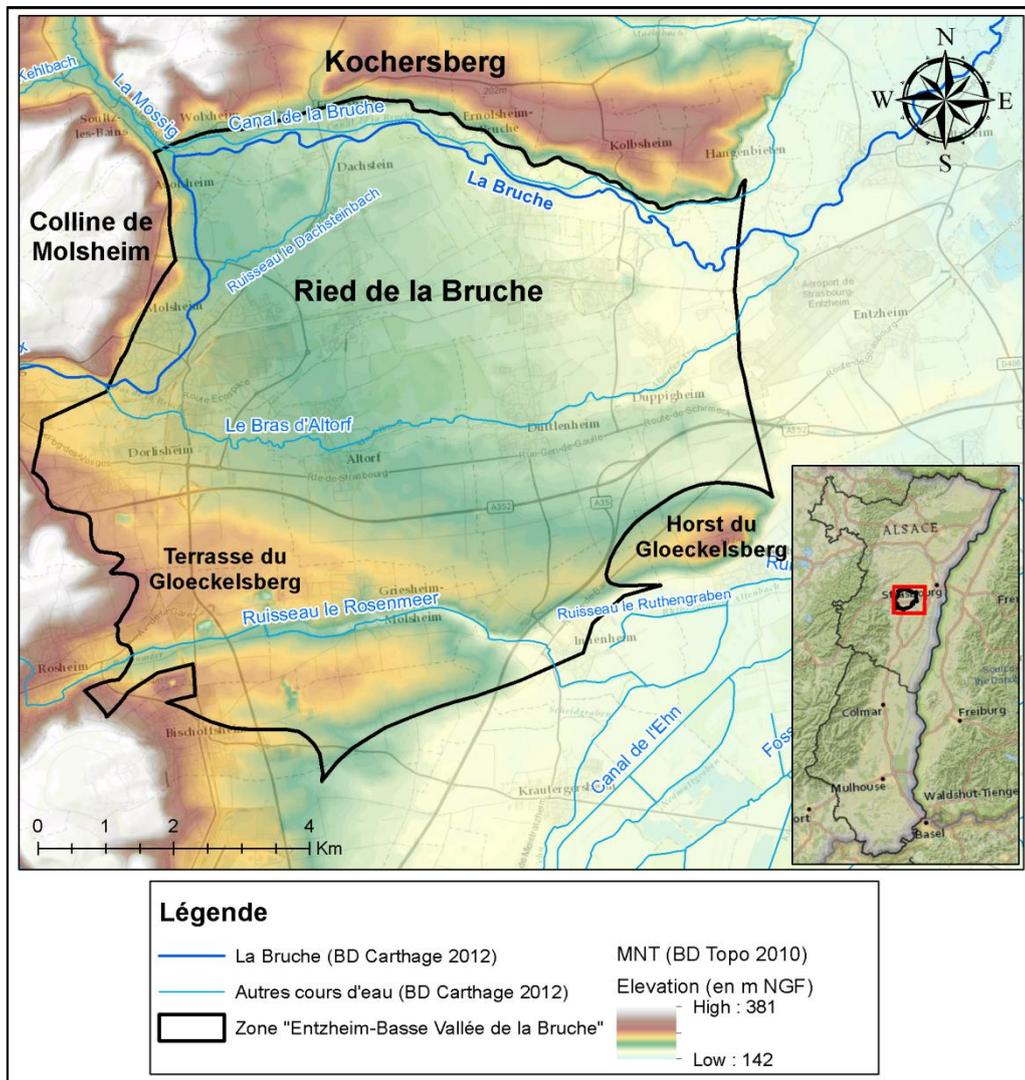


## 5. Secteur Entzheim-Basse vallée de la Bruche

### 5.1. DESCRIPTION GENERALE DU SECTEUR

#### 5.1.1. Contexte topographique et limites du secteur

Le secteur « Entzheim-Basse Vallée de la Bruche » est située dans le département du Bas-Rhin, au Sud-Ouest de Strasbourg. Elle correspond à la partie du Ried<sup>5</sup> de la Bruche entre Molsheim et Entzheim, formant une plaine cernée de part et d'autre par les terrasses du Kochersberg et du Gloeckelsberg (cf. Illustration 57). Deux ensembles naturels s'y distinguent, l'un autour de la Bruche et son canal au Nord, l'autre autour du Bras d'Altorf (appelé Vieille Bruche) au Sud.



<sup>5</sup> Ried : région marécageuse soumise périodiquement, lorsqu'elle est à l'état naturel, à l'inondation par débordement ou par remontée de la nappe.

*Illustration 57 : Carte d'élévation topographique du secteur « Entzheim-Basse Vallée de la Bruche » et de localisation des cours d'eau (MNT : Modèle Numérique de Terrain)*

La limite Ouest de cette zone correspond aux collines sous-vosgiennes ou collines de Piémont, d'altitude moyenne oscillant entre 300 et 700 m, représentées par l'extrémité méridionale du champ de fractures de Saverne. Ces collines doivent leurs aspects divers à la variété de leur sous-sol, découpé par un réseau serré de failles, engendrant la juxtaposition de grès, calcaires et marnes d'âge secondaire et tertiaire, masqués par endroits par des alluvions et même du lœss (BRGM, 1975). A l'affleurement, les terrains sont par conséquent variés, d'âge triasique à oligocène inférieur.

La ville de Molsheim est localisée sur les coteaux de ces collines sous-vosgiennes qui marquent la transition entre la plaine d'Alsace et la Vallée de la Bruche en montagne. A la sortie de ce « goulot d'étranglement géologique », le fond de la vallée s'élargit considérablement et fait place à une véritable plaine. Cette plaine, autrement appelée **Basse Vallée ou Ried de la Bruche ou Fossé de la Bruche**, et correspondant géomorphologiquement à un cône de piémont, est associée au fossé rhénan. La Bruche étale ses sinueux méandres, conférant au site un aspect typiquement riedien. Dans cette zone, ses affluents sont très rares.

L'existence de deux tracés de la rivière, Bruche et Bras d'Altorf (Vieille Bruche), résulte de l'abandon de multiples chenaux et de la concentration des eaux sur les deux bords du cône initial de déjection de la Bruche (ADEUS, 2011).

Au Nord et au Sud, la Basse Vallée de la Bruche est encadrée par les **terrasses du Kochersberg et du Gloeckelsberg**. Cette dernière correspond à un ensemble plus résistant qui ne s'est pas érodé avec l'effondrement du fossé rhénan. S'avancé jusqu'aux abords de Blaesheim, cette terrasse à peine saillante est marquée à son extrémité par le petit **horst du Gloeckelsberg ou Horst de Blaesheim**, culminant à 199 m.

A l'aval de Kolbsheim, la Bruche a abandonné son ancienne vallée, implantée aux pieds du rebord des terrasses d'Achenheim-Wolfisheim et a rejoint l'ancien lit du Bras d'Altorf passant par Holtzheim.

Comme toutes les autres rivières vosgiennes, la Bruche se caractérise par un régime de type torrentiel assez marqué. Plusieurs crues subites y sont généralement observées au cours de l'hiver, du fait des importantes précipitations qui affectent son cours moyen et supérieur. Son débit de pointe a été évalué à Molsheim en 1919 et 1947 à environ 300 m<sup>3</sup>/s (Rebouças, 1964). Le QMNA5 (débit mensuel minimal annuel mesuré sur une durée de 5 ans) sur la Bruche à la station de Mutzig est évalué à 2 m<sup>3</sup>/s (Banque Hydro).

### 5.1.2. Critères utilisés pour délimiter le secteur

Cette zone de bordure correspond à l'extension maximale du cône de déjection de la Bruche et intègre par conséquent la nappe contenue dans les alluvions vosgiennes associées au cours d'eau qui reposent sur un substratum marneux oligocène. Cette nappe s'écoule en direction Est, pour rejoindre la nappe contenue dans les alluvions d'origine rhénane.

Les premiers travaux de délimitation, menés par Elsass en 2009 et s'appuyant sur le modèle MoNit (projet Interreg III, LUBW, 2002-2006), considéraient comme zone de bordure la partie Amont des débouchés de la Bruche et de son affluent principal, la Mossig (cf. Illustration 58 – secteurs hachurés en jaune). Cependant, les hypothèses prises à l'époque pour définir la limite Est de ce zonage ne sont pas clairement explicitées.

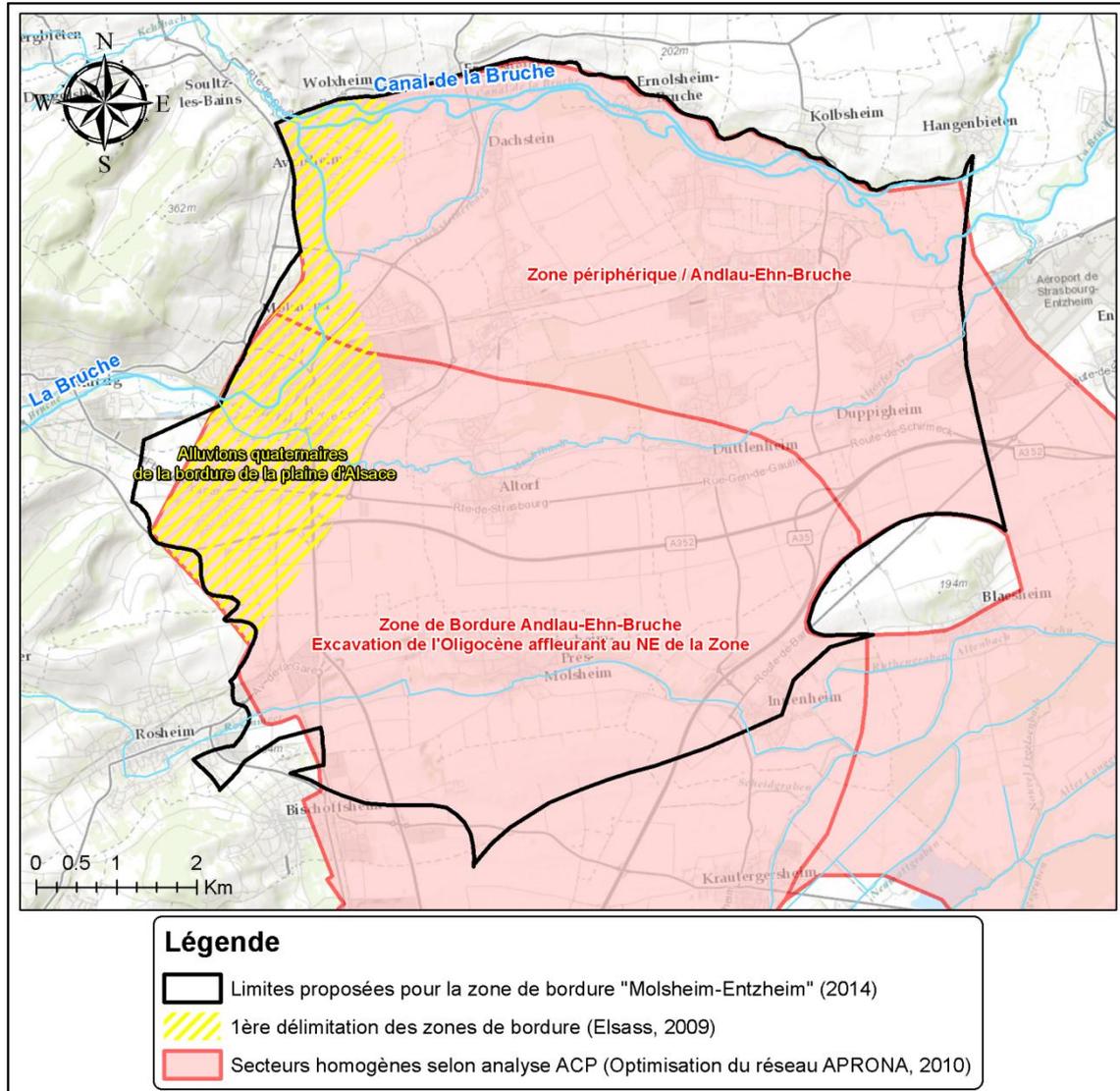


Illustration 58 : Les évolutions dans la définition d'un zonage homogène dans le secteur de la Basse vallée de la Bruche à travers trois études (Elsass, 2009 – Urban et al., 2010 – Présente étude, 2014)

Les travaux d'optimisation du réseau de surveillance de l'APRONA (Urban et al., 2010) ont permis d'identifier deux secteurs distincts du point de vue des facteurs expliquant les signaux piézométriques (cf. Illustration 58 – secteurs en rouge) :

- Sur la moitié Sud-Ouest de la zone délimitée, la partie Nord du secteur identifié comme « Zone de Bordure Andlau – Ehn – Bruche. Excavation de l'Oligocène affleurant au NE de la Zone ». Cette zone coïncide assez bien avec la paléovallée de la Bruche, de direction Sud-Est (cf. chapitre 5.2.1) et se caractérise par des grosses épaisseurs d'alluvions vosgiennes. Selon les travaux d'analyse statistique menés en 2010, ce secteur est caractérisé par des apports latéraux particuliers et les signaux piézométriques qui y sont mesurés ne peuvent pas être expliqués par les seuls critères « Rhin », « Rivières Vosgiennes » et « Précipitations » ;
- la partie Nord-Ouest du secteur « Zone périphérique / Andlau – Ehn – Bruche. » qui caractérise la moitié Nord-Est de la zone délimitée et pour laquelle les précipitations contribuent, pour plus de 30%, aux signaux piézométriques mesurés.

Les contours proposés dans la présente étude (cf. Illustration 30 – secteur bordé en noir) s'appuient sur ces deux sectorisations, essentiellement pour les limites Nord et Ouest. Néanmoins, des critères complémentaires ont été considérés :

- pour la partie Est : la limite d'apparition des alluvions d'origine rhénanes et la présence de failles quaternaires de direction Nord-Sud (cf. chapitre 5.2.1) ;
- pour la partie Ouest : la limite de disparition des alluvions anciennes de la Bruche (cf. chapitre 5.2.1 et 5.2.2).

## 5.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL

### 5.2.1. Description générale

La Plaine de la Bruche est constituée de formations superficielles quaternaires (alluvions sablo-caillouteuse de la Bruche et lœss), reposant sur un substratum formé de dépôts marneux d'âge oligocène moyen essentiellement.

Ces terrains marneux oligocènes affleurent d'ailleurs en limite Nord de la plaine, au niveau des versants méridionaux de la terrasse du Kochersberg, sur lesquels se trouvent les agglomérations de Kolbsheim et Ernolsheim-sur-Bruche. Ils se retrouvent de nouveau à l'affleurement au pied de la vallée de Blaesheim, sur le versant Sud du horst de Gloeckelsberg.

Les lœss qui recouvrent à la fois une partie de la plaine vers Dachstein, les terrasses du Kochersberg et de Gloeckelsberg ainsi que les versants orientaux des collines sous-vosgiennes, ont été déposés sur un bloc tectonique intermédiaire par suite de la déflation éolienne sur le cône de la Bruche, au cours de phases climatiques froides du Quaternaire. D'après la carte géologique de Molsheim au 1/50000<sup>ème</sup> (BRGM, 1975), ces lœss sont dissociables de par leur époque de dépôt au cours du Pléistocène :

- les lœss würmiens carbonatés qui recouvrent les versants Est des collines sous-vosgiennes et une partie des alluvions vosgiennes dans la moitié Nord de la zone d'étude, sont les plus récents (Weichsélien - Pléistocène supérieur) ;
- la moitié Sud de la zone d'étude, rive gauche du Bras d'Altorf et Terrasse du Gloeckelsberg, est quant à elle recouverte de lœss anciens d'âge Riss probable (Saalien – Pléistocène Moyen) ;
- la terrasse du Kochersberg est recouverte de lœss et lehm anciens à récents, partiellement décalcifiés et d'âge Pléistocène indifférencié.

Des colluvions lœssiques, à dominante limono-argileuse sont également observées au pied des collines sous-vosgiennes.

Tout comme les lœss, différents types d'alluvions affleurent à l'intérieur de la zone d'étude, à savoir, des plus récentes au plus anciennes :

- les alluvions vosgiennes holocènes le long des cours d'eau actuels (Bruche, Bras d'Altorf et Rosenmeer) ;
- les alluvions vosgiennes de l'Holocène ancien à récent, dans la moitié Nord de la zone d'étude (entre la Bruche et le Bras d'Altorf), et qui recouvrent des alluvions vosgiennes würmiennes (Pléistocène supérieur) ;
- entre Dorlisheim et la terrasse du Gloeckelsberg, au pied des collines sous-vosgiennes, des alluvions vosgiennes anciennes mindeliennes (Pléistocène Moyen) sont observées.

Comme l'illustre également la coupe de l'illustration 59, les dépôts d'âge Oligocène moyen n'affleurent qu'au Nord du cours inférieur de la Mossig, dans la région d'Ergersheim-Osthoffen (Kochersberg), compartiment surélevé couvert de lœss, supposément bordée au Sud par la faille de la Bruche.

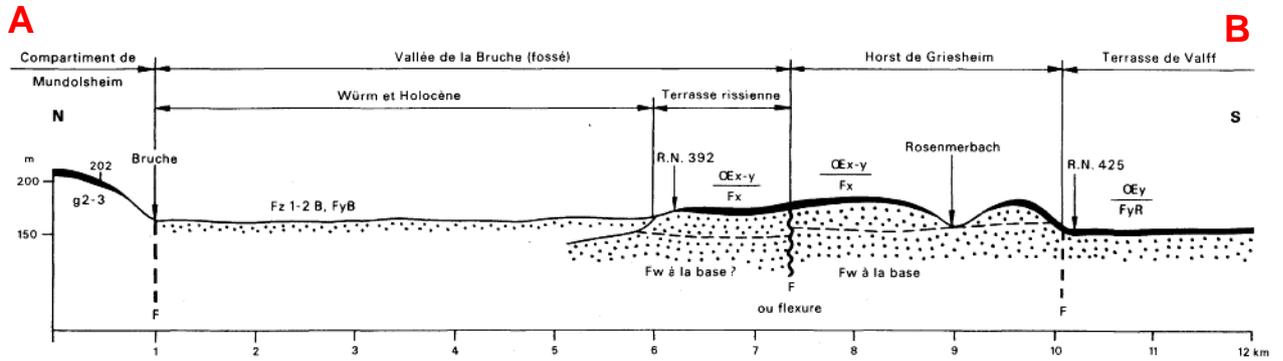


Illustration 59 : Coupe Nord-Sud en lisière est de la feuille Molsheim (entre Osthoffen et Meistratzheim) - H Vogt (BRGM, 1975)

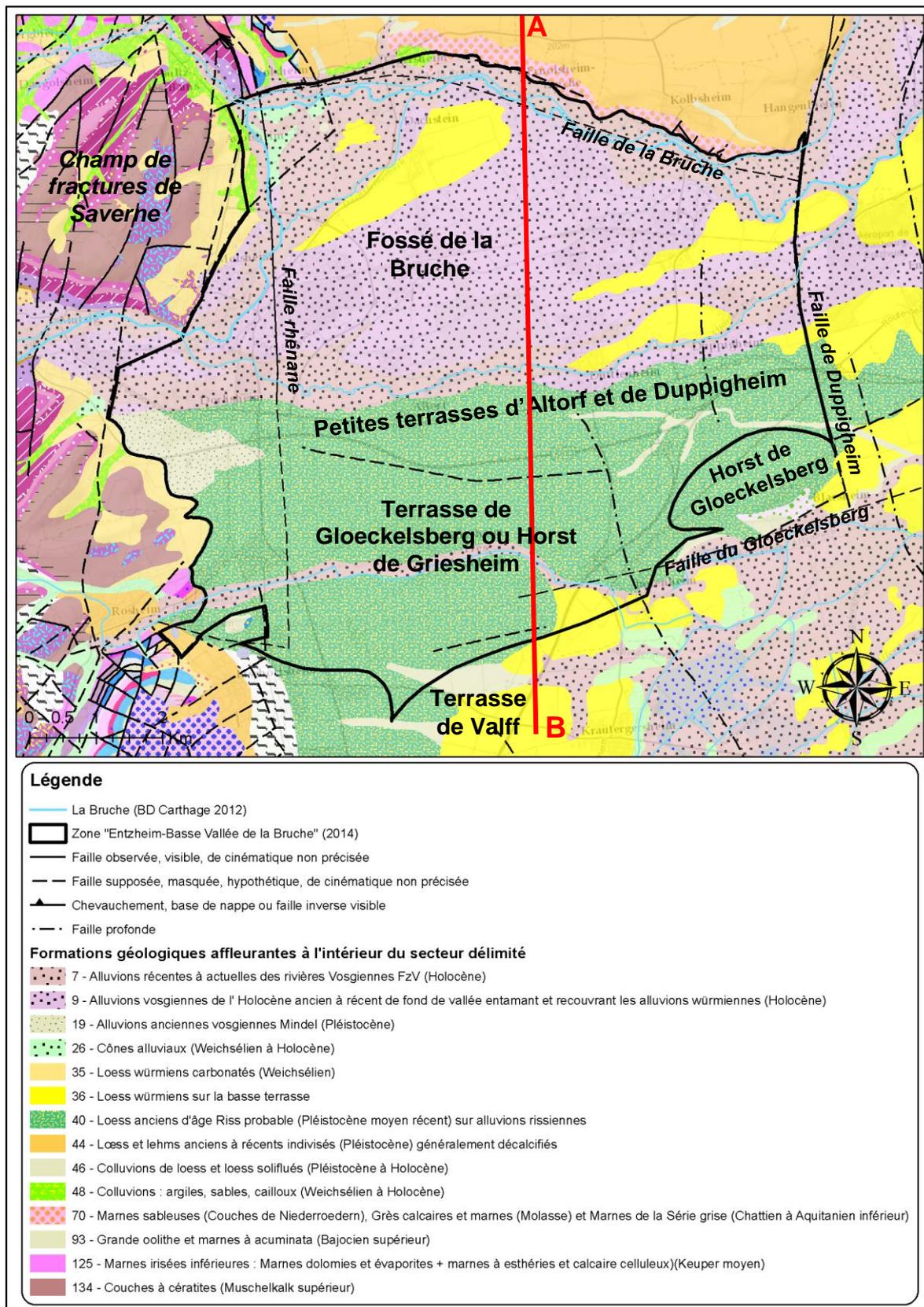


Illustration 60 : Extrait de la carte géologique harmonisée au 1/50000<sup>ème</sup> centrée sur la zone « Entzheim-Basse vallée de la Bruche », d'après les cartes géologiques de Molsheim (BRGM, 1975) et Strasbourg (BRGM, 1971)

D'un point de vue structural, l'intérieur de la zone est recoupée par un système de failles datant du Riss ou du Riss-Würm, de direction W-E ou S.SW-N.NE, individualisant ainsi:

- **Le fossé de la Bruche.** La Bruche a pu être guidée vers l'Est par suite de ces événements tectoniques. La limite Nord de ce fossé où formations würmiennes et holocènes se confondent, serait guidée par une faille longeant le cours d'eau actuel de la Bruche (« Faille de la Bruche »). La limite Sud correspond à la petite terrasse d'Altorf qui se prolonge, à l'Est, par la terrasse de Duppigheim. D'après Rebouças (1964), ce n'est que plus à l'Est, à partir d'Entzheim, que l'incision régressive de la Bruche, suite à l'entaille fini-würmienne et holocène du Rhin, a dégagé une terrasse würmienne et une terrasse holocène ;
- **Le horst de Griesheim** se prolongeant vers l'Est par le Gloeckelsberg. En effet, le talus au Sud d'Altorf correspondrait à une faille ou une flexure. Une sablière située à l'Est de Rosheim met à l'évidence une masse alluviale totale de 60 m environ, composée d'alluvions Mindel à Riss (Pléistocène moyen) et surmontés par des loëss rissiens et würmiens ;
- A l'Est de Duppigheim, un resserrement des lignes de niveau du toit du substratum marneux a été observé (Rebouças, 1964) puis confirmé (Elsass, 1996). En effet, la pente du substratum s'infléchit brutalement en direction du Rhin. Cette configuration s'expliquerait par la présence d'une faille de direction Nord-Sud (« Faille de Duppigheim ») affectant le substratum à hauteur d'Entzheim, mise en évidence lors de campagnes géophysiques prospectives pour le pétrole (Rebouças, 1964).

La faille rhénane, que l'on peut localiser approximativement par la limite Est du vignoble, rebord apparaissant dans le relief, est plus difficile à préciser car son tracé est masqué par les loëss couvrant les versants Est des collines sous-vosgiennes. Dans la zone d'étude, du Sud au Nord, elle semble traverser Bischoffsheim et Molsheim puis subir un décrochement vers l'Est à Wolxheim.

### ***Les paléovallées de la Bruche et de la Mossig***

L'alignement des zones maxima d'accumulation alluviale observée dans le secteur montre que la Bruche et la Mossig se sont d'abord écoulées en direction Sud-Est et qu'elles n'ont été détournées vers l'Est qu'au Quaternaire récent.

A son débouché sur la plaine, la Bruche a creusé, à l'époque pliocène, une profonde vallée en direction du Sud-Est, vers Erstein, pour rejoindre probablement les eaux de la partie occidentale du bassin alpin du Rhin qui s'écoulaient selon un paléo-Doubs vers la plaine de la Saône et la Méditerranée (Simler *et al.*, 1967, Menillet, 1995). D'après Vogt (1992), cette paléovallée, profonde de près de 80m, a été remblayée d'alluvions vosgiennes durant le Pléistocène, la rivière migrant vers le Nord, en édifiant un vaste cône, à la partie supérieure du Quaternaire moyen et au Quaternaire supérieur (cf. Illustration 61).

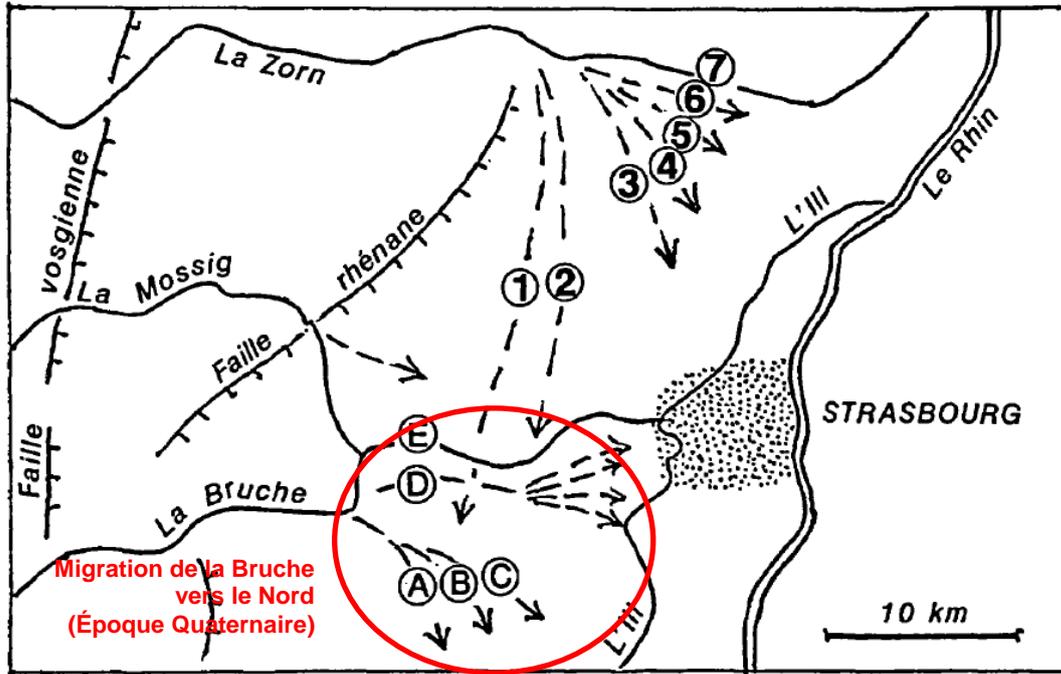


Illustration 61 : Migration du cours de la Bruche (A à E) vers le Nord au cours du Quaternaire (d'après Vogt, 1992)

Cette paléovallée a été mise en évidence dès les années 1960, au travers de campagnes géophysiques au Sud-Est et à l'Est de Molsheim (Simler, 1961, Rebouças, 1964). La dépression marquée du toit du substratum marneux mise en évidence par Rebouças en 1964, témoigne bien de la présence de cette paléovallée (cf. Illustration 62).

De même, dans la continuité de la Mossig, un sillon étroit de direction Nord-Sud a également été mis en évidence, qui se raccorde avec la paléovallée de la Bruche entre Altorf et Griesheim-près-Molsheim (cf. Illustration 62).

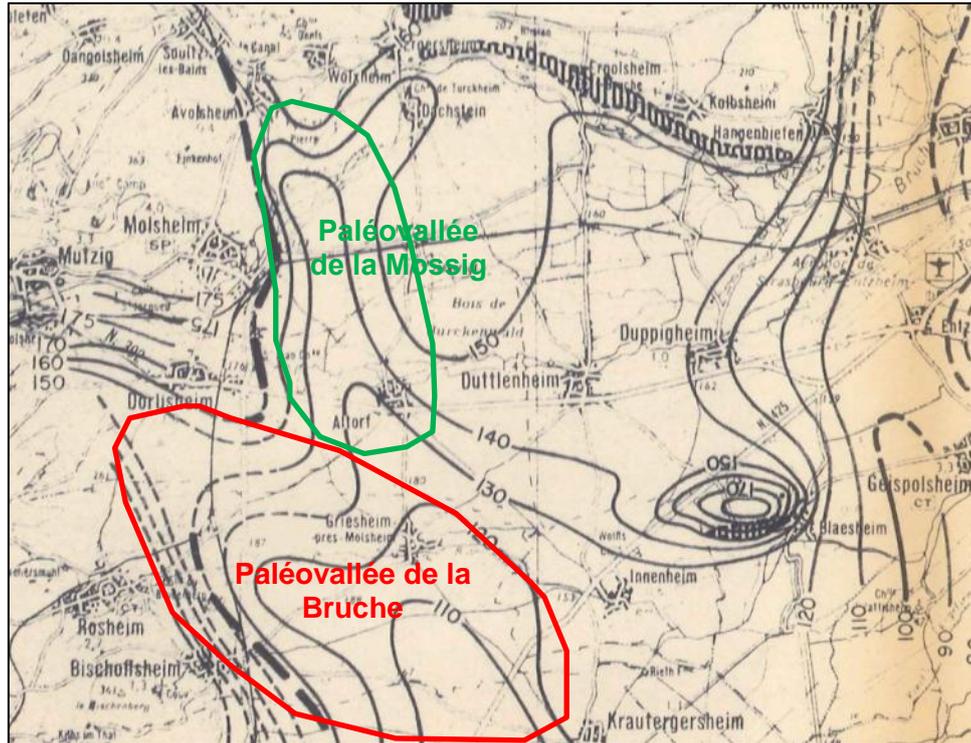


Illustration 62 : Toit du substratum marneux imperméable montrant les paléovallées de la Bruche et de la Mossig (Rebouças, 1964)

Les travaux menés dans le cadre de la BRAR sur la cartographie du toit du substratum en appui au programme franco-germano-suisse LIFE (Elsass, 1996) ont bien confirmé la présence de la paléovallée de la Bruche mais pas celle de la Mossig. Ceci s'explique probablement par l'absence de point de calage dans ce secteur ne permettant pas de mettre clairement en évidence ce chenal.

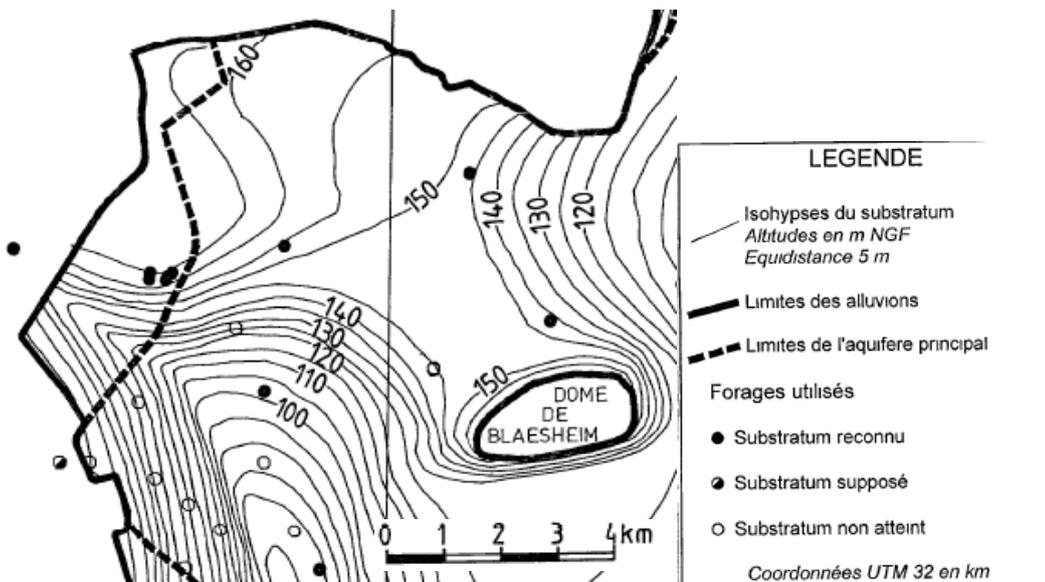


Illustration 63 : Extrait de la carte du toit du substratum réalisée dans le cadre du projet LIFE (Elsass, 1996)

### 5.2.2. Cartographie des formations superficielles (BRAR, 2011)

La carte des formations superficielles (Urban et Boucher, 2011) confirme la présence, en surface, d'une importante couche de loess sur la moitié Sud de la zone, de la terrasse d'Altorf jusqu'à la terrasse de Valff, en passant par le Horst de Griesheim (cf. Illustration 64). L'épaisseur de ces loess était jusqu'à présent estimée autour de 2 à 3 m, ou plus en remplissage de vallons (BRGM, 1975). Cependant, les investigations menées dans le cadre de la cartographie des formations superficielles ont permis de préciser ces épaisseurs, à savoir :

- pour les loess recouvrant la terrasse d'Altorf et le horst de Griesheim, une épaisseur de 5 m, en moyenne, pouvant atteindre les 10 m par endroits ;
- pour les loess situés en limite Sud de la zone (rive droite du cours d'eau Rosenmeer et Terrasse de Valff), une épaisseur de 8,5 m, en moyenne pouvant dépasser les 15 m par endroits ;
- pour les loess au Nord du secteur, recouvrant les alluvions graveleuses würmiennes, une épaisseur inférieure à 2 m.

Des limons d'inondation sont nettement identifiés le long du cours d'eau Rosenmeer.

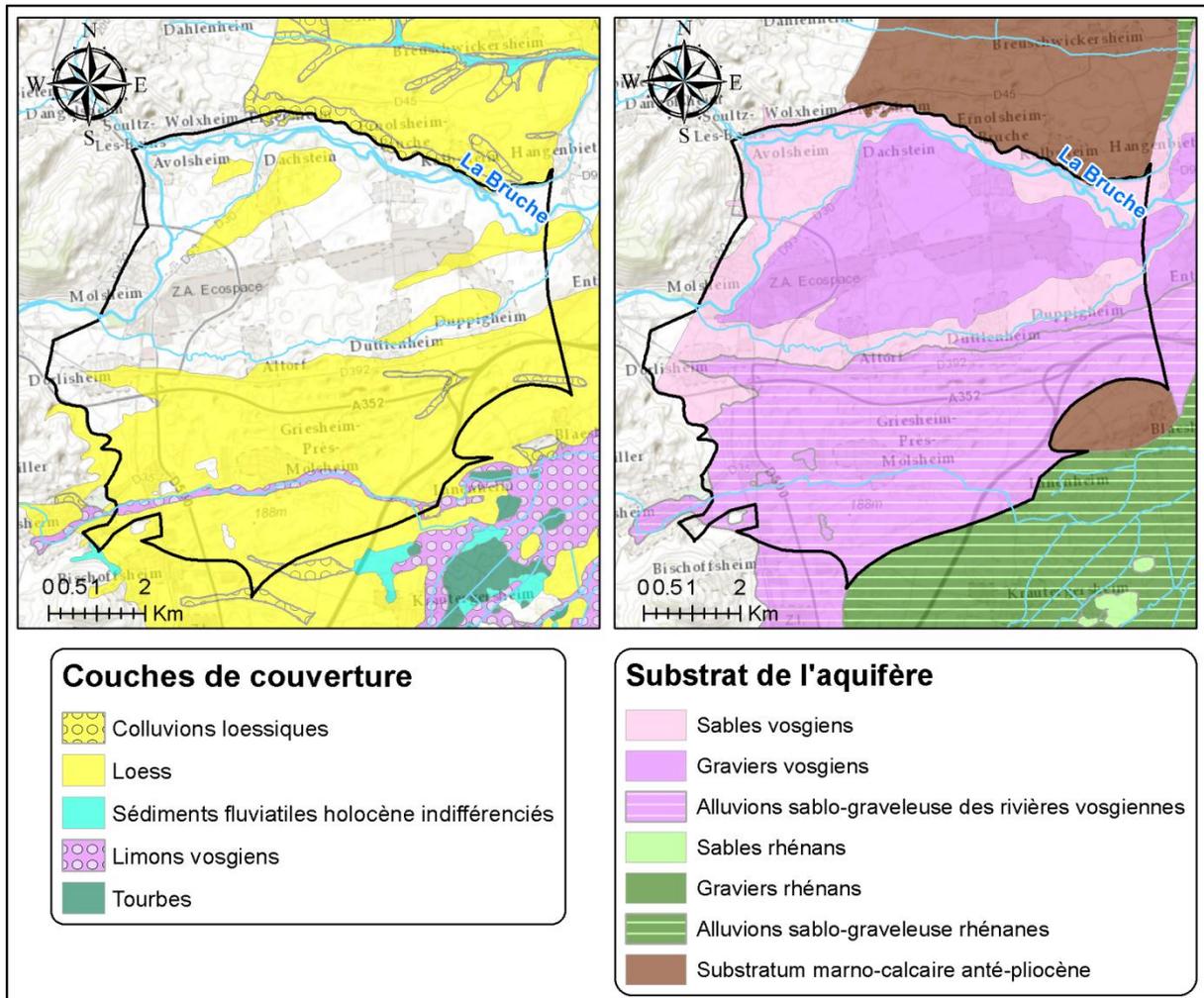


Illustration 64 : Cartographie des formations superficielles dans la zone « Entzheim-Basse vallée de la Bruche » - à gauche les formations récentes de couverture, à droite, le substrat des formations aquifères (d'après Urban et Boucher, 2011)

Aucune couverture loessique n'a été cartographiée dans le fossé de la Bruche, qui voit par conséquent affleurer les formations alluviales peu épaisses déposées par le cours d'eau durant le Quaternaire récent (Würm puis Holocène).

L'illustration 64 montre que la limite Sud de la zone d'étude coïncide clairement avec la limite supposée d'apparition des alluvions sablo-graveleuses rhénanes sous couverture loessique. Il en est de même pour son prolongement Ouest qui est lui-même induit par la réapparition, à l'affleurement, du substratum marneux oligocène.

### **5.2.3. Description des formations géologiques rencontrées à l'affleurement**

#### ***Les formations de l'Oligocène***

- **Marnes sableuses (Couches de Niederroedern), Grès calcaires et marnes (Molasse) et Marnes de la Série grise (Chattien à Aquitanien inférieur)**

Ces formations, souvent difficiles à distinguer sur le terrain du fait de leur remaniement important en surface sur plus d'un mètre, affleurent néanmoins en rive gauche de la Bruche, sur les versants méridionaux de la terrasse de Kochersberg.

Tandis qu'à Kolbsheim, affleurent des marnes gris-vert à Huîtres et à Cyrènes surmontées de grès calcaires, de marnes gris foncé et de marnes beiges à concrétions calcaires (couches d'eau douce d'âge Chattien), à Ergersheim, affleurent des marnes bariolées brun-rouge fréquemment gréseuses et contenant quelques lits conglomératiques.

#### ***Les formations du Pléistocène***

- **Alluvions anciennes vosgiennes du Mindel**

Ces alluvions sablo-caillouteuses, affleurant au Sud de Dorlisheim, présentent une stratification torrentielle sur 15 m d'épaisseur. Les galets ne dépassent pas, en général, 15 cm de diamètre. D'autres figures de dépôt telles que des lentilles argileuses, des figures de cryoturbation ou la présence de blocs d'argile transportés à l'état gelé y sont observés. La composition lithique moyenne de ces alluvions est la suivante :

- galets cristallins: 40 % ;
- galets du sédimentaire dévonien et houiller: 30 % ;
- galets de rhyolites: 10 % ;
- galets de roches du Buntsandstein: 20 %.

La plupart des galets cristallins et des galets schisteux sont désagrégés et la matrice est légèrement rubéfiée.

Cette formation affleure également à partir de 23 m de profondeur dans la gravière Helmbacher à Rosheim.

- **Löss anciens d'âge Riss probable (Pléistocène moyen récent) sur alluvions rissiennes de la Bruche**

Ces loess recouvrent les alluvions rissiennes de la Bruche dans la moitié Sud de la zone d'étude, au niveau du Horst de Griesheim. Une gravière située à Bischoffsheim y a révélé un

paléosol (lehm rouge) très marqué auquel sont associées des concrétions (poupées) pouvant atteindre 40 à 50 cm de long. Ce paléosol pourrait correspondre à la période intermédiaire entre Riss et Würm (Eémien).

Les alluvions rissiennes qu'ils recouvrent sont associées au cône de déjection de la Bruche de l'époque Plio-Quaternaire, de direction Sud-Est (cf. chapitre 5.2.1). Les forages réalisés près de Molsheim et Griesheim-près-Molsheim ont montré que ces formations pouvaient présenter une puissance dépassant les 60m. Il s'agit d'un cailloutis bien stratifié, de taille moyenne (le diamètre ne dépasse pas 15 cm) intercalé par des strates de sables argileux blanc verdâtre, traces sans doute d'une sédimentation de décantation dans des bras abandonnés. La composition lithique moyenne de ces alluvions est la suivante :

- galets cristallins: 40 % ;
- galets du sédimentaire dévonien et houiller: 20 % ;
- galets de rhyolites: 20 % ;
- galets de roches du Buntsandstein : 20 %.

La part prise par les galets de rhyolite est légèrement plus importante que pour les alluvions mindeliennes, profitant probablement de l'évolution lente de l'incision régressive par la Bruche dans ces roches.

- **Lœss würmiens sur la basse terrasse**

Ces lœss recouvrent les alluvions caillouteuses würmiennes dans le fossé de la Bruche et un mélange indifférencié de cailloutis rhénans et vosgiens au Sud du Horst de Griesheim.

Au Nord, ils ont une faible épaisseur (de 1,2 à 2 m) et présentent parfois des intercalations de lits sableux. Le contact entre les lœss et ces intercalations présente fréquemment des figures de cryoturbation.

- **Lœss würmiens carbonatés (Weichsélien)**

Ces lœss recouvrent les pieds de versants des collines sous-vosgiennes regardant vers l'Est, en accumulations parfois épaisses, pouvant atteindre 5 mètres. Ces accumulations font penser que les vents responsables du dépôt des lœss venaient au moins en partie de l'Ouest.

- **Alluvions würmiennes de la Bruche dans la plaine, recouvertes par les alluvions vosgiennes holocène**

Alluvions würmiennes de la Bruche dans la plaine. Cône würmien de la Bruche se poursuivant par la terrasse de Lingolsheim. Structure lenticulaire très marquée avec des strates d'argiles limoneuses représentant le remplissage de bras morts et des strates de sable, mais les lentilles de galets dominant. La composition lithique de ces alluvions, bien que variable, peut être approximée de la façon suivante :

- Cristallin du Champ-du-Feu : 30 % ;
- Sédimentaire du Dévonien et du Houiller; 20 % ;
- Rhyolites et tufs rhyolitiques : 35 % ;
- Grès, quartzites et quartz du Buntsandstein : 15 %.

La part prise par les galets de rhyolite est encore plus importante que pour les alluvions plus anciennes, du fait de la poursuite de l'incision régressive par la Bruche dans ces roches.

L'épaisseur du matériel est faible; 7 m près de l'usine Bugatti à Molsheim, 14 m au Jaegerhof (entre Dachstein et Altorf).

- **Cônes alluviaux (Weichsélien à Holocène)**

Près de la confluence de la Mossig avec la Bruche, les alluvions vosgiennes, essentiellement des cailloutis, changent de nature lithique avec une prédominance nette de matériaux provenant du Buntsandstein : 72 % (28 % de grès, 20 % de quartz, 14 % de quartzites), 8 % de calcaire, et 20 % seulement de roches spécifiques du bassin de la Bruche en amont de la confluence (cristallin: 10 % ; rhyolites: 6 %; sédimentaire dévonien et houiller: 4 %). La part de la Mossig prédomine, ce qui fait penser à un cône très aplati de ce cours d'eau. Les limons de débordement recouvrent l'ensemble.

Ces alluvions se caractérisent également par une concentration importante en minéraux de cassitérite (étain), issus de l'altération physique et chimique des roches primaires, lors de l'alluvionnement.

- **Colluvions : argiles, sables, cailloux (Weichsélien à Holocène)**

Ces formations, au matériel limono-argileux dominant, vont des argiles aux cailloutis anguleux ourlant les pieds des versants Est des collines sous-vosgiennes, en limite Ouest de la zone d'étude.

Ces formations se caractérisent par une structure désordonnée et associent les dépôts corrélatifs de la gélifluxion, de la reptation pelliculaire de période froide et de la solifluxion et du ruissellement consécutifs aux défrichements holocènes.

Elles sont retrouvées également plus à l'Ouest, en tant que remplissage de vallons en berceau, dans le domaine d'affleurement du Muschelkalk et du Keuper essentiellement.

### ***Les formations de l'Holocène***

- **Alluvions vosgiennes de l'Holocène ancien à récent de fond de vallée entamant et recouvrant les alluvions würmiennes**

Ces alluvions d'origine vosgienne, peu épaisses et composées de limons, sables et cailloutis, ont une composition lithique identique à celle des alluvions würmiennes sous-jacentes.

Les galets ne dépassent guère 6 cm de diamètre. Il s'agit des produits du remaniement superficiel général, et sélectif pour la taille, des galets würmiens sous-jacents par des courants divagants. Les chenaux ont été abandonnés au fur et à mesure de l'entaille de la Bruche et du Bras d'Altorf.

- **Alluvions récentes à actuelles des rivières Vosgiennes**

Ces alluvions correspondent à des sables et galets ne dépassant pas 8 cm de diamètre et sont d'origine vosgienne. Elles forment le lit majeur actuel de la Bruche et du Bras d'Altorf, sont encore partiellement soumises à inondation et les dépôts les plus fins sont constamment remaniés en surface. Elles sont parfois recouvertes par des limons d'inondation. C'est le cas le long du Rosenmeer (cf. chapitre 5.2.2).

### **5.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE**

#### **5.3.1. Entités hydrogéologiques cartographiées dans le référentiel BDLISA**

Les travaux menés dans le cadre du référentiel hydrogéologique BDLISA (Urban *et al.*, 2013) participent à une meilleure compréhension de l'organisation verticale des formations aquifères dans ce contexte particulier de transition « Vosges/Plaine d'Alsace ».

A l'affleurement sont logiquement retrouvées les formations alluviales récentes à anciennes issues de la Bruche (cf. Illustration 65), mises en évidence également sur la carte géologique au 1/50000<sup>ème</sup> ainsi que dans les travaux menés sur les formations superficielles dans le cadre de la BRAR.

Ces alluvions vosgiennes aquifères reposent sur le substratum marneux des formations oligocènes du Bassin du Pechelbronn. La configuration particulière du substratum marneux entre Molsheim et Entzheim (sillons des paléovallées de la Bruche et de la Mossig, Faille supposée Nord-Sud à hauteur d'Entzheim) joue un rôle très important dans les conditions hydrogéologiques de la plaine.

La zone délimitée ne comprend ainsi aucune alluvion rhénane, que ce soit à l'affleurement ou bien intercalée entre les alluvions de la Bruche et ce substratum imperméable.

Cependant, en limite Sud, les travaux du référentiel considèrent une bande, entre Griesheim-près-Molsheim et Krautergersheim, constituée d'alluvions rhénanes récentes (fin du Würm et Holocène) qui recouvrent les alluvions anciennes de la Bruche (probablement d'âge rissien). Ce contexte a été mis en évidence notamment lors de la réalisation de l'ouvrage 02718X0001/G3 à Griesheim-près-Molsheim (cf. chapitre 5.4.1).

La limite Est de la zone de bordure, induite par la faille supposée de Duppigheim, semble également correspondre à une zone à enjeu fort d'un point de vue hydrogéologique, car mettant en contact le complexe alluvial aquifère de la Bruche avec les alluvions d'origine rhénane qui apparaissent sous les loëss et alluvions holocènes de la Bruche à partie d'Entzheim.

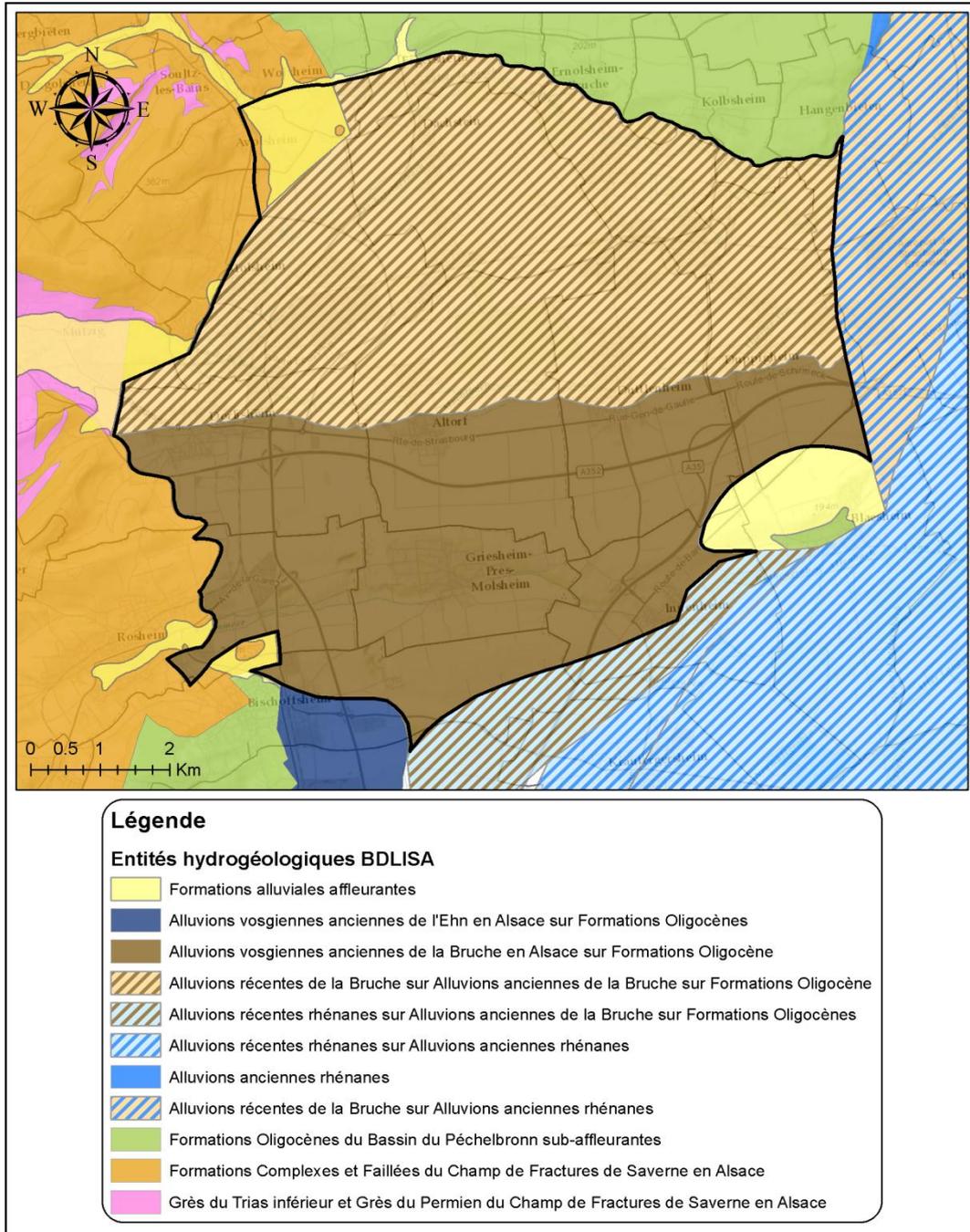


Illustration 65 : Cartographie des entités hydrogéologiques affleurantes du référentiel BDLISA répertoriés dans la zone « Entzheim – Basse vallée de la Bruche »

### 5.3.2. Caractéristiques hydrogéologiques de l'aquifère des alluvions de la Bruche

Les alluvions déposées sur le substratum oligocène marneux contiennent une nappe importante activement sollicitée par des forages pour l'alimentation des collectivités et de la brasserie Kronenbourg.

L'épaisseur de l'aquifère augmente du Nord vers le Sud-Est et d'Ouest en Est pour atteindre près de 100 m au plus profond de la vallée fossile de la Bruche (cf. chapitre 5.2.1).

Une campagne géophysique menée sur le secteur de la zone industrielle d'Ernolsheim-sur-Bruche (Partie Nord-Est de la zone d'étude) a montré que les épaisseurs de la tranche d'alluvions de la Bruche ne sont comprises qu'entre 5 et 10 m sur ce secteur (Schwoerer, 1977). A cet endroit et contrairement à des zones situées plus en amont ou dans la moitié Sud de la zone d'étude, cette configuration limite les possibilités d'exploitation des eaux souterraines.

Comme montré dans le chapitre 5.4 localisant les ouvrages à l'intérieur de la zone « Entzheim-Basse vallée de la Bruche », les zones exploitant le plus intensément l'aquifère des alluvions de la Bruche sont effectivement situées plus au Sud, près de Molsheim, Altorf et Griesheim-près-Molsheim.

### ***Valeurs de caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère***

Dans le cadre de la BRAR, une compilation des résultats de pompages d'essai sur des ouvrages captant les alluvions de la Bruche a été menée ce qui permet de spatialiser quelque peu les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère.

Dans la zone industrielle d'Ernolsheim-sur-Bruche, des pompages d'essai ont été menés entre 1970 et 1979, sur les forages peu profonds (15 m maximum de profondeur) captant les alluvions de la Bruche considérés comme peu productifs à cet endroit. Les valeurs moyennes de perméabilité et transmissivité sont respectivement de  $8,2 \cdot 10^{-4}$  m/s et  $4,2 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, pour des débits maximum d'exploitation oscillant entre 5 et 15 m<sup>3</sup>/h, particulièrement faibles en comparaison des autres secteurs de la zone d'étude (Schwoerer, 1977).

En effet, plus au Sud-Ouest, entre Altorf et Griesheim-près-Molsheim, des essais réalisés en 1985 sur l'ouvrage 02714X0101/F, profond de 81m et traversant 10m de loess puis les alluvions récentes et anciennes de la Bruche et atteignant le substratum marneux à 72m, ont permis d'estimer son débit critique à 120 m<sup>3</sup>/h. A Griesheim-près-Molsheim, l'ouvrage anciennement AEP 02718X0005/G1 a fait également l'objet d'un pompage d'essai en 1968 révélant un débit critique de l'ordre de 80 m<sup>3</sup>/h.

Les ouvrages profonds situés au droit de la paléovallée de la Bruche, en limite Sud de la zone, ont montré des transmissivités meilleures que celles mesurées dans la moitié Nord, de l'ordre de 6 et 60  $10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.

### ***Recharge***

Au niveau du Fossé de la Bruche, la nappe, contenue dans les alluvions holocènes à würmiennes de la Bruche semble alimentée par :

- les précipitations sur leur domaine d'extension, avec un effet retardateur éventuel dans les zones recouvertes de plusieurs mètres de loess peu perméables ;
- les apports latéraux venant d'écoulements subsuperficiels des formations des collines avoisinantes (colline sous-vosgienne de Molsheim et Terrasse de Kochersberg) ;
- La Bruche et la Mossig.

La Bruche peut localement ou temporairement drainer la nappe, ce qui semble être le cas un peu plus en aval vers Dachstein (cf. chapitre 5.3.4) et Ernolsheim-sur-Bruche (Schwoerer, 1979).

La nappe contenue dans les alluvions épaisses rissiennes à mindeliennes du Horst de Griesheim est alimentée par les arrivées d'eau provenant de la Bruche en amont du cône de déjection (vers Dorlisheim et Molsheim) et qui suivent le chenal de direction Sud-Est tracé par la paléovallée du cours d'eau. En complément, elle profite également très probablement d'écoulements latéraux de subsurface venant des formations des collines sous-vosgiennes de Molsheim et Bischoffsheim.

### ***Battement de la nappe***

D'après les chroniques piézométriques décrites plus en détails dans le chapitre 5.4.2, la nappe peu profonde captée par les ouvrages au sein du fossé de la Bruche, présente un battement annuel moyen inférieur au mètre. Les battements annuels et interannuels maximums sont très proches (de l'ordre de 1,3m), ceci s'expliquant par le caractère cyclique annuel pur de la nappe à cet endroit.

Le long du bras d'Altorf, la nappe captée par les forages présente un battement annuel oscillant entre 0,4 et 2 m.

La nappe captée par les forages localisés au niveau du horst de Griesheim présente une cyclicité pluriannuelle marquée, avec un battement interannuel maximum d'environ 2,5m, alors que le forage 02718X0003/285D situé en amont, à proximité des collines sous-vosgiennes, présente un battement interannuel maximum nettement plus élevé (d'environ 6,5m).

### **5.3.3. Détermination des directions d'écoulement souterrain**

La délimitation des bassins versants souterrains et la détermination des lignes de courant associées confirment l'hypothèse d'un apport souterrain et en surface global venant de l'Ouest (cf. Illustration 66).

Au niveau du débouché de la Bruche, au Sud de Molsheim, les eaux souterraines contenues dans les formations alluviales se déversent de façon radiale, en prenant des directions Nord-Est à Sud-Est. Les lignes de courant de directions Nord-Est sont clairement induites par la présence d'un drain souterrain principal qui suit le cours d'eau de la Bruche (zone cerclée en rouge). Ceci tend à valider l'influence que peut avoir le cours d'eau vis-à-vis des écoulements souterrains. Il semble probable qu'une configuration similaire soit retrouvée pour la Mossig, en limite Nord-Ouest du secteur. Une ligne de partage des eaux est observée en limite Nord de la zone de bordure en rive gauche de la Bruche ; elle sépare les eaux s'écoulant en direction du cours d'eau de celles qui appartiennent à l'hydrosystème du ruisseau le Muhlbach.

Au sein du fossé de la Bruche, une première ligne de partage des eaux souterraines traverse les alluvions holocènes à würmiennes. Elle semble correspondre à la limite d'influence de la Bruche. Au Sud de cette ligne de partage, les eaux souterraines, provenant de la zone de débouché de la Bruche, se rejoindraient à l'intérieur d'un petit bassin versant souterrain dont le drain principal s'écoulerait en direction Est, le long de ce qui a été présenté comme les petites terrasses d'Altorf et de Duppigheim en Illustration 60.

Il faut noter que, contrairement à la Bruche, le Bras d'Altorf n'influence visiblement pas les écoulements souterrains. Il en est de même pour le Rosenmeer, pour lequel le tracé ne coïncide pas avec les lignes de courant principales cartographiées. En effet, ces dernières, partant du débouché de la Bruche mais également des collines sous-vosgiennes, prennent une direction Est puis semblent s'infléchir vers le Sud-Est (zone cerclée de vert), le long du chenal induit par la paléovallée de la Bruche décrite dans le chapitre 5.2.1. Il se peut que cette

direction prise par les écoulements souterrains soit également influencée par la présence de nombreux captages exploités dans ce secteur (notamment ceux destinés à l'AEP).

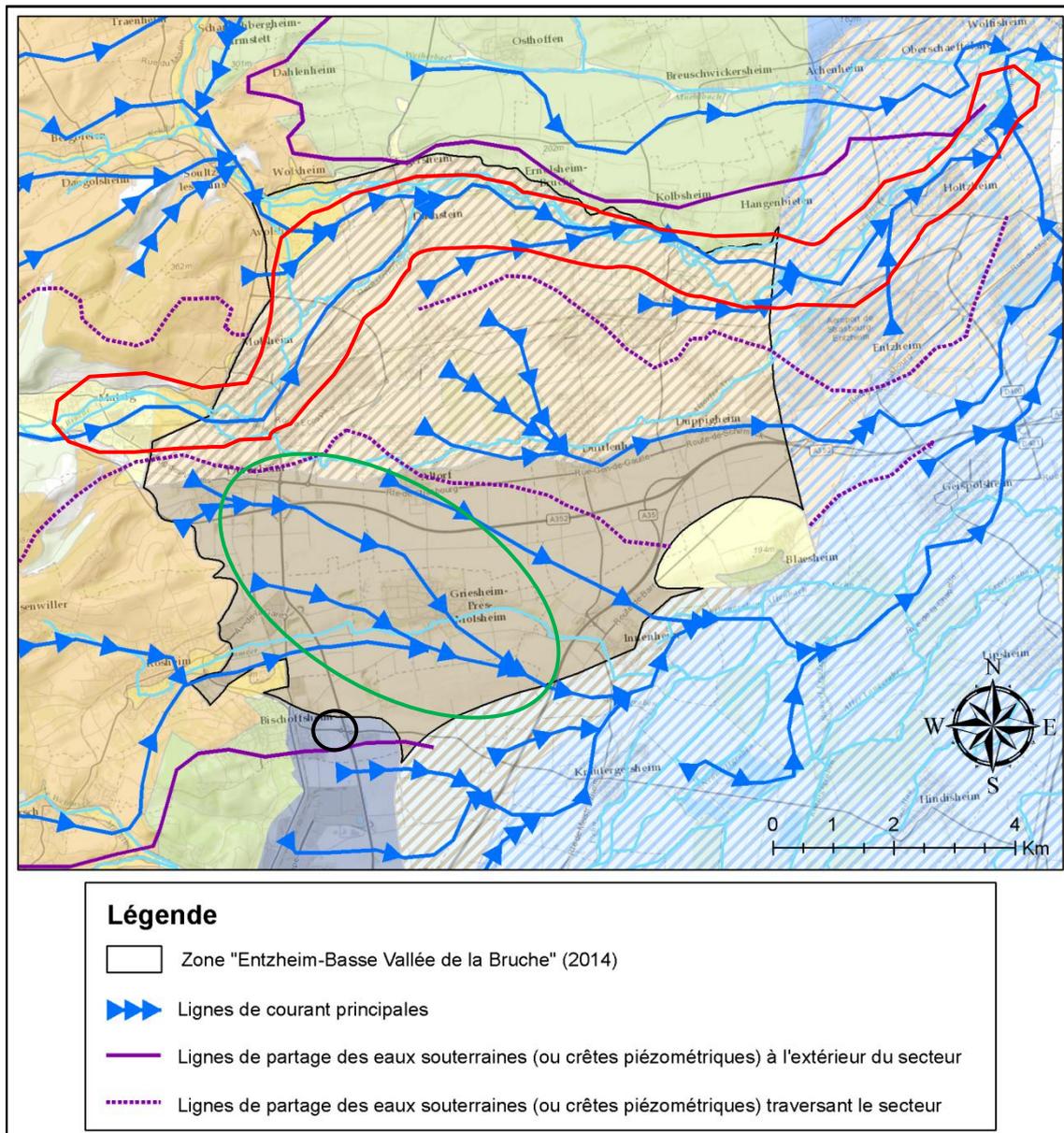


Illustration 66 : Localisation des lignes de courant principales et des lignes de partage des eaux souterraines – Entzheim-Basse vallée de la Bruche

En limite Sud, les lignes de courant qui affluent de la zone de bordure sont captées par un drain souterrain principal suivant plus ou moins l'Ehn, de direction Nord-Est. Les écoulements contournent ainsi le horst du Gloeckelsberg par le Sud. Ce changement de direction correspond à la limite d'apparition des alluvions récentes d'origine rhénane et aux écoulements souterrains induits par les autres hydrosystèmes localisés plus au Sud.

L'ouvrage 02718X0003/285D est situé au Nord de la ligne de partage des eaux supposée au niveau de Bischoffsheim, à l'extrémité Sud-Ouest de la zone (cercle noir - Illustration 66). Les écoulements supposés de la nappe captée par cet ouvrage prendraient donc une direction Nord-Est puis Est (vers la paléovallée de la Bruche). Cette hypothèse du maintien des niveaux

de la nappe plus en aval par des apports provenant de la zone au sein de laquelle se trouve ce forage, semble confirmée par l'étude des chroniques piézométriques du point et de ces voisins dans le chapitre 5.4.2 (Horst de Griesheim et Limite Sud de la zone).

La comparaison au droit de la zone d'étude des bassins versants souterrains avec les bassins versants de surface des cours d'eau issus de la BD Carthage 2012, permet de cibler certaines zones remarquables qui participent, par infiltration et/ou ruissellement en surface, à son alimentation (cf. Illustration 67). Les secteurs où les limites des deux types de bassin ne coïncident pas sont ainsi mis en évidence.

La zone décrite précédemment au sein de laquelle se trouve le forage 02718X0003/285D est également mise en exergue sur cette carte (zone n°1, en hachurés verts) puisque, faisant partie du bassin versant de surface de l'Ehn, les eaux de ruissellement s'écoulent plutôt en direction Sud-Est. Il n'en reste pas moins que l'influence de l'Ehn sur les écoulements souterrains se fait nettement ressentir par la suite.

Le secteur hachuré en rouge, en limite Nord de la zone d'étude, est quant à lui situé à l'intérieur du bassin versant de surface de la Bruche et, de ce fait, les eaux de ruissellement s'écoulent en direction du cours d'eau. A l'inverse, d'après les travaux de délimitation des bassins versants souterrains, il semblerait que les eaux qui s'infiltrent dans ces terrains ne participent pas à l'alimentation de la nappe alluviale de la Bruche mais s'écouleraient plutôt vers le Nord-Est, en direction du ruisseau le Muhlbach. Cette affirmation reste néanmoins très discutable car la quantité d'ouvrage documenté dans ce secteur étant quasi nulle, le degré d'incertitude sur le tracé du bassin versant souterrain est par conséquent très élevé. Par ailleurs, cette zone, constituée de formations marneuses oligocènes très peu perméables recouvertes de plusieurs mètres de lœss, semble nettement plus favorable au ruissellement.

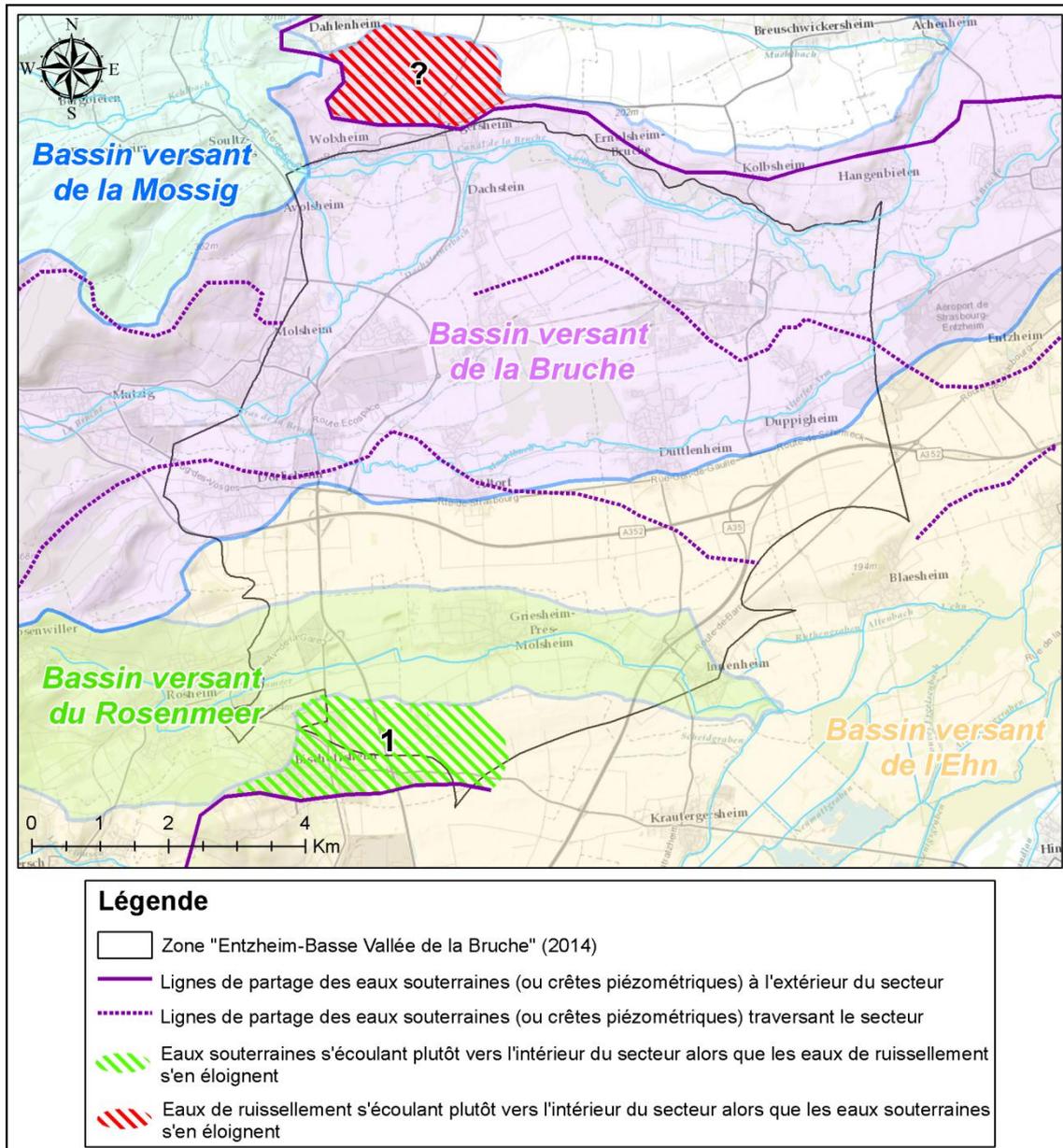


Illustration 67 : Comparaison des bassins versants souterrains et de surface – zone « Entzheim-Basse vallée de la Bruche »

Les gradients hydrauliques, estimés à partir des chroniques piézométriques détaillées dans le chapitre 5.4.2, sont de l'ordre de 3 à 4‰ au niveau du Bras d'Altorf et de 5 et 7‰ au niveau des forages localisé au sein du horst de Griesheim. Un gradient hydraulique du même ordre (5‰) avait été estimé par Daessle (1979) au niveau de la zone industrielle d'Ernolsheim sur Bruche.

### 5.3.4. Relations nappe-rivière et inter-nappes

Les travaux de Brugeron *et al.* (2012) sur la caractérisation des échanges nappes/rivière sur certains ouvrages de la banque ADES ont permis d'établir une relation très forte entre la Bruche et la nappe captée au droit de l'ouvrage 02714X0050/240B de Dachstein. La nappe alimenterait le cours d'eau, ce qui confirme les hypothèses émises dans le chapitre précédent sur ce secteur, dans la moitié Nord du fossé de la Bruche.

Ces travaux ont également établi une relation forte entre la nappe captée au droit de l'ouvrage 02714X0219/PZ et le Bras d'Altorf. Cette fois-ci, la nappe drainerait le cours d'eau. Néanmoins, les résultats obtenus pour ce point d'eau sont très discutables, d'autant plus que la présente étude a montré que la nappe captée par le piézomètre 02721X0048/287, situé à proximité, drainerait plutôt la Bruche plus en amont (cf. chapitre 5.4.2) et que l'influence du Bras d'Altorf sur la nappe des alluvions vosgiennes semble finalement peu évidente (cf. chapitre 5.3.3).

Enfin, ces travaux nationaux ont permis d'établir l'absence de relation entre la nappe captée par le piézomètre 02718X0005/G1 et le cours d'eau Rosenmeer, la cote piézométrique maximum mesurée sur ce forage étant située environ à 15m en-dessous de la cote du lit du cours d'eau. Là encore, la Bruche semble jouer un rôle d'alimentation de la nappe (cf. chapitre 5.4.2), même si elle ne constitue qu'une partie des apports venants à la nappe.

Il ne semble pas y avoir de lien direct entre la nappe contenue dans les alluvions holocènes à würmiennes peu épaisses présentes au sein du fossé de la Bruche et les alluvions anciennes plus épaisses de la Bruche, au niveau du horst de Griesheim. La première voit ses écoulements fortement influencés par (et en direction de) la Bruche alors que la deuxième s'en écarte en suivant le chenal creusé par son ancien lit. Ces deux nappes « vosgiennes » ont néanmoins pour finalité de se jeter en direction de la nappe contenue dans les alluvions rhénanes, de direction Nord-Est.

#### **5.4. VALORISATION DES INFORMATIONS PONCTUELLES DANS LE SECTEUR**

D'une manière générale, les eaux souterraines du secteur sont principalement captées dans la partie amont de la zone de bordure, du côté de Molsheim, Dachstein, Altorf et Griesheim-près-Molsheim. A l'exception du secteur du Horst de Griesheim, ces ouvrages sont majoritairement peu profonds (de quelques mètres à maximum 15-20 m) et captent les eaux contenues dans les alluvions rencontrées les plus récentes.

Les ouvrages destinés à l'AEP sont localisés à Altorf et Griesheim-près-Molsheim et captent la nappe des alluvions rissiennes à mindeliennes de la Bruche.

Le maillage des qualitomètres est assez fin, particulièrement dans la moitié amont de la zone de bordure, avec une concentration logiquement très importante au niveau de la décharge de Dorlisheim et des zones d'activités industrielles et commerciales de Molsheim, Dachstein-gare et Ernolsheim-sur-Bruche.

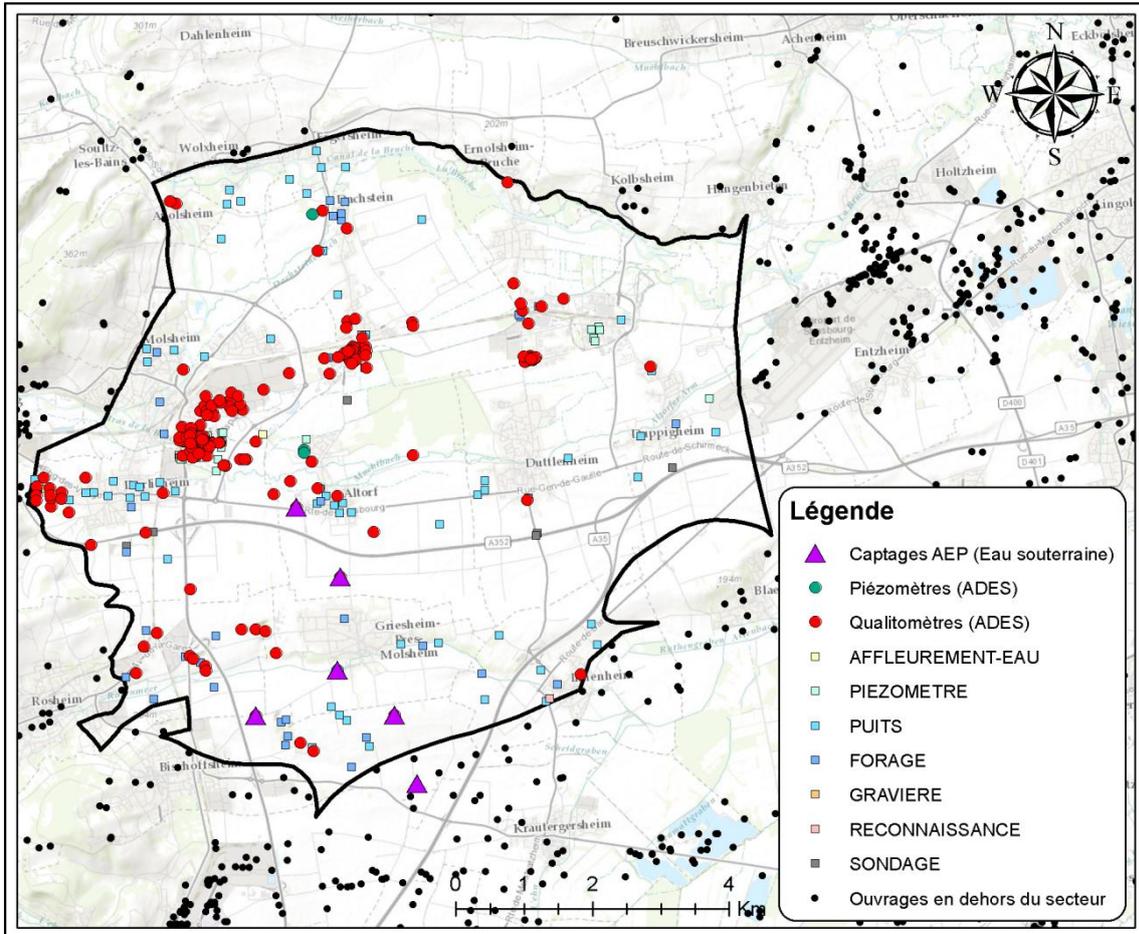


Illustration 68 : Localisation des captages AEP, qualitomètres & piézomètres ADES et autres ouvrages répertoriés dans la BSS EAU dans ou à proximité de la zone de bordure « Entzheim-Basse vallée de la Bruche »

A noter que dans cette carte, aucune distinction n'est faite entre les captages AEP abandonnés et ceux qui sont toujours actifs.

#### 5.4.1. Captages AEP

La production d'eau de la Communauté de Communes de Molsheim et Environs se fait par l'intermédiaire de 12 puits. Parmi ces puits, seuls 4 sont réellement situés à l'intérieur du secteur d'étude ; il s'agit des puits de Griesheim-près-Molsheim et d'Altorf.

localisation	dénomination	type de ressource	indice national	traitement	capacité installée m <sup>3</sup> /h
Mutzig	Stierkopf puits 1	forage	271-4-60	chloration	67
Mutzig	Stierkopf puits 2	forage	271-4-59	néant	13
Mutzig	Stierkopf puits 3	forage	271-4-61	chloration	105
Mutzig	Stierkopf puits 4	forage	271-3-4	néant	20
Mutzig	Stierkopf puits 5	forage	271-4-58	chloration	46
Griesheim	puits 2	forage	271-8-2	néant	(90) puits à l'arrêt
Griesheim	puits 3	forage	271-8-1	néant	150
Altorf	puits 1	forage	271-4-2	neutralisation	(27) puits à l'arrêt
Altorf	puits 2	forage	271-4-101	neutralisation + chloration	120
Gresswiller secteur Gresswiller-Dinsheim	puits	forage	271-3-86	néant	94
Gresswiller secteur Molsheim	puits	forage	271-3-86	néant	190
Still	Source Wolfzang	Source	271-2-5	UV	5,5
Still	Source Bruchsatt	Source	271-2-5	UV	15,8
<b>capacité totale de production</b>					<b>826 m<sup>3</sup>/h ou 19 824 m<sup>3</sup>/j</b>

*Illustration 69 : Caractéristiques des ouvrages AEP alimentant la Communauté de Communes de Molsheim-Mutzig (SDEA, 2014)*

Sur les 4 forages AEP de Griesheim et d'Altorf, seuls deux sont actuellement en fonctionnement et peuvent produire simultanément un débit horaire de 270 m<sup>3</sup>/h (SDEA, 2014).

**Les forages de Griesheim**, tous deux réalisés en 1964, captent la nappe des alluvions anciennes (rissiennes voire mindeliennes) de la Bruche sur toute sa puissance, soit 56 m pour 02718X0001/G3 et 40 m pour 02718X0002/PM0. Pour ce dernier, un écran de près de 14 m de couverture loessique a d'abord été traversé.

A noter que l'ouvrage 02718X0001/G3, situé à l'extérieur de la zone d'étude (terrasse de Valff), aurait d'abord rencontré quelques mètres d'alluvions rhénanes récentes sous une couverture loessique de 12 m d'épaisseur avant de traverser les alluvions rissiennes de la Bruche.

Le forage 02718X0005/G1, réalisé quelques années auparavant en bordure du cours d'eau Rosenmeer et initialement destiné à l'AEP, est profond de 54 m et capte cette même nappe (Simler, 1961). Depuis 2003, cet ouvrage fait partie du réseau de suivi piézométrique (cf. chapitre suivant).

**Les deux forages d'Altorf** sont les ouvrages 02714X0002/F et 02714X0101/F. Réalisé en 1961, le premier cité, situé à moins de 500 m au Sud du Bras d'Altorf, capte la nappe des alluvions anciennes de la Bruche sur près de 30m (Simler, 1961). Le second ouvrage, réalisé en 1985 plus en amont, entre Altorf et Griesheim-près-Molsheim, a d'abord traversé près de 10m de loess avant de traverser toute la puissance des alluvions anciennes de la Bruche (près de 52 m) pour enfin atteindre le substratum marneux oligocène à 72m de profondeur.

#### 5.4.2. Piézomètres (ADES et hors ADES)

Dans la zone d'étude, 4 piézomètres sont répertoriés comme faisant partie du réseau de suivi piézométrique des eaux souterraines de la région Alsace géré par l'APRONA (cf. Illustration 70) :

- le puits 02714X0050/240B à Dachstein, au lieu-dit Jardin Riehl, très peu profond (2,7m), capte la nappe sub-affleurante des alluvions holocène de la Bruche, en relation très forte avec les cours d'eau avoisinants (Mossig, Bruche et Dachsteinbach) ;
- le piézomètre 02714X0048/287, réalisé en 1967, a été rebouché et remplacé en 2003 par le piézomètre 02714X0219/PZ. Malgré l'absence de coupe géologique pour ces deux ouvrages, peu profonds par ailleurs (respectivement 4,9m et 6,7m), il semble logique de les associer au cône alluvial würmien de la Bruche ;
- l'ancien captage AEP 02718X0005/G1 capte quant à lui l'épaisse tranche alluvionnaire associée au cône de déjection mindelien à rissien de la Bruche, sans pour autant en atteindre le substratum marneux.

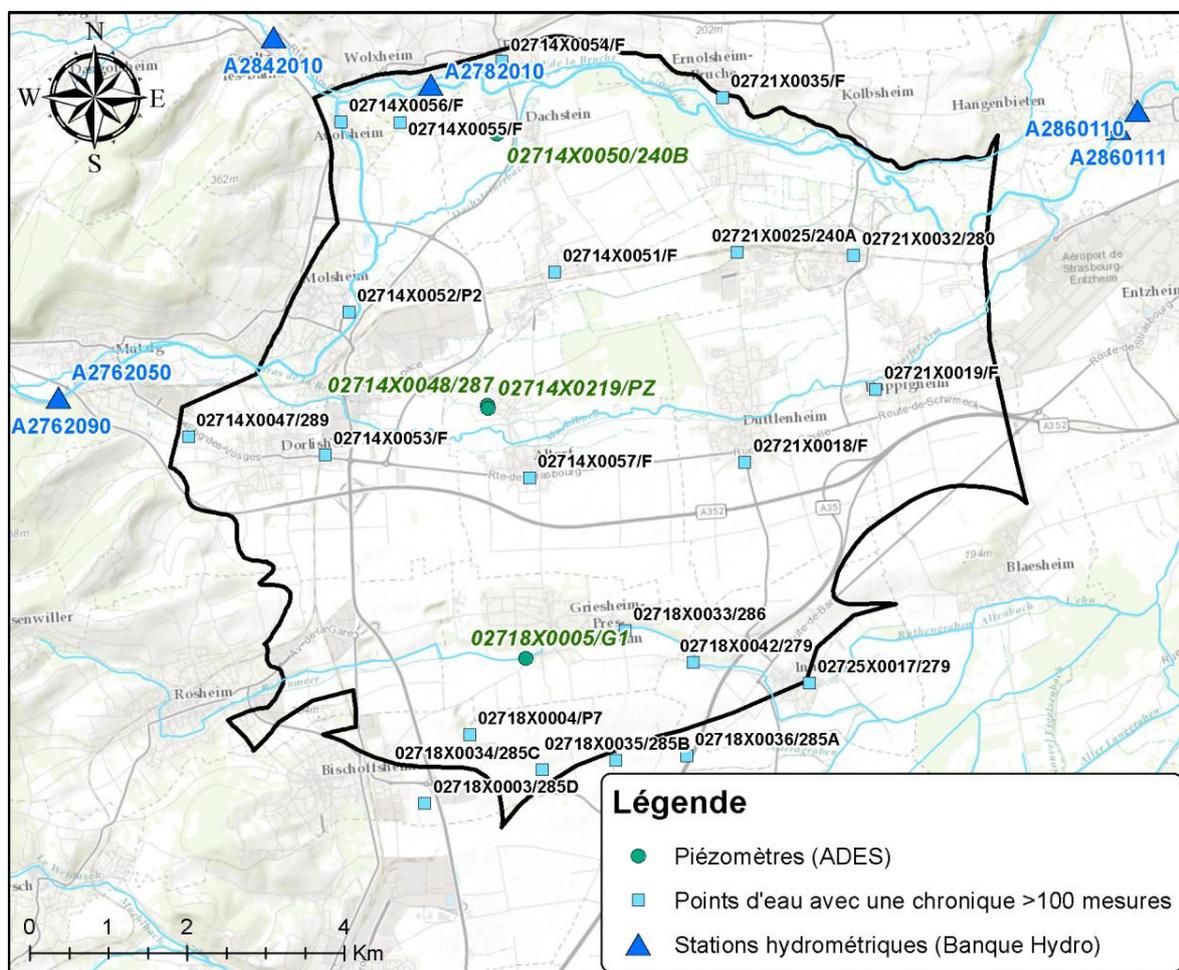


Illustration 70 : Localisation des piézomètres ADES et hors ADES et des stations de mesure hydrométriques référencées dans la Banque Hydro – zone « Entzheim-Basse vallée de la Bruche »

Les 19 autres points d'eau situés à l'intérieur de (ou limitrophe à) la zone d'étude représentés sur l'illustration 70 ont également fait l'objet, dans une période de temps plus ou moins restreinte, d'un suivi de leur niveau piézométrique. Une grande partie de ce suivi fut menée fin des années 1960 jusqu'au milieu des années 1970. D'autres possèdent une chronique suffisamment longue pour permettre une sectorisation de la zone en fonction des signaux piézométriques enregistrés.

Trois stations hydrométriques sont présentes à l'intérieur ou en amont immédiat de la zone d'étude, possédant une chronique de mesure de débit suffisamment longue, à savoir :

- la station A2762090 « La Bruche Totale à Mutzig », située sur la Bruche, en amont du cône de déjection ;
- la station A2842010 « La Mossig à Soultz-les-Bains », située sur la Mossig, en amont de la confluence Mossig/Bruche ;
- la station A2782010 « La Bruche à Wolxheim », située sur la Bruche, en aval de la confluence Mossig/Bruche.

### ***Fossé de la Bruche***

L'ouvrage le plus intéressant dans ce secteur est le piézomètre 02714X0050/240B, localisé à Dachstein, à proximité de la confluence Bruche/Mossig et suivi depuis 1977. Il capte la nappe très peu profonde contenue dans les alluvions holocène et würmiennes de la Bruche et présente une chronique piézométrique à cyclicité annuelle marquée, avec une période de basses eaux de juillet à septembre et une période de hautes eaux de décembre à février, pour une amplitude annuelle constante d'un peu plus d'un mètre.

Ce comportement purement saisonnier est très fortement corrélé avec les chroniques de débits enregistrées dans les trois stations hydrométriques installées sur la Bruche et la Mossig et de façon presque synchrone (cf. Illustration 71), ce qui rend compte indirectement d'une réaction rapide de la nappe en réponse aux précipitations.

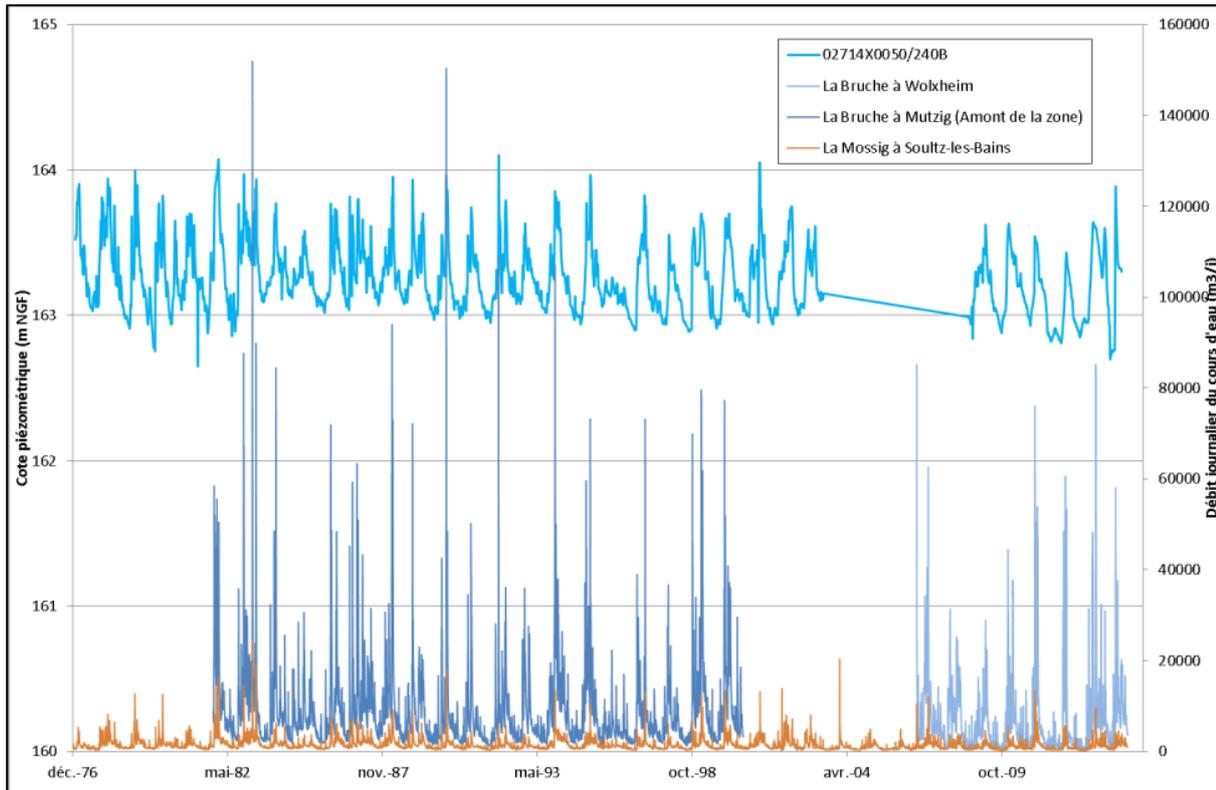


Illustration 71 : Comparaison de la chronique du piézomètre 02714X0050/240B avec les chroniques de débits journaliers enregistrés par les stations hydrométriques de la Bruche à Mutzig et à Wolxheim et de la Mossig à Soultz-les-Bains

Les autres ouvrages issus de la BSS EAU ne permettent pas d'apporter d'autres informations, du fait de chroniques piézométriques trop courtes.

### **Le long du Bras d'Altorf**

Plusieurs forages localisés dans la partie médiane de la zone d'étude présentent des chroniques piézométriques relativement longues.

L'ouvrage le plus en amont est le forage 02714X0047/289, situé à Dorlisheim. Ce forage, suivi jusqu'en 1976, est associé à tort aux Grès du Trias. De par sa très faible profondeur et sa localisation, il semble plus probable qu'il capte la nappe d'accompagnement de la Bruche. Sa cote piézométrique moyenne de 184m NGF est d'ailleurs très proche de la cote du lit de la Bruche, dont un méandre est situé à moins d'1km plus au Nord (cf. Illustration 72).

A un peu moins de 4km en aval, en bordure du Bras d'Altorf, on trouve les piézomètres 02721X0219/PZ et 02721X0048/287. Ce dernier possède la chronique la plus longue et propose un signal à cyclicité annuelle assez marqué alors que son voisin présente une chronique plus difficile à interpréter (et probablement perturbé par des facteurs extérieurs d'origine anthropique ?).

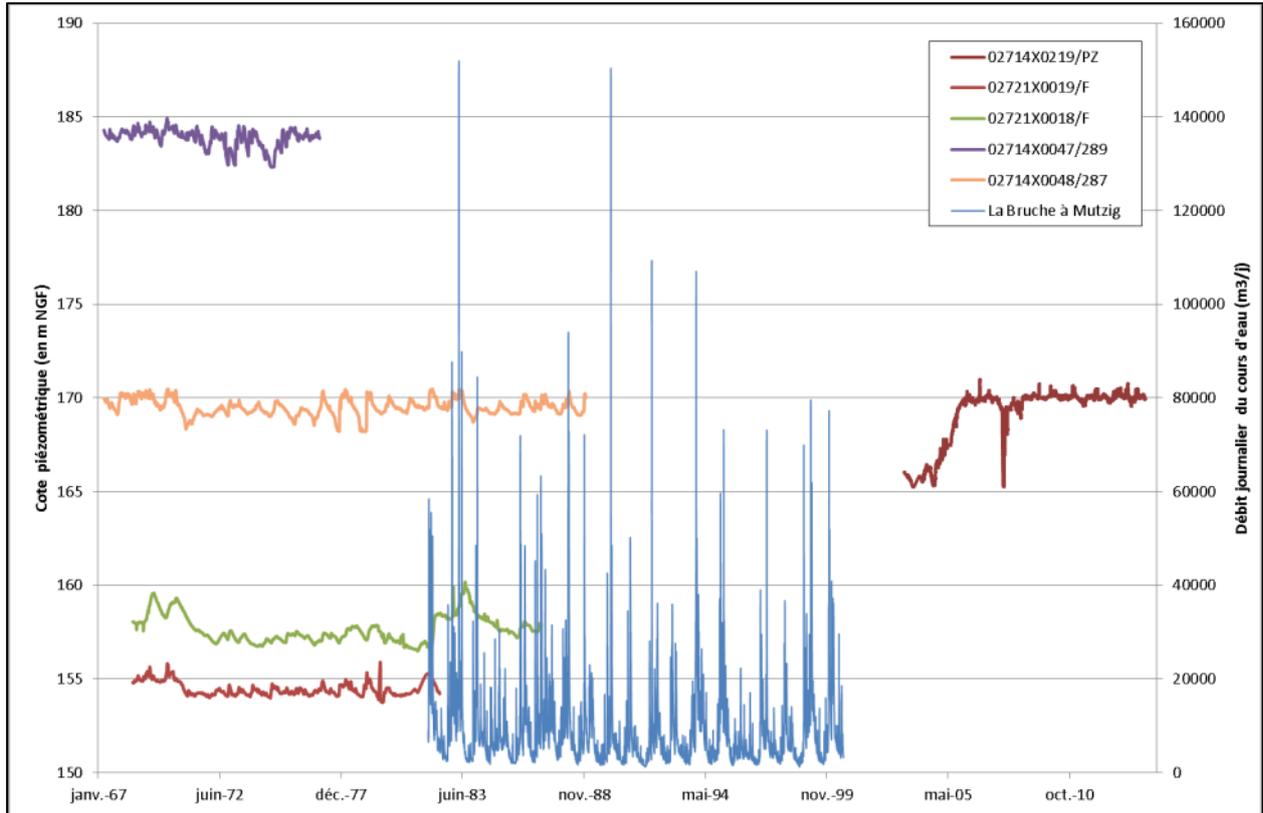


Illustration 72 : Comparaison des chroniques piézométriques des forages situés le long du Bras d'Altorf avec la chronique de débits journaliers enregistrés par la station hydrométrique de la Bruche à Mutzig

Encore plus en aval, les ouvrages 02721X0018/F, situé à Duttlenheim et 02721X0019/F, situé à Duppigheim, présentent tous deux des chroniques piézométriques très similaires, signe que la nappe captée est la même pour les deux ouvrages. Ce qui semble différencier ces deux ouvrages par rapport à ceux situés plus en amont est la présence de deux grands pics piézométriques en hautes eaux 1970 et 1983 et d'un signal par ailleurs plus inertiel entre ces deux événements. Malgré l'insuffisance de la période de suivi, l'hypothèse de la présence d'une alimentation complémentaire au cours d'eau, plus diffuse et moins soumise aux conditions météorologiques de surface, est à prendre en considération.

La comparaison des signaux piézométriques de la nappe captée par les ouvrages 02721X0048/287 et 02721X0018/F avec les débits journaliers de la Bruche en amont, dans la période concomitante (1981 à 1988) est proposée en Illustration 73 ci-dessous.

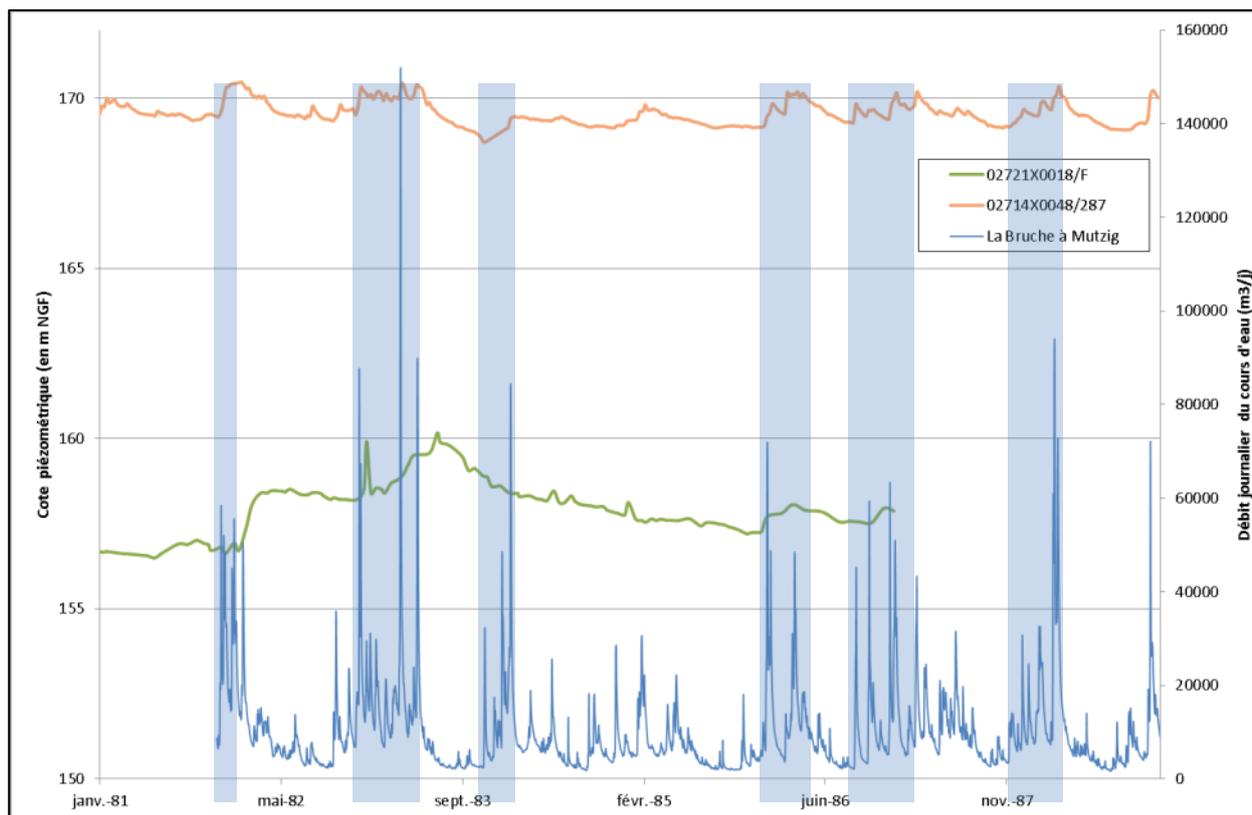


Illustration 73 : Comparaison des chroniques piézométriques des forages 02721X0048/287 et 02721X0018/F avec la chronique de débits journaliers enregistrés par la station hydrométrique de la Bruche à Mutzig (période 1981-1988)

Ce graphique montre clairement que la Bruche et l'ouvrage 02714X0048/287 à Altorf présentent des signaux bien corrélés. En effet, lorsque le cours d'eau atteint ses débits maximums (zone bleue de l'illustration), la cote de la nappe captée par l'ouvrage augmente quasi-simultanément alors qu'en période d'étiage, la nappe réactive voit ses niveaux diminuer progressivement.

Plus en aval, la nappe captée par l'ouvrage 02721X0018/F se caractérise par une réponse décalée en réaction à l'augmentation des débits de la Bruche (de l'ordre de 2 mois environ) mais surtout par un comportement assez cumulatif qui fait que les variations du niveau piézométrique ne coïncident pas forcément avec les variations du débit des cours d'eau (par exemple, les périodes d'étiage estivales en 1982, 1985 et 1986 ou hautes eaux 1983 et 1984). Cela semble confirmer l'hypothèse du maintien du niveau de la nappe du fait d'un apport complémentaire plus diffus (à condition que les prélèvements soient constants dans les forages alentours). Cette caractéristique est encore plus marquée pour les ouvrages profonds situés au niveau du Horst de Griesheim.

### **Horst de Griesheim et Limite Sud de la Zone**

Plusieurs ouvrages avec des chroniques supérieures à 10 ans sont localisés dans cette zone, à proximité des forages profonds destinés à l'AEP décrits dans le chapitre précédent. La majorité d'entre eux a fait l'objet d'un suivi continu entre 1968 et 1988 (cf. Illustration 74).

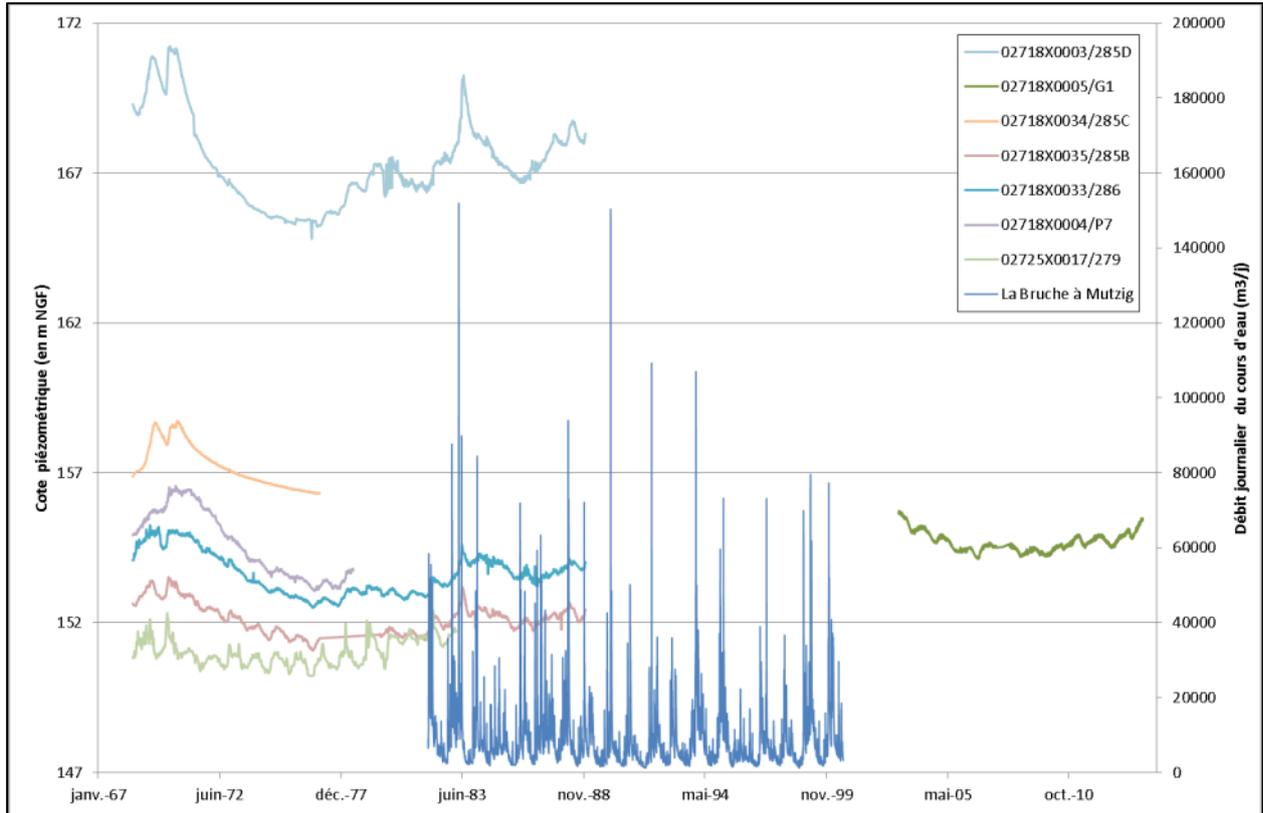


Illustration 74 : Comparaison des chroniques piézométriques des forages du horst de Griesheim avec la chronique de débits journaliers enregistrés par la station hydrométrique de la Bruche à Mutzig

Dans cette zone, le seul ouvrage encore actuellement suivi est l'ancien captage AEP 02718X0005/G1 désormais destiné à la surveillance piézométrique DCE.

Un premier lot de forages présente des signaux piézométriques à forte inertie, avec une cyclicité quasi exclusivement pluriannuelle. Il s'agit des ouvrages 02718X0034/285C, 02718X0004/P7 et 02718X0003/285D, ce dernier étant localisé à l'extérieur de la zone d'étude. Ces trois ouvrages sont les plus proches des collines sous-vosgiennes et sont d'ailleurs localisés dans la partie Ouest de la paléovallée de la Bruche.

Un peu plus à l'Est, les ouvrages 02718X0033/286, 02718X0035/285B et 02718X0005/G1 se caractérisent également par des signaux inertiels comparables, qui s'accompagnent néanmoins d'une cyclicité annuelle non négligeable, confirmée par les travaux de Brugeron *et al.* (2012) pour les deux derniers.

Enfin, l'ouvrage 02725X0017/279, situé à Innenheim en bordure de la zone présente quant à lui un signal à cyclicité annuelle prépondérante. Ses caractéristiques (très peu profond et proche du Rosenmeer) laissent à penser à une relation forte avec ce cours d'eau.

L'examen en détail de la période 1981 à 1988, période pour laquelle des suivis de la piézométrie et des débits de la Bruche ont été réalisés conjointement (cf. Illustration 75), semble mettre en évidence la réponse de la nappe à une augmentation progressive et durable des débits de la Bruche (zones bleutées sur l'illustration), témoignant indirectement d'une réaction de la nappe à des événements en surface.

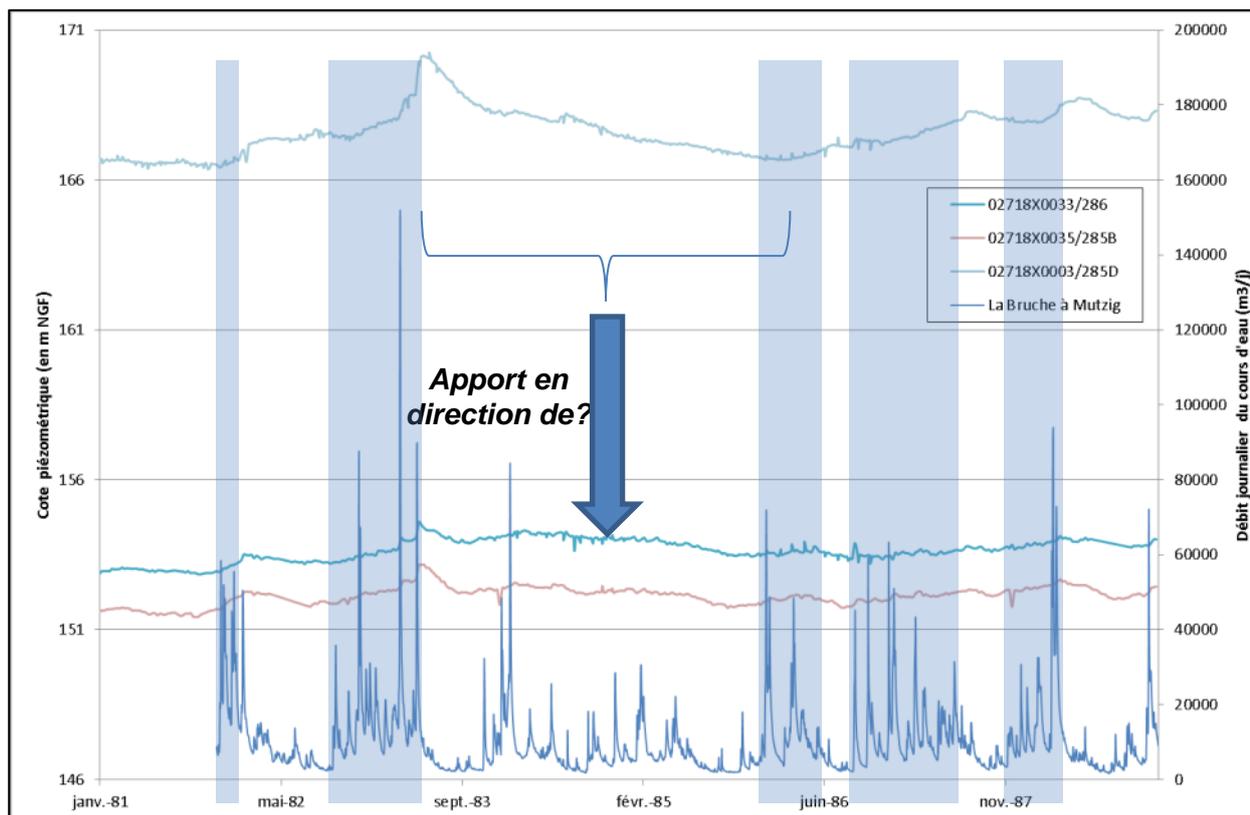


Illustration 75 : Comparaison des chroniques piézométriques des forages 02718X0033/286, 02718X0035/285C et 02718X0003/285D avec la chronique de débits journaliers enregistrés par la station hydrométrique de la Bruche à Mutzig (période 1981-1988)

Néanmoins, les signaux enregistrés restent très inertiels. Il semble ainsi que les deux ouvrages localisés plus en aval, capte une nappe dont les niveaux sont maintenus par des apports complémentaires profonds. Il faut rappeler que cette zone se caractérise par la présence d'une épaisseur très importante d'alluvions aquifères rissiennes à mindeliennes de la Bruche (jusqu'à 70m), ce qui accroît son caractère capacitif et favorise ainsi très probablement une moindre dépendance de la nappe à cet endroit vis-à-vis des conditions extérieures.

Une autre hypothèse peut également consister à dire qu'une part des eaux captées par l'ouvrage 02718X003/285D qui est le plus proche des collines sous-vosgiennes, s'écoulant en direction Est, participe au maintien du niveau de la nappe captée plus en aval lors des périodes moins pluvieuses. En effet, durant la période 1983 à 1986, la nappe captée par cet ouvrage se vidange progressivement sans être impactée par les conditions extérieures alors que les deux ouvrages situés plus en aval voient leur niveau maintenus. Ce type de corrélation mériterait d'être vérifié sur des périodes de suivi plus longues.

### 5.4.3. Qualitomètres

Dans la zone de bordure, 191 points d'eau sont recensés comme qualitomètres dans la banque ADES (cf. Illustration 76). Parmi ces points d'eau :

- 26 d'entre eux sont associés au réseau pour les « inventaires de la qualité des eaux souterraines dans le Fossé rhénan en plaine d'Alsace » (réseau n°0200000015) ;

- 168 appartiennent au « réseau qualitatif des eaux souterraines pour le suivi des installations classées pour la région Alsace (ICSP) » (réseau n°0200000036), concentrés principalement au niveau des zones d'activités industrielles du secteur ;
- 8 appartiennent au « réseau national de suivi au titre du contrôle sanitaire sur les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable » (réseau n°0000000028) ;
- 1 appartient au « Réseau national de suivi de la directive Nitrates pour les eaux souterraines » (réseau n°0000000078).

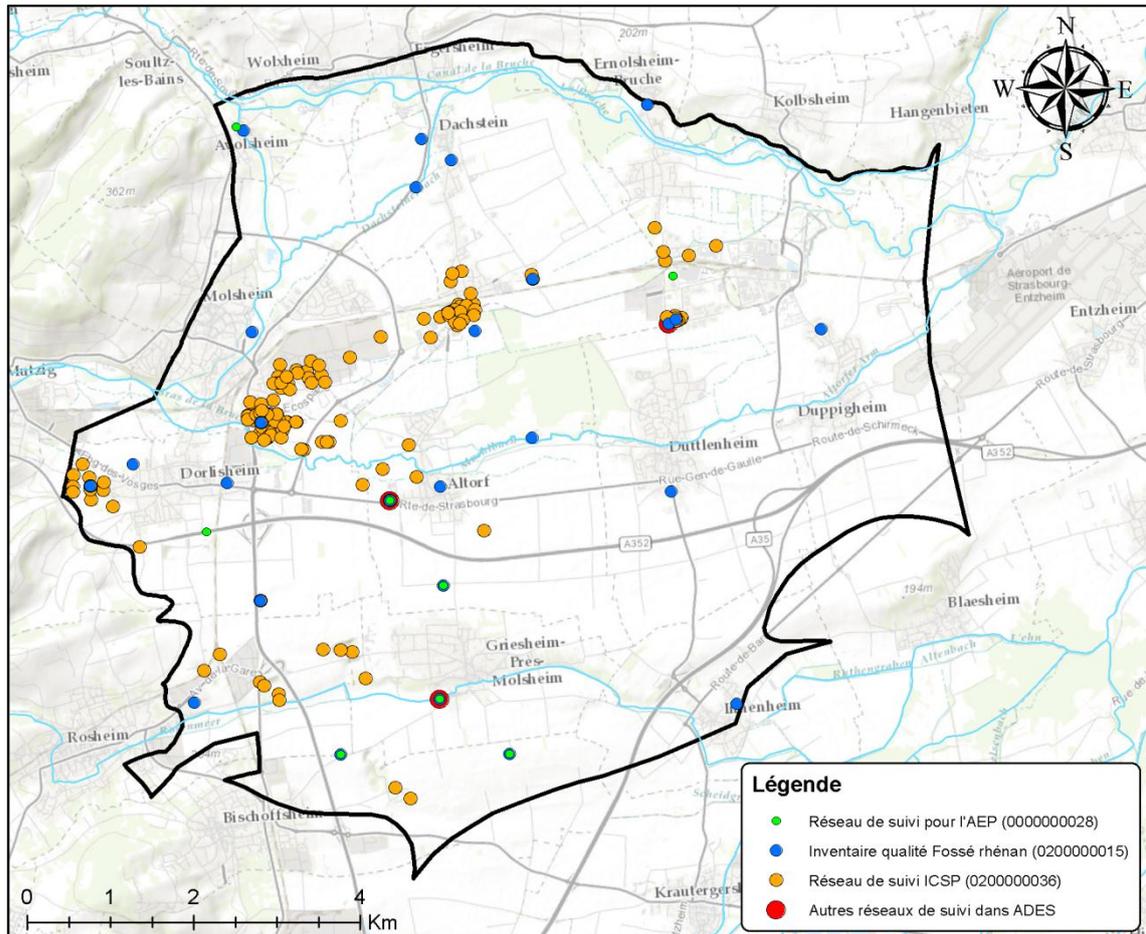


Illustration 76 : Localisation des qualitomètres ADES dans la zone de bordure « Entzheim-Basse vallée de la Bruche »

### Fossé de la Bruche

Au niveau de la zone industrielle d'Ernolsheim-sur-Bruche, au Nord de Duttlenheim, des analyses menées en 1977 sur le forage Unisabi 02721X0079/F avaient montré des teneurs en Nitrates, Fer et Manganèse particulièrement élevées, ce qui renforçait l'hypothèse que cette nappe des alluvions de la Bruche, proche du sol, était particulièrement vulnérable si des pressions agricoles étaient exercées à la surface (Schwoerer, 1977). Il faut noter toutefois que l'ouvrage 02721X0087/P2, réalisé en 1979 à seulement 150m à l'ouest du précédent, a présenté également des teneurs excessives en Fer et Manganèse mais quasiment aucun nitrate (Daessle, 1979). De même, l'ouvrage 02721X0021/F, localisé au Sud de la zone industrielle et appartenant au réseau national de suivi de la directive Nitrates pour les eaux souterraines, capte une nappe pour laquelle les teneurs en nitrates sont assez nettement en-deçà de la limite de potabilité à 50 mg/l.

Pour une majorité des ouvrages localisé en moitié Nord du secteur, les teneurs en nitrates relevées dans les eaux souterraines et qui pouvaient être assez problématiques dans les années 90, ont sensiblement diminué et sont désormais acceptables au regard des normes de potabilité en vigueur. A titre d'exemple, les ouvrages 02714X0052/P2 de Molsheim, 02714X0056/F d'Avolsheim ou 02721X0075/F au Nord de Duppigheim présentaient des teneurs en nitrates respectives de 33 mg/l en 1983, 50 mg/l en 1991 et 77 mg/l en 1997. En 2009, ces trois ouvrages présentent des teneurs respectives de 2, 20 et 38 mg/l.

Encore une fois, la pollution phytosanitaire sur ce secteur est principalement liée à l'atrazine et son principal métabolite, la déséthylatrazine, même si, là encore, l'interdiction de cette substance en 2003 s'est traduite par une nette tendance à la baisse des concentrations mesurées (sauf sur l'ouvrage 02342X0030/508 situé à Kriegsheim). Les valeurs rencontrées dans les ouvrages 02714X0056/F ou 02721X0075/F ont par exemple été divisées respectivement par 10 et 3 entre 1997 et 2009. Les teneurs par substance sont devenues acceptables vis-à-vis de leur seuil de potabilité fixé à 0,1 µg/l.

A noter que l'ouvrage 02714X0148/F, localisé au sein de la ferme Jaegerhof, au Sud de Dachstein-gare, a fait seulement l'objet de deux campagnes de suivi en 1991 et 1997, avec des teneurs relevées en nitrates de 200 puis 150 mg/l. Il serait intéressant d'inclure ce puits de 9 m de profondeur dans des prochains inventaires qualité du fossé rhénan, afin de vérifier si cette apparente tendance à la baisse a perduré ou bien si cette pollution nitraté importante persiste.

### ***Le long du Bras d'Altorf***

La problématique majeure reste les nitrates même si les teneurs enregistrées en 2009 sont très clairement en baisse. Les plus fortes valeurs sont rencontrées le long des petites terrasses d'Altorf et de Duppigheim, sur les ouvrages 02721X0018/F et 02714X0147/F. Dans les années 90, ces deux ouvrages présentaient des valeurs dépassant les 150 mg/l. Le dernier inventaire a quant à lui montré des teneurs respectivement à 83 et 40 mg/l. Il sera intéressant de suivre l'évolution de ces dernières au cours des prochains inventaires qualité. Les concentrations en atrazine et ses métabolites sont également en nette baisse.

Entre Molsheim et Altorf, les valeurs en nitrates sont inférieures quoique toujours proches de la valeur seuil pour l'AEP. A titre d'exemple, l'ouvrage 02714X0023/F à Altorf présentait une teneur de 67 mg/l en 1991. Elle est passée à 40 mg/l en 2009. Les ouvrages plus à l'Ouest présentent des teneurs moyennes de l'ordre de 15 à 20 mg/l.

Le puits AEP 02714X0002/F d'Altorf est à l'arrêt depuis novembre 2005 suite à la pollution de la nappe phréatique par du tri et tétrachloroéthylène au niveau du site Messier-Bugatti (SDEA, 2014). Le Bromacil (herbicide) a également été détecté pour la première fois au niveau de ce puits au mois de mars 2009. Bien qu'il soit à l'arrêt, un programme renforcé a été mis en place afin de surveiller l'évolution du pesticide. Selon les mesures effectuées en 2012, les teneurs au droit de cet ouvrage ont varié entre 0,09 à 0,56 µg/l pour une limite de qualité fixée à 0,10 µg/l (SDEA, 2014). De même, l'eau distribuée à partir du puits 02714X0101/F d'Altorf est traitée (neutralisation + désinfection), de minéralisation peu accentuée, moyennement dure et de très bonne qualité bactériologique (cf. Illustration 77).

Seul l'ouvrage 02714X0175/P, situé à l'Ouest de Dorlisheim, a vu ses teneurs en nitrates augmenter (de 42 mg/l en 1997 à 98 mg/l en 2009). Il faut noter que cet ouvrage se localise au pied des collines lœssiques sous-vosgiennes, zone d'accumulation potentielle des nitrates issus des cultures en amont.

### **Horst de Griesheim et Limite Sud de la Zone**

Au cours de l'exercice 2013, 28 analyses réglementaires ont été réalisées sur les champs captants de Griesheim-près-Molsheim et Altorf. Le tableau synthétique extrait du rapport de la SDEA est présenté ci-dessous.

point d'échantillonnage	propreté bactériologique	pH	TH °F	TAC °F	nitrites mg/l	chlorures mg/l	temp. °C
<b>limites de qualité</b>	**	<b>6,5-9,5</b>	*	*	<b>&lt; 50</b>	<b>&lt; 250</b>	<b>&lt; 25</b>
puits 2 Griesheim	Très bonne	7,30	23,8	21,6	34,9	149,0	12,2
puits 3 Griesheim	Très bonne	7,30	35,9	25,6	36,4	30,3	12,1
traitement Puits 2 Altorf	Très bonne	8,00	18,0	14,5	18,0	28,2	13,0

\* sans objet pour ces paramètres      \*\* absence de germes indicateurs de contamination fécale

*Illustration 77 : Tableau synthétique des analyses qualité réalisées sur les forages AEP des champs captants de Griesheim-près-Molsheim et d'Altorf (SDEA, 2014)*

Selon la SDEA (2014), la teneur moyenne en nitrates des deux forages AEP de Griesheim reste inférieure à la limite de qualité fixée à 50 mg/l. Néanmoins :

- Le puits 2 de Griesheim (02718X0002/PM0) délivre une eau présentant des teneurs excessives en arsenic. Celui-ci fonctionne uniquement en mode maintenance, toujours en simultané avec le puits 3 (02718X0001/G3), afin de garantir des teneurs en arsenic en distribution inférieures à la limite de qualité fixée à 10 µg/l ;
- La présence de bromacil (herbicide) a également été détectée au niveau du puits 2 depuis septembre 2009. Un programme renforcé a été mis en place afin de surveiller l'évolution de ce paramètre. Les teneurs qui varient de 0,05 à 0,28 µg/l sont occasionnellement supérieures à la limite de qualité fixée à 0,10 µg/l. Celles-ci sont sans incidence sur la qualité de l'eau distribuée, en raison de la mise hors service du puits et des approvisionnements assurés par les autres puits. Les autres pesticides recherchés n'ont pas été détectés en 2013.

A 1km environ au Nord-Ouest de ce puits 2, une teneur à 14 µg/l de bromacil, soit plus de 100 fois supérieure à la norme, a été mesurée en 2009 dans la nappe captée par l'ancien forage AEP 02718X0005/G1 de Griesheim-près-Molsheim, en bordure du Rosenmeer (source : ADES). Il est indispensable de poursuivre la surveillance qualité de ce forage et, si ces fortes teneurs sont confirmées, de rechercher les causes pouvant expliquer cette pollution au bromacil.

Les teneurs en nitrates des qualimètres recensés au cœur de la paléovallée de la Bruche sont quant à elles relativement stables et toutes inférieures à la limite de 50 mg/l.

Au pied des collines sous-vosgiennes, et donc en bordure Ouest de l'axe de la paléovallée, les teneurs en nitrates dépassent généralement la limite des 50 mg/l. L'ouvrage 02714X0163/D3 au Sud-Ouest de Dorlisheim, suivi depuis 1998, a toujours présenté des valeurs supérieures à 70 mg/l. Plus au Sud, l'ouvrage 02718X0014/F, localisé au Sud-Est de Rosheim, présente une teneur moyenne en nitrates d'environ 53 mg/l.

## **5.5. OCCUPATIONS DU SOL ET PREMIERS ELEMENTS DE VULNERABILITE**

### **5.5.1. Occupations du sol (Bd OCS CIGAL V2)**

Les informations contenues dans la Base de données d'Occupation du Sol v2 confirment le fait que ce secteur a une vocation agricole importante, surtout dans sa moitié Sud (cf. Illustration 78). De même, les collines sous-vosgiennes qui le bordent à l'Ouest, paysage mi-boisé, mi-cultivé, sont le lieu d'une importante activité viticole (cercles violets sur l'illustration 78) et arboricole (ADEUS, 2011) et l'habitat y est concentré en de pittoresques et bourgades.

Les cultures du blé et de maïs se pratiquent de manière assez homogène à l'intérieur de la zone d'étude. Le fossé de la Bruche, par ailleurs plus densément peuplé, se compose pour une bonne moitié de sa surface en prairies permanentes et temporaires.

Les autres pratiques agricoles recensées de la zone sont principalement localisées dans la moitié Sud, entre le Bras d'Altorf et la terrasse de Valff. Il s'agit de cultures de betteraves à sucre industrielle, de tabac et de quelques vergers traditionnels (DRAAF, 2014). De plus, en limite Sud, une monoculture spécialisée est recensée ; il s'agit du chou à choucroute, culture très localisée autour de la ville de Krautergersheim où se concentrent les plus grands producteurs de la région Alsace, à savoir 73 exploitations sur près de 500 hectares (DRAAF, 2014).

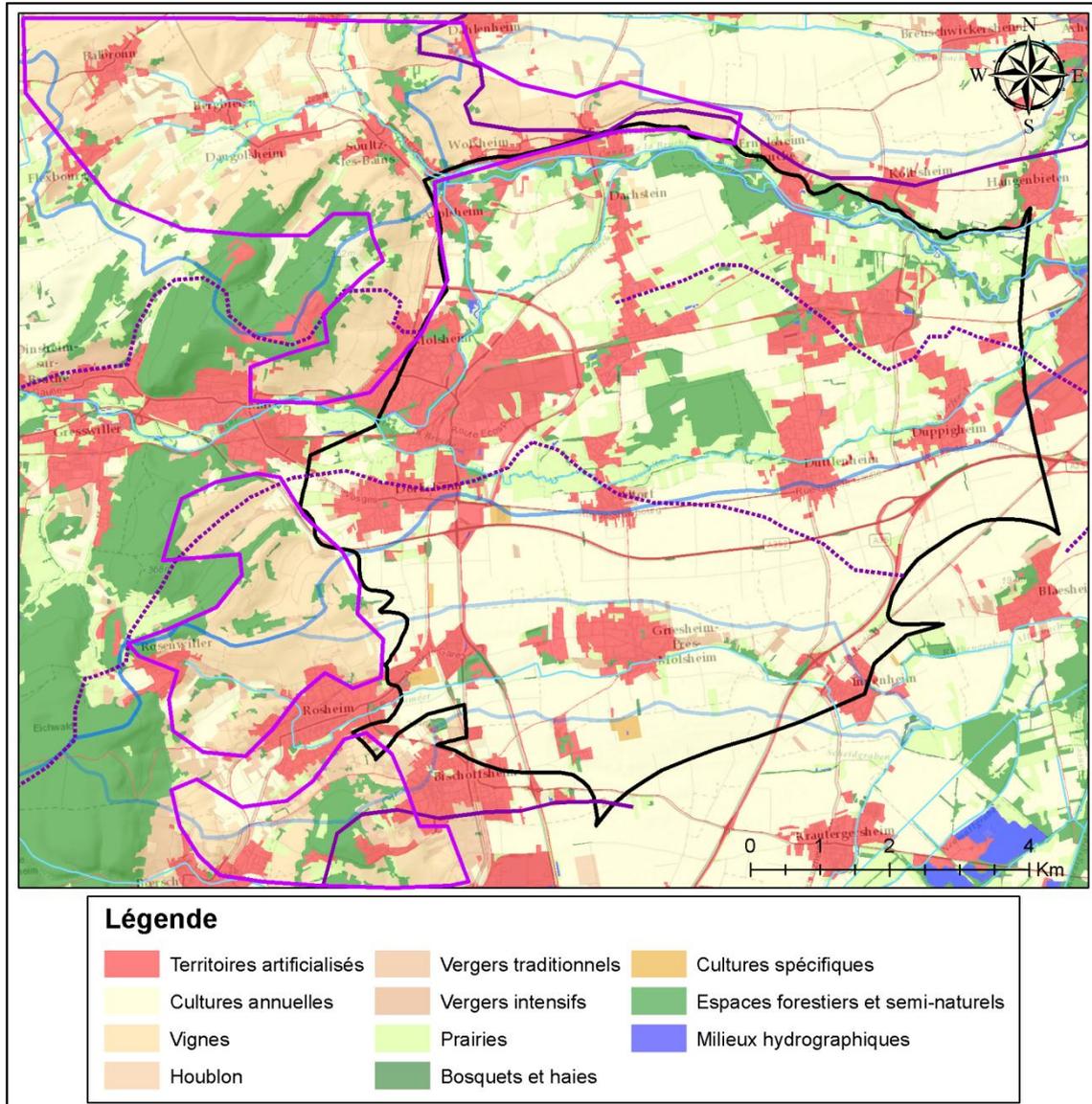


Illustration 78 : Occupation du sol sur la zone « Entzheim-Basse vallée de la Bruche » et en amont (source : Bd OCS CIGAL v2, années 2011-2012)

### 5.5.2. Comparaison épaisseur de Zone Non Saturée (ZNS) et IDPR

L'illustration 79 ci-dessous oppose les résultats du calcul de l'IDPR, permettant de différencier qualitativement les terrains favorisant le ruissellement de ceux favorisant l'infiltration, avec l'épaisseur moyenne de la zone non saturée, donnée déjà utilisée pour la détermination des bassins versants souterrains moyens ainsi que des drains souterrains principaux.

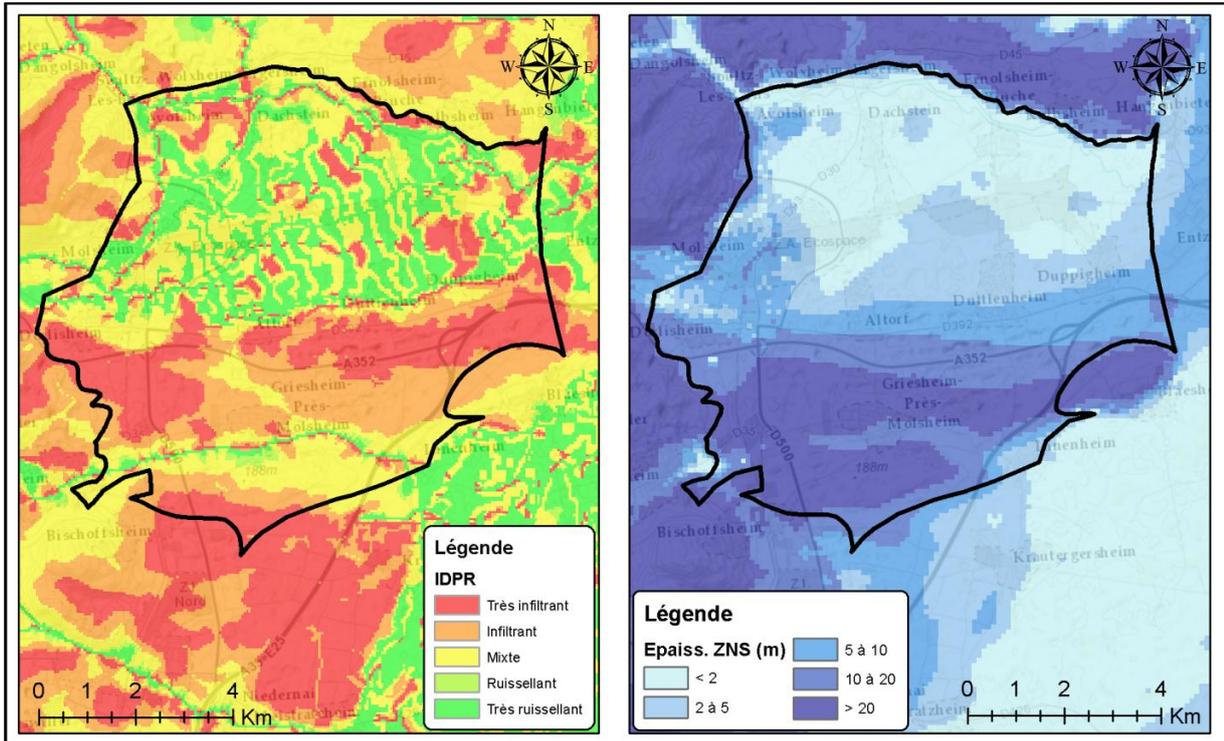


Illustration 79 : Comparaison IDPR et épaisseur de Zone Non Saturée – zone de « Entzheim-Basse Vallée de la Bruche »

Les deux indicateurs montrent que cette zone de bordure présente un contraste assez net entre ses moitiés Nord et Sud.

Le secteur entre la Bruche et le Bras d'Altorf, rempli par les alluvions récentes et affleurantes de la Bruche, se caractérise par une très faible épaisseur de ZNS. La nappe y est sub-affleurante pour une bonne partie. De même, ce secteur est globalement plus favorable au ruissellement de l'eau qu'à son infiltration, sauf en de rares zones vers Wolxheim ou Duppigheim. De ce fait, la très faible profondeur de la nappe, pouvant laisser supposer une vulnérabilité forte vis-à-vis de transferts d'éventuels polluants, semble contrebalancée par une propension du sol rencontré à cet endroit à faire ruisseler l'eau plutôt qu'à la laisser s'infiltrer. Le fait que la totalité des alluvions récentes soient saturées en eau et que le renouvellement du stock de la nappe se fasse de façon assez conséquente et constante via les apports, en amont, des précipitations, de la Bruche et de ses affluents, semble freiner l'infiltration d'eau dans les sols de ce secteur, par ailleurs considéré comme une prairie humide (Ried de la Bruche).

Cette configuration contraste fortement avec celle rencontrée en moitié Sud du secteur. En effet, les terrasses du Gloeckelsberg, d'Altorf et Duppigheim et de Valff en limite Sud se caractérisent toutes par une épaisseur de ZNS dépassant les 20m. A première vue, la configuration hydrogéologique spécifique de ce secteur, avec cette épaisse ZNS au sein des dépôts de loess recouvrant l'aquifère des alluvions anciennes de la Bruche, favoriserait le retardement du transfert d'éventuels polluants vers ce dernier. Cependant, les terrains affleurants montrent une très forte propension à laisser s'infiltrer l'eau. Et contrairement aux deux précédentes zones de bordure, les résultats de ce calcul IDPR sont assez homogènes sur l'ensemble de ce secteur.

### 5.5.3. Comparaison avec l'inventaire transfrontalier de la qualité des eaux souterraines du Fossé Rhénan – focus sur les nitrates (Région Alsace, 2012)

L'illustration 80 ci-dessous représente un zoom sur la zone « Entzheim-Basse vallée de la Bruche » des résultats pour les nitrates 2009 de l'inventaire transfrontalier de la qualité des eaux souterraines dans le Fossé Rhénan (Région Alsace, 2012). Cette carte propose une sectorisation de cette zone où le fossé de la Bruche peut être considéré comme globalement moins problématique vis-à-vis des nitrates que la moitié Sud.

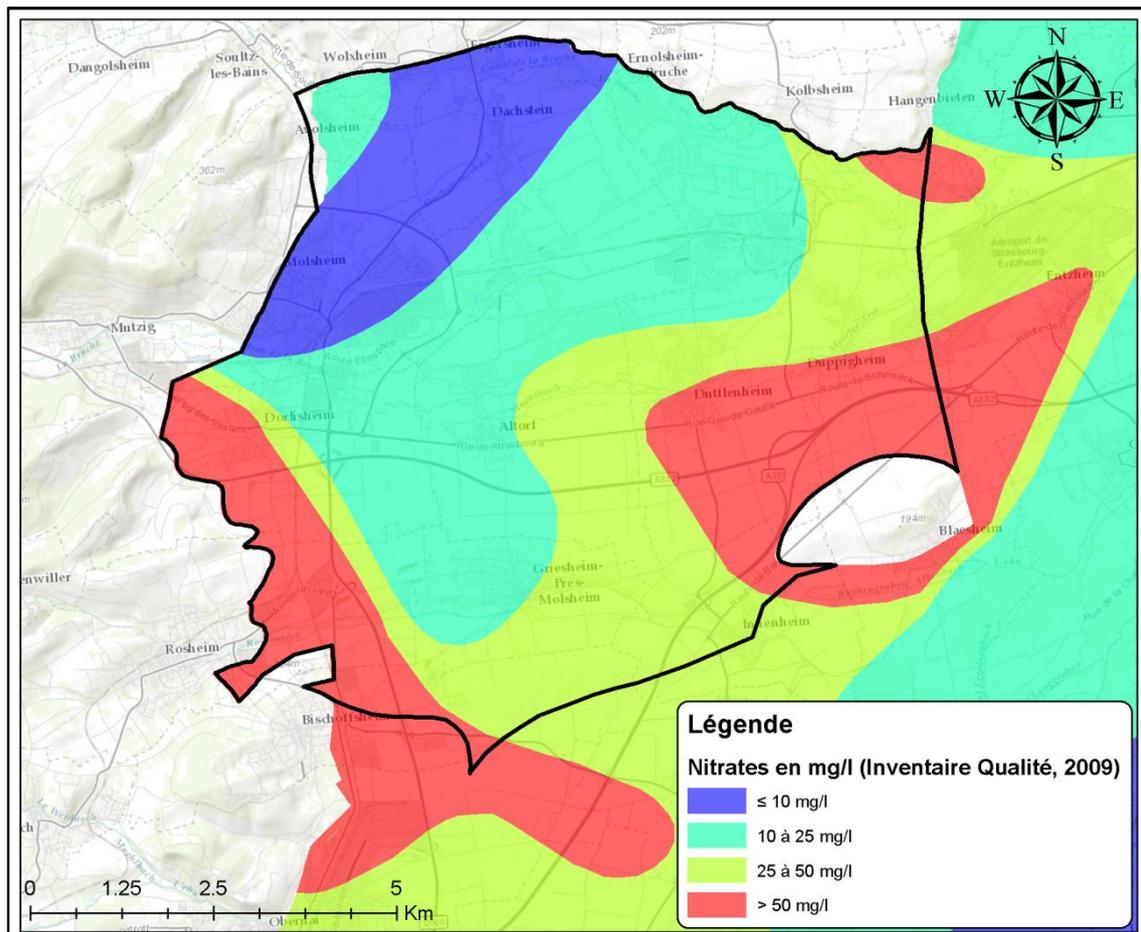


Illustration 80 : Carte des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines issues de l'Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans le Fossé Rhénan – zone de « Entzheim-Basse vallée de la Bruche » (Région Alsace, 2012)

Une bande entre Molsheim et Dachstein est mise en évidence, où les teneurs en nitrates dans la nappe ne dépasseraient pas 10 mg/l. Il s'agit ici d'une zone où la nappe bénéficie effectivement d'un apport en eau de bonne qualité par les cours d'eau de la Bruche et de la Mossig. Toutefois, les conclusions sur cette interpolation doivent être nuancées. En effet, certains ouvrages problématiques dans les années 90 n'ont pas été ré-échantillonnés dans le cadre de cet inventaire, alors que des valeurs supérieures à 150 mg/l en nitrates avaient été mesurées à l'époque, notamment vers Dachstein-gare (cf. chapitre 5.4.3). A noter également que le chapitre 5.3.3 démontre par ailleurs que les lignes d'écoulements souterrains partant de Dachstein-gare prennent la direction des terrasses d'Altorf et de Duppigheim, pour lesquelles les teneurs en nitrates dépassent 50 mg/l en 2009.

Le fossé de la Bruche, dont les pratiques agricoles ne sont pas aussi intenses qu'au niveau du horst de Griesheim, semble néanmoins relativement épargné vis-à-vis de cette problématique nitrates.

A contrario, les valeurs mesurées dans la nappe contenue dans les alluvions anciennes de la Bruche sous couverture lœssique, au niveau du Horst de Griesheim, sont nettement plus élevées. Ces fortes valeurs sont plutôt en cohérence avec les conclusions des chapitres précédents qui ont montré que, sur ce secteur, des pratiques agricoles historiques, intenses et variées étaient menées sur des terrains plutôt très favorables à l'infiltration. La couverture lœssique semble jouer son rôle de retardateur vis-à-vis des temps de transfert des intrants agricoles non dégradés par les cultures en surface.

Les secteurs les plus problématiques sont la bordure Ouest, au pied des collines sous-vosgiennes ainsi qu'une zone concentrée autour du Gloeckelsberg. Entre les deux, le panache de valeurs comprises entre 10 et 25 mg/l coïncide assez bien avec les directions d'écoulement souterrain présentées dans le chapitre 5.3.3, le long de l'axe de la paléovallée de la Bruche. Ces plus faibles valeurs coïncident avec cette zone capacitive, à maxima d'accumulation alluviale de la Bruche, avec des épaisseurs dépassant les 60m.

## **5.6. BILAN SUR L'ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES & PRECONISATIONS/RECOMMANDATIONS POUR AMELIORER LA CONNAISSANCE**

Historiquement, la moitié Sud de la basse vallée de la Bruche constitue la partie du secteur la plus exploitée pour ses eaux souterraines, profitant d'un contexte hydrogéologique favorable avec une nappe contenue dans les alluvions mindeliennes à rissiennes déposées par le cours d'eau durant le Quaternaire. Le chenal de la paléovallée de la Bruche, de direction Nord-Ouest/Sud-Est et mis en évidence à cet endroit dès les années 1960, constitue une zone d'accumulation alluviale importante (dépassant les 60m) et capacitive, qui participe aux bonnes caractéristiques hydrodynamiques et qualitative de la nappe en son sein.

Une densité importante d'ouvrages est recensée en moitié Ouest de la zone de bordure, de Molsheim à Altorf et vers Griesheim-près-Molsheim, qui sont généralement bien documentés, notamment du fait de nombreux forages destinées à l'AEP. La densité faiblit sensiblement en aval, à l'Ouest et au Nord-Ouest, avec une épaisseur alluviale beaucoup moins importante et des ouvrages par conséquent souvent très peu profonds et captant une portion de nappe sensiblement moins productive.

La carte géologique au 1/50000<sup>ème</sup> suppose l'existence de certaines failles sans qu'elles n'aient été réellement reconnues à ce jour, notamment la faille de la Bruche, celle délimitant la terrasse d'Altorf ou bien encore la faille de Duppigheim supposée du fait du resserrement des lignes de niveaux du toit du substratum marneux à cet endroit. Le tracé de la faille rhénane est quant à lui incertain car situé sous la couverture lœssique des versants Est des collines sous-vosgiennes. La réalisation de **plusieurs profils géophysiques à haute résolution**, localisés perpendiculairement à ces failles supposées permettraient de mieux appréhender le contexte structural de ce secteur, en confirmant (ou non) la présence de ces failles et la période à laquelle elles ont pu jouer. De même, plusieurs autres profils pourraient également être réalisés :

- perpendiculairement à l'axe principal de la paléovallée de la Bruche, dans l'objectif d'estimer au mieux l'épaisseur des alluvions anciennes de la Bruche à cet endroit ;

- perpendiculairement à l'axe principal de la paléovallée de la Mossig qui n'a pas été confirmée à l'issue des travaux menés dans le cadre de la BRAR sur la cartographie du toit du substratum en appui au programme franco-germano-suisse LIFE (Elsass, 1996).

Au sein du horst de Griesheim, seul un ouvrage est intégré au réseau de surveillance piézométrique DCE. Il s'agit de l'ancien captage AEP 02718X0005/G1 situé à Griesheim-près-Molsheim. L'hydrodynamisme particulier de la nappe en bordure Ouest du paléochenal de la Bruche n'est cependant pas véritablement bien appréhendé, alors qu'il avait fait l'objet d'un bon suivi avant les années 90. Pour ce faire, **intégrer un nouveau point de suivi piézométrique, entre Molsheim et Rosheim, au pied des collines sous-vosgiennes**, semblerait judicieux. Ceci permettrait éventuellement de travailler sur les hypothèses émises au niveau du point 02718X0003/285D, situé plus au Sud, sur le maintien du niveau de la nappe captée plus en aval lors des périodes moins pluvieuses

La couverture lœssique rissienne en moitié Sud de la zone de bordure semble assez homogène. Elle diffère des lœss würmiens carbonatés qui recouvrent les versants Est des collines sous-vosgiennes ainsi que des colluvions lœssiques, à dominante limono-argileuse, également observées au pied de ces collines. Connaissant la problématique de pollution nitratée observée sur ces secteurs lœssiques, il semble nécessaire d'améliorer les connaissances sur leurs caractéristiques en menant une **campagne de carottages dans ces lœss**, en plusieurs points des collines, qui seraient choisis de manière à intégrer toutes les configurations qui y sont rencontrées (colluvions, lœss plus ou moins carbonatés...). Sur les échantillons recueillis pourraient être réalisées des **mesures de leurs propriétés physico-chimiques et texturales** (porosité) ainsi qu'une **analyse graduée de certains polluants** (tous les 30 à 50 cm par exemple, ordre de grandeur de la distance annuelle parcourue verticalement par l'eau dans un lœss).

De manière générale, un travail d'**analyse de la chimie des eaux captées** par les ouvrages de la zone, surtout ceux au pied des collines sous-vosgiennes, semble nécessaire, sur la base de données historiques mais également issues de **campagnes terrain de prélèvement à mener en hautes eaux et basses eaux**. Dans le cas où ces eaux présenteraient des signatures chimiques distinctes selon les secteurs, cela pourrait remettre en question certaines des hypothèses émises dans la présente étude sur l'origine de l'eau. Croiser ces résultats avec ceux issus d'une campagne complémentaire de **datation des eaux** pourrait également permettre d'affiner la connaissance sur ce point.

Cette zone de bordure est la mieux documentée des trois zones de bordures examinées dans la présente étude. De ce fait, la réalisation d'ouvrage de reconnaissance n'est pas réellement nécessaire. Toutefois, il ne semble pas superflu de maintenir un effort continu dans la **fouille documentaire** sur les ouvrages déjà existants mais qui seraient, à ce jour, passablement décrits.

Les hypothèses émises sur une potentielle variation spatiale du sens des échanges entre la nappe et la Bruche au sein de la zone d'étude mériteraient d'être vérifiées sur la base d'autres métriques (jaugeage différentiel le long de la Bruche entre Molsheim et Ernolsheim-sur-Bruche, analyses hydrochimiques, corrélogrammes croisés piézométrie/débit, bilan hydrique complet via une modélisation globale avec prise en compte des données de pluies et de prélèvements avoisinants...).

Dans le cadre des prochains inventaires de la qualité des eaux souterraines du Fossé rhénan, il serait pertinent de :

- **réintégrer l'ouvrage 02714X0148/F** localisé au sein de la ferme Jaegerhof, au Sud de Dachstein-gare, qui a fait seulement l'objet de deux campagnes de suivi en 1991 et 1997, avec des teneurs relevées en nitrates de 200 puis 150 mg/l, très largement supérieure à ce qui est montré par l'interpolation réalisée dans le cadre de l'inventaire 2009 ;
- **poursuivre le suivi** de la pollution au bromacil mise en évidence sur l'ouvrage 02718X0005/G1 de Griesheim-près-Molsheim lors du dernier inventaire. Si celle-ci est confirmée, il sera alors nécessaire d'en rechercher les causes amont par une étude locale plus fine.



## 7. Bibliographie

### 7.1. BIBLIOGRAPHIE GENERALE

**Allier D., Tormo F., Brugeron A.** (2011) – Evaluation préliminaire du risque d'inondations par remontées de nappes. Rapport public BRGM/RP-59890-FR.

**Birtler C., Elsass P.** (2006) – Région Alsace. Banque Régionale de l'Aquifère Rhénan – Programme 2003-2006. Rapport final, Rapport BRGM/RP-54876-FR

**Brugeron. A., Allier. D., Klinka. T** (2012) – Approche exploratoire des liens entre référentiels hydrogéologique et hydrographique Première identification des piézomètres potentiellement représentatifs d'une relation nappe/rivière et contribution à leur valorisation. Rapport final BRGM/RP-61047-FR.

**DRAAF Alsace** (2014) – Une Agriculture Alsacienne aux Multiples Visages. Recensement agricole 2010. Agreste Alsace. Dossier n°3. Janvier 2014.

**Elsass P.** (1996) – Région Alsace. Banque Régionale de l'Aquifère Rhénan (BRAR). Compte-rendu d'avancement 1995 : Fichiers du substratum. Rapport BRGM/RR-38643-FR.

**Elsass P.** (2009) – Région Alsace. Banque Régionale de l'Aquifère Rhénan (BRAR). Rapport technique sur les travaux réalisés en 2008. Rapport BRGM/ALSNT09N01.

**Elsass P., Surdyk N.** (2009) – Région Alsace. Etude prospective de l'évolution des concentrations en produits phytosanitaires en nappe d'Alsace. Rapport BRGM/RP-57404-FR.

**Foucault A., Raoult J.-F.** (2001) – Dictionnaire de géologie. 5<sup>ème</sup> Edition. Editions DUNOD, Paris, 2001.

**Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, LUBW** (2002-2006) – Projet Interreg III – « Modélisation de la pollution des eaux souterraines par les nitrates dans la vallée du Rhin supérieur (MoNit) ».

**Mardhel V., Gravier A.** (2005) – Carte de vulnérabilité simplifiée des eaux souterraines du bassin Seine-Normandie. Rapport BRGM/RP-54148-FR.

**Mardhel V.** (2010) – Carte de vulnérabilité intrinsèque simplifiée des eaux souterraines du bassin Rhin-Meuse et de la région Lorraine. Rapport BRGM/RP-56539-FR.

**Menillet F.** (1995) – Les formations superficielles des Vosges et de l'Alsace. Identification, potentialités, contraintes. Rapport BRGM R38640, 106 p., 34 fig., 4 tabl., 20 ph.

**Région Alsace** (2009-2012) – Rapport final du projet Interreg IV – « Liaison Opérationnelle pour la Gestion de l'Aquifère Rhénan / LOGAR ».

**Région Alsace** (2012) – Inventaire 2009 de la qualité des eaux souterraines dans le Fossé rhénan supérieur.

**Richert J.** (2004) – Détermination des vitesses de transfert de l'eau, des nitrates et d'autres solutés dans la zone non saturée dans un loess profond. Rapport Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin.

**Risler J.-J., Elsass P., Kauffmann C., Schafer G.** (2006) - Plaine d'Alsace. Aquifères & Eaux souterraine en France - Tome 1. Éditions BRGM.

**Simler L., Millot G.** (1967) — Le réseau hydrographique alsacien à l'époque pliocène. Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr., 20, 3, p. 159-16.

**Toulet F., Lihmann D.** (2013) - Réseau piézométrique de la région Alsace - Gestion 2012. Rapport final APRONA.

**Urban S., Boucher J.** (2011) – Région Alsace. Banque Régionale de l'Aquifère Rhénan – Programme 2008-2010. Rapport final BRGM/RP-59978-FR.

**Urban S., Boucher J., Mardhel V., Xu D., Schomburgk S.** (2013) – Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Rhin-Meuse. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1, 2 et 3 en Alsace. Rapport final. Mise à jour BDLISA Version 0. BRGM/RP-62217-FR.

**Vogt H.** (1992) – Le relief en Alsace. Etude géomorphologique du rebord sud-occidental du Fossé Rhénan, 240 p., Oberlin ed., Strasbourg.

## **7.2. BIBLIOGRAPHIE SPECIFIQUE A LA ZONE « GRABEN DE PFULGRIESHEIM »**

**Buard C., Talbot A.** (1994) – Recherche de nouvelles ressources. Note BRGM/Alsace. N 500 STR 4593.

**BRGM** (1972) – Carte géologique de la France à 1/50000. Feuille n°XXXVIII-15 de Brumath-Drusenheim.

**Communauté Urbaine de Strasbourg, CUS** (2012) - Rapport annuel 2012 sur la qualité et le prix du service de l'eau et de l'assainissement.

**Elsass P., Rau S.** (1995) – Projet DR EG 52. Notice des coupes hydrogéologiques de la feuille Strasbourg-Offenburg. Rapport BRGM/RR-38272-FR.

**Frey C.** (2006) – Recherche de nouvelles ressources en eau. Réalisation d'un forage de reconnaissance à Oberhausbergen (67). Etude de faisabilité. Rapport ANTEA A 41248/A pour la CUS, 22 p., 1 ann.

**Gemin V., Meurer T., Mathieu F.** (1998) – Recherche de nouvelles ressources en eau potable sur le site de Pfulgriesheim (67). Etude hydrogéologique complémentaire. Rapport ANTEA A 13783 pour le SDEA, 47 p., 13 ann.

**Skrzypek E., Cruz Mermy D., Chèvremont P. et Ménillet F.** (2007) - Carte géologique harmonisée du département du Bas-Rhin (67). Notice géologique. BRGM/RP-56028-FR, 319 p., 4 fig., 3 tab., 8 ann., 3 pl. horstexte

**Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle (SDEA) (2014)** – Rapport annuel 2013 sur le prix et la qualité du service public d'eau potable. Syndicat des Eaux de Strasbourg-Nord. Version du 15/05/2014.

**Talbot A., Bendler J. (2004)** – Observatoire de la nappe au droit du territoire de la CUS. Ancienne décharge d'Oberschaeffolsheim-Ittenheim (67). Suivi de la qualité des eaux souterraines. Rapport ANTEA A 33895/A pour la CUS, 24 p., 5 ann.

### **7.3. BIBLIOGRAPHIE SPECIFIQUE A LA ZONE « MOMMENHEIM-BRUMATH-CONE DE LA ZORN »**

**Agence de Développement Et d'Urbanisme de l'agglomération Strasbourgeoise, ADEUS (2013)** – Référentiel paysager du Bas-Rhin. Synthèse sur le secteur des collines et deltas entre Zorn et Moder et forêt de Haguenau.

**APRONA (2013)** – Etude de la nappe du Plio-Quaternaire de la Terrasse de Haguenau-Riedseltz : de la synthèse des données à la modélisation. Rapport APRONA. 107 pages - 14 annexes – 40 références.

**BURGEAP (1999)** – Champ captant de Mommenheim (67) – Etude diagnostic sur la contamination en produits phytosanitaires. Rapport final à la demande du SDEA.

**BRGM (1972)** – Carte géologique de la France à 1/50000. Feuille n°XXXVIII-15 de Brumath-Drusenheim.

**De Baulny H. (1966)** - La Moder. Etude hydrologique. Rapport de thèse. Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

**Morel. G., Ungemach. P. (1971)** – Etude hydrodynamique de la nappe des formations pliocènes de la région de Haguenau. Rapport hydrogéologique préliminaire a la simulation sur modèles mathématiques et analogies électriques. Rapport BRGM/71-SGN-249-SGAL.

**Quesnel F., Lacquement F., Kramers E., Greder C., Elsass P. (2002)** – Cartographie thématique numérique à 1/25 000 des formations superficielles de la Plaine rhénane sur les zones Centre-Plaine et Sud-Alsace. Rapport BRGM RP-52145-FR, 47 p., 8 fig., 2 ann.

**Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle, SDEA (2014)** – Rapport Annuel 2013 sur le Prix et la Qualité du Service Public d'Eau Potable. Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle. Communauté de communes de la Basse Zorn. 28/04/2014.

**Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle, SDEA (2014)** – Rapport Annuel 2013 sur le Prix et la Qualité du Service Public d'Eau Potable. Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle. Périmètre de Hochfelden et environs. 28/04/2014.

**Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle, SDEA (2014)** – Rapport Annuel 2013 sur le Prix et la Qualité du Service Public d'Eau Potable. Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle. Ville de Brumath. 25/07/2014.

**Tridon E. (2012)** – Etude sur la nappe Plio-Quaternaire de la Terrasse de Haguenau : synthèse des données hydrogéologiques et modélisation. Rapport de stage de fin d'études réalisé à l'APRONA.

**Tridon E., Toulet F.** (2013) – Champ captant de Mommenheim. Synthèse bibliographique. Rapport APRONA.

**Urban. S., Winckel. A., Surdyk. N., Gourcy. L., Mazoyer. E** (2013) - Etude prospective de l'évolution des concentrations en nitrates et phytosanitaires pour les captages de Mommenheim et de la ville de Mulhouse (Hardt Sud). Rapport final BRGM/RP-61711-FR, 209 p., 144 ill. , 3 ann., 1 CD.

#### **7.4. BIBLIOGRAPHIE SPECIFIQUE A LA ZONE « ENTZHEIM-BASSE VALLEE DE LA BRUCHE »**

**Agence de Développement Et d'Urbanisme de l'agglomération Strasbourgeoise, ADEUS** (2011) – Référentiel paysager du Bas-Rhin. Synthèse sur le secteur de la vallée de la Bruche.

**BRGM** (1971) – Carte géologique de la France à 1/50000. Feuille n°XXXVIII-16 de Strasbourg et sa notice descriptive.

**BRGM** (1975) – Carte géologique de la France à 1/50000. Feuille n°XXXVII-16 de Molsheim et sa notice descriptive : Mont-Ste Odile, Vallée de la Bruche, Nideck.

**Daessle. M.** (1979) – Recherche d'eau dans la zone industrielle d'Ernolsheim sur Bruche. Puits expérimental n°272-1-87. Janvier 1979

**Reboucas. A.D.C** (1964) – Etude hydrogéologique de la région comprise entre les vallées de la Bruche et du Giessen. Mémoire présenté à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg – Institut de géologie, le 29 juin 1964.

**Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle, SDEA** (2014) – Rapport Annuel 2013 sur le Prix et la Qualité du Service Public d'Eau Potable. Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle. Communauté de communes de la région de Molsheim-Mutzig. 02/06/2014.

**Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle, SDEA** (2014) – Rapport Annuel 2013 sur le Prix et la Qualité du Service Public d'Eau Potable. Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle. Périmètre de Griesheim-près-Molsheim. 22/04/2014.

**Schwoerer. P.** (1977) – Note concernant la recherche d'eau dans la zone industrielle d'Ernolsheim-sur-Bruche (Bas-Rhin). Avril 1977.

**Simler L., Millot G., Fischer E., Gilly S.** (1967) - La basse vallée de la Bruche à l'époque pliocène. Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr., t. 20, 3, p. 167-173.

**Simler. L.** (1971) – Syndicat des Eaux de Molsheim - Etude des possibilités aquifères des alluvions de la BRUCHE - 14 décembre 1961.



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

**Direction régionale Alsace**

Parc Activités Porte Sud  
Rue Pont du Péage – Bâtiment H1  
67118 – GEISPOLSHHEIM - France

Tél. : 03 88 77 48 90