

Spatialisation des débits d'étiage de la Blaise (Marne-France)

O. Lejeune, A. Devos, A. Marre

*EA 3795 G.E.G.E.N.A. (Groupe d'Etude sur les Géomatériaux et les Environnements Naturels et Anthropiques),
UFR Lettres et Sciences Humaines, 57 rue Pierre Taittinger, 51096 Reims Cedex,
olivier.lejeune3@libertysurf.fr, alain.devos@univ-reims.fr, alain.marre@univ-reims.fr*

Résumé :

Dans les régions calcaires de l'Est de la France une grande partie des écoulements se fait de manière souterraine. Les phénomènes d'infiltration sont importants et souvent généralisés en tête de bassin.

La méthode employée pour comprendre ces transferts d'eau est la cartographie des rendements hydrologiques d'étiage qui représente les débits spécifiques par sous bassins-versants élémentaires. Les sous bassins-versants ont une surface moyenne de 13 km². Les mesures de débit se font en régime stabilisé, en basses eaux et plus particulièrement en étiage, car cette période est représentative non seulement de la plus grande partie des écoulements de l'année (débit modal) mais aussi de la vidange aquifère. On peut ainsi réaliser une cartographie des secteurs de rendement fort, moyen, de perte et d'infiltration généralisée de part et d'autre d'un interfluve témoignant d'écoulements souterrains intra et inter-bassins. Cette méthode, couplée avec les méthodes des profils hydrologiques, de paramètres physico-chimiques caractéristiques ainsi qu'avec des traçages colorimétriques permettent de montrer l'hétérogénéité spatiale des rendements dans les bassins-versants principalement calcaires.

Pour un secteur de perte, 2 à 3 secteurs à fort rendement apparaissent en inter-bassin ou en intra-bassin. Ceci témoigne d'une divergence des écoulements souterrains de la Blaise vers le bassin-versant de la Marne et de l'Aube.

La méthode présentée met en évidence l'hétérogénéité spatiale des écoulements en période d'étiage inhérent à l'anisotropie des aquifères calcaires. Cette hétérogénéité interdit l'extrapolation des débits sur le linéaire du cours d'eau par la méthode des débits spécifiques. Ces écoulements souterrains sont conditionnés par le contexte morphostructural. Ces résultats pose aussi la question de la pertinence et de l'équilibre d'un bilan de l'eau dans ce type de bassin.

La Blaise est un petit affluent de rive gauche qui rejoint la Marne à quelques kilomètres en amont de vitry-le-François. La majeure partie de son bassin-versant est constitué par des roches calcaires du Jurassique dont la caractéristique principale est de présenter des aquifères à comportement karstique (Devos A., 1996, Lejeune O. et Devos A., à paraître).

Dans ce type de région, le régime des cours d'eau est essentiellement inféodé aux écoulements souterrains. Les aquifères calcaires déterminent une forte hétérogénéité spatiale des débits. Ceci perturbe fortement les modélisations de ces écoulements. En hydrologie, la compréhension des écoulements passe par l'analyse des débits aux stations hydrométriques qui malheureusement, ne reflètent pas ou lissent les réalités géographiques compte tenu de la faible densité du réseau de mesure.

Afin de remédier à cet inconvénient, l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (A.E.R.M.) et le Centre d'Etudes Géographiques de l'Université de Metz (C.E.G.U.M.) ont mis au point une méthode d'étude de ces écoulements (François D. et al, 1994). Nous avons appliqué cette méthode aux milieux calcaires des bas plateaux de l'Est de la France caractérisés par des karsts de contact lithostratigraphique (Nicod J., 1994) qui participent à la construction des écoulements. L'objectif de ce travail est de comprendre à la fois le fonctionnement des écoulements de surface et souterrains et l'évolution des paysages de cette vallée incisée dans une région de bas plateau calcaires.

Ainsi, après avoir présenté succinctement la méthodologie, nous l'appliquons au bassin-versant de la Blaise, un affluent de la Marne (figure 1), avant de mettre en évidence les applications mais aussi les limites de la méthode mise en oeuvre.

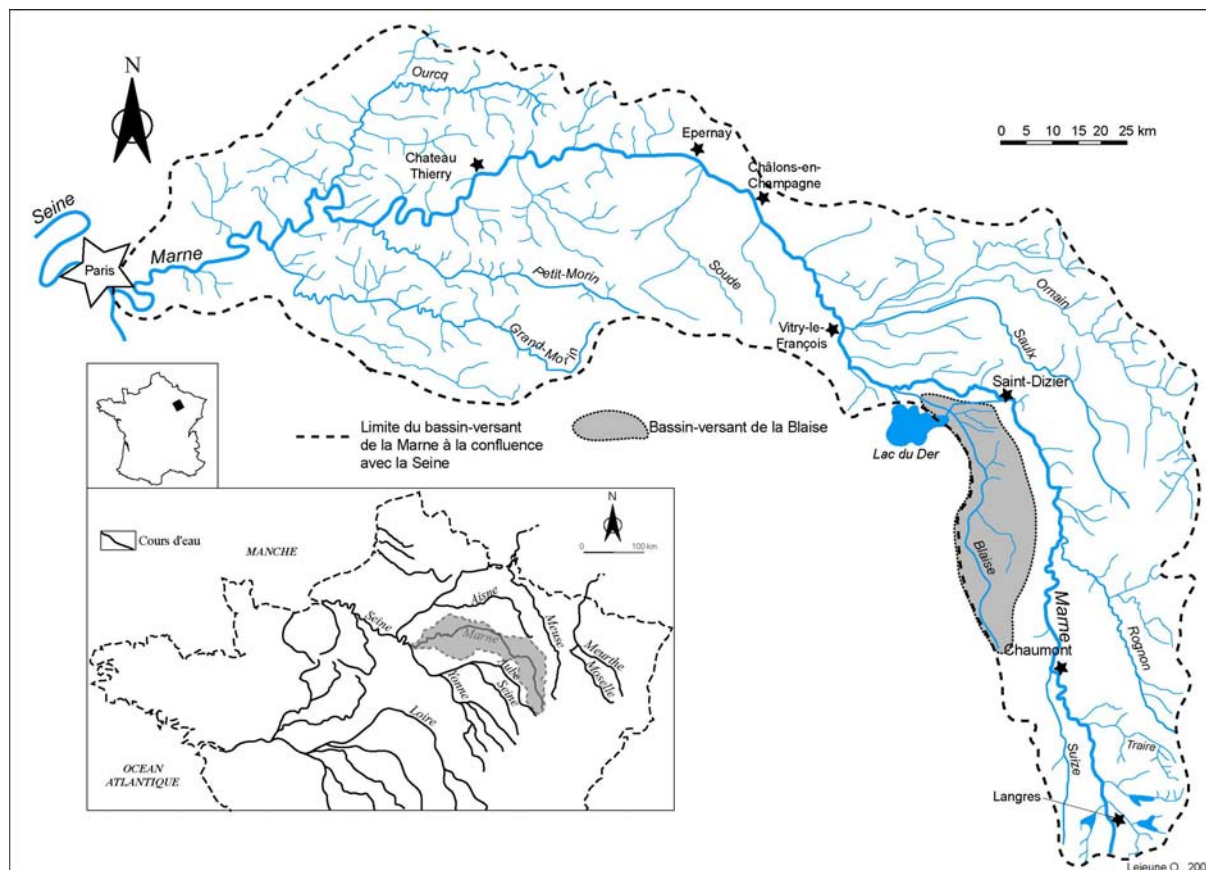


Figure 1 : Carte de localisation du bassin-versant de la Blaise

1. La méthodologie et la région étudiée

1.1. Méthodologie

Dans un bassin-versant, l'étude des écoulements repose essentiellement sur l'analyse des données recueillies aux stations hydrométriques. Or, la densité moyenne de stations est souvent faible ce qui a pour effet de lisser considérablement le comportement hydrodynamique du bassin-versant. En conséquence, la dimension spatiale et multiscale est souvent délaissée et méconnue au profit du comportement hydrodynamique global. Ceci est paradoxal dans un contexte de demande croissante de cartographie des ressources en eau.

La méthode des profils hydrologiques et de cartographie des rendements hydrologiques d'étiage a pour but de cartographier des portions de bassins-versant ou de tronçons de cours d'eau à écoulement d'étiage homogène. Elle est fondée sur la réalisation de campagnes de mesures de débits d'étiage dans lesquelles on doit exécuter 6 étapes de travail (détermination du réseau de mesure ; jaugeage aux points de référence ; homogénéisation des données ; construction des profils hydrologiques ; cartographie des ressources en eau ; lissage et calage des profils aux débits mensuels d'étiage caractéristiques).

- Le réseau de mesure, les jaugeages aux points de référence et l'homogénéisation des données

Le bassin-versant considéré est découpé en plusieurs bassins élémentaires à raison d'un point de mesure pour 13 km² (François D. et al, 1994) qui sont disposés en fonction des confluences, des sources et des contextes hydrogéologique et géomorphologique.

Pour chacun de ces petits bassins, on réalise des mesures de débit à l'aide d'un micro-moulinet monté sur perche de jaugeage à intégration (Esteves M., 1989), Ces mesures sont réalisées au cours

des basses eaux, en particulier lors de l'étiage. Cette période correspond en effet à une situation hydrologique stabilisée, non influencée par des ruissellements. En outre, elle permet d'apprécier les débits issus de la vidange aquifère. Les mesures, loin d'être le reflet d'une situation hydrologique ponctuelle, sont bien représentatives des écoulements majoritairement observés dans l'année (débits modaux). Afin d'éviter les régimes influencés par les actions humaines (pompages, éclusées, etc...), on réalise 3 campagnes de mesures dans des situations hydrologiques contrastées dans un court laps de temps.

Enfin, pour d'éviter tout risques d'erreurs, on homogénéise les mesures par corrélations entre deux campagnes (Decloux J-P., Sary M., 1991). Après traitement des données, les résultats sont valorisés par les profils hydrologiques et la cartographie des rendements.

- Les profils hydrologiques

Les profils hydrologiques sont représentés sur un graphique de type courbe qui montre l'évolution des débits bruts et des débits spécifiques du cours d'eau de l'amont vers l'aval en fonction de la surface de bassin-versant ou des points kilométriques. On peut ainsi visualiser la construction des écoulements du drain principal en fonction de la vidange des réservoirs aquifères via les affluents, les sources et les échanges nappe-rivière (notion d'aquifère drainant ou drainé). Ils mettent en évidence "la complexité des paramètres naturels intégrés du bassin" (Sary M., 1993) et reflètent ainsi les réalités géographiques du bassin-versant. Avec un réseau de mesures suffisamment fin (jaugeage des sources), on peut aisément différencier les écoulements issus du drainage de la zone noyée par le cours d'eau, de ceux issus d'apports latéraux (affluents et systèmes karstiques).

Les profils sont constitués d'une succession de courbes, chacune garante de conditions d'écoulement d'étiage homogène. L'étape suivante consiste donc à déterminer les équations des profils hydrologiques sur papier bi-logarithmique afin de les caler sur des débits de référence (débits mensuels d'étiage ou QMNA de fréquence décennale, quinquennale et biennale) dans le but d'établir des catalogues de débits d'étiage (Arts I. et al, 1996). On peut ainsi connaître le débit du drain principal en tout point du cours d'eau quelque soit la situation hydrologique d'étiage par extrapolation des débits aux stations hydrométriques.

- La cartographie des débits spécifiques

La cartographie des rendements hydrologiques (Zumstein J-F., 1976) consiste à représenter pour chaque bassin élémentaire, le débit spécifique, ce qui met en évidence l'apport ou la perte d'eau entre deux points de mesure successifs en s'abstrayant du poids des apports latéraux (Arts I., François D., 1998 ; Arts I., Sary M., 2000). On met ainsi en évidence la répartition spatiale de la vidange aquifère qui dépend essentiellement des potentialités hydrogéologiques du substratum. Elle permet de déterminer des secteurs de rendements faibles voire négatifs (pertes), des secteurs de rendements moyens et des secteurs de rendements forts.

Par rapport aux études classiques d'hydrologie, cette méthode a l'avantage de mettre en évidence l'hétérogénéité spatiale des écoulements en pays calcaires et ne lisse pas à outrance les diversités spatiales en faisant abstraction des réalités géographiques (Sary, M., 1993). De plus, et afin de mieux interpréter les profils hydrologiques, on peut les compléter par l'étude de paramètres physico-chimiques comme la conductivité et la température (Devos A., 1996).

La conductivité mesurée en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) reflète la minéralité totale de l'eau qui évolue en fonction des aquifères traversés (en absence de pollution) ou des relations nappe-rivière. Ainsi, une rivière qui perd de l'eau se caractérise par davantage de précipitations chimiques (essentiellement du CaCO_3) qui fait chuter sa conductivité. Une rivière recoupant une zone noyée se caractérise par une minéralisation qui fait augmenter sa conductivité.

La température mesurée en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) reflète également le cheminement des eaux tout comme les amplitudes nyctémérales calculées à chaque point du réseau de mesure. Une eau qui ruisselle en surface présente un équilibre thermique avec l'atmosphère alors qu'une eau issue d'une

nappe se caractérise par une température stable (homothermie) proche de la température moyenne annuelle atmosphérique.

La comparaison des profils hydrologiques et des profils de température et des profils de conductivité permettent de mieux interpréter les résultats et ainsi d'affiner la spatialisation de la vidange aquifère.

1.2. Le bassin-versant de la Blaise

La Blaise qui s'écoule du Sud vers le Nord est un affluent de rive gauche de la Marne qui conflue avec elle au milieu de la vaste plaine alluviale du Perthois, entre Saint-Dizier et Vitry-le-François. La surface totale de son bassin-versant est de 640 km².

La Blaise naît sur le revers de la cuesta oxfordienne (prolongement méridional de la côte de Meuse) où elle coule sur des calcaires coralliens résistants (figure 2). Elle traverse ensuite l'étroite auréole (5 km) marno-calcaire du Kimméridgien qui constitue le pied de la cuesta tithonienne (prolongement de la côte du Barrois) dont le revers est constitué par des calcaires résistants et épais d'une centaine de mètres qui, localement, sont recouverts par les formations essentiellement sablo-argileuses du Crétacé inférieur. La présence de roches imperméables reposant sur des calcaires a permis la naissance d'un karst de contact lithostratigraphique qui facilite l'infiltration des eaux. Enfin, la Blaise termine son parcours en pénétrant dans la plaine du Perthois constitué par des argiles de l'Albien recouverte par une épaisse couche d'alluvions (10 m maximum).

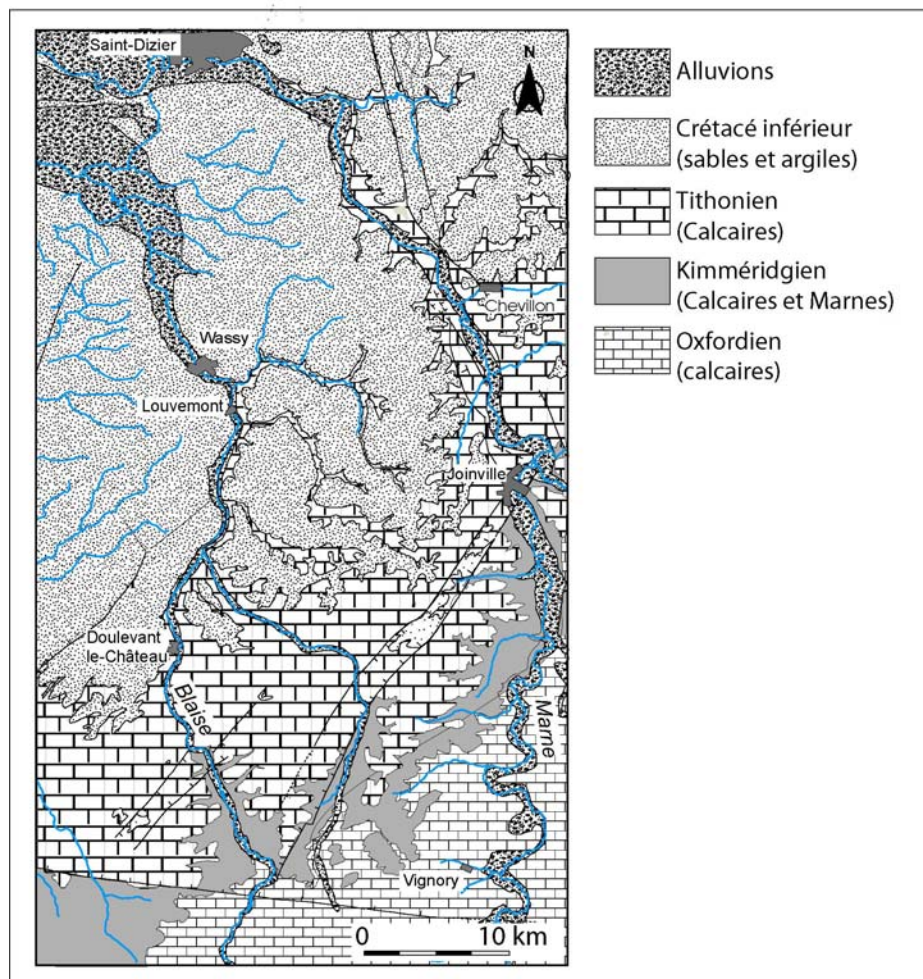


Figure 2 : Géologie du bassin-versant de la Blaise

D'un point de vue hydrographique, le bassin-versant de la Blaise est assez pauvre en cours d'eau pérenne. Les plateaux sont découpés par un grand nombre de vallons qui demeurent secs la majeure partie de l'année. Seuls la Blaise et son principal affluent (le Blaiseron) sont régulièrement alimentés par les différents aquifères présents dans le bassin.

2. Etude de la spatialisation des débits d'étiage du bassin de la Blaise

Afin de connaître la situation hydrologique des différentes campagnes de mesures menées pendant les étés 2002 et 2003, nous avons utilisé les deux stations hydrométriques de Colombey-les-Deux-Eglises à l'amont et Louvemont à l'aval. Ces deux stations contrôlent uniquement la partie calcaire du bassin et ne sont pas influencées par les activités humaines. La partie aval du bassin-versant de la Blaise qui est essentiellement argileux et recouverte pas des alluvions n'est ainsi pas prise en considération.

Tableau 1 : Caractéristiques hydrologiques aux stations hydrométriques

Station	Surface bassin (km ²)	Période étudiée	Module interannuel (m ³ /s)	Module spécifique (l/s/km ²)	IEB (Indice d'écoulement de base)
Colombey-les-Deux-Eglises	116	1989-2000	1,69	14	44 %
Louvemont	485	1989-2000	4,39	9	46 %

L'analyse des données aux stations hydrométriques révèle des comportements hydrodynamiques différenciés, étroitement liés à la nature du substratum (tableau 1). En effet, le bassin amont connaît d'avantage de ruissellements (IEB : 44 %) sur les formations semi-perméables et imperméables du Lias. Par contre dans la partie aval, plus calcaire, les écoulements souterrains constituent près de la moitié du volume écoulé (IEB : 46 %). Cette dualité lithologique entre l'amont et l'aval est également mise en exergue par l'abondance spécifique plus élevée en amont (calcaires oxfordiens) qu'à l'aval (calcaires tithoniens déjà recouverts à Louvemont par une épaisse couche d'alluvions).

2.1. les profils hydrologiques

Pendant les étés 2002 et 2003, nous avons réalisé 3 campagnes de mesures tout au long du cours d'eau de la Blaise, de sa source à Louvemont. Ces mesures ont été réalisées sur 15 points numérotés de Bl.1 à Bl.15 et dans des situations hydrologiques d'étiage contrastées mais relativement sévères. Les données présentées dans le tableau 2 mettent bien en évidence cette situation d'étiage dans les 2 stations hydrométriques mais elles laissent supposer une augmentation régulière du débit tout au long du cours d'eau. Nos mesures contredisent cela. Au contraire, elles permettent de définir 5 tronçons à écoulements différents mais homogènes (Figure 3).

Tableau 2 : Débits mensuels d'étiage (QMNA) de fréquences caractéristiques, comparaison avec les débits mesurés lors des campagnes de terrain.

Station	Campagne de mesure (Débit en l/s)			QMNA (l/s)				
	26-27 août 2002	22 juin 03	21 sept 03	Qf 0,1	Qf 0,2	Qf 0,5	Qf 0,8	Qf 0,9
Colombey-les-Deux-Eglises	374	243	65	96	119	164	208	232
Louvemont	400	722	172	306	374	504	634	702

Les contrastes de sévérité d'étiage pour une même campagne de mesure aux deux stations hydrométriques témoignent de l'absence de concomitance des tarissements.

Ces mesures ont permis de mettre en évidence une forte variabilité des débits de l'amont à l'aval du cours d'eau et non pas une augmentation linéaire du débit, comme cela peut être interprété aux stations hydrométriques.

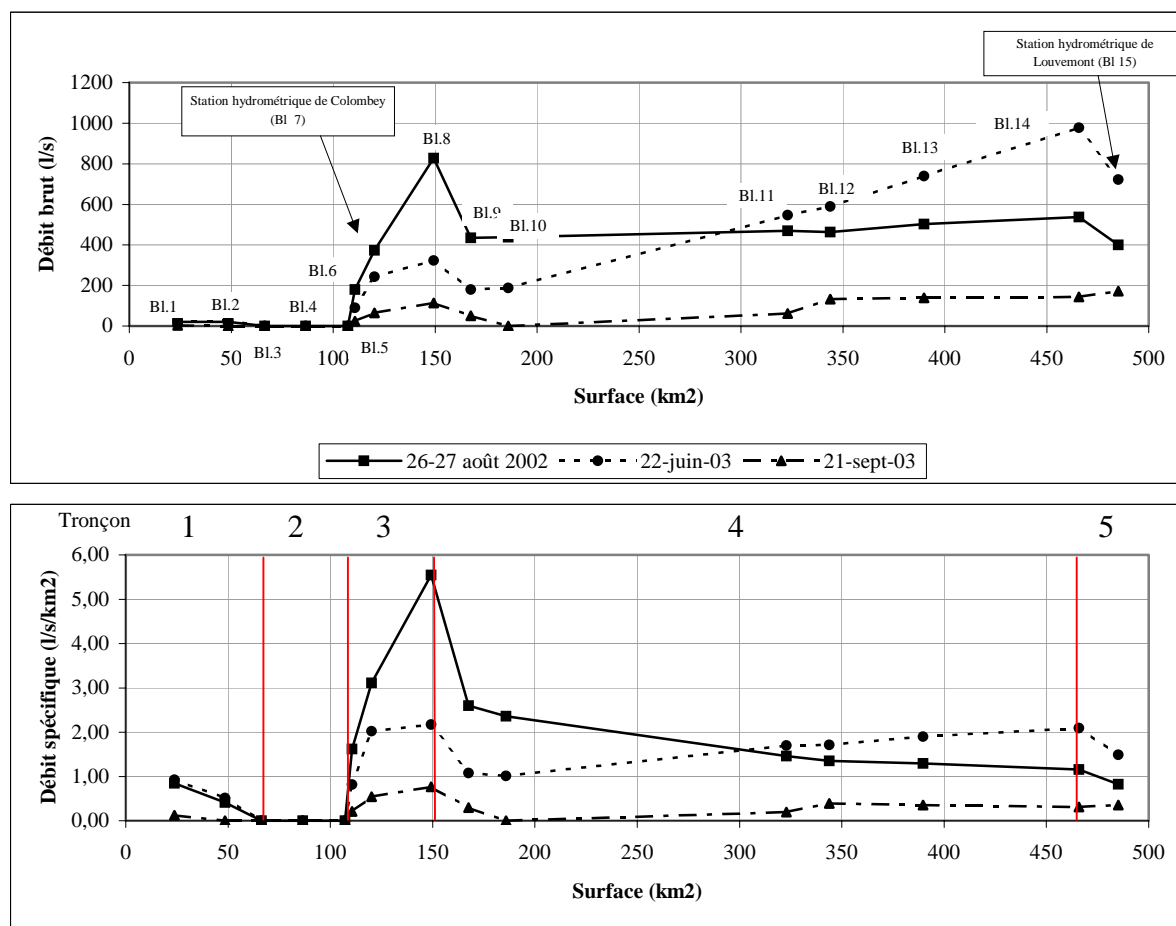


Figure 3 : Profils hydrologiques (débits bruts et spécifiques) de la Blaise lors de 3 campagnes de mesures.

1- dans le tronçon compris entre Bl.1 à Bl.3, nous constatons une diminution générale mais lente des débits bruts et spécifiques. Ce comportement est lié à la nature géologique de la partie amont du bassin de la Blaise. Les calcaires de l'Oxfordien donnent naissance à une nappe à faible rendement aquifère. La traversée des calcaires se traduit par des pertes localisées.

2- entre Bl.3 à Bl.5 en amont de la commune de Blaise, le cours d'eau coule sur les calcaires de l'Oxfordien. Il est déconnecté de la zone noyée de la nappe. Les eaux de la Blaise s'infiltrent totalement dans le substrat calcaire. Le chenal est alors à sec.

3- le tronçon compris entre Bl.5 à Bl.8 se caractérise par une augmentation brusque des débits bruts et spécifiques. Il y a donc la vidange brutale d'un aquifère sur un espace restreint par des sources karstiques. Cela peut être expliqué par la présence de la faille de Vittel qui constitue un obstacle hydrogéologique (karst barré).

4- Dans le tronçon compris entre les points Bl.8 et Bl.14, après une brusque perte des débits, ces derniers progressent à nouveau lentement alors que les débits spécifiques tendent à stagner voire diminuer. Dans cette partie, le débit est donc assuré par les eaux venues de l'amont alors que les calcaires du Tithonien n'apportent guère d'eau.

5- dans la partie inférieure du bassin, de Bl.14 à Bl.15, la Blaise quitte une vallée étroite inscrite dans le plateau calcaire du Barrois pour divaguer dans la vaste plaine alluviale du Perthois. Les eaux de la nappe phréatique peuvent alors s'étaler dans un champ alluvial plus large. On constate donc, comme sur l'ensemble des cours d'eau régionaux, s'inscrivant dans des conditions d'écoulement similaires, une perte de débit (Devos A., 1996).

2.2. les profils de paramètres physico-chimiques

Simultanément aux mesures de débits, nous avons mesuré certains paramètres comme la température et la conductivité (figure 4). L'analyse des profils de ces paramètres, confirme l'évolution des débits précédemment décrit. A l'amont, les températures sont élevées et les conductivités diminuent peu à peu jusqu'au point de mesure Bl.2 ce qui se traduit par une précipitation chimique dans le chenal. Au point Bl.6, les eaux qui sourdent, ont une température froide alors que la conductivité est forte (supérieure à 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). On constate aussi que la conductivité est exceptionnellement stable quelle que soit la campagne de mesure prise en compte. A l'aval, dans la traversée des calcaires thioniens, ces derniers n'alimentent que peu le cours d'eau, les conductivités baissent lentement alors que les températures augmentent sensiblement.

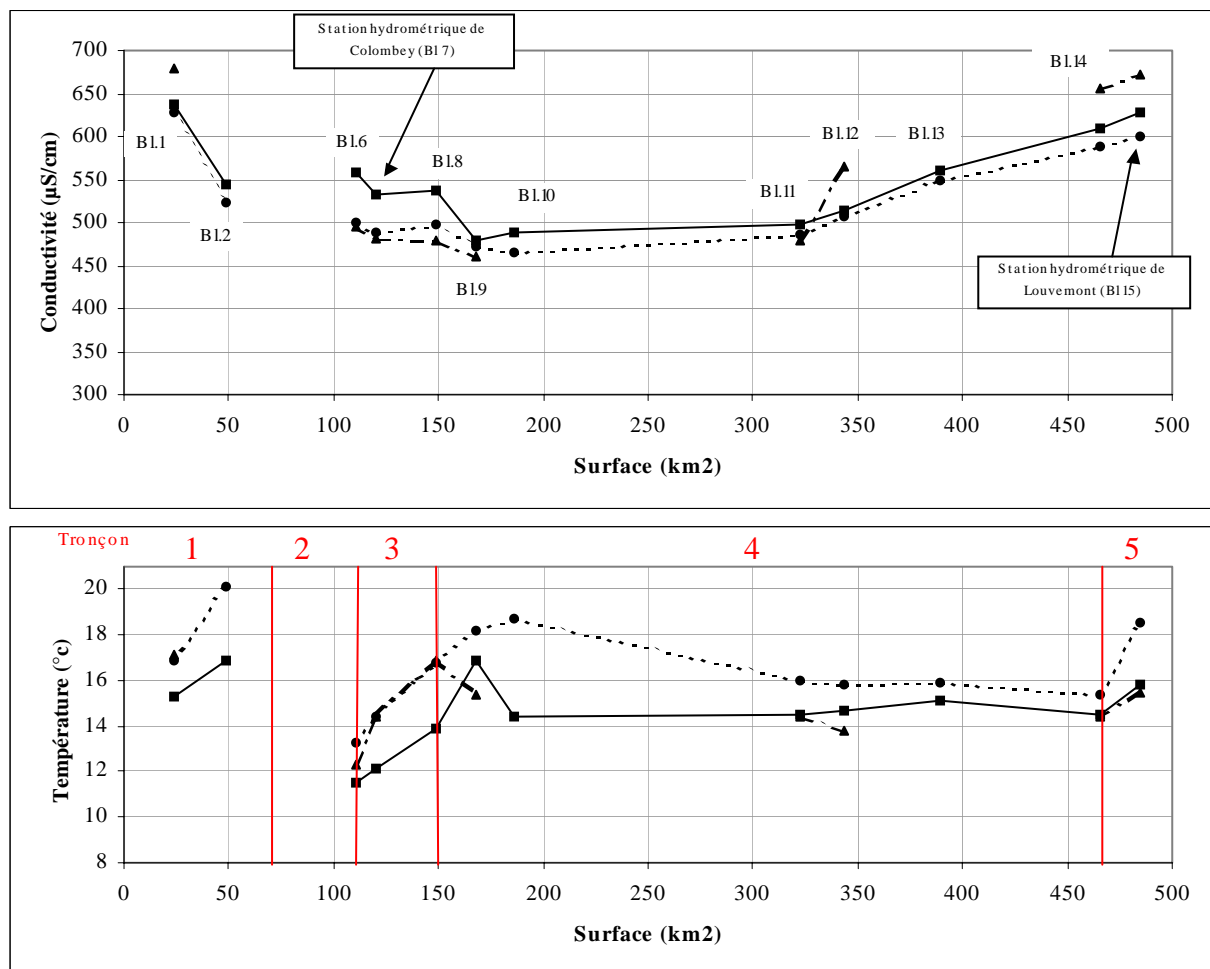


Figure 4 : Profils hydrologiques (conductivité et température) de la Blaise lors de 3 campagnes de mesures.

2.3. la spatialisation par bassin élémentaire

Cependant, les campagnes de mesures n'ont pas été uniquement réalisés sur le cours d'eau de la Blaise mais sur l'ensemble du bassin-versant de la Blaise (28 points de mesure) ainsi que sur les bassins-versants contigus (52 points de mesures). Les bassins élémentaires ont une superficie moyenne de 15 km². Les rendements moyens sur l'ensemble de la zone d'étude sont légèrement inférieurs à 2 l/s/km², soit le rendement moyen de ce type de calcaire dans l'est de la France pour une fréquence biennale (Devos A., 1996). La carte (Fig. 5) montre cependant une forte hétérogénéité spatiale des écoulements.

4 types de zones apparaissent (figure 7) :

- des secteurs de pertes où les débits spécifiques sont négatifs (inférieurs à 0 l/s/km²). Les eaux se perdent en partie où en totalité (Figure 5). Dans le bassin-versant de la Blaise, les pertes ont lieu essentiellement sur le drain principal, quelque soit la lithologie. Ils témoignent d'une déconnexion entre le cours d'eau et la zone noyée de l'aquifère.

- des secteurs d'infiltration généralisée où le débit spécifique est égal à 0 l/s/km². Les cours d'eau sont à sec dans ces zones. On les trouvent sur la partie haute de l'interfluve Marne-Blaise et dans la partie amont de la Blaise. 12 point de mesure sont sans écoulement et représentent presque 200 km² (soit 43% du bassin-versant).



Figure 5 : Amont de la Blaise à sec (secteur de perte).

- des secteurs de rendements moyens (0,1 à 5 l/s/km²) sont situés essentiellement dans la partie médiane et basse du bassin, dans la traversée du Tithonien. Ces zones sont alimentées par les sources karstiques en lien avec l'exokarst recouvrant le sommet du plateau (karst de contact lithostratigraphique au contact Tithonien-Crétacé). Dans le bassin de la Marne et de l'Aube, les zones de rendement moyen sont nombreuses et représentent 42% de la surface de ces bassins élémentaires.

- des secteurs de rendements forts (supérieur à 5 l/s/km²). L'un d'entre eux est localisé dans le bassin de la Blaise dans la percée cataclinale de la Blaise dans la traversée de la Côte du Barrois. Les autres sont extérieurs au bassin-versant de la Blaise : au Nord -Ouest dans la vallée de la Voire (Vo.4 ; au

Sud-Ouest celui de la source des Dhuits (Re.4d) dans la vallée de la Renne et à l'Est sur un affluent de la Marne (Ma.12g2). De plus, on peut noter que 2 d'entre eux ont un rendement exceptionnel : 42 l/s/km² pour le point Bl.6 sur la Blaise et 65 l/s/km² à la source des Dhuits.



Figure 6 : Source des Dhuits dans le bassin de la Renne (secteur à fort rendement)

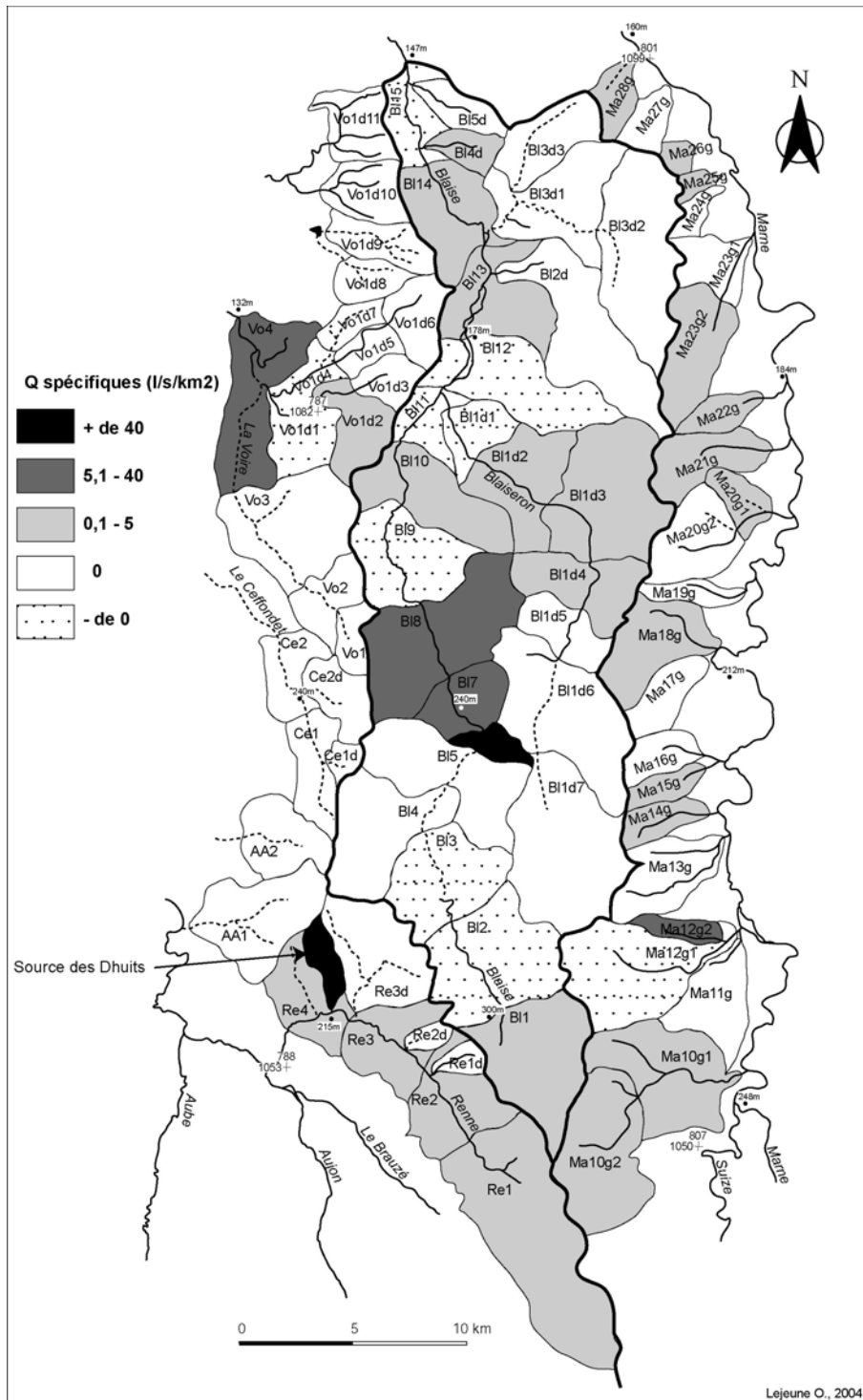


Figure 7 : Cartographie des rendements hydrologiques d'étiage dans le bassin de la Blaise en amont de Louvemont et dans les bassins-versants adjacents lors de la campagne de mesure du 26-27 août 2002.

3. interprétation et critiques

Dans cette dernière partie, nous interprétons les différentes mesures réalisées. Nous allons aussi nous attacher à montrer l'utilité de cette méthode mais aussi ses limites.

3.1. interprétation...

Les mesures de débit, de températures et de conductivités permettent de proposer de liaisons hydrogéologiques entre les secteurs d'infiltration généralisé et de perte vers des secteurs de rendements forts (Figure 6).

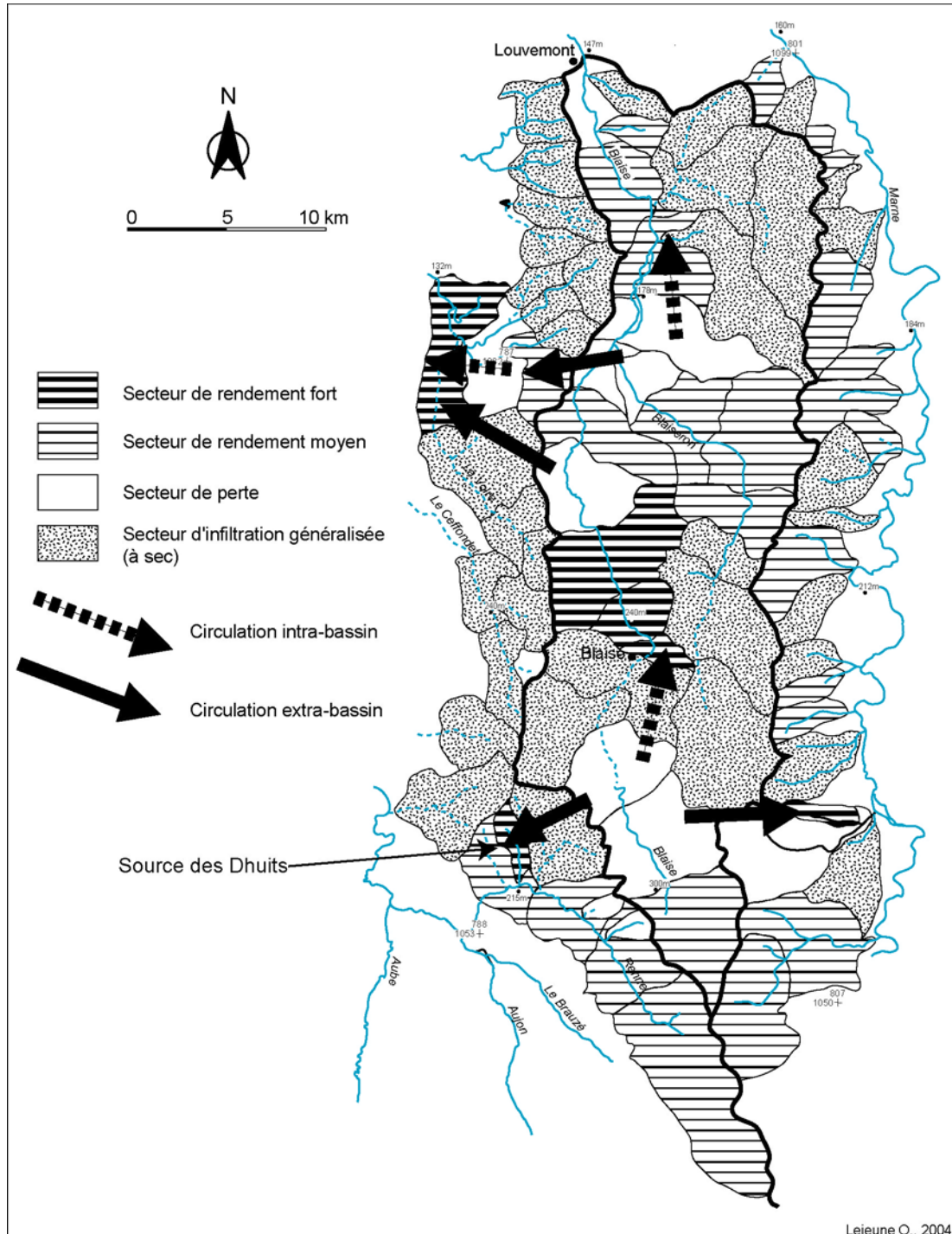


Figure 8 : Cartographie des circulations hydrogéologiques sur l'interfluve AUBE-MARNE occupé par le bassin-versant de la Blaise.

Ainsi, pour un secteur de perte, 2 à 3 secteurs à forts rendements apparaissent en inter-bassin ou en intra-bassin (figure 8).

- La partie amont du bassin de la Blaise est perchée de plus de 100 m par rapport aux bassins contigus (la Marne et la Renne qui appartient au bassin-versant de l'Aube). La Blaise se situe donc en position d'interfluve et présente un lit à sec pendant la plus grande partie de l'année alors que dans les bassins voisins, il existe des secteurs avec des sources à forts rendements. L'analyse d'anciens traçages réalisés dans les années 1970 (Paulin C., 1976) confirment l'existence de ces liaisons hydrogéologiques.
- Dans le secteur de la confluence de la Blaise avec le Blaiseron, le gradient hydraulique entre le cours d'eau étudié et les bassins adjacents est beaucoup plus faible en raison du différentiel de pente des profils en long des cours d'eau concernés. Entre la Blaise et la Marne, la dénivelée est à peine de 30 m alors qu'entre la Voire (bassin de l'Aube) et la Blaise, elle est supérieure à 60 m. Les mesures montrent bien les liens existant entre les pertes de la Blaise et la zone de fort rendement sur la Voire.

Les profils hydrologiques et la cartographie des débits spécifiques soulignent donc l'hétérogénéité des écoulements et reflètent les réalités géographiques du bassin-versant. La juxtaposition de zones à rendements contrastés détermine des directions préférentielles de circulation des eaux, allant des secteurs de perte vers les secteurs à fort rendement. Cependant, l'anisotropie des milieux calcaires détermine souvent une inadéquation entre l'impluvium topographique et le bassin-versant réel. Cette méthode doit donc être appliquée à l'échelle de l'interfluve et pas uniquement à l'échelle du bassin-versant topographique.

3.2. utilité et critiques de la méthode

La méthode des profils hydrologiques et de cartographie des rendements d'étiage a de multiples applications mais pose aussi quelques questions concernant ses limites.

Ainsi, ces résultats posent le problème du calcul des termes du bilan de l'eau dans ce type de bassin-versant calcaire. Ces transferts d'eau doivent donc être pris en compte si l'on veut pouvoir équilibrer le bilan. Si l'on en reste à des méthodes classiques considérant le bassin-versant comme une entité isolée, le bilan hydrologique du bassin de la Blaise sera inéluctablement déficitaire.

Dans la méthode des profils hydrologiques, le lissage des profils et l'équation qui en découle doit être calé à une station hydrométrique. Hors, les situations d'étiage ne sont pas concomitantes le long du cours d'eau ou dans le bassin-versant. En effet, lors de la campagne du 26-27 août 2002, le QMNA à la station de Louvemont est biennale alors que la station amont possède un QMNA largement supérieur à la fréquence décennale. Ce décalage (hystérésis) souligne la diversité des vitesses de tarissement dans un bassin-versant inhérent à l'hétérogénéité des aquifères. La méthode permet de mieux comprendre et de spatialiser les écoulements et les potentialités aquifères. Cette meilleure connaissance a donc une incidence certaine sur la compréhension des flux de M.E.S. et des solubles. L'intérêt est alors évident en ce qui concerne les flux de polluants.

Habituellement, la méthode employée afin d'extrapoler les débits tout au long d'un cours d'eau est celle des débits spécifiques. Elle consiste à extrapoler les débits de station hydrométrique en station en fonction de la surface. Cette méthode a ses limites car elle ne prend pas en compte les variations naturelles des débits. A l'inverse, la méthode des profils hydrologiques tient compte de ces évolutions (figure 9). L'utilisation de cette méthode permet donc de connaître le débit en tout point du cours d'eau. Ainsi, elle peut être utilisée pour le calibrage d'ouvrages hydrauliques.

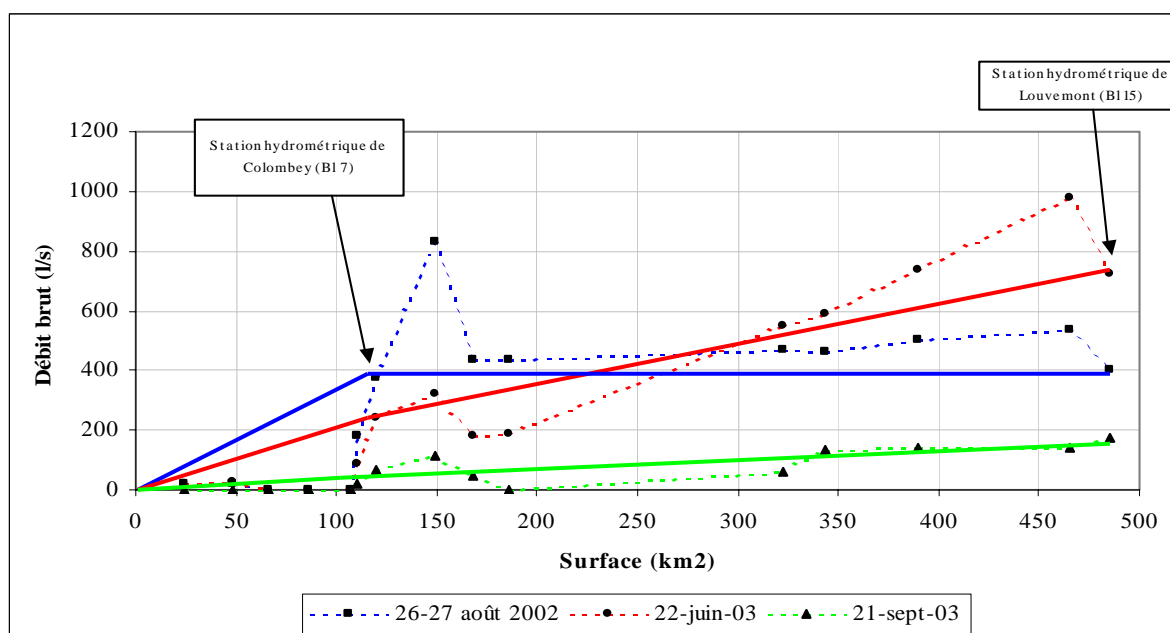


Figure 9 : Comparaison de la méthode des profils hydrologiques (en trait pointillé) et des débits spécifiques (en trait plein) pour les 3 campagnes menées sur la Blaise.

Enfin, les données recueillies permettent aussi de s'interroger sur l'évolution géomorphologique de la région. En effet, les entités élémentaires ayant des rendements forts sont souvent de véritables reculées. Ces vallées étroites et profondes, comportant dans son extrême amont une ou plusieurs sources karstiques, possèdent un potentiel érosif considérable et permet alors de poser les bases d'une réflexion sur le rôle des écoulements souterrains en milieux calcaire dans le façonnement des captures hydrographiques (Losson B., 2004 ; Weisrock A., 1997). Dans le cas présent, le recul du vallon des Dhuits risque de capturer, à terme, l'amont du bassin-versant de la Blaise.

Dans ce type de milieu calcaire, l'application de la méthode doit être nuancée. En proposant un réseau de mesure avec une maille de 13 km², correspondant approximativement à la surface moyenne des systèmes karstiques pénétrables du Barrois (Jaillet S., 2000), la méthode lisse beaucoup les disparités spatiales. La migration des points d'inflexions observée selon la sévérité de l'étiage, en fonction de l'état des réserves (remontée vers l'amont des pertes et descente vers l'aval des zones d'émergence lors de sécheresse majeure) n'a pas été prise en compte dans la méthode. Cette migration des points d'inflexion des profils n'est cependant pas visible avec le réseau de mesure utilisé. Un réseau de mesure encore plus dense s'impose donc afin d'appréhender les modalités de vidange des aquifères.

Enfin, la méthode assimile la zone d'écoulement homogène à un espace (un sous-bassin) alors que la vidange des aquifères ne s'effectue qu'en fond de vallée ce qui soulève le problème de la représentation spatiale des données. Faut-il cartographier un tronçon linéaire ou un espace comme un sous bassin-versant ?

4. Bibliographie

- ARTS I., SARY M., (2000). Cartographie des débits d'étiage: application au bassin de la Meurthe, *Revue Géographique de l'Est*, Tome XXXX, n°1-2, pp. 35-46.
- ARTS I., FRANCOIS D., (1998). Profils hydrologiques du bassin de la Meurthe. Proposition d'une typologie, *Mosella*, Tome XXIII, n°1-2, pp. 169-182.

- ARTS I., FRANCOIS D., CORBONNOIS J., SARY M., (1996). *Réalisation d'un catalogue des débits caractéristiques des cours d'eau du bassin de la Meurthe*, Rapport CEGUM/Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 30 p. et annexes.
- DECLoux J-P., SARY M., (1991). Campagnes d'étiage-objectif, traitement et valorisation des données, *Mosella*, Tome XVIII, PUM, pp. 121-134.
- DEVOS A., (1996). *Hydrologie et aménagements hydrauliques de la Saulx et de l'Ornain (Lorraine)*, Thèse de doctorat de géographie de l'Université de Metz, Ed. Septentrion, 443p. et annexes.
- FRANCOIS D., SARY M., AUER J-C., ZUMSTEIN J-F., (1994). *Etude méthodologique des débits d'étiage*, rapport AERM/CEGUM.
- ESTEVEs M., (1989). Mesure des débits par intégration des cours d'eau normalisation des méthodes de traitement des données, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse, 15p.
- JAILLET S., 2000 - *Un karst de bas-plateau: le Barrois, structure – fonctionnement – Evolution*, thèse de géographie de l'Université de Bordeaux 3, 543p. et annexes.
- LEJEUNE O., DEVOS A. - Apports des méthodes hydrologiques dans la compréhension des écoulements en pays calcaire : Exemple des bas plateaux jurassiques du haut bassin de la Marne (France), à paraître
- NICOD.J., (1994). Plateaux karstiques sous couverture en France, d'après des travaux récents : caractères géomorphologiques et problèmes d'environnement, *Ann. Géo.*, n°576, pp. 170-194.
- PAULIN C., (1976). *Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique des calcaires fissurés des départements de l'Aube et de la Haute-Marne (secteur Juzennecourt-Blaise)*, Thèse de Géologie, Bordeaux III, 89p.
- SARY M., (1993). Signification du profil hydrologique de basses-eaux: cas de la Plaine dans le Massif Vosgien, in *l'Eau, la Terre, les Hommes –Hommage à R. Frécaut*, PUN, pp. 129-136.
- WEISROCK A., (1997). Cent ans après Davis : la question des captures et les paléoréseaux hydrographiques quaternaires d'après les exemples de l'Europe du Nord-Ouest, *Géographie Physique et Quaternaire*, Vol. 51, N°3, pp. 261-266.
- ZUMSTEIN J-F., (1976). Contribution à l'élaboration des cartes hydrologiques – cartes des étiages mensuels des bassins de la Meuse et de la Moselle de 1969 à 1973, *La Houille Blanche*, n°6/7, 13p.

Sommaire

1. La méthodologie et la région étudiée	2
1.1. Méthodologie	2
1.2. Le bassin-versant de la Blaise	4
2. Etude de la spatialisation des débits d'étiage du bassin de la Blaise	5
2.1. les profils hydrologiques	5
2.2. les profils de paramètres physico-chimiques	7
2.3. la spatialisation par bassin élémentaire	8
3. interprétation et critiques.....	10
3.1. interprétation... ..	11
3.2. utilité et critiques de la méthode	12
4. Bibliographie.....	13

Table des figures

Figure 1 : Carte de localisation du bassin-versant de la Blaise	2
Figure 2 : Géologie du bassin-versant de la Blaise	4
Figure 3 : Profils hydrologiques (débits bruts et spécifiques) de la Blaise lors de 3 campagnes de mesures.	6
Figure 4 : Profils hydrologiques (conductivité et température) de la Blaise lors de 3 campagnes de mesures.	7
Figure 5 : Amont de la Blaise à sec (secteur de perte).....	8
Figure 6 : Source des Dhuits dans le bassin de la Renne (secteur à fort rendement).....	9
Figure 7 : Cartographie des rendements hydrologiques d'étiage dans le bassin de la Blaise en amont de Louvemont et dans les bassins-versants adjacents lors de la campagne de mesure du 26-27 août 2002.	10
Figure 8 : Cartographie des circulations hydrogéologiques sur l'interfluve AUBE-MARNE occupé par le bassin-versant de la Blaise.	11
Figure 9 : Comparaison de la méthode des profils hydrologiques(en trait pointillé) et des débits spécifiques (en trait plein) pour les 3 campagnes menées sur la Blaise.	13

Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques hydrologiques aux stations hydrométriques	5
Tableau 2 : Débits mensuels d'étiage (QMNA) de fréquences caractéristiques, comparaison avec les débits mesurés lors des campagnes de terrain.	5