



Ministère de l'Industrie,  
des Postes et Télécommunications  
et du Commerce extérieur

DOCUMENT PUBLIC

## Carte hydrogéologique suisse à 1/100 000 - Feuille Basel/Bâle

Éléments de notice pour la partie française

---

M. George

avec la collaboration de L. Calmbach,  
M. Lettermann, F. Ménillet et S. Baderot

Janvier 1995

Rapport BRGM R 38678



Étude réalisée dans le cadre des  
actions de Service public du BRGM

94 - D - 101

**BRGM**  
Service Géologique Régional Alsace  
15, rue du Tanin - Lingolsheim  
B.P. 177 - 67834 Tanneries Cedex  
Tél.: (33) 88.77.48.90 - FAX : (33) 88.76.12.26

## TABLE DES MATIERES

	Pages
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>2. METHODOLOGIE</b> .....	<b>5</b>
<b>3. ELEMENTS POUR LA NOTICE</b> .....	<b>7</b>
3.1. Principe de la représentation .....	7
3.1.1. Types de circulation souterraine .....	7
3.1.2. Perméabilités .....	8
3.1.2.1. Perméabilités des terrains meubles.....	8
3.1.2.2. Couches de couverture .....	10
3.1.2.3. Perméabilité des roches cohérentes .....	11
3.1.3. Structures influant sur les conditions hydrogéologiques.....	14
3.1.4. Données hydrologiques et hydrogéologiques.....	14
3.1.4.1. Principales lignes de partage des eaux .....	14
3.1.4.2. Nappes libres.....	14
3.1.4.3. Nappes captives.....	14
3.1.4.4. Sens d'écoulement des eaux souterraines.....	15
3.1.4.5. Sources .....	15
3.1.4.6. Eaux thermales et minérales .....	15
3.1.4.7. Pertes et infiltrations de cours d'eau.....	17
3.1.4.8. Phénomènes karstiques.....	17
3.1.4.9. Relations entre eaux de surface et eaux souterraines .....	17
3.1.5. Ouvrages .....	18
3.1.6. Canaux de drainage .....	18
3.2. Climatologie.....	19
3.3. Grandes unités géographiques et géologiques.....	19
3.3.1. Massif vosgien .....	19
3.3.2. Bassin permien de Ronchamp-Giromagny .....	19
3.3.3. Collines du Belfortais .....	20
3.3.4. Collines sous-vosgiennes .....	20
3.3.5. Ajoie ou Jura tabulaire.....	20
3.3.6. Jura alsacien .....	21
3.3.7. Sundgau.....	21
3.3.7.1. Conglomérats de bordure du Tertiaire rhéna.....	21
3.3.7.2. Calcaires du Horst de Mulhouse .....	21
3.3.7.3. Série grise et Molasse alsacienne.....	21
3.3.7.4. Formations alluviales anciennes (Cailloutis du Sundgau).....	22
3.3.7.5. Alluvions quaternaires rhénanes.....	22
3.3.8. Formations superficielles, morainiques et alluviales vosgiennes.....	22
3.4. Données chimiques.....	23
3.5. Bassins versants individualisés.....	24
3.5.1. Bassin du Rhin .....	24
3.5.1.1. Basse vallée du Rhin de l'amont de Bâle à Bâle.....	24
3.5.1.2. La Lucelle .....	24
3.5.1.3. La Birsig .....	24
3.5.1.4. Basse vallée du Rhin de Huningue à Kembs .....	25
3.5.1.5. Vallées orientales du Sundgau .....	27

3.5.1.6. Basse vallée du Rhin de Niffer à Rumersheim.....	28
3.5.2. Bassin de la Largue.....	29
3.5.2.1. Vallée de la Largue de la source à Dannemarie.....	29
3.5.2.2. Vallées latérales de la Largue.....	30
3.5.2.3. Vallée de la Largue de Dannemarie à Illfurth.....	31
3.5.2.4. Vallées latérales de la Largue.....	31
3.5.3. Bassin de l'Ill.....	32
3.5.3.1. La vallée de l'Ill de la source à Mulhouse.....	32
3.5.3.2. Vallées latérales de l'Ill.....	33
3.5.4. Bassin de la Thur.....	34
3.5.4.1. La vallée de la Thur de Malmerspach à Thann.....	34
3.5.4.2. Vallées latérales de la Thur.....	35
3.5.5. Bassin de la Doller.....	35
3.5.5.1. La vallée de la Doller de sa source à Lauw.....	35
3.5.5.2. Vallées latérales de la Doller.....	36
3.5.6. Bassins de la Thur, de la Doller et de l'Ill dans la plaine ello-rhénane.....	37
3.5.6.1. Délimitation.....	37
3.5.6.2. La Thur de l'aval de Thann à Ensisheim.....	38
3.5.6.3. La Doller de l'aval de Lauw à Mulhouse.....	40
3.5.6.4. L'Ill de l'aval de Mulhouse à Ensisheim.....	41
3.5.6.5. Vallées latérales de la Thur et de la Doller dans la plaine ello-rhénane.....	42
3.5.7. Bassin de la Lauch.....	43
3.5.8. Bassin de la Moselle.....	44
3.5.9. Bassin versant de l'Allan.....	44
3.5.9.1. Bassin de la Bourbeuse.....	45
3.5.9.2. Bassin de l'Allaine.....	48
3.5.9.3. Bassin de l'Allan.....	49
3.5.10. Bassin de la Savoureuse.....	51
3.5.10.1. Les vallées de la Savoureuse et de la Rosemontoise.....	51
3.5.10.2. Vallées latérales de la Savoureuse et de la Rosemontoise.....	52
3.5.11. Bassins du Rahin et de l'Ognon.....	53
3.5.12. Bassin de la Lizaine.....	53
3.5.13. Bassin du Doubs.....	54
3.6. Eaux thermales et minérales.....	55
3.6.1. Source minérale autorisée et exploitée : Wattwiller.....	55
3.6.2. Etablissement thermal exploité non classé : Neuwiller.....	60
3.6.3. Sources non exploitées.....	64
3.6.3.1. Aspach (Altkirch).....	64
3.6.3.2. Durlinsdorf.....	67
3.6.3.3. Hirtzbach.....	69
3.6.3.4. Sewen.....	70
3.6.3.5. Wuenheim.....	70
3.6.4. Sources banales non exploitées.....	71
3.6.4.1. Blotzheim.....	71
3.6.4.2. Hagenthal-le Haut.....	73
3.6.4.3. Heimersdorf.....	74
3.6.4.4. Steinbrunn-le-Bas.....	74
3.6.4.5. Vieux Ferrette.....	75
3.6.5. Forages non exploités.....	75

<b>3.7. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>75</b>
3.7.1. Rapports généraux.....	75
3.7.2. Rapports eaux thermo-minérales.....	78
3.7.3. Cartes géologiques.....	80
3.7.4. Cartes hydrogéologiques .....	80

#### **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Carte hydrogéologique suisse à 1/100 000 - feuille de Basel-Bâle assemblage des documents cartographiques français .....	7
Figure 2 : Wattwiller- Coupe schématique du cadre hydrogéologique .....	57
Figure 3 : Neuwiller - Coupe schématique du cadre hydrogéologique .....	62
Figure 4 : Aspach - Coupe schématique du cadre hydrogéologique .....	65

#### **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Analyses des eaux des captages de Wattwiller.....	58
Tableau 2 : Analyses des eaux du forage de Neuwiller.....	63
Tableau 3 : Analyses des eaux de la source d'Aspach .....	66
Tableau 4 : Analyses des eaux de la source de Durlinsdorf.....	68
Tableau 5 : Analyses des eaux de la source de Wuenheim.....	72

#### **LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1 : Assemblage des cartes à 1/50.000 de la partie française (réduction à 1/250.000 pour la présente édition)	
Annexe 2 : Plans de situation et coupes hydrogéologiques (19 coupes)	

## 1. INTRODUCTION

La Commission Géotechnique Suisse, sise à Zurich, édite les cartes hydrogéologiques de la Suisse à l'échelle de 1/100 000.

La feuille de Bâle ne comprend qu'une petite partie de territoire suisse, la majeure partie s'étendant sur le territoire français, tandis qu'une mince bande en rive droite du Rhin se trouve en territoire allemand (cf. figure 1).

La réalisation des feuilles Bienne et Bâle a été confiée à l'Institut de Géologie de Bâle, sous la direction du Professeur L. HAUBER qui a pris contact avec le Service Géologique Régional Alsace du BRGM en 1985 pour étudier les possibilités de travail en commun sur la feuille Bâle. Il a alors été décidé que cette feuille serait traitée indépendamment de la feuille Bienne comme un document trinational ; l'alternative aurait été d'en faire une extension de la feuille Bienne, limitée à la partie du territoire helvétique.

Pour initier les travaux préparatoires, le BRGM, Service Géologique Régional Alsace, a reçu une dotation du Ministère des Affaires Etrangères pour les années 1987 et 1988. Les travaux réalisés ont consisté à préparer un projet de légende et à effectuer les transpositions hydrogéologiques sur le secteur de la plaine alluviale.

En 1994, la feuille de Service public 94 D 101 attribuée par le Comité des Programmes a permis de reprendre et compléter les documents existants pour assurer la cohérence d'ensemble et la coordination des contours avec les minutes établies par la partie suisse.

## 2. METHODOLOGIE

Il est procédé de la façon suivante :

- attribution des perméabilités aux différentes formations géologiques.
- regroupement et simplification pour une représentation cartographique synthétique des **formations hydrogéologiques** réalisée à 1/50 000 (sur la base des originaux suisses et allemands à 1/25 000 réduits par voie photographique et sur la base du fond géologique français édité à 1/50 000).
- réduction de cette cartographie hydrogéologique à 1/100 000 sur calque par voie photographique.
- transposition sur l'original de la carte à 1/100 000.
- édition de la carte à 1/100 000 présentant les formations hydrogéologiques avec en surcharge les données hydrogéologiques, légende bilingue.

L'Institut de Géologie et Paléontologie de l'Université de Bâle a réalisé les travaux pour les parties suisse et allemande (bande Sud et Est de la carte), Monsieur L. HAUBER, membre de la Commission Géotechnique Suisse, assurant la mission de Chef de Projet avec la collaboration de U. PFIRTER et E. ZECHNER.

Le Service Géologique Régional Alsace du BRGM a réalisé les travaux pour la partie française (cf. figure 1) dans le cadre de la fiche programme de Service Public n° 94 D 101, Monsieur M. GEORGE étant responsable de l'étude, avec la collaboration de L. CALMBACH, M. LETTERMANN, F. MENILLET et S. BADEROT.

La coordination des contours entre les travaux français et suisses a été assurée afin d'éviter les problèmes de raccordement. Le document de l'annexe 1 présente l'assemblage à l'échelle de 1/180 000, des minutes des cartes à 1/50 000 des formations hydrogéologiques de la partie française.

Les contours des formations hydrogéologiques à l'échelle de 1/50 000 ont été remis à l'Institut de Géologie et Paléontologie de l'Université de Bâle en 1994. La planche des données hydrogéologiques à 1/100 000 ainsi que les éléments pour la notice seront livrés au courant de l'année 1995 en fonction de l'avancement de synthèses en cours de réalisation.

ASSEMBLAGES DES DOCUMENTS  
CARTOGRAPHIQUES FRANÇAIS  
à 1/50000

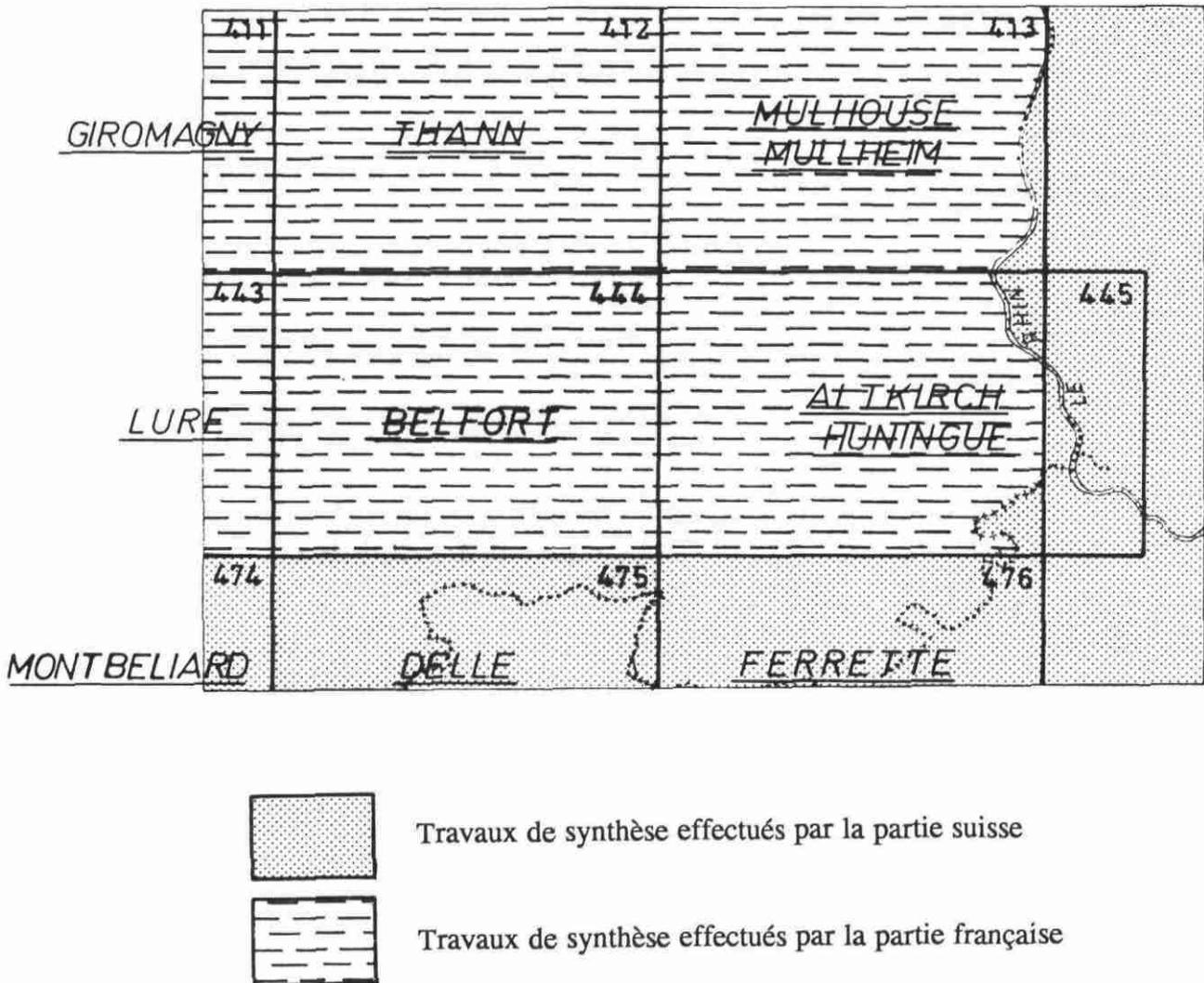


Figure 1 : Carte hydrogéologique suisse à 1/100 000 - feuille de Basel/Bâle :  
assemblage des documents cartographiques français

### 3. ELEMENTS POUR LA NOTICE

Ce chapitre constitue un commentaire du document cartographique présenté (cf. annexe 1). Les éléments fournis permettent de compléter la légende de base des cartes hydrogéologiques suisses en fonction de la spécificité des formations géologiques alsaciennes et franc-comtoises de la feuille de Bâle. Le plan de présentation s'inspire de la légende de la carte hydrogéologique à 1/100 000 de Biel/Bienne et de la notice de la carte hydrogéologique à 1/100 000 du Panixerpass (dernière notice éditée à fin 1994).

#### 3.1. PRINCIPE DE LA REPRESENTATION

Les principaux éléments cartographiés sont des plages de couleurs utilisées pour représenter le type de circulations souterraines et la perméabilité des terrains qui sont différenciés en terrains meubles et en roches cohérentes (cf. § 3.1.2.1. et 3.1.2.3.).

Les éléments hydrogéologiques de **type naturel** (limites des bassins versants, sources, isohypses des courbes piézométriques) sont représentés en **bleu** (cf. § 3.1.4.), ceux de **type artificiel** (captages, barrages, parois étanches) en **rouge** (cf. § 3.1.5.).

##### 3.1.1. Types de circulation souterraine

###### 3.1.1.1. Circulation dans une matrice poreuse

- Représentation en surface de couleur **bleue** ou **verte**.

###### 3.1.1.2. Circulation dans un matrice fissurée

- Représentation en surface de couleur **rouge** pour les terrains cristallins (granites, gneiss et roches associées), **brun-rouge** pour les sédiments consolidés tels que les grès, conglomérats et brèches.

###### 3.1.1.3. Circulation de type karstique

- Représentation en surface de couleur **violet-gris** pour les roches carbonatées (calcaire et dolomie), et **violet-rouge** pour les formations gypseuses.

### 3.1.2. Perméabilités

#### 3.1.2.1. Perméabilités des terrains meubles

##### 3.1.2.1.1. Terrain meubles de perméabilité élevée (bleu)

- *Alluvions pauvres en silts et argiles dans les fonds de vallée.* Lorsqu'elles sont aquifères, et grâce à leur perméabilité élevée et leur bonne capacité de filtration, ces alluvions conviennent parfaitement à la réalisation de captages.

- Représentation en surface de couleur **bleu-foncé**.

- Vallées de la Moselle, de la Lizaine (aval de Brevilliers), de la Savoureuse, de la Bourbeuse (aval de Montreux), de l'Allaine, de la Doller, de la Thur, de l'Ill (aval de Mulhouse) et du Rhin.

- *Alluvions pauvres en silts et argiles en dehors des vallées.* Parfois très perméables mais souvent drainées et donc sèches et par conséquent peu favorables pour la réalisation de captages.

- Représentation en surface de couleur **bleu-clair**.

- Vallées de la Savoureuse (en amont de Valdoie), terrasses étagées de la bordure est du Sundgau.

- *Cônes de déjection, éboulis, éboulements, glissements de terrains, terrains tassés et moraines locales,* situés en contexte de roches cohérentes de perméabilité élevée et donc composés d'éléments de calcaires, de dolomie, de roches cristallines.

- Représentation en surface de couleur **bleu-clair** avec un figuré en surcharge évoquant le type de formation.

- Cônes de déjection : en bordure des vallées de la Doller et de la Thur.

- Eboulis : associés aux calcaires du Jurassique et au granite du massif vosgien.

- Moraines locales : moraines latérales des vallées vosgiennes (Savoireuse) ou formations glaciaires de versant dans le massif vosgien en domaine granitique.

- Eboulements, glissements de terrain et terrains tassés : non représentables à l'échelle de restitution sur la partie française.

### 3.1.2.1.2. Terrains meubles de perméabilité moyenne (bleu-vert)

- *Alluvions relativement riches en sables ou en silts et en argiles.* Malgré la capacité de filtration, la perméabilité moyenne et le colmatage des lits des rivières par des argiles limitent les possibilités de réalisation des captages.
- Représentation en surface de couleur **bleu-vert**.
- Vallées de la Rosemontoise, des ruisseaux de la Madeleine et de Saint-Nicolas, de la Coeuvalte.  
Formations d'âge pliocène et quaternaire ancien du Sundgau au Sud de la Bourbeuse et de la Largue.

### 3.1.2.1.3. Terrains meubles de perméabilité hétérogène (vert-bleu)

- *Remplissage de lacs et systèmes morainiques bien développés.*
- Formation non représentable à l'échelle de restitution sur la partie française

### 3.1.2.1.4. Terrains meubles de perméabilité moyenne à faible (vert pâle)

- *Formations détritiques riches en silts et argiles et pauvres en graviers.* Bonne capacité de filtration mais faible productivité pouvant cependant convenir pour des captages localisés.
- *Cônes de déjection, éboulis, éboulements, glissements de terrain, terrains tassés et moraines locales,* dérivés de roches cohérentes de perméabilité moyenne à faible ou hétérogène et donc composés de marnes, de grès.
- Représentation en surface de couleur **vert pâle** avec un figuré en surcharge pour les formations dérivées.
- Formations détritiques : vallée de l'Ill (en amont de Mulhouse), de la Largue, les vallées des cours d'eau drainant le Sundgau (Thalbach, Wahlbach, Suarcine, ruisseaux de Traubach, Soultzbach, Spechbach) et l'ensemble des dépôts de colluvions tapissant le fond des vallons. Formations d'âge pliocène et quaternaire ancien du Sundgau au Nord de la Bourbeuse et de la Largue.  
Cônes de déjection : vallée de la Doller, débouchés des vallons du Sundgau dans la plaine du Rhin.  
Eboulis : associés aux formations calcaires du Horst de Mulhouse et aux formations alluviales d'âge pliocène et quaternaire ancien.  
Glissements de terrain : phénomène de solifluxion principalement associé aux formations glaciaires de versant dans le massif vosgien.  
Moraines locales : formations glaciaires de versant dans le massif vosgien, sur schistes et volcanites.  
Eboulements et terrains tassés : non représentables à l'échelle de restitution sur la partie française.

### 3.1.2.1.5. Terrain meubles de perméabilité faible à très faible (bleu-vert)

- *Sables fins, silts, argiles incluant les limons, les loess et les loess-lehms* (loess décalcifiés) reposant sur des roches cohérentes. Terrains faisant obstacle aux circulations d'eau souterraine.

- Représentation en surface de couleur **jaune-vert**.

- Aires bien développées sur les calcaires d'âge jurassique et les conglomérats tertiaires dans la région de Belfort ainsi que dans le Sundgau, sur les marnes, la Molasse alsacienne et les calcaires d'âge tertiaire.

### 3.1.2.2. Couches de couverture

#### 3.1.2.2.1. Recouvrement de tourbe

- Dans le domaine vosgien, les anciens cirques et ombilics glaciaires qui forment des cuvettes naturelles dans le socle sont occupées par des dépôts tourbeux.

- Représentation par un semis de **tirés irréguliers de couleur bistre** venant en surcharge de la formation sous-jacente.

- Les plus étendues, les seules représentées sur la carte, se situent dans le bassin versant de la Doller, en amont de Rimbach et en amont de Sewen.

#### 3.1.2.2.2. Recouvrement morainique sur graviers alluviaux

- Dépôt morainique bien développé reposant sur des graviers alluviaux (dans les cuvettes de surcreusement glaciaire).

- Formation non représentable à l'échelle de restitution sur la partie française.

#### 3.1.2.2.3. Recouvrement de sable fin, de silt ou de limon sur graviers alluviaux propres ou sablo-limoneux

- Sur la carte, les graviers alluviaux propres ou sablo-limoneux recouverts par des dépôts de perméabilité différente tels que sable fin, silt, limon (mélange de silt et d'argile), loess, loess-lehm (loess décalcifié) ont été identifiés.

- Représentation par des **traits bistres horizontaux parallèles** venant en surcharge de la formation sous-jacente.

- Quelques placages au niveau de la vallée de la Savoureuse (Forêt de la Vaivre) et dans la plaine du Rhin y compris les basses vallées de la Thur, de la Doller et de l'III.

Extension maximale dans le Sundgau au niveau des terrasses étagées de la bordure Est et surtout des dépôts d'âge pliocène et quaternaire ancien.

**Remarque :** la distinction au niveau du Sundgau entre deux types de recouvrement différents (présence de loess ancien décalcifié ou loess-lehm, à l'Ouest, et loess calcaire récent à l'Est), distinction importante non seulement pour l'opposition des paysages qu'elle induit mais également pour la vulnérabilité des formations hydrogéologiques (moins grande sous les loess-lehms), n'a pas pu, à ce jour, recevoir de représentation cartographique satisfaisante sans créer un nouveau figuré.

Le parti pris a été d'adopter le figuré décrit ci-dessus pour les loess récents non décalcifiés. Les loess anciens décalcifiés ont été laissés en blanc.

#### **3.1.2.2.4. Dépôts artificiels**

- Dépôts anthropiques ayant une certaine extension, en particulier déblais et remblaiements de carrière ou terrils de rejets solides de l'industrie chimique et de l'industrie extractive (élément non identifié cartographiquement auparavant sur les cartes hydrogéologiques à 1/100 000).
- Représentation par un figuré de **hachures obliques noires sur fond blanc**.
- Près de la ville de Belfort, déblais important à l'Ouest, Fort de Roppe au Nord-Est, remblais dans la carrière du Pont d'Aspach au Nord-Ouest de Burnhaupt, terrils de Vieux-Thann alimenté par les rejets solides de l'industrie chimique, terrils de marnes et de sel dans le bassin potassique au Nord-Ouest de Mulhouse, résultant de l'activité extractive de la potasse, déblais le long du Grand Canal d'Alsace entre Kembs et Chalampé-le-Bas.

#### **3.1.2.3. Perméabilité des roches cohérentes**

##### **3.1.2.3.1. Roches cohérentes de perméabilité élevée**

- *Calcaires et dolomies.* Ces formations sont le siège de circulations karstiques avec la présence de sources karstiques importantes tandis qu'en surface s'observent des dolines et des phénomènes de pertes de cours d'eau.
- Représentation en surface de couleur **violette**.
- Calcaire et dolomie du Keuper inférieur (Lettenkohle), bande étroite à l'Ouest et à l'Est de Belfort.  
Calcaire karstifié du Jurassique moyen (Bajocien-Bathonien) et du Jurassique supérieur (Oxfordien moyen et supérieur, ancien Rauracien et Séquanien) bien développé au Sud de Belfort.  
Calcaire tertiaire (Sannoisien) du Horst de Mulhouse entre Mulhouse et Altkirch.

### 3.1.2.3.2. Roches cohérentes de perméabilité moyenne à faible ou hétérogène

- *Alternances de calcaires et de marnes* (au niveau des bancs ou par suite de regroupements d'étage pour des raisons de lisibilité à la représentation).

*Calcaires impurs, sableux ou marneux, sables argileux.* Petites sources au niveau des couches de perméabilité contrastée ou au niveau des fissures.

- Représentation en surface de couleur **gris-violet**.

- Argiles et grès du Permien en larges bandes au Nord de Belfort sur la bordure sud du massif vosgien.

Marnes et grès fins (grès coquilliers) souvent dolomités du Muschelkalk inférieur, Marno-calcaires du Jurassique inférieur (Sinémurien, Hettangien, Charmouthien), du Jurassique moyen (Bathonien supérieur et Callovien) et du Jurassique supérieur (l'Oxfordien moyen correspondant aux ex-Argovien et ex-Rauracien, Oxfordien supérieur correspondant à l'ex-Séquanien et Kimméridgien).

Les formations du Muschelkalk et du Jurassique se rencontrent au Sud de Belfort sous la forme de bandes étroites plus ou moins parallèles.

Calcaire lacustre et argiles rouges sidérolithiques de l'Eocène, apparaissent en général en placage sur les calcaires jurassiques.

Formations des champs de fractures où, dans des compartiments souvent de très petites dimensions, les mouvements tectoniques ont mis en contact des formations d'âge et de lithologie très variés. Ces formations se rencontrent au contact du massif vosgien et de la plaine d'Alsace et sont de petite dimension.

- *Grès, alternances de grès et de marnes, parfois avec quelques poudingues.*

Petites sources au niveau des couches de perméabilité contrastée ou au niveau des fissures.

- Représentation en surface de couleur **ocre-brun**.

- Grès vosgien du Buntsandstein moyen, au Nord de Belfort.

Molasse alsacienne, marnes avec niveaux gréseux du Chattien, en grandes surfaces au niveau du Sundgau entre Mulhouse et Dannemarie, autour de Rantzwiller et Koetzingue et entre Riespach et Hagenthal.

- *Poudingues avec parfois des alternances de grès et de marnes.*

Petites sources au niveau des couches de perméabilité contrastée ou au niveau des fissures.

- Représentation en surface de couleur **ocre-brun avec une surcharge de gros points bistres**.

- Conglomérats permien au Sud-Est de Giromagny.

Conglomérats côtiers tertiaires (Sannoisien) de la bordure du Fossé rhénan (environs de Thann et "Système de Bourogne" au Sud-Est de Belfort).

- **Formations volcano-sédimentaires du Dévonien-Carbonifère (Viséen et Stéphalien).** Mélange et association de formations très diverses : tufs, ignimbrites, grauwackes, schistes, silts, grès, brèches, trachytes, andésites, diabases, spilites, diorites, gabbros, kératophyres, rhyolites, latites, liées à l'orogénèse hercynienne.

La perméabilité, très variable, est fonction des variations lithologiques et surtout du degré de fracturation. La perméabilité de fissures est dominante bien que localement à la faveur d'un changement de lithologie, la perméabilité de pores puisse prendre une certaine importance. Quelques circulations hypodermiques dans les fissures, les fracturations et les zones plus poreuses peuvent donner localement des sources susceptibles d'être captées.

- Représentation en surface de couleur **brun-rouge** (couleur non employée sur la feuille Biel/Bienne, employée sur la feuille Panixerpass mais pour les formations à dominante gréseuse et conglomératique).
- Ces formations dites "dévono-dinantiennes" (Séries de Thann, Giromagny, Oderen, Masevaux et Belfortais) constituent l'essentiel du massif vosgien en association avec les formations granitiques. Un petit lambeau de houiller (Stéphalien) au Nord de Belfort y est rattaché.

- **Alternance de gypse, marnes et argiles.**

Formations non représentables à l'échelle de restitution sur la partie française.

- **Granites et roches associées.** Granites de différentes compositions avec microgranites, monzonites, monzo-gabbro, syéno-diorites, lamprophyres et quartz. Circulation essentiellement dans les fissures mais localement aussi dans des pores au niveau de la tranche altérée en surface (arènes). Convient pour le captage localisé de petites sources d'assez faible productivité.

- Représentation en surface de couleur **rouge**.
- Granite des Ballons et Granite de Goldbach.

### 3.1.2.3.3. Roches cohérentes de perméabilité faible à très faible

- **Marnes, argiles avec parfois des intercalations isolées calcaires ou gréseuses.** Sans eau mobilisable, ces formations ne sont pas captées. Elles servent de barrage hydraulique lorsqu'elles sont en contact avec des formations plus perméables.

- Représentation en surface de couleur **jaune**.
- Marnes bariolées du Muschelkalk moyen, Marnes irisées gypsifères et salifères du Keuper moyen, argiles, grès micacés et marnes du Keuper supérieur (Rhétien) et du Lias inférieur (Marnes de Levallois), Lias marneux (Marnes à Opalinum), marnes bleues ou grises de l'Oxfordien inférieur. Ces formations se rencontrent au Sud de Belfort sous la forme de bandes étroites plus ou moins parallèles.  
Marnes rupéliennes de la Série grise (Marnes à Foraminifères, Schistes à Poissons, Couches à Mélettes, Marnes à Cyrènes) en grandes étendues dans le Sundgau, entre Thann et Dannemarie et entre Obermorschwiller et Michelbach.

### **3.1.3. Structures influant sur les conditions hydrogéologiques**

Les structures importantes du point de vue hydrogéologique telles que direction et pendage des couches, anticlinaux et synclinaux avec direction du pendage axial, failles, décrochements et chevauchements seront reprises à partir des fonds des cartes géologiques réduites à 1/100 000.

Représentation sous forme de **figurés et de lignes noires**.

**L'ensemble des indications de ce chapitre et des suivants constitue la planche des données hydrogéologiques** qui vient sur le document cartographique final en surcharge des plages de couleurs représentant les formations hydrogéologiques.

**Remarque** : pour cette planche, la partie française mentionnée dans les chapitres suivants comprend l'ensemble du territoire français couvert par la carte de Bâle à 1/100 000, c'est-à-dire également la partie française des cartes Montbéliard, Delle et Ferrette (cf. figure 1) qui n'était pas incluse dans la planche des formations hydrogéologiques.

### **3.1.4. Données hydrologiques et hydrogéologiques**

#### **3.1.4.1. Principales lignes de partage des eaux**

Les principales lignes de partage des eaux de surface entre les grands bassins versants ont été représentées par des **lignes bleues**. Elles ont été fournies par les Agences de Bassin Rhin-Meuse et Rhône-Méditerranée-Corse. Elles correspondent en général avec des limites de partage des eaux souterraines. Sur la partie française, la connaissance des circulations karstiques n'est pas assez complète pour permettre de tracer les limites souterraines des ensembles karstiques.

#### **3.1.4.2. Nappes libres**

Lorsque le niveau altimétrique de la surface des nappes libres (isohypses) est connu, il a été reporté en **bleu** (dans le domaine des alluvions) avec les limites latérales des nappes de fond de vallée.

Sur la partie française, il n'a pas été représenté de surface de nappe dans les roches cohérentes.

#### **3.1.4.3. Nappes captives**

Les données concernant les aquifères profonds captifs pour lesquels la densité d'information est insuffisante et dont la représentation des caractéristiques perturberait la lisibilité de la carte, n'ont pas été reportées.

### 3.1.4.4. Sens d'écoulement des eaux souterraines

Le sens d'écoulement des eaux souterraines, en général perpendiculaire aux isohypses, a été reporté sous forme de **trait continu fléché bleu** lorsqu'il a été reconnu et de **trait discontinu fléché bleu** lorsqu'il est seulement supposé, ceci dans les formations alluviales.

Le sens d'écoulement des eaux souterraines dans les roches cohérentes reprend le même principe de représentation mais avec la couleur **violette**.

### 3.1.4.5. Sources

L'ensemble des sources archivées dans la Banque des données du sous-sol gérée par le BRGM ont été figurées pour la partie française. Les données actuellement archivées ne permettent pas de classer les sources en fonction de leur débit sur l'ensemble de la carte. Représentation avec un **point bleu de taille unique**.

Ont cependant été identifiées les sources qui ont fait l'objet d'un aménagement de type captage, en général pour l'alimentation en eau potable. Représentation avec un **carré bleu de taille unique**. Ces sources étaient en général celles qui dans un secteur donné avaient la productivité la plus élevée et la plus stable au cours de l'année. L'attention doit être attirée sur le fait que ces captages ne sont pas forcément encore tous utilisés pour l'alimentation en eau potable.

En dehors du Jura, les sources karstiques les plus importantes ont également été identifiées par un figuré spécial. Représentation : **point bleu traversé par un trait vertical également bleu**. Ce sont les sources de Brunstatt (Bornkapelle ou Burnerkriz), de Steinbrunn-le-Haut (Oberbronn) et Steinbrunn-le-Bas (Grossbrunnen).

### 3.1.4.6. Eaux thermales et minérales

Sur la partie française de la feuille de Bâle, deux sources minérales exploitées par des captages de types divers sont autorisées :

	Captages	Température	Chimisme	Utilisation
Neuwiller	forage	38°	Na-HCO <sub>3</sub>	thermes
Wattwiller	émergences naturelles	14°	Ca(Mg) SO <sub>4</sub> (HCO <sub>3</sub> )	embouteillage

La représentation adoptée est un **point bleu entouré d'un cercle bleu** pour les émergences naturelles, et un **point bleu entouré d'un cercle rouge** pour le forage.

De nombreuses sources sont citées dans la littérature comme ayant eu une réputation d'eau minérale ou une certaine notoriété. Certaines de ces sources présentent une anomalie des caractéristiques physico-chimiques, les distinguant des autres sources de la région : Aspach

(source Juvo), Durlinsdorf (source tiède), Hirtzbach (vallon de l'Oelbach), Sewen (sources radioactives) et Wuenheim (source du Vieux Chêne au château d'Ollwiller).

Pour d'autres, l'appellation "eau minérale" est liée à un événement historique ou de légende à caractère religieux ou à une situation géographique particulière (Blotzheim, Hagenthal-le-Haut, Heimersdorf, Steinbrunn-le-Bas et Vieux Ferrette).

D'autre part, des indices d'eau thermo-minérales ont été découverts à l'occasion de la réalisation de forages.

Enfin un projet de réalisation d'un forage thermal à Leymen s'est soldé par un échec.

Tous ces indices sont détaillés dans le chapitre final de la présente notice (cf. § 3.6.).

#### **3.1.4.7. Pertes et infiltrations de cours d'eau**

Sur la carte, les lieux de perte de cours d'eau et de section d'infiltration avec lit temporairement asséché ont été figurés en distinguant le contexte terrain meuble ou karst. Représentation avec un **C** à la **concavité tournée vers l'amont** et situé sur le lieu de la perte, ou répété sur la section d'infiltration et de couleur **bleue** en terrain meuble et **violet** dans le karst.

#### **3.1.4.8. Phénomènes karstiques**

Sur les calcaires karstifiés les eaux de surface s'infiltrent directement ou après un parcours de quelques mètres et en général de manière diffuse. Localement des *dolines*, des *gouffres*, des *entonnoirs* constituent des points particuliers qui ont été reportés à partir des relevés des cartes géologiques et représentés par un **cercle avec son point central de couleur bleue**.

Le cheminement des eaux souterraines entre lieu de perte et résurgence ne peut pas être connu exactement. Les liaisons hydrauliques peuvent être déterminées par des essais de traçage et sont reportées sur la carte par une **flèche violette pleine** lorsque la liaison est reconnue, une **flèche violette en tireté** si elle n'est que supposée.

Les *bassins fermés* ne sont pas identifiés sur la partie française de la carte.

#### **3.1.4.9. Relations entre eaux de surface et eaux souterraines**

En domaine alluvial, le niveau des rivières par rapport au niveau de la surface de la nappe conditionne les échanges entre les deux milieux : *alimentation* lorsque le niveau de la rivière est supérieur (représentation par des **flèches bleues partant du cours d'eau**), *drainage* lorsque le niveau de la rivière est plus bas que celui de la nappe (représentation par des **flèches bleues arrivant au cours d'eau**).

Les tronçons en remous correspondant aux retenues situées à l'amont des barrages avec *alimentation accrue de la nappe* sont représentés par des **flèches rouges partant du cours d'eau**.

### 3.1.5. Ouvrages

Les *forages* archivés dans la Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM ont été figurés pour la partie française (régions Alsace, Lorraine et France Comté). N'ont été retenus que les *ouvrages permettant d'exploiter les eaux souterraines* ainsi que les *forages de reconnaissance*.

Les données actuellement archivées ne permettent pas de classer les forages d'exploitation en fonction des débits réellement prélevés ou concédés. Il convient par ailleurs de signaler que tous les ouvrages représentés ne sont pas forcément équipés de moyens d'exhaure, le devenir des forages après leur réalisation n'étant pas pour le moment systématiquement suivi.

Il faut également souligner le fait que ne sont archivés que les ouvrages faisant l'objet d'une déclaration au titre du Code minier ou dont les caractéristiques ont pu être rassemblées dans le cadre d'une étude technique particulière.

Les distinctions suivantes ont été réalisées :

- les *forages utilisés pour l'alimentation en eau potable*, représentés par un **point rouge de taille unique**.
- les *autres ouvrages de captage*, regroupant principalement les forages d'alimentation en eau industrielle, agricole et à usage de climatisation, représentés par un **point rouge de plus petite taille que les précédents**.

Remarque : la représentation proposée ici est donc différente de celle retenue pour les autres cartes suisses qui ne différencient pas les captages d'alimentation en eau potable des autres ouvrages mais qui répartit l'ensemble des captages d'eau souterraine en quatre classes de débit prélevé (représentées par des points et des cercles concentriques de taille croissante) :

- 0 à 1 000 l/minute
  - 1 000 à 5 000 l/minute
  - 5 000 à 10 000 l/minute
  - supérieur à 10 000 l/minute
- les *ouvrages de prospection hydrogéologique* représentés par un **carré rouge de taille unique**.

Les *barrages des grosses centrales hydroélectriques* sont figurés par un **trait rouge** en travers du cours d'eau avec en regard la cote de la retenue.

Les *parois étanches en nappe* sont figurées par un **tiré irrégulier alternativement court et long de couleur rouge**.

### 3.1.6. Canaux de drainage

Les *canaux de drainage* sont figurés en **trait plein rouge** lorsqu'ils sont en surface (assainissement de zone humide par abaissement artificiel de la nappe), en **trait pointillé rouge** lorsqu'ils sont souterrains (galeries de mines en terrain fissuré, galeries de captage). Sont également sous ce dernier figuré, les galeries de dérivation souterraines importantes alimentant des réservoirs ou des centrales hydroélectriques.

## 3.2. CLIMATOLOGIE

Les données climatologiques sont disponibles auprès des services de la Météorologie Nationale, basés à Colmar et à Strasbourg.

Voir aussi le projet REKLIP d'étude du climat régional dans la vallée du Rhin, basé à l'Institut de Géographie de l'Université de Bâle.

## 3.3. GRANDES UNITES GEOGRAPHIQUES ET GEOLOGIQUES

### 3.3.1. Massif vosgien

La partie intéressant la feuille Bâle (emprise et bassins versants) appartient aux Vosges du Sud caractérisées par la prédominance de formations dinantiennes sédimentaires à schistes et grauwackes (Séries du Markstein et d'Oderen) ou volcaniques (Séries de Malvaux et de Thann-Giromagny). Seul l'amont des bassins versants de la Thur, de la Doller et de la Savoureuse présente de larges affleurements de granites. Parmi ces derniers, le chimisme calco-alkalin prédomine, le pôle le plus basique étant représenté par le "Granite" des Ballons, (en réalité plus précisément une granodiorite) et surtout ses faciès de bordure (monzogabbros, syénodiorites et monzonites). La plupart des autres granites appartiennent à l'association du Granite des Crêtes à tendance hyperpotassique. Parmi les volcanites, les faciès latitiques à rhyodacitiques prédominent, les faciès basiques ne constituant de larges affleurements qu'au Nord de Masevaux (labradorites du Rossberg, plus de 10 km<sup>2</sup>). Largement érodées, les altérites sont discontinues, mais constituent l'essentiel de la fraction fine des formations glaciaires et périglaciaires de versant et jouent un rôle important pour les eaux de circulation hypodermique. Plus profondément, du fait de l'intense fracturation du Sud-Est du massif vosgien selon des failles de directions prédominantes N 20 à N 40, la perméabilité de fissure prédomine dans tous ces matériaux, y compris dans les schistes, constitués principalement de siltites assez lithifiées. Les minéralisations sont nombreuses, en particulier à la périphérie du Granite des Ballons, en filons généralement minces et à faible teneur métallique. Dans un ordre de fréquence approximatif, elles concernent principalement les éléments suivants : Fe, Cu, F, Ba, Pb, Zn, Mo, W, As.

Les affleurements de formations dévono-dinantiennes qui jalonnent la limite sud du bassin permien de Ronchamp-Giromagny ont des caractéristiques voisines des faciès sédimentaires dinantiens des Vosges du Sud. Les faciès calcaires et volcaniques n'y forment que des lentilles d'extension limitée.

### 3.3.2. Bassin permien de Ronchamp-Giromagny

Les formations permienes du bassin de Ronchamp-Giromagny constituent un remplissage de graben de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur (maximum 900 m dans le bassin de Ronchamp et 400 m dans celui de Giromagny). Elles comprennent trois membres d'épaisseur sensiblement égale dont le plus ancien affleure principalement au Sud du bassin et le plus récent à l'Ouest. Le membre inférieur est essentiellement silto-pélitique, avec une base conglomératique. Le membre moyen est gréseux et conglomératique. Le membre supérieur, silto-argileux, est peu représenté dans le bassin de Giromagny. Le bassin de Ronchamp-Giromagny est découpé en panneaux par des failles de direction subméridienne, N 45°E et N 135°E.

Cependant la perméabilité reste essentiellement celle d'une matrice poreuse avec une porosité moyenne à faible, grès et conglomérats comprenant généralement une fraction silto-argileuse non négligeable.

### 3.3.3. Collines du Belfortais

Des formations d'âge triasique à jurassique arment une ligne de collines entre le bassin de Ronchamp-Giromagny et le Seuil de Belfort. Nettement inclinée vers le Sud, avec des pentes pouvant dépasser 10°, la série est disposée en une longue bande orientée SW-NE, recoupée par quelques failles directionnelles et d'autres normales à la structure. Elle y présente les faciès habituels de la série lorraine, avec alternance d'ensembles perméables, gréseux puis calcaires, et d'ensembles marneux ou argileux, mais avec quelques particularités :

- réservoir gréseux du Buntsandstein d'épaisseur réduite (maximum 30 m) et à perméabilité souvent assez faible (fraction silto-argileuse abondante dans la matrice et en intercalations) ;
- calcaires et dolomies du Muschelkalk supérieur assez compacts mais très diaclasés.

### 3.3.4. Collines sous-vosgiennes

D'extension réduite, les collines sous-vosgiennes de la bordure Sud-Est des Vosges comprennent de petits champs de fractures (Wattwiller, Vieux-Thann, Rammersmatt, Lauw et Leval) où affleurent en petits panneaux des formations d'âge Permien, triasiques et jurassiques et des masses plus étendues de conglomérats tertiaires. Dans les champs de fractures, les failles et les formations carbonatées jouent un grand rôle dans la circulation des eaux. A matrice très argileuse dans leur partie supérieure affleurante, les conglomérats tertiaires des collines entre Sentheim et Wattwiller ont une perméabilité variable, souvent faible. Ils peuvent être découpés par des failles difficiles à déceler en surface.

### 3.3.5. Ajoie ou Jura tabulaire

Sur le plateau d'Ajoie, à l'Ouest du Seuil de Belfort, affleurent principalement les calcaires fins et les marnes du Kimméridgien, d'une centaine de mètres d'épaisseur. De nombreux horsts en lanières, de direction plus ou moins subméridienne, remontent à l'affleurement des formations de l'Oxfordien calcaire (calcaires oolithiques à récifaux de la plate-forme

rauracienne) ou marneux. En dessous, dans le Dogger, les calcaires prédominent sur les marnes, avec, en particulier, les niveaux très perméables et aquifères de la Dalle nacrée et de la Grande oolithe. Théoriquement séparés par les principales formations marneuses, les différents aquifères peuvent être en communication dans les zones de fractures. Cette communication est facilitée par le découpage en lanières des calcaires aquifères par le jeu tectonique en horsts et grabens et localement par des réseaux karstiques.

### **3.3.6. Jura alsacien**

Dans le Jura, on retrouve sensiblement la même série, avec quelques variantes lithologiques, mais en structure plissée. Pour les circulations souterraines, les principaux drains se localisent dans les calcaires du Bajocien-Bathonien, en particulier la Grande oolithe, et dans ceux de l'Oxfordien (principalement les faciès oolithiques et récifaux rauraciens). Les zones d'affleurement de ces calcaires, très fracturés sur les "crêts" et flancs des structures anticlinales, sont très affectées par la karstification. Les diverses associations des structures tectoniques (plis E-W et SW-NE ; fractures SW-NE et subméridiennes) et des formes d'érosion (cluses, combes etc.) varient très largement les types de réseaux karstiques. Les sources karstiques sont nombreuses et les aquifères ne prennent de l'extension que dans les structures synformes les plus vastes.

### **3.3.7. Sundgau**

Cloisonné par la subdivision du Fossé rhénan en deux par le Horst de Mulhouse, le Sundgau, partie méridionale de la plaine d'Alsace, comprend plusieurs domaines géographiques, présentant chacun des particularités lithologiques et structurales.

#### **3.3.7.1. Conglomérats de bordure du Tertiaire rhénan**

A l'Ouest du Sundgau, en gagnant le Fossé de Dannemarie et le piémont vosgien, le remplissage tertiaire du Fossé rhénan devient essentiellement marneux, puis se charge vers l'Ouest et le Sud en intercalations conglomératiques. Sur le piémont vosgien, ces conglomérats recueillent toutes les eaux qui échappent au drainage latéral vers les vallées par les zones perméables des champs de fractures des collines sous-vosgiennes. Dans les parties occidentale et méridionale du Fossé de Dannemarie, les conglomérats souvent accompagnés d'intercalations calcaires ou gréseuses (Système de Bourogne), prennent une extension considérable et forment un aquifère de perméabilité variable selon la nature et la compacité de leur ciment.

#### **3.3.7.2. Calcaires du Horst de Mulhouse**

La série condensée de l'Eocène supérieur - Oligocène inférieur du Horst de Mulhouse comprend deux formations perméables : le Calcaire à Mélanies (épaisseur 100 m), et le Hausteïn, gréseux et calcaire dans sa partie inférieure (épaisseur 50 m). Ces deux formations sont le siège de circulations d'eau, karstique pour le Calcaire à Mélanies, de porosité matricielle pour le Hausteïn. La dynamique aquifère est complexe de par la présence d'un réseau de failles mal connu du fait de la couverture loessique et du petit nombre de sondages. Les directions de fracturation prédominantes sont N 45°E, N 160°E et subméridienne.

### **3.3.7.3. Série grise et Molasse alsacienne**

Au Sud du Horst de Mulhouse et dans les parties centrale et orientale du Fossé de Dannemarie, les formations silteuses du Rupélien, en particulier les Marnes à Cyrènes, affleurent dans la partie inférieure des versants. Au-dessus de ces formations, les couches présentent des intercalations sableuses, faciès de la Molasse alsacienne du Chattien, correspondant à de larges chenaux détritiques qui s'écoulaient probablement vers le Nord. Le remplissage de certains d'entre-eux présente une porosité matricielle suffisante pour alimenter en eau quelques communes, mais la localisation de ces chenaux est très mal connue.

### **3.3.7.4. Formations alluviales anciennes (Cailloutis du Sundgau)**

Entre le Horst de Mulhouse et le Jura, le plateau du Sundgau conserve, entre les silts du Rupélien et une couverture de loess, une formation alluviale grossière, correspondant à un ancien écoulement du Rhin bâlois vers la plaine de la Saône, attribuée en Bresse au Pliocène supérieur (Prétiglien probable). Atteignant fréquemment une vingtaine de mètres d'épaisseur, ces alluvions, "les Cailloutis du Sundgau", sont aquifères. Leur perméabilité est diminuée par la présence d'une matrice silto-argileuse liée à leur altération. A l'Ouest de l'Ill, cette nappe s'abaisse jusqu'au niveau du fond des vallées et devient captive sous les loess. Au pied des Vosges, un paléo-Doller a eu également un écoulement vers la trouée de Belfort, probablement jusqu'au Quaternaire moyen. Quelques chenaux surcreusés et remblayés présentent un intérêt en ressources hydrologiques.

### **3.3.7.5. Alluvions quaternaires rhénanes**

Dans le domaine rhénan, deux secteurs se différencient nettement, l'amont et l'aval.

En amont, dans l'étroite vallée du Rhin entre Bâle et Mulhouse, les alluvions du Pléistocène ancien et moyen sont étagées en terrasses, plus ou moins déformées par solifluxion et empâtées de loess. Les parties subhorizontales et mal drainées de ces terrasses donnent des zones sourceuses, généralement sans débits importants. En fond de vallée le remblaiement alluvial du Quaternaire supérieur, d'une vingtaine de mètres de puissance, très riche en galets de grande taille et très perméable, forme un aquifère remarquable, puissamment alimenté par les eaux du bassin du Rhin, en amont de Bâle.

En aval, au débouché sur la plaine mulhousienne, les formations alluviales sont superposées et constituent l'extrémité méridionale du vaste et puissant réservoir aquifère du Fossé rhénan méridional (Oberrheingraben).

### **3.3.8. Formations superficielles, morainiques et alluviales vosgiennes**

Les versants des Vosges sont empâtés par des formations de gélifluxion dont l'épaisseur peut atteindre et dépasser 4 m, siège de circulations hypodermiques. A l'amont des bassins versants de la Thur et de la Doller, les placages morainiques sont fréquents. Souvent très compacts, ils peuvent rendre localement captives les eaux de circulation hypodermique.

Les formations alluviales ne sont bien conservées qu'en fond de vallées où elles sont aquifères. Les cuvettes de surcreusement glaciaire, au remplissage mixte fluvioglaciaire très perméable et morainique, moins perméable, forment des réservoirs intéressants pour

l'alimentation locale en eau. En amont des moraines de Wesserling, dans la vallée de la Thur, le surcreusement le plus profond des Vosges atteint 70 m (en dehors du domaine de la carte, 5 km à l'amont de Malmerspach).

Sur le piémont sud-oriental des Vosges, les alluvions des deux dernières périodes froides de la Thur et de la Doller sont disposées en terrasses dont l'altitude s'amenuise pour rejoindre le fond de la vallée au débouché sur la basse plaine rhénane. Plus à l'Est, à leur jonction avec les alluvions rhénanes, les différentes formations alluviales d'origine vosgienne sont superposées, dans l'ordre chronologique. Les alluvions wurmiennes des fonds de vallée de la Doller et de la Thur constituent un aquifère, dont le plus étendu est le cône alluvial de l'Ochsenfeld au débouché de la Thur sur la plaine rhénane. Plus en aval ces aquifères se relie à celui de la plaine rhénane.

### 3.4. DONNEES CHIMIQUES

#### **Documentation**

Il existe de très nombreuses analyses d'eau réalisées sous le contrôle de la Direction Départementale de l'Action Sanitaire et Sociale dans le cadre de la surveillance de la qualité des eaux destinées à l'alimentation en eau potable.

Pour les sources, les prélèvements sont souvent réalisés sur un groupement de captages mais les résultats restent représentatifs de l'hydrogéochimie moyenne de la formation captée.

Les analyses pratiquées sur les forages dont l'eau est généralement injectée directement dans les réseaux sans traitement sont représentatives de la composition chimique des eaux souterraines captées.

#### **Provinces hydrogéochimiques**

En l'absence de traitement statistique généralisé sur l'ensemble des résultats des analyses des eaux souterraines de l'Alsace, il n'est pas possible de proposer une zonéographie de la qualité des eaux souterraines du domaine intéressé par la carte hydrogéologique Basel/Bâle.

## 3.5. BASSINS VERSANTS INDIVIDUALISES

### 3.5.1. Bassin du Rhin

#### 3.5.1.1. Basse vallée du Rhin de l'amont de Bâle à Bâle

Partie en territoire suisse, citée pour mémoire, afin de situer les affluents qui s'y rattachent.

#### 3.5.1.2. La Lucelle

La Lucelle (Lutzel en territoire suisse) constitue la frontière entre la Suisse et la France avant de rejoindre la Birse qui, elle même, se jette dans le Rhin en amont de Bâle.

Sa vallée encaissée et très étroite, fait une brève incursion dans le domaine de la carte entre les altitudes de 520 m et 480 m. Le faible développement des alluvions d'origine calcaire rend celles-ci inintéressantes pour le captage de sources ou la réalisation de forages.

Les versants et vallons latéraux drainent les chaînons du Jura plissé qui culminent à 811 m au Glaserberg et à 823 m au Remel. Les formations aquifères intéressantes sont constituées par les niveaux calcaires de l'Oxfordien moyen et supérieur (ex-Rauracien et ex-Séquanien) du flanc Sud du Glaserberg, exploités par captages de sources pour l'alimentation en eau potable de Lucelle et Kiffis.

A signaler, au niveau de Lucelle, l'existence dans ces niveaux de circulations karstiques mises en évidence par des essais de coloration.

La faible épaisseur des sols et la présence de fissures et de cheneaux qui facilitent les circulations d'eau souterraine rapides entraînent une grande vulnérabilité de l'aquifère à cause de la filtration naturelle inexistante ou médiocre et du très faible pouvoir épuratoire.

#### 3.5.1.3. La Birsig

La partie amont du bassin versant de la Birsig comprend en France le territoire de la commune de Biederthal séparée des communes de Liebenswiller et Leymen par la commune de Rodersdorf située en Suisse.

La partie amont de la vallée de la Birsig, comprise entre 500 m d'altitude environ et 315 m à sa sortie du territoire français, draine des domaines peu étendus, calcaires au Sud et essentiellement marneux au Nord. Elle ne renferme pas de remplissage alluvial susceptible d'être utilisé pour la réalisation de captage.

Les versants et les vallons latéraux drainent :

au Sud : le versant Nord du chaînon du Jura plissé le plus avancé sur le domaine du Fossé rhénan avec des altitudes de 581 m au Thannenwald et de 559 m au Landskron. L'aquifère exploité est constitué par les niveaux calcaires de l'Oxfordien moyen et supérieur (ex-Rauracien et ex-Séquanien) exploités par captages de sources pour l'alimentation en eau potable de Biederthal et de Leymen.

au Nord : la retombée Sud-Est du plateau du Sundgau, à substrat constitué de formations tertiaires : marnes du Rupélien (Série grise) et marnes à passées sablo-graveleuses (faciès de la Molasse alsacienne) du Chattien. Les niveaux sablo-graveleux bien développés dans ce secteur donnent, au contact des marnes, naissance à de nombreuses sources captées pour l'alimentation en eau potable de Liebenschwiller et Leymen.

#### 3.5.1.4. Basse vallée du Rhin de Huningue à Kembs

Après le coude de Bâle, le Rhin s'oriente vers le Nord-Ouest jusqu'à Kembs.

La vallée mise en place dans le fossé tectonique de Sierentz mesure 6 à 8 km de large (5 km seulement au niveau du rocher d'Istein ou Isteiner Klotz) sur environ 15 km de longueur. Les alluvions s'y étalent sous la forme d'une plaine subhorizontale en position de basse terrasse. Cette plaine n'a été que faiblement entaillée lors d'épisodes d'érosion liés à des changements de régime du Rhin. L'entaille la plus importante a séparé, par une rupture de pente de 10 à 12 m, un niveau inférieur, ancien champ d'inondation du fleuve et un niveau supérieur (cf. coupes n° 1 et 2). Le niveau inférieur présente une altitude de 250 m à Huningue, 230 m à Kembs. A l'aval du rocher d'Istein, sa largeur diminue très fortement (1,5 km de largeur) au dépens du niveau supérieur (5 km de largeur).

Entre Saint-Louis-Bourgfelden et Bartenheim-la-Chaussée, un talus de 7 à 8 mètres, à l'intérieur du niveau supérieur, limite un palier intermédiaire, 266 m d'altitude à Saint-Louis et 253 m à Bartenheim-la-Chaussée. Le niveau supérieur sur lequel est implanté l'aéroport Bâle-Mulhouse s'arrête vers l'Ouest au pied des collines du Sundgau et est jalonné par une succession de villages : de Hégenheim 275 m d'altitude à Bartenheim 262 m, jusqu'à Habsheim où son altitude est voisine de 240 m.

Au Nord de Bartenheim, les talus précédents, jusque là bien marqués, s'estompent et sont remplacés par des niveaux secondaires séparés par des ruptures de pente de seulement 1 à 2 mètres de hauteur (cf. coupe n° 3).

Le Rhin occupe actuellement la partie la plus orientale du niveau inférieur. L'Augraben (réunion de l'Altenbach et du Lertzbach, deux ruisseaux sundgauviens) coule au pied du talus de la terrasse intermédiaire avant de rejoindre le Rhin en aval de la chute de l'usine hydroélectrique de Kembs. C'est le seul affluent naturel de la rive gauche du Rhin entre Bâle (Birsig et Bachgraben) et le Nord de Strasbourg (Ill).

Les autres ruisseaux de la bordure orientale du Sundgau, Alte-Bach (ou Willerbach), Saurentz, Weiherbachgraben et ruisseau de Rixheim arrivent au pied des collines, et leurs eaux commencent à s'infiltrer dans les graviers pour disparaître totalement au voisinage de l'autoroute Mulhouse-Bâle.

A l'exclusion d'un sol peu épais, les alluvions rhénanes sont pratiquement dépourvues de **formations de recouvrement** sur ce secteur. Cependant quelques placages limoneux déposés par les cours d'eau du Sundgau se développent au pied des collines. Ils évitent à ceux-ci une infiltration quasi immédiate.

Les nombreuses gravières et les coupes géologiques des forages permettent de préciser la **lithologie** des galets, graviers et sables qui constituent les alluvions. Ce sont des quartzites, des granites, des diorites, des radiolarites et des grès d'origines alpine et schwarzwaldienne. S'y mêle une forte proportion de galets calcaires d'origine jurassienne. Le long du Rhin, sur la bordure orientale, se rencontrent dans certains sondages des blocs de calcaires en dalle pouvant provenir des niveaux du Jurassique moyen (Grande oolithe) qui affleurent au Sud-Est de Bâle le long de la vallée de la Birse au droit de la flexure de Bâle, ou des niveaux du Jurassique supérieur - Oxfordien moyen (ex-Rauracien) qui affleurent dans le lit du Rhin au niveau de la Barre d'Istein. Le long de la bordure orientale se rencontrent souvent à la base des alluvions des gros blocs également en dalles, de grès micacés provenant du démantèlement de la Molasse alsacienne présente dans le Sundgau.

Les divers travaux réalisés (forages, sondages, prospection géophysique, gravières) permettent à l'heure actuelle d'avoir une vision de la morphologie du toit du **substratum** constitué par les séries marneuses imperméables du Tertiaire sur lesquelles reposent les alluvions.

Entre Saint-Louis et une ligne Kembs-Schlierbach, le substratum présente une pente assez régulière entre le rebord du Sundgau où il affleure et le Rhin. Toutefois un léger surcreusement en forme de gouttière semble se dessiner selon un arc qui passerait grossièrement par Saint-Louis, Blotzheim-la-Chaussée et Kembs (cf. coupes n° 1, 2 et 3).

Compte tenu des éléments topographiques présentés plus haut, le maximum d'épaisseur des alluvions, 20 à 25 m, se rencontre à l'aplomb du niveau intermédiaire, correspondant à l'axe central du Fossé de Sierentz.

A l'échelle locale sur des distances de quelques centaines de mètres, le substratum n'a pas été érodé régulièrement. Des surcreusements de quelques mètres de profondeur peuvent voisiner avec des buttes-témoins respectées par l'érosion, ce qui donne dans le détail une surface beaucoup plus tourmentée. De tels éléments ne sont connus que lorsque la densité de sondages est importante (Sandoz-Huningue) ou lorsqu'une exploitation de gravier a atteint le substratum (Kies AG à Hégenheim).

Les variations du niveau de la **surface piézométrique** sont dues à la recharge par la pluie efficace au niveau du secteur et surtout par les apports, très variables dans le temps, des ruisseaux qui descendent du Sundgau et qui s'infiltrent en partie ou totalement dans les graviers après un parcours plus ou moins long. Les variations annuelles les plus importantes, 2-4 m en général, exceptionnellement 6-7 m à proximité des ruisseaux qui s'infiltrent, sont localisées dans la partie occidentale. Les variations interannuelles plus importantes sont comprises entre 3 m et 10 m. Dans la partie orientale, le canal de Huningue au niveau quasi-constant et la présence du contre-canal de drainage en bordure du Rhin et du Canal d'Alsace limitent les fluctuations à moins de 1 m en général.

Entre Huningue et Kembs, la nappe s'écoule du Sundgau vers le Rhin avec une direction générale orientée vers le Nord-Est et le Rhin la draine fortement.

La profondeur de la surface piézométrique de la nappe par rapport au sol, au droit du niveau supérieur, de 12 à 15 m suivant un axe aéroport Bâle-Mulhouse - Habsheim détermine l'occupation du sol par la forêt très sèche de la Hardt (chêne rouvre et charme) et l'intérêt des exploitants de graviers (extraction à sec).

Au droit du niveau inférieur, la nappe est très proche de la surface, 2 à 5 m de profondeur en moyenne. Au pied du talus du niveau supérieur, elle peut même être en charge sous les formations superficielles ou donner naissance à des sources (Blotzheim - Petite Camargue).

### 3.5.1.5. Vallées orientales du Sundgau

Les vallées orientales du Sundgau, soit, du Sud au Nord, l'Altenbach et le Lertzbach, l'Alte-Bach (ou Willerbach), le Saurentz, le Weiherbachgraben et le ruisseau de Rixheim drainent la partie orientale du Sundgau (cf. coupe n° 5) qui culmine à 527 m au Sud de Hagenthal et qui s'abaisse vers le Nord-Est jusqu'au niveau de la basse terrasse de la plaine du Rhin (275 m à Hégenheim, 240 m à Rixheim).

Les rivières par leurs vallées ont entaillé les marnes du Tertiaire sur lesquelles le Rhin a déposé des alluvions disposées en terrasses lors de ses enfoncements successifs. A la base de ces alluvions, au contact des marnes, des sources donnent des débits assez faibles qui ont été captées dans le passé pour l'alimentation en eau potable de Ranspach-le-Bas et de Uffheim. La production de ces captages est aujourd'hui insuffisante.

Au sommet des marnes tertiaires et les coiffant ont été déposées les alluvions d'âge plio-quadernaire dites Cailloutis du Sundgau. Le contact à la base avec les marnes du Tertiaire est souligné par une ligne de sources dont les principales ont été captées pour l'alimentation en eau potable de nombreux villages : Hagenthal, Ranspach-le-Haut, Magstatt, Stetten, Kappelen et Brinckheim. Le village de Helfrantzkirch a capté cette formation par forage. Lorsque les Cailloutis du Sundgau sont en position topographique haute, ils sont fortement drainés par le réseau hydrographique. Cet élément défavorable est compensé par une couverture de loess récent qui donne une inertie et une certaine importance à la recharge de l'aquifère. Cependant, la productivité commence à ne plus être suffisante pour assurer les besoins grandissants des villages qui exploitent cette ressource.

La Molasse alsacienne (Chattien) bien développée au environs de Hagenthal et Folgensbourg fournit l'eau potable par captage des sources et par la réalisation récente de forage (Hagenthal). Des forages privés réalisés récemment (golf de Hagenthal, agriculteur de Hagenthal le Bas) utilisent aussi cette ressource qui est captive dans ce secteur, les affleurements se situant dans la vallée de Leymen (Birsig). Cet aquifère est actuellement peu connu tant du point de vue de sa géométrie que de sa productivité à long terme.

La Molasse alsacienne affleure aussi aux environs de Rantswiller, de Schlierbach, et a fait par le passé l'objet de captages de sources aujourd'hui délaissés pour leur manque de productivité. Les captages de Steinbrunn-le-Bas sont toujours utilisés en attendant le raccordement à une autre ressource. Enfin de Steinbrunn-le-Haut à Rixheim, affleurent les calcaires tertiaires du Horst de Mulhouse (Calcaires à Mélanies, Marnes en plaquettes et Calcaires du Hausteim) qui sont le siège d'intenses circulations karstiques dont les résurgences à fort débit ont été aménagées en captages pour l'alimentation en eau potable de Steinbrunn-le-Haut et Steinbrunn-le-Bas (ce dernier aujourd'hui délaissé pour des raisons de vulnérabilité). La vulnérabilité de cet aquifère par manque de protection naturelle et de

capacité de filtration a amené à rechercher une ressource de substitution qui est en cours de mise en place.

### 3.5.1.6. Basse vallée du Rhin de Niffer à Rumersheim

Au Nord de Kembs, au niveau de Niffer, le cours du Rhin s'oriente vers le Nord.

La vallée, comprise entre l'Ill et le Quatelbach à l'Ouest et les collines de la Forêt Noire à l'Est s'élargit progressivement vers le Nord, 15 km au niveau de Sausheim-Schliengen et près de 20 km entre Ensisheim et Buggingen. La subdivision de cette basse terrasse entre un niveau supérieur et un niveau inférieur est moins marquée que plus au Sud (cf. coupe n° 4). L'altitude du niveau supérieur varie de 240 m à Habsheim à 220 m vers Munchhouse, celui du niveau inférieur de 230 m à Niffer à 215 m à Rumersheim. D'une façon générale, la surface du niveau supérieur accuse une pente de 1,4 % en direction du Nord, tandis que celle du niveau inférieur n'est que de 1,2 %. De la sorte, le niveau supérieur se rapproche progressivement du niveau inférieur, ancien champ d'inondation du fleuve.

Le Rhin occupe la partie la plus orientale du niveau inférieur, alors que sur la rive allemande se développe un niveau supérieur qui n'existe pratiquement pas plus au Sud. Le Rhin est le seul écoulement superficiel naturel de ce secteur traversé par le Canal de Huningue, la rigole des égouts de Mulhouse et le canal d'évacuation des saumures (saumoduc) des Mines de Potasse d'Alsace.

Les formations de recouvrement sont peu épaisses, un mètre au maximum et sont constituées par des limons loessiques colluvionnés sur le niveau supérieur, entre Rixheim et l'Est d'Ensisheim ainsi qu'au Sud de Munchhouse et par des limons de débordement sur le niveau inférieur, formant une pellicule presque continue entre Niffer et le Nord de Rumersheim.

Le corps alluvial de fond de vallée est constitué de galets, graviers et sables qui ont une composition lithologique identique à celle rencontrée au Sud entre Huningue et Kembs, c'est-à-dire principalement des quartzites d'origine alpine et des calcaires provenant du Jura. Au niveau du cours actuel du Rhin, les éléments schwarzwaldiens, granites, gneiss et rhyolites se mélangent aux roches alpines.

Vers le Nord, lorsque l'épaisseur des alluvions augmente, il est possible de distinguer deux niveaux superposés :

- au sommet : des alluvions très propres, aux éléments non altérés,
- au dessous : des alluvions plus ou moins argileuses et plus altérées.

Aucun dépôt pliocène n'a jusqu'à présent été identifié dans cette partie de fossé et le faciès habituel de ceux-ci en Alsace (sables blancs) fait défaut. Cela s'explique par la réorientation du drainage au Quaternaire ancien, les dépôts attribués au Pliocène étant perchés et correspondant à l'ancien écoulement du haut-bassin du Rhin (l'Aar) vers la plaine de la Saône.

Des niveaux de conglomérats de quelques décimètres d'épaisseur se rencontrent à différentes profondeurs. Ces niveaux de galets à ciment calcaire, souvent associés à des précipitations de

fer et de manganèse, ont été interprétés comme des anciens niveaux de la surface de la nappe phréatique. Ces intercalations semblent toutefois être discontinues et les corrélations entre forages sont délicates. Ces niveaux fortement consolidés constituent une très forte gêne pour la réalisation des forages et l'exploitation des matériaux alluvionnaires. Selon un axe Rixheim-Munchhouse, ces niveaux peuvent atteindre 2 à 3 m d'épaisseur (jusqu'à 5 m exceptionnellement). Ce développement localisé correspond sensiblement à la limite souterraine entre les eaux du Rhin à l'Est et les eaux des rivières vosgiennes à l'Ouest (§ 3.5.6.). Le contraste chimique entre ces eaux, dures à l'Est et douces à l'Ouest pourrait être à l'origine de l'importance des précipitations observées.

Dans le secteur, le **substratum imperméable** des formations alluviales est constitué par les marnes du Tertiaire. Il montre un approfondissement rapide vers le Nord et la présence d'un sillon probablement lié à la tectonique d'effondrement du fossé. Ce sillon orienté Sud-Nord prend naissance entre Rixheim et Petit-Landau (cf. coupe n° 4) et se dirige selon un axe subméridien qui passe légèrement à l'Ouest de Ottmarsheim, Bantzenheim et Rumersheim.

Compte tenu des éléments topographiques évoqués plus haut, l'**épaisseur moyenne des alluvions**, qui est d'environ 20 m au Sud, atteint 100 m au Nord, en limite de la carte. Au niveau du surcreusement, l'épaisseur augmente de 30 m au Sud à 150 m au Nord en limite de carte. Vers l'Est, soit au niveau du Rhin, la remontée du substratum entraîne une diminution rapide de l'épaisseur des alluvions qui passe de plus de 100 m entre Bantzenheim et Chalampé à moins de 50 m au droit du Rhin entre Chalampé et Neuenburg.

Les variations du niveau de la **surface piézométrique** sont dues à la recharge par la pluie efficace au niveau du secteur qui intervient surtout pendant la période froide d'octobre à avril et par les influences du Rhin, limitée à la frange orientale, et de l'Ill, très importante sur presque toute la longueur du secteur. La variation annuelle est généralement inférieure à 23m, la variation interannuelle plus grande peut atteindre 5 à 6 m.

Au Nord de Kembs, le sens d'écoulement de la nappe est en moyenne vers le Nord. Dans la zone Niffer-Petit Landau, le Rhin alimente la nappe, alors que plus au Nord, un équilibre s'établit entre le Rhin et la nappe. Vers l'Ouest, la nappe est sous l'influence de l'Ill (§ 3.5.6.4.). La profondeur de la nappe par rapport au sol au droit du niveau supérieur, de 15 à 20 m dans le triangle Kembs-Habsheim-Munchhouse détermine l'occupation du sol, forêt sèche de la Hardt (chêne rouvre et charme) et l'intérêt des exploitants de graviers (extraction à sec). Au droit du niveau inférieur, la profondeur de la nappe diminue d'Ouest en Est, passant de 15-20 m à moins de 10 m le long du Rhin.

### 3.5.2. Bassin de la Largue

#### 3.5.2.1. Vallée de la Largue de la source à Dannemarie

La **vallée de la Largue** se développe depuis les chaînons du Jura plissé jusque dans la région des collines du Sundgau occidental, région tectoniquement abaissée à topographie molle, couverte d'étangs. L'altitude varie de 547 m à la source, à 300 m à Dannemarie. Le fond de la vallée est tapissé de quelques mètres d'alluvions quaternaires. La composition est essentiellement limoneuse compte tenu de l'importance des affleurements de marnes tertiaires dans le bassin versant (cf. coupe n° 5). Les forages d'Altenach et Mertzen ont traversé 2 à 3 m de ces formations dont l'intérêt pour la réalisation de captages est trop limité.

### 3.5.2.2. Vallées latérales de la Largue

Les vallons situés à l'amont du bassin versant se sont développés à l'intérieur des reliefs constitués par les chaînons du Jura plissé. Les seules formations aquifères intéressantes sont constituées par les niveaux **calcaires du Bajocien-Bathonien** (faciès de la Grande oolithe) exploités par captages de sources à Oberlarg pour Levoncourt et à Liebsdorf et par des forages réalisés récemment à Oberlarg et à Durlinsdorf. La productivité reste limitée, de 4 à 5 m<sup>3</sup>/h à Oberlarg et voisine de 3 m<sup>3</sup>/h à Durlinsdorf, du fait de la faible extension des bassins d'alimentation. Une autre formation aquifère intéressante est constituée par les niveaux **calcaires de l'Oxfordien** moyen et supérieur (ex-Rauracien et ex-Séquanien) exploités par captages de sources à Oberlarg et au Moulin de Bendorf pour Durlinsdorf.

A l'aval de Levoncourt et Durlinsdorf, le réseau hydrographique quitte le domaine du Jura plissé pour entrer dans le domaine des collines du Sundgau. Le réseau hydrographique fortement incisé a entaillé les **formations plio-quadernaires** (Cailloutis du Sundgau) et atteint les terrains tertiaires sous-jacents (cf. coupes n° 6 et 7). Les formations plio-quadernaires, ou Cailloutis du Sundgau, recouvrent localement les Sables à Hipparion et des cailloutis vosgiens datés du Pliocène et constitués de sables bruns et jaunes avec lentilles de marnes et petits galets d'origine vosgienne. Elles affleurent sur des surfaces limitées au niveau des hauts de versants. Les interfluvies sont largement recouverts de loess anciens fortement décalcifiés et altérés (loess-lehm) moins perméables (10<sup>-8</sup> m/s) qui assurent par leur épaisseur (de quelques mètres à plus de 10 m) une bonne protection de l'aquifère sous-jacent.

Les formations plio-quadernaires sont constituées de galets et graviers très arrondis et altérés, (quartzites, gneiss, radiolarites ou grès) enrobés dans une matrice argileuse ou sableuse qui leur confère une perméabilité moyenne à bonne (10<sup>-3</sup> à 10<sup>-4</sup> m/s).

Le substratum des graviers est constitué par les marnes et la Molasse alsacienne tertiaires qui affleurent en bas de versant. Le contraste de perméabilité existant entre les deux formations donne naissance à une ligne de sources à la base des graviers. Ces sources ont été captées en très grand nombre pour l'alimentation en eau potable des communes de la vallée de la Largue. Les graviers plio-quadernaires constituent le **principal aquifère du Sundgau**. Dans la partie située à l'Est de la Largue, la réserve de l'aquifère est limitée par la forte incision et le drainage du réseau hydrographique (Largitzen, ruisseau de Fulleren). Par contre, la partie située à l'Ouest de la Largue constitue l'exutoire oriental de la nappe des graviers de la partie occidentale du Sundgau (cf. § 3.5.9.1.), quasiment non drainée par le réseau hydrographique dont l'incision est moindre. La réserve de l'aquifère est plus importante à tel point qu'un forage a pu être implanté au Sud-Ouest de Hindlingen pour renforcer l'alimentation en eau potable de Dannemarie.

Vers le Sud-Ouest, à l'approche de Bonfol (situé en Suisse), les formations plio-quadernaires sont envahies par des niveaux argileux qui les rendent inintéressantes pour la production d'eau potable.

Les formations tertiaires sur lesquelles coule le réseau hydrographique affleurent en bas des versants. Jusqu'à Manspach, ces formations sont constituées par des marnes, au delà de Ranspach vers le Nord apparaît le faciès de la **Molasse alsacienne** captée seulement par une source à Fulleren. Par contre la molasse est présente sous la vallée de la Largue où elle a été captée par deux forages réalisés à Mertzzen (pour Fulleren) et à Altenach (cf. coupe n° 5). Profonds de 25 et 20 m, ils ont rencontré des niveaux sablo-gréseux entre 17 et 24 m de

profondeur, en charge sous des marnes sableuses (4 à 5 kg en tête de l'ouvrage à Altenach). Le forage de Mertzen a fourni en pompage un débit d'environ 40 m<sup>3</sup>/h.

### 3.5.2.3. Vallée de la Largue de Dannemarie à Illfurth

A l'aval de Dannemarie, la vallée de la Largue s'élargit (500 à 600 m) et s'oriente vers le Nord-Est. Son altitude s'abaisse de 300 m à Dannemarie à 260 m à Illfurth au niveau de sa confluence avec l'Ill.

Les alluvions ont une épaisseur moyenne de 5 m qui se décompose en 4 faciès principaux : terre végétale (0,1 m en moyenne, 0,3 m au maximum), limons (1,5 m en moyenne, rarement plus de 2 m) provenant du remaniement des loess, argiles (1,5 m en moyenne, parfois absentes), graviers (2 à 2,5 m en moyenne, 3,6 m au maximum) de composition reflétant la nature des formations qui affleurent dans le bassin versant. Ils proviennent du remaniement des graviers plio-quadernaires (Cailloutis du Sundgau), des grès de la Molasse alsacienne et des calcaires des formations tertiaires. De ce fait, les graviers sont de nature très variée : galets très arrondis composés essentiellement de quartzite ou de gneiss ou de radiolarites ou de grès pour les alluvions d'origine alpine ; galets de syenite, de granite, de diorite, de grauwacke, de grès, etc. ... pour les graviers d'origine vosgienne ; galets plus ou moins roulés parfois même anguleux de calcaire et de grès provenant des séries oligocènes situées dans le bassin de la Largue. Certains de ces galets sont très altérés.

La granulométrie des graviers se situe surtout dans la plage comprise entre 2 et 5 cm. Les plus gros galets dépassent rarement 15 cm de diamètre.

Les graviers peuvent être sableux à très sableux : de même leur teneur en argile est très variable. Mais d'une façon générale ils sont toujours au moins légèrement argileux. Par contre il n'a jamais été observé de lentille intercalaire d'argile franche.

Le faible développement des niveaux graveleux rend ces formations inadéquates pour la réalisation de captages.

### 3.5.2.4. Vallées latérales de la Largue

Les vallons situés en rive droite de la Largue drainent un bassin versant peu étendu où affleurent la Molasse alsacienne (captage de source à Eglingen) et les calcaires tertiaires de la terminaison Sud du Horst de Mulhouse. Les ressources en eau de ce secteur restent très limitées.

Les vallons situés en rive gauche drainent un bassin versant étendu où les graviers plio-quadernaires d'origine vosgienne (granite, diorite, syenite, grauwacke et grès principalement) occupent de vastes surfaces. Les affleurements sont cependant rares, limités à quelques versants, car les interfluves sont largement occupées par des loess anciens altérés (loess-lehm). La fraction argileuse de ces formations est plus importante que celle des formations d'origine alpine qui affleurent au Sud d'une ligne Montreux-Dannemarie. La présence de sources susceptibles d'être captées est rare et la réalisation de forage n'est possible que localement lorsque la fraction argileuse diminue ou à la faveur d'une surépaisseur de la formation, comme à Valdieu, Bréchaumont, Ammertzwiler ou Spechbach-le-Bas. Bréchaumont est situé non loin de l'épaisseur maximum de la formation (15 mètres environ)

qui suit une ligne Bretten-Valdieu. Entre Doller et Largue, au niveau de Burnhaupt et Spechbach, des terrasses d'alluvions anciennes à la géométrie et aux relations mal connues du fait de masquage épais par les loess peuvent également fournir quelques ressources qui restent très locales (Spechbach-le-Bas).

Ces formations alluviales anciennes comme les graviers d'âge plio-quaternaire reposent sur les marnes très peu perméables du Tertiaire. Des recherches d'eau réalisées dans la Molasse alsacienne présente au niveau de Spechbach se sont soldées par un échec.

### **3.5.3. Bassin de l'Ill**

#### **3.5.3.1. La vallée de l'Ill de la source à Mulhouse**

La vallée de l'Ill traverse les chaînons du Jura plissé où la rivière prend sa source à 605 m d'altitude. Après un parcours vers l'Est, l'Ill parcourt en direction grossièrement Nord, le Sundgau oriental, région tectoniquement surélevée à l'intérieur du Fossé rhénan où les vallées sont bien entaillées avec des versants raides, avant d'atteindre Mulhouse où la rivière se trouve à environ 235 m d'altitude.

Peu après sa source, la rivière disparaît par infiltration à l'aval de Winkel pour réapparaître à plus de 1 km en aval, un peu en amont du village de Ligsdorf.

Comme celles de la Largue, les alluvions de l'Ill ont une composition qui reflète la nature de la lithologie du bassin versant ; calcaire mélangé à des limons provenant du remaniement des marnes dans le Jura, calcaire et niveau gréseux provenant du démantèlement des formations des marnes tertiaires au niveau du Sundgau.

L'extension limitée des alluvions et l'hétérogénéité des terrains ne permettent pas d'envisager l'exploitation de cette nappe jusqu'à l'amont immédiat de Mulhouse (cf. coupes n° 5, 6, 7 et 8).

La seule exception locale à signaler est lorsque l'Ill entaille le massif calcaire du Horst de Mulhouse entre Altkirch et Illfurth (cf. coupe n° 5) : l'ancienne alimentation en eau de Tagolsheim-Walheim et Luemschwiler était assurée par un puits de 4,5 m de profondeur creusé de façon très artisanale mais capable de fournir environ 30 m<sup>3</sup>/h. Un forage réalisé en 1981 au Nord de Tagolsheim, profond de 6,7 m, fournit environ 18 m<sup>3</sup>/h pour l'alimentation de la pompe à chaleur de la piscine. La productivité relativement favorable de ce petit secteur alluvial est liée à la présence d'un petit surcreusement dont la terminaison nord est visible sur la coupe n° 8 et à la présence sous les alluvions des Calcaires à Mélanies.

Dans ce même secteur, les Calcaires à Mélanies sont captés par forage à Tagolsheim (nouveau forage) pour l'alimentation de Tagolsheim-Walheim et Luemschwiler, au Sud de Walheim pour l'alimentation d'Altkirch et pour une alimentation en eau industrielle. L'aquifère se distingue par son caractère légèrement captif et par la présence de karsts et de fissures.

### 3.5.3.2. Vallées latérales de l'Ill

Dans le domaine du Jura plissé, les vallons drainent des formations calcaires et marneuses. Le principal aquifère est constitué par les niveaux calcaires du **Bajocien-Bathonien** (faciès de la Grande oolithe) qui affleurent entre Winkel et le Sud de Lutter. Le captage de sources sert à l'alimentation en eau potable des villages situés dans la vallée de l'Ill : Winkel, Ligsdorf, Sondersdorf, Raedersdorf et Lutter, mais aussi de villages situés en dehors du bassin versant : Bendorf et Ferrette.

Des forages récents permettent de faire face à l'augmentation de la consommation de certains villages : Winkel et Lutter.

Une autre formation aquifère plus étendue à l'affleurement mais moins productive est constituée par les **calcaires de l'Oxfordien moyen et supérieur** (ex-Rauracien et ex-Séquanien). Captages de sources pour l'alimentation de Raedersdorf, Oltingue et Wolschwiller complété par la réalisation récente d'un forage à Raedersdorf.

Le Fossé de Wolschwiller, prolongation méridionale du Fossé de Sierentz-Allschwil, a permis l'installation d'un golfe tertiaire qui pénètre vers le Sud dans le domaine du Jura plissé. Les vallons latéraux drainent les formations tertiaires (marnes ou Molasse alsacienne) couronnées par les graviers plio-quadernaires (Cailloutis du Sundgau), à la fraction argileuse et sableuse non négligeable.

A la base des **graviers plio-quadernaires**, le contact avec les marnes est souligné par une ligne de sources dont les principales ont été captées pour l'alimentation en eau potable des villages situés dans les vallons de l'Ill et du Thalbach. Le réseau hydrographique encaissé draine fortement les graviers qui n'affleurent que sur les versant des vallées. Sur les interfluves les graviers sont recouverts à l'Est d'une ligne Altkirch-Muespach par des loess récents assez peu perméables ( $10^{-6}$  m/s) dont l'épaisseur moyenne est comprise entre 5 et 10 m. A l'Ouest de cette ligne, les loess plus anciens ont subi une forte décalcification et sont altérés en loess-lehm moins perméable (cf. § 3.5.9.1.) qui assurent ainsi de par leur moindre perméabilité une meilleure protection de l'aquifère des graviers plio-quadernaires qui est la seule ressource exploitée de ce secteur.

Les villages situés sur le domaine marneux du tertiaire sont alimentés à partir des captages réalisés dans les graviers plio-quadernaires.

Entre Altkirch et Mulhouse, les vallons latéraux sont moins développés du fait du passage dans le massif de calcaire tertiaire du Horst de Mulhouse (cf. coupes n° 8, 9, 10 et 11). Le développement des circulations karstiques dans ces calcaires est attesté par l'exurgence de la Bornkapelle à Brunstatt (Calcaires à Mélanies) pouvant dépasser 100 m<sup>3</sup>/h et autrefois captée pour l'alimentation en eau potable mais abandonnée en 1914 suite aux contaminations bactériologiques chroniques régulièrement observées.

Les agglomérations situées sur ce domaine sont alimentées à partir des captages réalisés dans les alluvions de la Doller (Heimsbrunn ou Mulhouse). Cette solution de remplacement a fait que les potentialités de la Molasse alsacienne drainée par les vallons de la rive gauche de l'Ill n'ont pas été reconnues.

La partie du bassin de l'Ill située à l'aval de Mulhouse est traitée avec les parties des bassins de la Thur et de la Doller situées dans la plaine ello-rhénane (cf. § 3.5.6).

### 3.5.4. Bassin de la Thur

#### 3.5.4.1. La vallée de la Thur de Malmerspach à Thann

La Thur prend sa source à 1048 m d'altitude au pied du Rainkopf (1304 m) à environ 16 km au Nord de la limite de la carte. A son entrée sur le domaine de la carte, après un parcours d'environ 20 km, la rivière coule à 400 m d'altitude. La vallée est étroite, sa largeur est comprise entre 500 et 1000 m environ. Elle est orientée du Nord-Ouest vers le Sud-Est. A Thann l'altitude du fond de la vallée est d'environ 340 m.

Le fond de la vallée est rempli de formations alluviales et fluvio-glaciaires. **Les formations alluviales** sont constituées de sables, graviers, galets et blocs avec des épaisseurs de l'ordre de 8 à 12 m en général. Des surcreusements locaux, souvent dus à l'érosion glaciaire, permettent de rencontrer des épaisseurs d'alluvions plus ou moins interstratifiées de moraines pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres comme par exemple entre Moosch et Willersur-Thur (25 m) et à Mollau - Storckensohn, situé en limite de la carte (50 m).

Les alluvions récentes d'âge holocène déposées en surface sont généralement fines, sablo-limoneuses et peu épaisses (1 à 2 m). En profondeur ou latéralement en position de terrasses emboîtées, les alluvions d'âge würm présentent une granulométrie beaucoup plus grossière, avec de très nombreux blocs atteignant et dépassant 30 cm de longueur. Les galets sont principalement constitués de grauwacke, de microgranite et de granite et ne sont guère altérés.

**Les formations fluvio-glaciaires**, alluvions très grossières situées dans l'ancien domaine glaciaire, soit à l'amont de Willersur-Thur, sont des dépôts très grossiers constitués essentiellement de gros galets et de petits blocs roulés, généralement sans stratifications nettes et sans intercalations sableuses. Les blocs peuvent atteindre et dépasser 50 cm de longueur. Ces formations se rencontrent seulement en rive droite entre Moosch et Willersur-Thur où elles forment une terrasse séparée de la basse plaine alluviale par un talus d'une hauteur voisine de 4 mètres.

Les ressources aquifères de ces formations dépendent essentiellement du pourcentage de limon argileux qu'elles renferment. Les alluvions de la Thur sont relativement plus limono-argileuses que celles des alluvions du bassin voisin de la Doller (cf § 3.5.5.), conséquence probable de la présence de larges zones d'affleurement des formations schisto-grauwackeuses dont l'altération fournit une plus grande proportion de limon argileux que celle résultant de l'altération du granite.

L'aquifère de la vallée est sollicité par des forages privés à Malmerspach, à Bitschwiller-les-Thann et à Thann et par quelques forages pour l'eau potable : un forage de 11 m à Willersur-Thur et surtout le forage de Gehren de 24 m de profondeur, implanté au niveau du surcreusement existant entre Willersur-Thur et Moosch et qui est exploité à un débit d'environ 20 m<sup>3</sup>/h. Le premier ouvrage alimente Willersur-Thur, le second le SIVOM de Thann. Leur production vient en complément de celle des sources et des prises d'eau sur ruisseaux.

### 3.5.4.2. Vallées latérales de la Thur

Les vallons de rive droite situés au Nord des reliefs allant de la Chaume des Neufs Bois au Stiftkopf, puis d'une ligne passant par la ferme Altrain et joignant Willer-sur-Thur, se sont développés sur les schistes et grauwackes de la Série d'Oderen.

Les sources sont relativement peu nombreuses et localisées à l'Ouest du vallon débouchant à Malmerspach dans un secteur où les schistes et grauwackes comportent de nombreuses intercalations de lave à composition de quartz-kératophyre, ainsi que des tufs et des brèches. Leur rareté et leur faible débit en période d'étiage (0,5 à 1 l/s voire parfois moins) font qu'elles sont pratiquement toutes captées pour l'alimentation en eau potable des communes situées dans la vallée de la Thur : Storckensohn (situé juste en dehors de la carte), Mollau, Mitzach et Malmerspach. A l'Est du vallon de Malmerspach, les schistes et grauwackes de la Série d'Oderen comportent peu d'intercalations de laves, tufs et brèches. Ils sont sans ressource aquifère appréciable. Par contre, les labradorites en coulées et les brèches et poudingues volcano-sédimentaires (épisode du Crémillot) de la Série de Thann-Giromagny qui coiffent les schistes et grauwackes de la Série d'Oderen au niveau des reliefs du Rossberg et du Thanner Hubel, ainsi que les latites à biotite, les latites quartzifères et les ignimbrites rhyolitiques qui occupent le bassin versant du vallon du Kerlen au Sud-Ouest de Bitschwiller, présentent des ressources aquifères d'intérêt local captées pour l'alimentation de fermes et de fermes-auberges.

Les vallons de rive gauche voient leur extension limitée par la bordure de la carte. Au Nord du relief du Karsprung, les têtes des vallons sont sur le Granite de Goldbach, granite porphyroïde à biotite dont la frange d'altération (arène) donne naissance à quelques sources au débit compris entre 0,3 et 1,1 l/s et captées pour l'usage privé : lieu-dit le Moulin, ou pour l'alimentation en eau potable : Willer-sur-Thur. A l'aval, les vallons recoupent les schistes et grauwackes de la Série d'Oderen pratiquement sans intercalations de laves, tufs et brèches et de ce fait sans ressource aquifère appréciable. Le relief du Karsprung est constitué de labradorites de la Série de Thann-Giromagny en position de relief inversé dans un couloir tectonique d'extension insuffisante pour présenter un intérêt du point de vue hydrogéologique. Au Sud-Est du relief du Karsprung, occupant le vallon débouchant entre Willer-sur-Thur et Bitschwiller-les-Thann ainsi que les reliefs situés entre Thann et le sommet du Molkenrain (cf. coupe n° 12), les formations volcano-sédimentaires du strato-volcan du Molkenrain (Série de Thann-Giromagny), donnent naissance sur le flanc ouest des reliefs à de nombreuses sources au débit modeste compris entre 0,1 et 0,4 l/s mais pratiquement toutes captées pour l'alimentation en eau potable de Willer-sur-Thur et du SIVOM de Thann.

La partie du bassin de la Thur située à l'aval de Thann est traitée avec les parties des bassins de la Doller et de l'Ill situées dans la plaine ello-rhénane (cf. 3.5.6.).

### 3.5.5. Bassin de la Doller

#### 3.5.5.1. La vallée de la Doller de sa source à Lauw

La Doller prend sa source au lieu-dit "Fennematt" à 934 m d'altitude au pied Nord-Ouest du Baerenkopf (1074 m). Elle coule d'abord vers l'Est sur 2 à 3 km avant de s'orienter vers le Nord-Est jusqu'à Sewen puis vers l'Est jusqu'à Oberbruck avant de s'orienter vers le Sud-Est jusqu'à Lauw où son altitude est d'environ 300 m.

Le fond de la vallée est tapissé de formations alluviales et fluvio-glaciaires. Les formations alluviales sont constituées de sables, graviers, galets et blocs avec des épaisseurs de l'ordre de 8 à 12 m en général. Des surcreusements locaux, souvent dus à l'érosion glaciaire, permettent de rencontrer des épaisseurs d'alluvions pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres comme par exemple à Sewen (35 m).

Entre Sewen et Kirchberg, la présence ou l'absence de telles cuvettes de surcreusement glaciaire n'a pas été reconnue. A signaler cependant qu'un forage réalisé au Sud d'Oberbruck a traversé 19,5 m d'alluvions sans rencontrer le substratum.

Les alluvions récentes d'âge holocène déposées en surface sont généralement fines, sablo-limoneuses et peu épaisses (1 à 2 m). En profondeur ou latéralement en position de terrasses emboîtées, les alluvions d'âge würm présentent une granulométrie beaucoup plus grossière, avec de très nombreux blocs atteignant et dépassant 30 cm de longueur. Les galets sont principalement constitués de granite et de microgranite, secondairement de grauwacke et sont non altérés.

Les formations fluvio-glaciaires, alluvions très grossières situées dans l'ancien domaine glaciaire, soit à l'amont de Kirchberg, sont des dépôts très grossiers constitués essentiellement de gros galets et de petits blocs roulés, généralement sans stratifications nettes et sans intercalations sableuses. Les blocs peuvent atteindre et dépasser 70 cm de longueur. Ces formations se rencontrent seulement par exemple entre Dolleren et Kirchberg sous forme d'une terrasse très nette séparée de la basse plaine alluviale par un talus de 5 à 6 m de hauteur.

Les ressources aquifères de ces formations dépendent essentiellement du pourcentage de limon argileux qu'elles renferment. Les alluvions de la Doller, avec un bassin versant situé presque exclusivement en domaine granitique et volcanique sont relativement peu argileuses comparativement à celles du bassin voisin de la Thur (cf. § 3.5.4.).

L'aquifère des alluvions est sollicité, au niveau de la ferme Lerchenmatt par un forage de 3,1 m de profondeur servant à l'alimentation en eau potable de Sewen, en amont de Masevaux par deux forages de 12 et 7 m produisant l'eau potable de la ville et capables de fournir chacun environ 40 m<sup>3</sup>/h. Pour Masevaux, la production des forages assure l'appoint des sources.

### 3.5.5.2. Vallées latérales de la Doller

Les vallons situés à l'Ouest du bassin versant sont entaillés dans les formations granitiques et les formations de bordure associées du Granite des Ballons. La frange altérée en arène donne quelques sources en général non captées car situées loin des habitations. Après l'abandon des sources captées de Sewen (remplacées par un forage dans la vallée de la Doller) seuls les villages de Rimbach et Oberbruck sont alimentés en eau potable par des sources situées en domaine granitique plus ou moins associé à des formations glaciaires de versant.

L'amont des vallons de Rimbach et de Wegscheid est situé dans les schistes et grauwackes de la Série d'Oderen sans intercalation de laves, tufs et brèches et de ce fait sans ressource aquifère appréciable. L'aval de ces mêmes vallons et les vallons situés entre le lac de Sewen et Wegscheid sont développées sur les formations de la Série de Malvaux : brèches à éléments kératophyriques et spilitiques dans un ciment rhyolitique, laves à spilites et kératophyres à

fond dévitrifié ou microlitique, volcanites acides (kératophyres et tufs kératophyriques) et basiques (spilites et diabases) sans ressource aquifère appréciable.

L'amont du bassin versant incluant la source de la Doller et les vallons situés à l'aval de Wegscheid sont développés sur les formations essentiellement volcaniques de l'ensemble inférieur de la Série de Thann-Giromagny : latites à biotites, rhyolites latitiques, latites quartzifères et ignimbrites rhyolitiques en rive droite, labradorites en rive gauche. Seules les formations de rive droite et plus particulièrement les latites quartzifères et les ignimbrites rhyolitiques semblent présenter un intérêt hydrogéologique sous forme de quelques sources captées pour l'alimentation en eau potable des villages de Dolleren, Niederbruck, Sickert et Masevaux. La productivité souvent insuffisante doit être complétée par des prises d'eau sur les ruisseaux. Ceci est le seul moyen pour approvisionner en eau Wegscheid et Kirchberg.

En dehors de la basse vallée actuelle occupée par les alluvions d'âge holocène et würm (cf. § 3.5.5.1.), deux principaux niveaux d'alluvions emboîtés en terrasses ont été individualisés en rive gauche entre Niederbruck et Masevaux, en rive droite entre Masevaux et Lauw : un niveau d'altitude relative 8 à 10 m au dessus de la vallée actuelle attribué au Riss, un niveau d'altitude relative 50 à 55 m d'âge mal précisé, entre plio-quadernaire et mindel. Le matériel originaire du bassin versant de la Doller est constitué de galets de roches volcaniques acides et basiques du Viséen, de Granite des Ballons et de grauwacke, très altérés et emballés dans une matrice relativement riche en limon et en argile. Les caractéristiques lithologiques défavorables (forte fraction fine), la faible extension des formations et leur fort drainage par la vallée actuelle, rendent ces formations inintéressantes pour les recherches hydrogéologiques.

Vers l'aval, la plus haute des deux terrasses se relie aux formations plio-quadernaires (Cailloutis du Sundgau).

La partie du bassin de la Doller située à l'aval de Lauw est traitée avec les parties des bassins de la Thur et de l'Ill situées dans la plaine ello-rhénane (cf. § 3.5.6.).

### **3.5.6. Bassins de la Thur, de la Doller et de l'Ill dans la plaine ello-rhénane**

#### **3.5.6.1. Délimitation**

A leur débouché sur la plaine, les rivières vosgiennes ont, au Pliocène et Quaternaire ancien, créé de vastes surfaces d'épandages de matériaux orientés vers le Sud-Sud-Est qui se raccordaient au schéma d'écoulement ancien des eaux de l'Aar-Rhin vers la plaine de Bresse. La disparition du seuil existant en Alsace moyenne, en permettant l'écoulement du Rhin vers le Nord, a aussi entraîné une réorientation des rivières vosgiennes vers l'Est en même temps que la création de terrasses emboîtées. Plus précisément, les torrents préglaciaires drainant au Würm ces vallées ont étalé une importante masse d'alluvions grossières, à l'aval de Thann pour la **Thur** sous forme du vaste cône d'épandage de l'Ochsenfeld, à l'aval de Lauw pour la **Doller** dans un couloir plus resserré. Les épandages antérieurs recouverts lors des phases froides et sèches quaternaires par les dépôts de loess se sont retrouvés en position de terrasse haute, entre Aspach-le-Haut, Schweighouse-Thann et Reiningue au Sud de la Thur et dans un triangle Lauw, Heimsbrunn, Balschwiller au Sud de la Doller.

A l'amont, entre Michelbach et la cote 306 (située au Nord de l'échangeur autoroutier), les deux cônes de déjection sont séparés par des affleurements de marnes oligocènes. Entre la cote 306 et Lutterbach-Pfastatt, les matériaux des deux cônes sont en contact.

A sa sortie du Horst de Mulhouse, à l'aval de Mulhouse, l'III n'a pas pu édifier un cône de déjection semblable à ceux des rivières vosgiennes, à cause des caractéristiques lithologiques (peu de roches cohérentes résistantes à l'altération et au transport) et physiques (faible altitude et précipitation relativement moyenne) de son bassin versant. A l'aval de Mulhouse, l'III coule donc sur les alluvions de la Doller puis sur celles de la Thur sensiblement au niveau de la limite entre les cônes de déjection de ces deux rivières à l'Ouest et les dépôts des terrasses et de la plaine alluviale du Rhin à l'Est.

Les épandages en forme de cône de déjection précédemment décrits entraînent au niveau de la morphologie du réseau hydrographique la formation de nombreuses anastomoses. Dans ces conditions, les limites des bassins versants dans la plaine sont très subjectives, c'est pourquoi les trois sections de bassins sont traitées ensemble dans le même chapitre.

Il convient de remarquer que les limites vers le Nord-Est avec le bassin de la Lauch et vers l'Est avec le bassin du Rhin sont tout aussi subjectives.

### 3.5.6.2. La Thur de l'aval de Thann à Ensisheim

A l'aval de Thann, la vallée de la Thur quitte le massif vosgien et s'élargit brusquement à l'intérieur du Fossé rhénan. Elle s'écoule vers l'Est jusqu'à Cernay puis vers le Nord jusqu'à Ensisheim où 1 km à l'aval elle se jette dans l'III. Son altitude s'abaisse de 340 m à Thann à environ 220 m à Ensisheim.

En débouchant de sa vallée vosgienne, la Thur a déposé des alluvions dans une large zone appelé Ochsenfeld et qui se prolonge vers l'Est au niveau du Bassin Potassique.

Ces alluvions reposent sur le substratum d'âge oligocène généralement marneux et imperméable, localement conglomératique (Thann, Vieux-Thann et Cernay). Ces alluvions forment un aquifère dont la géométrie est assez bien connue. L'approfondissement lent et régulier vers l'Est fait passer l'épaisseur des alluvions d'environ 10 m à Thann à 30 m au droit d'une ligne Bollwiller-Wittenheim-Kingersheim. Au delà de cette ligne l'épaisseur augmente fortement à la faveur d'un approfondissement du substratum et le passage aux alluvions d'origine rhénane se fait progressivement (cf. § 3.5.6.4.).

Le matériau alluvionnaire est relativement perméable (coefficient de perméabilité  $10^{-4}$  m/s).

Il est possible de distinguer une tranche superficielle de 4 à 15 m d'épaisseur constituée de sables, graviers et galets peu altérés et bien roulés et une tranche sous-jacente de 7 à 20 m d'épaisseur composée d'éléments parfois très altérés dont le caractère argileux s'accroît avec la profondeur. Des lentilles argileuses peuvent être intercalées dans l'ensemble des alluvions (pas systématiquement à la limite des tranches identifiées) et créent, surtout en bordure de l'aquifère, des niveaux piézométriques différents, le niveau inférieur se trouvant localement légèrement en charge.

Dans la partie méridionale du cône, au Sud d'une ligne Thann-Reiningue, les alluvions sont plus argileuses et sont recouvertes d'un important dépôt de loess.

Les eaux souterraines s'écoulent dans le sens des rivières vosgiennes, en direction de l'Est dans la partie occidentale, puis du Nord-Est à proximité de l'Ill.

Les variations du niveau de la **surface piézométrique** sont sensibles au régime des précipitations et aux apports de la Thur. Les apports moyens de la Thur à la nappe sont estimés à 60 l/s/km entre Thann et Ensisheim mais avec de grandes variations selon les tronçons : 30 l/s/km entre Thann et Staffelfelden et 120 l/s/km entre Staffelfelden et Ensisheim.

Au niveau du Bassin Potassique, les variations piézométriques observées sont la résultante, outre les précipitations, des apports vosgiens des cônes de déjection de la Thur et de la Doller et des apports de l'Ill à l'Est. Par ailleurs, les courbes piézométriques sont perturbées par de nombreux pompages industriels. Ces influences diverses confèrent une hétérogénéité à l'amplitude des variations piézométriques qui restent comprises entre 1 et 3 m, 4 m exceptionnellement dans les secteurs soumis aux influences des zones inondables de l'Ill. Sur le long terme, les affaissements miniers dus à l'extraction de la potasse auront également une influence.

La partie orientale du secteur est sous l'influence de l'Ill et de la Doller qui s'y jette en amont (cf. § 3.5.6.4.).

Dans la partie méridionale, l'allure des courbes piézométriques semblerait indiquer un drainage vers la nappe de la Doller mais l'infléchissement et l'augmentation de gradient pourraient être dus en grande partie à la remontée du substratum et à la baisse de perméabilité des alluvions dans ce secteur.

Cet aquifère est sollicité par de **nombreux captages** d'alimentation en eau potable : SIVOM de Thann avec un champ captant placé à l'Est de Vieux-Thann qui fournit un total d'environ 90 m<sup>3</sup>/h, SIVOM de Cernay avec 4 forages fournissant un total d'environ 130 m<sup>3</sup>/h.

Au niveau du Bassin Potassique, les principaux prélèvements sont ceux des puits industriels des MDPA : cité Sainte Thérèse au Sud-Ouest d'Ensisheim, cité Théodore au Nord-Ouest de Ruelisheim, Langenzug à l'Ouest de Wittelsheim et Wittelsheim-gare au Sud de Staffelfelden.

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux du cône de déjection de la Thur présentent de **nombreuses anomalies** causées par l'existence d'un important terril de résidus chimiques à l'aval de Vieux-Thann. Ce terril est à l'origine d'une langue de pollution se dirigeant d'Ouest en Est, large d'environ 800 m et dont l'axe passe à 1,5 km au Sud de Cernay. Cette langue provoque des teneurs en sulfates et en chlorures atteignant plus de 1 g/l alors qu'en dehors de la langue elles sont toujours inférieures à 50 mg/l. Ces anomalies en chlorures et sulfates s'accompagnent également de quelques fortes teneurs en éléments traces (essentiellement en mercure) et de duretés élevées. Depuis plusieurs années des mesures ont été prises (paroi moulée, pompages de fixation, ...) pour améliorer la situation.

Au niveau du Bassin Potassique, les principales anomalies de composition physico-chimique des eaux souterraines sont dues à des concentrations excessives en chlorure de sodium qui proviennent du lessivage des terrils de résidus de l'exploitation de la potasse par les Mines de Potasse d'Alsace (MDPA). Chaque terril est à l'origine d'une "langue salée" qui s'étend vers l'aval, entraînée par l'écoulement des eaux souterraines. En profondeur, la propagation de la saumure, de densité élevée, s'effectue principalement selon la morphologie du substratum.

Actuellement, le relargage à l'aval des terrils est stoppé par la mise en place de pompes de fixation. Afin d'accélérer le processus naturel de résorption des terrils, il est parallèlement mis progressivement en place des dispositifs de dissolution accélérée par aspersion. Les eaux chargées de sel sont déversées dans le Rhin au niveau de Fessenheim (en dehors de la limite de la carte).

### 3.5.6.3. La Doller de l'aval de Lauw à Mulhouse

A l'aval de Lauw, la vallée de la Doller quitte le massif vosgien pour le Fossé rhénan, mais elle y reste encaissée entre des formations conglomératiques d'âge tertiaire au Nord et ses anciennes terrasses emboîtées au Sud, aussi son cône de déjection est-il nettement moins puissant que celui de la Thur.

La Doller coule d'abord vers l'Est jusqu'au Pont d'Aspach puis s'oriente sur quelque distance vers le Sud-Est alors qu'elle longe les affleurements marneux qui la séparent du cône de la Thur, puis elle se dirige vers l'Est-Nord-Est jusqu'à Mulhouse où elle se jette dans l'Ill. Son altitude s'abaisse de 380 m à Lauw à environ 235 m à Mulhouse. La largeur du cône dépasse rarement 5 km. Les alluvions déposées reposent sur le substratum d'âge oligocène. Le matériau alluvionnaire est généralement moins argileux que celui de la Thur avec un coefficient de perméabilité voisin de  $10^{-3}$  m/s. Les alluvions d'âge würm à holocène sont très grossières (blocs jusqu'à 50 cm), à éléments arrondis et peu altérés. Les alluvions anciennes sous-jacentes, comme dans le cône de la Thur, sont plus argileuses (nombreuses intercalations de lentilles d'argile dont l'épaisseur varie de 0,5 à 3,4 m), les éléments sont altérés et à la base se rencontre une grande abondance de galets de Molasse alsacienne. A la faveur d'emboitements de terrasse, les niveaux plus argileux des alluvions anciennes peuvent se rencontrer au même niveau que les alluvions récentes perméables. Ceci est le cas au niveau de la colline de Lutterbach qui est coiffée de dépôts de loess (cf. coupe n° 13). La topographie du substratum ne représente pas directement la géométrie de l'aquifère, en effet les remplissages de matériel alluvionnaire très argileux comblent souvent les surcreusements locaux (cf. coupes n° 14 et 15). L'épaisseur moyenne des alluvions perméables est d'environ 5 à 10 m entre Lauw et Pont d'Aspach, de 10 à 20 m entre Pont d'Aspach et Reiningue et de 20 m en aval de Reiningue.

De part et d'autre d'un axe Reiningue - Lutterbach, il est possible au sein des alluvions récentes perméables de différencier les alluvions du type "Doller" au Sud, d'un type "vosgien" au Nord correspondant vraisemblablement au cône de la Thur. Le matériau est plus fin et plus sableux que celui de la Doller (cf. coupes n° 15, 16 et 17).

Les eaux souterraines s'écoulent en suivant approximativement la Doller qui draine la nappe même en position basse de celle-ci. Par contre au niveau des forages de Reiningue, en période d'étiage la Doller s'infiltre totalement et son cours est à sec.

L'assèchement de la Doller à l'aval du pont de Reiningue dès le mois de mai en 1962 et en 1971 a mis en difficulté de nombreux captages. La même situation s'est répétée en 1976. Afin de renforcer l'alimentation de la nappe en été par soutien des débits d'étiage de la rivière, il a été construit à l'amont de Michelbach une retenue d'eau, d'un volume de 7,8 millions de m<sup>3</sup>, couvrant une surface de 90 hectares et concernant un bassin de 4,8 km<sup>2</sup>. La mise en service a été effectuée en 1983 (première mise en eau à l'automne 1982).

Les variations du **niveau de la surface piézométrique** n'atteignent pas les valeurs mesurées sur l'Ochsenfeld (cône de la Thur, cf. 3.5.6.2) mais peuvent cependant exceptionnellement atteindre 3 m au maximum.

Entre le couvent de l'Oelenberg et Reiningue, l'allure des courbes piézométriques semblerait indiquer une alimentation latérale en provenance des formations alluviales du cône de la Thur, mais l'infléchissement et l'augmentation de gradient pourraient être dus en grande partie à la remontée du substratum et à la baisse de perméabilité des alluvions dans ce secteur.

De nombreux captages industriels et d'alimentation en eau potable sollicitent cet aquifère :

- le syndicat AEP de la vallée de la Doller alimente Sentheim, Guewenheim ainsi que les communes situées sur les terrasses de la Doller (Mortzwiller, Soppe-le-Haut, Soppe-le-Bas, Burnhaupt-le-Haut, Burnhaupt-le-Bas) et de la Thur (Aspach-le-Haut, Aspach-le-Bas, Schweighouse-Thann) ou sur les marnes (Michelbach) et fournit l'appoint au SIVOM de Cernay et au SIVOM de Thann à partir de forages captant environ 10 m d'alluvions au droit de surcreusements identifiés à l'amont de Guewenheim, chaque ouvrage pouvant fournir 60 à 100 m<sup>3</sup>/h ;
- Le Syndicat de Heimsbrunn et environs qui alimente Heimsbrunn, Galfingue, et les villages de la vallée de l'III en amont de Mulhouse ;
- Reiningue et Morschwiller qui disposent chacune d'une production autonome et enfin la Régie des eaux de la ville de Mulhouse qui exploite des forages à l'Est de Reiningue et surtout le grand champ captant du Hirtzbach entre Lutterbach et Dornach.

C'est la qualité des eaux très légèrement acide (pH = 6,5), douce (TH = 7°F), faiblement minéralisée (résidu sec à 110° = 60 mg/l) et légèrement agressive qui ont incité les utilisateurs et en particulier la ville de Mulhouse à préférer les eaux d'origine vosgienne et à tirer profit au maximum de la nappe de la Doller.

#### **3.5.6.4. L'III de l'aval de Mulhouse à Ensisheim**

Au niveau de Mulhouse, la vallée de l'III quitte le Horst de Mulhouse et pénètre dans la plaine ello-rhénane. Après la traversée de la ville, elle reçoit la Doller et son cours s'oriente vers le Nord-Est jusqu'à Sausheim après quoi il s'oriente vers le Nord jusqu'à Ensisheim. Son altitude varie peu, de 235 m à Mulhouse à 220 m à Ensisheim. Au delà d'Ensisheim, à 1 km en dehors de la limite de la carte, l'III reçoit la Thur.

L'III n'a pas eu la possibilité d'édifier un cône de déjection (cf. § 3.5.6.1.), aussi coule-t-elle sur les alluvions de la Doller puis sur les matériaux déposés par la Thur et le Rhin. Les matériaux déposés par ce dernier ont des perméabilités plus élevées (environ 10<sup>-3</sup> m/s) que celles des alluvions d'origine vosgienne (environ 10<sup>-4</sup> m/s). Des niveaux conglomératiques de quelques décimètres d'épaisseur se rencontrent à différentes profondeurs. Ces niveaux de galets à ciment calcaire ont été interprétés comme d'anciens niveaux d'oscillation de la surface de la nappe phréatique (cf. § 3.5.1.6.)

Les alluvions de la Doller et du Rhin ont été déposées sur les marnes oligocènes imperméables. A l'aval de Pfastatt - Mulhouse, le substratum dessine une dépression marquée en forme de gouttière au Sud du haut-fond du Bassin Potassique (cf. § 3.5.6.2.). L'épaisseur

des alluvions augmente ainsi très rapidement de 30 m à l'Ouest de Mulhouse à plus de 70 m à Sausheim. Cette gouttière s'oriente ensuite vers le Nord et continue à s'enfoncer, 80 m à Baldersheim, 90 m à Battenheim, 100-110 m au niveau d'Ensisheim.

A l'Est d'une ligne Bollwiller - Wittenheim - Kingersheim, située dans le prolongement de la bordure du Fossé de Sierentz, le substratum du Bassin Potassique plonge rapidement et rejoint la gouttière décrite ci-dessus. A partir du Nord de Ruelisheim et selon un axe passant par Ensisheim commence à se dessiner une ride qui sépare la gouttière en deux sillons au niveau d'Ensisheim. Cette ride est l'amorce méridionale du diapir de sel de Meyenheim qui plus au Nord, en dehors de la limite de la carte, n'est qu'à quelques mètres de profondeur sous la surface du sol. Au Sud d'Ensisheim, le cours de l'Ill s'incurve légèrement vers l'Ouest et la rivière continue à couler à l'aplomb du sillon le plus occidental.

Dans ce secteur, la nappe est sous l'influence des précipitations et de l'Ill dont les apports moyens entre Mulhouse et Ensisheim sont estimés à 65 l/s/km. L'augmentation de perméabilité et d'épaisseur font de ce secteur l'un des domaines où les transmissivités sont les plus élevées (avec le secteur du Rhin en aval de Niffer au niveau d'une surépaisseur d'alluvions - cf. § 3.5.1.6.). Les directions d'écoulement s'infléchissent, la nappe du Bassin Potassique qui coule vers le Nord-Est (cf. § 3.5.6.2.) rejoint le flux général de la nappe du Rhin qui s'écoule vers le Nord-Nord-Est.

Cet aquifère est sollicité par de nombreux captages industriels et par des captages d'alimentation en eau potable : syndicat de Baldersheim alimentant Battenheim et Ruelisheim.

Les champs captants de Kingersheim et d'Illzach ont dû être abandonnés à la suite de l'apparition d'une pollution par composés organiques. Le maintien en service de certains forages en puits de dépollution permet d'éviter la propagation vers l'aval de cette contamination qui trouve son origine dans les industries chimiques de Mulhouse.

### **3.5.6.5. Vallées latérales de la Thur et de la Doller dans la plaine ello-rhénane**

Entre Thann et Wattwiller des vallons descendent du Molkenrain (cf. coupe n° 12) et rejoignent la Thur. Au contact des formations volcano-sédimentaires du strato-volcan du Molkenrain (Série de Thann-Giromagny) et de la zone mylonitisée matérialisant la Faille vosgienne, des sources ont été captées pour l'alimentation en eau potable de Wattwiller et de Steinbach.

Entre les reliefs vosgiens et la plaine, les collines sous-vosgiennes sont le domaine des champs de fractures de Vieux-Thann et de Wattwiller et des affleurements de conglomérats tertiaires (cf. coupe 12). Dans les champs de fractures, les calcaires et dolomies du Muschelkalk supérieur et de la Lettenkohle peuvent représenter des réservoirs intéressants surtout lorsqu'ils sont karstifiés et alimentés à partir de la bordure vosgienne. Ils renforcent alors une nappe en charge et sont à l'origine de sources ou de forages artésiens d'autant plus qu'il reposent sur un soubassement très aquifère constitué par les grès conglomératiques du Buntsandstein. Ce type d'aquifère donne naissance par exemple aux sources minérales de Wattwiller (cf. § 3.6.).

Les conglomérats oligocènes, la plupart du temps cimentés par des silts argileux, sont des aquifères médiocres. Des sources captées servent à l'alimentation en eau potable de Uffholtz

et Cernay. Les forages du SIVOM de Cernay implantés dans les alluvions du cône de déjection sont certainement alimentés en partie par les conglomérats oligocènes qu'ils ont atteint à leur base.

**Entre Lauw et Thann, des vallons** descendent des reliefs vosgiens. Ils rejoignent la Doller vers le Sud tandis que vers le Nord, les eaux s'infiltrent dans les anciennes terrasses de la Thur. Les **formations volcano-sédimentaires** de la Série de Thann-Giromagny donnent quelques sources captées pour l'alimentation en eau potable de Rammersmatt, Leimbach et Roderen.

Dans les **champs de fractures** de Rammersmatt et de Lauw, les réservoirs potentiels présents sont constitués par les calcaires du Bajocien-Bathonien (Grande oolithe), du Muschelkalk supérieur, et les grès du Buntsandstein. Ces niveaux ne sont pas utilisés directement pour la production d'eau potable mais des sources à fort débit sont captées au droit des accidents qui limitent les champs de fractures, à l'Est au contact des conglomérats oligocènes (champ de Lauw, source captée pour Sentheim), à l'Ouest au contact des terrains du Lias (champ de Rammersmatt pour la commune de Rammersmatt) et les tufs et ignimbrites rhyodacitiques des formations du socle vosgien (Série de Thann-Giromagny). Dans ce dernier cas, ce sont les formations volcaniques qui servent de réservoir, les terrains marneux liasiques du champ de fractures faisant office de barrage hydrogéologique.

Les **conglomérats oligocènes**, la plupart du temps cimentés par des silts argileux, sont des aquifères médiocres. Des sources captées servent à l'alimentation en eau potable de Leimbach, Roderen et Bourbach-le-Bas.

### 3.5.7. Bassin de la Lauch

Les vallons et bassins versants tributaires de la Lauch sont situés à l'Est du sommet du Molkenrain et au Nord de la Thur. La partie située dans les **reliefs vosgiens** est constituée par les formations volcano-sédimentaires du strato-volcan du Molkenrain (Série de Thann-Giromagny) qui donnent naissance au pied des reliefs à des sources captées pour l'alimentation en eau potable de Hartmannswiller.

Entre les reliefs vosgiens et la plaine du Rhin, les **collines sous-vosgiennes** comprennent une bande de champs de fractures affectant principalement des terrains secondaires et un large piémont, constitué en surface de terrains tertiaires également affectés par la fracturation. Du fait du compartimentage lié à la fracturation dans les champs de fractures et des variations de faciès en bordure du Fossé rhénan à l'âge tertiaire, les formations lithologiques rencontrées sont très variables. Le compartimentage et la lithologie variée rendent ces terrains peu intéressants du point de vue hydrogéologique. Les seules exceptions méritant d'être signalées sont :

- 2 sources alimentées à partir des conglomérats oligocènes à Wuenheim dont celle du domaine d'Ollwiller,
- 1 source alimentée à partir de la Molasse alsacienne à Hartmannswiller,
- 2 sources alimentées par le recouvrement loessique reposant sur les formations tertiaires à Berrwiller, ferme Weckenthal.

Ces cinq sources ne sont pas utilisées pour l'alimentation en eau potable des collectivités.

A l'Est des collines sous-vosgiennes, soit à l'Est d'une ligne Berrwiller à Hartmannswiller, commence le domaine des **alluvions de la plaine du Rhin**. Il correspond en hydrogéologie à la prolongation vers le Nord de l'ensemble des basses vallées de la Thur et de l'Ill (cf. § 3.5.6.). Un forage de 13 m de profondeur situé au Sud-Est de Berrwiller capte les alluvions de la plaine du Rhin pour l'alimentation en eau potable du village et pour fournir un appoint à Hartmannswiller.

### 3.5.8. Bassin de la Moselle

L'angle Nord-Ouest de la carte appartient, pour une petite surface, au bassin versant de la Moselle, elle-même tributaire du Rhin.

La **vallée de la Moselle** traverse la carte quelques kilomètres au niveau du coude de Saint-Maurice-sur-Moselle. Son altitude y est d'environ 540 m. Le lit actuel de la rivière est encaissé de quelques mètres dans les formations fluvio-glaciaires d'âge würm à holocène. Le matériel fluvio-glaciaire dont l'épaisseur totale n'est pas connue, est composé de galets de taille moyenne avec des intercalations de lentilles sableuses. Localement le matériel peut être très grossier (blocs jusqu'à 1,2 m). La nature des galets reflète la variété lithologique du bassin versant (granite, grauwackes, kératophyres, spilites et mylonites). Dans le domaine de la carte, les dépôts fluvio-glaciaires de la Moselle n'ont pas été sollicités pour la production d'eau.

Les formations glaciaires, moraines de fond, moraines de versant, sont bien développées dans les vallons de rive gauche, vallon des Charbonniers et vallon de Prêle (Le Hangy). Les ressources en eau de ces formations dépendent essentiellement du pourcentage en limon argileux qu'elle renferment. Un forage réalisé dans le vallon de Prêle a montré la présence d'un surcreusement de 21 m d'épaisseur dans le granite. Le remplissage, essentiellement alluvial, est composé de sables et de graviers. La productivité maximale est voisine de 100 m<sup>3</sup>/h. Le forage alimente en eau potable le Syndicat des Eaux de Presles qui regroupe les communes situées dans la vallée de la Moselle à l'aval de Saint Maurice.

Les versants du vallon des Charbonniers sont principalement développés sur les formations volcaniques acides (kératophyres, tufs kératophyriques) ou basiques (spilites et diabases) du complexe volcanique de la forêt de Saint Maurice considéré comme un équivalent latéral de la Série de Malvaux. Les sources sont rares. Elles sont captées pour l'alimentation en eau potable de Saint Maurice sur Moselle.

Les versants du vallon de Prêle sont développés essentiellement sur le Granite des Ballons et secondairement sur les monzodiorites et diorites de la bordure nord du massif granitique. La frange altérée en arène donne quelques sources au débit en général limité. Deux d'entre elles ont été captées pour des alimentations en eau privées (restaurant et colonie de vacances de la Jumenterie).

### 3.5.9. Bassin versant de l'Allan

L'Allan qui rejoint le Doubs   Vaujeaucourt, à l'aval de Montbéliard, est la réunion de la Bourbeuse et de l'Allaine.

### 3.5.9.1. Bassin de la Bourbeuse

La Bourbeuse résulte de la réunion :

- des ruisseaux de Saint-Nicolas et de la Madeleine qui prennent leur source dans le massif vosgien puis drainent le piedmont vosgien et la partie nord-occidentale du Sundgau,
- de la Lutter, de la Suarcine et de l'Ecrevisse qui drainent la partie occidentale du Sundgau.

La vallée de la Bourbeuse est large, près d'un kilomètre, entre Montreux et Bourogne. L'altitude varie peu, s'abaissant de 340 m à Montreux à 330 m à Bourogne. Les alluvions sont peu épaisses, 2 à 5 mètres. Elles contiennent quelques éléments siliceux apportés par les ruisseaux de la Madeleine et de Saint-Nicolas emballés dans une forte fraction sablo-limoneuse déposée par les ruisseaux drainant le Sundgau occidental : la Suarcine et l'Ecrevisse. Elles sont presque partout recouvertes de 1 à 3 m de limons. Le substratum est constitué par les formations tertiaires : conglomérats côtiers du Système de Bourogne ou marnes de la Série grise.

Latéralement, en amont de Froidefontaine en rive gauche, en amont de Charmois en rive droite, les alluvions de fond de vallée sont en contact avec les alluvions plio-quadernaires anciennes du Sundgau qu'elles drainent (cf. coupe n° 18).

Les ruisseaux de Saint-Nicolas et de la Madeleine coulent à l'amont dans le massif vosgien sur les formations de l'ensemble inférieur, essentiellement volcanique, de la Série de Thann-Giromagny.

Entre Leval et Petitefontaine, le ruisseau de Saint-Nicolas traverse le champ de fractures de Leval (terrains permien : grès arkosiques, conglomérats, silts argileux et formations secondaires : grès du Buntsandstein, calcaires dolomitiques et gréseux du Lias). Entre ces deux localités, les alluvions anciennes sont essentiellement constituées d'éléments de la Série Thann-Giromagny avec prédominance des ignimbrites rhyolitiques.

Le domaine vosgien du bassin versant du ruisseau de Saint-Nicolas et du ruisseau de la Madeleine donnant des ressources en eau très limitées (source captée au Nord de Rougemont-le-Château pour le Syndicat de Rougemont, source captée au Nord de Petitmagny pour l'alimentation en eau potable des communes orientales du Syndicat de Giromagny), le Syndicat de Rougemont-le-Château est principalement alimenté en eau potable à partir :

- d'un forage de 10 m de profondeur environ, situé à Leval entre Leval et Petitefontaine, qui sollicite des alluvions anciennes avec une production de 500 m<sup>3</sup>/jour. Il ne semble pas qu'on puisse s'attendre à des débits supérieurs, ceci à cause de la nature de ces alluvions très anciennes où les graviers et galets sont toujours plus ou moins altérés.
- d'un forage de 47 m de profondeur, situé aussi entre Leval et Petitefontaine captant sous les alluvions les eaux du Lias (calcaires dolomitiques et gréseux de l'Aalénien et du Toarcien) avec une production de 150 m<sup>3</sup>/j.

Entre Etueffont et Saint-Germain-le-Châtelet, le ruisseau de la Madeleine traverse la terminaison orientale du bassin permien de Giromagny. A Anjoutey, des alluvions anciennes comprennent, entre des éléments du socle altérés et non altérés, des galets de grès rouge provenant du Permien.

Vers l'aval, les deux ruisseaux traversent les formations d'alluvions anciennes du Plio-quadernaire souvent situées en position de terrasses. Par incision les vallées sont en position de drainage. La fraction sablo-argileuse augmente, tendant à diminuer fortement la perméabilité des alluvions de surface.

A Petit-Croix, la Madeleine reçoit en rive droite le ruisseau de l'Autruche. Ce cours d'eau prend naissance dans le bassin permien de Giromagny au Sud-Ouest d'Etueffont. Il traverse par antécédence l'anticlinal des formations sédimentaires dinantiennes du Bois de Roppe avant de drainer entre Roppe et Bessoncourt la série secondaire des collines du Belfortais. Le pendage général vers le Sud-Est, d'abord accusé, limite les surfaces d'affleurement de la base de la série. A la faveur de l'atténuation du pendage, les formations du Jurassique supérieur affleurent plus largement, notamment les calcaires de l'Oxfordien moyen et supérieur (ex-Rauracien et ex-Séquanien). A l'Ouest du fort de Bessoncourt, des phénomènes karstiques (dolines) ont été observés. Les essais de traçage effectués n'ont pas permis de déterminer les caractéristiques des circulations souterraines (non réapparition constatée des colorants injectés).

Au Nord de la Bourbeuse et d'une ligne Montreux - Valdieu s'étendent les dépôts des graviers plio-quadernaires, essentiellement d'origine vosgienne : granite, diorite, syénite, grauwacke et grès principalement. La fraction argileuse est relativement importante, aussi les sources susceptibles d'être captées sont rares (50 m<sup>3</sup>/j en étiage à Méroux-Moval) d'autant plus que l'incision des cours d'eau est peu importante. La réalisation de forages n'est possible que localement lorsque la fraction argileuse diminue à la faveur d'une surépaisseur de la formation, comme dans le secteur de Montreux par exemple.

Des forages réalisés à l'Ouest et à l'Est de Montreux-Château, à Foussemagne et à Chavannes-sur-l'Etang peuvent produire 100 à 600 m<sup>3</sup>/j d'eau potable pour alimenter les syndicats de Montreux-Château et de Montreux-Vieux et la commune de Foussemagne.

Le substratum des graviers plio-quadernaires est constitué par les formations tertiaires soit peu perméables des conglomérats côtiers du Système de Bourogne, soit très peu perméables des marnes de la Série grise. Les graviers plio-quadernaires s'étalent sur de grandes étendues mais les surfaces d'affleurement sont réduites car ils sont masqués par une couverture épaisse de loess anciens altérés (loess-lehm) qui peut atteindre 15 mètres et qui limite ainsi la vulnérabilité de l'aquifère sous-jacent.

En rive gauche de la Bourbeuse, la Lutter (ruisseau traversant Lutran), la Suarcine et l'Ecrevisse (ruisseau traversant Vellescot) drainent la partie occidentale du Sundgau occupée par de larges étendues de graviers plio-quadernaires (Cailloutis du Sundgau). Ces graviers n'affleurent que sur de faibles surfaces au niveau des versants créés à la faveur de l'incision des vallons majeurs. Sur les interfluves, l'érosion a respecté la couverture de loess déposée lors des épisodes froids et secs du Pléistocène. La partie occidentale du Sundgau est couverte de loess anciens moins perméables qui ont subi une décalcification et se sont enrichis en argile (loess-lehm). Ces formations très peu perméables (10<sup>-8</sup> m/s) ont une épaisseur qui varie de quelques mètres à plus de 10 mètres. C'est le domaine des étangs du Sundgau. La faible perméabilité et l'épaisseur des loess-lehms assurent une bonne protection à l'aquifère des graviers plio-quadernaires sous-jacents.

Au Sud de la Bourbeuse et d'une ligne Montreux - Valdieu, les graviers plio-quadernaires sont d'origine alpine et composés essentiellement de quartzite, de gneiss, de radiolarite et de grès. Ils sont altérés et contiennent toujours une faible proportion d'argile qui leur confère une

perméabilité seulement assez bonne ( $10^{-3}$  à  $10^{-4}$  m/s). Le substratum est constitué par les formations tertiaires très peu perméables (marnes de la Série grise), ou peu perméables : marnes à passées sableuses et gréseuses de la Molasse alsacienne et conglomérats côtiers du Système de Bourgne sur les bordures du Fossé rhénan.

L'incision du réseau hydrographique est insuffisante pour avoir pu atteindre les formations tertiaires sous-jacentes. La base des graviers plio-quadernaire n'affleurant pas, il n'y a pas de ligne de sources dans le bassin de la Bourbeuse, à la différence de ce qui s'observe dans les bassins voisins de la Largue (cf. § 3.5.2.2.) et de l'Ill (cf. § 3.5.3.)

La morphologie du toit du substratum représenté par les formations peu perméables tertiaires présente un plongement général en direction du Nord-Ouest, passant de la cote 380-390 m au Sud de Lepuix-Neuf, à la cote 340 m aux environs de Montreux. Cette allure générale correspond à un basculement tardif. Un chenal de surcreusement d'environ 5 à 10 m de profondeur orienté Ouest-Sud-Ouest à Est-Nord-Est, situé au droit de Lepuix-Neuf, correspond à l'ancien cours du fleuve Rhin-Aar.

L'épaisseur mouillée des alluvions plio-quadernaires (Cailloutis du Sundgau) varie de 5 m et moins sur les bordures du secteur à 10-15 m sur les parties centrales et nord du secteur au niveau des interfluves. Au niveau des vallées de la Suarcine et de l'Ecrevisse, elle est inférieure à 10 m en raison du drainage partiel opéré par le réseau hydrographique. L'épaisseur mouillée est maximale, plus de 20 m, dans la zone de surcreusement des marnes entre Lepuix-Neuf et Friesen.

La recharge de l'aquifère des graviers s'effectue par les rivières en contact avec les affleurements et plus lentement par infiltration de la pluie efficace à travers les loess et les loess-lehms. L'allure des courbes piézométriques fait ressortir le drainage de la nappe des graviers plio-quadernaires par les cours inférieurs de la Suarcine et de l'Ecrevisse en aval de Suarce et de Vellescot et par la Bourbeuse au Nord. Les rivières situées dans les versants latéraux, Largue à l'Est et Allaine-Coeuvatte au Sud, drainent également la nappe des graviers, montrant ainsi que les limites des bassins versants hydrologiques ne correspondent pas à la limite des bassins versants hydrogéologiques.

Les relevés réguliers des variations de la surface piézométrique permettent de distinguer deux grands domaines :

- dans les vallées situées en périphérie et à l'intérieur du bassin (vallée de l'Ecrevisse), les variations de niveau de la nappe sont très marquées. Elles sont tributaires des fluctuations des rivières et en étroite relation avec les apports des pluies. L'amplitude annuelle est voisine ou supérieure au mètre.
- sur les plateaux, à l'écart des influences des rivières (Boron, Lepuix-Neuf), les fluctuations de la nappe sont amorties et plus faibles (moins de 0,5 m d'amplitude annuelle). La nappe réagit aux précipitations avec un retard de 4 à 6 mois.

L'aquifère de la nappe du Sundgau (alluvions plio-quadernaires) constitue avec les alluvions de la plaine ello-rhénane et les calcaires du Secondaire les principales ressources en eau de l'aire couverte par la carte.

Dans les vallons de la rive gauche de la Bourbeuse, les sources sont très rares car le réseau hydrographique n'a pas atteint le substratum imperméable tertiaire. Le seul exemple de source

captée connue se situe au Sud de Grosne où le débit d'étiage de 500 m<sup>3</sup>/j contribue à l'alimentation en eau potable du Syndicat de Montreux-Château. Par contre de nombreux forages sollicitent cet aquifère pour l'alimentation en eau potable des collectivités : Boron, Lepuix-Neuf, Montreux-Jeune.

### 3.5.9.2. Bassin de l'Allaine

L'Allaine et ses affluents drainent essentiellement le plateau de l'Ajoie. Ce plateau calcaire qui s'enfonce progressivement vers le Nord sous le Sundgau est traversé par la frontière franco-suisse.

A Delle peu après son entrée sur le territoire français, l'Allaine reçoit en rive gauche la Batte qui draine le vallon de Saint-Dizier situé en plein domaine des calcaires du Jurassique supérieur. Les séries calcaires de l'Oxfordien moyen (ex-Rauracien) et la partie supérieure de l'Oxfordien supérieur (ex-Séquanien supérieur) sont karstifiées d'autant plus que les failles méridiennes sont particulièrement développées dans ce secteur. Elles dessinent une succession de horsts et de grabens très allongés avec des largeurs n'excédant pas 500 m. De nombreuses sources sont issues de ces formations, particulièrement au contact des marnes et marno-calcaires de l'Oxfordien inférieur et de la base de l'Oxfordien moyen. Ces sources apparaissent très souvent sur les failles qui jouent un rôle de drain. Deux d'entre elles ont été captées à Val de Saint-Dizier pour l'alimentation en eau potable.

Des essais de traçage effectués en 1985 ont montré des relations entre ces sources et les pertes observées à la station d'épuration de Croix située à environ 2800 m au Sud-Sud-Ouest avec des vitesses de circulation apparentes comprises entre 35 et 40 m/h. Les eaux de trop-plein des deux sources captées créent un petit ruisseau qui s'infiltré peu à l'aval de Lebetain. A peine un kilomètre plus en aval, à l'entrée de Delle, au Trou du Doubs, les eaux souterraines réapparaissent pour former la Batte mais les essais de traçage réalisés ont montré une relation avec un point d'injection situé entre Croix et Beaucourt à environ 4260 m en ligne droite avec une vitesse de circulation apparente de 89 m/h. Le même phénomène existe au Sud-Est entre Villars-le-Sec et Boncourt situé en Suisse avec une vitesse de 39 m/h. Ces phénomènes karstiques montrent qu'il n'y a pas concordance entre les limites des bassins versants hydrologiques en surface et les bassins versants hydrogéologiques. Dans le cas présent, il y a soutirage vers le bassin de l'Allaine au dépens de l'Allan (cf. 3.5.9.3.).

La rapidité de circulation des eaux souterraines empêche une filtration efficace de se réaliser. Les sources captées sont ainsi difficiles à protéger. Un traitement de l'eau distribuée par le chlore ou l'ozone est nécessaire. Après les pluies, les eaux sont le plus souvent chargées en matières en suspension (argiles).

Ces karsts fournissent aussi très souvent un apport important aux nappes des plaines alluviales. Ces apports peuvent être latéraux mais aussi verticaux lorsque les calcaires constituent le soubassement des alluvions.

A l'aval de Delle, l'Allaine poursuit son cours en direction sensiblement Nord et reçoit en rive droite au niveau de Thiancourt, la Coeuvalte qui elle-même a reçu la Vendeline à Florimont. Ces cours d'eau se sont mis en place dans les graviers plio-quadernaires (ou Cailloutis du Sundgau). A l'aval de Thiancourt, l'Allaine s'oriente vers l'Ouest, l'incision plus marquée fait affleurer les calcaires du Jurassique supérieur. L'Allaine rejoint la Bourbeuse à l'Ouest de Morvillars pour former l'Allan (cf. § 3.5.9.3.).

**Au Nord de la Coeuvalte et de la Vendeline** s'étend le grand domaine de l'aquifère du Sundgau occidental constitué par les graviers plio-quaternaires d'origine alpine (cf. 3.5.9.1.). La base des graviers n'affleurant pas, il n'y a pas de ligne de sources au contact avec les formations tertiaires sous-jacentes. La nappe des graviers plio-quaternaires fournit un appoint important aux nappes des alluvions modernes avec lesquelles elle est confondue latéralement. L'aquifère des graviers plio-quaternaires est sollicité par forage au Nord de Faverois (2000 m<sup>3</sup>/j) pour le renforcement de l'alimentation en eau potable du Syndicat de Delle.

**Au Sud de la Coeuvalte et de la Vendeline**, en limite de leur domaine d'extension, les graviers plio-quaternaires voient leur épaisseur diminuer et la fraction limono-argileuse augmenter. Leur perméabilité devient moyenne (10<sup>-5</sup> m/s), ils ne sont plus sollicités pour la production d'eau.

Les alluvions d'âge würm à holocène des vallées sont peu épaisses : 3 à 4 m maximum pour la Vendeline, 7 mètres au maximum à Delle pour l'Allaine. Elles sont très souvent recouvertes de limons épais de quelques décimètres à un mètre. Elles sont caillouteuses, parfois sableuses avec localement des passages argileux. La perméabilité est moyenne à médiocre et variable selon les endroits. L'épaisseur mouillée est généralement faible et les débits prélevables limités. Le soubassement est constitué :

- pour la Vendeline et la Coeuvalte, par des graviers plio-quaternaires qui contribuent à l'alimentation de la nappe alluviale (forages pour l'alimentation en eau potable sollicitant les deux aquifères au Nord-Ouest de Rechésy et de Florimont avec des débits respectifs en situation d'étiage de 100 m<sup>3</sup>/j et 70 m<sup>3</sup>/j),
- pour l'Allaine entre Delle et son confluent avec l'Allan par
  - le complexe tertiaire du Système de Bourogne, composé de calcaires lacustres, grès, marnes et conglomérats du Sannoisien au sein duquel les niveaux conglomératiques et gréseux peuvent donner naissance à des niveaux aquifères très réduits et isolés ;
  - les calcaires karstifiés du Jurassique supérieur qui contribuent à l'alimentation de la nappe alluviale (forages pour l'alimentation en eau potable sollicitant les alluvions et les calcaires au Sud-Est de Grandvillars et de Morvillars avec des débits respectifs en situation d'étiage de 1500 m<sup>3</sup>/j et 1200 m<sup>3</sup>/j).

Les alluvions de l'Allaine sont sollicitées au niveau de Delle par des forages privés (débits compris entre 200 et 400 m<sup>3</sup>/j) et par un forage destiné à l'alimentation en eau potable du Syndicat de Delle. Ce forage situé au Nord-Ouest de Delle, à proximité de la limite des affleurements de conglomérats tertiaires et des calcaires jurassiques peut fournir 3700 m<sup>3</sup>/j en période d'étiage.

### 3.5.9.3. Bassin de l'Allan

L'Allan résulte de la réunion, au Sud de Bourogne, de la Bourbeuse et de l'Allaine. Il s'écoule en direction du Sud-Ouest dans une vallée large de près d'un kilomètre, jusqu'à Sochaux. Il reçoit la Feschotte en affluent de rive gauche au niveau de Fesches-le-Châtel et en affluents de rive droite, la Savoureuse en amont de Sochaux et la Lizaine à Montbéliard. A partir de Sochaux, le cours s'oriente vers l'Ouest jusqu'à Courcelles puis vers le Sud jusqu'à

Voujeaucourt où l'Allan se jette dans le Doubs. L'altitude s'abaisse de 330 m à l'amont à environ 317 m au confluent avec la Savoureuse, à 310 m au confluent avec le Doubs.

Les alluvions sont peu épaisses, à peine 4 mètres au confluent de la Savoureuse, avec une épaisseur mouillée d'environ 2 m. Elles sont très souvent recouvertes de limons épais de quelques décimètres à un mètre, parfois deux mètres au confluent de la Savoureuse. Elles sont caillouteuses, parfois sableuses avec localement des passages argileux. A l'aval du confluent avec la Savoureuse, la proportion d'éléments siliceux augmente fortement. La perméabilité est dans l'ensemble moyenne à médiocre et variable selon les endroits. Les débits prélevables sont limités.

Le substratum est constitué par le complexe tertiaire du Système de Bourogne, composé de calcaires lacustres, grès, marnes et conglomérats du Sannoisien au sein duquel les niveaux conglomératiques et gréseux peuvent donner naissance à des niveaux aquifères très réduits et isolés.

Les alluvions de l'Allan sont sollicitées par un forage situé au niveau de Fesches-le-Châtel (débit d'étiage de 1200 m<sup>3</sup>/j) et par deux forages situés à l'aval du confluent avec la Savoureuse (débit d'étiage non précisé) pour l'alimentation en eau potable du district urbain du pays de Montbéliard. A l'aval de Sochaux, de nombreux forages privés sollicitent la nappe des alluvions qui traverse un secteur très industrialisé (usines Peugeot, ...).

**En rive droite de la vallée de l'Allan**, les reliefs situés entre la Savoureuse et l'Allan sont occupés par le "Bois de la Duchesse" et par "Le Grand Bois". Ils correspondent aux formations tertiaires du Système de Bourogne, composé de calcaires lacustres, grès, marnes et conglomérats où les niveaux conglomératiques et gréseux sont trop réduits et isolés pour donner naissance à un aquifère exploitable. Ces formations sont couronnées par un placage de graviers plio-quadernaires d'extension trop limitée et trop drainées pour présenter un intérêt autre que local.

**En rive gauche de la vallée de l'Allan**, les mêmes formations se rencontrent à l'Ouest d'une ligne Meziré - Dasle mais le contexte est plus favorable qu'en rive droite : drainage presque uniquement vers l'Ouest, réalimentation probable à partir du soubassement conglomératique et à partir des calcaires karstifiés proches (cf. coupe n° 19). Les vallons de Dampierre-les-Bois et surtout d'Etupes drainent les graviers plio-quadernaires qui donnent une ligne de sources à leur base au contact des conglomérats. Une source est captée pour l'alimentation en eau potable à Dampierre-les-Bois pour le Syndicat de Dampierre-Beaucourt (50 m<sup>3</sup>/j en débit d'étiage) et trois sources à Etupes fournissent ensemble à l'étiage un débit de 340 m<sup>3</sup>/j pour le district urbain du pays de Montbéliard. La production de chacun des deux syndicats précédents est renforcée par deux forages, l'un situé au Sud-Ouest de Dampierre et l'autre au Nord-Est d'Etupes.

Les conglomérats côtiers situés en bordure du domaine très faillé de l'Ajoie occidental et couronnés par des dépôts de limons et de loess peuvent donner naissance à un aquifère d'intérêt local. A l'Est de Badevel, deux sources sont captées pour le Syndicat de Badevel-Fesches.

A l'Est de la ligne Meziré - Dasle, les formations du Jurassique supérieur affluent largement, c'est le plateau de l'Ajoie drainé localement par la Feschotte et le ruisseau de Beaucourt. Les séries calcaires de l'Oxfordien moyen (ex-Rauracien) et la partie supérieure de l'Oxfordien supérieur (ex-Séquanien) sont karstifiées d'autant plus que les failles sont

particulièrement développées dans ce secteur (cf. 3.5.9.2.). Les sources apparaissent à la base des calcaires au contact des marnes et des marno-calcaires de l'Oxfordien inférieur et de la base de l'Oxfordien moyen, souvent sur les failles qui jouent un rôle de drain : source captée pour le Syndicat de Badevel-Feschès au Nord-Ouest de Badevel. Un essai de traçage a mis en évidence la liaison hydraulique existant entre le "Creux de Malefosse" situé à l'Est de Beaucourt et la source de la Fabrique située 1000 m au Nord de Badevel. La vitesse de circulation apparente n'est pas connue.

Comme dans toute région de type karstique, la vulnérabilité des eaux souterraines est très grande et leur qualité médiocre.

Ces karsts fournissent un apport important aux nappes alluviales. Ces apports peuvent être latéraux mais aussi verticaux lorsque les calcaires constituent le soubassement des alluvions. C'est le cas pour les alluvions de la Feschotte qui mesurent environ 5 à 6 m d'épaisseur au Nord-Est de Dampierre-les-Bois. Un forage réalisé pour l'alimentation en eau potable du Syndicat de Badevel-Feschès fournit environ 900 m<sup>3</sup>/j.

### **3.5.10 Bassin de la Savoureuse**

#### **3.5.10.1 Les vallées de la Savoureuse et de la Rosemontoise**

La Savoureuse prend sa source à 1205 m d'altitude au pied du Ballon d'Alsace. Elle perd rapidement de l'altitude, 490 m à Giromagny où elle quitte le massif vosgien pour entrer dans le bassin permien de Giromagny. Sa vallée s'élargit jusqu'à Valdoie à l'amont de Belfort où elle reçoit la Rosemontoise en rive gauche. A l'aval de Valdoie, la vallée se rétrécit et s'encaisse à nouveau dans la traversée de l'anticlinal dinantien et des séries secondaires des collines du Belfortais. A l'aval de Châtenois-les-Forges, la vallée s'élargit un peu à l'entrée dans le golfe tertiaire de Montbéliard. En amont de Sochaux, la Savoureuse se jette dans l'Allan, sa cote est alors voisine de 317 m.

Les alluvions sont en général peu épaisses, moins de 5 mètres. Elles peuvent cependant être beaucoup plus épaisses par surcreusement exceptionnel à l'amont d'un verrou glaciaire, plus de 30 m dans le bassin de Malvau, ou en raison d'une structure tectonique, 5 à 10 m en amont de Valdoie.

Les dépôts de fond des vallées sont d'origine fluviale et fluvio-glaciaire. Les alluvions d'âge würm à holocène sont constituées de sables, graviers, galets et blocs. Au niveau de Chau, les galets bien roulés de la Savoureuse proviennent du socle vosgien, leur taille atteint 20 cm.

Le bassin versant de la Rosemontoise est caractérisé par l'absence d'affleurements granitiques et la prédominance des affleurements des séries volcano-sédimentaires dinantiennes et permienes. Les alluvions anciennes en position de terrasses emboîtées ont une matrice limono-argileuse rougeâtre.

Le soubassement de la vallée de la Savoureuse est constitué :

- en amont du bassin de Malvau, par le massif granitique des Ballons ;
- depuis le bassin de Malvau jusqu'à Lepuix-Gy, par les séries volcano-sédimentaires du Dinantien ;

- entre Giromagny et Valdoie, essentiellement par les grès et argiles du Permien ;
- à l'aval de Valdoie, par la série sédimentaire du Secondaire, principalement calcaire à l'aval de Belfort. Ces calcaires karstifiés présentent des cavités sous alluviales de 20 et même 30 mètres, remplies d'alluvions, de colluvions et même d'éboulis. Ces karsts fournissent un apport d'eau important à la nappe alluviale ;
- à l'aval de Châtenois-les-Forges, par le complexe tertiaire du Système de Bourogne, composé de calcaires lacustres, grès, marnes et conglomérats côtiers.

Les alluvions de la Savoureuse sont fortement sollicitées par forage pour l'alimentation en eau potable des collectivités (les débits indiqués correspondent à la situation d'été) :

- 2 forages dans le bassin de Malvau (2300 m<sup>3</sup>/j) pour Lepuix-Gy,
- champ captant au Sud-Ouest de Sermamagny (6000 m<sup>3</sup>/j) et forage à Danjoutin (700 m<sup>3</sup>/j) pour le district urbain de Belfort,
- forage à l'Ouest de Sévenans (340 m<sup>3</sup>/j) pour le Syndicat de Bermont,
- forage au Nord de Châtenois-les-Forges (350 m<sup>3</sup>/j) pour le Syndicat de Châtenois,
- plusieurs forages entre Dambenois et Vieux-Charmont (environ 300 m<sup>3</sup>/j chacun) pour le district urbain du pays de Montbéliard.

De nombreux forages privés sollicitent également cet aquifère à Belfort, Sévenans, Châtenois-les-Forges et Nommay.

Les alluvions de la Rosemontoise à la lithologie défavorable ne sont pas sollicitées pour la production d'eau potable.

### **3.5.10.2. Vallées latérales de la Savoureuse et de la Rosemontoise**

Les vallons situés en amont du bassin de Malvau sont entaillés dans les formations granitiques et les faciès de bordure associés du Granite des Ballons. La frange altérée en arène donne quelques sources non captées (source de la Savoureuse) car le débit est en général faible et elles sont situées loin des habitations.

Vers l'aval jusqu'à Lepuix-Gy pour la Savoureuse, Auxelles-Haut pour la Rhone et jusqu'à Vescemont pour la Rosemontoise, les versants sont développés sur les formations du complexe volcano-sédimentaire d'âge dinantien. Ces formations ne renferment pas d'aquifère important mais localement le long des lignes de fractures, des fissures sont à l'origine de nombreuses sources à faible débit captées pour l'alimentation en eau potable de Lepuix-Gy, Riervescemont et des syndicats d'Auxelles-Bas et de Giromagny.

Vers l'aval jusqu'à l'amont de Valdieu, le relief s'atténue dans le bassin permien de Giromagny. Les argilolites, grès et conglomérats sont sans ressource aquifère notable.

Au niveau de Valdoie, le bassin permien de Giromagny est bordé au Sud par les affleurements du complexe schisto-grauwackeux du Dinantien. Ces formations ne renferment pas d'aquifère important mais localement fissurées le long des lignes de fractures, elles sont à l'origine de sources à faible débit (70 m<sup>3</sup>/j en situation d'été) captées sur la Montagne du Salbert pour l'alimentation en eau potable du Syndicat de Giromagny.

Au niveau de Belfort, les terrains sédimentaires de la base du Secondaire (Trias, Jurassique inférieur et moyen) affleurent peu sous forme de minces lanières à cause du pendage accusé vers le Sud-Est. Ces divers terrains sont susceptibles de contenir de l'eau, mais de façon restreinte et toujours inégale. Localement à Bavilliers et Urcerey, des phénomènes de karstification (pertes de ruisseau) ont pu être mis en évidence au niveau du Bajocien (Calcaires à entroques et polypiers, Grande oolithe).

A la faveur d'une atténuation du pendage, les vallons latéraux situés entre Belfort et Châtenois-les-Forges sont développés sur les formations du Jurassique supérieur qui affleurent largement. En dehors de la Savoureuse et de la Douce qui traversent ce secteur le réseau hydrographique de surface est peu développé : seul le ruisseau de Banvillars coule dans une combe marneuse de l'Oxfordien inférieur. L'ossature du reste du domaine est constituée par les calcaires karstifiés de l'Oxfordien moyen et supérieur (ex-Rauracien et ex-Séquanien), couronnés vers le Sud-Ouest par des lambeaux du Kimméridgien. Entre Botans et Bermont, en rive droite de la Savoureuse, des essais de traçage réalisés en basses eaux sur la Douce ont mis en évidence l'existence de circulations souterraines karstiques avec des vitesses apparentes de 100 m/h. Les calcaires karstifiés constituent des aquifères qui fournissent un apport d'eau important aux nappes alluviales. Les sources apparaissent à la base des calcaires au contact des marnes et des marno-calcaires de l'Oxfordien inférieur et de la base de l'Oxfordien moyen, souvent sur les failles qui jouent un rôle de drain : source captée à Andelnans (débit de 50 m<sup>3</sup>/j en période d'étiage).

Dès Andelnans, les vallons de rive gauche sont largement développés sur les formations tertiaires du Système de Bourgne, composé de calcaires lacustres, grès, marnes et conglomérats où les niveaux conglomératiques et gréseux sont trop réduits et isolés pour donner naissance à un aquifère exploitable. Ces formations sont couronnées par un placage de graviers plio-quadernaires d'extension trop limitée et trop drainées pour présenter un intérêt autre que local : une source captée (80 m<sup>3</sup>/j en situation d'étiage) à Vourvenans pour le Syndicat de Bermont.

### **3.5.11. Bassins du Rahin et de l'Ognon**

Les têtes des bassins versants du Rahin et de l'Ognon situées dans l'angle Nord-Est de la carte, sont développés sur les formations granitiques et les faciès de bordure associés du Granite des Ballons. La frange altérée en arène ne donne que de rares sources au débit limité sans intérêt autre que strictement local.

### **3.5.12. Bassin de la Lizaine**

La Lizaine résulte de la réunion, en dehors de la limite de la carte, de nombreux ruisseaux qui drainent le bassin permien de Giromagny. Elle pénètre sur le territoire de la carte en amont de Bussurel. Son altitude est voisine de 325 m. Elle se dirige vers le Sud jusqu'à Montbéliard où elle se jette dans l'Allan. Son altitude est alors voisine de 315 m.

Les alluvions un peu sableuses mais surtout limono-argileuses dans le bassin permien de Giromagny, se chargent en éléments calcaires à partir de Chagey (en dehors de la carte) lorsque la rivière entre dans le domaine des séries sédimentaires du Secondaire (Trias et Jurassique inférieur et moyen). Dans le domaine de la carte, la Lizaine pénètre dans les formations du Jurassique supérieur caractérisées par la présence des calcaires karstifiés de

l'Oxfordien moyen et supérieur (ex-Rauracien et ex-Séquanien) couronnés au Sud par les lambeaux de Kimméridgien et le complexe tertiaire du Système de Bourgne. Les calcaires karstifiés constituent des aquifères qui fournissent un apport d'eau important aux nappes alluviales.

La nappe alluviale de la Lizaine est sollicitée par forage à Bussurel pour l'alimentation en eau potable de Héricourt. Sur les versants, des sources apparaissent à la base des calcaires au contact des marnes et des marno-calcaires de l'Oxfordien inférieur et de la base de l'Oxfordien moyen, souvent sur les failles qui jouent un rôle de drain : nombreuses sources captées au Nord-Ouest de Bussurel, en limite extérieure de la carte.

### 3.5.13. Bassin du Doubs

Le bassin du Doubs occupe l'angle Sud-Ouest de la carte. Le Doubs lui-même traverse la carte au niveau du coude d'Audincourt. Sa vallée est large, près de deux kilomètres en moyenne. Son altitude s'abaisse d'environ 340 m à Mathay, à 320 à Audincourt au niveau du confluent avec le Gland, et 310 m au confluent avec l'Allan à Voujeaucourt.

Le Doubs et son affluent le Gland drainent les formations du Jurassique supérieur qui constituent le plateau d'Ajoie (à l'Est du Doubs) et les collines pré-jurassiennes occupant une large cuvette synclinale qui prolonge le golfe de Montbéliard (à l'Ouest du Doubs et au Nord d'Audincourt).

Les séries calcaires de l'Oxfordien moyen (ex-Rauracien) et la partie supérieure de l'Oxfordien supérieur (ex-Séquanien) sont très karstifiées d'autant plus que les failles méridiennes sont très développées à l'Est de Hérimoncourt (cf. § 3.5.9.2.). Les sources apparaissent à la base des calcaires au contact des marnes et des marno-calcaires de l'Oxfordien inférieur et de la base de l'Oxfordien moyen, souvent sur les failles qui jouent un rôle de drain : nombreuses sources captées pour l'alimentation en eau potable des collectivités à Montbouton, Dasle, Vandoncourt, Valentigney et Bondeval. Des essais de traçage réalisés à Montbouton et au Nord de Abbévillers ont mis en évidence des liaisons hydrauliques souterraines entre point d'injection du colorant et point de réapparition. Les vitesses de circulation apparente sont respectivement de 150 m/h et 40 m/h.

Comme dans toute région de type karstique, la vulnérabilité des eaux souterraines est très grande et leur qualité médiocre.

Ces karsts fournissent un apport important aux nappes alluviales. Ces apports peuvent être latéraux mais aussi verticaux lorsque les calcaires constituent le soubassement des alluvions. C'est le cas pour les alluvions du Gland et du Doubs.

Les alluvions récentes du Doubs sont uniquement calcaires jusqu'au confluent avec l'Allan dont les alluvions sont silico-calcaires (cf. § 3.5.9.3.) Les alluvions récentes sont généralement peu épaisses (2 à 5 m) et sont représentées, à la base, par des dépôts grossiers très perméables (sable, graviers, galets) et, au sommet sur une épaisseur de 0,5 à 2 m, par des dépôts plus fins (sables fins et limons, plus ou moins argileux). La perméabilité est bonne mais la faible épaisseur limite les débits qui dépassent rarement 30 m<sup>3</sup>/h.

Le soubassement est constitué par les formations du Jurassique supérieur. Les niveaux karstiques fournissent localement un apport important aux nappes alluviales : Source de la Vieille Fontaine à Hérimoncourt.

Les alluvions récentes sont sollicitées par des forages privés et par des forages destinés à l'alimentation en eau potable des collectivités : Mathay, aval de Valentigney et de Audincourt dans la vallée du Doubs.

### **3.6. EAUX THERMALES ET MINERALES (Lukas CALMBACH et Michel GEORGE)**

#### **3.6.1. Source minérale autorisée et exploitée : Wattwiller**

##### **Situation**

Wattwiller se situe à 6 km de Thann au pied des reliefs des Vosges.

##### **Exploitation**

Connues probablement dès l'époque romaine, les sources de Wattwiller ont été propriété de l'abbaye de Murbach de 728 à la Révolution. La livraison de l'eau au public (source Arsène) a été autorisée par arrêté ministériel du 4 décembre 1850. La Déclaration d'Intérêt Public est datée du 29 mars 1865.

L'activité balnéaire atteint son point culminant au cours du 19<sup>e</sup> siècle. La destruction des installations au cours de la première guerre mondiale est totale. Les griffons très endommagés sont retrouvés à grand peine, et en 1924, la source Arsène (indice national 412-4-28), une venue d'eau minérale voisine, Arsène Bis (indice national 412-4-29) appelée alors Lithinée I, et la source Lithinée II (indice national 412-4-31) plus proche de l'agglomération sont alors recaptées.

En 1934, l'Académie de Médecine donne un avis favorable pour l'exploitation pendant 30 ans de ces trois sources. Mais à la suite de l'arrêt en 1938 de l'exploitation de Arsène Bis (Lithinée I), puis de la gazéification de l'eau de Lithinée II, les autorisations de ces deux sources sont rapportées par arrêtés du 22 novembre 1947 et 16 octobre 1952. Par contre, Arsène, uniquement employée pour le rinçage des bouteilles, reste autorisée ; mais l'absence du contrôle trentenaire rend son autorisation caduque en 1964. Seul demeure l'embouteillage de l'eau Lithinée II, gazéifiée et vendue sous le nom de Lithia jusqu'à fin 1974. En 1970, le SIVOM de Cernay acquiert les sources. La production d'eau embouteillée cesse fin 1974.

En 1978, les sources sont cédées à un particulier et les captages remplacés par des forages. Par arrêté ministériel du 23 juillet 1982, le débit d'exploitation autorisé à l'émergence de Lithinée est de 14 m<sup>3</sup>/h, celui de Arsène de 7 m<sup>3</sup>/h. Depuis 1993 l'eau minérale de la source Lithinée est de nouveau commercialisée par la société "Grandes sources de Wattwiller". La source Arsène dont l'exploitation comme eau de source était envisagée par la même société, a été abandonnée à cause du débit insuffisant.

## Captages

Les sources Arsène (indice national 412-4-28) et Lithinée II (indice national 412-4-31) ont été captées par des puits superficiels distants de 140 m en 1924. Le mode de captage de Arsène Bis (indice national 412-4-29) n'est pas connu. Après l'arrêt de Arsène Bis (en 1938), le nom de Lithinée I alors disponible a été attribué à un ensemble de petites émergences (indice national 412-4-30) dispersées sur un périmètre de 20 x 20 mètres près de la source Lithinée II.

En 1978, les anciens captages des sources ont été remplacés par des forages destinés à retrouver les caractéristiques d'origine des captages et à améliorer la protection sanitaire des ouvrages. Le forage de la source Arsène (indice national 412-4-28) profond de 7,0 m a été réalisé au droit de l'ancien captage. Il fournit un débit de 7 m<sup>3</sup>/h en écoulement naturel et de 15 m<sup>3</sup>/h en pompage. Le forage de la source Lithinée (indice national 412-4-30) profond de 7,75 m a été réalisé à côté de l'ancien captage Lithinée II (412-4-31), à l'aplomb des petites émergences dispersées. Il fournit un débit de 14 m<sup>3</sup>/h en écoulement naturel et de 23 m<sup>3</sup>/h en pompage.

En 1992, le forage de Lithinée II a été décolmaté et approfondi jusqu'à 15,5 m. Le débit en écoulement naturel est d'environ 10 m<sup>3</sup>/h, le débit autorisé en pompage est de 14 m<sup>3</sup>/h. Les pompages d'essai réalisés après le recaptage ont montré que pour les conditions de l'essai, l'augmentation de débit se fait sans interférence notable avec la source Arsène et avec une influence faible sur la composition chimique.

En 1993, le forage Arsène a été décolmaté et approfondi jusqu'à 16,1 m. L'ouvrage réhabilité possède un bon rendement hydraulique permettant d'exploiter le débit autorisé de 7 m<sup>3</sup>/h par pompage. Les essais réalisés ont confirmé la stabilité de la ressource en exploitation simultanée de la source Lithinée voisine. La qualité de l'eau conserve le faciès sulfaté calcique et les caractéristiques connues antérieurement aux travaux.

## Cadre géologique et hydrogéologique

Les sources émergent à l'intérieur des collines sous-vosgiennes du champ de fractures de Wattwiller, séparées du socle granitique vosgien à l'Ouest par la Faille vosgienne et limité à l'Est par la Faille rhénane qui met le champ de fractures en contact avec la plaine alluviale du Fossé rhéan au soubassement marneux (cf. figure 2).

Les sources jaillissent d'une dislocation latérale perpendiculaire à la Faille vosgienne. Les terrains gréseux du Buntsandstein affleurent à quelques centaines de mètres au Nord-Est des sources. Un sondage réalisé à proximité immédiate des sources a rencontré des marnes attribuées au Keuper à une profondeur de 25 m.

Le champ de fractures est morcelé par de nombreuses failles qui permettent les circulations profondes des eaux souterraines.

## Composition chimique

Les eaux qui émergent à une température comprise entre 14 et 16 °C ont un faciès sulfaté calcique, légèrement bicarbonaté (cf. tableau n° 1). La teneur en magnésium est également notable. Les concentrations en sodium et en chlorures sont très faibles et se situent dans l'ordre de grandeur des teneurs rencontrées dans les eaux superficielles.

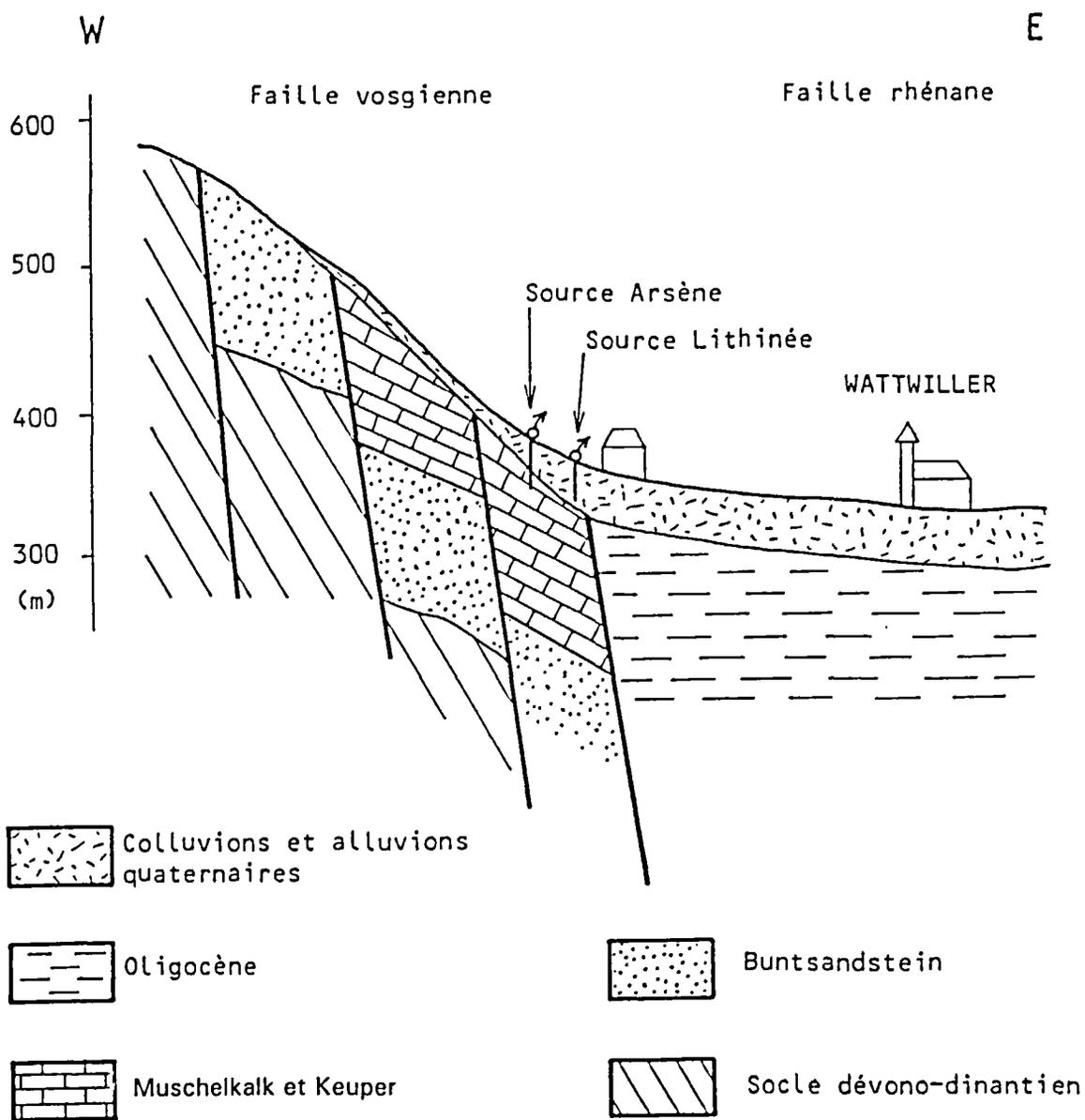


Figure 2 : Wattwiller - Coupe schématique du cadre hydrogéologique  
d'après RISLER, J.J. : Fiches thermalismes

**Carte hydrogéologique suisse à 1/100 000 - Feuille Bâle**

Commune		Wattwiller			Wattwiller			
Emergence		Arsène			Lithinée			
Gîte géologique		Trias			Trias			
Référence		412-4-28			412-4-30			
Date		15/06/1981			15/06/1981			
Analyse		Laboratoire national de la santé			Laboratoire national de la santé			
Débit								
Température								
Conductivité (20°C)		743.5			1282.0			
pH		7.54			7.56			
Eh (mV)								
		mg/l	mval/l	mval/%	mg/l	mval/l	mval/%	
<b>Cations</b>	<b>Ca2+</b>	166.100	8.29	84.37%	333.000	16.62	91.09%	
	<b>Mg2+</b>	16.800	1.38	14.07%	17.600	1.45	7.94%	
	<b>Na+</b>	1.730	0.08	0.77%	1.900	0.08	0.45%	
	<b>K+</b>	1.530	0.04	0.40%	1.630	0.04	0.23%	
	<b>NH4+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>Fe2+</b>	0.020	0.00	0.01%	0.040	0.00	0.01%	
	<b>Fe3+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>Mn2+</b>	0.240	0.01	0.09%	0.125	0.00	0.02%	
	<b>Cu2+</b>	0.004	0.00	0.00%	0.003	0.00	0.00%	
	<b>Al3+</b>	0.052	0.01	0.06%	0.056	0.01	0.03%	
	<b>Li+</b>	0.005	0.00	0.01%	0.005	0.00	0.00%	
	<b>Rb+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>Sr2+</b>	1.000	0.02	0.23%	1.800	0.04	0.23%	
	<b>Ba2+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>Cs+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>total</b>	<b>187.481</b>	<b>9.82</b>	<b>100.00%</b>	<b>356.159</b>	<b>18.24</b>	<b>100.00%</b>	
<b>Anions</b>	<b>HCO3-</b>	164.700	2.70	27.69%	141.500	2.32	12.21%	
	<b>CO3--</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>Cl-</b>	3.700	0.10	1.07%	3.100	0.09	0.46%	
	<b>SO4--</b>	329.000	6.85	70.26%	792.000	16.49	86.85%	
	<b>NO3-</b>	0.200	0.00	0.03%		0.00	0.00%	
	<b>NO2--</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>F-</b>	1.750	0.09	0.94%	1.700	0.09	0.47%	
	<b>Br-</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>I-</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>HPO4--</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>HAsO4--</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>Mo</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
	<b>V</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%	
		<b>total</b>	<b>499.350</b>	<b>9.75</b>	<b>100.00%</b>	<b>938.300</b>	<b>18.99</b>	<b>100.00%</b>
	<b>SiO2</b>		10.6			10.8		
<b>H2SiO3</b>								
<b>H3BO3</b>								
<b>Minéral. totale</b>		<b>697.431</b>			<b>1305.259</b>			
<b>TDS 105°C</b>								
<b>TDS 110°C</b>								
<b>TDS 180°C</b>		641.7			1278.0			
<b>TDS 260°C</b>		634.4			1271.2			
<b>Gaz dissous</b>	<b>CO2</b>	11.000			9.800			
	<b>O2</b>							
	<b>N2</b>							
	<b>H2S</b>							
	<b>Ar</b>							
	<b>He</b>							
	<b>H2</b>							
	<b>CH4</b>							
<b>C2H6</b>								
<b>Isotopes</b>	<b>3H</b>							
	<b>18O% smow</b>							
	<b>2H% smow</b>							
	<b>14C</b>							
<b>Radioactivité</b>								

Source bibliogr.	AAE du 23-7-1982 in BRGM R 34440 ALS 4S 92	AAE du 23-7-1982 in BRGM R 34440 ALS 4S 92
------------------	---	---

AAE : Arrêté d'Autosation d'Exploitation à l'émergence

**Tableau 1 : Analyses des eaux des captages de Wattwiller**

Malgré un même faciès chimique, les deux sources principales présentent des teneurs très différentes (cf. tableau ci-dessous).

Source	Date de prélèvement	Résidu sec à 180°C (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	Ca/SO <sub>4</sub> mol/mol
Arsène (412-4-28)	15 juin 1981	642	166	17	329	165	1,21
Lithinée I (412-4-30)	15 juin 1981	1278	333	18	792	141	1,01

La source Lithinée est plus minéralisée en ce qui concerne les éléments dominants (calcium, magnésium et sulfates) alors que les teneurs en éléments mineurs (potassium, sodium, chlorure et silice) sont comparables. Parmi les ions majeurs, seuls les bicarbonates forment une exception : leur teneur est plus élevée dans la source Arsène. Ce comportement s'explique par le fait que l'eau des deux sources est saturée par rapport à la calcite dont la dissolution détermine la concentration des bicarbonates. L'apport de calcium issu de la dissolution d'évaporites augmente le produit ionique de la calcite. La sursaturation vis-à-vis des carbonates est compensée par une précipitation de la calcite accompagnée d'une perte de bicarbonates. La source Lithinée, qui contient plus d'anhydrite dissoute a donc précipité également plus de calcite. Ce phénomène est également confirmé par le rapport molaire Ca/SO<sub>4</sub> : égal à 1 pour la source Lithinée, alors que la source Arsène, qui contient relativement plus de calcium provenant de la dissolution de la calcite, présente un rapport nettement supérieur à 1.

Les éléments mineurs sont également enrichis par rapport aux eaux banales, notamment en fluor, manganèse et fer. La différence entre les deux sources est cependant moins prononcée en ce qui concerne ces éléments.

### Origine des eaux

La corrélation entre les éléments dominants, le calcium et les sulfates ainsi que le rapport molaire Ca/SO<sub>4</sub> proche de 1, reflètent clairement la dissolution des minéraux anhydrite ou gypse à l'origine du même faciès chimique. La différence de minéralisation peut être expliquée par deux hypothèses :

- en supposant une origine commune de l'eau alimentant les deux sources, la minéralisation différente proviendrait d'une dilution d'un pôle profond par une composante superficielle et peu minéralisée. Cette dilution serait moins importante pour le cas de la source Lithinée.
- la minéralisation plus faible de la source Arsène pourrait s'expliquer en supposant que les eaux ont parcouru des niveaux aquifères moins riches en minéraux sulfatés ou que la circulation des eaux a été plus rapide.

Plusieurs études (comparaison avec la composition des eaux superficielles, composition isotopique en <sup>14</sup>C, modélisation chimique appliquée à la solubilité du gypse et de l'anhydrite) amènent à favoriser la première hypothèse mais fournissent selon la méthode utilisée des résultats différents.

La composition en  $^{14}\text{C}$  fournit un pourcentage d'eau récente de l'ordre de 20 % pour la source Lithinée et 38 % pour Arsène, soit des pourcentages moins importants que ceux fournis par le modèle chimique. Le tritium par contre indiquerait un taux similaire dans les deux sources (valeurs identiques de 9 UT mesurées en avril 1993).

La valeur basse du rapport  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (0.7086) indique l'origine triasique du strontium. Cette origine est confirmée par les analyses de l'isotope  $^{34}\text{S}$  qui montrent également une signature de sulfates triasiques.

En tenant compte de la température de l'eau à l'émergence, qui est d'environ  $5^{\circ}\text{C}$  au-dessus de la température moyenne de surface, une profondeur minimale d'environ 200 m du réservoir est obtenue.

Les eaux infiltrées sur les reliefs des Vosges et des collines sous-vosgiennes pénètrent dans les terrains perméables du champ de fractures où elles acquièrent leur minéralisation en circulant dans les roches fissurées du Trias moyen (Muschelkalk) et supérieur (Keuper), riches en calcaires dolomitiques et en marnes à gypse et anhydrite.

### **3.6.2. Etablissement thermal exploité non classé : Neuwiller**

#### **Situation**

Neuwiller se situe à environ 30 km au Sud-Est de Mulhouse et à 6 km au Sud-Ouest de Bâle, en bordure de la frontière suisse, dans le domaine des collines du Sundgau, non loin des contrefort du Jura plissé.

#### **Exploitation**

Le forage réalisé en 1969 à l'initiative du Conseil Général du Haut-Rhin et de la Municipalité de Neuwiller alimente un établissement thermal doté d'une piscine et exploité par une régie municipale. L'Arrêté Ministériel d'Autorisation a été refusé en 1981. L'établissement thermal n'a pas fait l'objet à ce jour de classement par le Ministère de la Santé. Un arrêté autorisant l'exploitation à l'émergence a été délivré le 7 janvier 1987.

#### **Captage**

La source Marguerite Coeur de la Terre est captée par un forage (indice national 445-8-29) de 1063,4 m de profondeur.

#### **Cadre géologique et hydrogéologique**

Le forage a été implanté dans la partie méridionale du Fossé rhénan, dans le prolongement Sud de la zone faillée d'Allschwil qui limite le Fossé de Wolschwiller-Allschwil à l'Ouest et la dorsale de Bâle à l'Est.

Le forage a traversé 649 m de Tertiaire (Oligocène moyen et inférieur), 271 m de Malm (Jurassique supérieur) et 143 m de Dogger (Jurassique moyen), formation dans laquelle il a été arrêté.

Le premier objectif était constitué par l'Oxfordien moyen (ex-Rauracien). Cette formation a été rencontrée à 705 m de profondeur (nettement plus bas que prévu) et a été traversée sur 63 m. A la suite de la perte totale des boues, un pompage d'essai prolongé (52 heures) a été

réalisé. Il a mis en évidence la mauvaise réalimentation de l'aquifère dont la capacité de production a été jugée insuffisante.

Le second objectif était constitué par la Grande oolithe (Jurassique moyen) qui constitue dans le Fossé rhénan méridional un aquifère intéressant pour le thermalisme et la géothermie. La Grande oolithe a été atteinte à 974 m de profondeur mais son épaisseur s'est révélée réduite à partir de 1002 mètres de profondeur par une zone broyée (faille) traversée de 1002 à 1025 m. Au delà, le forage a recoupé des marnes attribuées au Bajocien et à l'Aalénien (cf. figure 3).

Un tubage plein a été mis en place entre la surface et 768 m de profondeur. Les terrains sous-jacents ont été laissés en trou nu. La Grande oolithe n'a donc été recoupée que sur 47 m (dont 24 m seulement de calcaires francs) au lieu des 120 m de puissance habituelle. Le débit s'est de ce fait révélé faible et voisin de 4 m<sup>3</sup>/h.

### Composition chimique

L'eau émerge à une température de 36-37°C, sa minéralisation de 660 mg/l est faible comparée à d'autres fluides prélevés plus vers l'intérieur du graben. Selon la classification chimique se fondant sur les pourcentages des éléments majeurs, elle appartient au faciès bicarbonaté, sodique, légèrement chloruré (cf. tableau 2). Sa dureté est remarquablement faible (9°F) en regard de son origine (Grande oolithe). Le rapport molaire Ca/SO<sub>4</sub> est inférieur à 1, celui du rapport Na/Cl est supérieur à 1 dans toutes les analyses. Ceci s'explique par le processus d'échange ionique Na-Ca. Ce processus mène à un pH relativement élevé de 7,4 et donc à une baisse de solubilité de la calcite. Une partie du calcium échangé provient également de la dissolution d'anhydrite.

Les géothermomètres du quartz, Mg/Li et Mg/K ainsi que le géothermomètre Na-K-Ca corrigé pour le magnésium indiquent des températures d'origine comprises entre 60 et 80°C correspondant à une profondeur d'environ 1700 m.

L'eau de Neuwiller ne contient pas de tritium en quantité déterminable et l'activité du <sup>14</sup>C est très faible. Le séjour souterrain atteindrait au minimum la durée de 26 000 ans.

La composition en isotopes stables oxygène 18 et deutérium de l'eau analysée se situe parmi les plus faibles dans la région étudiée. Étant donné le grand âge mis en évidence par l'activité faible du <sup>14</sup>C, il est possible que cette eau porte la signature isotopique d'une période plus froide.

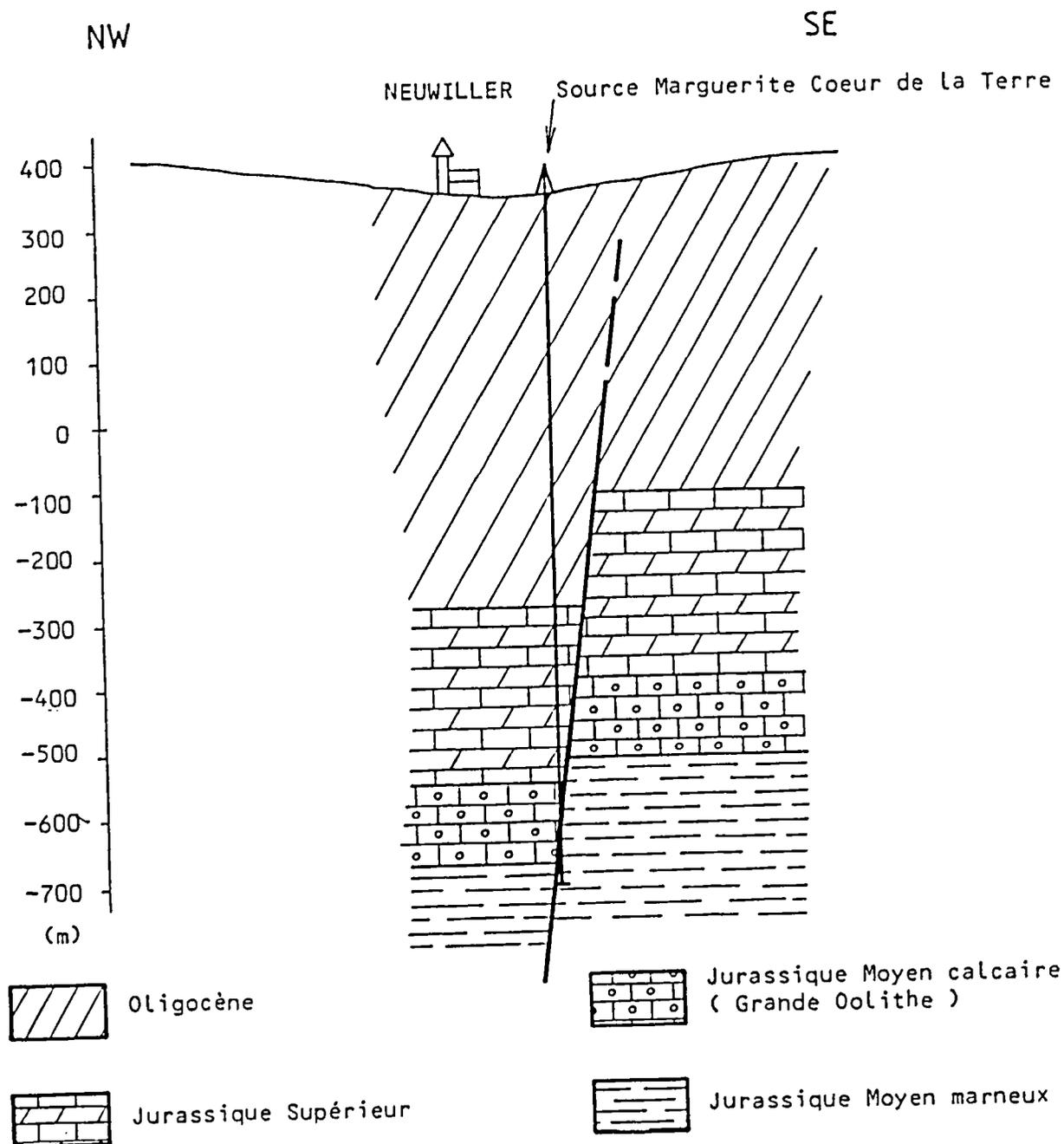


Figure 3 : Neuwiller - Coupe schématique du cadre hydrogéologique  
d'après RISLER, J.J. : Fiches thermalismes

Carte hydrogéologique suisse à 1/100 000 - Feuille Bâle

Commune	Neuwiller			Neuwiller			Neuwiller		
Emergence				Marguerite Coeur de la Terre			Marguerite Coeur de la Terre		
Gîte géologique	Rauracien 705-768m			Grande oolithe 978-1002m			Grande oolithe 978-1002m		
Référence	445-8-29			445-8-29			445-8-29		
Date	13/06/1969			24/09/1969			13/06/1972		
Analyse									
Débit							4 m3/h		
Température							32.000		
Conductivité (20°C)	936.0			905.0			885.0		
pH	8.05			7.90			7.61		
Eh (mV)									
Dureté (°F)	9.90			8.80			9.00		
	mg/l	mval/l	mval/%	mg/l	mval/l	mval/%	mg/l	mval/l	mval/%
<b>Cations</b>									
Ca2+	23.200	1.16	10.12%	21.600	1.08	9.77%	28.000	1.40	12.85%
Mg2+	9.800	0.81	7.05%	8.160	0.67	6.08%	4.800	0.39	3.63%
Na+	210.000	9.13	79.87%	204.000	8.87	80.43%	200.000	8.70	80.04%
K+	10.000	0.26	2.24%	8.500	0.22	1.97%	10.000	0.26	2.35%
NH4+		0.00	0.00%		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%
Fe2+	2.300	0.08	0.72%	5.300	0.19	1.72%	3.300	0.12	1.09%
Fe3+		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
Mn2+		0.00	0.00%	0.080	0.00	0.03%	0.100	0.00	0.03%
Cu2+		0.00	0.00%		0.00	0.00%	0.001	0.00	0.00%
Al3+		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
Li+		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
Rb+		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
Sr2+		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
Ba2+		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
Cs+		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
total	255.300	11.44	100.00%	247.640	11.03	100.00%	246.201	10.87	100.00%
<b>Anions</b>									
HCO3-	427.000	7.00	62.58%	427.000	7.00	72.78%	427.000	7.00	64.48%
CO3--	0.000	0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
Cl-	72.400	2.04	18.26%	87.200	2.46	25.58%	75.400	2.13	19.60%
SO4--	102.000	2.12	18.99%	7.600	0.16	1.65%	74.500	1.55	14.29%
NO3-	1.200	0.02	0.17%	0.000	0.00	0.00%	0.500	0.01	0.07%
NO2--		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%
F-		0.00	0.00%		0.00	0.00%	3.200	0.17	1.55%
Br-		0.00	0.00%		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%
I-		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
HPO4--		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
HAsO4--		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
Mo		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
V		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
total	602.600	11.18	100.00%	521.800	9.62	100.00%	580.600	10.85	100.00%
SiO2	24						24		
H2SiO3									
H3BO3									
Minéral. totale	881.900			769.440			850.801		
TDS 105°C	716			688			622		
TDS 110°C									
TDS 180°C									
TDS 260°C									
TDS 525°C							446		
<b>Gaz dissous</b>									
CO2				19.00			4.40		
O2									
N2									
H2S	0.50						0.00		
Ar									
He									
H2									
CH4									
C2H6									
<b>Isotopes</b>									
3H									
18O% smow									
2H% smow									
14C									
<b>Radioactivité</b>									
Source bibliogr.	M.Daesslé archives BRGM			M.Daesslé archives BRGM			thèse A. Charon ULP 1975 n° 262		

Remarque :

valeur des sulfates douteuses

Tableau 2 : Analyses des eaux du forage de Neuwiller

### **3.6.3. Sources non exploitées**

#### **3.6.3.1. Aspach (Altkirch)**

##### **Situation**

Aspach jouxte Altkirch à 15 km au Sud-Ouest de Mulhouse, dans les collines du Sundgau.

##### **Captage**

La source Juvo (indice national 445-1-109) est située au Nord d'Altkirch sur le territoire de la commune d'Aspach. Des vestiges gallo-romains découverts à proximité font penser qu'elle avait déjà été utilisée à cette époque. L'émergence a été recaptée en 1930 au moyen d'un puits au fond duquel partait une galerie.

L'émergence ne s'écoule plus librement aujourd'hui. L'eau stagnante dans le fond du puits est essentiellement d'origine superficielle.

##### **Cadre géologique et hydrogéologique**

La source est située sur un accident dirigé N-S faisant affleurer des marnes rupéliennes à l'Ouest qui sont affaissées par rapport au flanc est où affleurent les calcaires du Hausteint (Rupélien inférieur, ex-Sannoisien) du Horst de Mulhouse (cf. figure 4). La faille permet l'ascension des eaux à partir des niveaux perméables des Marnes en plaquettes et des Calcaires à Mélanies (Eocène) riches en sulfures (pyrite). Ces niveaux sont également riches en sulfates et dolomies. La température de 12,5°C mesurée en 1967 est légèrement au-dessus de la moyenne annuelle de l'air de la région et apparemment constante. Le débit naturel était environ de 10 l/mn.

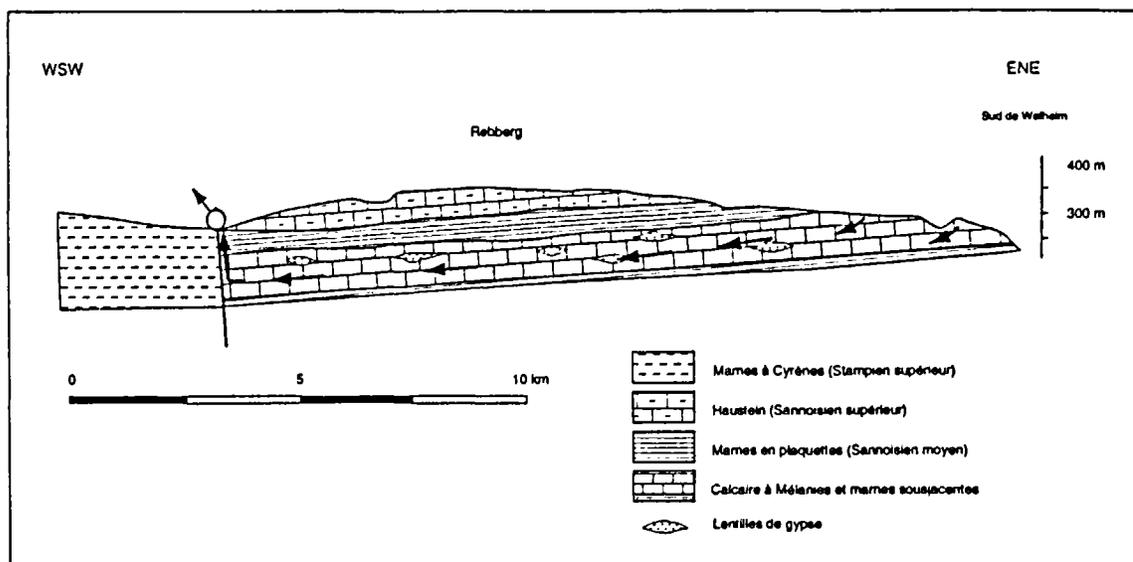
##### **Composition chimique**

Une analyse récente (1993) indique que l'eau stagnant au fond du puits est principalement d'origine superficielle. L'interprétation exposée ci-dessous s'appuie sur les résultats d'une seule analyse réalisée en 1967 (cf. tableau 3).

Selon la classification chimique des composants représentant plus de 10 % de la somme de la charge minérale, l'eau appartient au type Ca-SO<sub>4</sub>. Ces deux ions participent à plus de 80 % à la minéralisation totale. L'eau est également caractérisée par la présence de H<sub>2</sub>S et par des teneurs en fer remarquables. La présence de fer et des sulfures impliquent un environnement réducteur de l'eau. Le rapport molaire Ca/SO<sub>4</sub> proche de 1 indique la dissolution d'anhydrite ou de gypse.

Le fluide est légèrement sursaturé par rapport à la calcite, tous les autres minéraux étudiés se trouvent en état de sous-saturation. La teneur en calcium est entièrement équilibrée par les sulfates et le magnésium. Ceci indiquerait que la minéralisation provient uniquement de la dissolution de l'anhydrite et de la dolomite. Il n'est cependant pas exclu que l'aquifère contienne de la calcite, mais l'apport du calcium issu de la dissolution de l'anhydrite soluble entraîne une saturation rapide vis-à-vis de la calcite rendant la solution non agressive envers ce minéral (effet d'un ion commun).

Les teneurs en calcium et sulfate de l'analyse récente révèlent une contribution de l'ordre de 5 % d'eau minérale.



d'après Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine (1967) :  
 Conseil Général du Haut-Rhin. Les eaux minérales et thermominérales  
 dans le département du Haut-Rhin. Rapport d'octobre 1967 repris dans  
 CALMBACH, L. (1994, à paraître en 1995) : Etude des zones thermo-minérales  
 du Sud de l'Alsace. Thèse de l'Institut de Minéralogie et Pétrographie de  
 l'Université de Lausanne (Suisse). Document à paraître.

Figure 4 : Aspach - Coupe schématique du cadre hydrogéologique

Carte hydrogéologique suisse à 1/100 000 - Feuille Bâle

Commune	Aspach			Aspach			Aspach			
Emergence	Source Juvo			Source Juvo			Source Juvo			
Gîte géologique	Eocène			Eocène			Eocène			
Référence	445-1-109			445-1-109			445-1-109			
Date	11.10.1930			23.9.1967			12.4.1993			
Analyse										
Débit										
Température				12.5			7.3			
Conductivité (20°C)				1587.0			310.0			
pH				6.85			7.02			
Eh (mV)										
Dureté (°F)										
		mg/l	mval/l	mval/%	mg/l	mval/l	mval/%	mg/l	mval/l	mval/%
<b>Cations</b>	<b>Ca2+</b>	456.700	22.79	83.48%	456.400	22.77	86.54%	90.000	4.49	85.82%
	<b>Mg2+</b>	47.200	3.88	14.22%	35.900	2.95	11.22%	7.000	0.58	11.00%
	<b>Na+</b>	7.900	0.34	1.26%	8.000	0.35	1.32%	3.000	0.13	2.49%
	<b>K+</b>	3.600	0.09	0.34%	3.500	0.09	0.34%	1.200	0.03	0.59%
	<b>NH4+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>Fe2+</b>	0.800	0.03	0.10%	0.220	0.01	0.03%	0.020	0.00	0.01%
	<b>Fe3+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>Mn2+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>Cu2+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>Al3+</b>	1.200	0.13	0.49%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>Li+</b>	0.200	0.03	0.11%	1.000	0.14	0.55%		0.00	0.00%
	<b>Rb+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>Sr2+</b>		0.00	0.00%	0.010	0.00	0.00%	0.200	0.00	0.09%
	<b>Ba2+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>Cs+</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>total</b>	<b>517.600</b>	<b>27.30</b>	<b>100.00%</b>	<b>505.030</b>	<b>26.32</b>	<b>100.00%</b>	<b>101.420</b>	<b>5.23</b>	<b>100.00%</b>
<b>Anions</b>	<b>HCO3-</b>	175.000	2.87	11.94%	399.600	6.55	24.20%	98.000	1.61	34.80%
	<b>CO3--</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>Cl-</b>	4.400	0.12	0.52%	3.000	0.08	0.31%	13.000	0.37	7.95%
	<b>SO4--</b>	1010.100	21.03	87.54%	981.000	20.42	75.48%	108.000	2.25	48.73%
	<b>NO3-</b>	0.000	0.00	0.00%		0.00	0.00%	24.000	0.39	8.39%
	<b>NO2--</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>F-</b>		0.00	0.00%	0.020	0.00	0.00%	0.120	0.01	0.14%
	<b>Br-</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>I-</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>HPO4--</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>HAsO4--</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>Mo</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>V</b>		0.00	0.00%		0.00	0.00%		0.00	0.00%
	<b>total</b>	<b>1189.500</b>	<b>24.02</b>	<b>100.00%</b>	<b>1383.620</b>	<b>27.06</b>	<b>100.00%</b>	<b>243.120</b>	<b>4.61</b>	<b>100.00%</b>
<b>SiO2</b>		5			3.500			3.500		
<b>H2SiO3</b>										
<b>H3BO3</b>										
<b>Minéralisation totale</b>		<b>1712.100</b>			<b>1892.150</b>			<b>348.040</b>		
<b>TDS 105°C</b>										
<b>TDS 110°C</b>										
<b>TDS 180°C</b>					1878.0					
<b>TDS 260°C</b>										
<b>TDS 525°C</b>										
<b>Gaz dissous</b>	<b>CO2</b>									
	<b>O2</b>									
	<b>N2</b>									
	<b>H2S</b>	5.40								
	<b>Ar</b>									
	<b>He</b>									
	<b>H2</b>									
	<b>CH4</b>									
	<b>C2H6</b>									
<b>Isotopes</b>	<b>3H</b>							-8.20		
	<b>18O% smow</b>							-63.00		
	<b>2H% smow</b>									
	<b>14C</b>									
<b>Radioactivité</b>										
<b>Source bibliogr.</b>	BRGM : Commune Hagenthal le Haut rapport du 23 février 1967			BRGM (1967 b) rapport de octobre 1967			ALT94-4/1 in L.Calmbach 1994			

Remarque : silice exprimée en SiO3

Tableau 3 : Analyses des eaux de la source d'Aspach

Parmi toutes les eaux minérales de la région étudiée, seule la source Lithinée de Wattwiller montre une grande similarité. Cependant cette dernière acquiert sa minéralisation dans les terrains du Trias. Même si la ressemblance est remarquable, la température faible de la source Juvo interdit une origine triasique qui devrait se trouver à une profondeur considérable à l'endroit de l'émergence.

### 3.6.3.2. Durlinsdorf

#### Situation

Durlinsdorf se situe à 15 km au Sud d'Altkirch, en limite des collines du Sundgau et au débouché d'une cluse entaillant les premiers chaînons du Jura plissé.

#### Captage

Une source subthermale (température 17° C) aurait été utilisée par les villageois au début du siècle pour le thermalisme.

Le captage de la source tiède (indice national 476-1-90) est actuellement caché par les fondations d'une maison. L'eau tiède s'écoule latéralement dans un égout qui est évacué dans un ruisseau situé à environ 30 m de l'égout. Pour éviter un mélange avec les eaux usées, l'égout a dû être évacué à l'aide d'une pompe électrique avant échantillonnage. En mars 1993, le débit était de 30 l/mn, et 25 l/mn en juillet.

#### Cadre géologique et hydrogéologique

La source émerge dans les calcaires du Malm (Jurassique supérieur) à la base du flanc Nord-Ouest de l'anticlinal de la "Forêt de la Montagne". L'émergence de cette source est sans doute liée au chevauchement du Jura plissé sur le Tertiaire du Fossé rhénan. L'anticlinal de la Forêt de la Montagne est recoupé intensivement par des failles dirigées Nord-Sud, qui s'étendent jusqu'à la hauteur de Lucelle au Sud. L'eau s'infiltré probablement dans la Grande oolithe qui affleure dans l'anticlinal de la Birsmatte, circule profondément dans le sous-sol grâce aux failles dirigées Nord-Sud pour ensuite rejoindre le chevauchement du Jura qui lui sert de cheminement de remontée.

#### Composition chimique

Cette eau a été analysée par la CEDRA (Coopérative nationale pour l'Entreposage de Déchets Radioactifs), organisme suisse en 1982 (cf. tableau 4). Deux prélèvements supplémentaires ont été réalisés en 1993.

Il s'agit d'une eau bicarbonaté calcique moyennement minéralisée (218 mg/l) et subthermale (17°C). La composition des éléments principaux est proche de celle des eaux superficielles. La source possède cependant des concentrations remarquables en silice (26,3 mg/l) ainsi que des traces de brome et d'arsenic (0,03 mg/l). L'eau est en équilibre proche avec la calcite et sursaturée vis-à-vis des polymorphes de la silice. Tous les autres minéraux étudiés sont clairement sous-saturés.

La plupart des éléments chimiques montrent une faible variation pour les trois analyses disponibles.

Commune		Durlinsdorf			Durlinsdorf			
Emergence								
Gîte géologique		Malm			Malm			
Référence		476-1-90			476-1-90			
Date		28/12/1981			22/07/1982			
Analyse		Institut Bachema, Zurich			Institut Fresenius, Bad Schwalbach			
Débit					6 m <sup>3</sup> /h			
Température		14.6			16.2			
Conductivité (20°C)		695.0			491.0			
pH		7.15			6.98			
Eh (mV)					150.000			
Dureté (°F)								
		mg/l	mval/l	mval/%	mg/l	mval/l	mval/%	
Cations	Ca <sup>2+</sup>	120.000	5.99	74.04%	115.100	5.74	92.30%	
	Mg <sup>2+</sup>	1.600	0.13	1.63%	3.980	0.33	5.26%	
	Na <sup>+</sup>	42.000	1.83	22.59%	2.780	0.12	1.94%	
	K <sup>+</sup>	5.500	0.14	1.74%	1.140	0.03	0.47%	
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	Fe <sup>2+</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	Fe <sup>3+</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	Mn <sup>2+</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	Cu <sup>2+</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	Al <sup>3+</sup>		0.00	0.00%	0.010	0.00	0.02%	
	Li <sup>+</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	Rb <sup>+</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	Sr <sup>2+</sup>		0.00	0.00%	0.010	0.00	0.00%	
	Ba <sup>2+</sup>		0.00	0.00%	0.030	0.00	0.01%	
	Cs <sup>+</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
		total	<b>169.100</b>	<b>8.09</b>	<b>100.00%</b>	<b>123.050</b>	<b>6.22</b>	<b>100.00%</b>
Anions	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	344.000	5.64	69.84%	355.000	5.82	93.21%	
	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	Cl <sup>-</sup>	72.300	2.04	25.26%	5.010	0.14	2.26%	
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	19.000	0.40	4.90%	10.200	0.21	3.40%	
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0.00	0.00%	4.100	0.07	1.06%	
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	F <sup>-</sup>		0.00	0.00%	0.060	0.00	0.05%	
	Br <sup>-</sup>		0.00	0.00%	0.060	0.00	0.01%	
	I <sup>-</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	HPO <sub>4</sub> <sup>-</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	HAsO <sub>4</sub> <sup>-</sup>		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	Mo		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
	V		0.00	0.00%	0.000	0.00	0.00%	
		total	<b>435.300</b>	<b>8.07</b>	<b>100.00%</b>	<b>374.430</b>	<b>6.24</b>	<b>100.00%</b>
	SiO <sub>2</sub>	9.6			26.4			
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>								
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>				0.030				
Minéralisation totale	<b>614.000</b>			<b>523.910</b>				
TDS 105°C								
TDS 110°C				345				
TDS 180°C								
TDS 260°C								
TDS 525°C								
Gaz dissous	CO <sub>2</sub>				46.00			
	O <sub>2</sub>				6.50			
	N <sub>2</sub>				27.00			
	H <sub>2</sub> S				0.00			
	Ar				1.00			
	He				0.00			
	H <sub>2</sub>				0.00			
	CH <sub>4</sub>				0.00			
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>				0.00			
Isotopes	<sup>3</sup> H							
	18O% smow							
	2H% smow							
	<sup>14</sup> C							
Radioactivité								
Source bibliogr.	CEDRA 17.9.1982 BRGM Commune de Leymen			CEDRA 17.9.1982 BRGM Commune de Leymen				

Remarque : CEDRA : Coopérative Nationale pour l'entreposage des Déchets Radioactifs

Tableau 4 : Analyses des eaux de la source de Durlinsdorf

La composition isotopique  $^{18}\text{O}$ - $^2\text{H}$  se situe au voisinage de la ligne des eaux météoriques. La droite de régression  $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  - altitude indique une altitude d'infiltration de 750 m calculée selon l'équation valable dans la Forêt Noire et de 400 m avec celle du Jura. La teneur en tritium de 47 UT indique un séjour souterrain relativement court. L'âge jeune est confirmé par la présence d'oxygène et par un potentiel redox positif.

La valeur très faible du  $^{34}\text{S}$  de -4.8 ne s'explique pas par la dissolution des minéraux sulfatés, qui présentent d'habitude des teneurs beaucoup plus fortes. Etant donné qu'il s'agit d'une eau jeune et que les teneurs en sulfates sont faibles, il pourrait s'agir d'un apport de soufre fossile, dissout dans des précipitations ou encore, plus probablement d'une contamination par l'eau des égouts.

### Géothermométrie

La température d'émergence de  $17^\circ\text{C}$  permet une estimation de la profondeur minimale du réservoir de 220 m en négligeant le refroidissement lors de la remontée et en prenant un gradient géothermique de  $35^\circ\text{C}/\text{km}$ . Le calcul du géothermomètre de la calcédoine fournit une température théorique du réservoir de  $32^\circ\text{C}$  selon laquelle l'eau aurait atteint une profondeur d'environ 650 m. Les autres géothermomètres fournissent des températures très élevées et peu réalistes. Ils ne sont pas applicables à ce type d'eau à la température basse.

### 3.6.3.3. Hirtzbach

#### Situation

Hirtzbach est situé à 3 km au Sud d'Altkirch, dans les collines du Sundgau.

#### Captage

Il ne s'agit pas à proprement parler d'un captage.

En amont, au Sud du village, dans la vallée de l'Oelbach, des sables pétrolifères et des suintements d'huile sont connus depuis le XVe siècle. En 1782, 1817 et 1820 on a cherché à exploiter ces bitumes, à l'image de ce qui se faisait à Merkwiler-Pechelbronn en Basse Alsace depuis 1735. Delbos et Koechlin-Schlumberger (1867) parlent de ce pétrole :

"Le seul gisement connu dans le département se trouve à Hirtzbach. En 1782 le nommé HARTMANN fit creuser un puits de 30 pieds à côté d'une des sources où surnage du pétrole noir, sur les deux rives du ruisseau nommé Oehlbach. La pierre extraite était un grès noirâtre dont on retira du pétrole par l'ébullition dans l'eau. Ces recherches furent interrompues trois ans après par la mort d'Hartmann. En certains temps l'huile surnageait en plus grande abondance sur l'eau de la fontaine et les gens d'Hirtzbach la recueillaient pour l'employer à guérir les plaies. Dietrich ne doutait pas qu'en creusant davantage on ne trouvât des amas assez riches en pétrole pour qu'on pût y établir une exploitation comme celle de Pechelbronn".

Des forages réalisés par la suite montrèrent des traces d'huile dans l'ensemble des formations tertiaires ainsi que des indices inexploitable dans la Grande oolithe du Dogger, le grès rhétien et le Muschelkalk supérieur.

### 3.6.3.4. Sewen

#### Situation

Sewen est situé à 15 km à l'Ouest de Thann dans la haute vallée de la Doller à l'intérieur du massif montagneux des Vosges.

#### Captage

La littérature cite deux sources radioactives : source Savoureuse (avec une activité de 63,7 nCi/l et la source de l'Hôtel avec une activité de 63,0 nCi/l.

Les documents originaux n'étant plus accessibles, la localisation précise de ces sources fait actuellement défaut.

#### Origine des eaux

Les eaux contiennent du radon et la radioactivité résulte du contact des eaux avec du minerai uranifère contenu dans les fissures du granite.

### 3.6.3.5. Wuenheim

#### Situation

Wuenheim est situé à environ 17 km au Nord-Ouest de Mulhouse, et à environ 5 km au Nord-Est de Wattwiller, au pied des reliefs des Vosges. Le village lui-même est situé en dehors des limites de la carte mais le territoire de la commune s'étend pour partie à l'intérieur des limites de celle-ci.

#### Captage

La source du Vieux Chêne (indice national 413-1-355) du domaine d'Ollwiller est située au Nord-Est du domaine, en aval hydraulique et en bordure d'une prairie servant de pacage aux animaux. Elle a été dégagée vers 1971-1972. A cette date l'eau remontait dans un petit bassin hexagonal en pierres naturelles. Le niveau d'eau se situait à environ un mètre sous la surface du sol. L'eau s'écoulait vers un caniveau situé en contrebas. Le débit n'était pas mesurable.

#### Cadre géologique et hydrogéologique

La source émerge à l'intérieur des collines sous-vosgiennes du champ de fractures de Guebwiller, séparées du socle vosgien à l'Ouest par la Faille vosgienne et limitées à l'Est par la Faille rhénane qui met le champ de fractures en contact avec les marnes et conglomérats tertiaires effondrés du Fossé rhéan.

A l'intérieur du champ de fractures se trouve un panneau de conglomérats côtiers tertiaires. L'existence sur le secteur de dolines, entonnoirs naturels profonds reformés périodiquement, semble attester de la présence de phénomènes de dissolution du ciment calcaire des conglomérats, dus à la circulation des eaux souterraines. Les conglomérats côtiers tertiaires sont en général peu perméables mais la présence d'une faille orientée Ouest-Sud-Ouest à Est-Nord-Est au droit de l'émergence (carte géologique de la France à 1/50 000 feuille de Mulhouse) pourrait servir de drain et favoriser localement les écoulements.

## Composition chimique

Il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique, moyennement minéralisée (310 mg/l) et subthermale (13,8 °C). Le dosage des éléments traces a révélé la présence de fluor en quantité notable (0,250 mg/l) et de strontium (0,290 mg/l). La teneur en tritium (30 UT en 1970) indique un séjour souterrain relativement court, de l'ordre de 14 à 16 ans (cf. tableau 5).

L'analyse bactériologique a révélé une eau non potable, contaminée par des bactéries d'origine fécale. La pollution constatée s'explique aisément par la situation de la source à proximité de foyers de pollution. Les eaux de ruissellement et des aires de stationnement du bétail parviennent facilement dans le petit bassin ou s'infiltrent à proximité. Cette vulnérabilité est renforcée par la présence de dolines sur les coteaux qui dominent la source et qui constituent probablement son bassin d'alimentation.

## Géothermométrie

La température d'émergence de 13,8 °C, soit 2,8 °C au dessus de la valeur moyenne annuelle des eaux du secteur, permet d'estimer la profondeur minimale du réservoir à environ une centaine de mètres en négligeant le refroidissement lors de la remontée et en prenant un gradient géothermique de 33°C/km.

## Origine des eaux

Les eaux infiltrées sur les reliefs des collines sous-vosgiennes pénètrent dans les terrains perméables du champ de fractures où elles acquièrent leur minéralisation en circulant dans les roches fissurées et karstiques du Secondaire et du Tertiaire (conglomérats côtiers) desquelles elles émergent, peut-être à la faveur d'un accident tectonique transversal au fossé.

### 3.6.4. Sources banales non exploitées

De nombreuses sources sont citées dans la littérature comme ayant eu une réputation d'eau minérale et une certaine notoriété dans le passé. En fait, les caractéristiques physico-chimiques de ces eaux ne se distinguent peu ou pas des eaux des autres sources de la région. Leur appellation "eau minérale" est liée à un événement historique ou de légende à caractère souvent religieux, à une situation géographique privilégiée ou à une manifestation impressionnante (dégagement de H<sub>2</sub>S avec odeur de soufre). Quelques exemples sont exposés ci-après.

#### 3.6.4.1. Blotzheim

##### Situation

Blotzheim est situé à 20 km au Sud-Est de Mulhouse et à 8 km au Nord-Ouest de Bâle, en bordure occidentale de la plaine alluviale du Rhin au pied des collines du Sundgau.

Commune	Wuenheim			Wuenheim				
Emergence	Source du Vieux-Chêne			Source du Vieux-Chêne				
Gîte géologique	Tertiaire probable			Tertiaire probable				
Référence	413-1-355			413-1-355				
Date	2.12.1970			10.3.1972				
Analyse	ULP Strasbourg			BRGM Orléans				
Débit								
Température	13.8							
Conductivité (20°C)	440.0							
pH	7.40							
Eh (mV)								
Dureté (°F)	22.10							
		mg/l	mval/l	mval/%	mg/l	mval/l	mval/%	
<b>Cations</b>	Ca2+	64.800	3.23	58.52%	62.000	3.09	59.06%	
	Mg2+	14.200	1.17	21.14%	14.300	1.18	22.45%	
	Na+	22.800	0.99	17.95%	20.000	0.87	16.61%	
	K+	4.800	0.12	2.22%	3.600	0.09	1.76%	
	NH4+	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	Fe2+	0.180	0.01	0.12%	0.00	0.00	0.00%	
	Fe3+	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	Mn2+	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	Cu2+	0.090	0.00	0.05%	0.00	0.00	0.00%	
	Al3+	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	Li+	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	Rb+	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	Sr2+	0.000	0.00	0.00%	0.290	0.01	0.13%	
	Ba2+	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	Cs+	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	total	106.870	5.53	100.00%	100.190	5.24	100.00%	
<b>Anions</b>	HCO3-	237.900	3.90	77.48%	253.150	4.15	78.26%	
	CO3--	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	Cl-	15.600	0.44	8.74%	17.000	0.48	9.04%	
	SO4--	20.800	0.43	8.61%	22.000	0.46	8.64%	
	NO3-	15.200	0.25	4.87%	12.500	0.20	3.80%	
	NO2--	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	F-	0.250	0.01	0.26%	0.260	0.01	0.26%	
	Br-	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	I-	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	HPO4--	0.100	0.00	0.04%	0.00	0.00	0.00%	
	HAsO4--	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	Mo	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
	V	0.000	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	
		total	289.850	5.03	100.00%	304.910	5.30	100.00%
	SiO2	11						
H2SiO3								
H3BO3								
<b>Minéralisation totale</b>	<b>407.720</b>			<b>405.100</b>				
TDS 105°C	310							
TDS 110°C								
TDS 180°C								
TDS 260°C								
TDS 525°C	266							
<b>Gaz dissous</b>	CO2							
	O2							
	N2							
	H2S	0.00						
	Ar							
	He							
	H2							
	CH4 C2H6							
<b>Isotopes</b>	3H	30.000						
	180% smow							
	2H% smow							
	14C							
<b>Radioactivité</b>								
<b>Source bibliogr.</b>	BRGM : Commune Wuenheim rapport du 30 avril 1971			BRGM : Commune Wuenheim rapport du 6 septembre 1972				

Remarque : 3H en U.T. par BRGM Orléans

Cu inférieur à 0.01 mg/l

**Tableau 5 : Analyses des eaux de la source de Wuenheim**

## **Captage**

La littérature disponible fait état d'une petite source à Blotzheim de nature sulfureuse. L'eau provenait d'un puits situé de l'autre côté de la rue du Moulin. Le débit en était faible, 30 à 40 m<sup>3</sup> en 24 heures, mais suffisant pour alimenter deux petits établissements balnéaires situés rue du Moulin qui connurent une certaine notoriété au dix-huitième et au début du dix-neuvième siècle avant d'être détruits en 1814 par l'avance des alliés. Le puits très envasé fut comblé. Les eaux dégageaient de l'anhydride sulfureux et étaient très ferrugineuses.

## **Cadre géologique et hydrogéologique**

L'origine des eaux est attribuée à de faibles circulations souterraines dans les niveaux perméables sablo-gréseux des marnes chattiennes du Tertiaire (Molasse alsacienne) en charge sous les alluvions récentes déposées par le Rhin.

Les sédiments, déposés en milieu réducteur, sont riches en sulfures (pyrite). Les eaux qui circulent dans ces niveaux se chargent de sulfures et, à l'émergence, les sulfures et le fer sous forme réduite s'oxydent au contact de l'oxygène de l'air, libérant de l'hydrogène sulfuré à l'odeur caractéristique et colorant les griffons en rouge. Ces phénomènes sont souvent accompagnés et amplifiés par un fort développement bactérien.

### **3.6.4.2. Hagenthal-le Haut**

#### **Situation**

Hagenthal-le-Haut est situé à près de 30 km au Sud-Est de Mulhouse et à 10 km au Sud-Ouest de Bâle, dans les collines du Sundgau, non loin des contreforts du Jura plissé.

#### **Captage**

La source sulfureuse dite minérale est située dans l'agglomération de Hagenthal-le-Haut, devant le Restaurant des Bains. L'eau aurait été captée à 4 m de profondeur. L'eau extraite à la pompe à main était chauffée dans un réservoir de 2800 l avant de desservir les baignoires. En 1968, le puits recouvert d'une dalle de béton avait une profondeur de 1,70 m. Le 28 mai 1968, le niveau d'eau dans le puits était à 0,75 m sous le niveau du sol. Un pompage d'essai réalisé le même jour a mis en évidence un débit exploitable extrêmement réduit (3 l/minute).

#### **Cadre géologique et hydrogéologique**

L'origine des eaux est attribuée aux faibles circulations souterraines dans les niveaux perméables sablo-gréseux des marnes chattiennes du Tertiaire (Molasse alsacienne) en charge sous les colluvions loessiques plus ou moins indurés.

#### **Composition chimique**

L'étude des ressources hydro-minérales réalisée en 1968 dans le secteur de Hagenthal a montré que toutes les eaux analysées présentaient le même faciès chimique, à savoir le faciès bicarbonaté calcique. Les eaux de la source dite minérale ne se distinguent donc pas par leur chimisme des autres eaux du secteur.

### 3.6.4.3. Heimersdorf

#### Situation

Heimersdorf est situé à 6 km au Sud d'Altkirch, dans les collines du Sundgau.

#### Captage

Une légende raconte que Sainte Odile serait venue à Heimersdorf par un été torride (la localité de Heimersdorf est citée dès le début du VIII<sup>e</sup> siècle comme dépendant du domaine d'Arlesheim, près de Bâle, que Sainte Odile donna au couvent de Hohenbourg, dénommé aussi Mont Sainte Odile. Assoiffée, Odile aurait fait jaillir une source du sol. Au dessus, au milieu du cimetière se dresse une chapelle qui remonterait au VIII<sup>e</sup> siècle. Elle est mentionnée dans les textes en 1302.

La source Sainte Odile (indice national 455-5-20) dont l'eau d'après la légende serait bienfaisante pour les yeux, n'était utilisée que pour les bains oculaires. La fontaine ne coulait plus depuis un certain temps (visite du 20 août 1975).

#### Cadre géologique et hydrogéologique

La source émerge à la base des Cailloutis du Sundgau (alluvions plio-quaternaires déposées par l'ancien cours de l'Aar et du Rhin) au contact des marnes tertiaires. Des dizaines d'autres sources émergent à ce niveau. C'est le principal aquifère du Sundgau. Les sources aux débits les plus intéressants ont été captées pour l'alimentation en eau potable des villages.

### 3.6.4.4. Steinbrunn-le-Bas

#### Situation

Steinbrunn-le-Bas est situé à environ 8 km au Sud de Mulhouse, dans les collines calcaires du Horst de Mulhouse qui fait partie du Sundgau.

La source dite Taufsteinbrunnen (indice national 445-2-2) émerge à proximité de la chapelle Sainte-Apolline au Nord du village. Elle fut peut-être un lieu de baptême dès le début de la christianisation du Sundgau. Des pièces de monnaies romaines, des armes et des poteries y ont été trouvées, attestant une occupation du sol dès cette époque. Le site était occupé par le village de "Klein Colmar" disparu pendant la guerre de trente ans.

Sainte Apolline est invoquée contre les maux de dents et les douleurs stomachiques. Le débit de la source est très variable et réagit rapidement aux précipitations : la charge en matières en suspension est alors très élevée (aspect trouble). En été le débit diminue fortement. La source peut même s'assécher (été très sec de 1921).

#### Cadre géologique et hydrogéologique

La source émerge des formations calcaires tertiaires du Haustein, sous une couverture de loess, occupée par les champs.

De nombreuses autres émergences de ce type sont connues dans les niveaux calcaires du Horst de Mulhouse (Steinbrunn-le-Haut, Brunnstatt, Tagolsheim...). La vulnérabilité de ces

eaux est très grande, les calcaires fissurés dans lesquels elles circulent ayant une très mauvaise capacité de filtration et d'autoépuration.

### Composition chimique

L'eau de la source Sainte Apolline est une eau très dure (43,7 °F) avec un faciès bicarbonaté calcique typique qui ne la distingue pas des eaux des sources voisines. Il en est de même pour sa température (10,4 °C en novembre 1980).

### 3.6.4.5. Vieux Ferrette

#### Situation

Vieux Ferrette est situé à environ 14 km au Sud d'Altkirch et à 1,5 km au Nord-Ouest de Ferrette, en limite des collines du Sundgau et au pied de la retombée Nord des premiers chaînons du Jura plissé.

#### Captage

La littérature fait mention d'une source sulfureuse sans plus de précision.

### 3.6.5. Forages non exploités

Des forages réalisés dans le cadre de recherche pétrolière et minière ont atteint ou traversé le principal réservoir d'eau thermale et minéralisée du Sud du Haut-Rhin. Cet aquifère est constitué par les calcaires oolithiques (Grande oolithe) du Jurassique moyen (Dogger). Un autre réservoir intéressant est constitué par les formations du Jurassique supérieur calcaire (Malm).

L'aquifère des grès du Trias inférieur (Buntsandstein) auquel peut être associé le Trias moyen (Muschelkalk) est plus profond. Moins souvent atteint, il est beaucoup moins bien connu.

Des données sur la salinité des eaux contenues dans la Grande oolithe, exprimée en minéralisation totale sont disponibles au niveau des sondages suivants :

- Michelbach 101 : < 1 g/l
- Morschwiller : 8 g/l
- Reiningue : 6 g/l
- Sausheim : 24 g/l
- Schweighouse 2bis : 10 g/l
- Sierentz : 26 g/l

Les eaux sont de faciès chloruré-sodique.

Le Jurassique supérieur calcaire (ex-Rauracien) au forage de **Michelbach 101** présente une eau beaucoup plus minéralisée.

Enfin, un sondage récent réalisé à **Leymen** pour la recherche d'eau thermale s'est soldé par un échec.

### **Situation**

Leymen est situé à environ 30 km au Sud-Est de Mulhouse et à 10 km au Sud-Ouest de Bâle, en bordure de la frontière suisse, entre le domaine des collines du Sundgau et la retombée nord des reliefs du Jura plissé.

### **Captage**

Le forage implanté à environ 1 km au Nord-Ouest du village en 1979, avait pour objectif de capter l'eau chaude contenue dans l'aquifère de la Grande oolithe (Jurassique moyen).

Avec une profondeur finale de 1155 m, le forage a atteint la Grande oolithe (entre 1042 et 1153 m). Malheureusement la perméabilité de ce réservoir s'est avérée très faible et malgré une température intéressante d'environ 50°C, l'eau n'a pas pu être prélevée à un débit suffisant, ceci malgré une acidification effectuée en 1980.

## 3.7. BIBLIOGRAPHIE

### 3.7.1. Rapports généraux

Agence de Bassin Rhin-Meuse (1981) - Codification hydrographique Bassin du Rhin.

Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse (1980) - Catalogue des domaines hydrogéologiques.

SCGAL \* (1955) - Notice explicative de la carte géologique et agronomique du département du Haut-Rhin à l'échelle du 1/100 000. 29 p., 1 carte.

SCGAL \* (1963) - Etude hydrogéologique de la région du Sundgau. PALLAS. Rapport SCGAL non daté (vers 1963).

SCGAL \* (1965 a) - Etude hydrogéologique de la partie occidentale du Sundgau comprise entre les vallées de l'Ill et de la Doller. G. BERNERT, Rapport SCGAL de novembre 1965.

SCGAL \* (1965 b) - Pipe-line du Mittelland-Belfort-Lucerne. Etude géologique du tracé du pipe-line en territoire français. Section Sévenans-Oltingue. Rapport SCGAL du 9 avril 1965, 31 p., 5 pl. photos, 3 ann.

SCGAL \* (1966 a) - Etude par prospection électrique dans le Sundgau occidental. Service Régional de l'Aménagement des Eaux. Rapport SCGAL du 16 août au 22 octobre 1966, 12 p., 4 fig., 4 ann.

SCGAL \* (1966 b) - Etude hydrogéologique de la vallée de la Thur à son débouché dans la plaine d'Alsace. A. AGUIRRE, 21 décembre 1966, 75 p., 16 fig., 4 cartes, 3 ann.

SCGAL \* (1966 c) - Etude hydrogéologique de la région comprise entre Altkirch et Dannemarie. Création d'un lac artificiel à Carspach (Haut-Rhin). Diplôme d'Ingénieur des Techniques de l'Équipement Rural. Ecole Nationale des Ingénieurs des Travaux Ruraux et des Techniques Sanitaires. T. LAROUÏ, 1966, 40 p., 19 fig., 2 cartes, 1 ann.

SGAL \*\* (1966) - Liaison Mer du Nord-Méditerranée. Secteur Mulhouse-Bourogne - Elbach-Montreux-Château. Etude hydrogéologique dans la vallée de la Suarcine. Rapport SGAL du 14 novembre 1966, 33 p., 3 fig., 6 ann.

SCGAL \* (1967 a) - Rapport complémentaire concernant les études hydrogéologiques effectuées dans la partie occidentale du Sundgau. Rapport SCGAL du 8 juin 1967, 7 p., 1 ann.

SCGAL \* (1967 b) - Liaison Mer du Nord-Méditerranée par l'Alsace et la Franche-Comté. Etude hydrogéologique dans la vallée de l'Ill en amont de Mulhouse. Rapport SCGAL du 8 août 1967, 35 p., 7 ann.

SCGAL \* (1967 c) - Liaison Mer du Nord-Méditerranée par l'Alsace et la France-Comté. Traversée de Mulhouse. Etude hydrogéologique des alluvions en bordure du horst. Rapport SCGAL du 16 novembre 1967, 35 p., 9 ann.

SGAL \*\* (1968) - Liaison Mer du Nord-Méditerranée. Section Kembs-Niffer-Bourogne. Elévateur d'Heidwiller-Aspach : programme d'étude de reconnaissance géologique et hydrogéologique. Rapport SCGAL du 8 août 1968.

SCGAL \* (1969) - Recherche d'eau pour le Syndicat de Saint-Louis-Huningue (Haut-Rhin). Rapport SCGAL du 3 avril 1969, 22 p., 4 ann.

SGAL \*\* (1969 a) - Liaison Mer du Nord-Méditerranée : section Kembs-Niffer-Bourogne. Note géologique et hydrogéologique générale. Rapport SGAL du 29 septembre 1969, 10 p.

SGAL \*\* (1969 b) - Liaison Mer du Nord-Méditerranée par l'Alsace et la Franche-Comté. Traversée de Mulhouse. Sondages février, mars, avril 1969. Rapport SGAL du 27 juin 1969, 10 p., 3 ann.

SGAL \*\* (1969 c) - Liaison Mer du Nord-Méditerranée. Secteur Mulhouse-Bourogne-Heidwiller-Montreux. Exécution de sondages. Devis-programme. Cahier des prescriptions techniques et particulières. Rapport BRGM du 27 février 1969.

SGAL \*\* (1971) - Etude Bâle-Mulhouse. Rapport d'inventaire hydrogéologique. Rapport SGAL du 26 juillet 1971, 7 p., 7 ann.

SGAL \*\* (1972 a) - Etude hydrogéologique des alluvions de la Doller (Haut-Rhin). Rapport de synthèse (1ère phase des travaux). M. DAESSLE, M. GUILLAUME, H. SOMMELET. Rapport SGAL du 12 juillet 1972.

SGAL \*\* (1972 b) - Liaison Mulhouse-Montbéliard à grand gabarit. Section Kembs-Niffer-Bourogne. Variante Nord par la Largue. Rapport géologique et hydrogéologique. Campagne de sondages 1972. Rapport SGAL du 18 août 1972.

SCGAL \* (1973) - Etude des ressources en eau de la nappe phréatique du Rhin entre Bâle et Mulhouse. Rapport SCGAL du 28 février 1973, 62 p., 14 ann.

SGAL \*\* (1974 a) - Liaison Mulhouse-Montbéliard à grand gabarit : section Kembs-Niffer-Bourogne. Variante Nord par la Largue. Etude hydrogéologique des alluvions de la Largue. Rapport SGAL du 2 mai 1974.

SGAL \*\* (1974 b) - Action de politique industrielle. Ressources en sables et graviers d'alluvions de la plaine d'Alsace. Département du Haut-Rhin. Rapport SGAL de juin 1974.

BRGM (1975) - Evaluation des ressources hydrauliques : feuille de Mulhouse (413). Situation en 1974. Rapport SGAL du 29 juillet 1975, 11 p., 6 ann.

BRGM (1978) - Evaluation des ressources hydrauliques : feuille de Thann (412). Situation en 1977. Rapport BRGM du 25 juillet 1978. 12 p., 2 fig., 7 ann.

BRGM (1980 a) - Evaluation des ressources hydrauliques : feuille Altkirch (445). Situation en 1978. Rapport BRGM n° 81 SGN 319 ALS, 6 p., 4 fig., 6 ann.

BRGM (1980 b) - Evaluation des ressources hydrauliques : feuille de Belfort (444) : partie Haut-Rhin. Situation en 1978. Rapport BRGM n° 81 SGN SGAL 0758, 9 p., 3 fig., 5 ann.

BRGM (1981) - Etude hydrodynamique de la nappe phréatique dans le département du Haut-Rhin : secteur Ochsenfeld-Bassin Potassique. Rapport BRGM n° 81 SGN SGAL 844.

BRGM (1988) - Evaluation des ressources hydrauliques : feuille de Delle (475) - Ferrette (476) partie du Haut-Rhin. Situation en 1981. Rapport BRGM du 28 décembre 1982, 5 p., 3 fig., 4 ann.

BRGM (1989 a) - M.D.P.A. Impact des affaissements miniers dans la basse vallée de la Doller. Septembre 1989. Rapport BRGM n° 30007 ALS 4S 89.

BRGM (1989 b) - Etude sur modèle mathématique de la nappe du Sundgau. G. KREBS et J.P. VANÇON. Rapport BRGM n° 89 SGN 148 FRC.

DDAF (1965) - Aménagement hydraulique de la vallée de la Doller. Etude monographique du bassin versant. Service du Génie Rural et de l'hydraulique agricole du département du Haut-Rhin. J. DUBUS et A. PAYARD, vers 1965.

DDAF (1970) - Aménagement hydraulique de la vallée de la Thur. Etude monographique du bassin versant. Service du Génie Rural, des Eaux et des Forêts du département du Haut-Rhin. C. DUBANT, mars 1970.

DDAFC-UFC (1979-1987). Direction Départementale de l'Agriculture de Franche-Comté, Université de Franche-Comté. Inventaire des circulations souterraines reconnues par traçage en Franche-Comté 1979, mise à jour en 1987.

DUBANT (1970) - Etude hydrologique de la vallée de la Thur (Haut-Rhin). Thèse de docteur de 3e cycle. Faculté des Sciences de Besançon. 20 novembre 1970.

JÄCKLI, H. (1970) - Kriterien zur Klassifikation von Grundwasservorkommen. *Eclogae geol. Helv.* 63/2.

Ministère de l'Environnement - BRGM (1994) : Identification et codification des domaines hydrogéologiques et systèmes aquifères du bassin Rhin-Meuse. Rapport BRGM R 38056 de juin 1994.

NOLIN B. (1963) - La haute vallée de l'Ill. Etude hydrogéologique. Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences de Paris. Novembre 1963.

RINCK G. (1976 a) - Etude de la vulnérabilité de la nappe phréatique du Rhin et des sources de pollution dans le département du Haut-Rhin. Mémoire de DESS soutenu devant l'ULP le 23 Juin 1976.

Sci. Géol., Bull., - Département du Haut-Rhin. Géologie, Ressources du sous-sol. Hydrogéologie 25, 2-3, Strasbourg (1972).

### 3.7.2. Rapports eaux thermo-minérales

Annuaire de la Société d'Histoire Sundgauvienne (1990).

SGAL \*\* (1933) - Projet d'alimentation en eau potable de la commune de Steinbrunn-le-Bas (Haut-Rhin). Examen hydrogéologique par E. SCHNAEBELE du 17 avril 1933.

SCGAL \* (1967 a) - Note concernant une source dite minérale à Hagenthal-le-Haut. Rapport du 23 février 1967.

SCGAL \* (1967 b) - Conseil Général du Haut-Rhin. Les eaux minérales et thermominérales dans le département du Haut-Rhin. Rapport d'octobre 1967.

SGAL \*\* (1968) - Etude des ressources hydro-minérales dans le secteur de Hagenthal. Rapport du 6 novembre 1968.

SGAL \*\* (1971) - Note concernant la source du Vieux Chêne. Domaine d'Ollwiller. Commune de Wuenheim (Haut-Rhin). Rapport du 30 avril 1971.

SGAL \*\* (1972) - Note concernant la source du Vieux Chêne. Domaine d'Ollwiller. Commune de Wuenheim (Haut-Rhin). Rapport du 6 septembre 1972.

BRGM (1975) - Commune de Heimersdorf (Haut-Rhin). Enquête géologique réglementaire pour l'agrandissement du cimetière. Rapport du 25 août 1975.

BRGM (1981) - Note de synthèse sur le thermalisme en Alsace par J.J. RISLER. Rapport BRGM d'octobre 1981.

BRGM (1984) - Eaux minérales et thermales d'Alsace. Carte à l'échelle du 1/200 000 avec notice par G. GRANDAROVSKI. Rapport BRGM n° 84 AGI 327 ALS d'octobre 1984.

BRGM (1992 a) - Société Européenne de Thermalisme. Sources minérales de Wattwiller (Haut-Rhin). Dossier de demande d'autorisation d'exploitation à distance du point d'émergence l'eau minérale des sources "Arsène" et "Lithinée". Rapport BRGM R 34440 ALS 4S 92.

BRIANZA et al (1983) - Die geologischen Resultaten der Thermalwasserbohrung von Leymen (Haut-Rhin, Frankreich) südlich von Basel, unter besonderer Berücksichtigung der Schwerminerale. *Ecloga. Geol. Helv.* vol 76/1. 1983, seiten 253-279.

Bulletin d'Histoire de Huningue (1961).

CALMBACH, L. (1994, à paraître en 1995) - Etude des zones thermo-minérales du Sud de l'Alsace. Thèse de l'Institut de Minéralogie et Pétrographie de l'Université de Lausanne (Suisse). Document à paraître.

CARLE, W. (1975) - Die Mineral und Thermalwässer von Mitteleuropa. *Geologie, Chemismus, Genese.* Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart.

CHARON, A. (1975) - Neuwiller, sa source thermale. Thèse présentée pour le doctorat en médecine. Université Louis Pasteur, Faculté de Médecine de Strasbourg. Thèse n° 262, année 1975.

DELBOS, J. et KOEHLIN-SCHLUMBERGER, J. (1866-1867) - Description géologique et minéralogique du département du Haut-Rhin, Perrin éd., Mulhouse, 2 vol., 484 et 545 p.

DDAF (1980) - Commune de Steinbrunn-le-Bas. Essai de pompage pour l'A.E.P. Service du Génie Rural des Eaux et des Forêts, arrondissement de Mulhouse. Rapport de décembre 1980 par G. PROTCHE.

DURANDIN, P. (1920) - Atlas des régions pétrolifères de la France : carte des indices minéralogiques et toponymiques. Société de Géographie, Paris.

Encyclopédie d'Alsace, volume n° 7 : article Hirtzbach. Edition Publitotal Strasbourg (1984).

MUNCK, A. et al (1989) - Le guide du Sundgau. Edition COPRUR.

RISLER, J.J. - Fiches thermalismes : Wattwiller, Neuwiller (sans date).

Sci. Géol., Bull., - Département du Haut-Rhin. Géologie, Ressources du sous-sol. Hydrogéologie 25, 2-3, Strasbourg (1972).

WIART Antoinette - Bulletin municipal de Blotzheim (extrait non daté)

\* : SCGAL : Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine

\*\* : SGAL : Service Géologique d'Alsace et de Lorraine.

### 3.7.3. Cartes géologiques

Cartes géologiques de la France à 1/50 000 avec notice :

- Giromagny (n° 411) - 1ère édition 1974
- Thann (n° 412) - 1ère édition 1986
- Mulhouse-Mullheim (n° 413) - 1ère édition 1976
- Lure (n° 443) - 1ère édition 1967
- Belfort (n° 444) - 1ère édition 1963
- Altkirch-Huningue (n° 445) - 1ère édition 1958
- Montbéliard (n° 474) - 1ère édition 1973
- Delle (n° 475) - 1ère édition 1985
- Ferrette (n° 476) - 2e édition 1973

Geologischer Atlas der Schweiz 1/25 000 (Schweiz. Geol. Komm.)  
n° 55 : LINIGER, H. (1969) : Blatt 1065 Bonfol.

### 3.7.4. Cartes hydrogéologiques

Atlas des eaux souterraines de la France : DATAR - BRGM (1970) : Cartes régionales à 1/1 000 000.

Carte hydrogéologique de la France (1967) : Feuille Altkirch 1/50 000

Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution : 1/50 000. BRGM :

- Belfort (1981)
- Delle (1981)
- Montbéliard (1982)
- Secteur sous-vosgien du Territoire de Belfort (1986)
- Lure (1985)

DIREN Alsace - BRGM (1991) : Détermination des caractéristiques hydrogéologiques des eaux souterraines au débouché de la vallée de la Thur. 5 cartes au 1/25 000. Etude pour le Service Régional de l'Aménagement des Eaux du 21.01.1991.

JÄCKLI, H. und KEMPF, Th. (1967) : Hydrogeologische Karte der Schweiz 1/500 000. In : Atlas der Schweiz, Blatt 16, und : Eclogae geol. Helv. 60/2.

Ministère de l'Environnement - BRGM (1995). Numérisation des domaines hydrogéologiques et systèmes aquifères du bassin Rhin-Meuse. Rapport BRGM R 38308, juin 1995.

Région Alsace : Atlas de l'environnement : planche des ressources en eau et contraintes hydrologiques d'aménagement 1/100 000. Feuilles n° 6 : Thann, n° 7 : Colmar et n° 8 : Mulhouse.

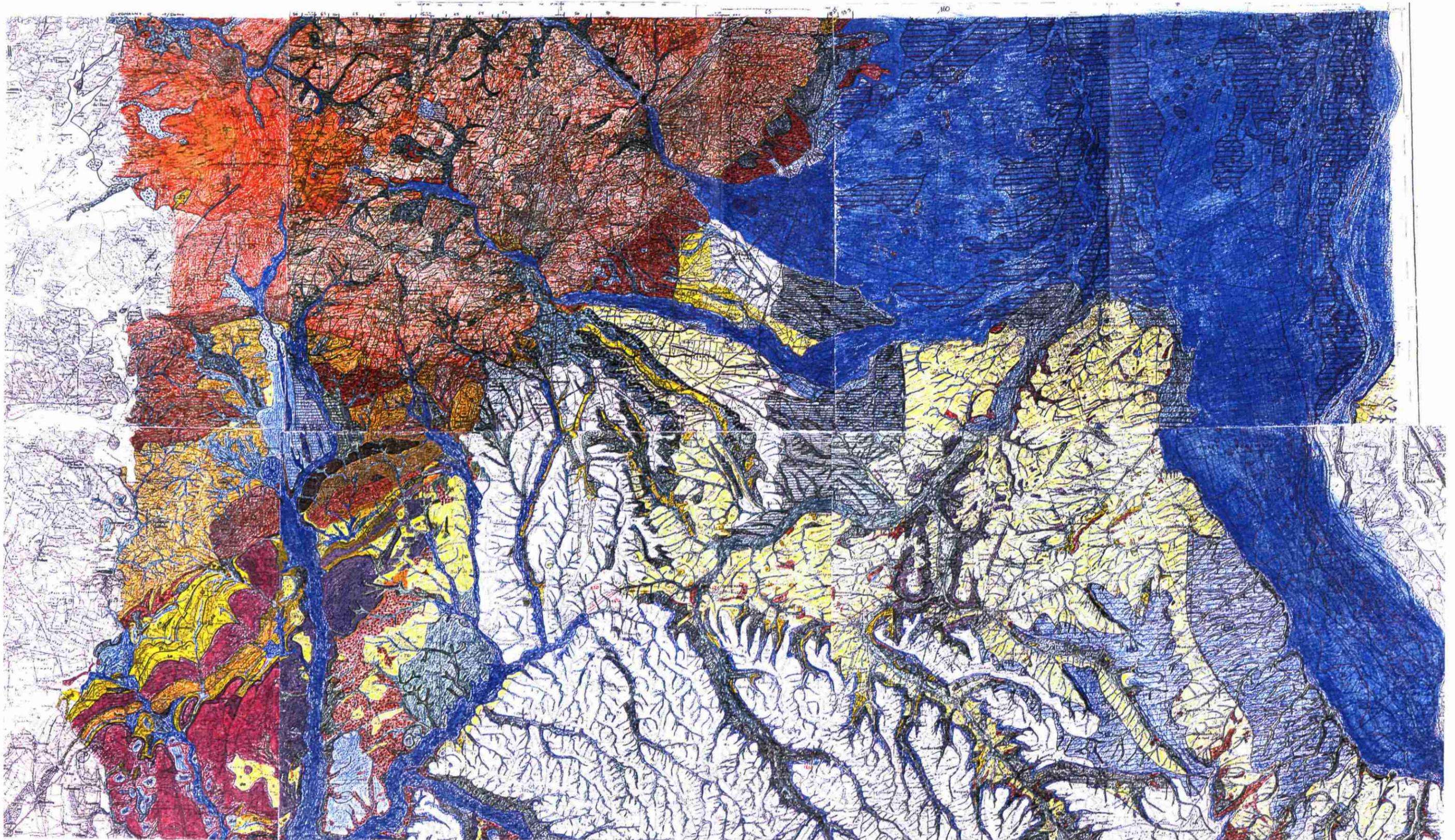
**Minutes des cartes à 1/50 000  
des formations hydrogéologiques  
de la partie française**

-----

**Assemblage à l'échelle de  
1/180 000**

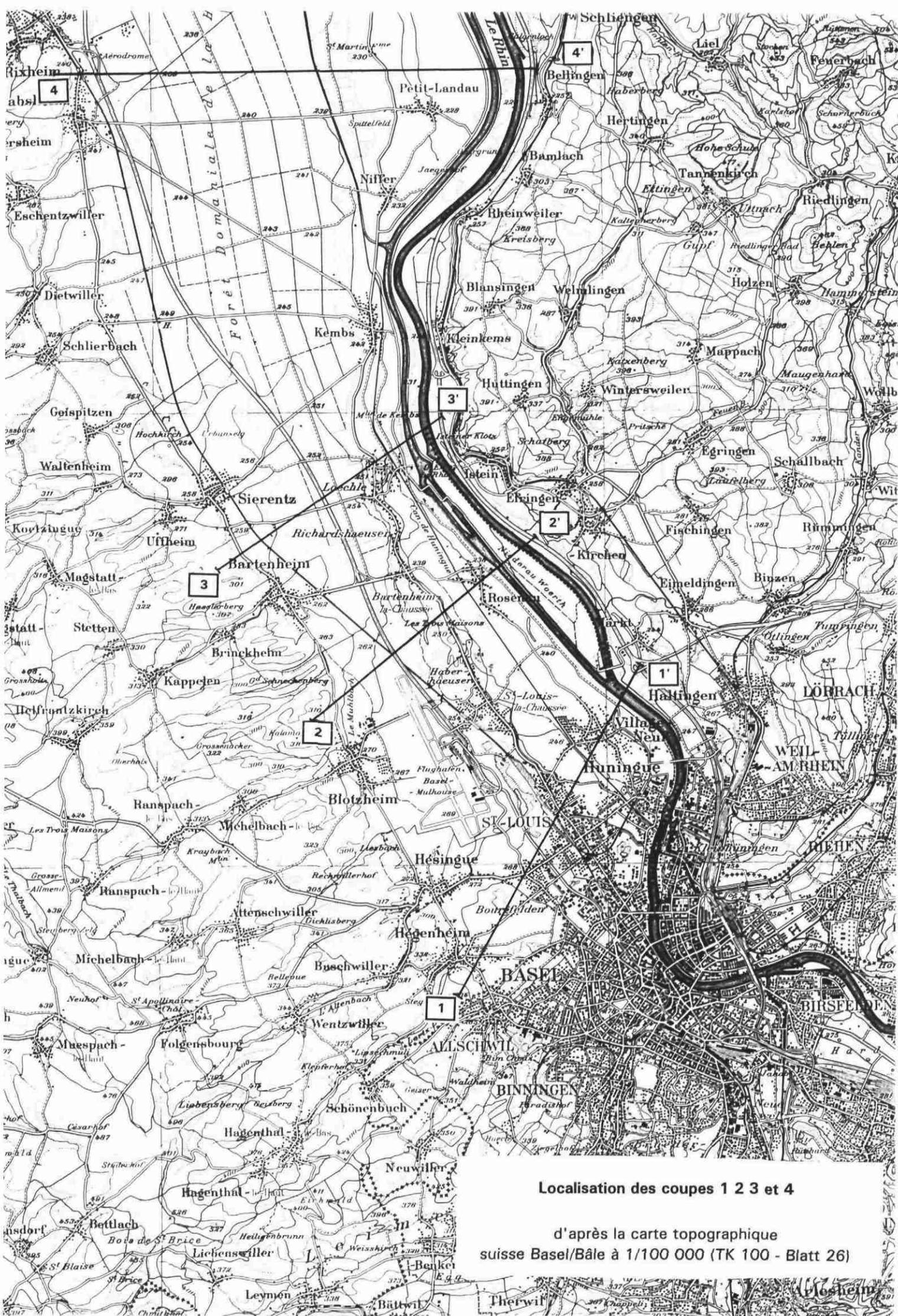
CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE LA SUISSE  
Feuille Basel/Bâle à 1/100 000

Annexe 1



Minutes des cartes à 1/50 000 des formations hydrogéologiques de la partie française  
(Assemblage à l'échelle de 1/180 000)

**Plans de situation et coupes hydrogéologiques**  
**(19 coupes)**



Localisation des coupes 1 2 3 et 4

d'après la carte topographique suisse Basel/Bâle à 1/100 000 (TK 100 - Blatt 26)

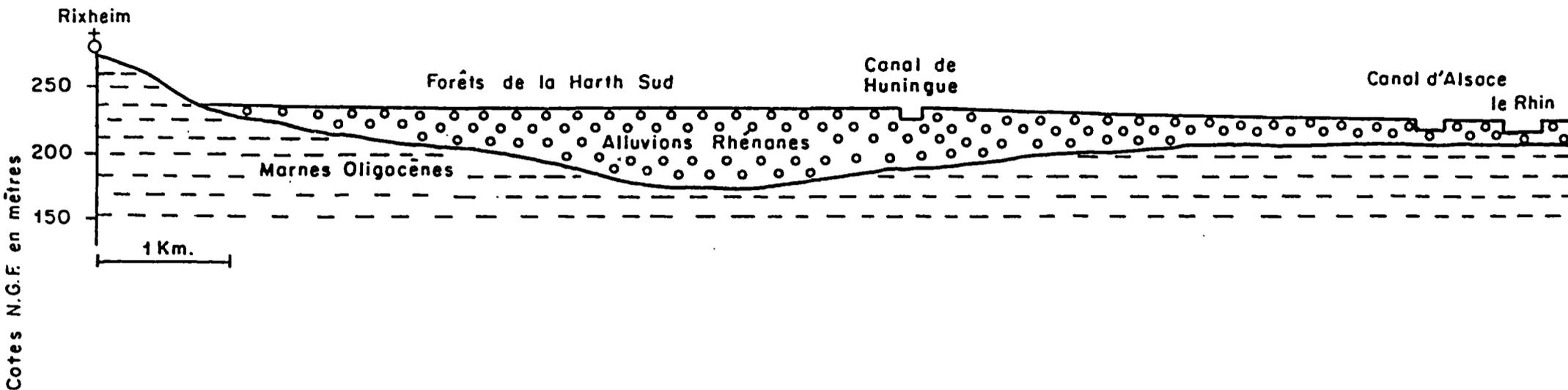
# COUPES TRANSVERSALES

W.

E.

4

4'



Service Géologique d'Alsace et de Lorraine (1974b)  
 Action de politique industrielle. Ressources en sables et graviers  
 d'alluvions de la plaine d'Alsace. Département du Haut-Rhin.  
 Rapport SGAL de juin 1974

Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine (1969)  
 Recherche d'eau pour le Syndicat de Saint-Louis - Huningue (Haut-Rhin)  
 Rapport SCGAL du 3 avril 1969

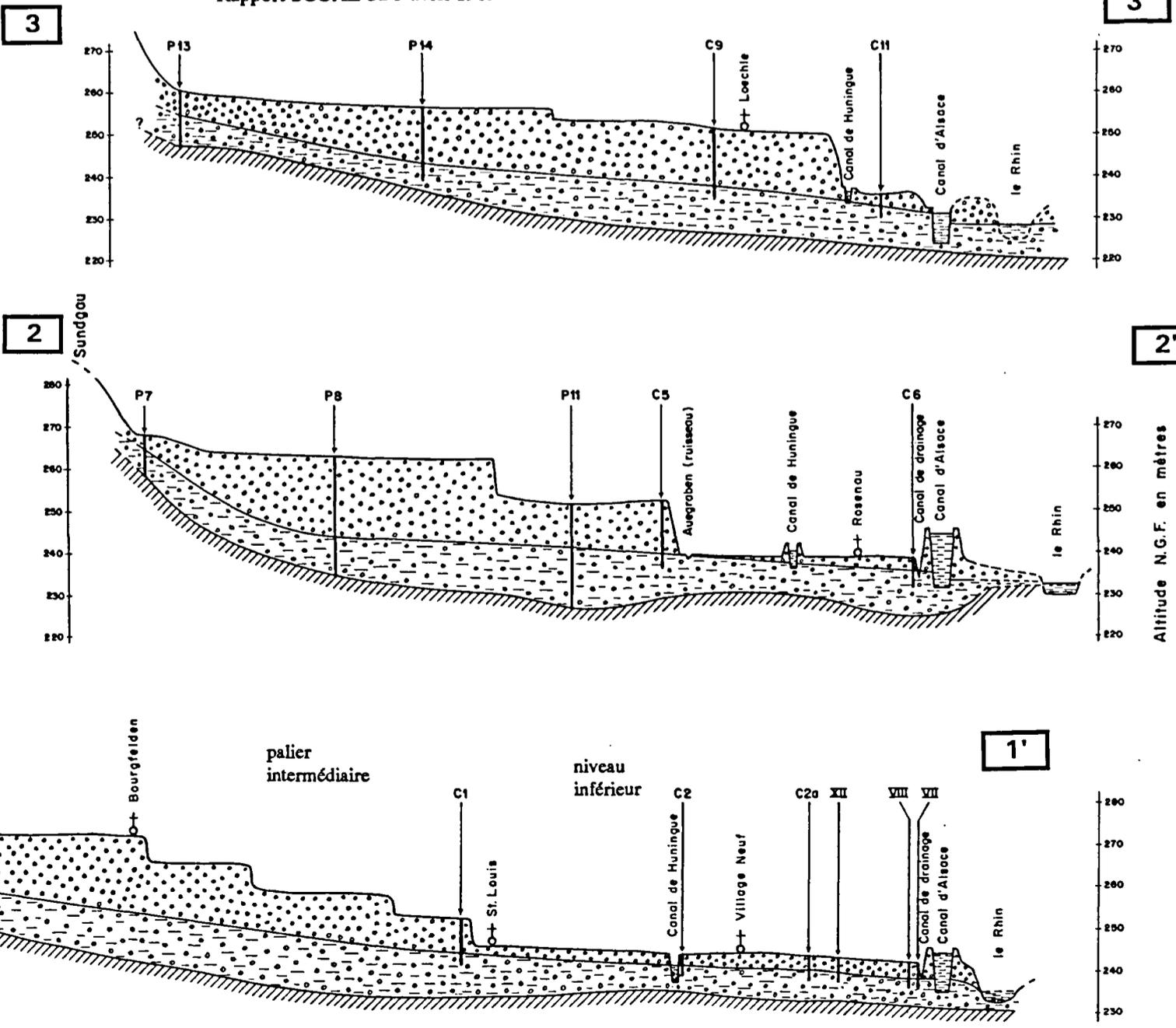
## COUPES HYDROGÉOLOGIQUES

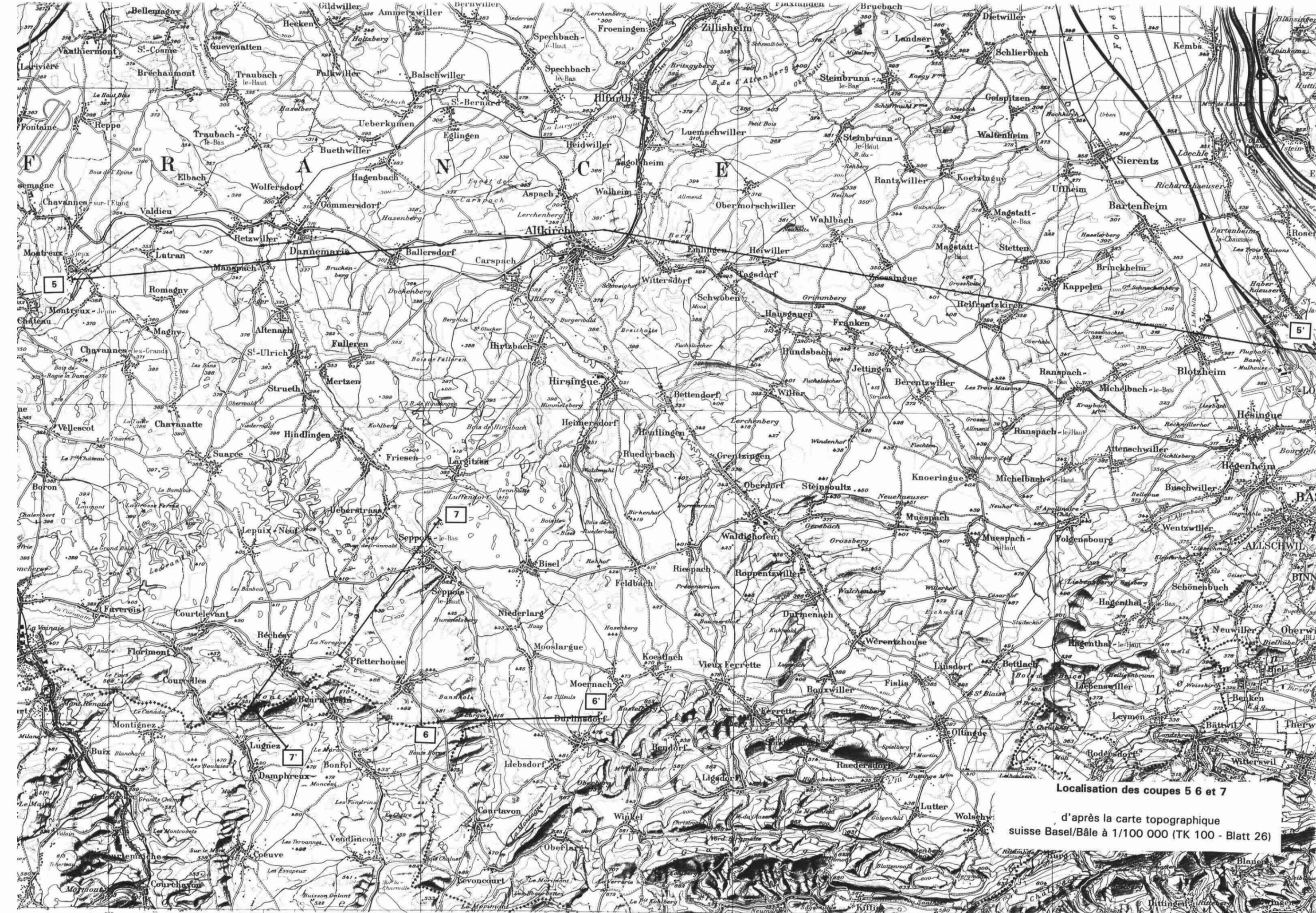
ECHELLES → 1 / 25 000  
 ↓ 1 / 1000

### LEGENDE

- PI Prézomètre ou point d'eau et sa référence
- Alluvions sèches
- Alluvions aquifères
- Substratum

N° 975-2 B 4 69 A



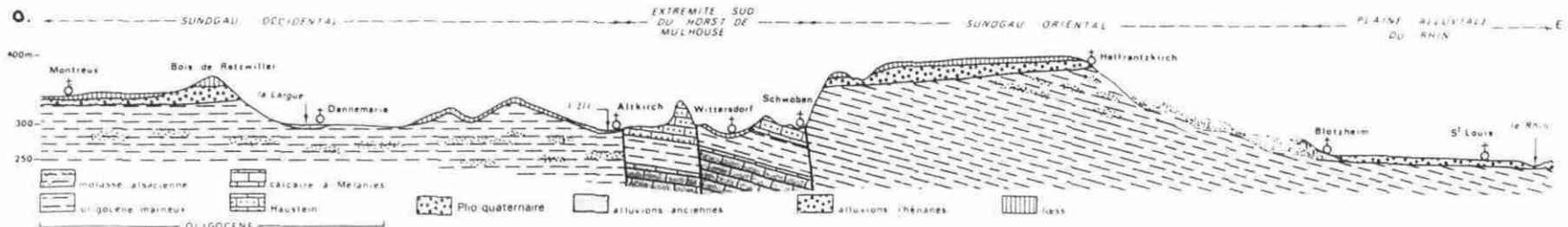


Localisation des coupes 5 6 et 7

d'après la carte topographique  
suisse Basel/Bâle à 1/100 000 (TK 100 - Blatt 26)

5

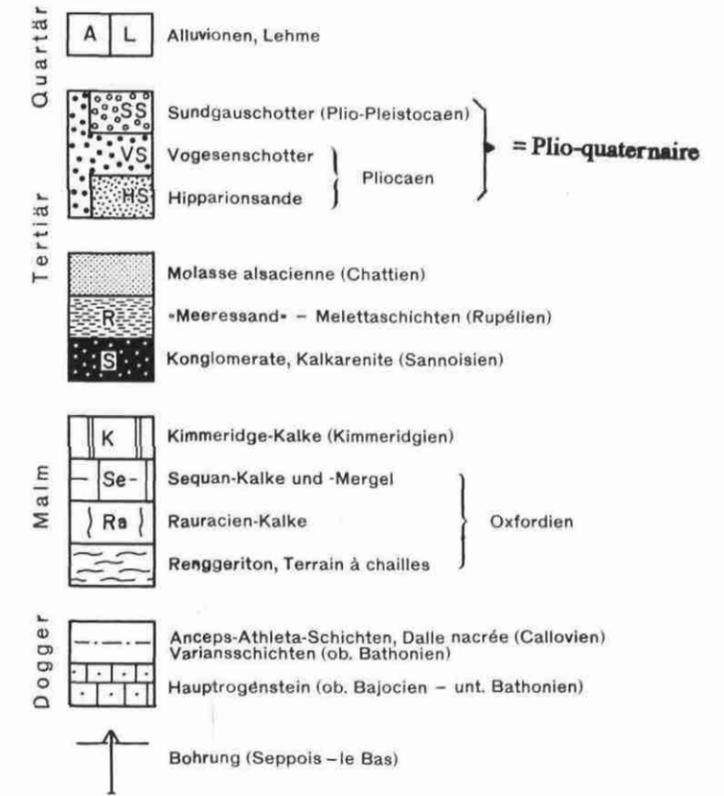
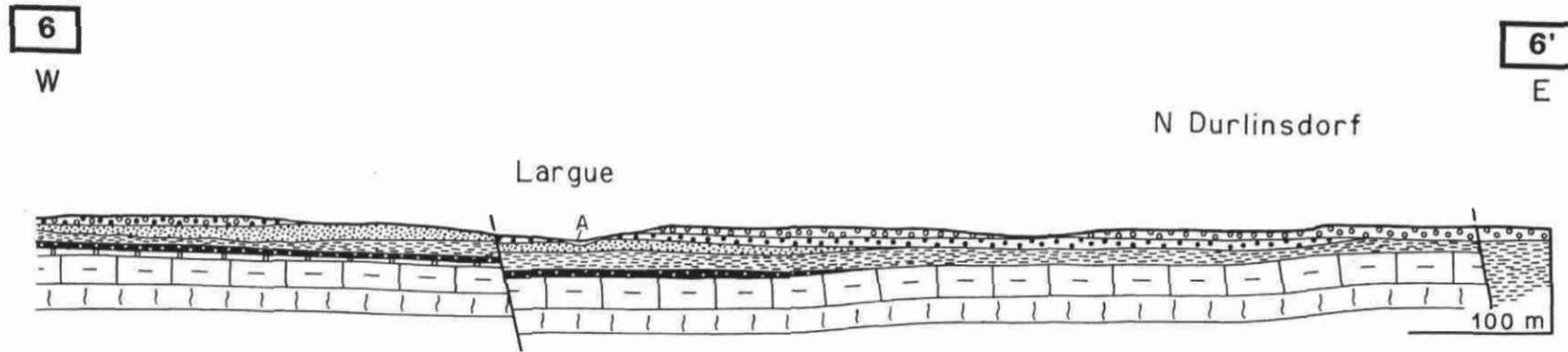
5'



COUPE HYDRO-GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE O.E. à travers le Sundgau.

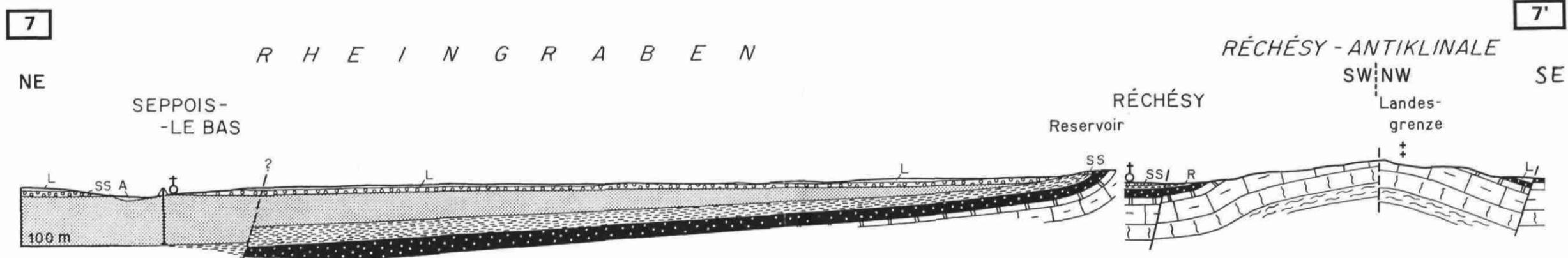
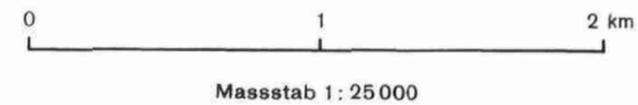
d'après " Ressources naturelles et aménagement de la Région Alsace - Atlas des contraintes Eaux et Nuisances - feuille n° 8 - Mulhouse "

échelle horizontale : 1:200 000 - échelle verticale : 1:10 000



### Geologische Profile durch das Gebiet von Blatt Bonfol

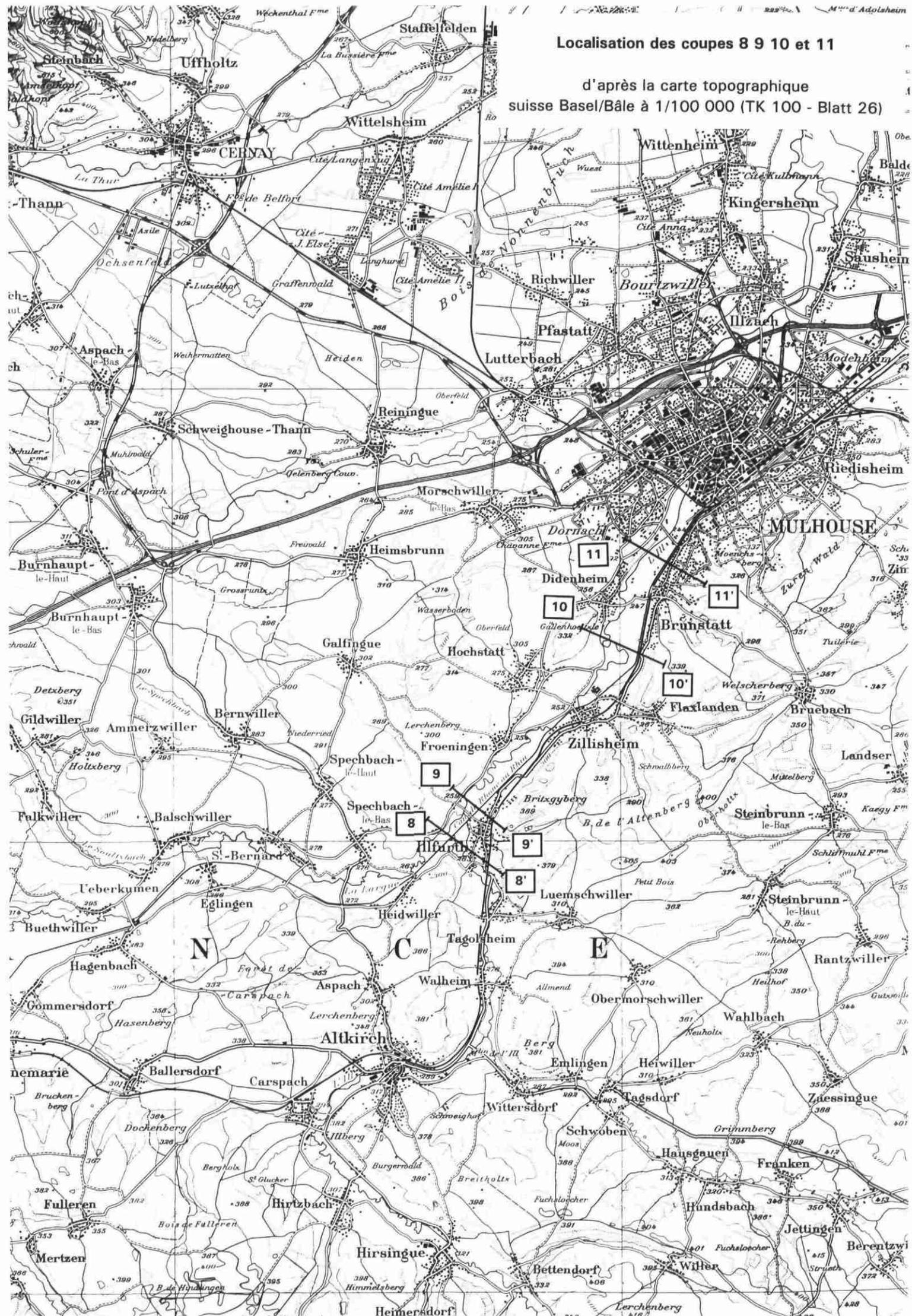
(Lage der Profile vgl. Fig. 1)



d'après Geologischer Atlas der Schweiz 1:25000 (Schweiz. Geol. Komm. ) :  
Erläuterungen Atlasblatt Nr 56 : LINIGER, H (1970) : Blatt 1065 Bonfol

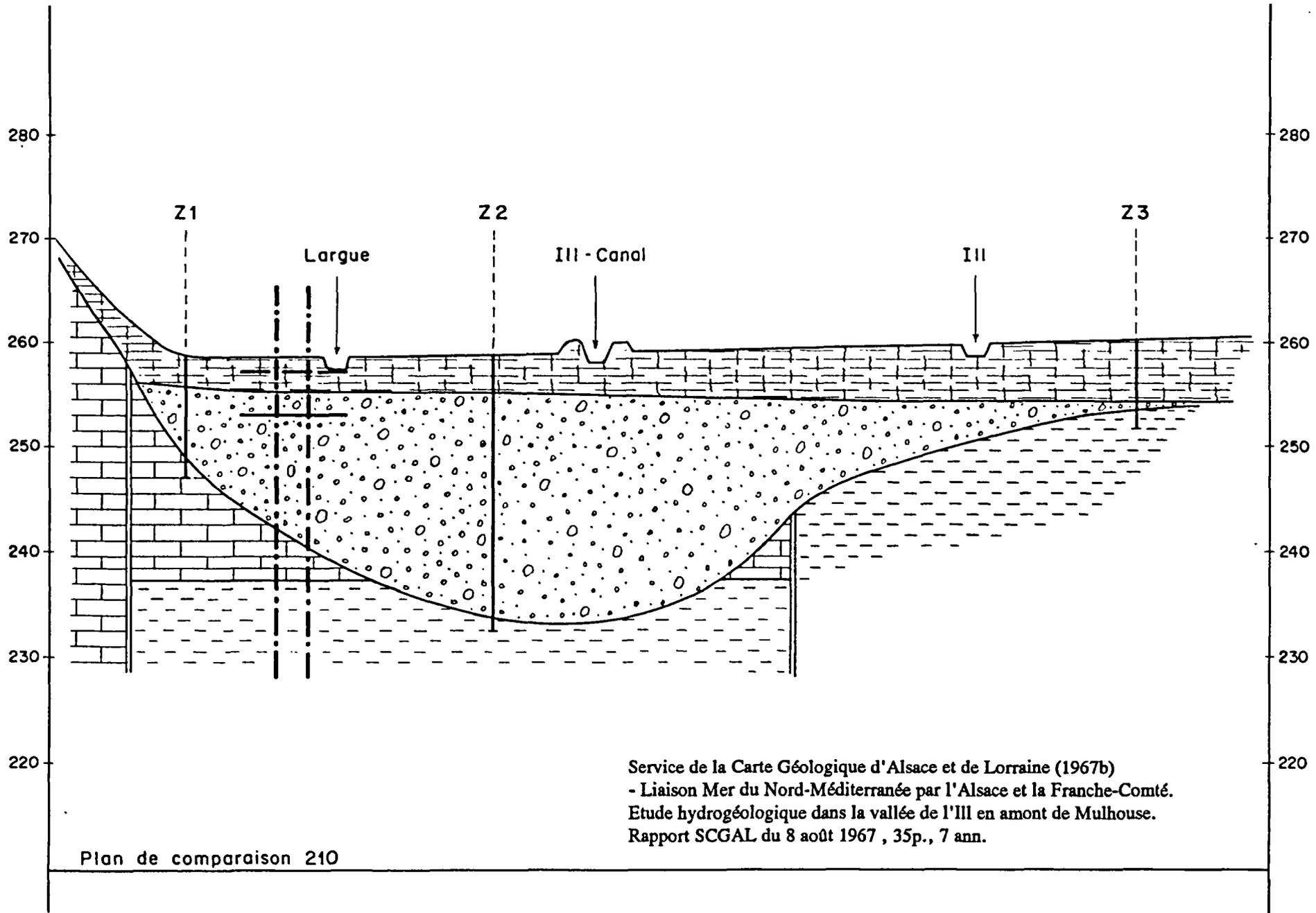
Localisation des coupes 8 9 10 et 11

d'après la carte topographique suisse Basel/Bâle à 1/100 000 (TK 100 - Blatt 26)



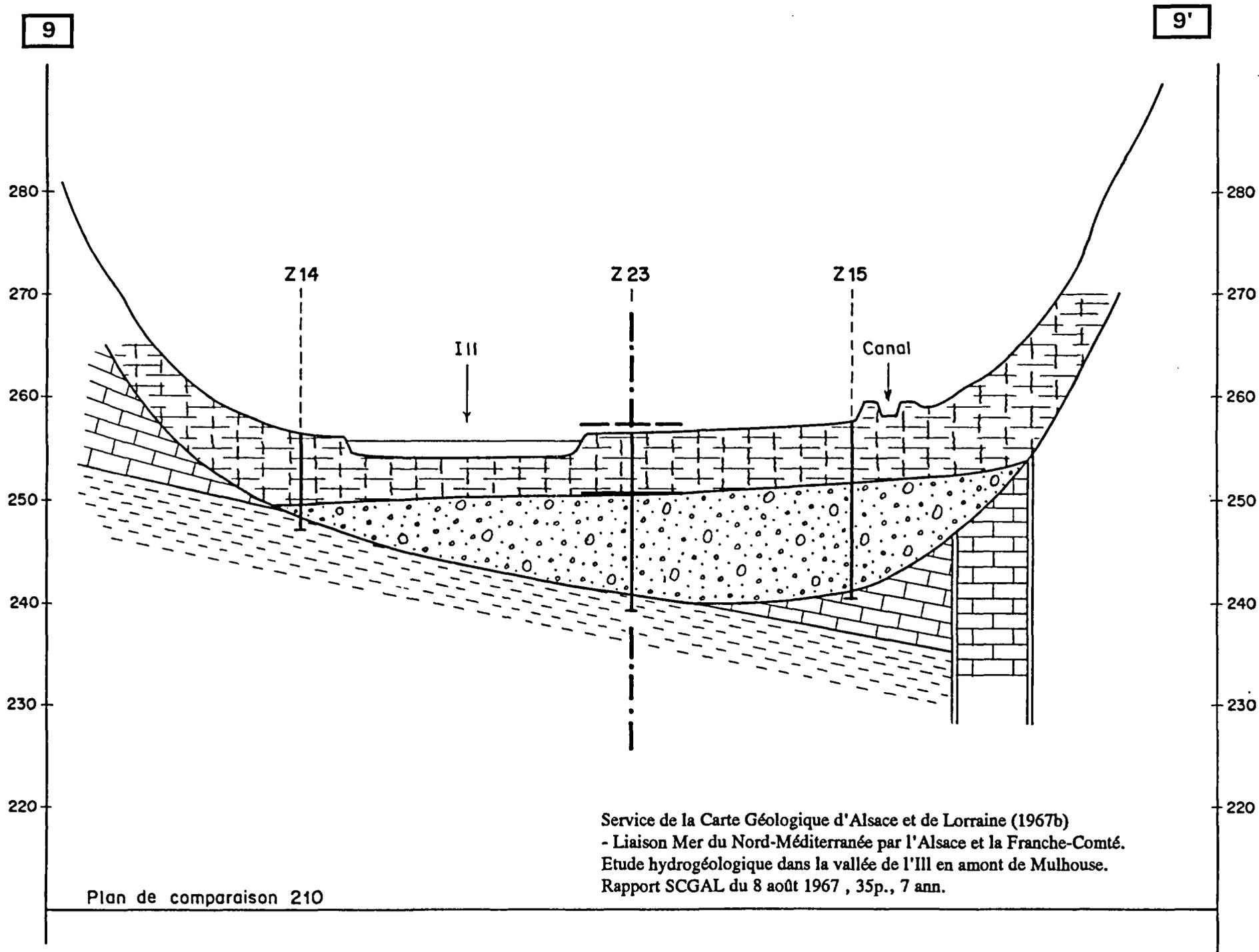
8

8'



Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine (1967b)  
- Liaison Mer du Nord-Méditerranée par l'Alsace et la Franche-Comté.  
Etude hydrogéologique dans la vallée de l'Ill en amont de Mulhouse.  
Rapport SCGAL du 8 août 1967, 35p., 7 ann.

Plan de comparaison 210

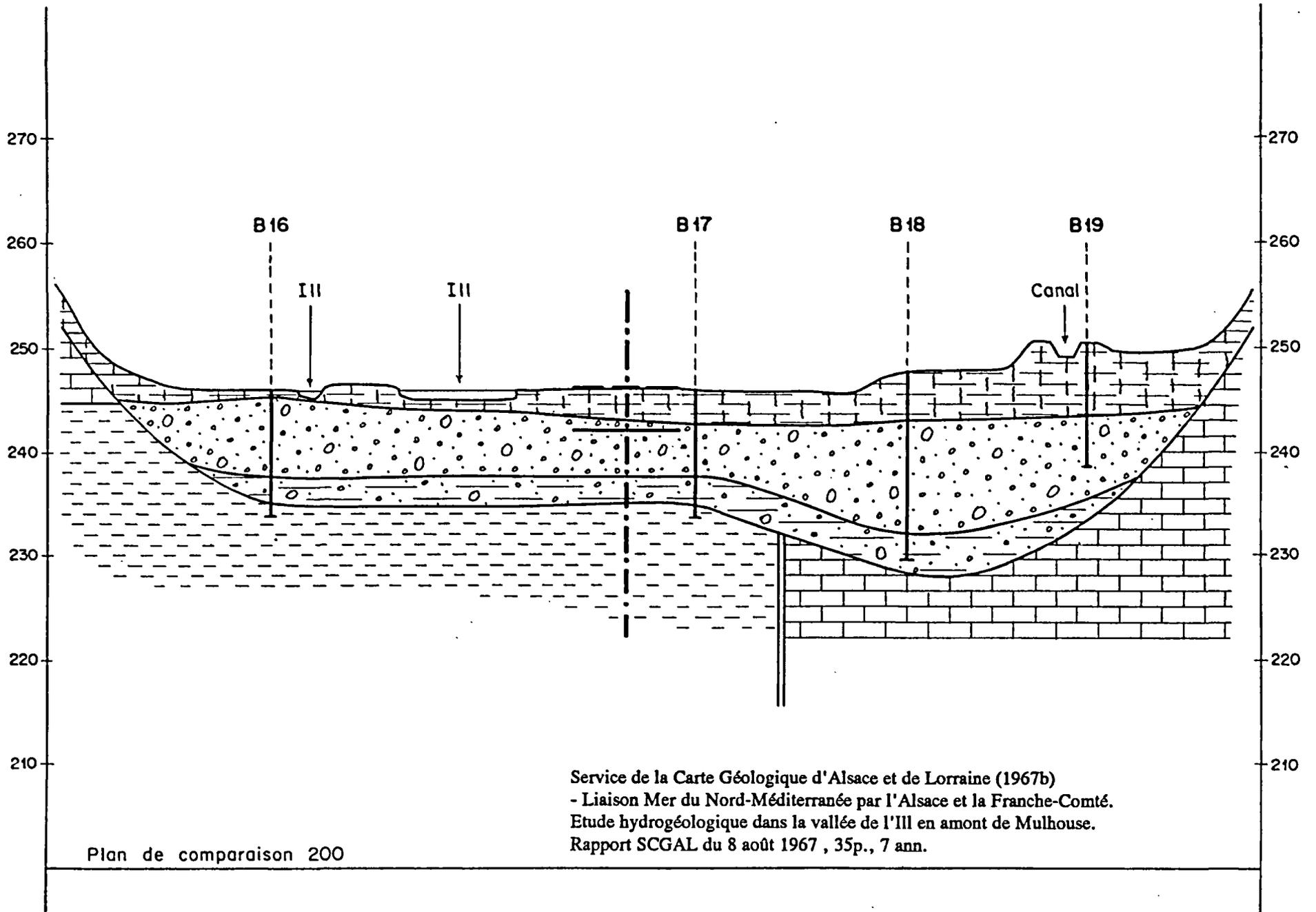


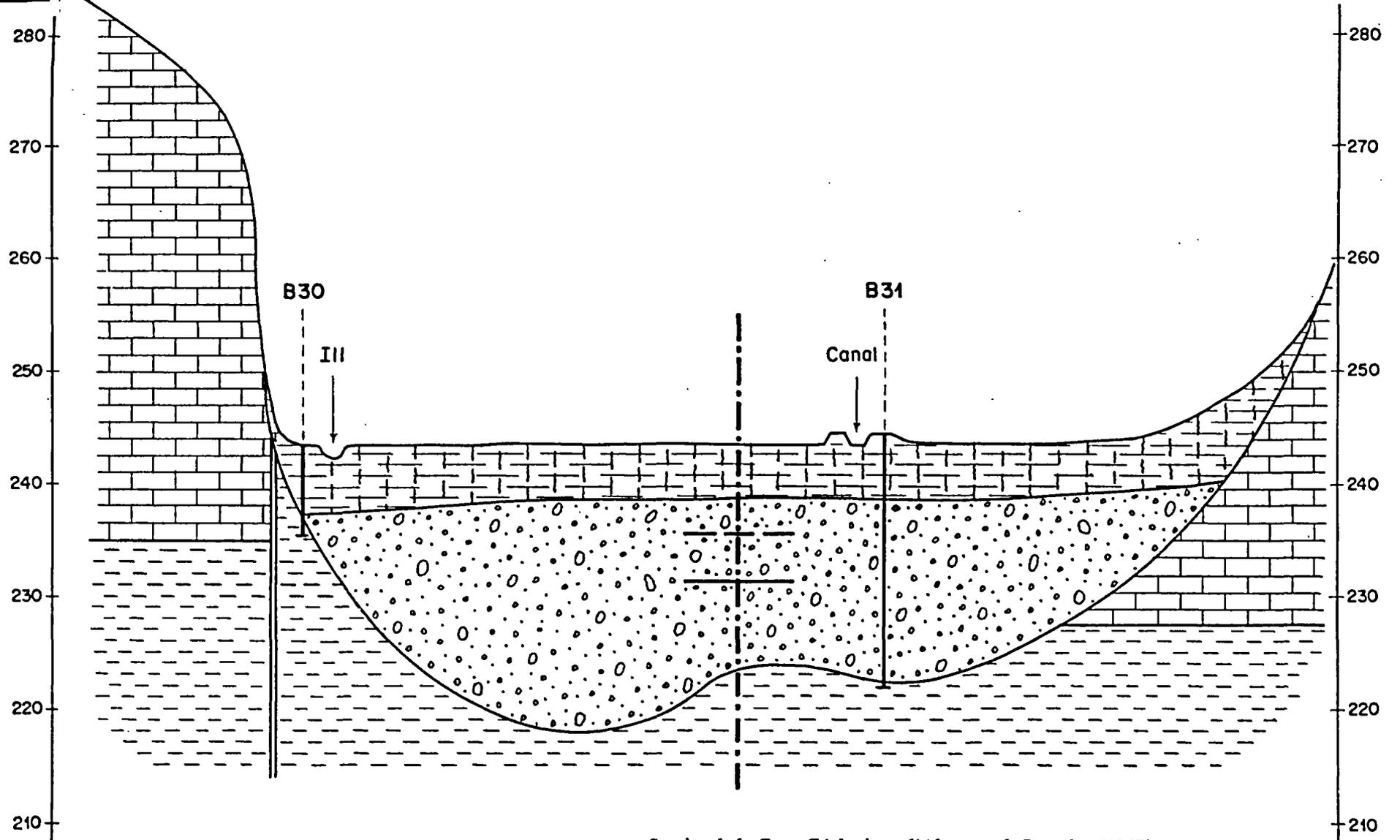
Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine (1967b)  
 - Liaison Mer du Nord-Méditerranée par l'Alsace et la Franche-Comté.  
 Etude hydrogéologique dans la vallée de l'Ill en amont de Mulhouse.  
 Rapport SCGAL du 8 août 1967, 35p., 7 ann.

Plan de comparaison 210

10

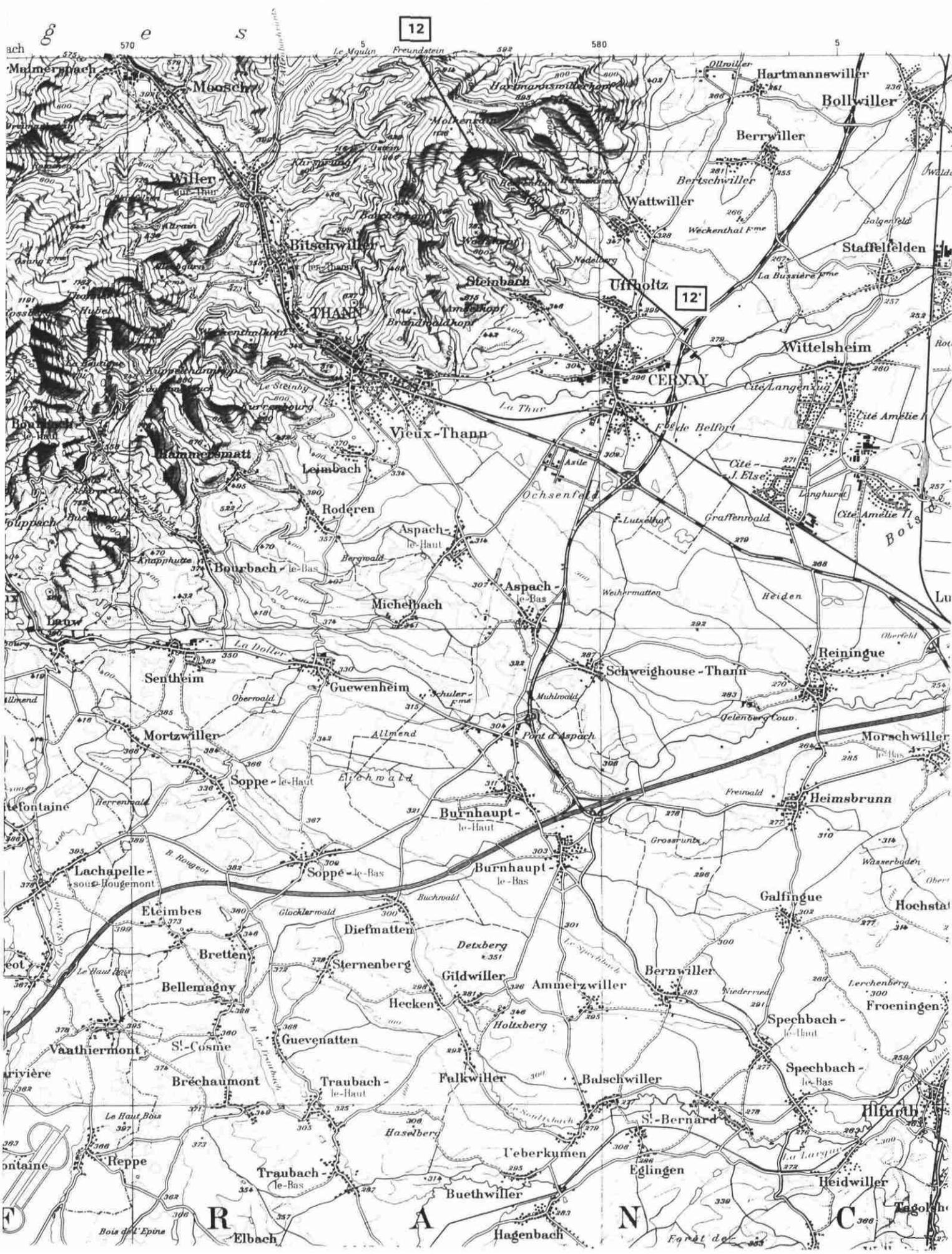
10'



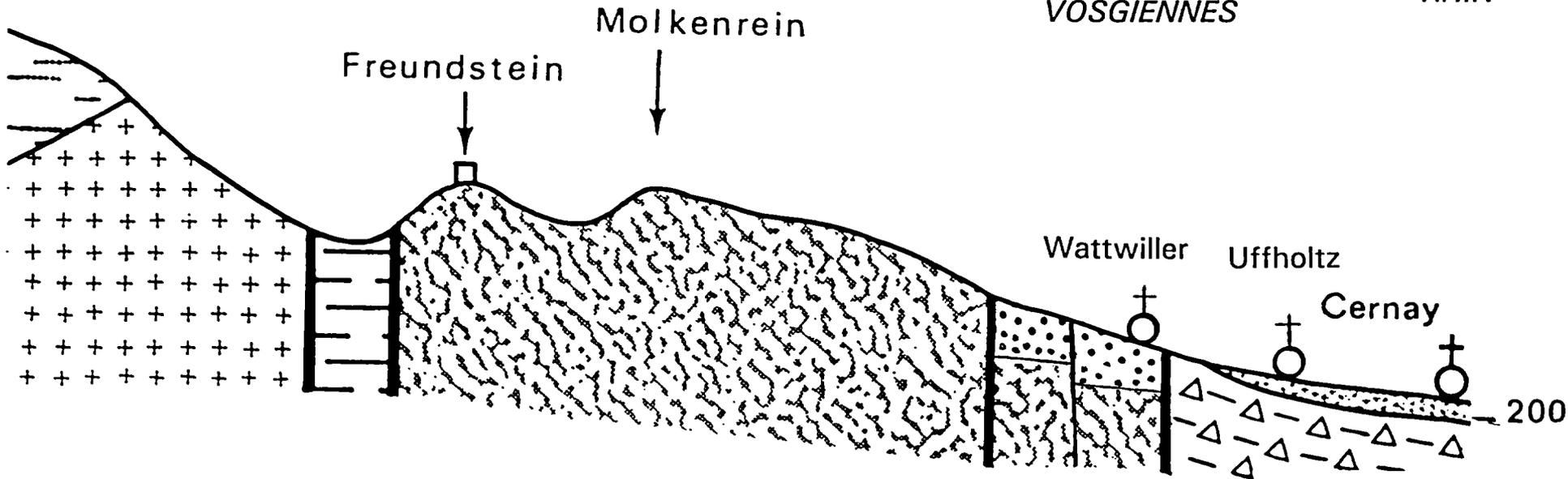


Plan de comparaison 200

Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine (1967b)  
- Liaison Mer du Nord-Méditerranée par l'Alsace et la Franche-Comté.  
Etude hydrogéologique dans la vallée de l'Ill en amont de Mulhouse.  
Rapport SCGAL du 8 août 1967, 35p., 7 ann.



N.O. ——— VOSGES CRISTALLINES ———> COLLINES-SOUS-VOSGIENNES <—— PLAINES DU RHIN ——— S.E.



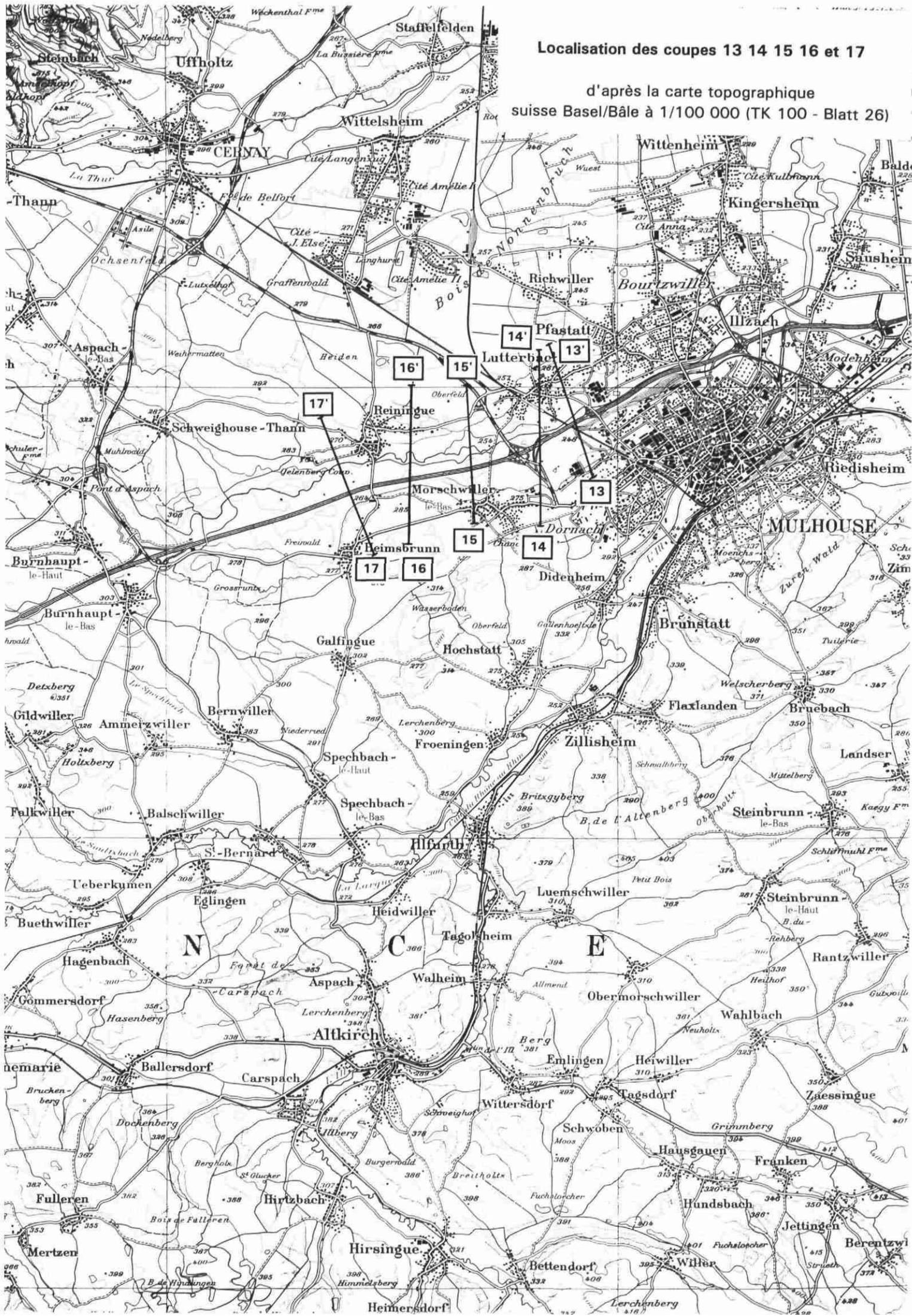
- 
- 

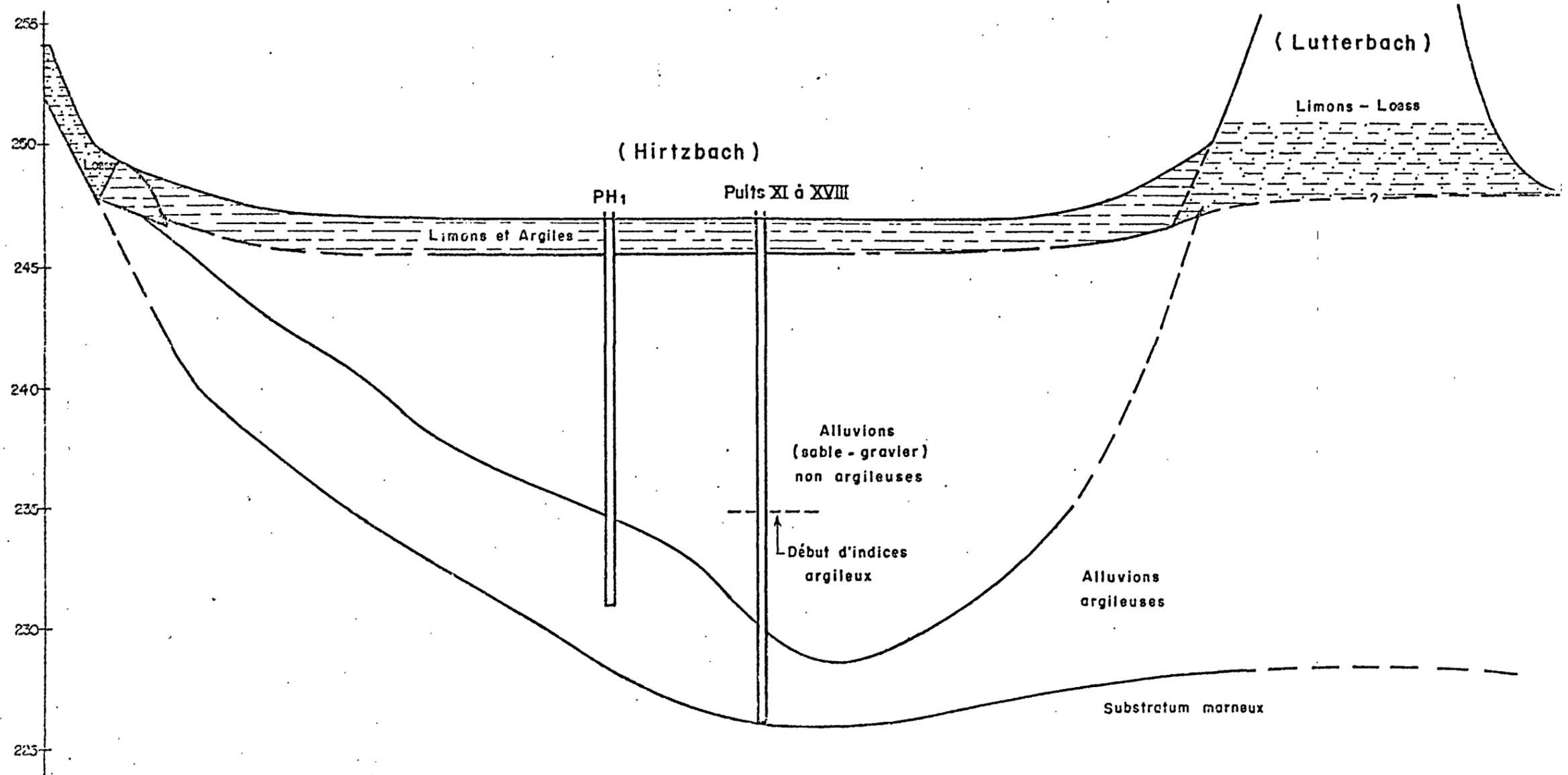
d'après " Ressources naturelles et aménagement de la Région Alsace -  
 Atlas des contraintes Eaux et Nuisances :  
 feuille n° 6 - Thann "

échelle horizontale : 1/50 000 ; échelle verticale : 1/2 000

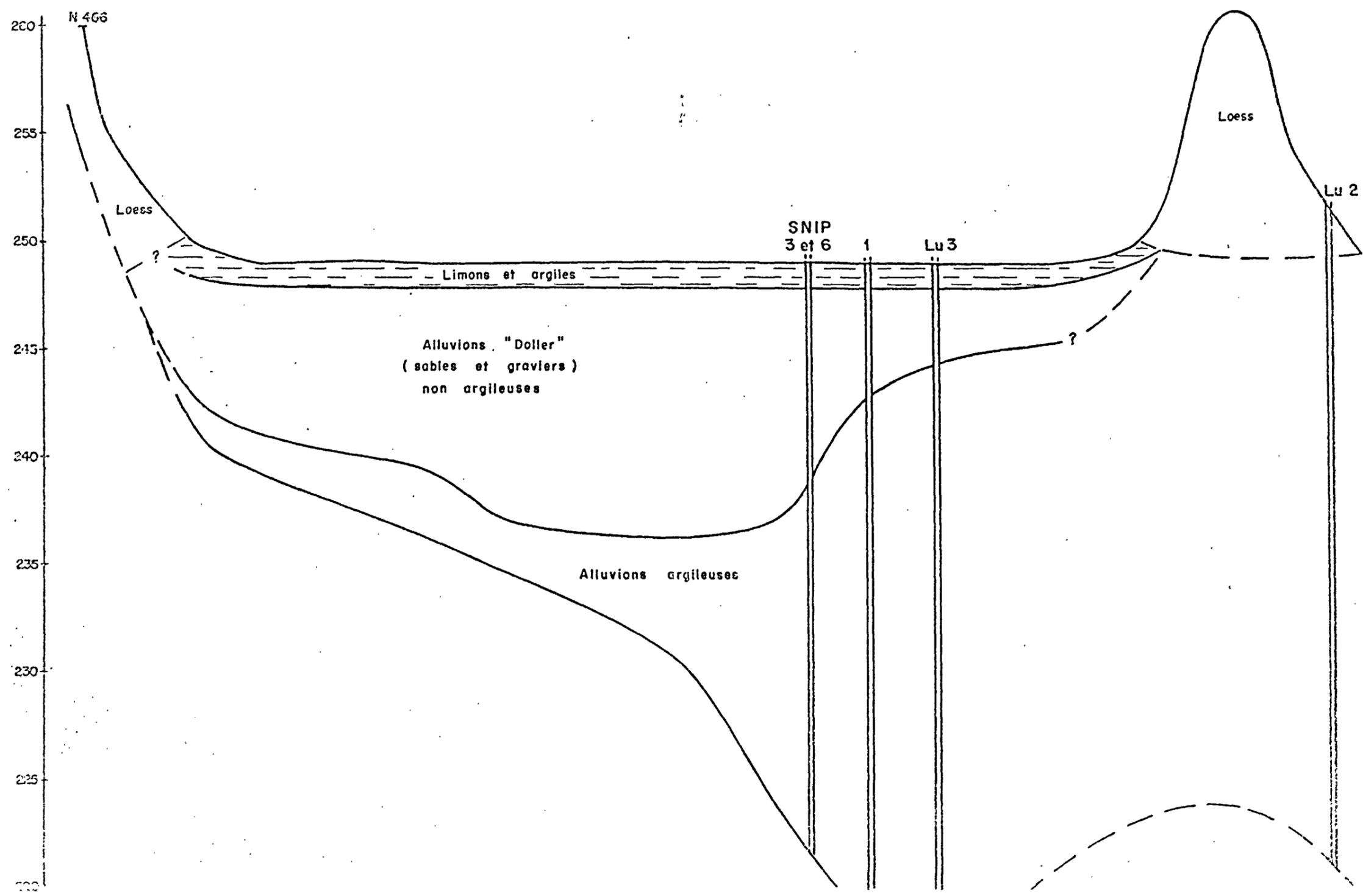
Localisation des coupes 13 14 15 16 et 17

d'après la carte topographique  
suisse Basel/Bâle à 1/100 000 (TK 100 - Blatt 26)

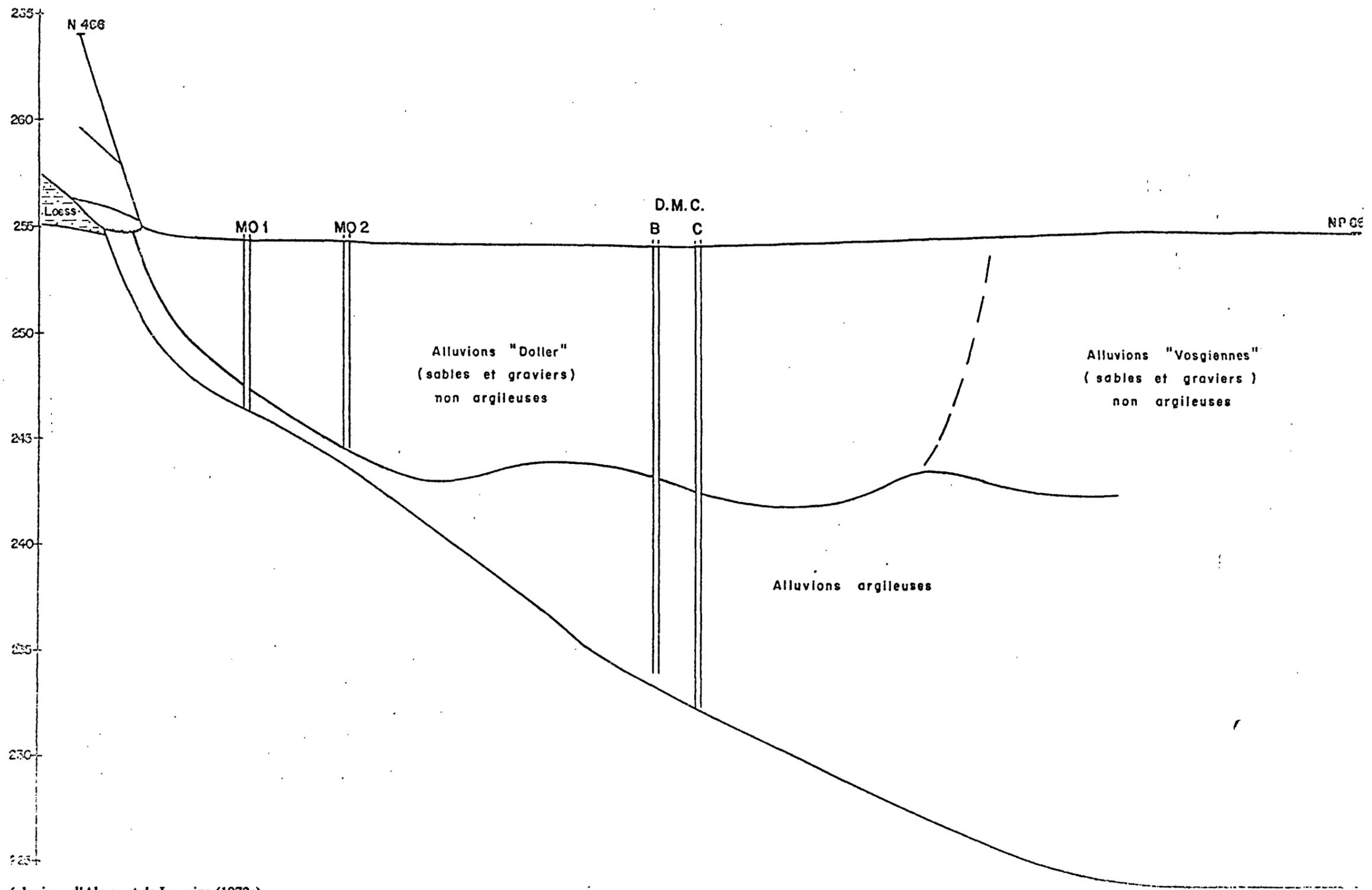




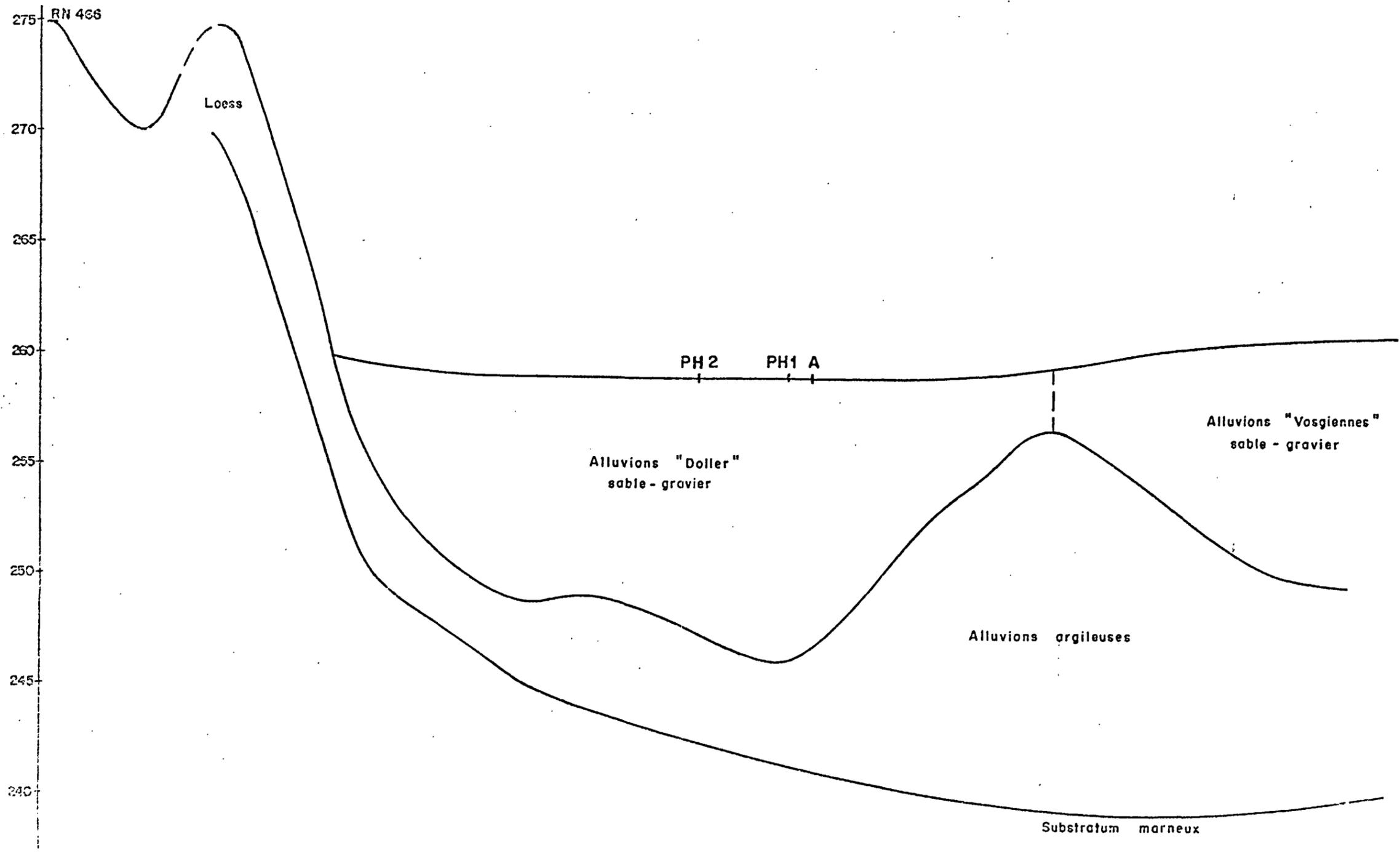
Service géologique d'Alsace et de Lorraine (1972a)  
- Etude hydrogéologique des alluvions de la Doller (Haut-Rhin).  
Rapport de synthèse (1ère phase des travaux). M. DAESSLE, M. GUILLAUME, H. SOMMELET.  
Rapport SGAL du 12 juillet 1972.



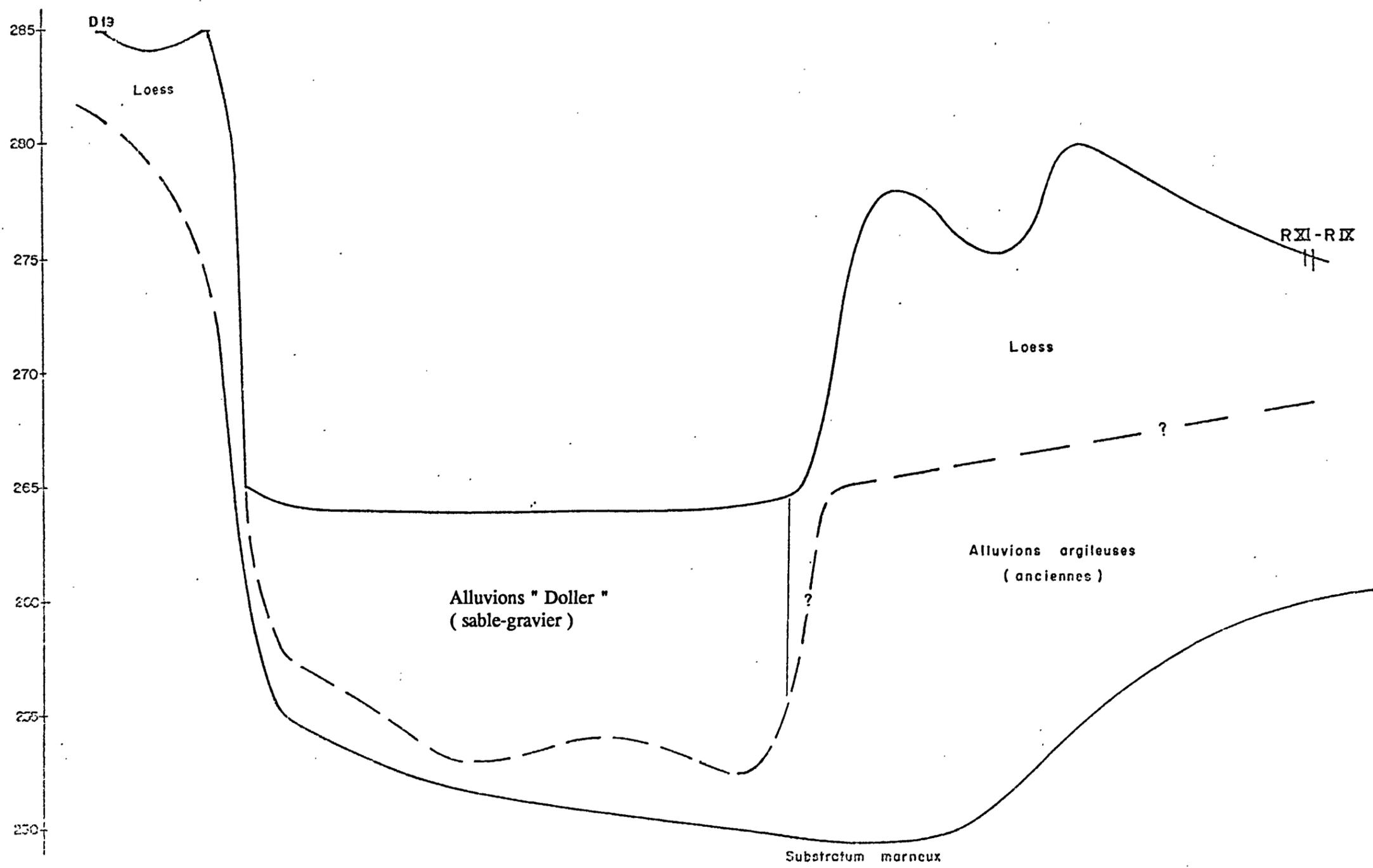
Service géologique d'Alsace et de Lorraine (1972a)  
- Etude hydrogéologique des alluvions de la Doller (Haut-Rhin).  
Rapport de synthèse (1ère phase des travaux). M. DAESSLE, M. GUILLAUME, H. SOMMELET.  
Rapport SGAL du 12 juillet 1972.

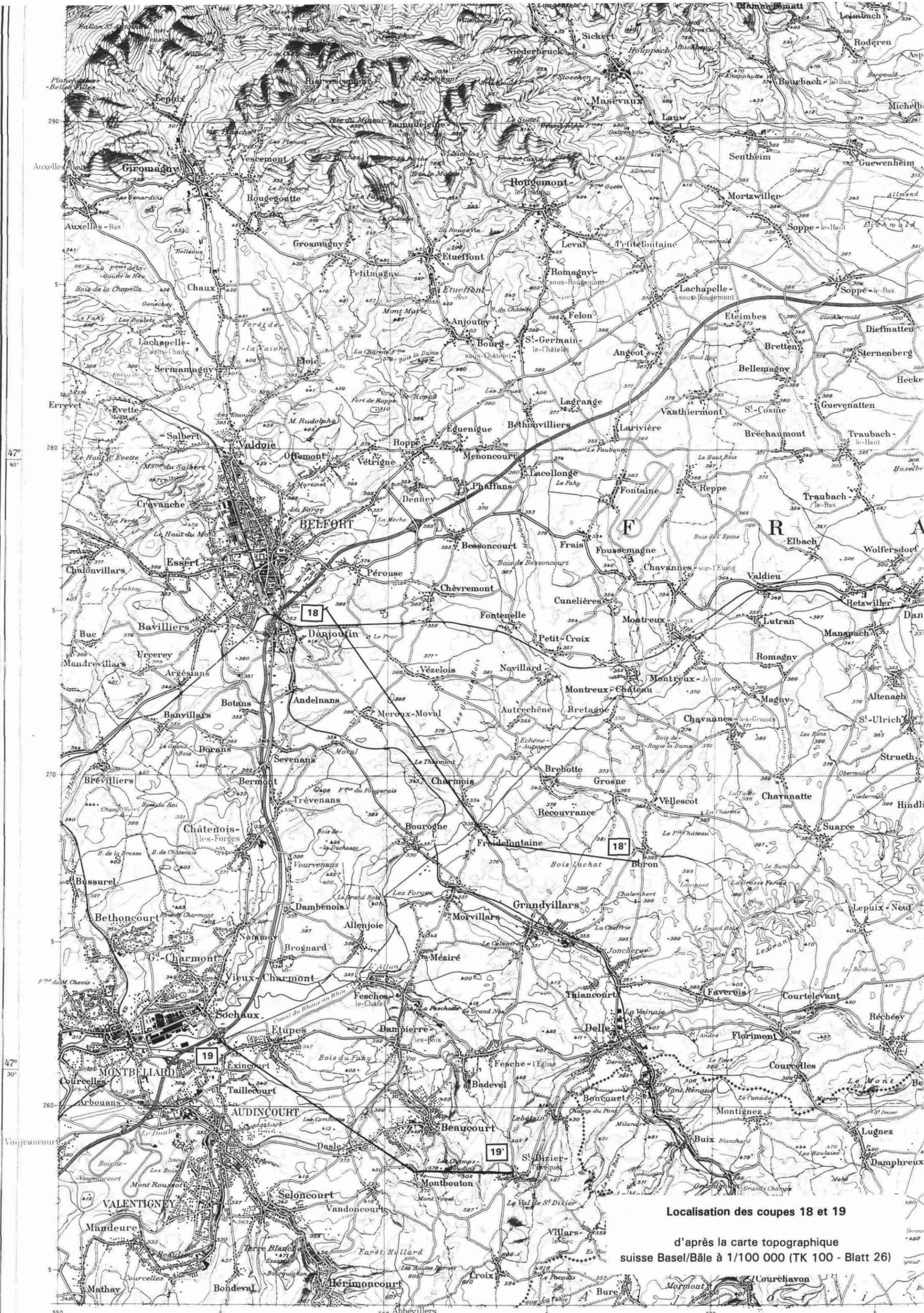


Service géologique d'Alsace et de Lorraine (1972a)  
- Etude hydrogéologique des alluvions de la Doller (Haut-Rhin).  
Rapport de synthèse (1ère phase des travaux). M. DAESSLE, M. GUILLAUME, H. SOMMELET.  
Rapport SGAL du 12 juillet 1972.



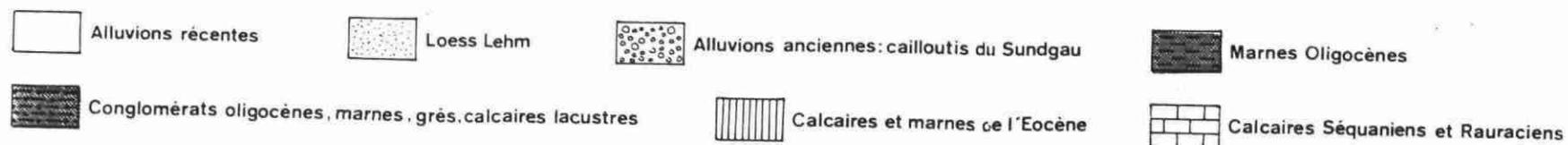
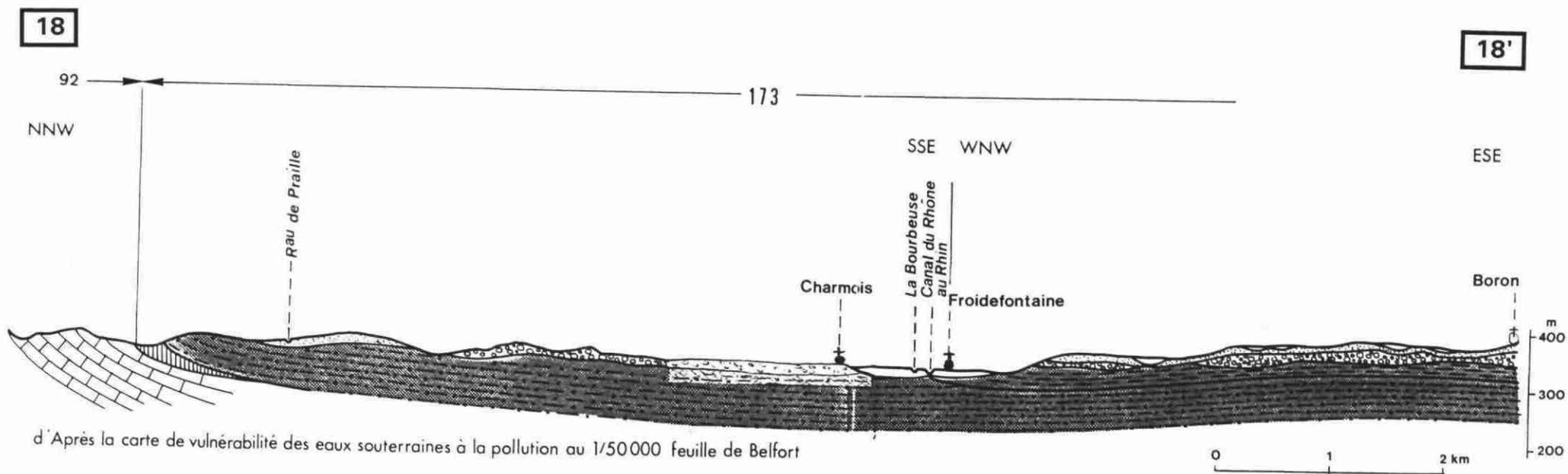
Service géologique d'Alsace et de Lorraine (1972a)  
- Etude hydrogéologique des alluvions de la Doller (Haut-Rhin).  
Rapport de synthèse (1ère phase des travaux). M. DAESSLE, M. GUILLAUME, H. SOMMELET.  
Rapport SGAL du 12 juillet 1972.



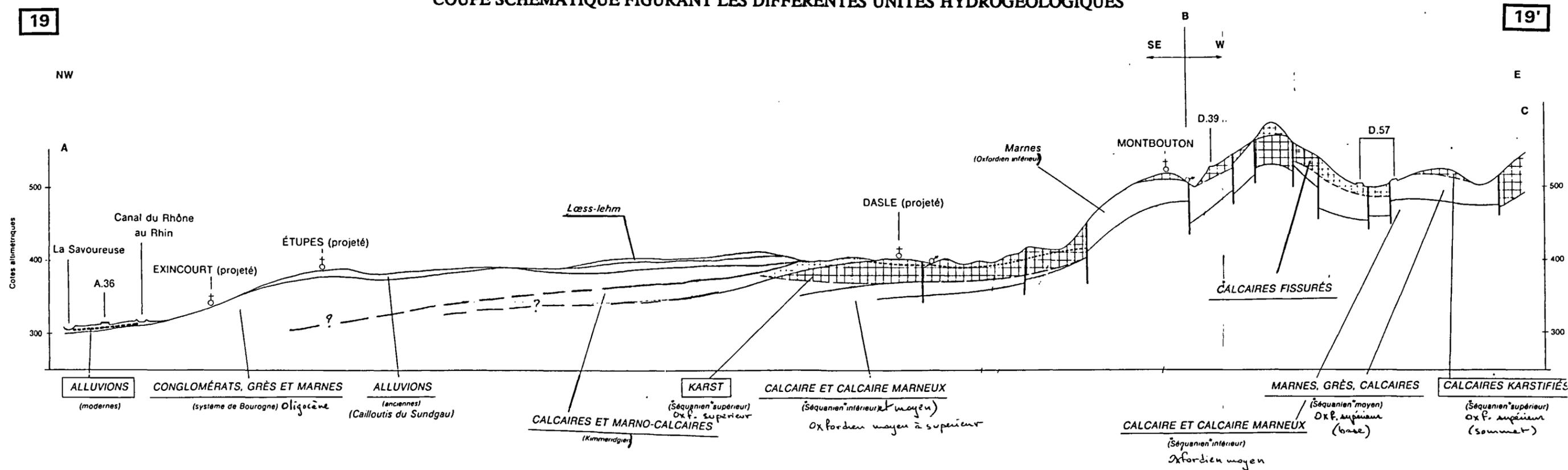


Localisation des coupes 18 et 19

d'après la carte topographique  
suisse Basel/Bâle à 1/100 000 (TK 100 - Blatt 26)



COUPE SCHEMATIQUE FIGURANT LES DIFFERENTES UNITES HYDROGEOLOGIQUES



d'après la carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution au 1/50000  
Feuille de Delle (1981)