3. Résultats de l'étude

Application de ces deux tests statistiques.

Nous allons appliquer ces deux tests aux résultats obtenus sur chaque station et pour chacun des bassins. Pour se faire, nous allons déterminer, d'après la table de Student et de Fisher-Snedecor, les paramètres t_β et F_α .

D'après les tables nous avons :

t_β : 2,031 (ayant la probabilité 0,05 d'être dépassée)

F_α : 2,32 déterminé grâce à la table pour $F(17,17)$ ayant la probabilité 0,05 d'être dépassée.

Bassin Meuse :

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-1988		Série 1989-2006		T	F
			Position	Echelle	Position	Echelle		
B022	Goncourt	Meuse	-1,954	0,901	-2,097	0,708	0,220	1,619
B109	Villars	Mouzon	-1,895	0,780	-1,768	0,539	0,214	2,094
B115	Domrémy la Pucelle	Meuse	0,104	0,646	0,029	0,507	2,155	1,621
B128	Soulosse	Vair	-0,537	0,341	-0,673	0,350	0,761	0,951
B134	Chalaines	Meuse	0,587	0,731	0,844	0,449	0,913	2,653
B204	Vannes le Chatel	Aroffe	-3,220	0,573	-3,351	0,878	0,122	0,426
B222	St Mihiel	Meuse	1,274	0,486	1,218	0,473	0,133	1,056
B315	Stenay	Meuse	2,280	0,437	2,252	0,358	0,038	1,489
B403	Montigny sur Chiers	Chiers	0,507	0,471	0,415	0,205	0,545	5,282
B430	Chauvency le Château	Chiers	2,034	0,418	1,989	0,260	0,065	2,574
B457	Han les Juvigny	Loison	-0,820	0,657	-0,968	0,492	0,543	1,784
B463	Carignan	Chiers	2,258	0,362	2,217	0,223	0,054	2,638
B517	Cheveuges	Bar	-0,017	0,601	-0,400	0,644	2,874	0,871
B532	Lafrancheville	Vence	-0,473	0,362	-0,511	0,233	0,244	2,410
B557	Belval	Sormonne	0,254	0,388	0,076	0,374	2,100	1,076
B600	Membre en Belgique	Semoy	1,183	0,658	1,281	0,368	0,250	3,200
B611	Haulmé	Semoy	1,526	0,735	1,445	0,337	0,160	4,740
B720	Chooz	Meuse	3,597	0,416	3,501	0,276	0,080	2,269
B730	Fellenne	Houille	-1,261	0,580	-1,172	0,405	0,212	2,051
B732	Landrichamps	Houille	-0,656	0,823	-0,802	0,404	0,666	4,154

Paramètres t_β ou F_α < paramètres t ou f calculé

Tableau n°VI : Comparaison entre les deux séries 1971-1988 et 1989-2006 (Bassin Meuse)

Bassin Moselle :

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-1988		Série 1989-2006		T	F
			Position	Echelle	Position	Echelle		
A402	Fresse	Moselle	-0,59	0,618	-0,796	0,515	1,05	1,439
A405	Rupt	Moselle	0,087	0,686	-0,068	0,457	5,368	2,249
A414	Zainvillers	Moselotte	0,599	0,489	0,309	0,413	1,453	1,404
A417	Cleurie	Cleurie	-0,392	0,382	-0,381	0,342	0,082	1,252
A420	Noirgueux	Moselle	1,481	0,671	1,174	0,532	0,621	1,593
A436	Chenimenil	Vologne	1,013	0,458	0,78	0,381	0,69	1,445
A443	Epinal	Moselle	2,18	0,496	1,945	0,384	0,324	1,669
A463	Basse Frizon	Avière	-1,087	0,337	-1,044	0,185	0,121	3,331
A501	Froville	Euron	-1,958	0,561	-1,976	0,317	0,027	3,13
A511	Tonnoy	Moselle	2,36	0,519	2,117	0,344	0,309	2,279
A526	Mirecourt	Madon	-0,002	0,391	-0,086	0,242	2,941	2,604
A542	Autrey Brénon	Brénon	-3,031	0,646	-2,624	0,682	0,403	0,898
A543	Pulligny	Madon	0,45	0,349	0,549	0,284	0,662	1,51
A571	Toul	Moselle	2,505	0,442	2,317	0,396	0,225	1,245
A600	Fraize	Meurthe	-0,293	0,334	-0,47	0,288	1,818	1,349
A605	St Dié	Meurthe	0,811	0,409	0,555	0,325	0,947	1,585
A615	Raon l'Étape	Meurthe	1,52	0,403	1,336	0,406	0,364	0,986
A623	La Trouche	Plaine	-0,099	0,395	-0,119	0,276	0,613	2,042
A645	Barbas	Vacon	-3,182	0,67	-3,371	0,699	0,178	0,918
A657	Lunéville	Vezouze	0,405	0,402	0,266	0,343	1,028	1,374
A662	Autrey Ste Hélène	Mortagne	-0,348	0,395	-0,59	0,237	2,08	2,785
A673	Gerbéviller	Mortagne	0,62	0,482	0,388	0,371	1,125	1,684
A676	Damelevières	Meurthe	2,208	0,431	2,263	0,242	0,074	3,182
A694	Malzéville	Meurthe	2,351	0,429	2,445	0,392	0,12	1,198
A695	Lay St Christophe	Amezule	-2,752	0,466	-3,171	0,743	0,457	0,393
A701	Custines	Moselle	3,301	0,463	3,245	0,246	0,05	3,532
A712	Jézainville	Esche	-2,004	0,775	-2,074	0,5	0,106	2,405
A735	Onville	Rupt de Mad	-0,645	0,542	-0,39	0,3	1,961	3,264
A764	Château Salin	Petite Seille	-1	0,404	-1,101	0,323	0,306	1,563
A782	Nomeny	Seille	0,362	0,395	0,37	0,282	0,068	1,958
A788	Metz Pont-Lothaire	Seille	0,593	0,413	0,355	0,36	1,201	1,317
A792	Hauconcourt	Moselle	3,425	0,432	3,352	0,32	0,063	1,826
A873	Koenigsmacker	Canner	-1,346	0,485	-1,441	0,372	0,211	1,703
A900	Laneuveville les Lorquin	Sarre Blanche	-0,378	0,538	-0,463	0,53	0,672	1,032
A901	Vasperviller	Sarre Rouge	-0,369	0,267	-0,243	0,186	1,021	2,058
A902	Hermelange	Sarre	-1,244	0,559	-1,233	0,486	0,027	1,326
A906	Postroff	Isch	-1,062	0,459	-1,254	0,877	0,54	0,273
A909	Keskastel	Sarre	0,871	0,396	0,715	0,398	0,539	0,987
A919	Rech	Albe	-0,755	0,681	-0,613	0,339	0,563	4,027
A926	Oermingen	Eichel	-0,103	0,495	-0,524	0,779	2,409	0,404
A931	Sarreinsming	Sarre	1,336	0,381	1,262	0,329	0,165	1,341
A937	Bliesbruck	Blies	2,159	0,26	1,847	0,265	0,435	0,962
A975	Pontigny	Nied Française	-0,428	0,366	-0,459	0,399	0,22	0,841

Paramètres $t \beta$ ou F_a < paramètres t ou f calculé

Tableau n°VII : Comparaison entre les deux séries 1971-1988 et 1989-2006 (Bassin Moselle Amont et Aval)

Bassin du Rhin :

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-1988		Série 1989-2006		T	F
			Position	Echelle	Position	Echelle		
A105	Altkirch	Ill	-0,301	0,315	-0,458	0,355	1,560	0,790
A112	Dannemarie	Largue	-1,947	0,666	-1,644	0,630	0,467	1,119
A115	Spechbach-le-Bas	Largue	-0,852	0,742	-0,903	0,489	0,180	2,298
A115	Illfurth	Largue	-0,852	0,742	-0,863	0,547	0,039	1,840
A116	Didenheim	Ill	0,351	0,404	0,211	0,440	1,194	0,843
A120	Sewen Village	Doller	-2,927	0,805	-2,832	0,610	0,097	1,740
A125	Reiningue	Doller	-0,717	0,748	-0,373	0,279	1,441	7,200
A133	Ensisheim	Ill	0,404	0,601	-0,169	1,808	4,257	0,110
A143	Willer sur Thur	Thur	0,355	0,445	0,328	0,254	0,230	3,057
A146	Staffelfelden	Thur	0,337	0,580	0,205	0,417	1,173	1,931
A150	Linthal Saegmatten	Lauch	-1,384	0,312	-1,549	0,247	0,357	1,598
A151	Guebwiller	Lauch	-1,094	0,413	-1,455	0,359	0,991	1,320
A161	Colmar Ladhof	Ill	1,639	0,486	1,429	0,386	0,385	1,579
A204	Wintzenheim	Fecht	0,111	0,341	-0,111	0,343	5,986	0,992
A212	Kaysersberg	Weiss	-0,141	0,300	-0,390	0,264	5,276	1,296
A214	Ostheim	Fecht	0,079	0,723	0,147	0,323	2,553	5,022
A234	Liepvre	Liepvrette	-0,840	0,527	-1,190	0,356	1,249	2,190
A235	Sélestat	Giessen	-1,217	0,945	-1,459	0,683	0,595	1,912
A251	Andlau	Andlau	-1,257	0,334	-1,617	0,215	0,859	2,402
A261	Niedernai	Ehn	-1,473	0,245	-1,751	0,314	0,567	0,611
A273	Wisches	Bruche	0,465	0,433	0,477	0,198	0,074	4,803
A284	Soultz-les-Bains	Mossig	-0,528	0,398	-0,648	0,246	0,681	2,603
A286	Holtzheim	Bruche	0,139	0,531	0,337	0,334	4,304	2,520
A288	Chasseur-Froid	Ill	3,609	0,171	3,870	0,153	0,217	1,247
A330	Schweighouse-Aval	Moder	1,114	0,223	0,998	0,149	0,311	2,239
A341	Saverne	Zorn	-0,113	0,294	-0,077	0,217	0,946	1,830
A348	Waltenheim	Zorn	0,776	0,311	1,009	0,192	0,903	2,613
A361	Liebfrauenthal	Sauer	0,222	0,161	0,151	0,198	0,968	0,661
A369	Beinheim	Sauer	0,414	0,394	0,277	0,243	0,997	2,620
A373	Niederroedern	Seltzbach	-1,164	0,514	-1,382	0,436	0,563	1,390
A380	Weiler	Lauter	0,647	0,175	0,516	0,153	0,607	1,300

 Paramètres t β ou Fa < paramètres t ou f calculé

Tableau n°VIII : Comparaison entre les deux séries 1971-1988 et 1989-2006 (Bassin Rhin)

III.3.1.4. Conclusion

Au niveau de l'ensemble de ces stations, on constate qu'aucune tendance nette ne se dégage.

On remarque que certaines stations présentent cependant une différence significative, notamment au niveau du bassin de la Meuse et du Rhin.

Cette différence peut-être liée :

- à une correction des données par le gestionnaire,
- à des écarts issus de difficulté de tarage,
- aux activités anthropiques.

Ainsi, on peut en conclure que l'augmentation de température moyenne annuelle de 1°C (et donc l'impact climatique) à partir de la période 1988, n'affecte pas significativement la valeur des débits des cours d'eau. C'est essentiellement les activités anthropiques qui, par leurs prélèvements ou leurs rejets d'eau, modifient la valeur des débits des cours d'eau. Cette modification est néanmoins peu marquée au niveau du bassin Rhin-Meuse, seul la Sarre, avec de fortes activités humaines, connaît une modification du débit des cours d'eau importante.

III.4. Implications de l'évolution des débits sur les arrêtés sécheresse

III.4.1. Les Arrêtés sécheresse

Les règles des arrêtés sécheresse sont fixées par le département et porte sur la limitation provisoire des prélèvements d'eau dans le milieu naturel. Aujourd'hui, le sujet de la sécheresse soulève des questions majeures sur la gestion quantitative et qualitative des ressources en eau. Depuis la sécheresse de 2003, il a été progressivement bâti, sur le bassin, un dispositif de gestion de crise renforcé. Il n'est cependant pas obligatoire de recourir systématiquement chaque année à des restrictions.

III.4.2. Fonctionnement de l'arrêté :

C'est sous l'autorité du Préfet, ou du Prefet de région, que les mesures restrictives de l'usage de l'eau sont fixées afin de limiter les usages de l'eau pour faire face à des menaces de sécheresse. Ces mesures, qui sont nécessairement provisoires, sont conformes à l'arrêté pris par celui du Préfet de bassin.

L'épisode de la sécheresse de 2003 illustre bien la mise en place de plusieurs arrêtés préfectoraux.

Exemple d'année de sécheresse 2003

L'année 2003 avait été marquée par une sécheresse à l'origine d'un étiage exceptionnellement prolongé des cours d'eau et des plans d'eau utilisés au soutien des étiages ainsi qu'au tarissement prononcé des aquifères.

Durant cette année, les débits des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse ont fortement diminué. En effet, on constate que l'étiage a été très sévère sur les têtes de bassin, en particulier dans le département des Vosges. Néanmoins, sur le reste du bassin, l'étiage a été moins sévère.

Bassins	Fréquence de l'étiage
Meurthe	20-50 ans à l'amont/10-20 ans à l'aval
Moselle amont	20 à 50 ans
Moselle aval	10 ans
Seille	5 ans
Sarre	20 ans
Nieds	5 à 10 ans

Bassins	Fréquence de l'étiage
Meuse amont	20 à 50 ans
Meuse médiane	10 à 20 ans
Meuse aval	5 ans
Chiers	2 à 5 ans
Ill	2 à 5 ans (sup. à 10 ans sur des affluents)
Zorn et Moder	2 à 5 ans

Source diren

Tableau n°IX : Valeurs des Fréquences de l'étiage pendant la sécheresse 2003

III.4.3. Sévérité des étiages des cours d'eau

La gestion des prélèvements et des débits d'étiage est aujourd'hui un des objectifs majeurs en situation de crise.

L'indicateur utilisé pour caractériser le débit d'étiage d'un cours d'eau est le QMNA-5 (débit mensuel sec de fréquence quinquennale). Le QMNA-5 possède une valeur réglementaire depuis les décrets d'application de la Loi sur l'Eau.

En effet le QMNA 5, appelé plus communément "**débit d'étiage quinquennal**", permet au service de la police de l'eau :

- de fixer les volumes des prélèvements et rejets en eaux superficielles,
- d'évaluer, en cas de sécheresse, la gravité de la crise et de mettre en place ainsi un plan de gestion afin de maintenir un débit minimum dans les cours d'eau (véritable opération de soutien des débits d'étiage).

Ce débit de référence (QMNA) a donc été choisi pour caractériser l'étiage et donner une information sur le degré de tarissement du cours d'eau. Dans le cadre de mon étude, nous allons comparer le QMNA 5 aux débits journaliers.

Cette comparaison doit permettre de déterminer le nombre de jours où le débit est inférieur au débit d'étiage de référence (QMNA5). Lorsque le Débit journalier < QMNA 5, nous serons en période d'étiage sévère. Nous allons faire cette comparaison sur chacun des bassins versants étudiés (Annexe I).

Les stations étudiées sont les mêmes que celles utilisées pour réaliser le catalogue.

Bassin Meuse :

Nous étudions sur le bassin les stations suivantes : Goncourt, Chooz, Han les Juvigny

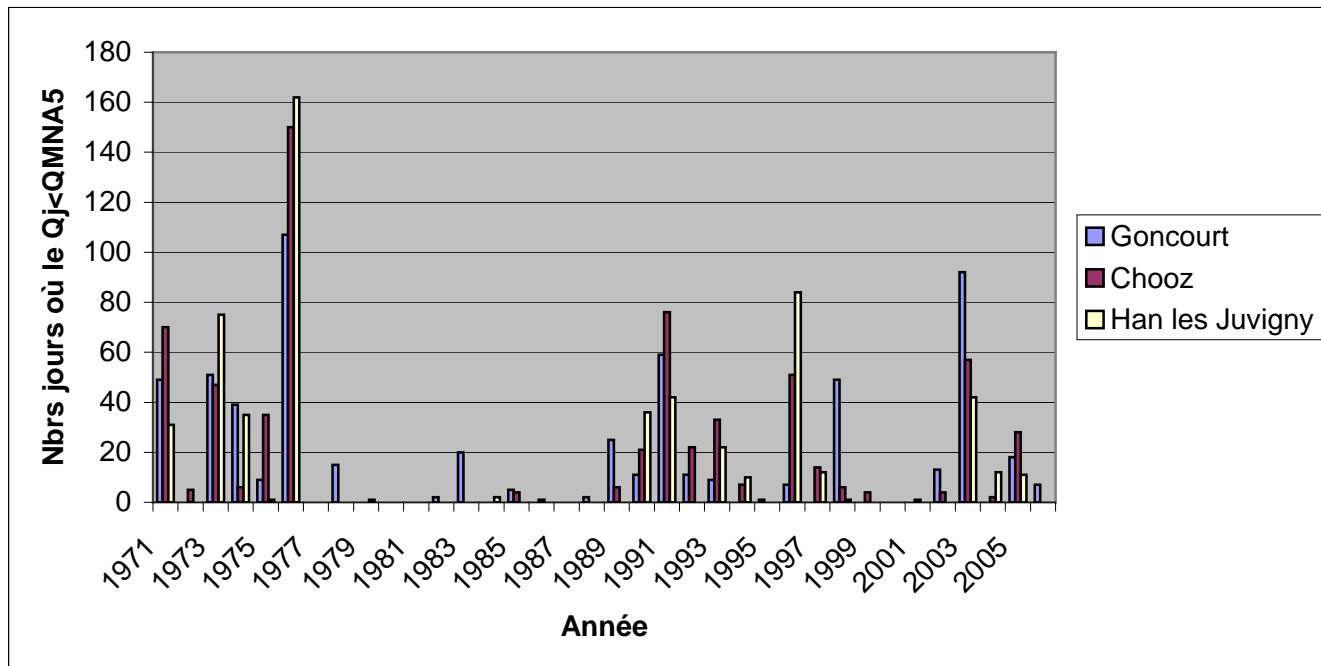


Tableau n°X : Caractérisation des périodes d'étiage (Bassin Meuse)

Bassin Moselle

Nous étudions sur le bassin les stations suivantes : Epinal, Toul, Jézainville

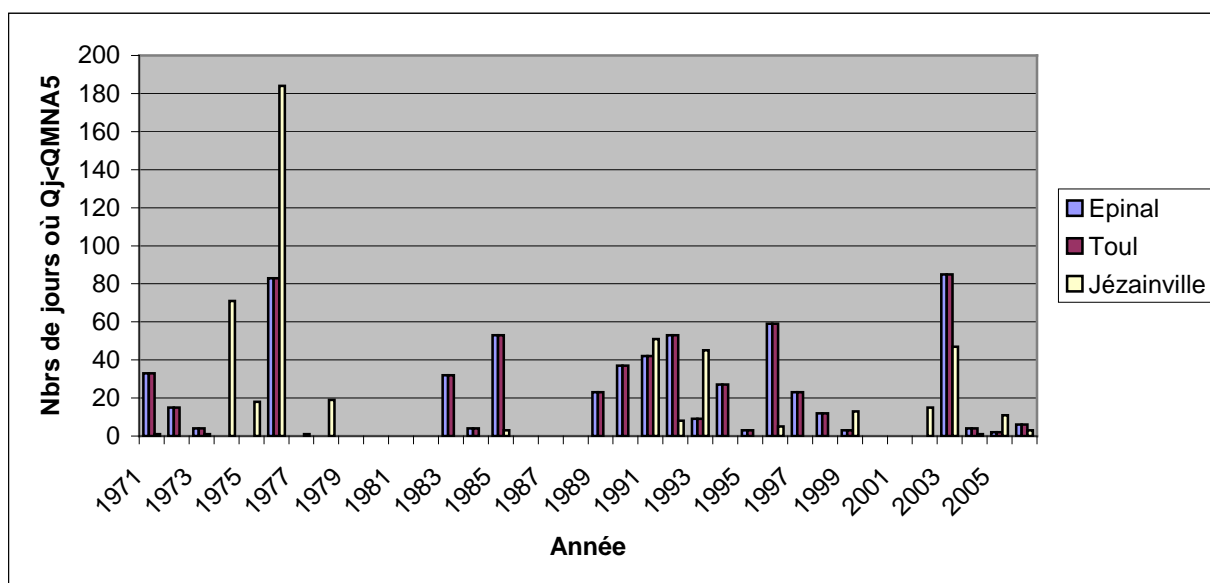


Tableau n°XI : Caractérisation des périodes d'étiage (Bassin Moselle)

Bassin du Rhin

Nous étudions sur le bassin les stations suivantes : Sélestat, Soultz-les-bains.

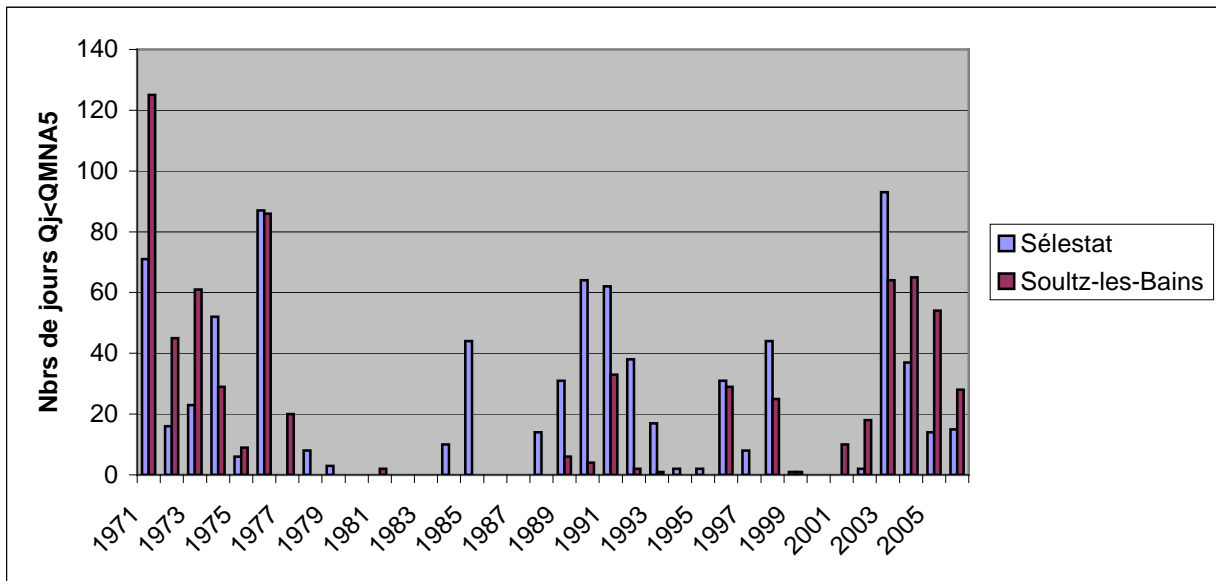


Tableau n°XII : Caractérisation des périodes d'étiage (Bassin Rhin)

III.4.4. Conclusion

L'analyse de l'ensemble de ces graphiques révèle deux tendances nettes :

D'une part, nous remarquons 5 années (1971, 1976, 1991, 1996 et 2003) où l'on constate sur l'ensemble du bassin Rhin Meuse un nombre de jours où le débit a été inférieur au débit de référence d'étiage élevé. Les causes de cette tendance sont essentiellement liées à des événements climatiques exceptionnels, c'est à dire par une durée d'insolation remarquablement élevée et d'une pluviométrie assez faible sur le bassin.

Rq : Parmi les 5 années désignées, l'année 1976, se singularise par le nombre de fois où le débit a été inférieur au débit de référence d'étiage le plus élevé (90 à 180 selon les stations). Cette année étant considérée comme année sèche de référence.

D'autre part sur l'ensemble du bassin la sévérité des étiages des cours d'eau est avérée être marquée de la même manière sur chacune des stations du bassin Rhin –Meuse. En effet, sur chaque bassin (Moselle, Meuse et Rhin), nous pouvons scinder la période 1971- 2006 en 5 :

- 1971-1977 : Etiage des cours d'eau sévère (Qj dépassé 20 à 180 fois par QMNA durant cette période),
- 1978- 1988 : Etiage des cours d'eau peut sévère (Qj peut ou pas dépassé par QMNA durant cette période),

- 1989- 1998 : Etiage des cours d'eau sévère (Q_j dépassé 20 à 80 fois par QMNA durant cette période),
- 1999- 2002 : Etiage des cours d'eau peut sévère (Q_j peut ou pas dépassé par QMNA durant cette période),
- 2003- 2006 : Etiage des cours d'eau sévère (Q_j dépassé 15 à 80 fois par QMNA durant cette période).

Enfin, une particularité est observée en Alsace où depuis 2004, le nombre de jours où le débit a été inférieur au débit de référence d'étiage est plus élevé que sur les deux autres bassins. Ceci peut s'expliquer par une forte activité anthropique présente sur le cours d'eau de ce bassin.

IV. Catalogue des débits caractéristiques d'étiage : 1971-2006

La réalisation du catalogue des débits caractéristiques d'étiage sur la série 1971-2006 fut l'objet essentiel de mes études.

Une des caractéristiques consiste à comparer mes résultats à ceux des catalogues réalisés précédemment sur des autres séries et d'expliquer et critiquer les écarts constatés.

IV.1. Critique des nouvelles valeurs de débits caractéristiques d'étiage

IV.1.1. Validité d'une donnée de débit

Pourquoi considérer que les écarts entre les différentes séries proches ou inférieures à 10% ne sont-ils pas pertinents ?

L'élaboration d'un débit journalier est le résultat d'une chaîne de traitement très conséquente.

Plusieurs points peuvent être abordés quant à cet écart :

- Tout d'abord, nous avons la problématique liée à la mesure : le résultat n'étant jamais précisément garanti. :
 - matériels de mesure,
 - méthode de mesure,
 - exploitation.

On considère ainsi qu'un jaugeage n'est précis qu'à 10%.

- Ensuite se pose le problème lors de la réalisation de la courbe de tarage :
 - Dispersion > à 10% autour du tracé de la courbe,
 - Les changements de courbe ne sont pas toujours bien réalisés.
- Puis on constate qu'il peut survenir des problèmes au niveau de l'enregistrement des hauteurs. :
 - les valeurs observées ne sont pas toujours bien corrigées,
- Enfin, le calcul du débit journalier s'effectue aujourd'hui à l'aide du même outil pour tous les gestionnaires (Banque Hydro). Avant, une méthode interne était utilisée par chaque gestionnaire.

Conclusion :

Les résultats n'ont pas une garantie absolue, on peut valablement prétendre qu'un débit est proche de la réalité à 10% : on peut ainsi considérer que toute différence entre 2 méthodes, 2 séries, dont les écarts sont < à 10% est la confirmation d'un résultat par rapport à l'autre.

Ainsi, la reprise des données calculées par le CEGUM, lors de la réalisation de PRESAGES, est conservée quand les 10% sont respectés.

IV.1.2. Résultats

IV.1.2.1. Comparaison des résultats

On constate des écarts importants sur certaines stations.

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-2000			Série 1971-2006			Ecart en %		
			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			10% <		
			F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10
A525	Velotte	Gite	0.279	0.217	0.189	0.254	0.196	0.172	-9.677	-10.848	-10.097
A530	Xaronval	Colon	0.217	0.159	0.135	0.218	0.148	0.122	0.651	-7.927	-10.723
A645	Barbas	Vacon	0.045	0.021	0.013	0.038	0.021	0.016	-17.899	-1.841	19.659
A695	Lay St Christ	Amezule	0.067	0.046	0.038	0.057	0.033	0.023	-16.926	-40.481	-66.815
A701	Custines	Moselle	24.579	17.354	14.271	26.462	19.658	16.842	7.119	11.719	15.265
A983	Faulquemont	Nied Allemand	0.292	0.210	0.178	0.284	0.172	0.132	-2.656	-22.310	-35.033
B022	Goncourt	Meuse	0.152	0.080	0.058	0.132	0.067	0.047	-15.148	-19.453	-21.767
B134	Chalaines	Meuse	2.283	1.579	1.263	2.204	1.403	1.057	-3.595	-12.528	-19.479
B204	Vannes le Ch	Aroffe	0.039	0.022	0.017	0.037	0.020	0.015	-5.513	-10.820	-13.661
B300	Verdun	Scance	0.105	0.070	0.056	0.130	0.103	0.091	19.162	32.310	38.721
B457	Han les Juvig	Loison	0.456	0.260	0.179	0.411	0.252	0.195	-10.864	-3.056	7.997
B517	Cheveuges	Bar	0.981	0.670	0.550	0.812	0.472	0.356	-20.786	-41.947	-54.357
A120	Sewen Villag	Doller	0.170	0.120	0.100	0.056	0.031	0.023	-202.627	-285.538	-337.278
A125	Reiningue	Doller	0.596	0.490	0.269	0.580	0.356	0.275	-2.747	-37.695	2.083
A133	Ensisheim	Ill	1.200	0.451	0.203	1.468	0.560	0.257	18.227	19.535	20.876
A906	Postroff	Isch	0.367	0.228	0.178	0.317	0.178	0.132	-15.798	-28.033	-34.735
A919	Rech	Albe	0.556	0.324	0.229	0.504	0.321	0.254	-10.137	-0.925	10.093
A937	Bliesbruck	Blies	7.884	6.260	5.552	7.411	5.740	5.026	-6.380	-9.050	-10.464

	Diren Lorraine
	Diren Alsace
	Service de Navigation de Strasbourg

Tableau n°XIII : Comparaison des séries 1971-2000 et 1971-2006

Sur les 120 stations étudiées sur le bassin (Annexes : B,C,D), on peut voir que seulement 18 stations présentent des écarts supérieurs à 10% entre les deux périodes étudiées.

Dans le but de voir s'il existe une différence significative entre les deux séries étudiées, nous allons réaliser les tests de Student et Fischer-Snedecor que nous avons étudiés auparavant.

IV.1.2.2. Application statistique

Nous allons appliquer ces deux tests aux résultats obtenus sur chaque station.

D'après la table de Student et de Fisher-Snedecor, les paramètres t_{β} et F_{α} valent :

- t_{β} : 1,99 (ayant la probabilité 0,05 d'être dépassée)
- F_{α} : 1,79 déterminé grâce à la table ayant la probabilité 0,05 d'être dépassée.

Bassin de la Meuse :

Sur le bassin de la Meuse, on dénombre 26 stations hydrométriques gérées par la Diren. Parmi ces stations, 6 d'entre elles n'ont pas été exploitées consécutivement à une série incomplète.

Zone hydro	Stations	Cours d'eau
B205	Rigny St Martin	Aroffe
B310	Cléry Grand	Andon
B441	Thonne lès Prés	Thonne
B300	Verdun	Scance
B560	Montcy Notre Dame	Meuse
B712	Treignes	Viroin

Tableau n°XIV : Stations non exploitées (Bassin Meuse)

Les 20 autres stations présentes sur le bassin possèdent des séries complètes (1971-2006) et peuvent ainsi être étudiées.

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-2000		Série 1971-2006		T	F
			Position	Echelle	Position	Echelle		
B022	Goncourt	Meuse	-1.989	0.797	-2.025	0.802	0.056	0.987
B109	Villars	Mouzon	-1.771	0.678	-1.833	0.667	0.106	1.031
B115	Domrémy la Pucelle	Meuse	0.088	0.587	0.066	0.574	0.726	1.046
B128	Soulosse	Vair	-0.558	0.307	-0.605	0.347	0.253	0.780
B134	Chalaines	Meuse	0.721	0.615	0.715	0.612	0.024	1.012
B204	Vannes le Chatel	Aroffe	-3.231	0.675	-3.286	0.734	0.051	0.846
B222	St Mihiel	Meuse	1.240	0.473	1.246	0.474	0.014	0.997
B315	Stenay	Meuse	2.253	0.404	2.266	0.394	0.017	1.047
B403	Montigny sur Chiers	Chiers	0.489	0.384	0.461	0.361	0.175	1.129
B430	Chauvency le Château	Chiers	2.026	0.372	2.011	0.344	0.022	1.168
B457	Han les Juvigny	Loison	-0.872	0.611	-0.894	0.577	0.075	1.120
B463	Carignan	Chiers	2.228	0.306	2.237	0.295	0.012	1.074
B517	Cheveuges	Bar	-0.242	0.690	-0.208	0.644	0.479	1.147
B532	Lafrancheville	Vence	-0.511	0.312	-0.492	0.301	0.112	1.076
B557	Belval	Sormonne	0.164	0.412	0.165	0.386	0.020	1.139
B600	Membre en Belgique	Semoy	1.209	0.552	1.232	0.527	0.057	1.093
B611	Haulmé	Semoy	1.479	0.601	1.485	0.565	0.014	1.132
B720	Chooz	Meuse	3.552	0.367	3.549	0.351	0.002	1.091
B730	Fellenne	Houille	-1.244	0.510	-1.217	0.495	0.066	1.058
B732	Landrichamps	Houille	-0.738	0.684	-0.729	0.643	0.037	1.130

Tableau n°XV : Comparaison entre les deux séries 1971-2000 et 1971-2006 (Bassin Meuse)

Nous pouvons constater que les valeurs t et f du test de Student sont toutes inférieures aux paramètres t_{β} et F_{α} . Nous pouvons ainsi en déduire que sur le bassin de la Meuse, il n'existe pas de différence de moyenne et d'écart type significative entre les deux périodes 1971-2000 et 1971-2006.

Bassin de la Moselle :

On distingue sur le bassin de la Moselle, la Moselle amont et aval. Le bassin versant de la Moselle s'étend sur les départements des Vosges, de la Meurthe-et-Moselle, de la Meuse et de la Moselle. Outre son affluent principal, la Meurthe, la Moselle est également alimentée par plusieurs cours d'eau importants : le Madon, la Seille et l'Orne.

Moselle Amont :

Sur le bassin Moselle amont, on dénombre 32 stations hydrométriques. Sur ces 32 stations, 7 stations ne peuvent être exploitées consécutivement à une série de données insuffisantes. Parmi ces 7 stations on peut nommer :

Zone hydro	Stations	Cours d'eau
A454	Vaxoncourt	Durbion
A500	St Boingt	Euron
A530	Xaronval	Colon
A562	Bicqueley	Bouvades
A584	Villey St Etienne	Terrouin
A614	Moyenmoutier	Rabodeau
A690	Nicolas de Port	Petit Rhône

Tableau n°XVI : Stations non exploitées (Bassin Moselle Amont)

Les 25 autres stations, présentes sur le bassin, possèdent des séries complètes (1971-2006) et peuvent ainsi être étudiées.

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971- 2000		Série 1971-2006		T	F
			Position	Echelle	Position	Echelle		
A402	Fresse	Moselle	-0.590	0.618	-0.796	0.515	1.050	1.439
A405	Rupt	Moselle	0.087	0.686	-0.068	0.457	5.368	2.249
A414	Zainvillers	Moselotte	0.599	0.489	0.309	0.413	1.453	1.404
A417	Cleurie	Cleurie	-0.392	0.382	-0.381	0.342	0.082	1.252
A420	Noirgueux	Moselle	1.481	0.671	1.174	0.532	0.621	1.593
A436	Chenimenil	Vologne	1.013	0.458	0.780	0.381	0.690	1.445
A443	Epinal	Moselle	2.180	0.496	1.945	0.384	0.324	1.669
A463	Basse Frizon	Avière	-1.087	0.337	-1.044	0.185	0.121	3.331
A501	Froville	Euron	-1.958	0.561	-1.976	0.317	0.027	3.130
A511	Tonnoy	Moselle	2.360	0.519	2.117	0.344	0.309	2.279
A526	Mirecourt	Madon	-0.002	0.391	-0.086	0.242	2.941	2.604
A542	Autrey Brénon	Brénon	-3.031	0.646	-2.624	0.682	0.403	0.898
A543	Pulligny	Madon	0.450	0.349	0.549	0.284	0.662	1.510
A571	Toul	Moselle	2.505	0.442	2.317	0.396	0.225	1.245
A600	Fraize	Meurthe	-0.293	0.334	-0.470	0.288	1.818	1.349
A605	St Dié	Meurthe	0.811	0.409	0.555	0.325	0.947	1.585
A615	Raon l'Etape	Meurthe	1.520	0.403	1.336	0.406	0.364	0.986
A623	La Trouche	Plaine	-0.099	0.395	-0.119	0.276	0.613	2.042
A645	Barbas	Vacon	-3.182	0.670	-3.371	0.699	0.178	0.918
A657	Lunéville	Vezouze	0.405	0.402	0.266	0.343	1.028	1.374
A662	Autrey Ste Hélène	Mortagne	-0.348	0.395	-0.590	0.237	2.080	2.785
A673	Gerbéville	Mortagne	0.620	0.482	0.388	0.371	1.125	1.684
A676	Damelevières	Meurthe	2.208	0.431	2.263	0.242	0.074	3.182
A694	Malzéville	Meurthe	2.351	0.429	2.445	0.392	0.120	1.198
A695	Lay St Christophe	Amezule	-2.752	0.466	-3.171	0.743	0.457	0.393


 Paramètres t_β ou F_a < paramètres t ou f calculé

Tableau n°XVII : Comparaison entre les deux séries 1971-2000 et 1971-2006 (Bassin Moselle Amont)

Nous remarquons que sur les 25 stations étudiées sur le bassin, 8 stations présentent un t et f calculés supérieurs au t et f de la table.

Moselle Aval :

Sur le bassin Moselle aval on dénombre 18 stations hydrométriques. Sur ces 23 stations, seules 5 stations ne peuvent être exploitées consécutivement à une série de données insuffisantes. Parmi ces 5 stations on peut citer :

Zone hydro	Stations	Cours d'eau
A850	Uckange	Moselle
A871	Bettelainville	Canner
A888	Perl	Moselle
A953	Petite Rosselle	Rosselle
A983	Falquemont	Nied Allemande

Tableau n°XIII : Stations non exploitées (Bassin Moselle Aval)

Les 18 autres stations, présentes sur le bassin, possèdent des séries complètes (1971-2006) et peuvent ainsi être étudiées.

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-2000		Série 1971-2006		T	F
			Position	Echelle	Position	Echelle		
A402	Fresse	Moselle	-0.648	0.561	-0.693	0.571	0.209	0.968
A405	Rupt	Moselle	0.033	0.592	0.009	0.580	2.181	1.044
A414	Zainvillers	Moselotte	0.495	0.462	0.454	0.469	0.253	0.968
A417	Cleurie	Cleurie	-0.383	0.376	-0.386	0.357	0.030	1.107
A420	Noirgueux	Moselle	1.345	0.626	1.328	0.617	0.038	1.029
A436	Chenimenil	Vologne	0.910	0.419	0.896	0.432	0.043	0.944
A443	Epinal	Moselle	2.063	0.456	2.063	0.453	0.001	1.014
A463	Basse Frizon	Avière	-1.079	0.289	-1.065	0.269	0.038	1.153
A501	Froville	Euron	-1.976	0.468	-1.967	0.449	0.014	1.088
A511	Tonnoy	Moselle	2.259	0.460	2.238	0.451	0.028	1.040
A526	Mirecourt	Madon	-0.017	0.336	-0.044	0.324	1.858	1.079
A542	Autrey Brénon	Brénon	-2.905	0.609	-2.827	0.686	0.080	0.786
A543	Pulligny	Madon	0.450	0.307	0.500	0.318	0.330	0.935
A571	Toul	Moselle	2.413	0.432	2.411	0.424	0.002	1.037
A600	Fraize	Meurthe	-0.376	0.320	-0.381	0.320	0.044	1.002
A605	St Dié	Meurthe	0.718	0.360	0.683	0.387	0.147	0.868
A615	Raon l'Étape	Meurthe	1.459	0.370	1.428	0.409	0.064	0.818
A623	La Trouche	Plaine	-0.118	0.369	-0.109	0.336	0.224	1.202
A645	Barbas	Vacon	-3.235	0.725	-3.277	0.682	0.039	1.130
A657	Lunéville	Vezouze	0.352	0.383	0.336	0.375	0.136	1.043
A662	Autrey Ste Hélène	Mortagne	-0.444	0.353	-0.469	0.343	0.169	1.060
A673	Gerbéville	Mortagne	0.510	0.467	0.504	0.440	0.034	1.127
A676	Damelevières	Meurthe	2.225	0.375	2.236	0.346	0.015	1.178
A694	Malzéville	Meurthe	2.389	0.443	2.398	0.408	0.011	1.182
A695	Lay St Christophe	Amezule	-2.793	0.497	-2.949	0.638	0.168	0.605

 Paramètres $t \beta$ ou F_a < paramètres t ou f calculé

Tableau n°XIX : Comparaison entre les deux séries 1971-2000 et 1971-2006 (Bassin Moselle Aval)

Nous pouvons constater que les valeurs t et f calculées sont presque toutes inférieures aux paramètres t_{β} et F_{α} .

En effet, nous remarquons que sur les 18 stations étudiées sur le bassin, 1 seule station présente un t calculé supérieur au t de la table de Student.

Cependant d'une manière générale, nous pouvons en déduire que sur le bassin de la Moselle, il n'existe pas de différence de moyenne et d'écart type significatif entre les deux périodes 1971-2000 et 1971-2006.

Bassin du Rhin :

Les principaux cours d'eau, que l'on trouve sur le bassin du Rhin sont l'Ill ainsi que les autres affluents alsaciens du Rhin : Moder, Sauer, Lauter.

Le bassin du Rhin a la particularité d'être géré à la fois par le service de la navigation de Strasbourg et par la Diren Alsace.

Le nombre de stations présentes sur le secteur est cependant moins important que sur le bassin de la Moselle.

On remarque ainsi que sur les 42 stations étudiées, 11 stations ne présentent pas ainsi de série complète pouvant être utilisée pour la réalisation du catalogue. Il s'agit des stations suivantes :

Zone hydro	Stations	Cours d'eau
A111	Friesen	Largue
A122	Masevaux	Doller
A153	Westhalten	Ohmbach
A157	Ungersheim	Vieille Thur
A215	Ribeauvillé	Strengbach
A231	Thanvillé	Giessen
A232	Ste-Marie / Echery	Liepvrette
A243	Ohnheim	Ill
A270	Saulxures	Bruche
A293	Mundolsheim	Souffel
A315	Schweighouse-Amont	Moder

Tableau n°XX : Stations non exploitées (Bassin Rhin)

Les 31 autres stations, présentes sur le bassin, possèdent des séries complètes (1971-2006) et peuvent ainsi être étudiées.

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-2000		Série 1971-2006		T	F
			Position	Echelle	Position	Echelle		
A105	Altkirch	Ill	-0.373	0.336	-0.380	0.340	0.053	0.975
A112	Dannemarie	Largue	-1.900	0.656	-1.795	0.657	0.175	0.997
A115	Spechbach-le-Bas	Largue	-0.874	0.658	-0.877	0.620	0.010	1.125
A115	Illfurth	Largue	-0.862	0.662	-0.857	0.651	0.019	1.036
A116	Didenheim	Ill	0.264	0.436	0.281	0.422	0.187	1.067
A120	Sewen Village	Doller	-2.789	0.714	-2.879	0.705	0.097	1.026
A125	Reiningue	Doller	-0.560	0.629	-0.545	0.583	0.082	1.166
A133	Ensisheim	Ill	-0.153	1.329	0.117	1.359	6.913	0.956
A143	Willer sur Thur	Thur	0.346	0.376	0.342	0.357	0.035	1.103
A146	Staffelfelden	Thur	0.277	0.493	0.271	0.502	0.073	0.966
A150	Linthal Saegmatten	Lauch	-1.447	0.296	-1.466	0.289	0.040	1.051
A151	Guebwiller	Lauch	-1.236	0.430	-1.275	0.423	0.094	1.032
A161	Colmar Ladhof	Ill	1.489	0.466	1.534	0.446	0.091	1.092
A204	Wintzenheim	Fecht	0.007	0.364	0.000	0.355	2.878	1.049
A212	Kaysersberg	Weiss	-0.246	0.306	-0.265	0.306	0.244	1.004
A214	Ostheim	Fecht	0.105	0.587	0.113	0.553	0.226	1.125
A234	Liepvre	Liepvrette	-0.975	0.488	-1.005	0.482	0.094	1.026
A235	Sélestat	Giessen	-1.339	0.844	-1.338	0.822	0.001	1.054
A251	Andlau	Andlau	-1.391	0.326	-1.437	0.332	0.099	0.967
A261	Niedernai	Ehn	-1.569	0.322	-1.612	0.311	0.082	1.069
A273	Wisches	Bruche	0.486	0.359	0.471	0.332	0.092	1.168
A284	Soultz-les-Bains	Mossig	-0.543	0.338	-0.588	0.332	0.248	1.039
A286	Holtzheim	Bruche	0.223	0.465	0.238	0.449	0.198	1.074
A288	Chasseur-Froid	Ill	3.696	0.195	3.740	0.208	0.036	0.887
A330	Schweighouse-Aval	Moder	1.067	0.198	1.056	0.195	0.029	1.029
A341	Saverne	Zorn	-0.090	0.259	-0.095	0.255	0.186	1.025
A348	Waltenheim	Zorn	0.878	0.290	0.893	0.281	0.049	1.063
A361	Liebfrauenthal	Sauer	0.177	0.158	0.187	0.182	0.165	0.761
A369	Beinheim	Sauer	0.367	0.338	0.345	0.330	0.180	1.050
A373	Niederroedern	Seltzbach	-1.234	0.487	-1.273	0.483	0.096	1.020
A380	Weiler	Lauter	0.597	0.179	0.587	0.174	0.051	1.053

 Paramètres t β ou Fa < paramètres t ou f calculé

Tableau n°XXI : Comparaison entre les deux séries 1971-2000 et 1971-2006 (Bassin Rhin)

Nous pouvons constater que les valeurs t et f calculées sont presque toutes inférieures aux paramètres t β et Fa. En effet, 2 stations présentent un t calculé supérieur au t de la table de student. Cependant d'une manière générale, nous pouvons en déduire que sur le bassin de la Moselle, il n'existe pas de différence de moyenne et d'écart type significatif entre les deux périodes 1971-2000 et 1971-2006.

Conclusion :

Pour cette démarche, nous constatons qu'il n'existe pas de différence significative au seuil de 0,05, entre ces deux séries de valeurs. L'ajout de 6 années supplémentaires à la série existante ne modifie pas, de manière, distinctive les valeurs, ce qui signifie que la sécheresse de 2003 n'influence pas les résultats obtenus.

IV.1.3. Modification ou Evolution des données sur certaines stations

IV.1.3.1. Modification des valeurs par le gestionnaire

Il a été constaté, en comparant des données d'anciens fichiers avec les données utilisées récemment issues de la Banque Hydro, que certaines valeurs ont été modifiées. Or, il apparaît, après explication avec les services gestionnaires concernés, que ces modifications sont dues à une révision des courbes de tarages sur certain cours d'eau.

Ainsi, on peut constater des incohérences dans la modification des valeurs, ce qui entraîne un doute quant à la validité de ces données. Elles deviennent, par ce biais, pratiquement inexploitable.

IV.1.3.2. Faibles valeurs

Sur les faibles valeurs ($Q > 0.050$ l/s), une correction de quelques litres accentue le résultat proportionnel.

IV.1.3.3. Les activités anthropiques

Les activités anthropiques jouent un rôle majeur dans la modification des débits des cours d'eau.

Exemple :

- Navigation (gestion optimisée),
- Prise d'eau potable et rejet eaux usées (Nancy : prise dans la Moselle, rejet dans la Meurthe).

IV.2. Méthode de calage des profils

L'opération de calage consiste à placer le profil lissé dans une situation hydrologique caractéristique, c'est à dire dans le cadre du catalogue , les étiages mensuels de fréquence $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{10}$.

En utilisant la relation liant le débit à la surface du bassin versant, on détermine la valeur de h qui nous permet de réaliser le profil. Les débits fréquentiels des affluents sont, soit déduits du profil calé du drain principal, soit définis à partir du rendement caractéristique de la fréquence attribuée

aux campagnes de mesures, ou encore estimé par comparaison avec d'autres cours d'eau pour lesquels les débits fréquents sont connus.

Lors de la réalisation du profil, il est possible de rencontrer des difficultés quant au calage de celui-ci. En effet, la présence de plusieurs stations hydrométriques, sur un drain principal ou sur les affluents de certains cours d'eau, n'a pas permis de conserver systématiquement le parallélisme des profils aux différentes fréquences d'étiage.

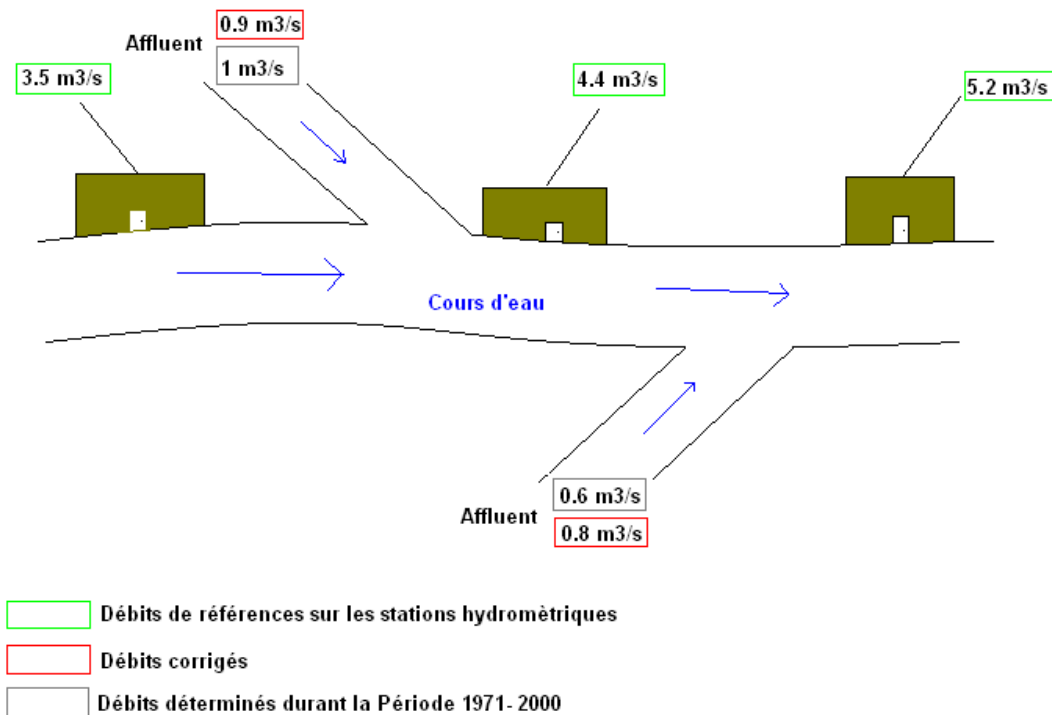


Figure n°14 : Calage du Profil Hydrologique

Remarque :

On constate que les méthodes de calage utilisées impliquent qu'une fréquence d'étiage est attribuée à l'ensemble du bassin versant. Or, l'étude des chroniques des débits mensuels montre que la fréquence de l'étiage, pour une même année, n'est pas généralisable. Les profils proposés ne sont donc représentatifs que d'une situation d'étiage théorique.

IV.3. Perspective

IV.3.1. Cours d'eau non mesurés.

Dans la situation globale du Bassin-Rhin-Meuse, il s'avère que seuls les cours d'eau qui définissent une zone hydrographique ainsi que leurs principaux affluents, ont été inclus dans l'étude que je mène. Ceux-ci ont fait l'objet de mesures afin de pouvoir réaliser leur profil hydrologique.

Il reste, au delà de ces connaissances, un nombre considérable de cours d'eau, beaucoup plus petits, non mesurés.

La demande de connaissance sur ces cours d'eau reste importante, de la part des bureaux d'étude qui ont des projets sur ceux-ci.

Questionné sur ce sujet durant mon stage, il apparaît difficile de répondre à cette demande quand la donnée est inexistante.

Il est alors difficile de déterminer avec précision la valeur du débit à ces endroits. Dans l'avenir, il serait peut-être envisageable de réaliser de nouvelles campagnes de jaugeage sur ces cours d'eau.

IV.3.2. Stabilité des données

Une des mesures nécessaires au bon fonctionnement du catalogue passe pour ma part à une bonne gestion des données. Il est nécessaire de conserver les données utilisées et de ne pas modifier les valeurs obtenues lorsque celles-ci sont présentes dans la banque hydro depuis une longue période.

IV.3.3. Etendre le catalogue à une plus grande échelle

Le catalogue des débits d'étiage est un outil précieux qui prend du temps et qui demande beaucoup d'investissement ainsi que du personnel qualifié.

Aujourd'hui malgré une utilisation massive de cet outil et par conséquent une forte demande des utilisateurs, on constate qu'il n'a été réalisé que sur le bassin RHIN MEUSE. Il aurait été judicieux de poursuivre cette étude à l'échelle de l'hexagone afin que les études réalisées par les bureaux d'études soient plus précis (véritable complément d'information).

IV.3.4. Conclusion

Aujourd'hui, on constate que le travail réalisé pour la création de ce catalogue est un travail qui demande un gros investissement.

La réalisation d'un tel ouvrage a demandé une connaissance approfondie, pertinente des ressources en eau et des différents usages et de leurs évolutions, ainsi que des interactions avec les milieux environnants.

Cependant, cette connaissance des ressources en eau et des usages reste insuffisante au niveau de la France et il serait nécessaire de créer, par la suite, le catalogue au niveau de chacun des autres bassins. On remarque aussi que les moyens nécessaires à la mobilisation des informations sont encore généralement insuffisants

Enfin au-delà des problèmes de dispersion et de qualité qui viennent d'être évoqués, il faut également être conscient de ce que les données, quand elles existent, sont généralement très difficilement accessibles.

Conclusion

Aujourd'hui, on constate une progression de la demande sur les aspects quantitatifs avec une exigence dans la qualité des résultats de plus en plus irréprochable, essentiellement sur les phénomènes extrêmes, c'est à dire en crue ou en étiage.

D'autre part, les réponses sont à fournir sans tolérance de délai, ceci quasiment en temps réel.

Tout ceci implique, la continuité des jaugeages sur le terrain, le maintien minimum du réseau existant.

Cependant il existe un véritable paradoxe puisque, le nombre de mesures et de stations tend à diminuer. En effet, on peut voir que le maintien en phase opérationnelle d'un réseau d'observations hydrométriques est un exercice coûteux puisque l'installation d'une station hydrométrique représente, quant à elle et selon les cas, un investissement de l'ordre de 10 000 à 30 000 €.

On remarque également que les trois objectifs majeurs sont en hydrométrie la poursuite de la constitution de bases de données patrimoniales, une surveillance en continu du débit des rivières, et la valorisation des données anciennes. Néanmoins au fil de cet exposé, on a pu s'apercevoir que ces objectifs étaient difficiles à atteindre, suite aux principales difficultés techniques rencontrées : incertitudes sur les données produites,...

Aujourd'hui, la croissante anthropisation des cours d'eau et l'augmentation de la température sont des facteurs favorables à la baisse des débits des cours d'eau. Cependant, en utilisant une méthode statistique (le CUSUM), on constate toutefois que les conséquences du changement climatique, avérées pour le paramètre température, restent aujourd'hui à l'état d'hypothèse pour le débit.

Depuis la réalisation du premier catalogue des débits d'étiages (dans les années 1975), on remarque que celui-ci a énormément évolué, tant dans sa présentation que dans sa réalisation. Dans le cadre de mon étude, la réactualisation du catalogue des débits d'étiages (dans le but d'insérer l'année de sécheresse 2003) a demandé une base de données de mesures de débits (en outre ici la banque hydro) la plus complète possible avec des séries de 35 ans (1971-2006). Cependant, sur certaines stations, le manque d'information les a rendu inutilisables, ce qui a entraîné des difficultés dans la réalisation du catalogue.

Pour la mise en place du document, nous avons utilisé des méthodes statistiques basées sur des lois de distribution mais aussi sur une loi plus générale liant le débit à la surface et permettant la réalisation des profils hydrologiques. Cette étude a nécessité la validation des résultats effectués, par les Diren et le Service Navigation de Strasbourg.

La réalisation d'un tel catalogue, sur une série aussi longue, demande des années d'études. Nul doute qu'il servira de références dans les études hydrologiques pendant une longue période. Enfin on constate que l'ajout de 6 années supplémentaires (avec l'année de sécheresse 2003) ne modifie que très peu (de l'ordre de 5%) les valeurs obtenues lors de la réactualisation du catalogue du débit d'étiage (période 1971-2000) en 2002.

Pour pérenniser les valeurs de débits, il est nécessaire que la formation et la compétence des techniciens qui interviennent dans les diverses opérations, constituent le socle de l'étude pour obtenir et conserver un réseau d'observations hydrométriques de qualité. Cependant ces méthodes n'étant pas transmises de façon régulière, ne tendent-elles pas à disparaître ?

Petit lexique Hydrologique

- **B.V. ou bassin versant (exprimé en km²)** : le bassin versant correspond à une surface géographique qui est définie par rapport à une section d'un cours d'eau. Il correspond l'ensemble des terrains situés en amont de cette section, qui produisent par ruissellement le débit du cours d'eau. Ainsi, toute goutte de pluie qui tombe à l'intérieur de cette surface et qui ruisselle passera au travers de la section considérée.

- **Codification hydrologique (ou code HYDRO)** : Le code hydrologique est un identificateur des bassins versants, des cours d'eau et des stations hydrologiques. Il est établi sur 8 caractères.

Les quatre premiers caractères correspondent à une succession de découpage qui vont de la région à la zone (la zone regroupe un ou plusieurs bassins versants des affluents d'un cours d'eau principal.

Les trois caractères suivants correspondent au numéro de l'entité décrite, en l'occurrence, pour les bassins de la Meuse et de la Moselle, au numéro du cours d'eau (ce numéro est identique pour un cours d'eau sur l'ensemble de son linéaire).

Le 8ème caractère correspond à la détermination des différents milieux codifiés et permet de distinguer les cours d'eau naturels, les plans d'eau, etc. Ce caractère, attribué par tronçon de cours d'eau, peut-être différent sur l'ensemble d'un linéaire et ne s'intègre pas dans un code générique.

Exemple de codes (- représente un caractère quelconque) :

A --- --- - : Ensemble du bassin versant de la Moselle	B --- --- - : Ensemble du bassin versant de la Meuse
A --- 006 - : Rivière Moselle	B --- 000 - : Fleuve Meuse
A 6-- 010 - : Rivière Meurthe	B 4-- 010 - : Rivière Chiers
A 43- 020 - : Rivière Vologne	B 41- 020 - : Rivière Crusnes
A 572 030 - : Ruisseau l'Ingressin	B 411 030 - : Ruisseau la Pienne

- **Débit (Q)** : Le débit à une section donnée est le volume d'eau transitant par cette section pendant un intervalle de temps. Il s'exprime en général en m³/s, et parfois en l/s. Le débit est représenté dans les abréviations employées en hydrologie par la lettre "Q"

- **Débit journalier ou débit moyen journalier (QJ ou QMJ)** : il correspond à la moyenne des débits instantanés d'une journée considérée. Par exemple, le débit moyen journalier de la Meuse à Chooz le 19 avril 2000 a été de 204 m³/s. Il traduit le fait que 17,6 millions de mètres cubes d'eau ont transité par cette section pendant cette journée. Dans cette même journée, le débit instantané a varié entre 198 et 206 m³/s.

- **Débits fréquents** : Dès lors qu'il existe un nombre suffisant de données, il est possible de d'appliquer des méthodes statistiques pour déterminer la fréquence de retour des événements extrêmes.

On trouvera ainsi dans le présent document les débits d'étiages quinquennales, décennales et vicennales, qui traduisent respectivement des événements très fréquents, fréquents ou peu fréquents. Les étiages de fréquences supérieures nécessitent, compte tenu de la faiblesse des enregistrements disponibles, des analyses particulières qui doivent être refaites après chaque crue importante. Ils ne seront donc pas disponibles dans le présent site. La crue décennale est une crue de référence particulièrement importante qui intervient dans l'établissement des dossiers de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

Pour les périodes d'étiages, on trouvera les QMNA de fréquence biennale (2 ans), quinquennale et décennale qui traduisent une plus ou moins grande sévérité de l'étiage. Le QMNA 1/5 est généralement utilisé comme seuil réglementaire, avec le module inter annuel, pour les autorisations de droit d'eau.

- **Étiage** : niveau ou débit d'un cours d'eau le plus bas de l'année. On parlera de période d'étiage pour définir les périodes de l'année pendant lesquelles le débit des cours d'eau est proche du débit minimal de l'année. En région Lorraine, cette période comprend se situe en général à la fin de l'été.

- **Module ou moyenne inter annuelle** : Le module est le débit annuel moyen

Bibliographie:

- Métrologie en chimie de l'environnement 2^{ème} édition. Edition Tec et Doc Lavoisier de Philippe Quevauviller
- La statistique André Vessereau Que sais-je ? Collection Encyclopédique fondée par Paul Angoulvent
- Etude méthodologique des débits d'étiage réalisée pour le compte de l'agence de l'eau Rhin-Meuse ; Auteur : Didier FRANCOIS et Michel SARY Juillet 1994
- Congrès SHF-30es Journées de l'hydraulique : «Mesures hydrologiques et incertitudes », Paris, 1 – 2 avril 2008 - D. Bérod - les incertitudes chez l'hydrologue : soigner la paranoïa par la schizophrénie
- DIREN Lorraine – SPC Meuse Moselle (Règlements de surveillance, de prévision et de transmission de l'Information sur les Crues (R.I.C.) Service de prévision des crues Meuse-Moselle
- Les Fluctuations à court terme du climat et l'interprétation des observations récentes en termes d'effet de serre. La Météorologie 8 série n°28. Jean-claude André et Jean-Francois Royer.
- Rappel sur les lois statistiques. MEYLAN et MUSY 1999
- Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse, 1975. Catalogue des débits mensuels d'étiage bassin de la Moselle. 1 – Amont de Frouard. Moulins-les-metz : Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 100p
- Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse, 1976. Catalogue des débits d'étiage de la Sarre. Moulins-les-Metz : Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 32p.
- Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse, 1978. Catalogue des débits d'étiage – Bassin de la Meuse. 2 Entre Maxey-sur-Meuse et la frontière franco-belge. Moulins-les-Metz : Agence de l'Eau Rhin-Meuse
- Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse, 1979. Catalogue des débits d'étiage – Bassin de la Meuse. 1 Bassin de la haute Meuse, en amont de Maxey-sur-Meuse. Moulins-les-Metz : Agence de l'Eau Rhin-Meuse,
- Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse, 1982. Catalogue des débits mensuels d'étiage – Débits naturels et contrôlés. Bassin du Rhin en Alsace. Moulins-les-Metz : Agence de l'Eau Rhin-Meuse,
- Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse, 1998. Catalogue des débits caractéristiques – Bassin de la Moselle amont de la Meurthe. Moulins-les Metz : Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 123p.
- Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse, 1999. Débits mensuels d'étiage et modules- Bassin de la Meuse. Moulins-les-Metz : Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 165p.
- Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse, 2000. Débits mensuels d'étiage et modules- Bassin du Rhin en Alsace. Moulins-les-Metz : Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 237p.

- Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse, 2000. Catalogue des débits caractéristiques- Bassin de la Moselle an aval de la Meurthe, bassins de la Sarre et de la Nied inclus. Moulins-les-Metz : Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 179p.
- DELBIRANI S. (2003), Rapport de Stage AERM: Validité des débits des catalogues mensuels d'étiage et modules. Comparaison avec une nouvelle période de référence.
- FREYERMUTH Aline (2004) Rapport de Stage AERM: REACTUALISATION DES DEBITS CARACTERISTIQUES D'ETIAGE DES COURS D'EAU DU BASSIN FERRIFERE

Site Internet :

- BANQUE HYDRO [en ligne]. 2003, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. disponible sur www.donneeshydrometriques@lorraine.environnement.gouv.fr
- www.eau-rhin-meuse.fr

ANNEXES

Annexe A : Présentation de l'Agence de l'eau.

Annexe B : Outil d'ajustements des QMNA aux lois Racine-normale et Ln-normale

Annexe C : Résultats des valeurs de QMNA(période 1971-2000 et 1971- 2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Lorraine.

Annexe D : Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-2000 et 1971- 2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Alsace.

Annexe E : Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-2000 et 1971- 2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant au Service de la Navigation de Strasbourg.

Annexe F : Exemple de Catalogue des débits d'étiages du Rhin (cours d'eau de la Plaine)

Annexe G : Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-1988 et 1988-2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Lorraine.

Annexe H : Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-1988 et 1988-2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Alsace.

Annexe I: Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-1988 et 1988-2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant au Service de la Navigation de Strasbourg.

Annexe J : Tableau de comparaison des $Q_j < Q_{MNA}$ sur des stations de références.

Annexe K : Catalogue Moselle Aval : Bassin de la Petite Seille et du Rupt de Mad

Suite à la loi sur l'Eau du 16 décembre 1964, six Agences de l'Eau ont été mises en place au sein de la France métropolitaine. Leurs rayons d'actions respectifs se limitent aux lignes de partages des eaux des six grands bassins hydrographiques français. Ces bassins correspondent aux quatre grands fleuves (bassins Seine-Normandie, Loire-Bretagne, Adour-Garonne, Rhône-Méditerranée-Corse), au bassin versant français du Rhin (bassin Rhin-Meuse) et aux rivières du Nord (bassin Artois-Picardie).



Source : www.eau-rhin-meuse.fr

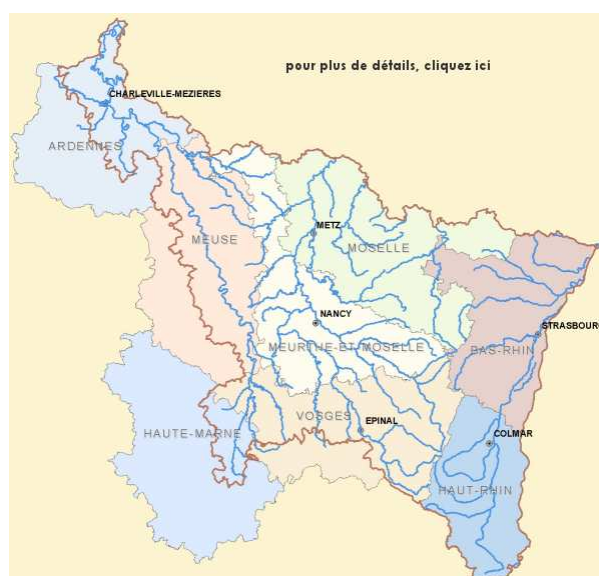
Figure n°15 : Répartition des Agences de l'Eau en France

L'Agence de l'eau a pour but de gérer la ressource en eau et les milieux aquatiques. C'est un établissement public de l'Etat, à caractère administratif, qui met en œuvre dans chaque bassin les objectifs et les dispositions des schémas d'aménagement et de gestion de l'eau (SDAGE et SAGE) en favorisant une véritable gestion équilibrée de cette ressource. L'Agence de l'eau joue ainsi un rôle majeur dans les travaux et les financements des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (Sage).

Elle mène ainsi des actions sur l'alimentation en eau potable et l'assainissement, mais aussi sur la régulation des crues et le développement durable des activités économiques.

Le bassin couvre partiellement 3 régions (Alsace, Lorraine, Champagne - Ardenne (en partie)), 8 départements (Haut-Rhin, Bas-Rhin, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Vosges, Ardennes et Haute-Marne (en partie)) et comporte 3240 communes pour une superficie de 31 400 km².

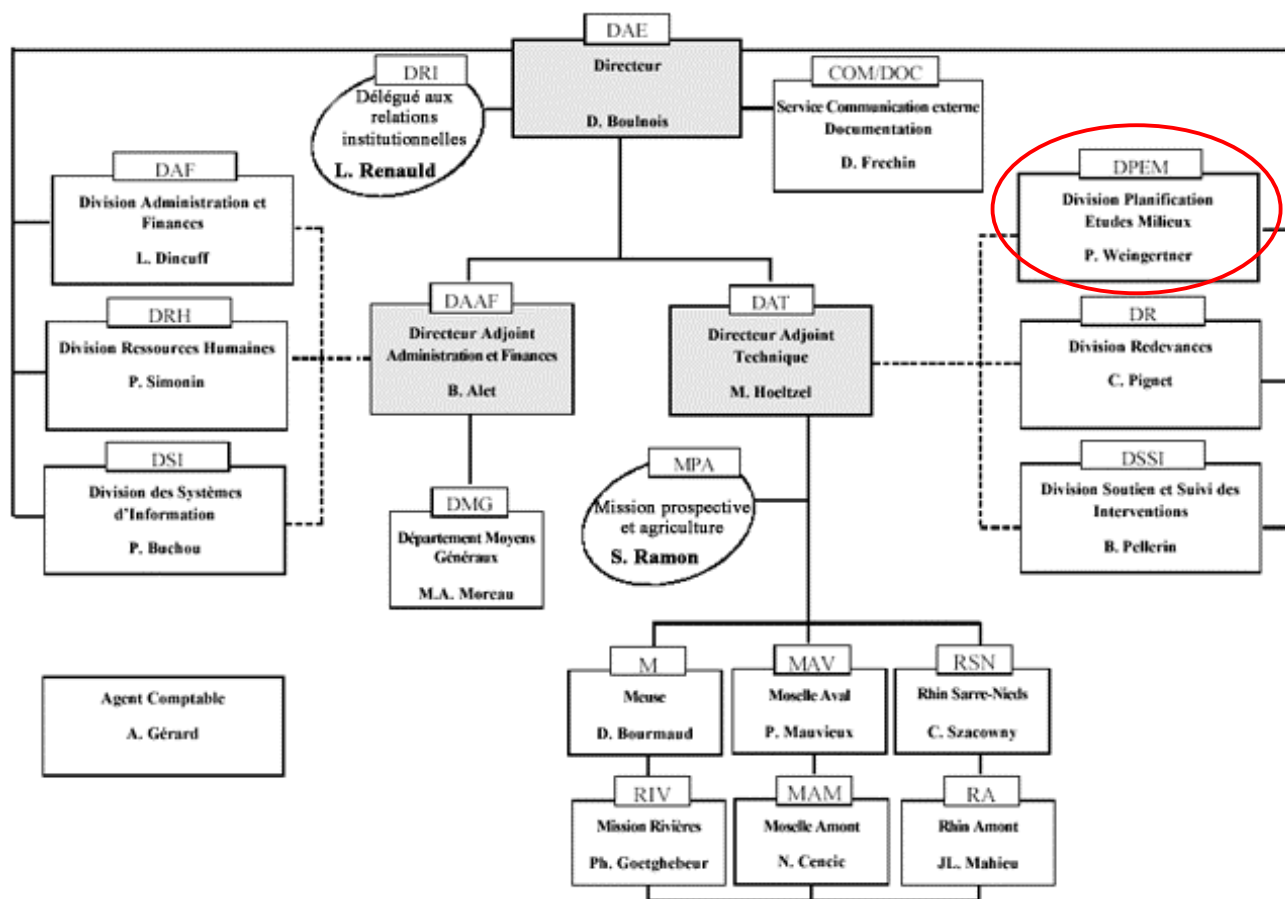
- Il fait partie de deux districts hydrographiques internationaux : celui du Rhin et celui de la Meuse.



Source : www.eau-rhin-meuse.fr

Figure n°16 : Représentation du Bassin Rhin Meuse

ORGANIGRAMME DE L'AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE



 Division d'accueil du stagiaire

Source : www.eau-rhin-meuse.fr

Figure n°17 : Organigramme de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse

Outil d'ajustements des QMNA aux lois Racine-normale et Ln-normale

Les champs à renseigner sont symbolisés en jaune dans la feuille **Donnée** :
Station ; cours d'eau ; surface de BV ; code hydro; dates; Q (QMNA m3/s).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Station	Vannes le Châtel							
2	Cours d'eau	Aroffe							
3	PKH								
4	Surface de BV				LN normale	Racine Normale		LN normale	Racine Normale
5	Code Hydro	B2042010		CHOIX DE LA LOI (automatique)	X		CHOIX DE LA LOI (manuel)		
6	n	date	Q		ln Q	racine Q		ln Q	racine Q
7	1	août-98	0.01		-4.483	0.106		-2.241	0.106
8	2	août-91	0.01		-4.448	0.108		-2.224	0.108
9	3	août-74	0.01		-4.241	0.120		-2.120	0.120
10	4	août-76	0.02		-4.154	0.125		-2.077	0.125
11	5	sept-92	0.02		-3.878	0.144		-1.939	0.144
12	6	oct-96	0.02		-3.794	0.150		-1.897	0.150
13	7	août-88	0.02		-3.790	0.150		-1.895	0.150
14	8	oct-83	0.02		-3.759	0.153		-1.880	0.153
15	9	sept-77	0.03		-3.561	0.169		-1.781	0.169
16	10	oct-72	0.03		-3.483	0.175		-1.742	0.175
17	11	oct-85	0.03		-3.445	0.179		-1.723	0.179
18	12	sept-89	0.03		-3.367	0.186		-1.683	0.186
19	13	sept-75	0.03		-3.364	0.186		-1.682	0.186
20	14	août-93	0.03		-3.358	0.187		-1.679	0.187
21	15	août-99	0.04		-3.300	0.192		-1.650	0.192
22	16	août-84	0.04		-3.244	0.197		-1.622	0.197
23	17	oct-71	0.04		-3.161	0.206		-1.580	0.206
24	18	sept-90	0.05		-3.058	0.217		-1.529	0.217
25	19	août-73	0.05		-3.049	0.218		-1.525	0.218
26	20	oct-79	0.05		-2.930	0.231		-1.465	0.231
27	21	août-86	0.05		-2.906	0.234		-1.453	0.234
28	22	nov-78	0.06		-2.895	0.235		-1.447	0.235
29	23	août-81	0.06		-2.886	0.236		-1.443	0.236
30	24	sept-95	0.06		-2.769	0.250		-1.385	0.250
31	25	sept-97	0.07		-2.648	0.266		-1.324	0.266
32	26	sept-82	0.07		-2.645	0.266		-1.323	0.266
33	27	mai-87	0.10		-2.283	0.319		-1.141	0.319
34	28	sept-80	0.12		-2.154	0.341		-1.077	0.341
35	29	oct-94	0.14		-1.988	0.370		-0.994	0.370
36	30	sept-00	0.15		-1.924	0.382		-0.962	0.382
37	31			MOYENNE	-3.232	0.210	MOYENNE	-1.616	0.210
38	32			ECART-TYPE	0.675	0.072	ECART-TYPE	0.338	0.072
39	33								
40	34			F1/2	0.039		F1/2		
41	35			F1/5	0.022		F1/5		
42	36			F1/10	0.017		F1/10		
43	37								
44	38								
45	39								
46	40								
47	41								
48	42								
49	43								
50	44								
51	45								
52	46								
53	47								
54	48								
55	49								

Source : Dossier PRESAGE, réalisé par Mr Didier FRANCOIS,
ingénieur CEGUM

Résultats des valeurs de QMNA(période 1971-2000 et 1971- 2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Lorraine

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-2000			Série 1971-2006			Ecart en %		
			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			10%<		
			F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10
A402	Fresse	Moselle	0.510	0.300	0.225	0.500	0.309	0.241	-1.978	2.913	6.639
A405	Rupt	Moselle	1.034	0.628	0.484	1.009	0.619	0.481	-2.462	-1.383	-0.624
A414	Zainvillers	Moselotte	1.625	1.073	0.865	1.574	1.060	0.863	-3.205	-1.264	-0.262
A417	Cleurie	Cleurie	0.682	0.497	0.422	0.679	0.503	0.430	-0.378	1.192	1.962
A420	Noirgueux	Moselle	4.060	2.287	1.696	3.772	2.244	1.713	-7.635	-1.916	0.992
A436	Chenimenil	Vologne	2.532	1.784	1.487	2.431	1.704	1.410	-4.141	-4.706	-5.473
A443	Epinal	Moselle	8.400	5.250	4.126	7.866	5.370	4.403	-6.788	2.235	6.291
A454	Vaxoncourt	Durbion	0.343	0.271	0.245	0.360	0.265	0.230	4.638	-2.410	-6.339
A463	Basse Frizon	Avière	0.340	0.267	0.235	0.345	0.275	0.244	1.346	3.048	3.703
A500	St Boingt	Euron	0.026	0.012	0.008	0.026	0.013	0.009	1.356	3.680	4.695
A501	Froville	Euron	0.138	0.092	0.075	0.140	0.096	0.079	1.356	3.680	4.695
A511	Tonnoy	Moselle	10.043	6.350	5.000	9.379	6.417	5.268	-7.080	1.044	5.087
A525	Velotte	Gite	0.279	0.217	0.189	0.254	0.196	0.172	-9.677	-10.848	-10.097
A526	Mirecourt	Madon	0.975	0.734	0.633	0.957	0.729	0.632	-1.888	-0.685	-0.189
A530	Xaronval	Colon	0.217	0.159	0.135	0.218	0.148	0.122	0.651	-7.927	-10.723
A542	Autrey Brénon	Brénon	0.058	0.034	0.024	0.059	0.033	0.025	1.405	-3.073	4.019
A543	Pulligny	Madon	1.579	1.225	1.059	1.648	1.261	1.097	4.180	2.827	3.460
A562	Bicqueley	Bouvades	0.007	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	4.954	#DIV/0!	#DIV/0!
A571	Toul	Moselle	11.641	7.550	6.050	11.144	7.796	6.474	-4.460	3.155	6.549
A584	Villey St Etienne	Terrouin	0.007	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	4.954	#DIV/0!	#DIV/0!
A600	Fraize	Meurthe	0.711	0.534	0.452	0.683	0.522	0.453	-4.061	-2.328	0.153
A605	St Dié	Meurthe	2.051	1.515	1.293	1.980	1.429	1.207	-3.605	-5.989	-7.164
A614	Moyenmoutier	Rabodeau	1.280	0.955	0.820	1.280	0.955	0.820	0.000	0.000	0.000
A615	Raon l'Etape	Meurthe	4.248	3.106	2.639	4.170	2.955	2.470	-1.871	-5.131	-6.857
A623	La Trouche	Plaine	0.928	0.675	0.560	0.897	0.676	0.583	-3.403	0.130	4.008
A645	Barbas	Vacon	0.045	0.021	0.013	0.038	0.021	0.016	-17.899	-1.841	19.659
A657	Lunéville	Vezouze	1.410	1.017	0.859	1.399	1.020	0.866	-0.761	0.266	0.864
A662	Autrey Ste Hélène	Mortagne	0.642	0.477	0.408	0.625	0.468	0.403	-2.786	-1.875	-1.308
A673	Gerbéviller	Mortagne	1.665	1.123	0.915	1.655	1.142	0.942	-0.578	1.649	2.834
A676	Damelevières	Meurthe	9.550	6.849	5.621	9.352	6.990	6.007	-2.120	2.018	6.427
A690	Nicolas de Port	Petit Rhône	0.026	0.015	0.010	0.026	0.015	0.010	0.000	0.000	0.000
A694	Malzéville	Meurthe	11.182	7.560	5.955	11.002	7.805	6.528	-1.636	3.144	8.781
A695	Lay St Christophe	Amezule	0.067	0.046	0.038	0.057	0.033	0.023	-16.926	-40.481	-66.815
A701	Custines	Moselle	24.579	17.354	14.271	26.462	19.658	16.842	7.119	11.719	15.265
A712	Jézainville	Esche	0.147	0.081	0.055	0.130	0.076	0.057	-13.454	-7.095	4.000
A735	Onville	Rupt de Mad	0.606	0.409	0.334	0.596	0.408	0.334	-1.712	-0.433	0.225
A764	Château Salin	Petite Seille	0.371	0.267	0.220	0.350	0.257	0.219	-5.941	-3.923	-0.386
A782	Nomeny	Seille	1.486	1.099	0.939	1.442	1.084	0.935	-3.038	-1.313	-0.429
A788	Metz Pont-Lothaire	Seille	1.675	1.202	1.011	1.607	1.147	0.963	-4.232	-4.759	-5.034
A792	Hauconcourt	Moselle	30.166	20.617	16.914	29.625	21.583	18.305	-1.827	4.476	7.601

Résultats des valeurs de QMNA(période 1971-2000 et 1971- 2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Lorraine

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-2000			Série 1971-2006			Ecart en %		
			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			10%<		
			F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10
A850	Uckange	Moselle	33.381	22.808	18.566	33.183	24.206	20.095	-0.598	5.774	7.607
A871	Bettelainville	Canner	0.027	0.014	0.009	0.044	0.031	0.026	37.884	53.916	63.719
A873	Koenigsmacker	Canner	0.255	0.182	0.152	0.260	0.172	0.133	1.837	-5.628	-14.127
A888	Perl	Moselle	34.516	23.966	19.237				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A975	Pontigny	Nied Française	0.665	0.483	0.409	0.642	0.467	0.396	-3.608	-3.320	-3.171
A983	Faulquemont	Nied Allemande	0.292	0.210	0.178	0.284	0.172	0.132	-2.656	-22.310	-35.033
B022	Goncourt	Meuse	0.152	0.080	0.058	0.132	0.067	0.047	-15.148	-19.453	-21.767
B109	Villars	Mouzon	0.170	0.096	0.071	0.160	0.091	0.068	-6.396	-5.426	-4.916
B115	Domrémy la Pucelle	Meuse	1.061	0.644	0.497	1.068	0.659	0.513	0.709	2.298	3.102
B128	Soulosse	Vair	0.585	0.448	0.384	0.546	0.408	0.350	-7.210	-9.936	-9.685
B134	Chalaines	Meuse	2.283	1.579	1.263	2.204	1.403	1.057	-3.595	-12.528	-19.479
B204	Vannes le Chatel	Aroffe	0.039	0.022	0.017	0.037	0.020	0.015	-5.513	-10.820	-13.661
B205	Rigny St Martin	Aroffe	0.076	0.043	0.031	0.077	0.047	0.036	1.561	8.861	15.520
B222	St Mihiel	Meuse	3.456	2.320	1.886	3.476	2.332	1.895	0.577	0.510	0.488
B300	Verdun	Scance	0.105	0.070	0.056	0.130	0.103	0.091	19.162	32.310	38.721
B310	Cléry Grand	Andon	0.130	0.087	0.070	0.123	0.077	0.060	-5.278	-12.618	-16.161
B315	Stenay	Meuse	9.580	6.770	5.651	9.641	6.917	5.819	0.633	2.124	2.892
B403	Montigny sur Chiers	Chiers	1.584	1.210	1.051	1.586	1.170	0.999	0.088	-3.384	-5.224
B430	Chauvency le Château	Chiers	7.519	5.483	4.652	7.474	5.596	4.813	-0.598	2.013	3.342
B441	Thonne lès Prés	Thonne	0.376	0.305	0.269	0.374	0.296	0.262	-0.487	-2.813	-2.470
B457	Han les Juvigny	Loison	0.456	0.260	0.179	0.411	0.252	0.195	-10.864	-3.056	7.997
B463	Carignan	Chiers	9.360	7.226	6.316	9.368	7.308	6.422	0.081	1.119	1.649
B517	Cheveuges	Bar	0.981	0.670	0.550	0.812	0.472	0.356	-20.786	-41.947	-54.357
B532	Lafrancheville	Vence	0.600	0.462	0.403	0.611	0.474	0.416	1.812	2.730	3.204
B557	Belval	Sormonne	1.179	0.833	0.695	1.179	0.852	0.720	0.027	2.224	3.472
B560	Montcy Notre Dame	Meuse	27.370	20.670	17.862	27.370	20.670	17.862	0.000	0.000	0.000
B600	Membre en Belgique	Semoy	3.350	2.105	1.654	3.427	2.198	1.745	2.247	4.231	5.215
B611	Haulmé	Semoy	4.357	2.636	2.029	4.417	2.745	2.130	1.356	3.981	4.723
B712	Treignes	Viroin	0.997	0.712	0.592	1.116	0.758	0.620	10.683	6.081	4.494
B720	Chooz	Meuse	34.874	25.608	21.808	34.782	25.878	22.189	-0.264	1.044	1.719
B730	Fellenne	Houille	0.303	0.169	0.125	0.296	0.195	0.152	-2.418	13.500	18.068
B732	Landrichamps	Houille	0.478	0.269	0.199	0.482	0.281	0.211	0.818	4.333	5.565

**Résultats des valeurs de OMNA (période 1971-2000 et 1971- 2006)
trouvé aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Alsace**

Annexe D

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-2000			Série 1971-2006			Ecart en %		
			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			10%<		
			F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10
A105	Altkirch	Ill	0.689	0.519	0.448	0.684	0.514	0.443	-0.657	-1.028	-1.221
A111	Friesen	Largue	0.438	0.324	0.302	0.486	0.360	0.335	9.991	9.956	9.938
A112	Dannemarie	Largue	0.149	0.086	0.065	0.166	0.096	0.072	9.991	9.956	9.938
A115	Spechbach-le-Bas	Largue	0.417	0.240	0.180	0.416	0.247	0.188	-0.240	2.834	4.255
A115	Illfurth	Largue	0.416	0.234	0.174				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A116	Didenheim	Ill	1.380	0.949	0.756	1.385	0.951	0.759	0.337	0.265	0.388
A120	Sewen Lerchenmatt	Doller	0.068	0.038	0.025	0.056	0.031	0.023	-21.057	-22.510	-9.767
A122	Masevaux	Doller	0.371	0.255	0.209				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A125	Reiningue	Doller	0.596	0.490	0.269	0.580	0.356	0.275	-2.747	-37.695	2.083
A133	Ensisheim	Ill	1.200	0.451	0.203	1.468	0.560	0.257	18.227	19.535	20.876
A143	Willer sur Thur	Thur	1.434	1.042	0.882	1.408	1.041	0.890	-1.824	-0.070	0.868
A146	Staffelfelden	Thur	1.326	0.870	0.698	1.311	0.859	0.689	-1.159	-1.238	-1.341
A150	Linthal Saegmatten	Lauch	0.235	0.183	0.161	0.231	0.181	0.159	-1.959	-1.330	-1.244
A151	Guebwiller	Lauch	0.286	0.199	0.164	0.279	0.196	0.163	-2.417	-1.431	-0.921
A153	Westhalten	Ohmbach	0.090	0.070	0.064				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A157	Ungersheim	Vieille Thur	0.306	0.159	0.081				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A161	Colmar Ladhof	Ill	4.431	2.994	2.442	4.634	3.187	2.622	4.365	6.035	6.857
A204	Wintzenheim	Fecht	1.007	0.741	0.632	1.000	0.742	0.635	-0.627	0.106	0.471
A212	Kaysersberg	Weiss	0.782	0.604	0.529	0.767	0.593	0.519	-1.994	-1.935	-1.847
A214	Ostheim	Fecht	1.195	0.748	0.557	1.195	0.771	0.587	0.012	2.927	5.058
A215	Ribeauvillé	Strengbach	0.097	0.071	0.058				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A231	Thanvillé	Giessen	0.183	0.133	0.120	0.185	0.142	0.130	1.131	6.374	7.889
A232	Ste-Marie / Echery	Liepvrette	0.080	0.049	0.038				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A234	Liepvre	Liepvrette	0.377	0.250	0.202	0.366	0.244	0.197	-3.089	-2.550	-2.270
A235	Sélestat [Annonce des Crues]	Giessen	0.304	0.151	0.092	0.302	0.153	0.095	-0.662	1.307	3.158
A243	Ohnheim	Ill	32.024	26.906	24.380				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A251	Andlau	Andlau	0.249	0.189	0.164	0.238	0.180	0.156	-4.715	-5.047	-5.078
A261	Niedernai	Ehn	0.208	0.159	0.138	0.200	0.154	0.134	-4.410	-3.527	-3.043
A270	Saulxures (ex Saint-Blaise)	Bruche	0.251	0.183	0.155				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A273	Wisches	Bruche	1.675	1.217	1.008	1.602	1.211	1.047	-4.564	-0.494	3.769
A276	Mutzig	Bruche	0.727	0.534	0.438				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A284	Soultz-les-Bains	Mossig	0.587	0.443	0.383	0.555	0.420	0.363	-5.809	-5.555	-5.484
A286	Holtzheim	Bruche	1.313	0.885	0.695	1.329	0.907	0.720	1.204	2.426	3.472
A288	Chasseur-Froid	Ill	40.388	33.866	30.701	42.510	35.589	32.229	4.992	4.840	4.742
A293	Mundolsheim	Souffel	0.136	0.080	0.057				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A315	Schweighouse-Amont	Moder	1.164	0.957	0.864				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A330	Schweighouse-Aval	Moder	2.905	2.459	2.254	2.875	2.439	2.239	-1.055	-0.801	-0.670
A341	Saverne	Zorn	0.923	0.744	0.665	0.909	0.733	0.656	-1.545	-1.515	-1.402
A348	Waltenheim	Zorn	2.454	1.914	1.660	2.441	1.927	1.704	-0.544	0.672	2.609
A361	Liebfrauenthal	Sauer	1.193	1.044	0.974				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A369	Beinheim	Sauer	1.444	1.086	0.936	1.413	1.070	0.926	-2.228	-1.529	-1.128
A373	Niederroedern	Seltzbach	0.291	0.193	0.156	0.280	0.186	0.151	-4.017	-3.880	-3.362
A380	Weiler	Lauter	1.818	1.566	1.450	1.778	1.543	1.429	-2.226	-1.519	-1.452

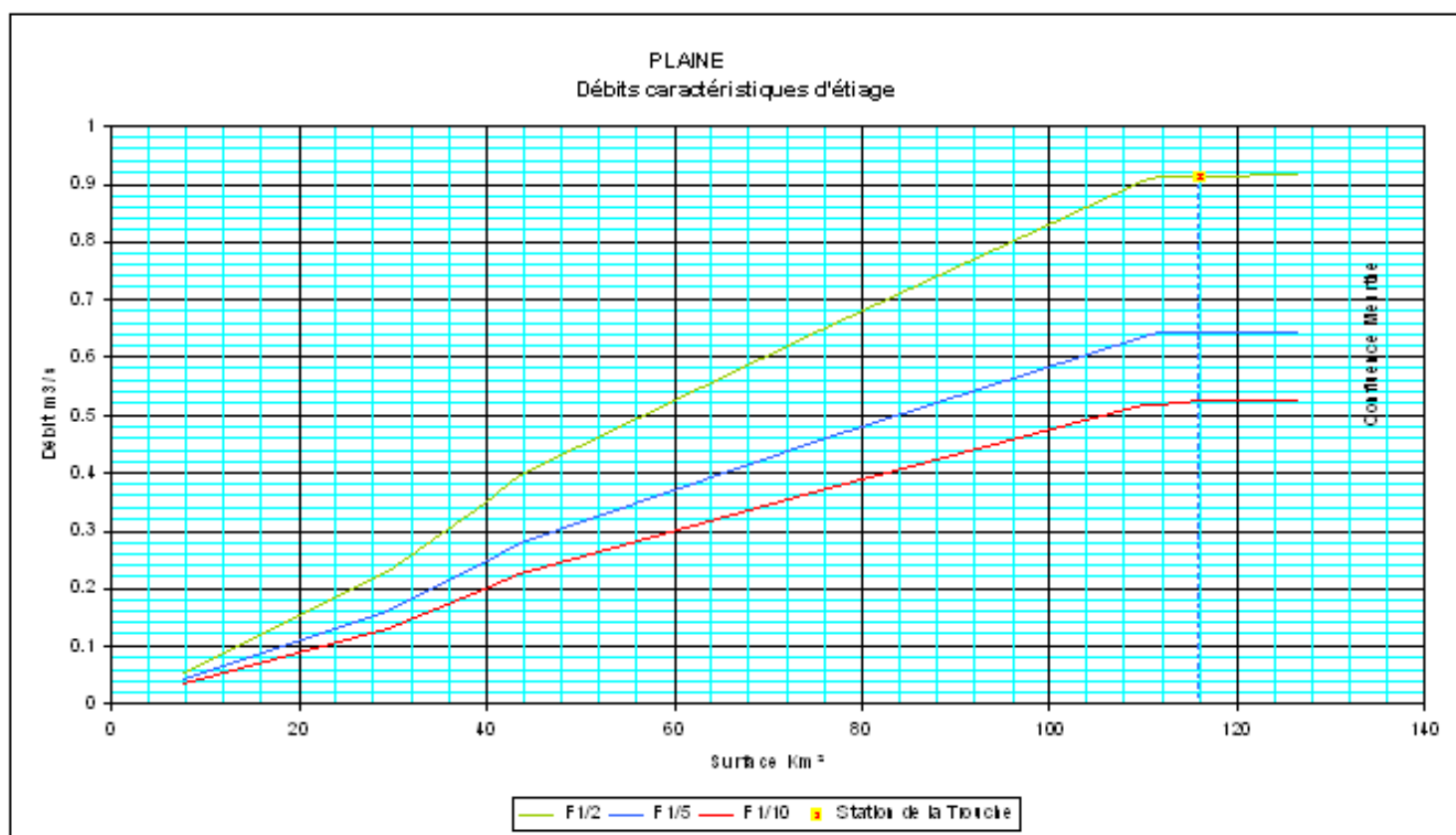
Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-2000 et 1971- 2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant au Service Navigation de Strasbourg.

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-2000			Série 1971-2006			Ecart en %		
			Débits mensuels d'été (m3/s)			Débits mensuels d'été (m3/s)			10		
			F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10
A900	Laneuveville les Lorquin	Sarre Blanche	0.698	0.442	0.349	0.660	0.426	0.339	-5.727	-3.916	-2.987
A901	Vasperviller	Sarre Rouge	0.743	0.601	0.537	0.731	0.600	0.542	-1.697	-0.095	0.834
A902	Hermelange	Sarre	0.313	0.199	0.157	0.290	0.188	0.150	-7.791	-5.788	-4.796
A906	Postroff	Isch	0.367	0.228	0.178	0.317	0.178	0.132	-15.798	-28.033	-34.735
A909	Keskastel	Sarre	2.385	1.633	1.298	2.209	1.579	1.325	-7.937	-3.448	2.002
A919	Rech	Albe	0.556	0.324	0.229	0.504	0.321	0.254	-10.137	-0.925	10.093
A926	Oermingen	Eichel	0.826	0.466	0.320	0.819	0.486	0.347	-0.876	4.075	7.941
A931	Sarreinsming	Sarre	3.698	2.663	2.244	3.666	2.724	2.334	-0.863	2.256	3.839
A937	Bliesbruck	Blies	7.884	6.260	5.552	7.411	5.740	5.026	-6.380	-9.050	-10.464
A953	Petite Rosselle	Rosselle	1.348	1.215	1.151	1.348	1.193	1.119	-0.028	-1.876	-2.901
Allemagne	Uberhern	Bisten	0.428	0.342	0.305	0.389	0.298	0.259	-10.026	-14.765	-17.761

Exemple de Catalogue des débits d'étiages du Rhin (cours d'eau de la Plaine)

Annexe F

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE					BASSIN:	RHIN	
DELEGATION DE BASSIN RHIN - MEUSE					RIVIERE:	PLAINE	
					CODE HYDRO:	A 62 - 020	
DEBITS CARACTERISTIQUES EN M3/S (1971-2006)							
Zone hydro	Identification du point	P.K.H	Surface du B.V. en km ²	Module (m ³ /s)	Débits mensuels d'étiage (m ³ /s)		
					F 1/2	F 1/5	F 1/10
A 620	La Plaine à Raon-lès-Leau	969.27	7.7		0.055	0.043	0.035
	La Plaine à Bionville	976.05	29.5		0.229	0.159	0.130
	La Plaine à l'aval du confluent du ruisseau de Maix (limite des zones A 620 et A 621)	976.25	39.8	1.0	0.346	0.244	0.197
A 621	La Plaine à Bionville	977.71	43.6		0.397	0.279	0.226
	La Plaine à l'aval du confluent du Chalaru (limite des zones A 621 et A 622)	987.20	75.6	1.7	0.646	0.458	0.370
A 622	La Plaine à Bonrupt	993.00	110.0		0.905	0.637	0.519
	La Plaine à l'aval du ruisseau de la Forge Evrard (limite des zones A 622 et A 623)	993.30	111.7	2.2	0.910	0.642	0.519
A 623	La Plaine à la station hydrométrique de La TROUCHE	996.00	116.0	2.3	0.910	0.642	0.524
	La Plaine au confluent de la Meurthe (limite des zones A 615, A 623 et A 630)	1000.00	126.6	2.4	0.916	0.642	0.524



Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-1988 et 1988-2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Lorraine.

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-1988			Série 1988-2006			Ecart en %		
			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			>10		
			F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10
A402	Fresse	Moselle	0.510	0.300	0.225	0.454	0.297	0.239	-12.335	-1.010	5.858
A405	Rupt	Moselle	0.970	0.560	0.420	0.931	0.640	0.527	-4.189	12.500	20.304
A414	Zainvillers	Moselotte	1.650	1.050	0.825	1.390	0.984	0.821	-18.705	-6.707	-0.487
A417	Cleurie	Cleurie	0.655	0.475	0.400	0.683	0.516	0.447	4.100	7.946	10.515
A420	Noirgueux	Moselle	4.050	2.300	1.700	3.284	2.118	1.686	-23.325	-8.593	-0.830
A436	Chenimenil	Vologne	2.650	1.850	1.500	2.205	1.610	1.367	-20.181	-14.907	-9.729
A443	Epinal	Moselle	8.400	5.250	4.150	7.044	5.138	4.360	-19.250	-2.180	4.817
A454	Vaxoncourt	Durbion	0.360	0.265	0.230				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A463	Basse Frizon	Avière	0.340	0.260	0.225	0.352	0.302	0.279	3.409	13.907	19.355
A500	St Boingt	Euron	0.026	0.012	0.008				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A501	Froville	Euron	0.140	0.090	0.070	0.140	0.108	0.094	0.000	16.667	25.532
A511	Tonnoy	Moselle	10.000	6.350	5.000	8.619	6.399	5.375	-16.023	0.766	6.977
A525	Velotte	Gite	0.240	0.185	0.160	0.254	0.196	0.172	5.512	5.612	6.977
A526	Mirecourt	Madon	0.840	0.625	0.535	0.947	0.752	0.668	11.299	16.888	19.910
A530	Xaronval	Colon	0.215	0.150	0.125				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A542	Autrey Brénon	Brénon	0.045	0.024	0.018	0.073	0.042	0.031	38.356	42.857	41.935
A543	Pulligny	Madon	1.550	1.150	0.980	1.732	1.372	1.216	10.508	16.181	19.408
A562	Bicqueley	Bouvades	0.007	0.000	0.000				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A571	Toul	Moselle	11.500	7.550	6.050	10.457	7.215	5.765	-9.974	-4.643	-4.944
A584	Villey St Etienne	Terrouin	0.007	0.000	0.000				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A600	Fraize	Meurthe	0.743	0.563	0.488	0.628	0.496	0.439	-18.312	-13.508	-11.162
A605	St Dié	Meurthe	2.187	1.559	1.307	1.755	1.343	1.168	-24.615	-16.083	-11.901
A614	Moyenmoutier	Rabodeau	1.280	0.956	0.821				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A615	Raon l'Etape	Meurthe	4.370	3.109	2.603	3.845	2.752	2.313	-13.654	-12.972	-12.538
A623	La Trouche	Plaine	0.895	0.644	0.543	0.889	0.709	0.630	-0.675	9.168	13.810
A645	Barbas	Vacon	0.041	0.021	0.015	0.035	0.020	0.015	-17.143	-5.000	0.000
A657	Lunéville	Vezouze	1.439	1.026	0.860	1.325	0.995	0.858	-8.604	-3.116	-0.233
A662	Autrey Ste Héléne	Mortagne	0.691	0.502	0.425	0.565	0.460	0.413	-22.301	-9.130	-2.906
A673	Gerbéviller	Mortagne	1.796	1.208	0.982	1.520	1.099	0.928	-18.158	-9.918	-5.819
A676	Damelevières	Meurthe	8.861	6.213	5.165	9.932	7.930	6.977	10.783	21.652	25.971
A690	Nicolas de Port	Petit Rhône	0.023	0.014	0.010				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A694	Malzéville	Meurthe	9.892	7.054	5.916	12.082	8.639	7.076	18.126	18.347	16.393
A695	Lay St Christophe	Amezule	0.064	0.043	0.036	0.043	0.023	0.017	-48.837	-86.957	-111.765
A701	Custines	Moselle	24.300	17.000	14.100	26.059	20.813	18.317	6.750	18.320	23.022
A712	Jézainville	Esche	0.135	0.073	0.053	0.128	0.085	0.068	-5.469	14.118	22.059
A735	Onville	Rupt de Mad	0.535	0.345	0.275	0.691	0.534	0.467	22.576	35.393	41.113
A764	Château Salin	Petite Seille	0.370	0.265	0.225	0.337	0.257	0.224	-9.792	-3.113	-0.446
A782	Nomeny	Seille	1.410	1.040	0.885	1.463	1.158	1.025	3.623	10.190	13.659

Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-1988 et 1988-2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Lorraine.

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-1988			Série 1988-2006			Ecart en %		
			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			>10		
			F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10
A788	Metz Pont-Lothaire	Seille	1.710	1.260	1.050	1.444	1.073	0.919	-18.421	-17.428	-14.255
A792	Hauconcourt	Moselle	29.700	20.200	16.600	29.400	22.075	18.679	-1.020	8.494	11.130
A850	Uckange	Moselle							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A871	Bettelainville	Canner	0.028	0.014	0.009				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A873	Koenigsmacker	Canner	0.260	0.175	0.145	0.242	0.177	0.150	-7.438	1.130	3.333
A888	Perl	Moselle	34.000	22.600	18.000				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A983	Faulquemont	Nied Allemande	0.225	0.145	0.105	0.271	0.159	0.121	16.974	8.805	13.223
B022	Goncourt	Meuse	0.160	0.081	0.057	0.122	0.069	0.051	-31.148	-17.391	-11.765
B109	Villars	Mouzon	0.160	0.084	0.060	0.178	0.114	0.091	10.112	26.316	34.066
B115	Domrémy la Pucelle	Meuse	1.060	0.675	0.535	1.027	0.678	0.546	-3.213	0.442	2.015
B128	Soulosse	Vair	0.585	0.445	0.385	0.522	0.387	0.332	-12.069	-14.987	-15.964
B134	Chalaines	Meuse	2.090	1.440	1.190	2.308	1.597	1.318	9.445	9.831	9.712
B204	Vannes le Chatel	Aroffe	0.040	0.025	0.020	0.034	0.017	0.011	-17.647	-47.059	-81.818
B205	Rigny St Martin	Aroffe	0.077	0.048	0.037				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
B222	St Mihiel	Meuse	3.560	2.350	1.900	3.409	2.311	1.888	-4.429	-1.688	-0.636
B300	Verdun	Scance	0.105	0.069	0.055				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
B310	Cléry Grand	Andon	0.130	0.086	0.069				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
B315	Stenay	Meuse	9.600	6.700	5.550	9.913	7.124	5.855	3.157	5.952	5.209
B403	Montigny sur Chiers	Chiers	1.510	1.210	1.070	1.529	1.288	1.178	1.243	6.056	9.168
B430	Chauvency le Château	Chiers	7.851	5.446	4.368	7.394	5.951	5.315	-6.181	8.486	17.817
B441	Thonne lès Prés	Thonne	0.375	0.300	0.265				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
B457	Han les Juvigny	Loison	0.430	0.250	0.190	0.394	0.258	0.206	-9.137	3.101	7.767
B463	Carignan	Chiers	9.750	7.250	6.200	8.801	7.573	6.971	-10.783	4.265	11.060
B517	Cheveuges	Bar	1.010	0.665	0.535	0.719	0.400	0.295	-40.473	-66.250	-81.356
B532	Lafrancheville	Vence	0.620	0.460	0.395	0.618	0.495	0.441	-0.324	7.071	10.431
B557	Belval	Sormonne	1.230	0.905	0.775	1.112	0.803	0.678	-10.612	-12.702	-14.307
B600	Membre en Belgique	Semoy	3.190	1.890	1.440	3.739	2.685	2.260	14.683	29.609	36.283
B611	Haulmé	Semoy	4.350	2.670	2.070	4.410	3.231	2.748	1.361	17.363	24.672
B712	Treignes	Viroin	1.040	0.695	0.565	1.153	0.805	0.667	9.801	13.665	15.292
B720	Chooz	Meuse	36.400	25.000	20.800	34.466	26.762	23.140	-5.611	6.584	10.112
B730	Fellenne	Houille	0.260	0.160	0.125	0.322	0.224	0.186	19.255	28.571	32.796
B732	Landrichamps	Houille	0.410	0.255	0.200	0.468	0.325	0.269	12.393	21.538	25.651

**Résultats des valeurs de OMNA (période 1971-1988 et 1988-2006)
trouvé aux stations hydrométriques appartenant à la Diren Alsace.**

Annexe H

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-1990			Série 1988-2006			Ecart en %		
			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			>10		
			F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10
A105	Altkirch	Ill	0.736	0.551	0.465	0.635	0.475	0.408	-15.906	-16.000	-13.971
A111	Friesen	Largue	0.416	0.290	0.234				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A112	Dannemarie	Largue	0.142	0.077	0.050	0.190	0.113	0.086	25.263	31.858	41.860
A115	Spechbach-le-Bas	Largue	0.383	0.205	0.148	0.408	0.273	0.222	6.127	24.908	33.333
A115	Illfurth	Largue	0.447	0.208	0.119				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A116	Didenheim	Ill	1.380	0.950	0.760	1.254	0.871	0.721	-10.048	-9.070	-5.409
A120	Sewen Lerchenmatt	Doller	0.060	0.032	0.021	0.060	0.036	0.028	0.000	11.111	25.000
A122	Masevaux	Doller	0.406	0.265	0.203				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A125	Reiningue	Doller	0.652	0.510	0.261	0.688	0.548	0.487	5.233	6.934	46.407
A133	Ensisheim	Ill	1.500	0.795	0.520	0.891	0.200	0.092	-68.350	-297.500	-465.217
A143	Willer sur Thur	Thur	1.460	0.955	0.735	1.408	1.136	1.016	-3.693	15.933	27.657
A146	Staffelfelden	Thur	1.420	0.850	0.623	1.245	0.881	0.737	-14.056	3.519	15.468
A150	Linthal Saegmatten	Lauch	0.263	0.194	0.162	0.214	0.175	0.157	-22.897	-10.857	-3.185
A151	Guebwiller	Lauch	0.336	0.225	0.173	0.226	0.164	0.139	-48.673	-37.195	-24.460
A153	Westhalten	Ohmbach	0.106	0.079	0.067				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A157	Ungersheim	Vieille Thur	0.359	0.179	0.085				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A161	Colmar Ladhof	Ill	5.080	2.950	2.060	4.178	3.045	2.583	-21.589	3.120	20.248
A204	Wintzenheim	Fecht	1.050	0.735	0.590	0.905	0.682	0.588	-16.022	-7.771	-0.340
A212	Kaysersberg	Weiss	0.855	0.645	0.545	0.682	0.549	0.490	-25.367	-17.486	-11.224
A214	Ostheim	Fecht	1.180	0.750	0.570	1.187	0.898	0.777	0.590	16.481	26.641
A215	Ribeauvillé	Strengbach	0.099	0.071	0.058				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A231	Thanvillé	Giessen	0.204	0.137	0.108	0.151	0.104	0.086	-35.099	-31.731	-25.581
A232	Ste-Marie / Echery	Liepvrette	0.093	0.051	0.035				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A234	Liepvre	Liepvrette	0.438	0.263	0.190	0.317	0.234	0.199	-38.170	-12.393	4.523
A235	Sélestat [Annonce des Crues]	Giessen	0.318	0.140	0.072	0.233	0.133	0.099	-36.481	-5.263	27.273
A243	Ohnheim	Ill	29.100	25.900	24.300				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A251	Andlau	Andlau	0.245	0.188	0.161	0.206	0.165	0.147	-18.932	-13.939	-9.524
A261	Niedernai	Ehn	0.236	0.195	0.173	0.177	0.136	0.118	-33.333	-43.382	-46.610
A270	Saulxures (ex Saint-Blaise)	Bruche	0.270	0.188	0.152				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A273	Wisches	Bruche	1.630	1.110	0.880	1.618	1.375	1.264	-0.742	19.273	30.380
A276	Mutzig	Bruche							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A284	Soultz-les-Bains	Mossig	0.620	0.462	0.389	0.536	0.430	0.383	-15.672	-7.442	-1.567
A286	Holtzheim	Bruche	1.162	0.776	0.616	1.414	1.073	0.930	17.822	27.679	33.763
A288	Chasseur-Froid	Ill	36.700	32.600	30.600	46.742	40.105	36.854	21.484	18.713	16.970
A293	Mundolsheim	Souffel	0.110	0.049	0.027				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A315	Schweighouse- Amont	Moder	1.120	0.860	0.755				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A330	Schweighouse- Aval	Moder	3.170	2.620	2.370	2.738	2.414	2.261	-15.778	-8.534	-4.821
A341	Saverne	Zorn	0.900	0.725	0.640	0.927	0.776	0.707	2.913	6.572	9.477
A348	Waltenheim	Zorn	2.270	1.770	1.540	2.742	2.342	2.158	17.214	24.424	28.638
A361	Liebfrauenthal	Sauer	1.120	0.965	0.890				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
A369	Beinheim	Sauer	1.480	1.090	0.930	1.342	1.088	0.976	-10.283	-0.184	4.713
A373	Niederroedern	Seltzbach	0.299	0.194	0.155	0.252	0.176	0.146	-18.651	-10.227	-6.164
A380	Weiler	Lauter	1.860	1.590	1.460	1.681	1.482	1.388	-10.648	-7.287	-5.187

Résultats des valeurs de QMNA (période 1971-1988 et 1988-2006) trouvé aux stations hydrométriques appartenant au Service Navigable de Strasbourg.

Annexe I

Zone hydro	Stations	Cours d'eau	Série 1971-1988			Série 1988-2006			Ecart en %		
			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			Débits mensuels d'étiage (m3/s)			10%<		
			F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10	F 1/2	F 1/5	F 1/10
A900	Laneuveville les Lorquin	Sarre Blanche	0.685	0.390	0.295	0.660	0.415	0.326	-3.788	6.024	9.509
A901	Vasperviller	Sarre Rouge	0.692	0.552	0.491	0.771	0.660	0.609	10.246	16.364	19.376
A902	Hermelange	Sarre	0.288	0.180	0.141	0.295	0.198	0.161	2.373	9.091	12.422
A906	Postroff	Isch	0.345	0.235	0.192	0.295	0.143	0.098	-16.949	-64.336	-95.918
A909	Keskastel	Sarre	2.389	1.712	1.440	2.077	1.491	1.255	-15.022	-14.822	-14.741
A919	Rech	Albe	0.470	0.265	0.197	0.543	0.411	0.356	13.444	35.523	44.663
A926	Oermingen	Eichel	0.921	0.604	0.485	0.622	0.333	0.240	-48.071	-81.381	-102.083
A931	Sarreinsming	Sarre	3.803	2.760	2.335	3.491	2.657	2.306	-8.937	-3.877	-1.258
A932	Bousseviller	Horn									
A937	Bliesbruck	Blies	8.806	6.954	6.077	6.512	5.130	4.532	-35.227	-35.556	-34.091
A953	Petite Rosselle	Rosselle	1.390	1.260	1.190	1.285	1.165	1.107	-8.171	-8.155	-7.498
Allemagne	Uberhern	Bisten									

Calcul réalisé sur la période 1988-2005

Tableau de comparaison des Qj<QMNA sur des stations de références.

Annexe J

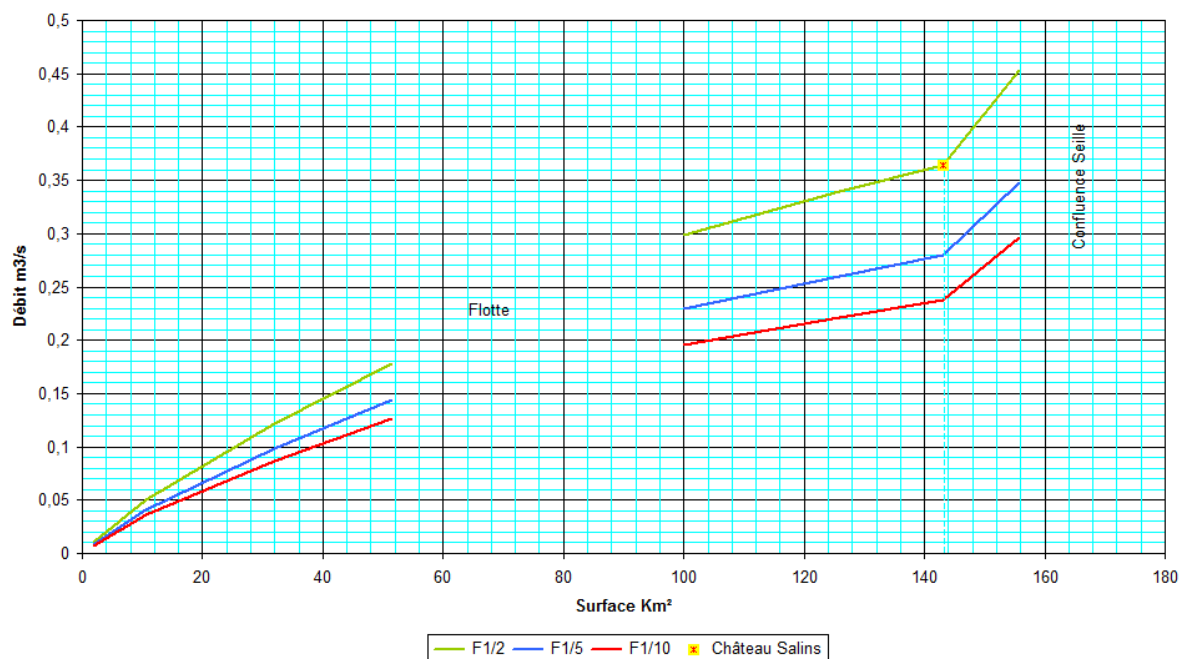
Station	Tableau synthétique			
	Année	Nb de fois ou Qj< QMNA2	Nb de fois ou Qj< QMNA5	Nb de fois ou Qj< QMNA10
Autrey Brénon	1988	0	0	0
	2006	41	33	31
Barbas	1988	0	0	0
	2006	44	17	0
Basse Frizon	1988	43	3	0
	2006	8	0	0
Cheniménil	1988	20	1	0
	2006	36	18	7
Cleurie	1988	25	6	0
	2006	39	18	3
Lunéville	1988	15	0	0
	2006	25	1	0
Trouches	1988	45	0	0
	2006	73	0	0
Velotte	1988	46	0	0
	2006	61	31	24
Froville	1988	82	14	0
	2006	18	0	0
St Boingt	1988	17	0	0
	2006	8	0	0
Mirecourt	1988	0	0	0
	2006	53	20	0
Pulligny	1988	39	2	0
	2006	0	0	0
Damelevières	1988	3	0	0
	2006	7	0	0
Fraize	1988	28	6	2
	2006	40	21	13
Raon l'étape	1988	20	0	0
	2006	14	0	0
St Dié	1988	33	2	0
	2006	31	11	5
Autrey Ste Hélène	1988	0	0	0
	2006	34	4	0
Gerbeviller	1988	0	0	0
	2006	0	0	0
Epinal	1988	27	0	0
	2006	29	6	0
Fresse	1988	20	7	0
	2006	46	27	5
Noirgueux	1988	21	4	0
	2006	31	9	2
Rupt	1988	25	8	0
	2006	39	18	5
Tonnoy	1988	18	7	0
	2006	27	9	0
Toul	1988	38	15	9
	2006	29	14	9

Catalogue Moselle Aval : Bassin de la Petite Seille et du Rupt de Mad

Annexe K

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE				BASSIN: SEILLE			
DELEGATION DE BASSIN RHIN - MEUSE				RIVIERE: PETITE SEILLE			
				CODE HYDRO: A 76-020			
DEBITS CARACTERISTIQUES EN M3/S (1971-2006)							
Zone hydro	Identification du point	P.K.H	Surface du B.V. en km ²	Module (m ³ /s)	Débits mensuels d'étiage (m ³ /s)		
					F 1/2	F 1/5	F 1/10
A 760	La Petite Seille à Racrange	975,30	1,9		0,011	0,008	0,007
	La Petite Seille à Morhange	977,78	10,6	0,1	0,051	0,041	0,036
	La Petite Seille à l'aval du confluent de Bonne Fontaine (limite des zones A760 et A761)	981,73	32,0	0,3	0,122	0,098	0,087
A 761	La Petite Seille à l'amont du confluent du ruisseau de la Flotte (limite des zones A761, A762 et A763)	988,26	51,4	0,4	0,179	0,144	0,127
A 762	La Flotte		48,5	0,4	0,120	0,085	0,069
A763	La Petite Seille à l'aval du confluent du ruisseau de la Flotte (limite des zones A761, A762 et A763)	988,26	99,9	0,8	0,299	0,229	0,196
	La Petite Seille à l'aval du confluent du Champré (limite des zones A763 et A764)	991,63	125,9	1,1	0,339	0,260	0,222
A 764	La Petite Seille à la station hydrométrique de CHATEAU-SALINS	995,28	143,0	1,2	0,364	0,279	0,238
	La Petite Seille au confluent de la Seille (limite des zones A764, A758 et A770)	1000,00	155,8	1,3	0,454	0,348	0,296

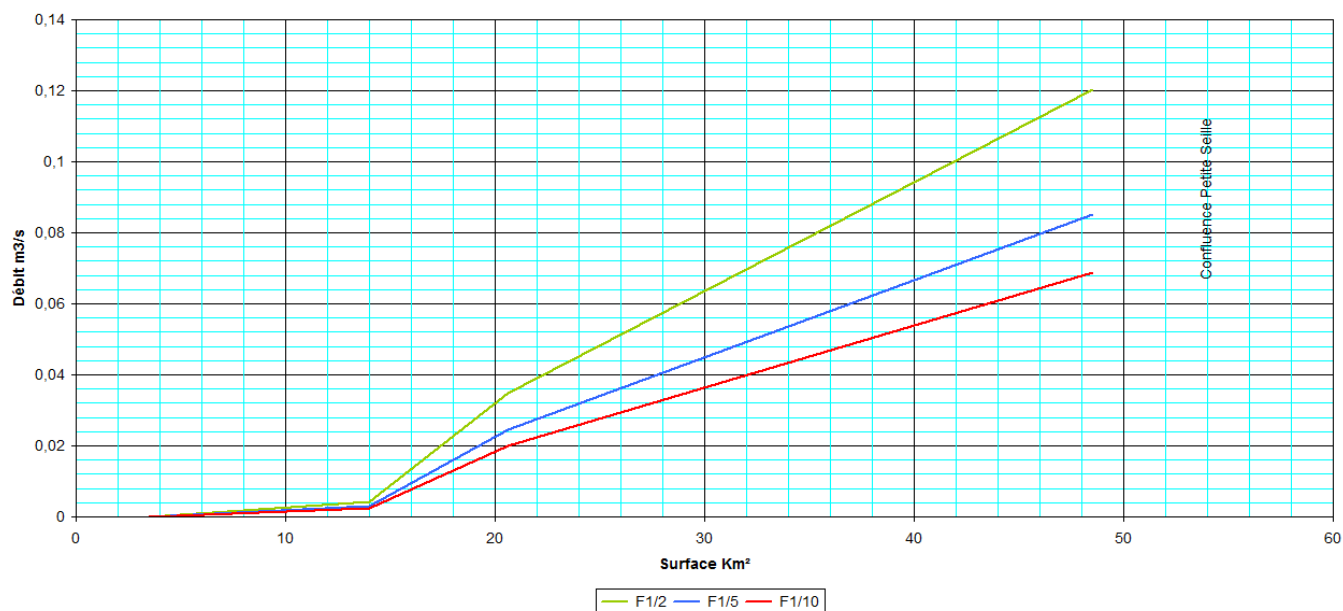
PETITE SEILLE
Débits caractéristiques d'étiage



Catalogue Moselle Aval : Bassin de la Petite Seille et du Rupt de Mad

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE				BASSIN: <i>PETITE SEILLE</i>			
DELEGATION DE BASSIN RHIN - MEUSE				RIVIERE: <i>FLOTTE</i>			
				CODE HYDRO: <i>A 762030</i>			
DEBITS CARACTERISTIQUES EN M3/S							
(1971-2006)							
Zone hydro	identification du point	P.K.H	Surface du B.V. en km²	Module (m³/s)	Débits mensuels d'étiage (m³/s)		
					F 1/2	F 1/5	F 1/10
A 762	La Flotte à Wuisse (aval étang d'Arlange)	991,52	3,5		0,000	0,000	0,000
	La Flotte à Wuisse (amont étang de Wuisse)	994,81	14,0	0,1	0,004	0,003	0,002
	La Flotte à Château-Voué	996,77	20,6	0,2	0,035	0,025	0,020
	La Flotte à la confluence de la Petite Seille (limite des zones A762, A761 et A763)	1000,00	48,5	0,4	0,120	0,085	0,069

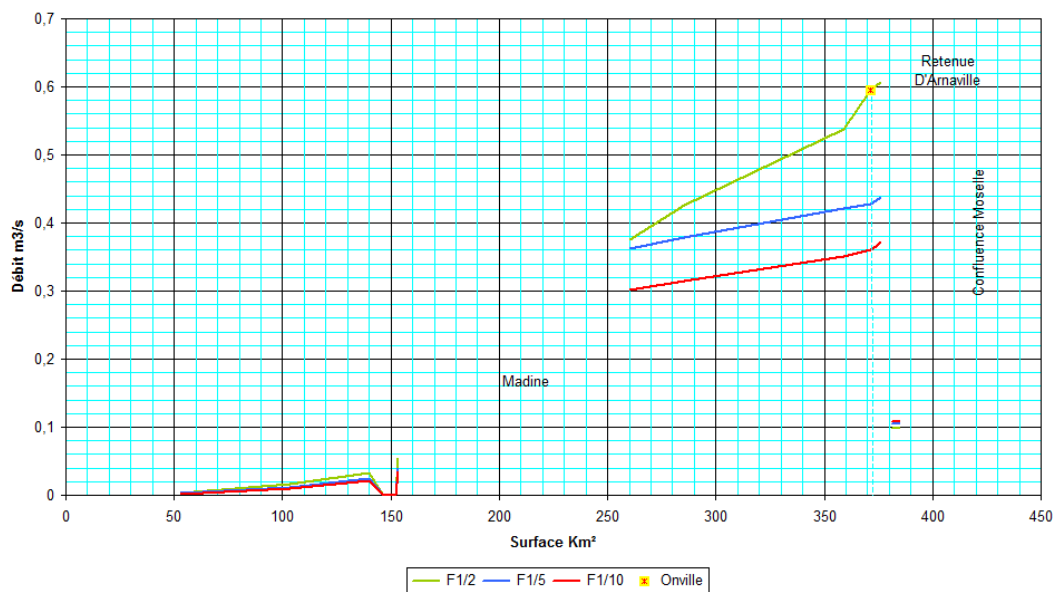
FLOTTE
Débits caractéristiques d'étiage



Catalogue Moselle Aval : Bassin de la Petite Seille et du Rupt de Mad

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE					BASSIN: MOSELLE		
DELEGATION DE BASSIN RHIN - MEUSE					RIVIERE: RUPT DE MAD		
					CODE HYDRO: A 73-020		
DEBITS CARACTERISTIQUES EN M3/S							
(1971-2006)							
Zone hydro	Identification du point	P.K.H	Surface du B.V. en km²	Module (m³/s)	Débits mensuels d'étiage (m³/s)		
					F 1/2	F 1/5	F 1/10
A 730	Le Rupt de Mad à Bouconville-sur-Mad	956,29	53,1	0,5	0,003	0,002	0,002
	Le Rupt de Mad à l'aval du confluent des Ranaux (limite des zones A730 et A731)	959,55	103,4	1,0	0,016	0,012	0,010
A 731	Le Rupt de Mad à Essey-et-Maizerais	967,55	139,9	1,3	0,033	0,024	0,021
	Le Rupt de Mad à Euvezin	971,51	146,4		0,000	0,000	0,000
	Le Rupt de Mad à l'aval du confluent de la Côte Bourot	973,33	152,4		0,000	0,000	0,000
	Le Rupt de Mad à l'amont du confluent de la Madine (limite des zones A731, A732 et A734)	974,53	153,0	1,4	0,053	0,040	0,034
A 73-	La Madine		107,1	1,0	0,323	0,324	0,267
A 734	Le Rupt de Mad à l'aval du confluent de la Madine (limite des zones A731, A732 et A734)	974,53	260,1	2,4	0,376	0,363	0,301
	Le Rupt de Mad à Jaulny	984,51	285,6	2,6	0,426	0,378	0,316
	Le Rupt de Mad à l'aval du confluent du Soiron (limite des zones A734 et A735)	990,60	358,8	3,4	0,538	0,421	0,351
A 735	Le Rupt de Mad à la station hydrométrique d'Oeville	993,04	371,5	3,4	0,592	0,429	0,361
	Le Rupt de Mad à Bayon-sur-Mad	995,34	374,0	3,4	0,602	0,433	0,365
	Le Rupt de Mad à l'amont de la retenue d'Arnaville	996,37	376,2		0,606	0,438	0,372
	<i>Prélèvement AEP mensuel moyen pour la Ville de Metz</i>				0,437	0,466	0,482
	<i>Débit réservé*</i>				0,098	0,105	0,108
	Le Rupt de Mad à l'aval de la retenue d'Arnaville	997,83	381,2		0,098	0,105	0,108
	Le Rupt de Mad au confluent de la Moselle (limite des zones A735, A722 et A740)	1000,00	384,8	3,6	0,098	0,105	0,108

RUPT DE MAD
Débits caractéristiques d'étiage



Catalogue Moselle Aval : Bassin de la Petite Seille et du Rupt de Mad

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE					BASSIN: <i>RUPT DE MAD</i>		
DELEGATION DE BASSIN RHIN - MEUSE					RIVIERE: <i>MADINE</i>		
					CODE HYDRO: <i>A 73-021</i>		
DEBITS CARACTERISTIQUES EN M3/S (1971-2006)							
Zone hydro	Identification du point	P.K.H	Surface du B.V. en km²	Module (m3/s)	Débits mensuels d'étiage (m3/s)		
					F 1/2	F 1/5	F 1/10
A 732	La Madine à Varnéville (village)	982,03	0,6		0,003	0,002	0,002
	La Madine à Varnéville (pont D908)	983,04	2,1		0,030	0,021	0,018
	La Madine à Woinville	985,23	5,1		0,060	0,042	0,035
	La Madine à l'amont du Lac de Madine	986,91	13,0	0,1	0,027	0,019	0,016
	La Madine à l'aval du Lac de Madine	992,22	44,2	0,4	0,261	0,280	0,231
	La Madine à l'aval du confluent de Burneaux (limite des zones A732 et A733)	992,36	60,5	0,6	0,274	0,289	0,239
	A 733	La Madine à Pannes	996,61	98,6	0,9	0,297	0,305
La Madine au confluent du Rupt de Mad (limite des zones A733, A731 et A734)		1000,00	107,1	1,0	0,323	0,324	0,267

MADINE
Débits caractéristiques d'étiage

