

n° 22167

Agence de l'Eau Rhin-Meuse

*"Le Longeau" - Route de Lessy
Rozérieulles - B.P. 19
57161 Moulins-lès-Metz*

**Détermination des valeurs du module interannuel aux points définis dans le
catalogue des débits d'étiage
1^{ère} phase : Bassin de la Meuse**

FEVRIER 1998

**Centre d'Etudes Géographiques
de l'Université de Metz**

*le du Saulcy
57045 METZ Cedex 1*

Détermination des valeurs du module interannuel aux points définis dans le catalogue des débits d'étiage

1^{ère} phase : Bassin de la Meuse



Lors de la réalisation du catalogue des débits d'étiage du bassin de la Meurthe, le CEGUM a mis au point une méthode pour calculer les valeurs du module aux points caractéristiques du réseau hydrographique. Dans le cadre de cette première phase, cette méthode a été appliquée au bassin versant de la Meuse.

En raison du caractère karstique d'une grande partie du bassin, de son étendue (avec des bassins situés à l'étranger) et de problèmes d'hydrométrie, cette application constitue une validation particulièrement difficile de la méthode.

1. Rappel de la méthode

Les modules sont déterminés à partir d'une régression multiple entre les lames d'eau annuelles écoulées aux stations hydrométriques d'une part, et les températures et les précipitations moyennes annuelles d'autre part.

Les données de précipitations sont issues de l'étude sur la Quantification Spatiale des Précipitations de la France du Nord-Est (Agence de l'Eau Rhin-Meuse - CEGUM).

Pour les températures, un modèle de spatialisation utilisant un MNT (Modèle Numérique de Terrain) a été réalisé. Un gradient liant l'altitude des postes thermométriques à la température moyenne annuelle a été défini.

Cette première étape a abouti à la réalisation d'une grille de points régulièrement espacés de 2 km pour lesquels une hauteur de précipitations et une température moyenne annuelle ont été calculées.

Des précipitations et des températures moyennes annuelles ont été calculées pour tous les bassins versants contrôlés par une station hydrométrique utilisée dans les catalogues des débits caractéristiques. D'autres stations hydrométriques ont été ajoutées aux stations dans la mesure où leurs chroniques et leurs situations présentaient un intérêt pour la mise en œuvre et la précision des résultats.

Les régressions ont été réalisées pour chacun des grands bassins (Meuse amont Chiers, Chiers et Meuse aval Chiers). L'équation issue de ces régressions est du type :

$$Emm = a (Pmm)^2 - b T^{\circ} + c$$

La relation entre le module (Emm) et les précipitations annuelles est évidente. La température (T°) rend compte des prélèvements évapotranspiratoires. Cette équation a été appliquée aux points de la grille pour lesquels Pmm et T° sont connus et a permis de calculer des valeurs de lames d'eau écoulées (Emm). Pour respecter strictement les débits observés aux stations hydrométriques une correction par les résidus a été réalisée. L'écoulement calculé a été corrigé pour chaque point de la grille par le résidu obtenu à la station qui contrôle le bassin versant dans lequel le point se situe.

Le module de chaque bassin versant est donné par la moyenne arithmétique des points de la grille situés dans le bassin versant considéré.

2. Données utilisées

- Les précipitations

Les précipitations proviennent du **modèle** de quantification spatiale des précipitations réalisé par le CEGUM sur la partie ouest du bassin Rhin-Meuse. Les mailles de ce modèle sont espacées de 2 km. Les données spatialisées de température et d'écoulement utilisent le même maillage.

- Les altitudes

Les altitudes **utilisées** par le gradient thermique sont issues du MNT à 100m de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse.

- Les températures

Toutes les températures moyennes annuelles disponibles à l'Agence de l'Eau ont été utilisées. 16 postes, situés dans le bassin de la Meuse ou proches de celui-ci, ont été sélectionnés pour réaliser le gradient thermique (voir plus bas et liste en annexe 1).

- Les modules

En plus des 30 stations utilisées dans le catalogue, 7 situées sur des affluents de la Meuse et présentant une chronique intéressante ont été intégrées dans les calculs.

Tableau n°1 : stations hydrométriques complémentaires

Stations	Cours d'eau	Surface en km ²	Période de fonctionnement	Modules mesurés en m ³ /s	Modules corrigés
Aroffe	Aroffe	38.5	1980-90	0.411	0.361
Belmont	Vair	140	1988-90	1.717	1.713
Billy-sous-Mangiennes	Loison	18.4	1985-90	0.128	0.128
Dommary	Othain	42.2	1986-88	0.490	0.401
Ecoviez	Ton	308	1977-90	5.364	5.068
Verdun	Scance	32.7	1982-90	0.421	0.419
Vrigne	Vrigne	30	1979-87	0.463	0.409

Une correction des modules de ces stations tenant compte du caractère plus ou moins sec ou humide de leur période de fonctionnement a été réalisée à partir des données des stations de référence du catalogue. Certaines ont des périodes de fonctionnement très courtes mais elles permettent d'estimer des valeurs d'écoulement dans des zones où le réseau hydrométrique est très peu dense.

- Les données digitalisées

En plus des zones de la codification hydrographique fournies par l'Agence de l'Eau, d'autres contours ont été nécessaires pour la réalisation de l'étude et ont été digitalisés par le CEGUM :

- les limites des bassins versants des stations hydrométriques
- les limites des bassins versants des zones hydrographiques en Belgique et au Luxembourg.

3. Résultats

- Le gradient thermique

Compte tenu du nombre de postes thermiques disponibles, un seul gradient a été élaboré. Pour obtenir une valeur de coefficient de détermination supérieure à 80%, 16 postes situés dans le bassin de la Meuse ou très proches de celui-ci ont été retenus. Comme pour le bassin de la Meurthe, la relation entre l'altitude et la température moyenne annuelle du poste est logarithmique (Cf. Annexe 1). La valeur de R^2 est certes peu élevée mais des essais de modélisation par la méthode du **modèle** de quantification spatiale des précipitations n'ont pas donné de meilleurs résultats. Des **modèles** existants (P. Carrega, « Topoclimatologie et habitat », Analyse spatiale, n°35 & 36, 1994) utilisent des MNT à 100 et nécessitent donc de gros moyens de calcul. De plus, une critique du site des postes est souhaitable.

L'équation du gradient a été appliquée aux altitudes des mailles de la grille du bassin de la Meuse. A l'échelle des bassins-versants des stations hydrométriques et des zones de la codification hydrographique, cette méthode de spatialisation des températures semble satisfaisante.

- Les relations pluie-débit

Les relations pluie-débit ont été étudiées à la fois pour les bassins versants partiels (bassin versant auquel on retranche tous les bassins-versants amont) et pour les bassins versants totaux des stations hydrométriques (Cf. annexe 3).

- En sélectionnant un certain nombre de stations, la relation pluie-débit à l'échelle de tout le bassin versant de la Meuse est intéressante avec un coefficient de détermination supérieur à 96% (Cf. annexe 4). Certains points s'organisent en forme de courbe entre 800 et 950 mm de précipitations (comme c'est généralement le cas, exemple de la Meurthe), c'est pourquoi il est préférable d'intégrer la température dans les régressions et de réaliser ces régressions par grand bassin versant.

◆ Bassin de la Meuse amont (Cf. annexe 5)

Le caractère karstique de ce bassin apparaît pour pratiquement toutes les stations et plus particulièrement pour Rigny-saint-Martin et Vannes-le-Chatel sur l'**Aroffe** (lame d'eau écoulee inférieure à 150 mm). De même les bassins versants partiels des stations situées sur la Meuse (Domrémy, St Mihiel et Stenay) bénéficient d'une alimentation abondante car leur lame d'eau écoulee est supérieure à 450 mm et leurs déficit d'écoulement inférieur à 500 mm,

La station de Cléry-Grand avec des précipitations inférieures à 860 mm apparaît, elle aussi, particulièrement originale mais il semble que ses précipitations soient largement sous-estimées. D'ailleurs, hormis Cléry-Grand, toutes les autres stations ont une pluviosité comparable comprise entre 900 et 970mm. Ceci constitue une difficulté supplémentaire pour la détermination des modules dans cette partie du bassin de la Meuse.

6 stations dans ce bassin ont été retenues pour effectuer une régression. Elles ont été choisies en fonction de la modération de l'influence karstique dans leur bassin versant. Les déficits d'écoulement élevés liés au karst ne peuvent donc être pris en compte que par une correction des écoulements calculés par les résidus de la régression.

◆ Bassin de la Chiers (Cf. annexe 6)

Pour ce bassin, la relation pluie-débit apparaît comme beaucoup moins anarchique. Quelques bassins s'écartent tout de même de la courbe générale.

Les bassins de la **Thonne** et du Thon bénéficient d'une alimentation particulièrement abondante de la nappe des grès d'Ardenne-Luxembourg. Leurs déficits d'écoulement sont inférieurs à **450 mm**.

Les débits de la station de **Montigy/Chiers** sont influencés par des débits d'exhaure d'où une lame d'eau écoulee supérieure à 500 mm. Ce débit est peut être surévalué dans la mesure où la lame d'eau du bassin versant de la station de Chauvency située directement en aval est relativement faible (350 mm)

Le bassin de la Crusnes est situé sur les affleurements **bajociens** karstifiés et exploités par les mines de fer. Ces débits subissent donc des influences combinées responsables d'un déficit d'écoulement élevé (600 mm),

Outre ces 5 bassins versants, toutes les autres stations ont été intégrées à la régression.

◆ Bassin de la Meuse en aval de la Chiers (Cf. annexe 7)

Dans ce bassin les deux stations situées sur la Meuse (Moncy-notre-Dame et **Chooz**) semblent fournir des débits respectivement sur et sousévalués. Le rendement du bassin versant partiel de la Meuse à Chooz est négatif ! Les débits de ces stations n'ont donc pas été utilisés et ne figurent pas dans le tableau des modules du catalogue des débits (Cf annexe 9).

Le bassin de la Vence à Lafrancheville a une lame d'eau écoulee élevée liée très certainement à une influence karstique des calcaires qui affleurent dans son bassin. Les stations de Vrigne, Felenne et Haulmé pour son bassin versant partiel ont des lames d'eau écoulees relativement faibles. Comme Lafrancheville elles n'ont pas été intégrées à la régression.

• Les régressions

Le même type d'équation a été appliqué aux trois grands bassins versants :

$$Emm = a (Pmm)^2 - b T^{\circ} + c$$

Tableau n°2 : paramètres des régressions

Bassin		b	c	R ²	Variance résiduelle
Meuse amont Chiers	6.184; 10-3	1.83	-140	93%	5.224
Chiers	5.839 x 10-3	184	1566	93%	20.36
Meuse aval Chiers	4.356 x 1 0-3	63.78	583	99%	14.73

Les coefficients relatifs aux précipitations et aux températures varient de manière importante car ils s'appliquent à des valeurs elles aussi très variables d'un bassin à l'autre. Compte tenu de la sélection des stations utilisées dans les régressions, les coefficients de détermination et les variances résiduelles sont pour les trois bassins très satisfaisants. Les résidus pour toutes les stations figurent en annexe 8. Ils ont été appliqués à chaque maille de la grille en fonction du bassin versant partiel dans lequel elles sont situées.

• Catalogue des modules (annexe 9)

Pour chaque point caractéristique de la codification hydrographique et pour chaque station hydrométrique un module est proposé. La comparaison des modules aux stations avec les modules proposés aux points caractéristiques ne pose pas de **problèmes** hormis pour la station d'Ecouviez. Pour ce cas précis les surfaces sont erronées pour la station ou pour les zones de la codification hydrographique. En annexe 10 un tableau reprend différents éléments de calcul pour effectuer d'autres estimations de modules.

CONCLUSION

Les calculs réalisés dans le cadre de cette étude dépendent intégralement des valeurs **de surface** de bassin versant et de débit des stations. Des imprécisions liées **à** ces valeurs, si elles ne **sont** pas trop importantes, peuvent être répercutées **à** de grandes surfaces.

Cette méthode peut évoluer notamment dans la spatialisation des résidus qui pourrait **être** appliquée en fonction de la géologie. Elle pourrait tenir compte notamment des zones d'infiltration dans les calcaires ou des zones d'alimentation par une nappe aquifère importante comme la nappe des grés d'Ardenne-Luxembourg. Des essais pourront être tentés pour ce bassin où l'influence des conditions hydrogéologiques est déterminante.