

4. Secteur Mommenheim-Brumath-cône de la Zorn

4.1. DESCRIPTION GENERALE DU SECTEUR

4.1.1. Contexte topographique et limites du secteur

La zone de bordure dite de « Mommenheim-Brumath-cône de la Zorn » est située dans le département du Bas-Rhin, au Nord-Ouest de Strasbourg. Elle comprend deux entités paysagères distinctes que sont :

- dans sa moitié Nord, les **collines de Brumath**, localisées en rive gauche de la Zorn entre Wittersheim et Weyersheim ;
- dans sa moitié Sud, une partie du **cône de déjection de la Zorn**, entre Mommenheim et Hœrdt, comprenant notamment les terrasses sablo-caillouteuses localisées de part et d'autre de la Zorn dans sa partie amont.

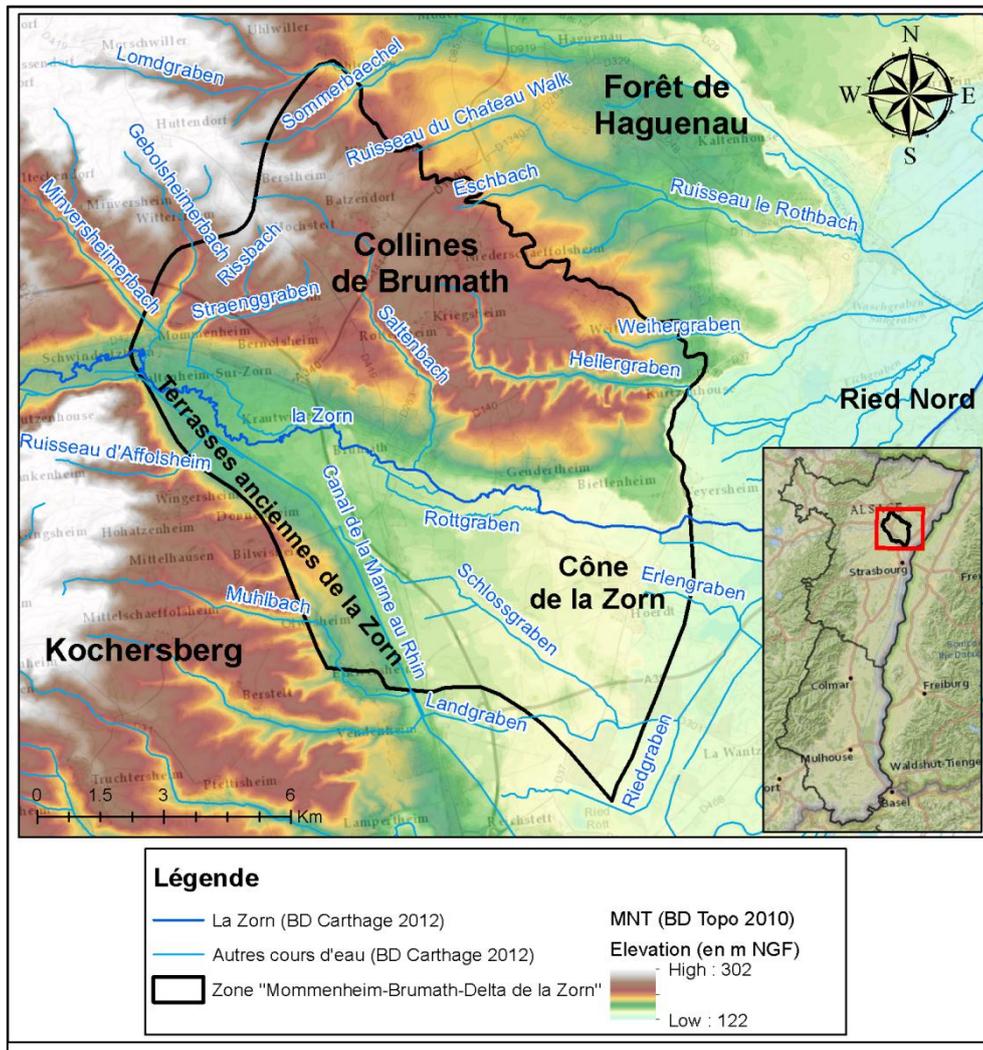


Illustration 29 : Carte d'élévation topographique du secteur « Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn » et de localisation des cours d'eau (MNT : Modèle Numérique de Terrain)

La vallée de la Zorn est assez resserrée dans sa partie amont jusqu'à Mommenheim (limite ouest du secteur). A cet endroit, la rivière franchit le horst bordier du « Golfe de Saverne » puis elle s'élargit quelque peu en aval. Au niveau de Brumath, la vallée s'inscrit sur le bord nord d'un grand éventail ouvert vers le Sud-Est, qui constitue le « cône würmien de la Zorn ». Ce cône domine de quelques mètres la vallée de la Zorn au Nord et la vallée du Rhin à l'Est (talus sinueux bien net qui constitue la limite Est du secteur). Il est dominé d'une part par le rebord Est du Kochersberg dans la région de Vendenheim, d'autre part par une ancienne terrasse de la Zorn à l'Ouest du canal de la Marne au Rhin.

Les collines au Nord de Brumath ont un relief confus et une hydrographie désordonnée et très diversement orientée, avec une prédominance cependant de direction Sud et Est. D'après les travaux menés pour la carte géologique au 1/50000^{ème}, l'existence éventuelle de failles (qui n'ont pu être reconnues) pourrait expliquer le tracé de certains ruisseaux, notamment le coude à angle droit du Hellergraben, de même qu'une certaine dissymétrie des versants, le versant nord étant souvent plus raide (cas du Saltenbach par exemple). Ces collines s'élevant à des hauteurs oscillant entre 170 et 200 m NGF contrastent avec la vallée de la Zorn qui culmine à 150m à Mommenheim et s'abaisse progressivement vers l'Est pour atteindre environ 140m à Hœrdt.

Sur le plan de l'hydrographie, la majorité des affluents de la Zorn dans la moitié amont du cône de déjection s'écoulent dans une direction Nord-Sud et proviennent des collines en rive gauche. Ils contrastent avec les cours d'eau Hellergraben et Weihergraben qui circulent dans ces collines au Nord-Est de Brumath dans une direction Ouest-Est et se jettent dans la Moder.

Le cône würmien constitue dans l'ensemble un milieu sec, très filtrant, que drainent deux petits ruisseaux, le Neubaechel et le Schlossgraben, ce dernier à peu près dans l'axe du cône. Il est également traversé par le canal faisant la jonction entre la Marne et le Rhin. Certains ruisseaux provenant du Kochersberg comme le Muhlbach puis le Landgraben s'écoulent vers l'Est en traversant la partie méridionale du cône de la Zorn.

4.1.2. Critères utilisés pour délimiter le secteur

Cette zone de bordure a la particularité de comprendre en son sein plusieurs formations géologiques aquifères, avec des lithologies parfois bien distinctes, et qui peuvent être localement en relation hydraulique les unes avec les autres. En effet, elle correspond à une zone complexe du point de vue hydrogéologique, du fait notamment du débouché de l'aquifère des alluvions vosgiennes de la Zorn et de l'influence des formations pliocènes des collines de Brumath environnantes.

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 zones de bordure (cf. Illustration 30 – secteurs hachurés en jaune) :

- les alluvions plio-quadernaires de Haguenau-Riedseltz dans leur globalité (de Brumath à Wissembourg) ;
- une zone en rive droite de la Zorn allant des terrasses anciennes sablo-caillouteuses de la Zorn jusqu'au graben de Pfulgriesheim.

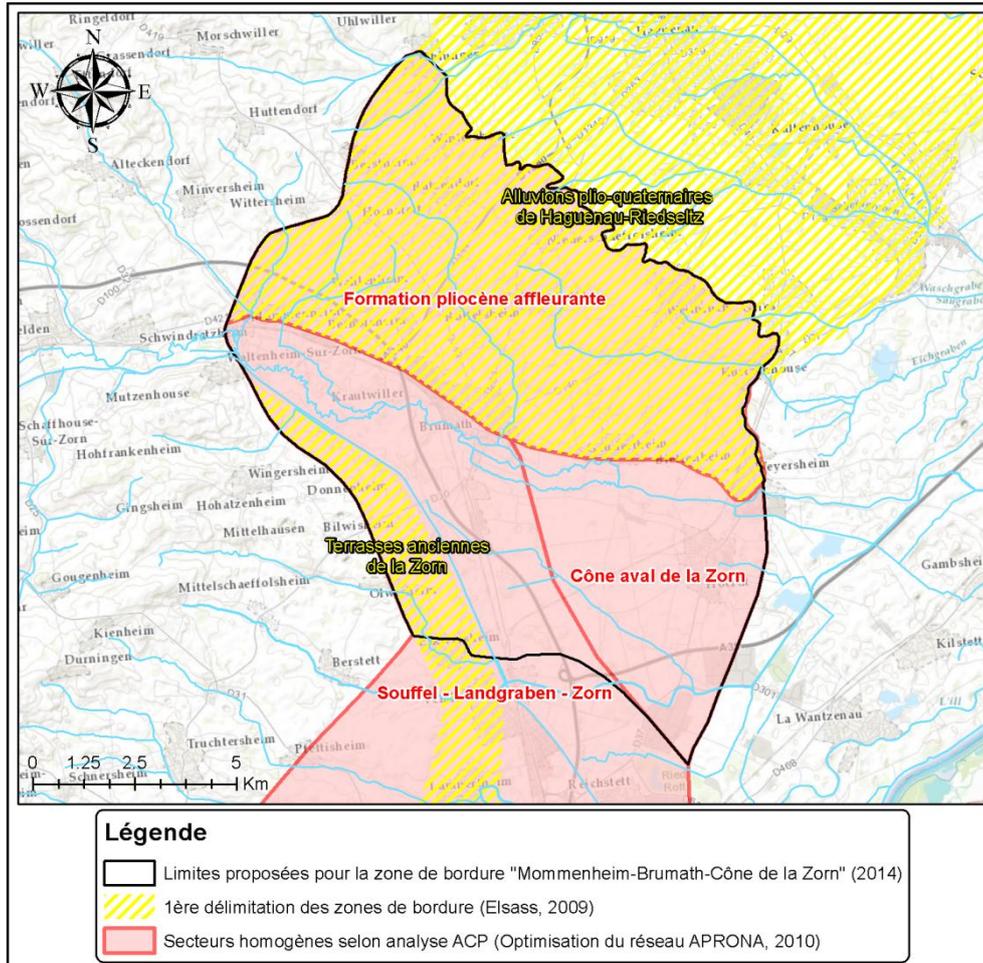


Illustration 30 : Les évolutions dans la définition d'un zonage homogène dans le secteur de la Zorn à travers trois études (Elsass, 2009 – Urban *et al.*, 2010 – Présente étude, 2014)

Les travaux d'optimisation du réseau de surveillance de l'APRONA (Urban *et al.*, 2010) ont permis d'identifier trois secteurs distincts du point de vue des facteurs expliquant les signaux piézométriques (cf. Illustration 30 – secteurs en rouge) :

- Le secteur « Souffel-Landgraben-Zorn » incluant la zone de bordure des terrasses anciennes en rive droite de la Zorn ainsi que la moitié Ouest de son cône de déjection. Les caractéristiques de ce secteur ont été décrites dans le chapitre 3.1.2. Seule sa partie Nord en lien avec la Zorn est considérée ici ;
- Le secteur « Cône aval de la Zorn » qui est un secteur très clairement caractérisé « *par des apports latéraux particuliers ou flux de bordure* ».
- Le secteur « Formation pliocène affleurante entre Zorn et Moder » qui coïncide parfaitement avec la partie Sud-Ouest de la zone de bordure des alluvions plio-quaternaires de Haguenau-Riedseltz cartographiée par Elsass en 2009. Contrairement aux deux autres, la délimitation de ce secteur n'est pas le résultat de l'analyse ACP des signaux piézo-pluie-débit. En effet, aucun point d'eau ayant une chronique piézométrique suffisante n'y avait été répertorié à l'époque. Sa délimitation est issue du référentiel BDLISA (cf. chapitre 4.3.1) et coïncide également avec un précédent travail de sectorisation mené dans les années 1970.

Les contours proposés dans la présente étude (cf. Illustration 30 – secteurs bordé en noir) s'appuient par conséquent préférentiellement sur cette dernière sectorisation, en particulier pour sa limite Est qui correspondrait plus ou moins à la limite de disparition des alluvions vosgiennes de la Zorn.

La limite la plus hypothétique correspond à la limite Sud qui part du secteur « Cône aval de la Zorn » pour rejoindre l'extrémité Sud des terrasses anciennes de la Zorn.

4.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL

4.2.1. Description générale

Tout comme le graben de Pfulgriesheim, le secteur des collines de Brumath est un pays loessique. Le loëss a été déposé sur un bloc tectonique intermédiaire, au cours de phases climatiques froides du Quaternaire, par suite de la déflation éolienne sur les cônes des affluents vosgiens du Rhin que sont, à cet endroit, la Zorn et la Moder (végétation de steppe). Le substratum que recouvre le loëss dans la zone au Nord de Brumath est d'âge Pliocène et se raccorde, au Nord, au Pliocène en affleurements étendus de la région de Bischwiller—Haguenau. L'épaisseur du loëss ensuite est moins forte que pour le Kochersberg et décroît en allant vers le Nord.

La vallée de la Zorn est constituée de sables et de limons holocènes d'origine vosgienne (sable rose). Sur les bords du cours d'eau, en rive droite comme en rive gauche, de petites terrasses sablo-caillouteuses d'âge relativement ancien sont observées :

- Mindel en rive droite (sables et galets très rubéfiés – voir paragraphe suivant),
- Riss en rive gauche (sables et galets rubéfiés en amont de Krautwiller—Brumath, sables roses à rouges en aval de ces localités).

Le « cône würmien de la Zorn », qui s'ouvre vers le Sud-Est est également à composition essentiellement sableuse (sable rose). Ce cône est dominé d'une part par le rebord Est du Kochersberg dans la région de Vendenheim, d'autre part par une ancienne terrasse mindelienne de la Zorn à l'Ouest du canal de la Marne au Rhin, composée de sables et galets en strates alternativement rubéfiées et décolorées. Sur toutes les terrasses de la Zorn se rencontrent de nombreux indices de l'action éolienne passée : galets éolisés, micro-dunes.

Ces différentes formations sont représentées en Illustration 31, sur la coupe géologique d'orientation S.W-N.E entre Berstett et Geudertheim, réalisée dans le cadre de la carte géologique au 1/50000^{ème}.

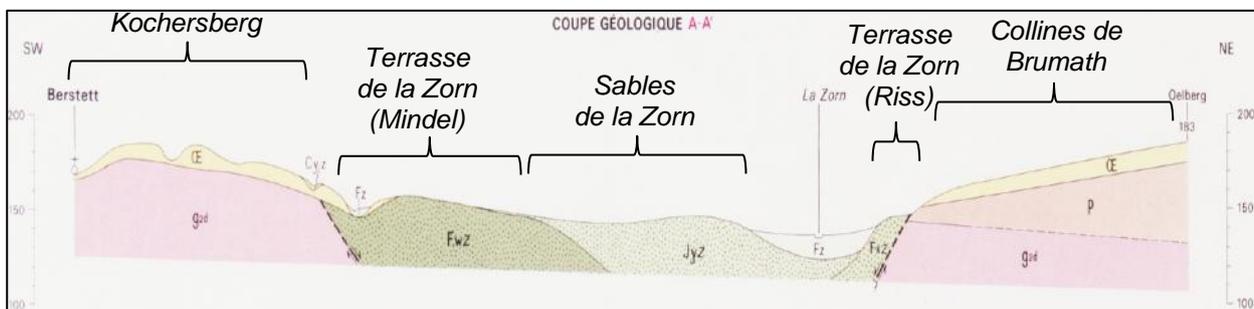


Illustration 31 : Coupe géologique traversant le cône de déjection de la Zorn, entre les villages de Berstett et de Geudertheim (carte géologique au 1/50000^{ème}, BRGM, 1972)

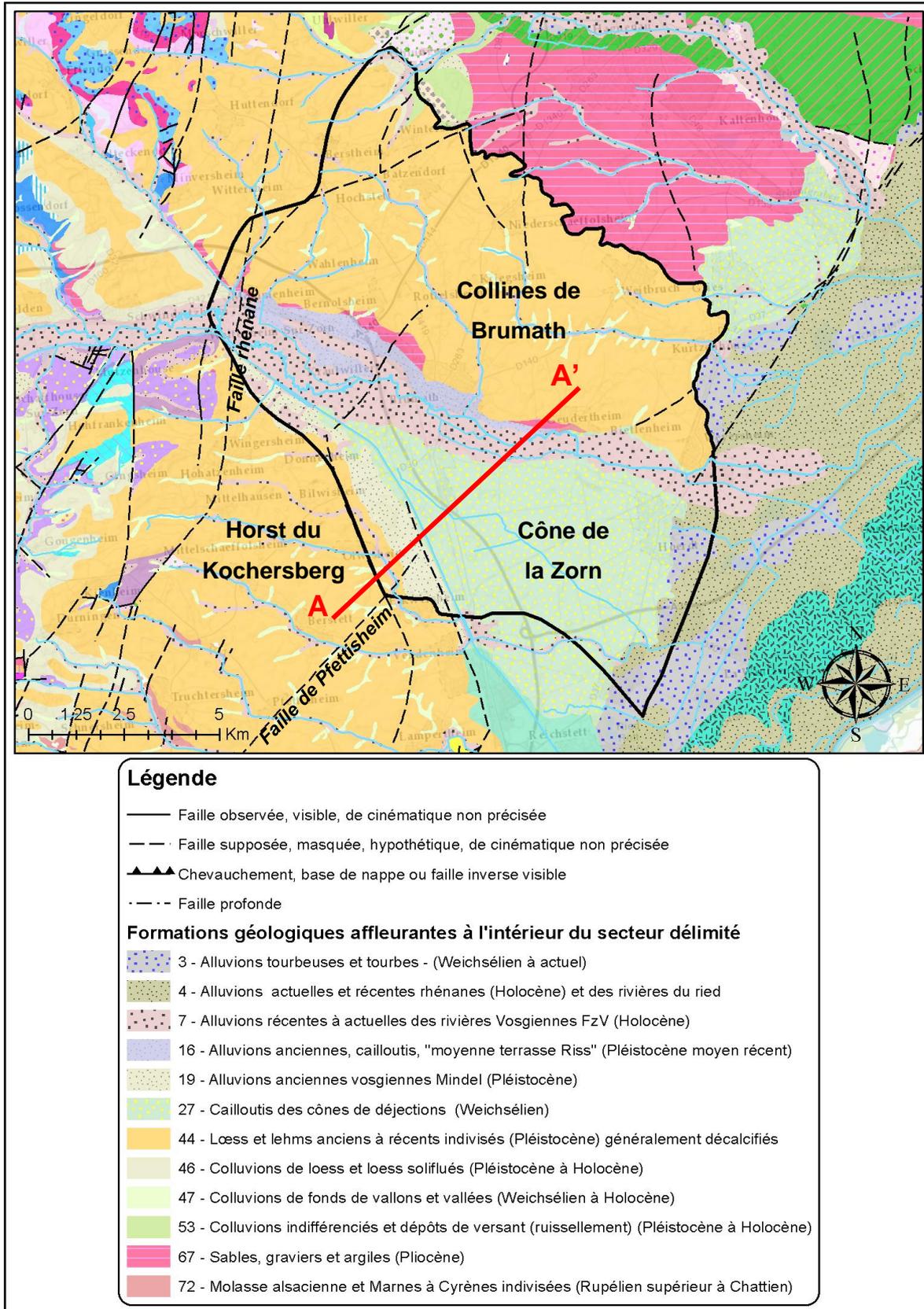


Illustration 32 : Extrait de la carte géologique au 1/50000^{ème} centrée sur le secteur « Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn » d'après la carte géologique de Brumath-DRusenheim (BRGM, 1972)

L'élément structural essentiel qui constitue la limite Ouest de ce secteur est la faille rhénane de direction S.SW-N.NE⁴. Cette dislocation à fort rejet borde le champ de fractures de Saverne à l'Est ; elle marque conventionnellement la limite entre les faciès conglomératiques de bordure de l'Oligocène ou à défaut les terrains secondaires situés à l'Ouest et les faciès marneux oligocènes du centre du bassin, situés à l'Est. A la hauteur de Mommenheim, cette faille a pu bien être localisée à la suite des prospections pétrolières qui ont été menées dans cette région et son rejet y est estimé entre 1600 à 1800 m - extrapolé d'après le mur du Keuper (BRGM, 1972).

La paléovallée de la Zorn

A son débouché sur la plaine, la Zorn a creusé, à l'époque pliocène, une profonde vallée en direction du Sud-Est (cf. Illustration 33), 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 (Menillet, 1995).

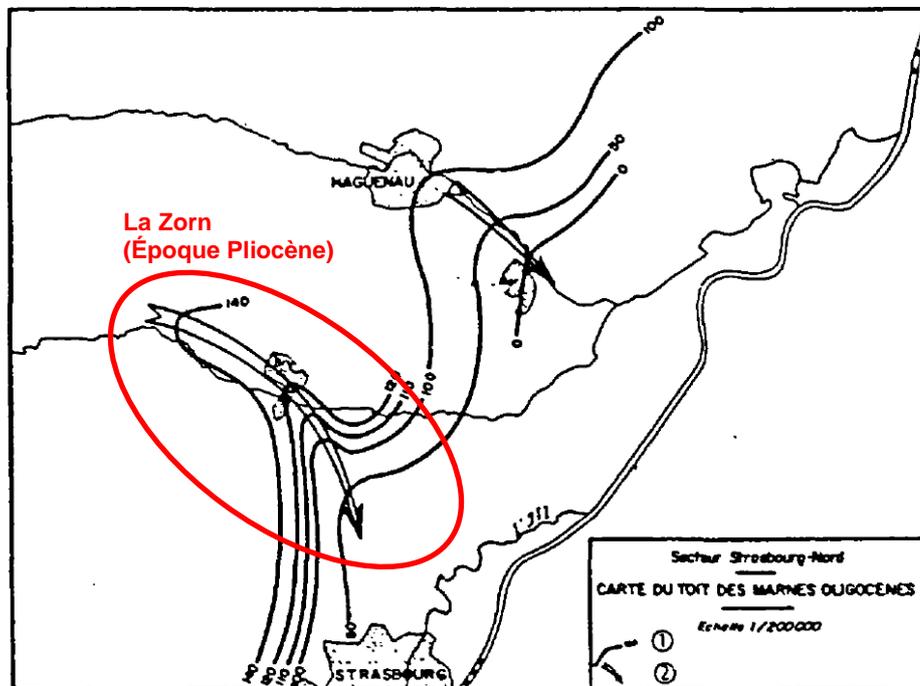


Illustration 33 : Paléovallées pliocènes dans la région de Strasbourg. Les courbes de niveau sont établies au toit de l'Oligocène. 1 : courbe de niveau du toit des marnes et sa cote, 2 : dépression (Simler et Millot, 1967)

D'après Vogt (1992), cette paléovallée, probablement profonde de plusieurs dizaines de mètres, 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 34).

⁴ Sud-Sud-Ouest / Nord-Nord-Est

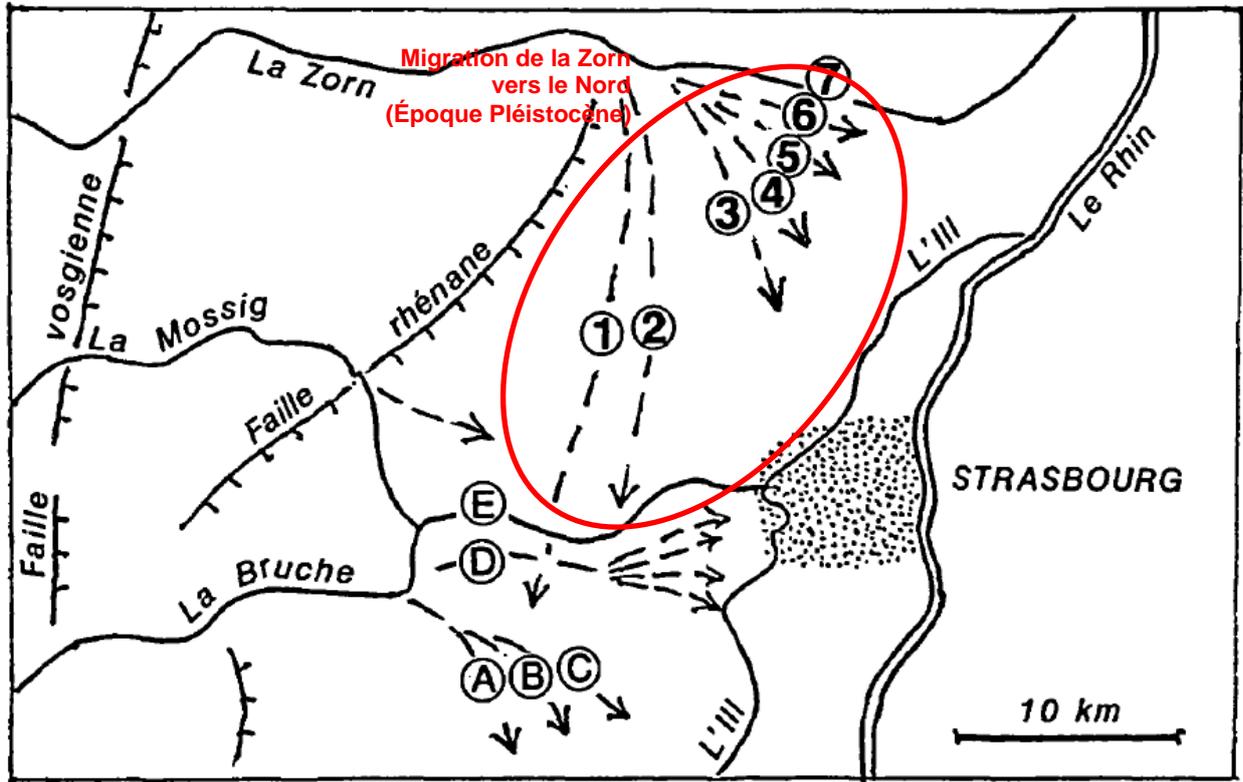


Illustration 34 : Migration du cours de la Zorn (1 à 7) vers le Nord, au cours du Quaternaire (d'après Vogt, 1992)

Ces vallées fossiles sont des témoins des anciens cours d'eau qui ont érodé le substratum marneux avant le dépôt des couches du Plio-Quaternaire et elles ont un impact non négligeable sur la transmissivité de la nappe qui y est plus importante dans ces zones (Simler et Millot, 1967).

4.2.2. Cartographie des formations superficielles (BRAR, 2011)

La carte des formations superficielles (Urban et Boucher, 2011) confirme la présence à l'affleurement, sur les collines de Brumath, d'un multicouche de loëss, parfois entaillé de colluvions loëssiques au bas des petits talwegs formés par les affluents de la Zorn et de la Moder. Les travaux menés dans le cadre de cette carte ont permis d'estimer l'épaisseur de ces loëss en divisant les collines en trois secteurs :

- entre Mommenheim et le ruisseau le Rissbach, 9 points d'observation recensés permettent d'estimer l'épaisseur moyenne des loëss à environ 18m. Des poupées de loëss y sont observées (concrétions calcaires généralement observées en partie inférieure des loëss) ;
- entre le ruisseau le Rissbach et le ruisseau le Saltenbach, le recensement de 21 points d'observation permet d'estimer l'épaisseur moyenne des loëss dans ce secteur autour de 16m ;
- entre le ruisseau le Saltenbach et la limite Est du secteur, 16 points d'observation recensés ont montré une épaisseur moyenne de loëss à 12m.

L'épaisseur des loëss semble diminuer en direction de l'Est mais reste, en moyenne, toujours assez conséquente (supérieure à 10m). Bien que ces loëss puissent, de par leurs propriétés

intrinsèques, constituer localement des petits aquifères perchés (supposément captés par certains puits – cf. chapitre 4.4), les sables fins à grossiers du Pliocène situés en-dessous constituent le premier véritable aquifère rencontré au niveau de ces collines.

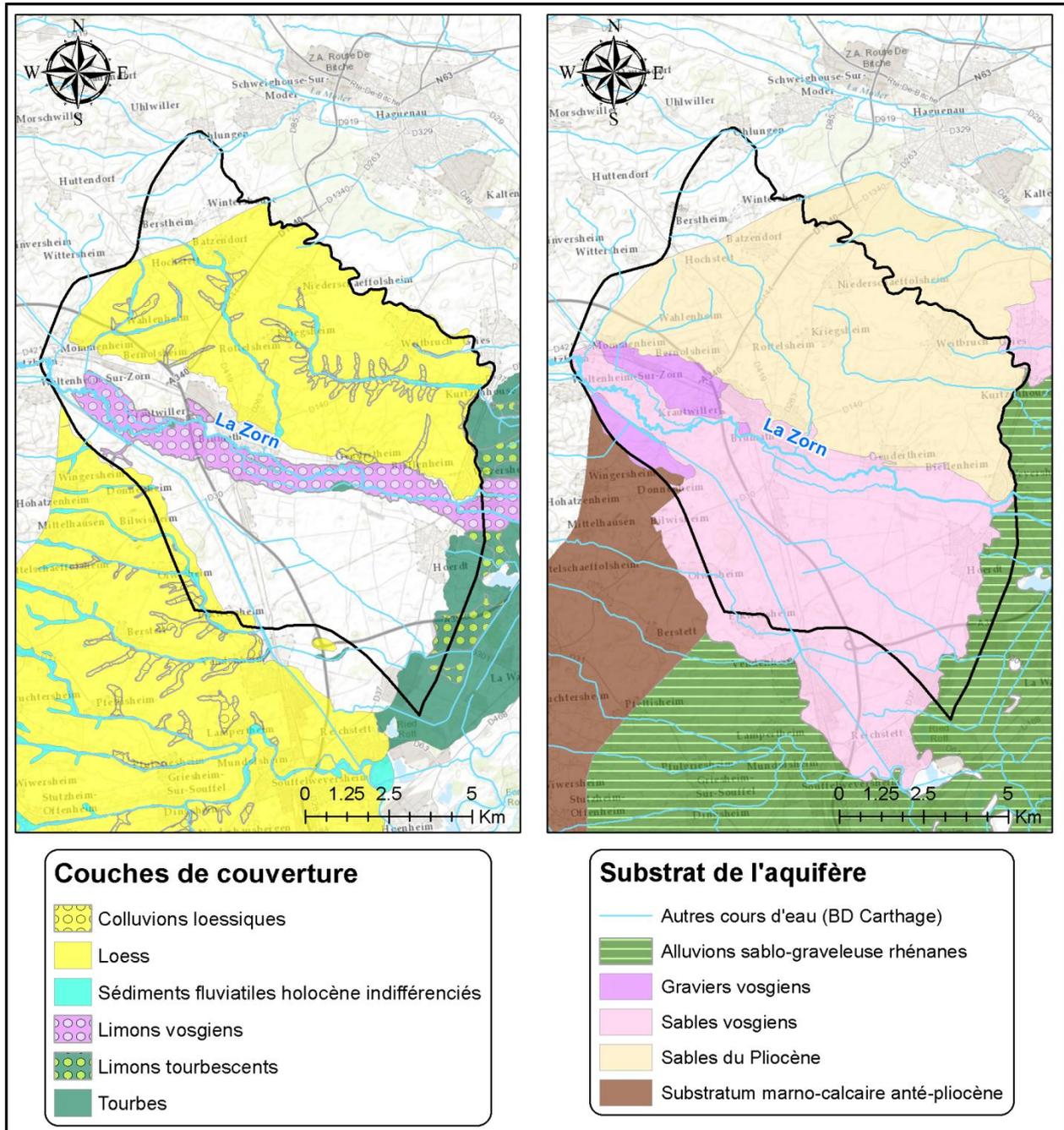


Illustration 35 : Cartographie des formations superficielles dans la zone Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn - à gauche, les formations récentes de couverture, à droite le substrat des formations aquifères (d'après Urban et Boucher, 2011)

Dans la vallée de la Zorn, les limons récents associés au cours d'eau ne dépassent pas 3m d'épaisseur. Ils surmontent les alluvions sableuses, constituées essentiellement de sable quartzeux à enduit ferrugineux ou argilo-ferrugineux, lui donnant une teinte rose rouge, avec des interstratifications de petits galets de quartz et de quartzite, matériaux remaniés des grès du Buntsandstein (Trias inférieur, principalement le Grès vosgien). Ces alluvions s'étendent en

éventail sur l'ensemble du cône de déjection de la Zorn et peuvent atteindre jusqu'à 20m d'épaisseur.

Dans la partie amont du cône, en rive droite et gauche du cours d'eau, sont observées des terrasses anciennes plus caillouteuses, épaisses en moyenne de 3m (12 points d'observation).

4.2.3. Description des formations géologiques principales rencontrées à l'affleurement

La Molasse alsacienne et les Marnes à Cyrènes indivisées de l'Oligocène

Un affleurement de cette formation est cartographié par Dubois à Geudertheim. Néanmoins, des études géophysiques postérieures à la réalisation de la carte géologique de Brumath-Drusenheim (1972) ont démontré l'absence de terrains oligocènes affleurants à Geudertheim. Néanmoins, ces formations sont bien présentes sous couverture des sables du Pliocène au niveau des collines de Brumath.

Les sables, graviers et argiles du Pliocène

Les formations sableuses du Pliocène affleurent en bas des flancs des collines de Brumath, en rive gauche de la Zorn, à Mommenheim, au Nord-Ouest de Brumath et à Geudertheim. Elles sont recouvertes par les loess quaternaires des collines et se retrouvent de nouveau à l'affleurement du côté d'Haguenau.

Le Pliocène supérieur présente un granoclassement positif, les grains varient de la taille des silts en haut de la série à la taille des sables, des graviers voire des couches conglomératiques à la base de la série (Morel et Ungemach, 1971). Ces différentes granulométries rencontrées résultent de la grande variabilité du lit des anciens cours d'eau et de leur dynamique alternant des phases de périodes agitées et calmes.

Ces formations présentent de nombreuses lentilles argileuses grises témoignant du passé fluvio-lacustre des alluvions du Pliocène et d'une structure anastomosée complexe. Elles sont notamment observables dans une carrière située à l'Ouest de Mommenheim (BRGM, 1972). Ces passées argileuses, très variables spatialement, peuvent résulter d'une vaste zone d'épandage des rivières vosgiennes où l'énergie de transport diminuait en s'éloignant des Vosges (APRONA, 2013).

Contrairement aux alluvions rhénanes constituées de sables, graviers et galets gris verdâtres recouvertes de limons tourbeux brunâtres, les alluvions pliocènes sont fortement décalcifiées et décolorées, elles présentent des teintes gris-blanc. Cet aspect décoloré est dû à la perte d'une grande partie du fer des sables rouges vosgiens dont elles sont issues (De Baulny, 1966).

Les formations du Pléistocène

- **Cailloutis et sables en rive droite de la Zorn ou « Terrasse mindelienne de la Zorn » (Mindel)**

Il s'agit d'un dépôt d'origine vosgienne actuellement en position de terrasse sur la rive droite de la Zorn dans le secteur compris entre Waltenheim et Vendenheim. Sa lithologie varie d'un faciès grossier caillouteux entre Waltenheim et le Nord-Est de Donnenheim à un faciès plus sableux du Nord-Est de Donnenheim à Vendenheim (particulièrement en surface).

Le matériel grossier est constitué de galets de quartzite blanc pris dans une matrice sablo-argileuse. La couleur rouge de l'ensemble du matériel témoigne de l'important épisode de pédogenèse caractérisant l'Interglaciaire Mindel-Riss, période ayant permis la conservation des oxydes de fer. Au Nord-Est de Donnenheim se rencontrent en surface quelques galets éolisés qui attestent la violence et la constance des vents à la fin du Würm.

- **Cailloutis et sables en rive gauche de la Zorn ou « Terrasse rissienne de la Zorn » (Riss)**

Ce dépôt d'origine vosgienne est représenté par des lambeaux de terrasses conservés sur la rive gauche de la Zorn entre Mommenheim et Geudertheim. L'ouvrage 02342X0021/SGE situé à Krautwiller en a recoupé une épaisseur de 7m environ pour retrouver ensuite les sables Pliocène.

De couleur brun-rouille, ce matériel est beaucoup plus grossier que celui du Würm (voir ci-dessous). Vers Brumath se produit un changement de granulométrie, les dépôts essentiellement caillouteux à l'Ouest devenant exclusivement sableux à l'Est, où ils sont en partie recouverts par des colluvions loessiques. Les dépôts grossiers rissiens se retrouvent sous 2,40 m de sables würmiens à Stephansfeld.

- **Graviers rhénans rissiens et Alluvions sablo-graveleuses rhénanes würmiennes – formations non affleurantes**

Les graviers rhénans rissiens ont été reconnus principalement en dehors de la zone de bordure du côté de Bischwiller et Offendorf. Les sables et graviers rhénanes würmiennes existent quant à elles à faible profondeur, sur toute l'étendue de la basse plaine rhénane (limite est de la zone de bordure) et sont recouverts par des alluvions tardiglaciaires et holocènes (Ried de Weyersheim).

Ces formations d'origine rhénane sont présentes dans la partie aval du cône de déjection de la Zorn, sous les alluvions vosgiennes mais leur extension vers l'ouest est mal connue. Seuls quelques forages réalisés vers Geudertheim et Hœrdt ont permis de mettre en évidence ces formations, sur quelques mètres d'épaisseur (cf. paragraphe suivant).

- **Cailloutis des cônes de déjection de la Zorn (Würm)**

Cette formation se compose de sables quartzeux roses ou rouges, parfois décolorés avec des galets de quartzites. D'après les coupes de forages, l'épaisseur de cette formation varie de 10 à 20m par endroit, entre Mommenheim et Brumath.

Plus en aval, l'épaisseur de cette formation est plus délicate à estimer car la distinction avec les alluvions rhénanes sous-jacentes est parfois difficile. On parlera alors d'alluvions Riss à Würm indifférenciées. Néanmoins, certaines coupes de forages (02343X0022/F2 à Geudertheim et 02343X0174/FGE à Hœrdt) distinguent une épaisseur de 7 à 8m d'alluvions würmiennes vosgiennes de couleur rouge recouvrant les alluvions gris-blanc d'origine rhénanes, probablement rissiennes.

A Stephansfeld, les sables présentent dans leur assise supérieure une esquisse de pavage éolien (concentration des granules de quartz) et sont recouverts par 0,40 à 0,50 m de lehm. Cette esquisse de pavage atteste de la violence et de la constance des vents à la fin du Würm.

Ce cône würmien de la Zorn a la forme d'un éventail ouvert sur la plaine rhénane. L'épaisseur de sa partie centrale est mal connue car peu d'ouvrages y sont recensés. Il se termine à l'aval

par un rebord net de quelques mètres au-dessus de la plaine rhénane qui est, pour cette raison, souvent appelé « terrasse de Hœrdt » et qui correspond à peu près à la limite Est de la zone de bordure.

- **Lœss et lehms anciens et récents indivisés des collines de Brumath**

Tout comme pour les lœss du Kochersberg, décrits dans le chapitre 3.2.3, il n'est actuellement pas possible de différencier, au sein des collines de Brumath, les affleurements de lœss rissien de ceux de lœss würmien, à l'exception d'un affleurement situé à Geudertheim et pour lequel ces deux types de lœss seraient séparés par 10cm de sable würmien (BRGM, 1972).

Les épaisseurs de ces lœss peuvent être particulièrement conséquentes. A titre d'exemple, l'ouvrage 02343X0141/RECO, localisé à Weitbruch, en a recoupé près de 33m avant de rencontrer les sables du Pliocène.

Les formations de l'Holocène

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

Ces dépôts récents constituent le lit majeur et le champ d'inondation actuel de la Zorn. Lorsqu'ils sont principalement sableux, ils présentent une teinte rose, comme dans la région de Weyersheim (limite Est du secteur) ; lorsqu'ils sont limoneux, ils prennent une couleur beige, brune ou noire.

En dehors de la vallée de la Zorn, ces dépôts constituent le fond alluvial des petits ruisseaux entaillant les collines de Brumath et sont, dans ce cas, très limoneux car ils proviennent du remaniement des lœss présents à l'affleurement.

4.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE

4.3.1. Entités hydrogéologiques cartographiées dans le référentiel BDLISA

Les travaux menés dans le cadre du référentiel hydrogéologique BDLISA (Urban *et al.*, 2013) ont permis de mieux cerner l'organisation verticale des formations qui présentent un intérêt du point de vue hydrogéologique. Le secteur d'étude peut ainsi être scindé en trois zones distinctes (cf. Illustration 36).

Dans la moitié amont du cône de déjection de la Zorn, deux aquifères se superposent séparés par un intercalaire argileux très peu épais (de l'ordre de 20 cm à 1 m) et discontinu. L'aquifère des alluvions quaternaires vosgiennes de la Zorn est sub-affleurant et recouvre les sables du Pliocène, également aquifères. Ces deux formations présentent chacune leur propre aire d'alimentation mais ces intercalations argileuses discontinues font que leur limite de séparation est plus ou moins nettement marquée et que des échanges verticaux peuvent se produire, constituant par endroits un seul et unique aquifère Plio-Quaternaire (Tridon et Toulet, 2013). Le mur de cet ensemble est constitué sur la totalité du secteur par les marnes sous-jacentes de l'Oligocène.

Dans la moitié aval du cône de déjection de la Zorn, les alluvions anciennes d'origine rhénane s'intercalent entre les alluvions vosgiennes et les sables Pliocène, en augmentant en puissance en allant dans la direction Est-Sud-Est. Le positionnement de cette limite d'apparition des alluvions rhénanes reste néanmoins assez incertaine car très dépendante de la qualité des descriptions des coupes géologiques des forages en présence. Une zone singulière apparaît du

côté des communes de Bietlenheim et Weyersheim, caractérisée par l'absence de dépôts d'alluvion vosgienne au profit des seules alluvions rhénanes anciennes.

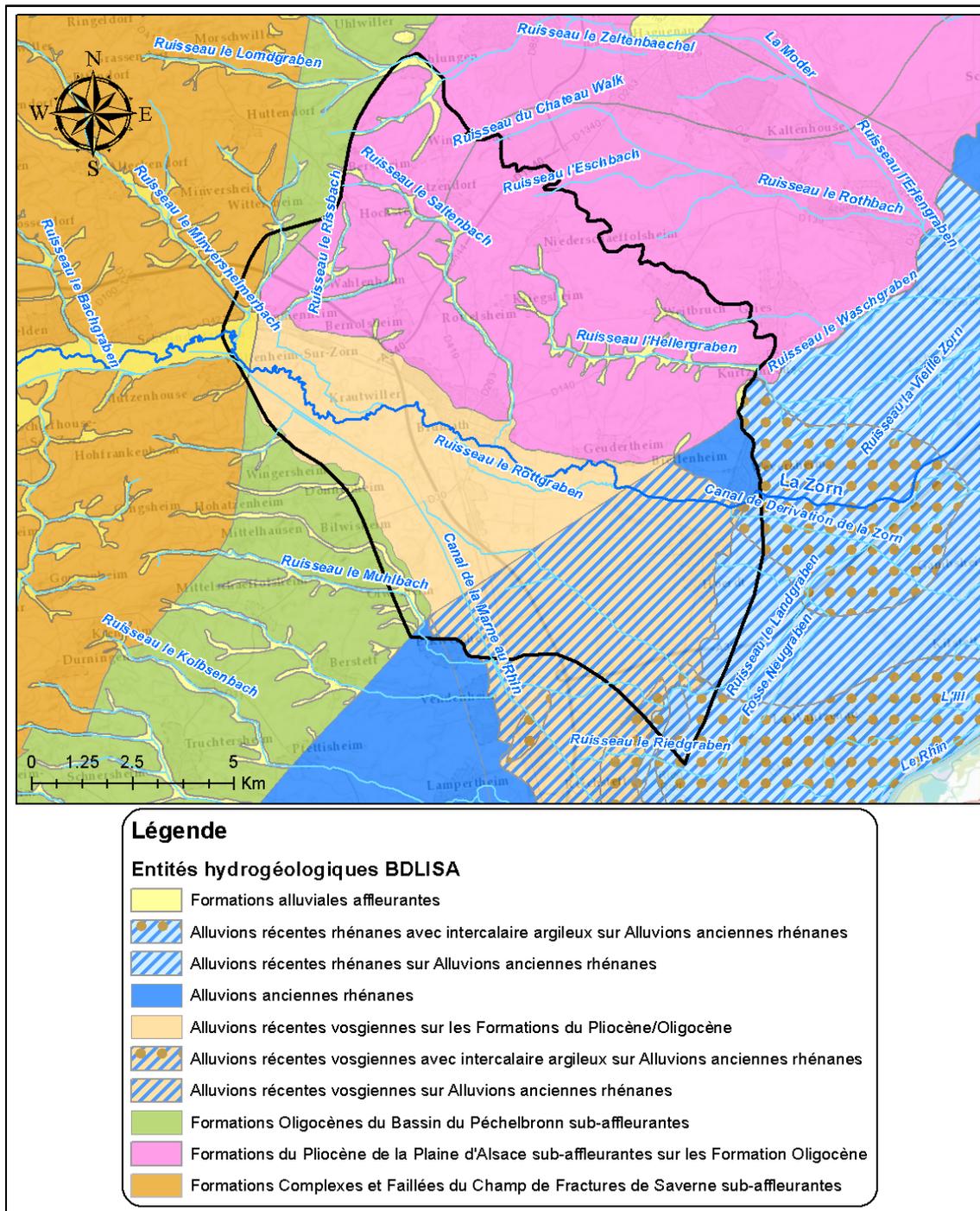


Illustration 36 : Cartographie des entités hydrogéologiques affleurantes du référentiel BDLISA répertoriés dans le secteur d'étude « Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn »

En rive gauche de la Zorn, les premières formations considérées comme aquifères rencontrées au sein des collines de Brumath sont les Formations sableuses du Pliocène recouvertes d'une forte épaisseur de loëss. Le mur de cet aquifère est également constitué par les marnes de l'Oligocène. Dans le cadre de la synthèse hydrogéologique menée par l'APRONA en 2013 sur la nappe du Plio-Quaternaire de la terrasse d'Haguenau-Riedseltz, des coupes schématiques

simplifiées ont été réalisées selon les secteurs. La coupe la plus méridionale, présentée en Illustration 37, correspond totalement au contexte rencontré au sein des collines de Brumath.

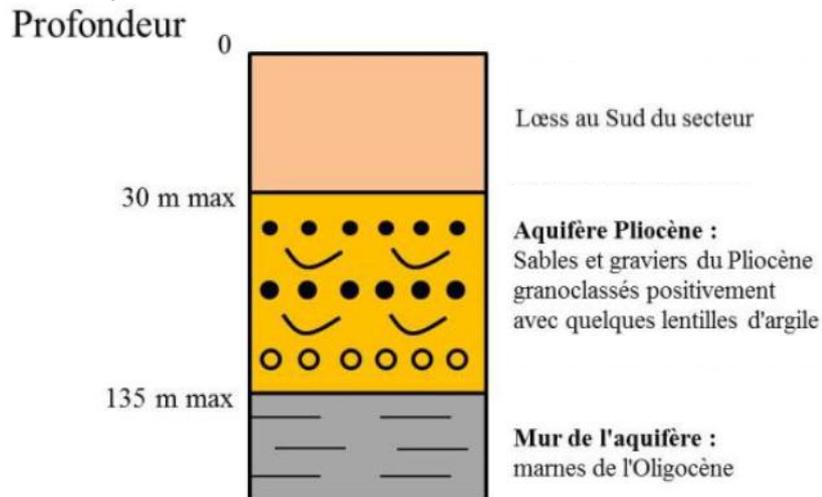


Illustration 37 : Coupes schématiques simplifiées des formations aquifères rencontrées au niveau des collines de Brumath (d'après APRONA, 2013)

Dans ce secteur, la nappe des Sables du Pliocène présente un aspect libre à semi-captif. Par ailleurs, la couverture de limons lœssiques peut, par endroits, potentiellement retenir une nappe superficielle perchée (Babot Y., Krebs G., 1982), semble-t-il, captée par certains des ouvrages décrits dans le chapitre 4.4.

4.3.2. Caractéristiques hydrogéologiques de l'aquifère des alluvions de la Zorn

Valeurs de caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère

Les alluvions sablo-graveleux du cône de déjection de la Zorn, localement recouvertes de lœss, constituent un important aquifère qui s'écoule de l'Ouest vers l'Est avec un gradient moyen de 0,1%. Des pompages d'essai menés sur des ouvrages captant la nappe contenue dans ces alluvions vosgiennes ont permis d'estimer sa transmissivité à entre 4 et 200 10^{-3} m²/s (Source : BSS EAU). De même, la perméabilité moyenne de la nappe varie entre 2 et 20 10^3 m/s. Un pompage d'essai réalisé sur l'ouvrage 02343X0023/F3, situé au Nord de Hoerdt, a permis d'estimer son débit critique à 240 m³/h.

Zones de recharge

La nappe superficielle contenue dans les alluvions de la Zorn est principalement alimentée par les précipitations et par la nappe Pliocène rechargée sur les collines lœssiques de Brumath (contributions associées à des flux de bordure dans l'Illustration 38).

Néanmoins, cet aquifère peut également bénéficier d'infiltrations de la Zorn et du canal de la Marne au Rhin. C'est ce qui est observé pour deux ouvrages du champ captant de Mommenheim (02341X0143/F7 et 02342X0193/P8), pour lesquels une datation des eaux captées en leur sein a montré une eau jeune de 2 à 3 ans et un renouvellement des eaux souterraines rapide pour ces ouvrages (cf. Illustration 38).

Ouvrages	Age moyen des eaux souterraines (années)	Contributions			ruisseaux des collines avoisinantes
		Précipitations directes	Flux de bordure	Zorn & canal Marne au Rhin	
02341X0022/F1	0-6	9%	82%	3%	6%
02341X0023/F3	0-6	11%	86%	1%	3%
02341X0024/F4	0-6	12%	82%	2%	4%
02341X0053/F5B	0-6	12%	38%	48%	2%
02341X0046/F6	0-6	13%	71%	11%	4%
02341X0143/F7	0-6	14%	24%	66%	3%
02342X0193/P8	0-6	25%	26%	44%	2%

Illustration 38 : Champ captant de Mommenheim – structure d'âge des eaux et contributions (Urban et al., 2013)

Battement de la nappe

De manière générale, le battement annuel de la nappe des alluvions de la Zorn varie de 1 à 3 mètres. Il est en moyenne de 2m au droit du piézomètre 02341X0037/P0Z37 situé à Mommenheim, très influencé par les pompages au voisinage immédiat (statistiques ADES calculées pour la période 2009-2014). Au Sud de Geudertheim, l'ouvrage 02343X0061/323B présente un battement annuel moyen de 0,8m (statistiques ADES calculées pour la période 1986-2014). En limite Est du secteur d'étude, du côté de Hoerdt, les deux piézomètres ADES montrent des battements moyens inférieurs, de l'ordre de 0,6 à 1 m. Pour plus d'informations sur ces piézomètres, se diriger vers le chapitre 4.4.2.

4.3.3. Caractéristiques hydrogéologiques de l'aquifère des sables du Pliocène au sein des collines de Brumath

Valeurs de caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère

Les études menées sur l'aquifère du Pliocène au niveau de la terrasse d'Haguenau-Riedseltz ont montré que la perméabilité de l'aquifère augmente en profondeur du fait du granoclassement positif des sables. Dans ce secteur, la littérature annonce une perméabilité moyenne pour ces sables pliocènes de l'ordre de 10^{-4} m/s, soit dix fois inférieure à celle des alluvions rhénanes (Simler L., 1976).

Les calages du modèle hydrodynamique réalisé dans le cadre de la synthèse hydrogéologique de la terrasse d'Haguenau-Riedseltz (APRONA, 2013) ont amené à appliquer une perméabilité encore plus faible ($7,6 \cdot 10^{-6}$ m/s) dans le secteur Sud-Ouest de cette nappe sous les loess épais, au niveau des collines de Brumath.

A noter la seule valeur de transmissivité, disponible dans la BSSEAU et qui concerne l'ouvrage 02341X0046/F6 captant cette nappe du côté de Mommenheim, est estimée à $28 \cdot 10^{-3}$ m²/s, pour un débit critique estimé à 200 m³/h.

A Mommenheim, un débit critique de 300 m³/h a été estimé pour l'ouvrage 02341X0143/F7 mais il faut noter que, au vu du positionnement de ses crépines, celui-ci semble capter un mélange d'eau provenant à la fois de la nappe des sables du Pliocène et de celle des alluvions de la Zorn.

Zones de recharge

En amont des collines loessiques de Brumath, la nappe Pliocène est essentiellement alimentée par les précipitations puis l'eau infiltrée transite essentiellement au sein des formations pliocènes des collines, recouvertes par le loess, dans une direction NE-SO, vers le cône de la Zorn. Par endroit, l'eau ruisselant sur les loess et en sub-surface s'infiltré dans les alluvions du Pliocène, ce qui constitue un apport supplémentaire aux précipitations (De Baulny H., 1966). Un effet de drainance au droit de la vallée de la Zorn peut également être observé en situation de pompage.

D'après Babot et Krebs (1982), l'apport d'eau à la nappe située sous les couvertures de loess ne représente que 5 % des précipitations tandis qu'aux zones d'affleurement du Pliocène, la recharge atteint 20 % des précipitations.

Le tableau de l'illustration 38 rend bien compte de la variété des contributions pouvant caractériser des ouvrages censés capter quasi-uniquement l'aquifère du Pliocène. En effet, pour deux ouvrages situés à moins de 100 m l'un de l'autre dans le champ captant de Mommenheim (02341X0053/F5B et 02341X0046/F6), des origines différentes ont été identifiées pour l'eau captée.

Battement de la nappe

Au sein de la terrasse d'Haguenau-Riedseltz, le battement de la nappe des sables pliocènes est dans sa globalité de moins grande importance que dans les alluvions de la nappe rhénane. Dans la nappe du Pliocène, il est en général inférieur au mètre mais peut atteindre 2 mètres sous l'influence des cours d'eau ou des précipitations, ce qui est le cas dans la vallée de la Moder ou au Sud-Ouest de Haguenau (APRONA, 2013). La nappe des sables pliocènes atteint son régime de hautes eaux en mars-avril et son régime de basses-eaux en octobre (Simler L., 1976).

Au sein des collines de Brumath, peu d'ouvrages sont recensés (cf. chapitre 4.4). Ceux qui le sont présentent en général peu d'information sur leurs niveaux piézométriques. Le suivi piézométrique mené entre 1967 et 1976, sur plusieurs points d'eau situés sur le secteur (Niederschaeffolsheim, Rottelsheim, Kriegsheim, Weitbruch, Nord de Geudertheim), a montré que ces ouvrages captaient tous une nappe apparemment très peu influencée par les précipitations et qui présente une cyclicité pluri-annuelle marquée. Seul l'ouvrage 02343X0009/562, situé au Nord de Geudertheim, propose une chronique piézométrique suffisamment longue (1969-1981). La nappe captée présente un battement interannuel maximum de l'ordre de 2 m (cf. chapitre 4.4.2).

4.3.4. 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 global venant de l'Ouest ainsi que celui d'un apport de la nappe des sables pliocènes au niveau des collines de Brumath, en direction du cône de déjection de la Zorn (cf. Illustration 39).

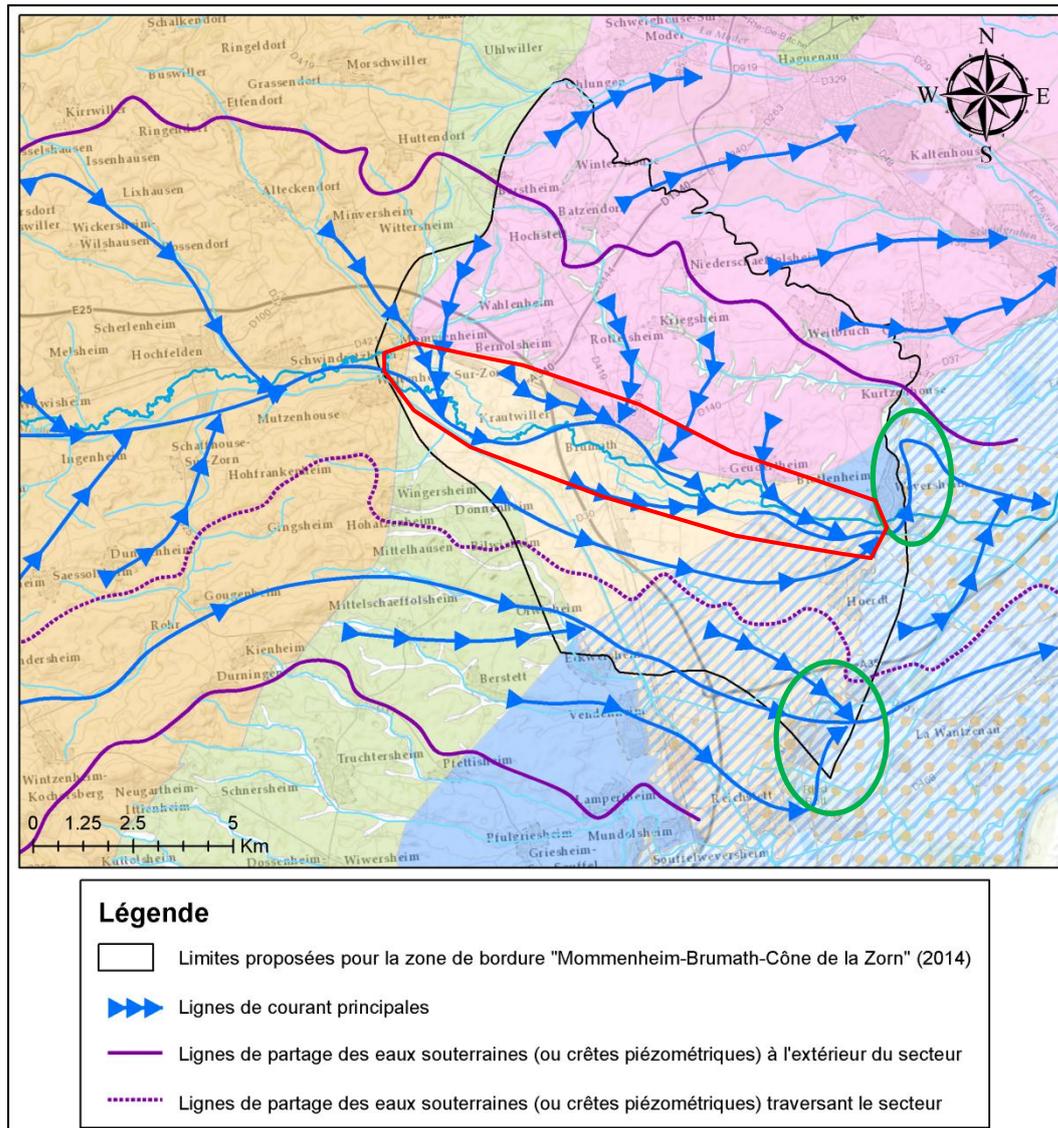


Illustration 39 : Localisation des lignes de courant principales et des lignes de partage des eaux souterraines – Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn

Globalement, les eaux souterraines au sein des premières nappes rencontrées s'écoulent de l'Ouest vers l'Est. Un drain souterrain principal s'observe d'ailleurs, qui suit le cours d'eau de la Zorn. La zone cerclée en rouge correspond à une zone d'écoulement souterrain très nettement influencée à la fois par les champs captant pour l'AEP et par la Zorn.

Une ligne de partage des eaux souterraines traverse le cône de déjection de la Zorn. La partie au Nord de cette limite semble être fortement influencée par le cours d'eau et les champs captant situés à proximité. La partie au Sud de cette ligne voit les écoulements souterrains prendre une direction Nord-Ouest/Sud-Est, suivant probablement la direction de la paléovallée de la Zorn (voir 4.2.1).

En limite Est de la zone d'étude, une inflexion soudaine des écoulements vers le Nord-Nord-Est est observée (zones cerclées de vert sur l'illustration 39). Il s'agit très probablement de la zone au sein de laquelle l'influence de la nappe des alluvions récentes rhénanes, qui s'écoule dans une direction similaire, prend le pas sur les écoulements Ouest-Est dans les alluvions vosgiennes. Cette observation légitimerait la limite Est de la zone de bordure.

Au niveau des collines de Brumath, les écoulements souterrains au sein de la nappe des sables du Pliocène se font globalement du Nord vers le Sud, et rejoignent le drain souterrain principal qui suit le cours de la Zorn. Une ligne de partage des eaux souterraines a été mise en évidence, découpant cette zone particulière, au-delà de laquelle les écoulements souterrains observés dans cette nappe prennent une direction SW-NE vers Haguenau. Cette observation est cohérente avec ce qui ressort du modèle hydrodynamique de la nappe du Plio-Quaternaire réalisé par l'APRONA en 2013 (cf. Illustration 40). En effet, la carte piézométrique moyenne qui y est modélisée montre des directions d'écoulement très similaires et confirme l'hypothèse d'un décalage de la crête piézométrique sur cette zone par rapport à la limite Nord-Est du secteur d'étude.

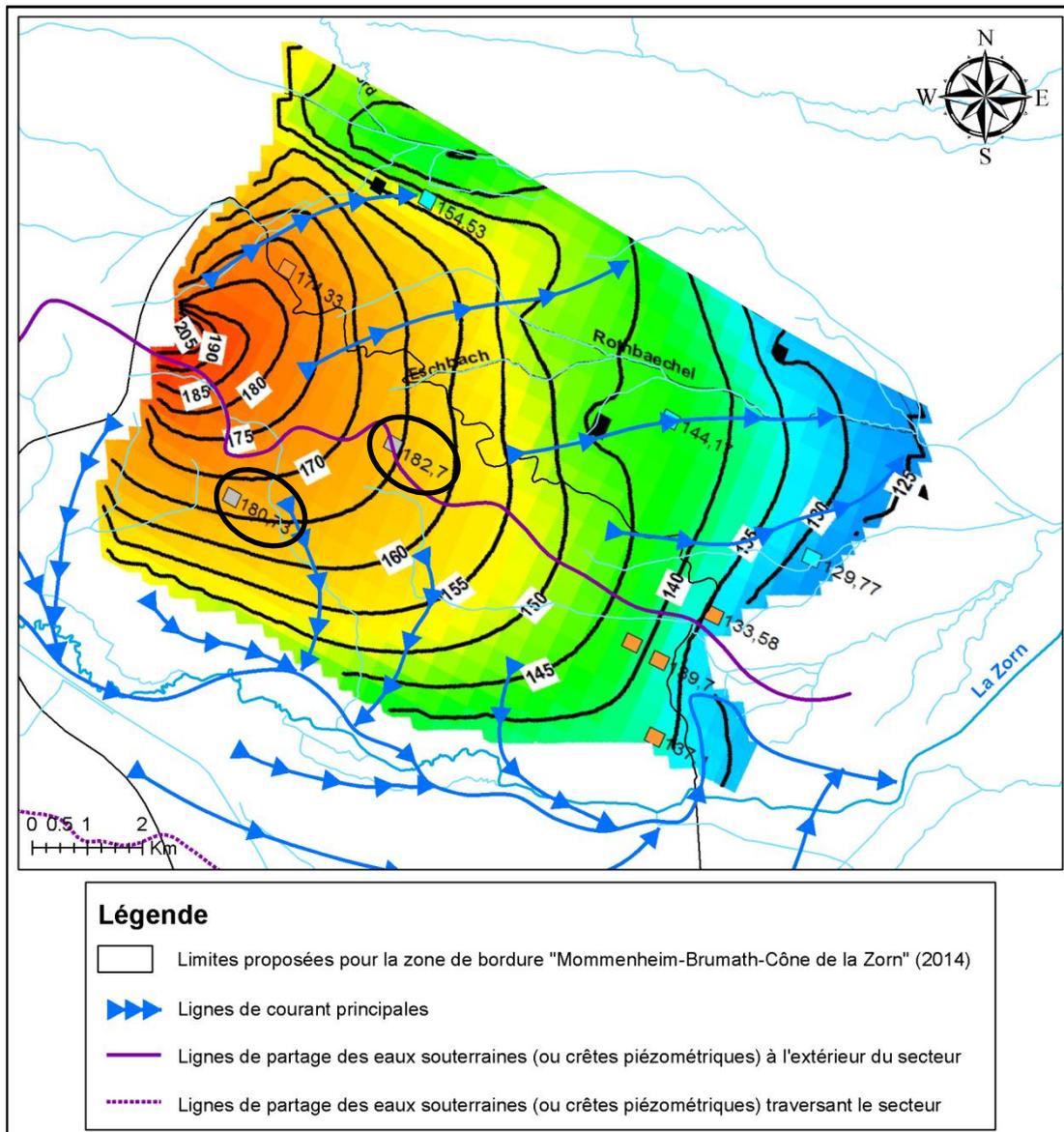


Illustration 40 : Comparaison des lignes de courants principales calculées à partir de la grille d'épaisseur moyenne de la zone non saturée avec la carte piézométrique simulée issue du modèle hydrodynamique de la nappe du Plio-Quaternaire (APRONA, 2013)

Les deux points d'eau dont le niveau de la nappe captée a été mesuré à la côte NGF respective de 180,73m et 182,7m (cercles noirs sur l'illustration 40) n'ont pas été utilisés comme points de calage pour la modélisation. Ces points n'ont en effet pas été jugés représentatifs de la nappe

plio-quadernaire de Haguenau. Selon les auteurs, Il est possible que ces ouvrages ne mesurent que le niveau d'eau d'une nappe perchée contenue dans les loess recouvrant les sables du Pliocène. Des éléments d'analyses complémentaires sur le sujet sont présentés dans le chapitre 4.4.2. Au final, il faut noter l'absence de point de calage pour la partie du modèle situé au niveau des collines de Brumath, ce qui accroît son caractère incertain à cet endroit.

La comparaison de ces bassins versants souterrains avec les bassins versants de surface de la Zorn et du Landgraben, issus de la BD Carthage 2012, permet de cibler certaines zones remarquables qui participent, par infiltration et/ou ruissellement en surface, à l'alimentation de cette zone d'étude (cf. Illustration 41). Les secteurs où les limites des deux types de bassin ne coïncident pas sont ainsi mis en évidence.

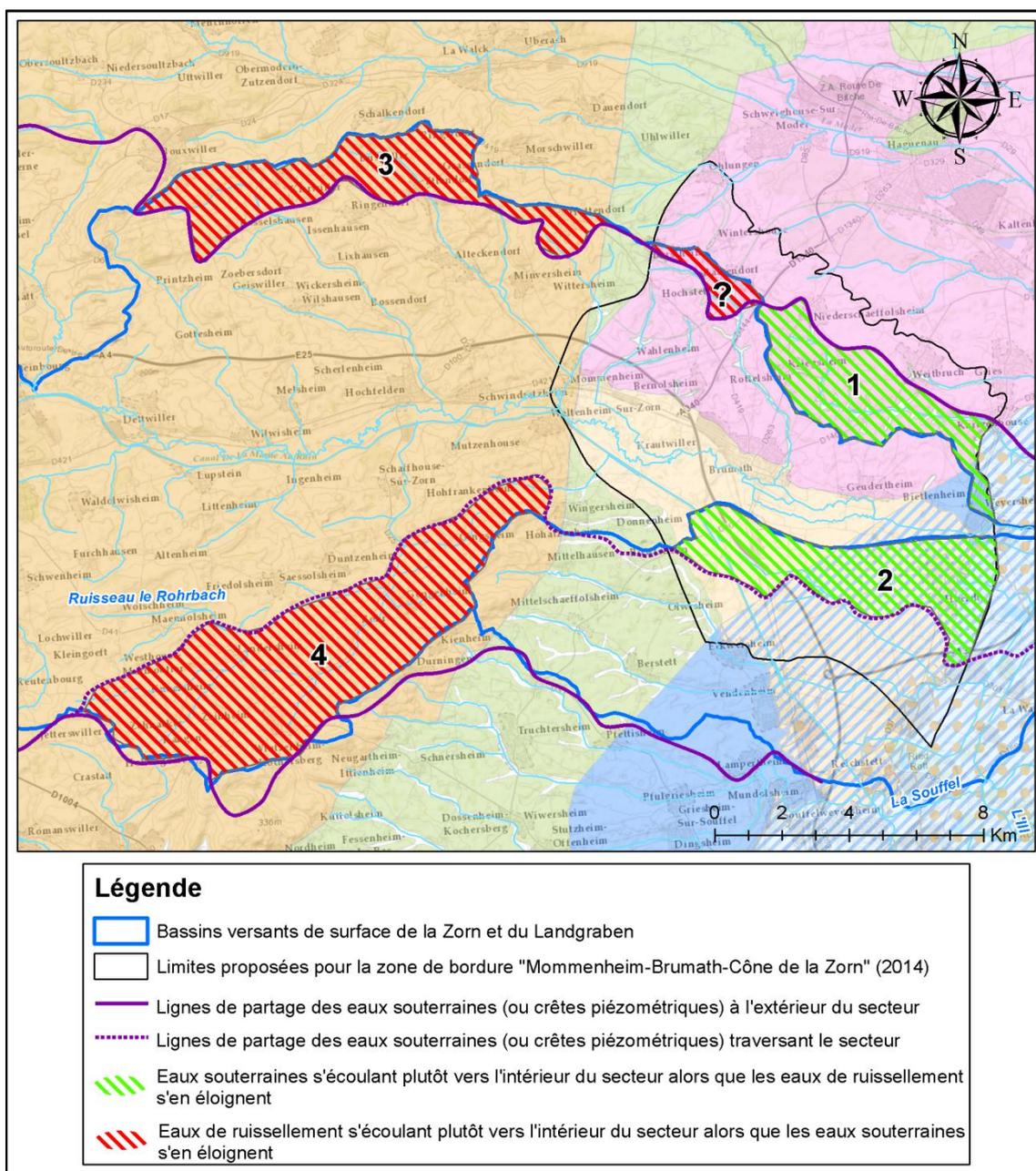


Illustration 41 : Comparaison des bassins versants souterrains et de surface – secteur de Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn

Parmi les secteurs remarquables, un premier hachuré en vert (n°1), au niveau des collines de Brumath, se situe en dehors de la limite du bassin versant de surface de la Zorn. En effet, à cet endroit, les eaux de ruissellement s'écoulent avec une direction Ouest-Est, à l'intérieur du petit bassin versant du ruisseau Hellergraben qui va ensuite se jeter dans la Moder, 6km plus loin. Cependant, les travaux de délimitation des bassins versants souterrains montrent que les eaux qui s'y infiltrent, s'écouleraient plutôt en direction du cône de déjection de la Zorn.

Une situation comparable s'observe, cette fois à l'intérieur même du cône de déjection (n°2). Les eaux qui ruissellent à cet endroit auront tendance à rejoindre préférentiellement le ruisseau du Landgraben alors que les eaux infiltrées, probablement influencées par les rabattements induits, au Nord, par les champs captant de Brumath et de Bietlenheim, s'écouleraient plutôt en direction de la Zorn.

Les secteurs 3 et 4 sont quant à eux situés à l'intérieur du bassin versant de surface de la Zorn et, de ce fait, les eaux de ruissellement s'écoulent en direction du cours d'eau. A l'inverse, il semblerait que les eaux qui s'infiltrent dans ces terrains ne participent pas à l'alimentation de la nappe alluviale de la Zorn, ou de manière très indirecte pour le cas du secteur n°4, pour lequel les eaux souterraines rejoindraient le cône de déjection de la Zorn, à l'intérieur du bassin versant du ruisseau Landgraben. Comme pour le Graben de Pfulgiesheim (cf. 3.3.3), cette dernière hypothèse reste néanmoins à vérifier car la quantité d'ouvrages documentés dans le secteur 4 reste très faible et les nappes qui y sont captées sont très probablement d'extensions limitées.

4.3.5. Relations nappe-rivière et inter-nappes

En amont de la faille rhénane et donc du cône de déjection de la Zorn, le cours d'eau draine la nappe superficielle. En aval de la faille, la Zorn joue plutôt un rôle d'alimentation de la nappe superficielle même si ces échanges restent limités en dehors des périodes de crue (d'octobre à mars). Ceci est montré par l'illustration 42 ci-dessous présentant des débits de crue de la Zorn, mesurés au niveau de la station d'Hœrdt, qui sont bien inférieurs à ceux mesurés plus en amont, au débouché de la Zorn, à Waltenheim-sur-Zorn, et ce malgré la confluence de plusieurs ruisseaux entre les deux stations. Ceci constitue un argument en faveur d'une alimentation de la nappe par la Zorn quand celle-ci présente de forts débits.

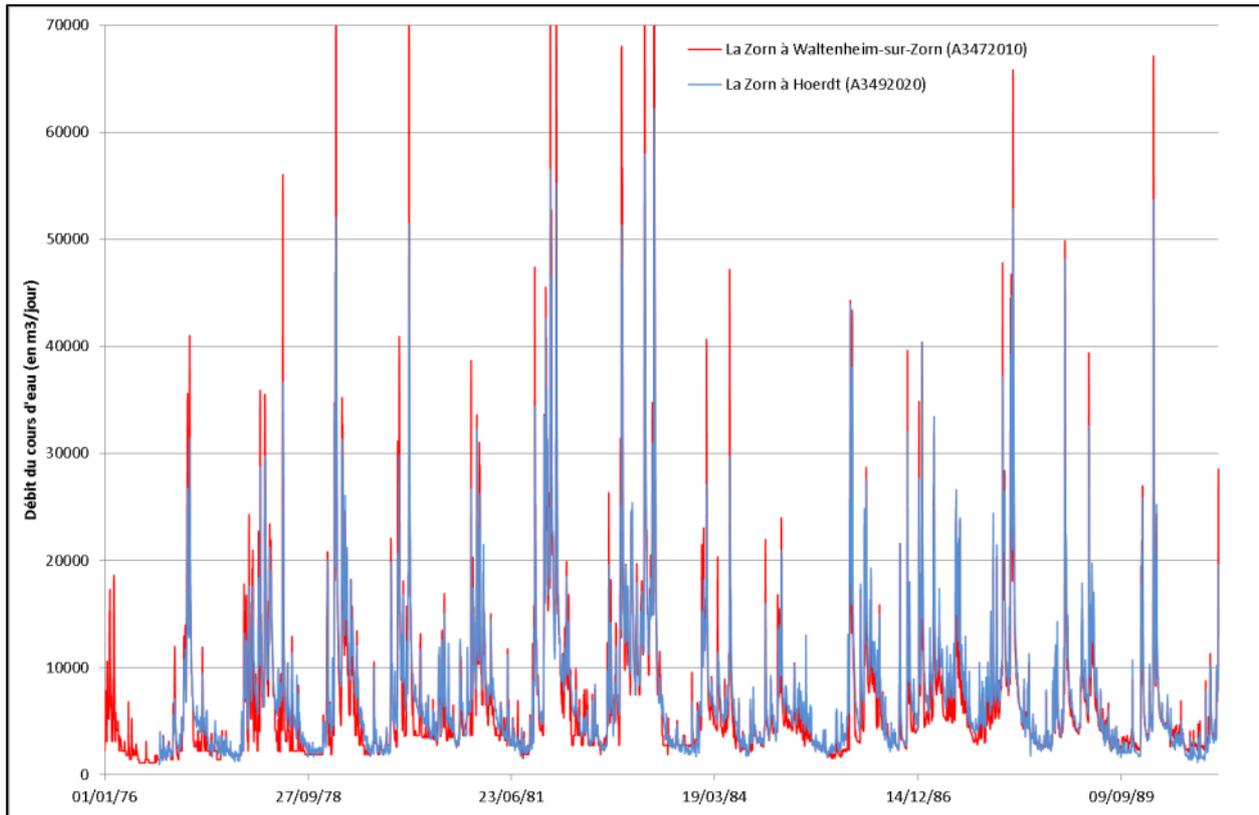


Illustration 42 : Comparaison des débits journaliers de la Zorn mesurés au niveau des stations de Waltenheim-sur-Zorn (amont) et d'Hœrdt (aval)

Par ailleurs, les travaux de Brugeron *et al.* (2012) sur la caractérisation des échanges nappes/rivière sur la base des piézomètres ADES ont montré que, pour les ouvrages 02343X0061/323B à Geudertheim et 02343X0015/318E à Hœrdt, la nappe superficielle captée semble drainer la Zorn. Ces deux puits sont très peu profonds (respectivement 5,4 et 3,88m) et le premier cité est localisé à environ 75m de la Zorn, captant ainsi une frange de la nappe très étroitement liée au cours d'eau. L'analyse des signaux piézométriques et hydrologiques, réalisé dans le chapitre 4.4.2, semble confirmer cette configuration.

En période d'étiage, l'illustration 42 montre des débits mesurés en aval (station d'Hœrdt) diminuant de manière beaucoup plus progressive que ceux enregistrés à Waltenheim-sur-Zorn. Une hypothèse envisageable pourrait être qu'une inversion saisonnière du sens des échanges se produise, avec par conséquent un maintien du niveau du cours d'eau en période d'étiage, par le biais d'apports d'eau provenant de la nappe des alluvions de la Zorn. Pour confirmer cela, il faudrait réaliser un bilan hydrique complet sur ce secteur d'étude, en considérant notamment les pluies et les prélèvements (surface et souterrain) qui y sont réalisés.

Enfin, concernant les liens possibles avec la nappe des sables du Pliocène, il semble que celle-ci soit légèrement en charge par rapport à la nappe superficielle contenue dans les alluvions de la Zorn (APRONA, 2013). Elle peut ainsi alimenter cette dernière dans les zones où les intercalaires argileux séparant ces deux aquifères sont très peu épais voire absents. Cependant, cette configuration particulière n'a pu être démontrée qu'au sein du champ captant de Mommenheim.

4.4. VALORISATION DES INFORMATIONS PONCTUELLES DANS LE SECTEUR

De manière générale, les eaux souterraines sont captées sur l'ensemble du périmètre délimité par le secteur d'étude. Certaines zones sont particulièrement exploitées, à savoir :

- le long de la Zorn (à l'intérieur du champ d'inondation) : la densité d'ouvrages est très importante et comprend notamment les champs captant destinés à l'AEP de Mommenheim, Brumath et Bietlenheim-Geuderthaim ;
- en partie aval des cailloutis du cône de déjection : la zone délimitée par Brumath, Geuderthaim et le Sud de Hœrdt comporte plus de 50 puits profonds en moyenne de 10 à 15m (suffisants pour capter la nappe peu profonde à cet endroit) mais qui sont souvent peu documentés.

A contrario, la densité d'ouvrages au sein des collines de Brumath est nettement plus faible. De même les zones boisées en partie centrale du cône de déjection ne comprennent pratiquement aucun puits.

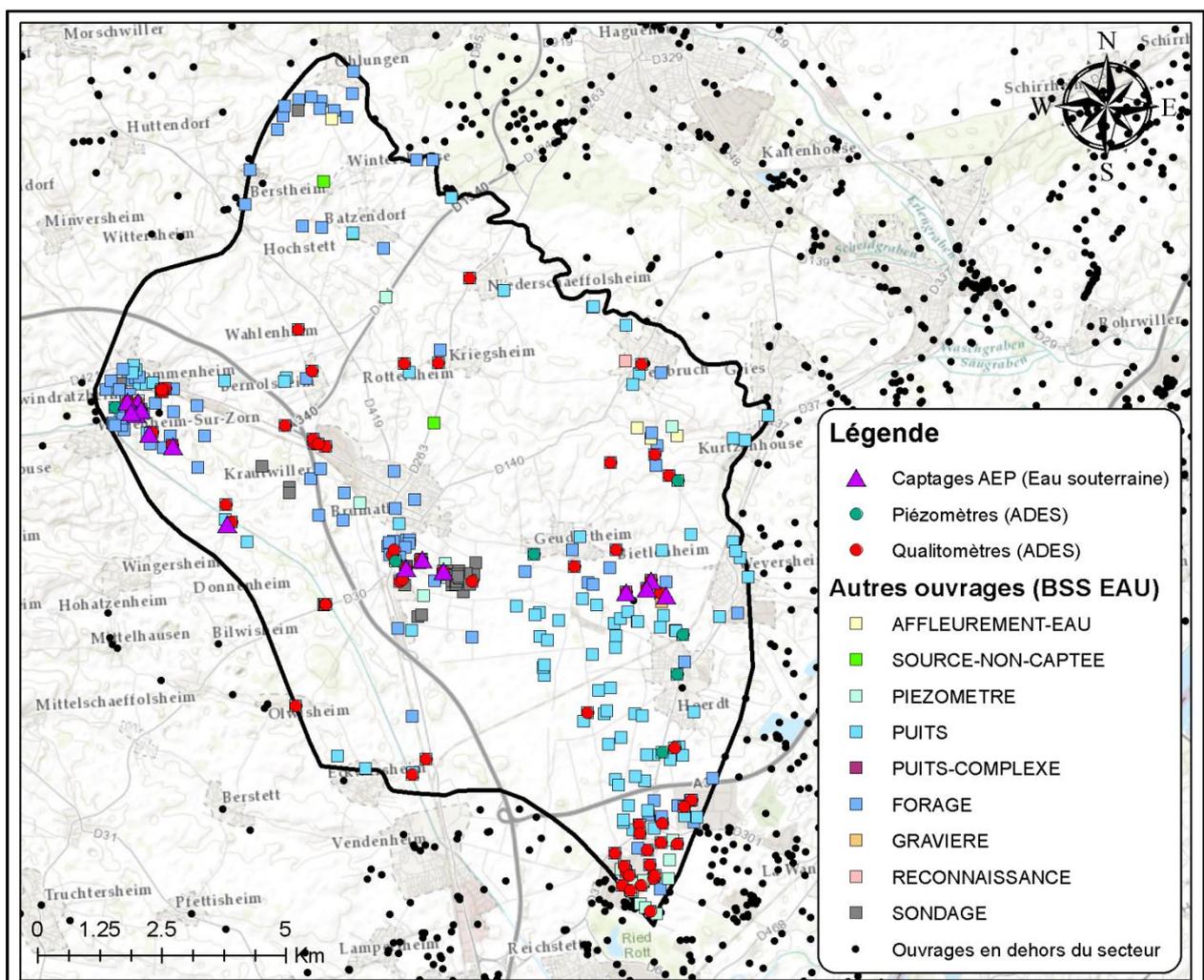


Illustration 43 : Localisation des captages AEP, qualitomètres ADES, piézomètres ADES et des autres points d'eau associés à la BSS EAU – secteur « Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn »

4.4.1. Captages AEP

Trois groupements de forages destinés à l'AEP sont répertoriés dans le Référentiel national des captages AEP qui sont situés dans la vallée de la Zorn. Aucun ouvrage destiné à l'AEP n'est répertorié au droit des collines de Brumath.

Le champ captant de Mommenheim, situé dans la partie amont du cône de déjection de la Zorn, se caractérise par une grande complexité à l'échelle de quelques kilomètres carrés. Il se compose de sept ouvrages qui sollicitent différemment la ressource : selon les ouvrages, c'est soit l'aquifère des alluvions de la Zorn (02341X0023/F3, 02341X0024/F4, 02342X0193/F8, 02341X0053/F5B), soit l'aquifère des sables du Pliocène (02341X0046/F6, 02341X0143/F7), soit les deux qui sont captés (02341X0022/F1).

localisation	dénomination	type de ressource	indice national	traitement	capacité installée m ³ /h
Mommenheim	puits 1	forage	234-1-22	déferrisation démanganisation chloration	45
Mommenheim	puits 3	forage	234-1-23		45
Mommenheim	puits 4	forage	234-1-24		45
Mommenheim	puits 5bis	forage	234-1-46		180
Mommenheim	puits 6	forage	234-1-53		60
Mommenheim	puits 7	forage	234-1-143		125
Wingersheim	puits 8	forage	234-2-193		200
Weitbruch	station	forage 1	234-3-19	déferrisation /	25
		forage 2		chloration	60
capacité théorique de production					785 m³/h ou 18 840 m³/j
capacité réelle mesurée : Mommenheim : 650 m ³ /h + Weitbruch : 60 m ³ /h					710 m³/h ou 17 040 m³/j

Illustration 44 : Caractéristiques des forages AEP de Mommenheim et Weitbruch (SDEA, 2014)

Dans cette zone particulière, cette configuration se traduit donc par :

- un chimisme des eaux captées qui peut varier selon la profondeur échantillonnée à l'intérieur du même ouvrage dans le cas où celui-ci capte les deux aquifères précités (cas de l'ouvrage 02341X0143/F7, Urban *et al.*, 2013) ;
- des ouvrages distants de seulement quelques centaines de mètres les uns des autres, qui peuvent présenter des concentrations en nitrates et en produits phytosanitaires très différentes ;
- une évolution des principales pollutions constatées pouvant être très contrastée d'un captage à l'autre.

Le forage le plus récent (02341X0053/F5B) atteint un débit de 180 m³/h en sollicitant toute la tranche alluvionnaire de la Zorn épaisse de 23 mètres.

Le champ captant de Brumath, situé en partie centrale du cône de déjection de la Zorn, compte trois forages (SDEA, 2014). En 2013, leur capacité totale de production est estimée à 228 m³/h. L'eau souterraine captée par ces ouvrages est de bonne qualité et ne fait l'objet que d'une simple chloration avant distribution (cf. Illustration 45).

localisation	dénomination	type de ressource	indice national	traitement	capacité installée m ³ /h
Brumath	puits 7	forage	234-2-13	néant	1 pompe de 93 m ³ /h + une pompe de réserve
Brumath	puits 4	forage	234-2-129	néant	2 pompes de 40 m ³ /h + 1 pompe de réserve
Brumath	puits 6	forage	234-2-187	dessablage	1 pompe de 55 m ³ /h + 2 pompes de réserve
capacité totale de production					228 m³/h ou 5 470 m³/j

Illustration 45 : Caractéristiques des forages AEP de Brumath (SDEA, 2014)

L'ouvrage indicé 02342X0013 correspond en réalité à un forage rebouché et remplacé depuis 2010 par le forage 02342X0263/P7 situé à 25m environ et profond de 20,5m. Tout comme les forages 02342X0129/P4 et 02342X0187/P6, il capte la nappe libre contenue dans les alluvions de la Zorn composées de sables fins jaune à rose, de graviers et de galets fins siliceux.

Le champ captant de Bietlenheim-Geudertheim, destiné à produire de l'eau pour la Communauté de Communes de la Basse-Zorn, est composé de 4 puits. En 2013, leur capacité totale de production a atteint 358 m³/h (cf. Illustration 46).

localisation	dénomination	type de ressource	indice national	traitement	capacité installée m ³ /h
Bietlenheim	puits 1	puits	02343X0020	--	33
Bietlenheim	puits 2	puits	02343X0022	--	100
Bietlenheim	puits 3	Puits	02343X0023	--	110*
Geudertheim	puits 4	puits	02343X0062	--	115
capacité totale de production actuelle					358 m³/h ou 8 592 m³/j

Illustration 46 : Caractéristiques des forages AEP de Bietlenheim-Geudertheim (SDEA, 2014)

Les crépines de ces 4 ouvrages, profonds de 35 à 41 m, sont positionnées au niveau des alluvions sablo-graveleuses grises d'origine rhénane, dont le toit à cet endroit se situe à environ 10m de profondeur, sous les alluvions holocènes et würmiennes de la Zorn. Le forage 02343X0023/F3 aurait a priori rencontré le toit très argileux des formations du Pliocène à 33m de profondeur.

4.4.2. Piézomètres (ADES et HORS ADES)

Dans le secteur d'étude, sept piézomètres sont identifiés comme appartenant au réseau de suivi piézométrique des eaux souterraines de la région Alsace géré par l'APRONA (cf. Illustration 47). Par ailleurs, 17 autres ouvrages sont référencés dans la BSS EAU comme ayant des mesures historiques de niveau piézométrique en nombre suffisamment important.

Il faut également noter la présence de trois stations de mesure hydrométriques au droit de la Zorn qui sont, d'amont en aval :

- la station A3472010 « La Zorn à Waltenheim-sur-Zorn », suivie depuis 1916 ;
- la station A3492010 « La Zorn à Hœrdt [1] », suivie entre 1965 et 1973 et
- la station A3492020 « La Zorn à Hœrdt [2] » suivie entre 1976 et 1990.

Peu d'ouvrages répertoriés au sein des collines de Brumath ont fait l'objet d'un suivi piézométrique. Les rares qu'ils l'ont fait se concentrent à l'Est de l'autoroute A340.

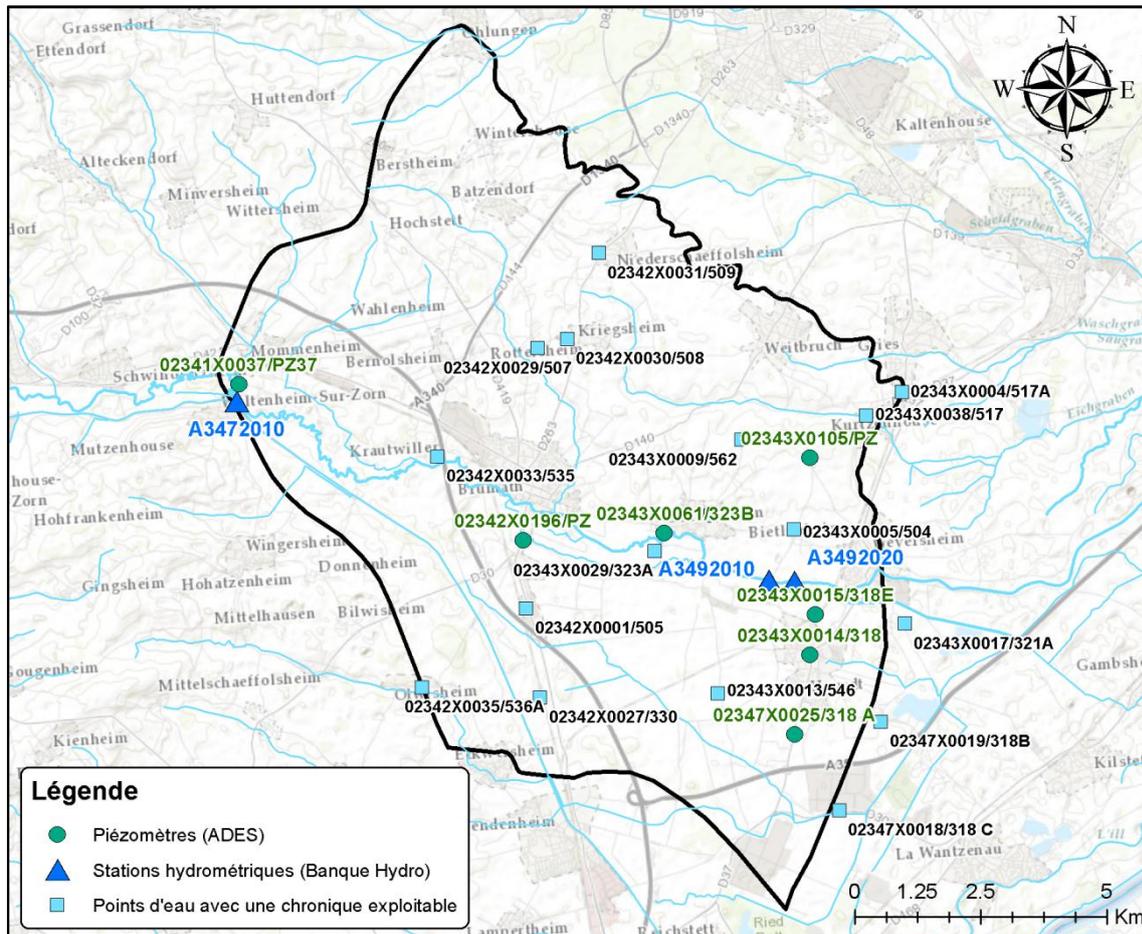


Illustration 47 : Localisation des piézomètres ADES et hors ADES et des stations de mesure hydrométrique référencées dans la Banque Hydro – secteur « Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn »

Collines de Brumath

L'illustration 48 ci-dessous présente les chroniques des quelques piézomètres localisés au sein des collines de Brumath, ayant fait l'objet d'un suivi continu sur plusieurs années. Un focus a été fait sur la période 1968-1976 durant laquelle une grande majorité de ces piézomètres a été suivie.

A l'exception du piézomètre 02343X0009/562, ces ouvrages ne dépassent que très rarement 15 m de profondeur.

Toutes ces chroniques sont caractéristiques de nappes très peu influencées par les variations des conditions climatiques en surface, comparables à des signaux de nappe captive. En effet, les signaux sont très inertiels, avec des battements particulièrement faibles. Logiquement, aucune corrélation n'est observée entre ces niveaux piézométriques et les débits de la Zorn enregistrés plus à l'Ouest. Aucune observation n'a été faite sur les ruisseaux au sein des collines.

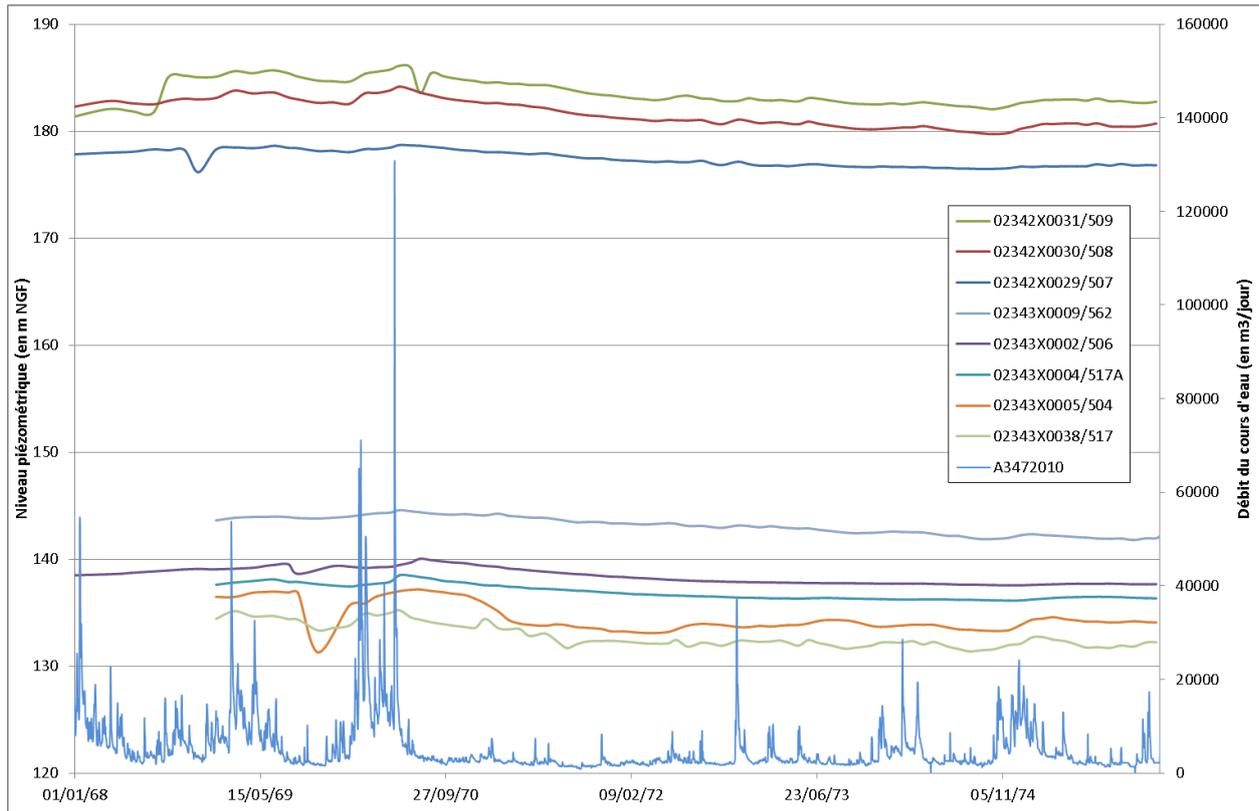


Illustration 48 : Chroniques piézométriques remarquables et comparaison avec les débits enregistrés sur la Zorn en amont – collines de Brumath (période 1968 à 1976)

Les trois piézomètres situés respectivement à Niederschaeffolsheim (02342X0031/509), Kriegsheim (02342X0029/507) et Rottelsheim (02342X0030/508) captent tous les trois une nappe peu profonde (niveau d'eau entre 4 et 6m) présentant ce type de signal apparemment peu influencé par les saisons. D'après la BSS, ces trois ouvrages, peu profonds et assez peu décrits (aucune coupe géologique ou technique), capteraient une nappe contenue dans un niveau alluvionnaire sablo-graveleux. Ceci paraît surprenant dans la mesure où ils sont situés dans des zones censées être recouvertes par une épaisseur de loëss dépassant théoriquement 10m (cf. chapitre 4.2.2). Une première hypothèse consisterait à dire que ces loëss sont en réalité peu épais à cet endroit mais qu'ils mettent quand même en charge une nappe sous-jacente contenue dans des alluvions ou dans les sables pliocènes. Une seconde hypothèse, moins probable, serait que ces ouvrages captent en réalité une nappe perchée contenue dans la partie basale des loëss, elle-même mise en charge par la partie supérieure moins perméable.

Plus à l'Est, le point d'eau 02343X0009/562, d'une profondeur de 48,8m, présente également un signal particulièrement inertiel, peu influencé par les conditions climatiques extérieures. Contrairement aux précédents, sa configuration (crépines placées à 46m de profondeur) laisse suggérer qu'il capte très probablement la nappe captive contenue dans la formation des Sables du Pliocène, sous couverture loëssique. Des ouvrages d'eau situés à proximité ont d'ailleurs montré qu'en-dessous de 15 à 23 m de loëss, se trouvent ces niveaux sableux aquifères et épais, associés au Pliocène. Malheureusement, le seul autre piézomètre situé à proximité (02343X105/PZ) ne permet pas d'affiner cette hypothèse dans la mesure où il est pauvrement décrit et suivi seulement depuis 2013.

Du côté de Kurtzenhouse, l'ouvrage 02343X0038/517 (prof. : 8,4m) est quant à lui situé en bordure du cours d'eau l'Hellergraben. Son signal, bien que légèrement plus oscillant que les

autres (il subit probablement l'influence du ruisseau), présente toujours cette caractéristique inertielle. Aucune information complémentaire ne permet de préciser quel niveau aquifère est capté (lœss ou alluvions peu épais holocène associé au ruisseau ?). Au Nord de Kurtzenhouse, un autre point d'eau, le 02343X0004/517A, capte une nappe présentant une très forte inertie, encore une fois caractéristique d'une nappe captive. Le peu d'information disponible pour ce point ne permet pas de statuer sur la formation aquifère effectivement captée. De par sa position géographique et sa faible profondeur (10m), les deux hypothèses émises précédemment (nappe dans les alluvions holocènes ou les sables pliocènes mise en condition de captivité par la couverture lœssique sous-jacente ou alors nappe captive infra-lœssique) sont également valables pour ce point d'eau.

Enfin, les deux points d'eau 02343X0005/504 (prof : 13,25m) et 02343X0002/506 (prof. : 15,7m), les plus proches de la Zorn, semblent toujours capter une nappe très inertielle, même si le premier cité présente un signal plus « chahuté », difficile à interpréter sans de plus amples informations sur l'ouvrage. L'ouvrage 02343X0076/PZ1, de même profondeur, localisé à mi-distance de ces deux points d'eau mais légèrement plus en aval, a été décrit comme traversant uniquement les alluvions holocène limoneuses puis les alluvions grossières rissiennes à würmiennes de la Zorn. Cependant, cette configuration est difficile à étendre aux deux autres ouvrages. Il est plus envisageable qu'ils aient rencontré une fine épaisseur de lœss puis les sables du Pliocène, qui affleurent par ailleurs à proximité, du côté de Geuderthaim.

Le long de la Zorn

Tout comme pour les chroniques piézométriques des points d'eau des collines de Brumath, une large majorité des points d'eau situés le long de la Zorn, de Mommenheim à Hoerd, n'a fait l'objet d'un suivi que durant la période 1960 à 1976.

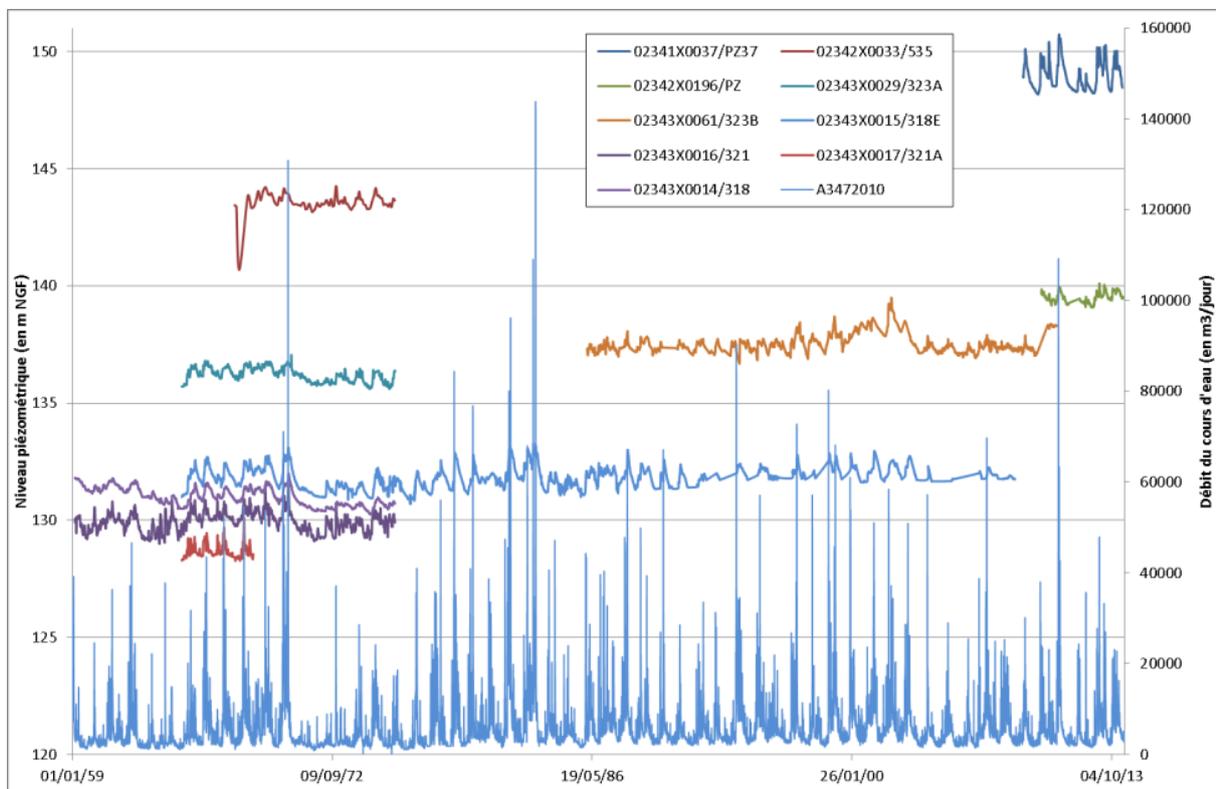


Illustration 49 : Chroniques piézométriques remarquables d'ouvrages le long de la Zorn et comparaison avec les débits enregistrés sur la Zorn en amont

Les chroniques les plus longues sont celles des piézomètres 02343X0015/318E à Hœrdt (de 1968 à 2008) et 02343X0061/323B à Geudertheim (de 1986 à 2010), tous deux appartenant au réseau de suivi piézométrique des eaux souterraines de la nappe d'Alsace, géré par l'APRONA. Les trois autres ouvrages, situés le long de la Zorn et qui appartiennent également à ce réseau de surveillance, possèdent des chroniques de longueur bien inférieure :

- 02341X0037/PZ37, profond de 6,6m, situé à Mommenheim à proximité du champ captant (cf. chapitre 4.4.1) et suivi depuis seulement février 2009 ;
- 02342X0196/PZ, profond de 11,7m, situé au Sud de Brumath, et suivi depuis seulement janvier 2010 ;
- 02343X0014/318, profond de 12m, situé à Hœrdt et suivi entre 1959 et 1975 puis de nouveau à partir d'août 2008, en remplacement de l'ouvrage 02343X0015/318E (ce second suivi n'est pas représenté sur l'illustration 49).

Dans le secteur amont, de Mommenheim à Geudertheim, les ouvrages 02341X0037/PZ37 et 02342X0196/PZ, présentent tous deux des signaux ayant une bonne corrélation avec les débits enregistrés au niveau de la station hydrométrique de la Zorn (zones en bleu - cf. Illustration 50), sur la période 2009-2014, ce qui valide l'hypothèse d'une relation entre la nappe et la rivière.

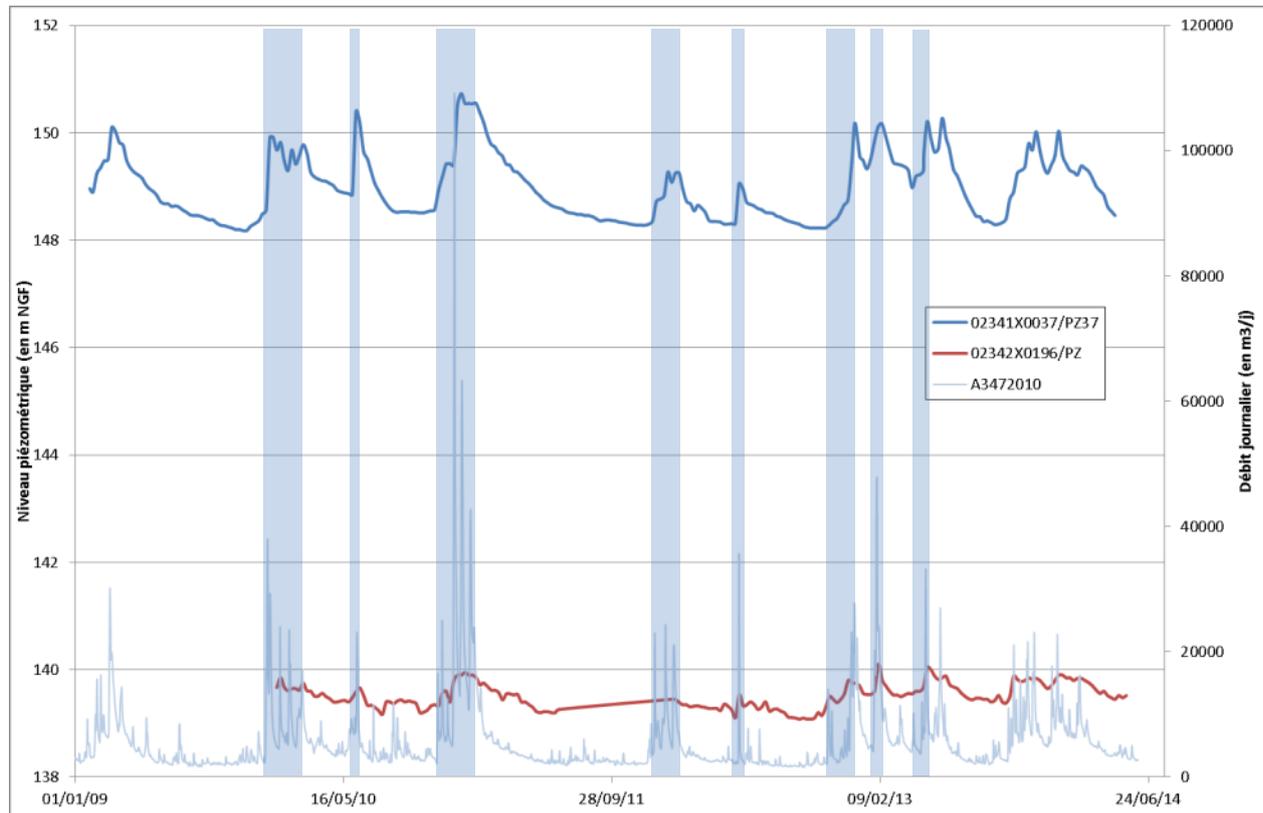


Illustration 50 : Chroniques piézométriques remarquables entre Mommenheim et Geudertheim et comparaison avec les débits enregistrés sur la Zorn dans la station hydrométrique de Waltenheim-sur-Zorn

En examinant les chroniques des points d'eau situés plus en aval, entre Geudertheim et Hœrdt, et durant la période 1959 à 1976, cette forte connexion entre la Zorn et la nappe captée généralement à de très faible profondeur est encore une fois décelée (cf. Illustration 51). A l'exception de 02343X0014/318, aucun des ouvrages ne dépasse 6m de profondeur.

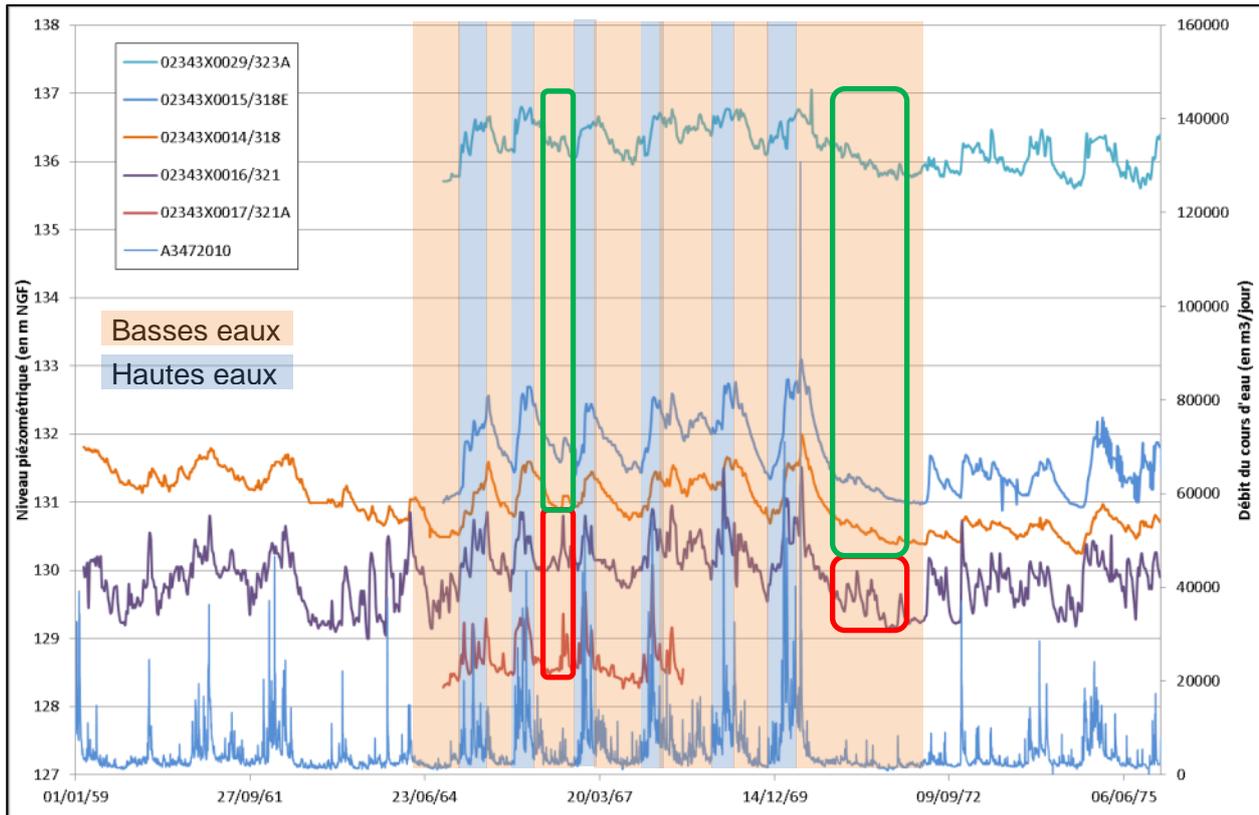


Illustration 51 : Chroniques piézométriques remarquables entre Mommenheim et Hœrdt et comparaison avec les débits enregistrés sur la Zorn dans la station hydrométrique de Waltenheim-sur-Zorn

Les deux ouvrages les plus en aval (bordure Est de la zone de bordure) que sont 02343X0016/321 et 02343X0017/321A présentent des chroniques très similaires à celle des débits de la Zorn. La portion de nappe captée y est particulièrement réactive. Ceci est notamment montré en août 1966 ou avril à juillet 1971 (rectangles rouges sur l'illustration 51), périodes durant lesquelles la moindre petite augmentation du débit de la Zorn coïncide avec une augmentation du niveau de la nappe alors enregistré sur ces deux points d'eau.

A contrario, pour les périodes précitées, la nappe captée par les trois ouvrages situés plus à l'Ouest (à l'intérieur de la zone de bordure) ne présente pas totalement le même type de réponse. Malgré une réactivité toujours importante aux variations saisonnières de débit de la Zorn, il semble que les signaux enregistrés soient légèrement plus « tamponnés » (rectangles verts sur l'illustration 51). De même, en période d'étiage, les baisses du niveau de la nappe captée par ces trois ouvrages sont nettement plus lentes que celles enregistrées par les ouvrages en aval (signe d'apports complémentaires durant cette période ?).

Cette distinction dans les variations de la nappe captée constitue un argument supplémentaire pour le passage de la limite Est de la zone de bordure entre ces deux groupes de forages. Les deux ouvrages en aval captent une portion de nappe particulièrement réactive aux sollicitations extérieures, alors que les trois ouvrages situés à l'intérieur de la zone, pourtant de profondeurs similaires, présentent des réponses légèrement plus atténuées. Il serait intéressant de réaliser un bilan hydrique plus fin sur ce secteur, afin de mieux comprendre cette dualité. A noter également l'apparition des alluvions rhénanes sous les alluvions vosgiennes dans la zone particulière en aval.

Cône de déjection de la Zorn

Au sein du cône de déjection de la Zorn, 5 ouvrages présentent des chroniques piézométriques exploitables (cf. Illustration 52), toujours dans cette période 1960-1976. Parmi eux, l'ouvrage 02343X0014/318, déjà présenté dans le paragraphe précédent, est réutilisé ici car il est finalement positionné dans une zone intermédiaire, en extrémité Nord du cône de déjection *sensu stricto*.

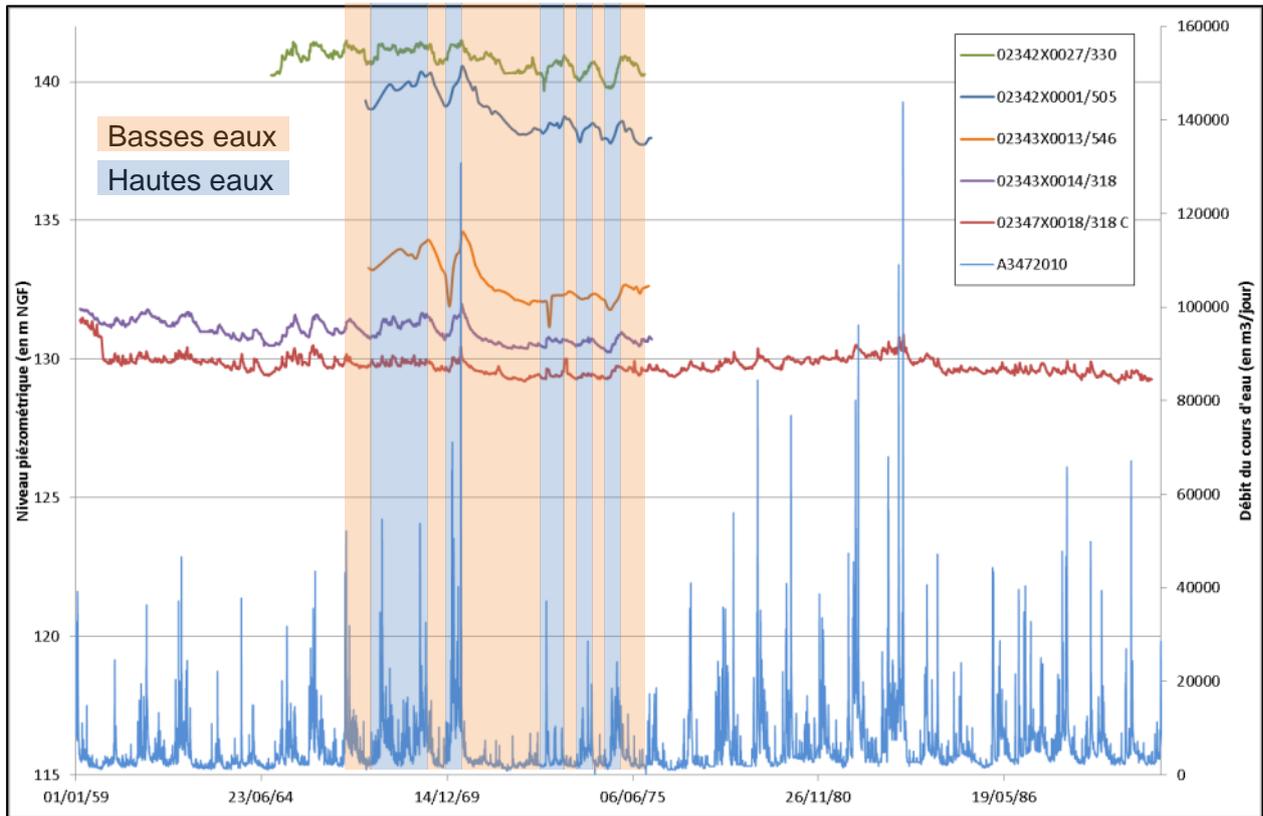


Illustration 52 : Chroniques piézométriques remarquables au sein du cône de déjection et comparaison avec les débits enregistrés sur la Zorn dans la station hydrométrique de Waltenheim-sur-Zorn

Là encore, les différentes portions de nappe captées par ces ouvrages réagissent de manière quasi simultanée aux variations de débits de la Zorn. Cependant, l'amplitude des niveaux de nappe s'avèrent différents selon le positionnement du point d'eau.

En effet, les deux points d'eau présentant les battements les plus importants (02342X0001/505, profond de 7,9m et 02343X0013/546, profond de 6,68m) sont situés au cœur du cône de déjection, soit en position centrale de la paléovallée supposée (cf. chapitre 4.2.1), zone supposée de plus forte épaisseur d'alluvions vosgiennes.

Plus à l'Est, les ouvrages 02343X0014/318 et 02347X0018/318 C présentent des signaux très comparables, avec une fréquence de fluctuation paraissant plus importante néanmoins (signal plus brouillé) pour le second nommé, en aval de la limite Est de la zone et à l'image de ce qui a été constaté dans le chapitre précédent, pour les ouvrages 02343X0016/321 et 02343X0017/321A.

4.4.3. Qualitomètres

Dans la zone de bordure, 74 points d'eau sont recensés comme qualitomètres dans la banque ADES (cf. Illustration 53). Parmi ces points d'eau :

- 36 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) ;
- 30 appartiennent au « réseau qualitatif des eaux souterraines pour le suivi des installations classées pour la région Alsace (ICSP) » (réseau n°0200000036) ;
- 24 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) ;
- 11 appartiennent au « Réseau national de suivi de la directive Nitrates pour les eaux souterraines » (réseau n°0000000078) ;
- 8 sont associés au « réseau des captages prioritaires du bassin Rhin-Meuse (SDAGE) » (réseau n° 0200000087) ;
- 6 sont associés au « réseau de bassin des captages Grenelle du bassin Rhin-Meuse » (réseau n°0200000086).

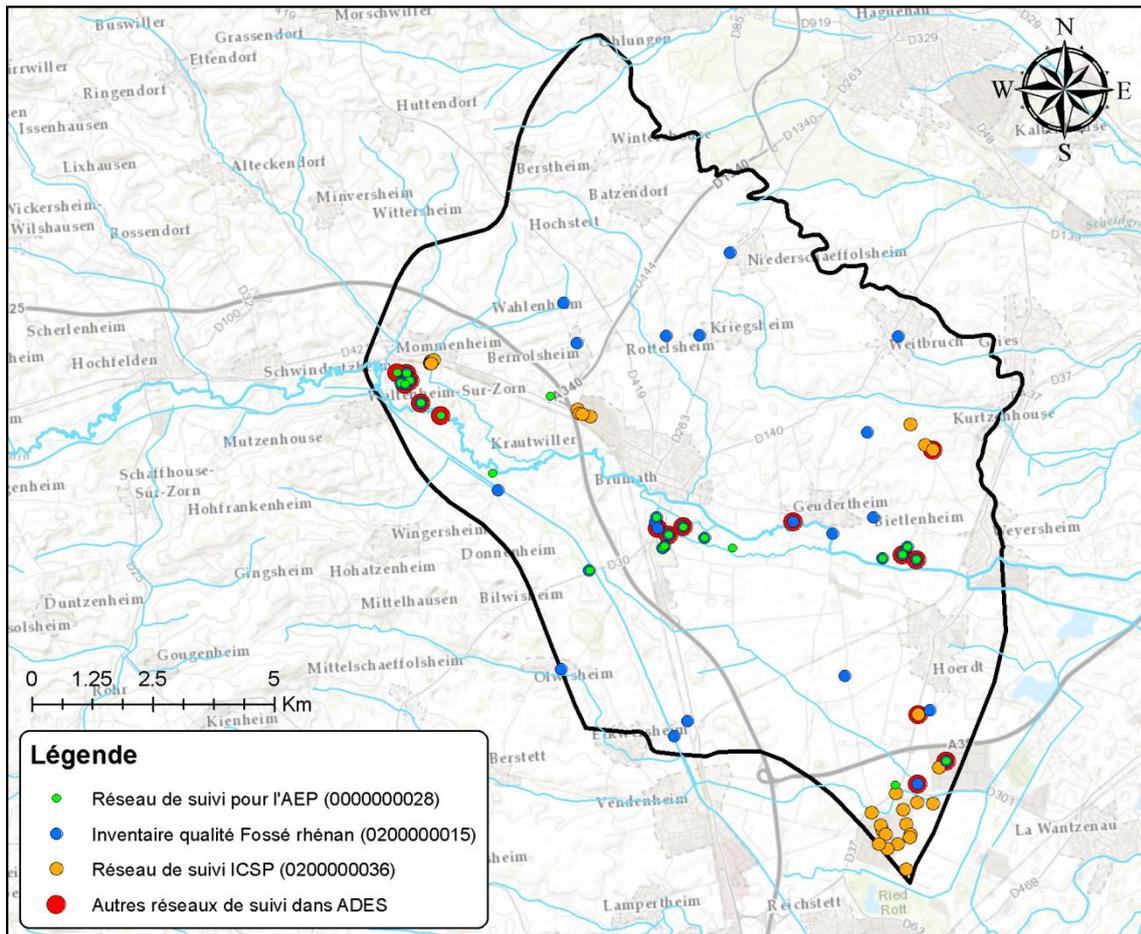


Illustration 53 : Localisation des qualitomètres ADES dans la zone de bordure « Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn »

L'essentiel de ces qualitomètres est situé le long de la Zorn ainsi qu'en limite Sud-Est de la zone de bordure (essentiellement des points associés au réseau ICSP) qui correspond à un lieu d'activité industrielle intense, avec notamment la présence de trois établissements Seveso seuil

haut : Petroplus Raffinage Reichstett (PRR), le centre emplisseur Butagaz et l'entreprise Lanxess Elastomers.

Champ captant de Mommenheim

Certains ouvrages du **champ captant de Mommenheim**, présentent des concentrations en nitrates et en produits phytosanitaires (atrazine et métabolites) élevées et en augmentation constante depuis les années 1980, et ce malgré les nombreuses mesures et actions mises en place. Par conséquent, ce champ captant a déjà fait l'objet d'études locales détaillées (BURGEAP, 1999, APRONA, 2013, Urban *et al.*, 2013). Les conclusions de ces études sont les suivantes :

- Dans l'ensemble la pollution phytosanitaire est principalement liée à l'atrazine (désherbant interdit en France depuis 2003) et son principal métabolite, la déséthylatrazine, même si l'interdiction de cette substance en 2003 s'est traduite par une tendance à la baisse des concentrations mesurées. Les valeurs rencontrées dans certains ouvrages restent néanmoins toujours au-dessus des normes de potabilité pour ces deux substances.
- Par ailleurs, une corrélation marquante entre les nitrates et les ions chlorures, pour ces ouvrages comme pour ceux des environs, témoigne de l'impact de produits fertilisants spécifiques (Urban *et al.* 2013).
- Les puits les plus proches de Mommenheim et les plus au Nord sont les plus touchés par la pollution nitratée. Ils prélèvent principalement la nappe superficielle des alluvions de la Zorn et sont localisés dans des zones où les sols sont particulièrement sujets au lessivage des nitrates.
- Plusieurs éléments semblent témoigner en faveur d'une pollution nitratée provenant du Nord-Nord-Est du champ captant (à savoir les collines de Brumath) :
 - l'alimentation des forages « à problème » du champ captant se fait globalement par le Nord-Nord-Est (BURGEAP, 1999) ;
 - En amont du champ captant, des prélèvements réalisés dans les alluvions de la Zorn ont présenté des teneurs inférieures à 5mg/l alors que les teneurs enregistrés dans les captages étaient de l'ordre de 30mg/l en moyenne (Tridon, 2013).
 - L'analyse d'un puits captant l'aquifère des sables du Pliocène, situé en amont hydrogéologique du champ captant de Mommenheim, témoigne d'un apport polluant en nitrates significatif (environ 50 mg/L) et d'âge récent (Urban *et al.*, 2013).
 - Les ruisseaux dont la confluence avec la Zorn est située en amont immédiat du champ captant présentent des teneurs élevées en nitrates, en moyenne de 30 à 50 mg/l (Urban *et al.*, 2013).

Dans ce champ captant, la pollution la plus préoccupante est celle par les nitrates. Cependant, les évolutions restent imprévisibles pour la plupart des ouvrages du champ captant malgré les tentatives de simulation (utilisation du modèle hydrodynamique MoNit et du modèle de transfert MACRO, Urban *et al.*, 2013).

Collines de Brumath

Dans l'ensemble, sur ce secteur, la pollution phytosanitaire est également 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 tendance à la baisse des concentrations mesurées (sauf sur l'ouvrage 02342X0030/508 situé à Kriegsheim). Les valeurs rencontrées dans certains ouvrages restent néanmoins toujours au-dessus des normes de potabilité pour ces deux substances.

Comme autre substance remarquable retrouvée, on citera :

- la simazine (désherbant interdit depuis 2003 de la même famille que l'atrazine), avec des teneurs assez nettement en baisse depuis 1997 et qui sont désormais en-dessous du seuil DCE de 0,1µg/l ;
- le métolachlore (désherbant interdit depuis 2003), détecté à hauteur de 0,25 µg/l en 2009 sur l'ouvrage 02342X0188/P situé à Rottelsheim et donc à surveiller lors des prochains inventaires.

De même, l'inventaire transfrontalier 2009 a montré que l'ouvrage 02343X0084/P situé à Weitbruch, captait une nappe fortement dégradée qualitativement avec, en plus de l'atrazine et de ses métabolites, environ 10 autres substances actives encore retrouvées en 2009 (mais globalement en baisse par rapport aux inventaires précédents).

Pratiquement tous les ouvrages des collines de Brumath, qui prélèvent des portions de nappe proches de la surface, sont également touchés par la pollution nitratée, avec des valeurs historiquement très élevées.

A titre d'exemple, en 1991, les ouvrages 02342X0030/508, 02342X0031/509 et 02342X0188/P présentaient des valeurs respectives de nitrates dans les eaux souterraines de 131, 174 et 271 mg/l. Ces ouvrages, comme les autres au sein des collines, ont vu leurs teneurs en nitrates baisser assez sensiblement depuis. Lors de l'inventaire transfrontalier 2009, les teneurs mesurées sur ces trois ouvrages ont été respectivement de 64, 121 et 130 mg/l. Certes, ces valeurs restent toujours au-dessus de la norme de potabilité de 50 mg/l, mais la tendance est globalement à la baisse depuis 12 ans.

Cône de déjection de la Zorn

En amont du champ captant de Bietlenheim-Geudertheim, la problématique majeure est encore l'atrazine et ses métabolites mais contrairement aux secteurs précédents, la tendance ne semble pas vraiment à la baisse, notamment pour les ouvrages 02343X0061/323B, 02343X0077/PZ2 et 02343X0076/PZ1 situés au Sud de Geudertheim. La simazine apparaît même en 2009 pour les deux derniers cités, à des teneurs certes encore faibles. La problématique nitrates est également présente, surtout pour le premier cité (autour de 90 mg/l en 2003 et 2009).

Les 4 ouvrages du champ captant de Bietlenheim-Geudertheim plus en aval ne font quant à eux l'objet d'aucun traitement avant distribution (SDEA, 2014).

Pour le reste, peu d'ouvrages ont fait l'objet d'un suivi qualitatif sur ce secteur particulier et quand ils l'ont été, les résultats sont globalement moins problématiques que ceux précédemment cités, à l'exception peut-être des ouvrages situés en limite Sud-Ouest, en

bordure de la terrasse mindelienne de la Zorn, pour lesquels les teneurs en nitrates et autres produits phytosanitaires sont élevés voire dépassent les normes de potabilité.

4.5. OCCUPATIONS DU SOL ET PREMIERS ELEMENTS DE VULNERABILITE

4.5.1. Occupations du sol (Bd OCS CIGAL V2)

Les informations contenues dans la Base de données d'Occupation du Sol v2 confirment le fait que cette région a une vocation agricole très importante (cf. Illustration 54).

Les collines de Brumath est une région agricole dont le paysage a été façonné par une agriculture assez traditionnelle (ADEUS, 2013). Bénéficiant de conditions pédologiques favorables, les productions agricoles sont variées :

- des céréales : du blé et du maïs (pour ce dernier, surtout en amont de Geudertheim/Weyersheim, d'après l'atlas 2014 de la DRAAF),
- des cultures fourragères,
- des vergers intensifs : essentiellement pommiers et cerisiers (cercle rouge sur l'illustration 54),
- les houblonnières (cercle orange sur l'illustration 54),
- quelques vergers traditionnels des coteaux des vallées intérieures et en bordure de la Zorn (cercle violet sur l'illustration 54) et
- certaines cultures maraîchères spécifiques telles les asperges (Weyersheim et Geudertheim), les pommes de terre et les oignons.

Pour le cône de déjection de la Zorn, sa majeure partie est le domaine de la forêt (feuillus initialement puis plantations de pins) avec la forêt communale de Brumath, le bois communal de Geudertheim, l'Herrenwald et la forêt domaniale de Grittwald. Pour le reste, la majeure partie de la surface destinée à l'agriculture est consacrée à la production céréalière (blé, maïs). Cependant, d'autres pratiques agricoles sont également menées, notamment la culture maraîchère et potagère (asperges, pommes de terre, ail, oignons) ainsi que des vergers traditionnels. Enfin, l'élevage y est peu répandu, hormis quelques élevages de volailles dans certaines communes.

Aux environs de Hœrdt (cercle noir sur l'illustration 54) et au Sud de Geudertheim s'est développé une quasi-monoculture spéculative de l'asperge ; ce légume trouve dans les sables du cône de la Zorn des sols idéaux, légers et siliceux.

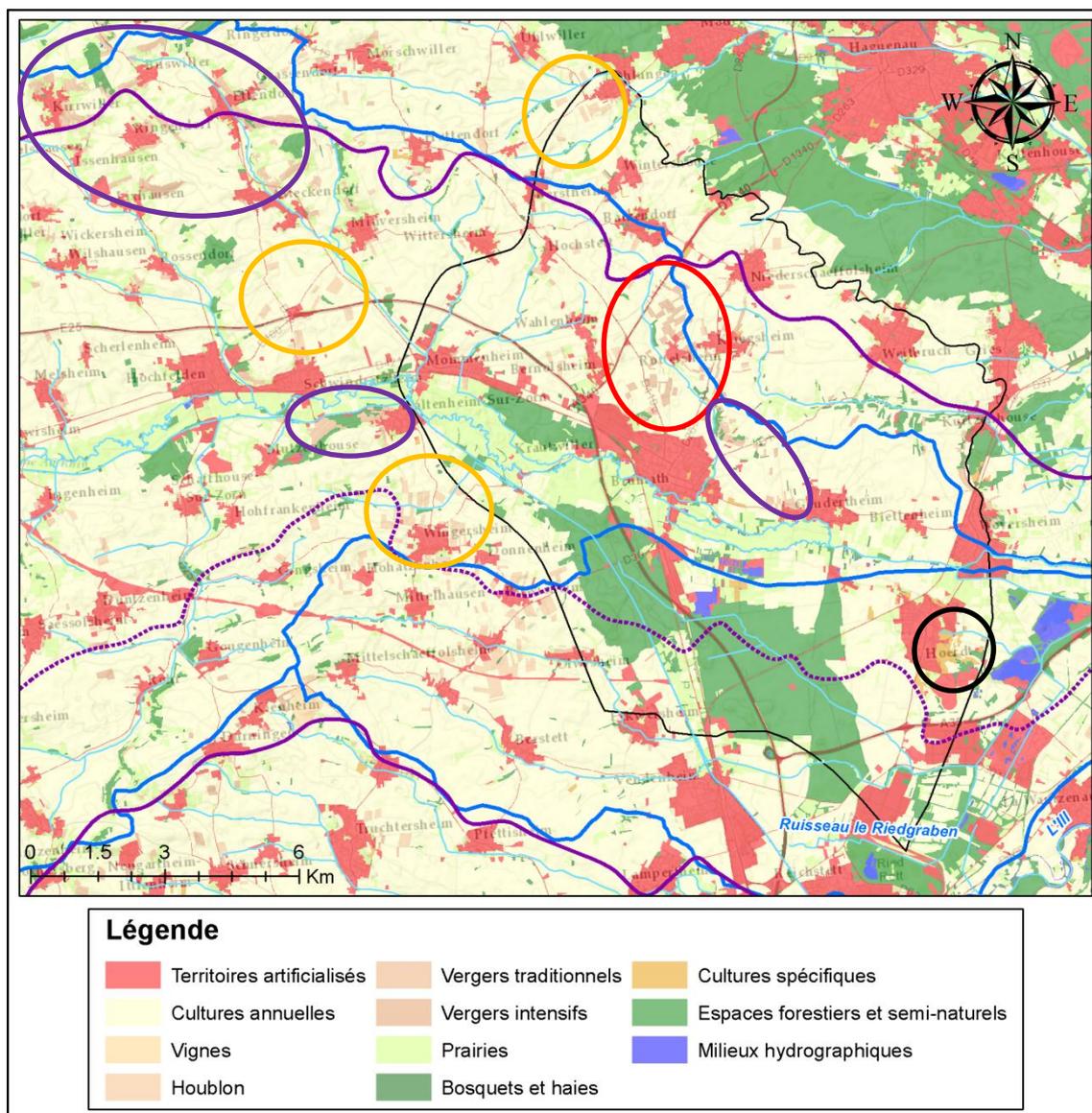


Illustration 54 : Occupation du sol sur la zone « Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn » et en amont (source : Bd OCS CIGAL v2, années 2011-2012)

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

L'illustration 55 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.

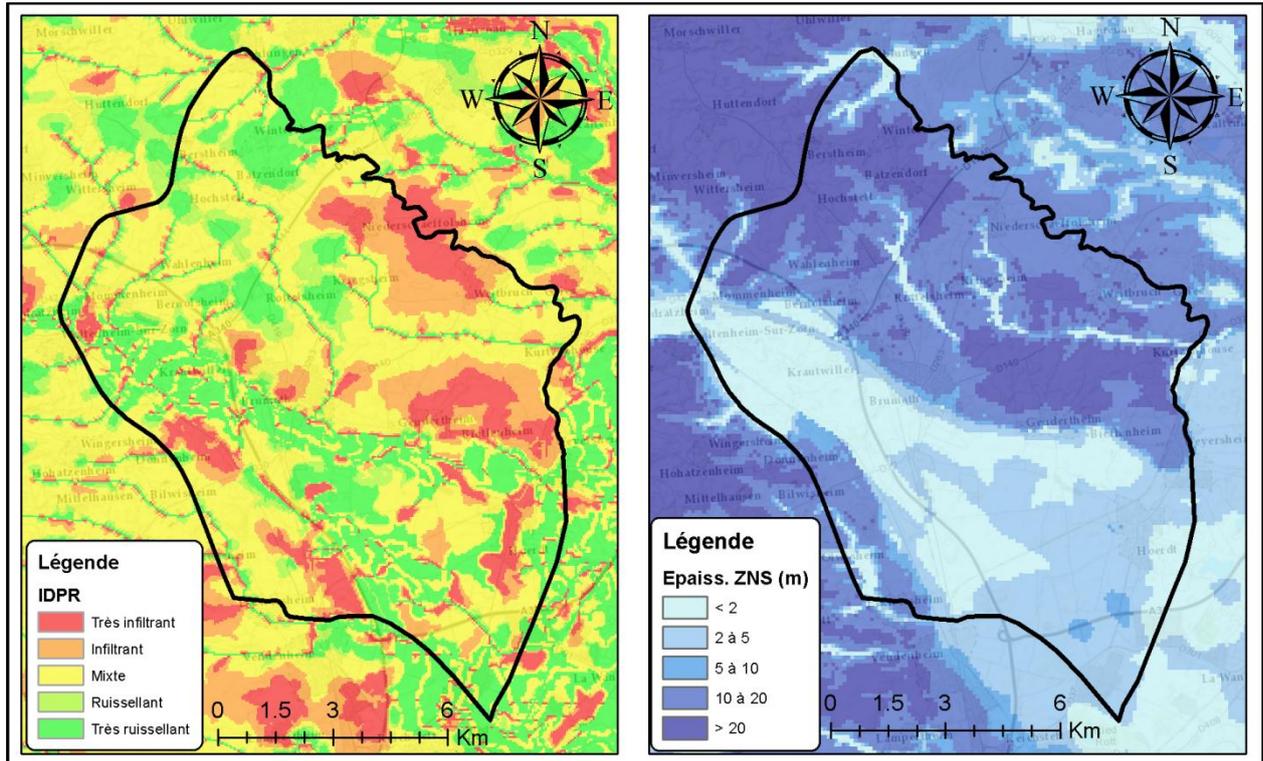


Illustration 55 : Comparaison IDPR et épaisseur de Zone Non Saturée – zone de « Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn »

Concernant les critères « épaisseur de ZNS » et « IDPR », la zone de bordure peut être scindée en trois grands ensembles qui correspondent aux collines de Brumath, au cône de la Zorn et à la terrasse mindelienne de la Zorn.

Collines de Brumath

Les collines de Brumath se caractérisent par une épaisseur de ZNS dépassant en moyenne les 10m. La nappe n'est sub-affleurante qu'au droit des ruisseaux Hellergraben et Saltenbach qui s'y écoulent. Il faut également noter qu'une bonne part des collines présente même une épaisseur de ZNS supérieure à 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 sables du Pliocène, favoriserait le retardement du transfert d'éventuels polluants vers ce dernier. Ces résultats sont cependant à relativiser dans la mesure où ils ne prennent pas bien en compte les petites nappes perchées dans les loess, présentes localement, a priori problématique du point de vue qualité, et supposément captées par certains points d'eau décrits dans le chapitre 4.4.2.

Le calcul IDPR met en évidence des secteurs très propices au ruissellement pour la moitié Ouest des collines alors que leur moitié Est semble plutôt composée de terrains plus infiltrants. Ces derniers coïncident d'ailleurs assez bien avec les zones à forte épaisseur de ZNS précédemment décrites. Comme pour le graben de Pfulgiesheim et malgré le recouvrement **a priori** complet des collines par des dépôts loessiques assez épais, le calcul IDPR semble montrer que ces terrains ne sont finalement pas réellement homogènes avec des zones apparemment plus vulnérables localisées au Nord de Rottelsheim, entre Niederschaefollsheim et Weitbruch, et entre Geudertheim et le ruisseau Hellergraben.

Le cône de la Zorn

Le cône de la Zorn se caractérise par une épaisseur de ZNS extrêmement faible, avec une nappe pouvant être considérée comme sub-affleurante sur au moins les 2/3 du secteur. Pour le reste, la profondeur de la nappe ne dépasse quasiment jamais les 5 m.

A contrario, le calcul de l'IDPR révèle un secteur beaucoup plus contrasté avec néanmoins une majorité de terrain plutôt favorable au ruissellement. Cependant, quelques zones plutôt infiltrantes sont mises en évidence, notamment à l'Ouest de Hœrdt et à l'Est d'Eckwersheim, en bordure de la terrasse mindelienne de la Zorn. Au regard de la proximité de la nappe vis-à-vis du sol, ces deux zones semblent constituer des zones à vulnérabilité élevée en cas de pollution.

La terrasse mindelienne de la Zorn

De manière similaire aux collines de Brumath, ce secteur est le lieu d'une épaisseur de ZNS a priori importante avec un caractère IDPR plutôt mixte à l'exception d'une zone particulière située au Nord-Est de Donnenheim qui s'avère être propice à l'infiltration. Il faut cependant nuancer les résultats de ces deux calculs sur ce secteur, dans la mesure où peu d'ouvrages y sont répertoriés, avec souvent un niveau d'information insuffisant.

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

L'illustration 56 ci-dessous représente un zoom sur la zone « Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn » des résultats sur les nitrates de l'inventaire transfrontaliers 2009 de la qualité des eaux souterraines dans le Fossé Rhénan (Région Alsace, 2012). Cette carte montre encore une fois la dichotomie qui caractérise cette zone d'étude, entre les collines de Brumath et le cône de la Zorn.

Les collines de Brumath présentent des teneurs en nitrates dans les eaux souterraines particulièrement élevées et dépassant même le seuil de potabilité de 50 mg/l. Les points d'eau de ce secteur qui ont été intégrés à la campagne de prélèvement pour cet inventaire (cf. Illustration 53 – points bleus) sont généralement peu profonds (moins de 10m) mais assez mal documentés. De plus amples informations sont nécessaires sur la formation aquifère réellement captée par ces ouvrages (nappe perchée au sein des loëss de couverture ? nappe des sables du Pliocène susceptible d'être peu profonde à certains endroits ?). Il est cependant constaté que ce « panache » de teneurs élevées en nitrates coïncide assez bien avec l'extension de la couverture loëssique des collines. L'influence de l'effet retardateur (et peut être même cumulatif) de ces loëss peu perméables dans le transfert des polluants vers les formations sous-jacentes pourrait jouer un rôle ; les teneurs en nitrates constatées seraient représentatives d'une situation agricoles antérieure de plusieurs dizaines d'années.

L'influence de certaines des activités agricoles menées à cet endroit (culture prépondérante du blé, vergers intensifs et traditionnels, houblonnières plus en amont) ainsi que l'évolution des pratiques historiques associés durant les époques passées, mériteraient d'être plus nettement évaluées à travers une étude locale plus approfondie. L'impact sur les teneurs en nitrates dans les eaux souterraines de la monoculture spécifique et historique de l'asperge entre Geudertheim et Weyersheim et vers Hoerd, ne semble a priori pas avéré.

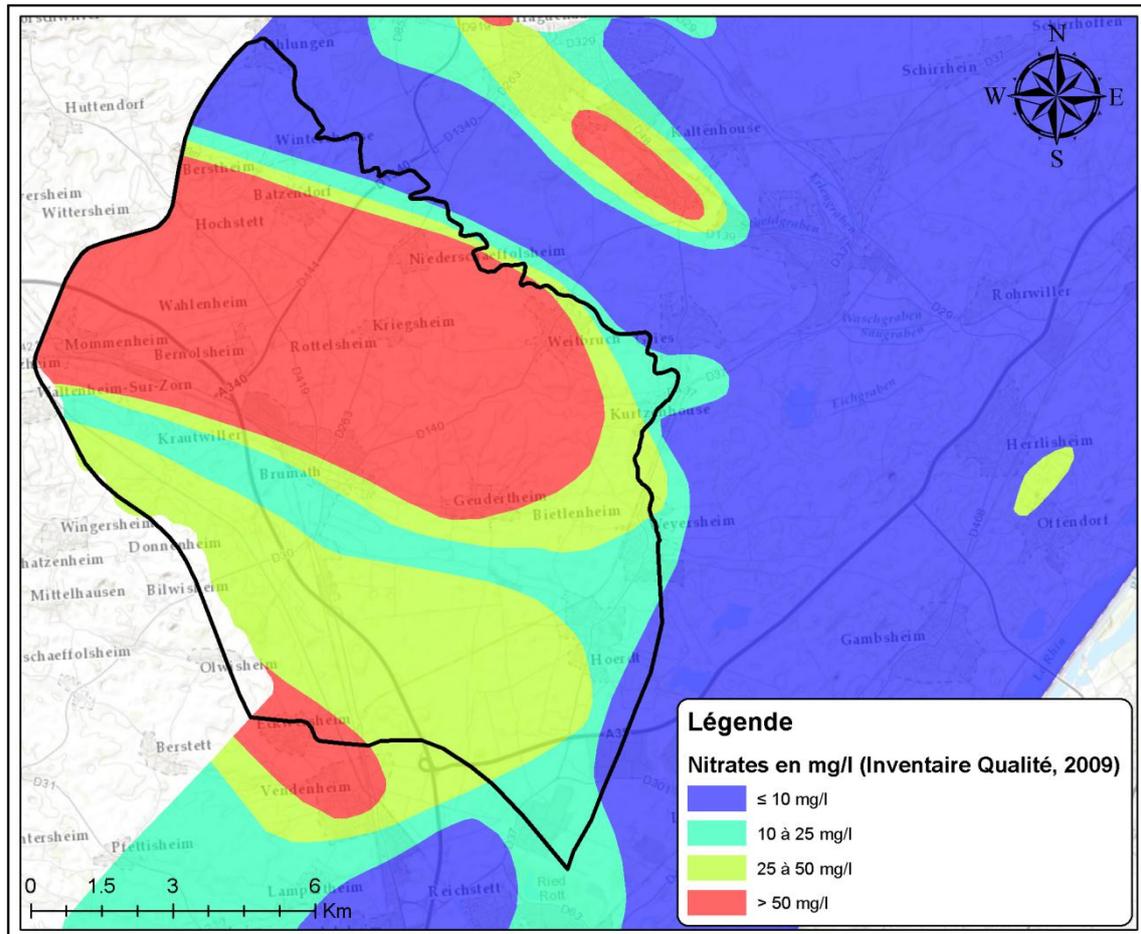


Illustration 56 : Carte des concentrations en nitrates dans les eaux souterraine issue de l'Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans le Fossé Rhénan – zone de « Mommenheim-Brumath-Cône de la Zorn » (Région Alsace, 2012)

Au sein des eaux souterraines contenues dans les alluvions du cône de déjection de la Zorn, les valeurs mesurées en nitrates sont moins importantes. Néanmoins, elles restent suffisamment élevées pour nécessiter une surveillance continue. Le panache de valeurs comprises entre 25 et 50 mg/l coïncide assez bien avec les directions d'écoulement souterrain présentées dans le chapitre 4.3.4. Les pressions agricoles étant sensiblement moins importantes à cet endroit que celles recensées au sein du Kochersberg, ces teneurs non négligeables en nitrates semble conforter l'hypothèse d'un apport d'eau (souterrain et sub-surface) provenant du Kochersberg, et plus particulièrement du bassin versant du Landgraben. L'activité agricole, déjà mise en évidence en bordure Nord du graben de Pfulgriesheim (cf. chapitre 3.5.3), y est en effet très importante (betteraves à sucres, blé, maïs, houblon). Leurs influences potentielles sur la dégradation des eaux situées en aval mériteraient d'être évaluées à travers une étude plus localisée.

Il faut noter toutefois la faible densité de points analysés au cœur du cône de déjection (cf. Illustration 53), ce qui augmente le degré d'incertitude de l'interpolation réalisée à cet endroit.

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

Historiquement, la vallée de la Zorn constitue la partie du secteur la plus exploitée pour ses eaux souterraines, profitant d'un contexte hydrogéologique favorable avec une nappe dans les alluvions déposées par la Zorn durant le Quaternaire, peu profonde et ayant de bonnes caractéristiques hydrodynamiques. Ce secteur est relativement bien connu de par la densité importante d'ouvrages recensée le long du cours d'eau, de Mommenheim à Hoerdt, qui sont de plus généralement bien documentés, notamment du fait de nombreux forages destinés à l'AEP.

A contrario, en s'éloignant en rive droite, **au cœur du cône de déjection de la Zorn**, dans sa partie plus boisée, la densité d'ouvrages faiblit sensiblement. Des profils **géophysiques à haute résolution** pourraient être réalisés perpendiculairement à l'axe principal de ce cône de déjection, plutôt dans sa partie aval, dans l'objectif d'estimer au mieux l'épaisseur, mal connue, des alluvions würmiennes qui le composent.

De même, en limite est du cône de déjection, les alluvions anciennes d'origine rhénane apparaissent et s'intercalent entre les alluvions vosgiennes et les sables pliocènes, en augmentant leur puissance dans la direction Est-Sud-Est. Le positionnement de cette limite d'apparition des alluvions rhénanes reste néanmoins assez incertaine car très dépendante de la qualité des descriptions des coupes géologiques des forages en présence. Une autre **campagne géophysique à haute résolution** pourrait être menée, cette fois-ci avec des profils parallèles à l'axe du paléochenal de la Zorn, pour préciser cette limite d'apparition. Mieux que cela, la réalisation de **forages de reconnaissance peu profonds avec une description fine des lithologies** rencontrées apporterait de précieuses informations sur ce point.

Dans le cadre d'un prochain inventaire transfrontalier de la qualité des eaux souterraines du Fossé rhénan, il serait pertinent d'**augmenter la densité des points analysés au cœur du cône de déjection de la Zorn, entre Olwisheim et Hoerdt**. Cette zone, apparemment problématique vis-à-vis des nitrates, semble qualifiée comme telle sur la base d'un nombre insuffisant d'ouvrages.

Au niveau des collines de Brumath, la carte géologique au 1/50000^{ème} suppose l'existence de failles expliquant certains tracés de ruisseaux sans qu'elles n'aient été reconnues. Là aussi, la réalisation de plusieurs profils géophysiques à haute résolution, localisés perpendiculairement à ces failles supposées permettraient de mieux appréhender ce secteur faiblement documenté, en confirmant (ou non) la présence de ces failles et la période à laquelle elles ont pu jouer. Des **investigations géologiques de terrain complémentaires** semblent également nécessaires au sein des collines de Brumath afin de caractériser les formations affleurantes notamment dans les vallons des ruisseaux et pour vérifier notamment si des secteurs voient les sables du Pliocène, censés être sous couverture lœssique, positionnés en réalité à l'affleurement.

Comme pour le graben de Pfulgiesheim il n'est actuellement pas possible de différencier systématiquement les affleurements de lœss rissien de ceux de lœss würmien au niveau des collines de Brumath. Or ces deux contextes de dépôts sont probablement à l'origine de lœss à caractéristiques intrinsèques divergentes, ce qui peut avoir une incidence sur l'effet de retardement de transfert de polluants vers la nappe sous-jacente des sables du Pliocène. Selon les caractéristiques lithologiques du lœss (présence de silts grossiers ou matrice fine et argileuse), celui-ci présentera une variabilité importante dans sa propension à laisser ruisseler ou à infiltrer l'eau ; variabilité qui est par ailleurs constatée sur le secteur à travers la carte IDPR (cf. chapitre 4.5.2). Une approche possible pour améliorer la connaissance sur cet aspect

consisterait à mener **une campagne de carottages dans ces loëss**, en plusieurs points des collines, qui seraient choisis de manière à intégrer toutes les configurations qui y sont rencontrées (différentes épaisseurs de ZNS, différentes zones selon la capacité à infiltrer/ruisseler...etc...). Sur les échantillons recueillis pourraient être réalisées des **mesures de leurs propriétés physico-chimiques et texturales** (porosité) ainsi qu'une **analyse graduée** (tous les 30 à 50 cm par exemple, ordre de grandeur de la distance annuelle parcourue verticalement par l'eau dans un loëss), **de quelques polluants** majeurs sachant que la problématique nitrates est particulièrement forte au sein des collines.

L'un des plus importants facteurs d'incertitude concerne la connaissance des horizons aquifères réellement captés au sein des collines de Brumath. A l'exception de l'information sur la profondeur des ouvrages, ces derniers sont souvent pauvrement décrits. Il est assez rare de trouver les informations sur le positionnement des venues d'eau (pour les trous nus) ou des crépines quand ces ouvrages sont équipés. Pour parfaire la connaissance du milieu capté sur ce secteur, il semblerait pertinent d'y réaliser (i) une **campagne fine de recensement** des ouvrages réellement existants, (ii) de réaliser des **passages caméras et des essais au micromoulinet** pour estimer au mieux la profondeur des venues d'eau et/ou le positionnement des crépines. Un travail complémentaire consisterait à **analyser la chimie voire à dater les eaux captées** par ces ouvrages, sur la base de données historiques et à l'issue d'une campagne terrain de prélèvements (à mener en hautes eaux et basses eaux).

Parallèlement à cela, dans les secteurs des collines en déficit d'information, il paraîtrait intéressant de réaliser **un ou deux forages d'exploration** à vocation purement scientifique. Par exemple, un forage de reconnaissance à l'Ouest de l'autoroute A340 pourrait apporter des éléments sur l'influence éventuelle de ce secteur sur les eaux captées par les forages AEP de Mommenheim. Ces ouvrages feraient l'objet d'une attention particulière dans la description des formations rencontrées, pourquoi pas via un carottage sur des horizons bien définis (lithologie, texture, épaisseur de loëss...), et dans la détermination de leur potentiel aquifère (via des essais de pompage...).

Concernant les échanges nappes-rivières, une hypothèse forte a été émise sur une potentielle variation saisonnière du sens des échanges entre la nappe et la Zorn au sein de la zone d'étude. Ceci mériterait d'être vérifié sur la base d'autres métriques (jaugeage différentiel le long de la Zorn, analyses hydrochimiques, bilan hydrique complet via une modélisation globale avec prise en compte des données de pluies et de prélèvements).

Concernant les relations entre la nappe des alluvions de la Zorn et celle des sables du Pliocène, a priori souvent séparées l'une de l'autre par des intercalaires argileux, elles ont pu être établies au niveau du champ captant de Mommenheim. Plus en aval, cette connexion n'a pas été clairement mise en évidence. Pour ce faire, il serait intéressant de répertorier plusieurs forages proches les uns des autres et captant, pour certains, uniquement la frange alluvionnaire de la Zorn, pour d'autres, uniquement la nappe des sables du Pliocène. Une **campagne de mesure de leur niveau piézométrique**, à différentes époques de l'année, ainsi que la **réalisation de pompages d'essai** sur chacun des ouvrages sélectionnés, permettrait de préciser les conditions de charge de ces deux nappes, leurs variations au cours du temps, et les conséquences éventuelles que peut générer un pompage d'eau d'une des deux nappes, sur l'autre.

En bordure Sud-Ouest du cône de déjection, vers Eckwersheim et Vendenheim, la zone se révèle complexe d'un point de vue structural (présence de nombreuses failles supposées) mais aussi d'un point de vue géologique avec la superposition de trois formations potentiellement aquifères, sur de faibles épaisseurs (Terrasse sableuse de la Zorn, Alluvions rhénanes et Sables Pliocène). Et peu d'ouvrages y sont bien documentés alors que les teneurs

en nitrates dans les eaux souterraines en aval immédiat de ce secteur sont particulièrement élevées. Il est donc recommandé de mener ici aussi une autre campagne géophysique à haute résolution.

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^{ème} 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

Direction régionale Alsace

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

Tél. : 03 88 77 48 90