

Document public

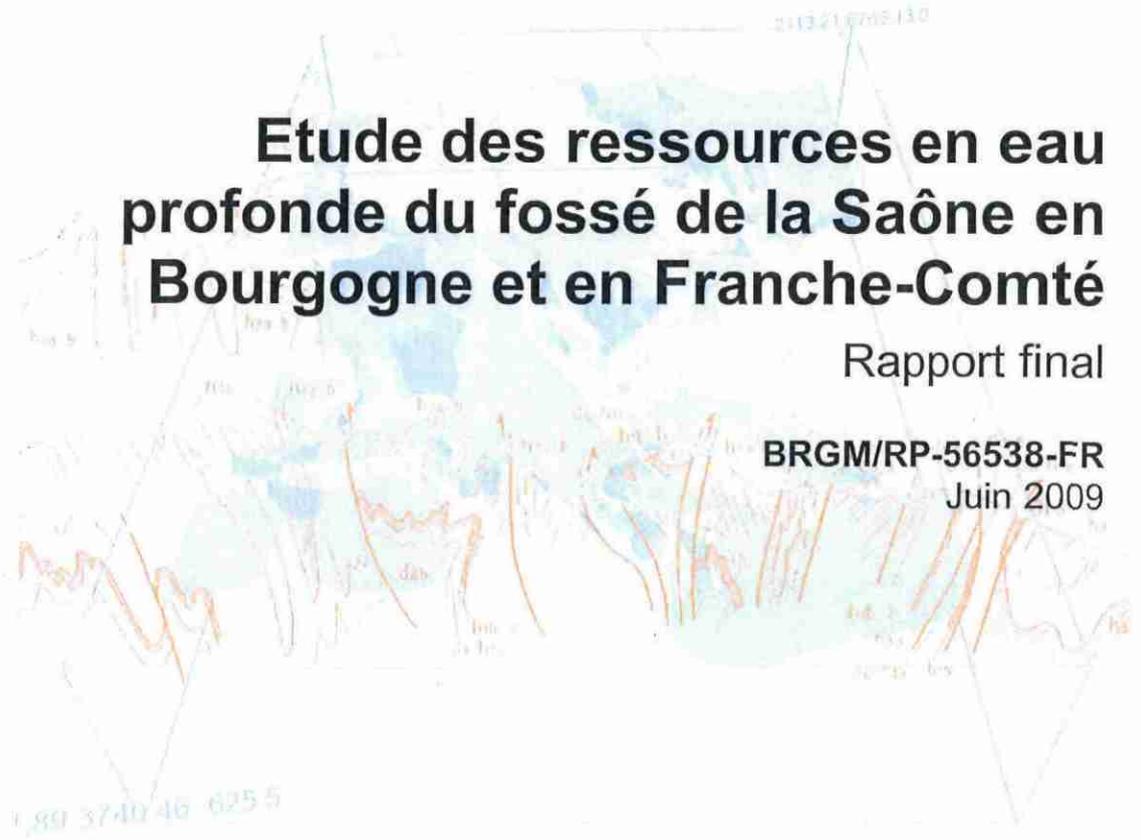


# Etude des ressources en eau profonde du fossé de la Saône en Bourgogne et en Franche-Comté

Rapport final

BRGM/RP-56538-FR

Juin 2009



2020



# Etude des ressources en eau profonde du fossé de la Saône en Bourgogne et en Franche-Comté

Rapport final

**BRGM/RP-56538-FR**  
Juin 2009

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 06EAUC38

**D. JAUFFRET**  
Avec la collaboration de  
**R. COUEFFE, B. TOURLIERE**

<p><b>Vérificateur :</b></p> <p>Nom : C. LEGRAND Date : 02/06/09</p> <p>Signature : </p>
---

<p><b>Approbateur :</b></p> <p>Nom : Y. SIMEON Date : 02/06/09</p> <p>Signature : </p>
---

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,  
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

**Mots clés** : ressource, eaux souterraines, AEP, fossé, Bresse, Saône, Bourgogne, Franche-Comté

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

D. JAUFFRET, avec la collaboration de R. COUEFFE, B. TOURLIERE (2008) – Etude des ressources en eau profonde du fossé de la Saône en Bourgogne et Franche-Comté. Rapport BRGM RP-56538-FR, 199 pages, 50 illustrations + 12 annexes.

© BRGM, 2008, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

Cette étude sur les ressources en eaux profondes du fossé de la Saône en Bourgogne et Franche-Comté a été commandée au BRGM Bourgogne et Franche Comté par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée&Corse. Elle est financée conjointement par cette dernière (à hauteur de 60%) et le BRGM (dotation de service public à hauteur de 40%).

La vulnérabilité des aquifères actuellement exploités pour l'alimentation des principales agglomérations de Côte d'Or et Saône et Loire, la diminution estivale des volumes disponibles pour cause de sécheresse devenant chronique, doivent inciter les gestionnaires à se tourner vers de nouvelles ressources plus pérennes et mieux protégées.

Dans ce cadre, l'étude a donc pour but, d'une part de faire la synthèse des données acquises sur le sujet à partir de toutes les données des études antérieures, notamment les campagnes de géophysique, les données des forages profonds de recherche pétrolière, les études de géologie fondamentale, les forages de recherche d'eau et, d'autre part de définir des secteurs favorables à l'exploitation par forage de ces ressources en eaux souterraines profondes.

Cette étude comporte 4 grandes étapes, la dernière étape découlant des résultats des trois premières étapes, et correspondant à la délimitation de secteurs favorables, potentiellement exploitables pour l'AEP.

### 1<sup>ère</sup> étape : Rappel des connaissances actuelles sur la géologie et l'hydrogéologie du fossé bressan.

Cette 1<sup>ère</sup> étape présente les grandes lignes de la structure géologique du fossé bressan et de ses ressources en eau souterraine, telles qu'elles ont été mises en évidence par les études antérieures.

Le fossé bressan est un fossé d'effondrement tectonique (cf. Illustration 6). Les calcaires jurassiques, qui forment son substratum, affleurent à l'Ouest pour former les plateaux de Bourgogne où leur surface atteint 550 à 600 m d'altitude NGF et à l'Est, pour former les premiers plateaux du Jura, également de 550 à 600 m d'altitude NGF. Entre ces deux zones, ces mêmes calcaires jurassiques forment le substratum du fossé à des profondeurs variant de 100 à près de 2000 m, soit à des altitudes de +100 m à - 1800 m NGF, soit un affaissement de 600 à près de 2500 m par rapport aux bordures. C'est tout au long de l'ère tertiaire (entre 50 et 2 millions d'années) que le fossé s'est formé. Parallèlement à l'affaissement de son substratum, il s'est rempli de dépôts variés, essentiellement des argiles, mais aussi des sables ou des calcaires

C'est grâce à cette structure et à la variété des dépôts de remplissage que les ressources en eaux souterraines peuvent y être intéressantes. Les niveaux sableux ou

de calcaire du fossé contiennent de l'eau exploitable du fait de leur bonne perméabilité. Les calcaires du substratum contiennent aussi des ressources en eau potentiellement intéressantes. En effet, lorsqu'ils étaient émergés, avant l'affaissement du fossé, les calcaires ont été karstifiés d'où la création de nombreux vides qui, maintenant sont remplis d'eau. Par ailleurs, les niveaux argileux, qui sont globalement plus épais que les niveaux perméables, assurent une bonne isolation des niveaux aquifères entre eux et par rapport à la surface.

#### 2<sup>ème</sup> étape : Exploitation des données des forages réalisés dans le domaine de l'étude.

Pour reconnaître des zones où ces ressources en eau profonde peuvent être économiquement intéressantes pour l'alimentation en eau potable, il importe cependant de préciser les grandes lignes évoquées ci-dessus. En effet, certains des niveaux à priori favorables, peuvent être localement absents, ou bien des niveaux sableux peuvent s'avérer, à tel ou tel endroit, argileux et donc peu perméables, ou bien encore, des niveaux calcaires favorables ici, peuvent ne pas l'être plus loin du fait d'une fissuration moindre.

Pour bien délimiter précisément les zones favorables, mais aussi les zones non favorables à éviter, les résultats fournis par l'ensemble des forages réalisés dans le domaine de l'étude ont été exploités.

L'exploitation des données a été réalisée d'après :

- les comptes rendus de chantiers pour les forages pétroliers,
- les dossiers de la Banque de Données du Sous-Sol (BSS) du BRGM pour les forages d'eau.

Elle a porté sur tous les indices pouvant concerner la circulation de l'eau dans les formations recoupées par ces forages (venues d'eau, pertes de circulation, chutes d'outils, salinité des eaux, etc...) et sur les mesures proprement hydrogéologiques réalisées le cas échéant (pompages d'essai et calculs de paramètres hydrodynamiques notamment).

Indépendamment de la perméabilité des formations ou de tout autre paramètre concernant la quantité, les données disponibles sur la physico-chimie des eaux ont été aussi recueillies, notamment la salinité totale des eaux. En effet, les eaux les plus profondes du fossé bressan montrent souvent des salinités importantes, plus de 1 g/l et pouvant aller jusqu'à plus de 100 g/l, ce qui les exclu de l'usage eau potable. Les mentions de minéralisation totale des eaux ont également été relevées.

L'exploitation des données a permis d'établir,

- d'une part une répartition des niveaux en fonction de leur productivité en eau souterraine et,
- d'autre part une zonation de la salinité des eaux, aussi bien latéralement qu'en fonction de la profondeur.

3<sup>ème</sup> étape : Réinterprétation des résultats des campagnes de géophysiques pétrolières et des coupes géologiques informatisées présentes dans la banque du sous-sol du BRGM

Cette étape a abouti à la réalisation de cartes d'isohypses (carte avec courbes de niveau d'égale altitude, en NGF) et d'isopaques (carte avec courbes d'égale épaisseur) des principaux niveaux géologiques du remplissage du fossé bressan.

En effet, si les forages peuvent apporter des données très précises et très complètes, ils n'en demeurent pas moins des ouvrages ponctuels. Le but de cette 3<sup>ème</sup> étape a été de dresser des cartes, sur toute l'étendue du domaine de l'étude, correspondant aux altitudes et épaisseurs des principaux niveaux.

Ces cartes ont été réalisées :

- à partir des données fournies par les campagnes de géophysique pétrolière (géophysique par méthode sismique le plus souvent)
- et des coupes géologiques informatisées de tous les forages archivés en banque des Données du Sous-Sol (BSS) du BRGM.

Six niveaux représentatifs de la structure du fossé bressan ont ainsi été cartographiés. Pour chacun de ces six niveaux ont été établies :

- une carte en isohypses du toit (sommet) ou du mur (base) du niveau concerné,
- une carte en isobathes (iso-profondeurs) du toit ou du mur du niveau concerné
- une carte en isopaques du niveau concerné.

Parmi ces cartes on retiendra plus particulièrement :

- la carte des isohypses de la base des dépôts plio-quadernaires (essentiellement argileux et constituant l'élément protecteur des ressources aquifères profondes du fossé bressan par rapport aux pollutions de surface) ;
- la carte des isopaques des dépôts plio-quadernaires (correspondant globalement à l'épaisseur des formations protectrices des aquifères sous-jacents,
- la cartes des isohypses de la base des dépôts du Miocène qui se confond avec la carte du toit des dépôts oligocènes ; l'Oligocène renferme de nombreux niveaux calcaires qui s'avèrent souvent aquifères ;
- la carte des isohypses du toit des calcaires jurassiques supérieurs ; ces calcaires, comme déjà dit plus haut, constituent le substratum du fossé bressan. Etant souvent karstifiés, ils constituent une ressource aquifère intéressante, sous réserve cependant que leur eau ne soit pas salée.

### Dernière partie : Détermination des secteurs favorables à des recherches d'eau pour l'alimentation en eau potable.

Dans cette 4<sup>ème</sup> partie, à partir des résultats issus des trois grandes étapes de l'étude, on définit des zones de ressources aquifères potentiellement exploitables, c'est-à-dire des zones qui doivent être réservées prioritairement à l'usage eau potable. Les données disponibles dans la base de données BSS et les données bibliographiques (rapports, forages pétroliers...) ont fourni des données hydrogéologiques. Celles-ci ont permis de délimiter des secteurs favorables, ajustés grâce aux cartes des isohypses des toits des formations réalisées à l'étape 3.

Les critères retenus pour le choix des zones finales a tenu compte :

- de la bonne qualité actuelle de leur eau,
- de leur bonne protection naturelle vis-à-vis des risques de pollution,
- et enfin de leur proximité de centres de consommations importants (grosses agglomérations).

Sur la zone de l'étude, le projet de SDAGE Rhône-Méditerranée désigne au moins 4 masses d'eau dans lesquelles des ressources stratégiques sont à délimiter :

- FR\_DO\_227 : calcaires sous couverture du pied des Côtes chalonaise et mâconnaise,
- FR\_DO\_228 : calcaires jurassiques sous couverture en pied de Côte bourguignonne,
- FR\_DO\_233 : calcaires oligocènes et formations alluviales plio-quadernaires sous couverture du pied de Côte (Vignolles, Meuzin),
- FR\_DO\_329-A, B et C : alluvions de la plaine des Tilles (A), nappe de Dijon-Sud (B), nappes profondes (C).

Neuf zones de ressources potentiellement exploitables pour AEP ont été ainsi mises en évidence, dont 7 incluses dans les masses d'eau citées ci-dessus :

- 1) les niveaux de calcaires tertiaires (Oligocène et Eocène) de l'Est Dijonnais (masse d'eau<sup>1</sup> stratégique<sup>2</sup> d'appartenance : FR\_DO\_329-C et FR\_DO\_228 si les niveaux jurassiques sous-jacents sont pris en compte) ;

---

<sup>1</sup> Une masse d'eau est le découpage territorial élémentaire des milieux aquatiques, destinée à être l'unité d'évaluation de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau).

<sup>2</sup> On entend par ressource en eau stratégique, au sens du SDAGE Rhône-Méditerranée (Projet de SDAGE – Consultation du public 15 avril-15 octobre 2008. Orientation fondamentale n° 5E. Page 108), une ressource, soit de qualité chimique conforme ou proche des critères de qualité des eaux distribuées tels que fixés dans la directive 98/83/CE, soit importante en quantité, soit bien située par rapport aux zones de forte consommation (actuellement ou dans le futur) pour des coûts d'exploitation acceptables.

- 2) les graviers profonds de la Tille (masse d'eau stratégique d'appartenance : **FR\_DO\_329-A**) ;
- 3) les graviers profonds de Dijon-Sud (masse d'eau stratégique d'appartenance : **FR\_DO\_329-B**) ;
- 4) les formations profondes (graveleuses ou calcaires) de la plaine de Nuits (masse d'eau stratégique d'appartenance : **FR\_DO\_233**) ;
- 5) les formations profondes (graveleuses ou calcaires) de la plaine de Beaune dites « nappe de Vignoles » (masse d'eau stratégique d'appartenance : **FR\_DO\_233**) ;
- 6) les calcaires jurassiques sous couverture plio-quadernaire en pied de Côte chalonaise (en rive droite de la Saône de Chagny à Tournus) (masse d'eau stratégique d'appartenance : **FR\_DO\_227**) ;
- 7) les calcaires jurassiques sous couverture plio-quadernaire et tertiaire des abords de Cuisery (rive gauche de la Saône) (masse d'eau stratégique d'appartenance : **FR\_DO\_227**) ;
- 8) les calcaires oligocènes et éocènes des environs de Louhans (hors appartenance à une masse d'eau : découpage en masses d'eau à redéfinir) ;
- 9) le faciès particulier du Miocène entre Dole et la plaine Saône-Doubs (formations grossières en pied du massif de la Serre) (hors appartenance à une masse d'eau : découpage en masses d'eau à redéfinir).

Parmi les neuf secteurs de ressources potentiellement exploitables pour l'AEP définis précédemment, trois secteurs apparaissant comme les plus favorables à des recherches d'eau souterraine ont été retenus. Les critères de sélection, issus des données connues en bibliographie ou BSS, de ces trois zones ont été la présence d'une ressource en eau souterraine :

- de salinité inférieure à 1 g/l,
- de profondeur inférieure à 500 m,
- susceptible de fournir par pompage en forage un débit d'environ au moins 50 m<sup>3</sup>/h ;

Le secteur 1 qui équivaut à la zone n° 9, est situé en limite des départements du Jura et de la Côte-d'Or, au Sud-Ouest de Dole. Le niveau recherché est un faciès particulier et localisé des dépôts miocènes (conglomérats et graviers) dont le toit est compris entre 125 et 200 m de profondeur environ.

Le secteur 2, qui équivaut la zone n° 8, est en Bresse louhannaise, au Nord de Louhans. Il concerne des niveaux de calcaires oligocènes situés entre environ 250 et 400 m de profondeur.

Le secteur 3, qui équivaut à la zone n° 7, est situé en rive gauche de la Saône au droit de Tournus. Il concerne les calcaires du Jurassique supérieur, assez proches de la surface en ce secteur (environ 120 m de profondeur) mais bien protégés car recouverts d'au moins 100 m de formations plio-quadernaires peu perméables (essentiellement argileuses).

En chacun de ces trois secteurs, il conviendrait :

- de choisir, en fonction de l'occupation des sols et des tracés des réseaux existants, 4 ou 5 sites pour de futurs forages,
- puis de faire, sur chacun de ces sites, soit des prospections géophysiques par des méthodes appropriées (par sondages électriques par exemple pour des profondeurs du niveau cible inférieures à 100 ou 150 m ou par sismique pour des profondeurs plus importantes) ou bien par réinterprétation fine et localisée des campagnes de géophysique pétrolière et des coupes et rapports de chantier des forages pétroliers (et autres) voisins des sites.

## Sommaire

<b>1. Préambule .....</b>	<b>15</b>
1.1. OBJECTIFS DE L'ETUDE .....	15
1.2. SECTEUR ETUDIE.....	17
1.3. ORGANISATION DE L'ETUDE .....	23
<b>2. Synthèse documentaire .....</b>	<b>25</b>
2.1. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE .....	25
2.1.1. Organismes consultés .....	25
2.1.2. Bilan sur les documents consultés .....	25
2.2. GEOLOGIE DE LA BRESSE .....	27
2.2.1. Histoire géologique du fossé bressan .....	28
2.2.2. Structure du fossé bressan.....	33
2.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE DE LA BRESSE .....	41
2.3.1. Inventaire des réservoirs aquifères potentiels .....	41
2.3.2. Quelques éléments concernant l'alimentation des aquifères profonds du fossé bressan .....	45
<b>3. Apport des forages profonds et semi-profonds .....</b>	<b>47</b>
3.1. GENERALITES.....	47
3.2. EXTREMITE NORD DU FOSSE BRESSAN (AU NORD DU CONFLUENT SAONE-DOUBS) : FORMATIONS TERTIAIRES (OLIGOCENE ET EOCENE) ET SOUS-JACENTES. ....	53
3.2.1. Rappel de la structure de cette zone .....	53
3.2.2. Formations tertiaires .....	53
3.2.3. Formations sous-jacentes au Tertiaire : Crétacé et Jurassique supérieur	57
3.3. FORMATIONS PLIO-QUATERNAIRES DE PIED DE COTE AU NORD DU CONFLUENT SAONE-DOUBS (NAPPE PROFONDE DE LA TILLE, NAPPE DE DIJON-SUD, NAPPES PROFONDES DE LA PLAINE DE NUITS ET DU MEUZIN, NAPPE PROFONDE DE VIGNOLES) .....	60
3.3.1. Nappe alluviale de la Tille (nappe profonde) .....	60
3.3.2. Nappe de Dijon-Sud (nappe profonde).....	63
3.3.3. Nappe de Vignoles .....	66

3.3.4. Nappe du Meuzin et de la plaine de Nuits (nappe profonde).....	70
3.4. FORMATIONS PLIO-QUATERNAIRES DU FOSSE BRESSAN AU SUD DU CONFLUENT SAONE-DOUBS.....	71
3.5. FOSSE BRESSAN AU SUD DU CONFLUENT SAONE-DOUBS : FORMATIONS TERTIAIRES (MIOCENE, OLIGOCENE ET EOCENE) ET SOUS-JACENTES. ....	74
3.5.1 En pied de Côte chalonnaise et dans le Tournugeois.....	74
3.5.2. Val de Saône et Bresse proprement dite (Est de la Saône).....	75
<b>4. Cartographie structurale en isohypses de 6 niveaux.....</b>	<b>79</b>
4.1. OBJECTIFS.....	79
4.2. CONSTRUCTION DU MODELE MULTICOUCHE : GENERALITES.....	79
4.3. CHOIX DES NIVEAUX A CARTOGRAPHIER - DEFINITION DE LA PILE LITHOSTRATIGRAPHIQUE .....	83
4.4. DONNEES INTEGREES AU MODELE.....	86
4.4.1. Pile lithostratigraphique.....	86
4.4.2. Topographie de surface .....	86
4.4.3. Informations géologiques de surface .....	87
4.4.4. Informations géologiques de subsurface .....	87
4.4.5. Schéma structural .....	94
4.5. PARAMETRES DE CALCUL DU MODELE .....	97
4.6. CLES DE LECTURE DES CARTES EN ISOHYPSES / ISOPAQUES .....	97
4.7. INCERTITUDES ET LIMITES D'USAGE DES DONNEES FOURNIES.....	99
<b>5. Définition des niveaux et des grandes zones à ressources aquifères     potentielles .....</b>	<b>101</b>
<b>6. Secteurs favorables pour des recherches d'eau souterraine en vue de     l'alimentation en eau potable .....</b>	<b>123</b>
6.1. SECTEUR 1 : DEPARTEMENT DU JURA, ENVIRONS SUD ET SUD-OUEST DE TAVAUX : FACIES GROSSIERS DU MIOCENE.....	123
6.2. SECTEUR 2 : DEPARTEMENT DE LA SAONE-ET-LOIRE, EN BRESSE LOUHANNAISE : CALCAIRES CAPTIFS DE L'OLIGOCENE .....	127

6.3. SECTEUR 3 : DEPARTEMENT DE LA SAONE-ET-LOIRE, EN RIVE GAUCHE DE LA SAONE AU DROIT DE TOURNUS : CALCAIRES JURASSIQUES CAPTIFS.....	129
--	-----

<b>7. Conclusions .....</b>	<b>131</b>
-----------------------------	------------

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Géographie de la Bresse (d'après P. Senac, 1981).....	17
Illustration 2: Localisation générale du secteur d'étude.....	18
Illustration 3 : Contexte géographique du secteur d'étude .....	19
Illustration 4 : fond de carte au 1/250 000.....	21
Illustration 5 : Extrait de la carte géologique au 1/1 000 000.....	27
Illustration 6 : Coupe synthétique illustrant le contexte structural actuel du fossé bressan.....	30
Illustration 7 : Répartition des formations pliocènes (Mém. BRGM n°125 – 1984) .....	31
Illustration 8 : Coupe stratigraphique schématique du Pliocène de la Bresse (Mém. BRGM n°125 – 1984).....	32
Illustration 9: Principaux éléments structuraux du fossé bressan (d'après synthèse Sud-Est -1984).....	34
Illustration 10 : Carte isohypse du mur du Cénozoïque.....	37
Illustration 11 : Carte en isohypses du toit du Jurassique supérieur calcaire.....	39
Illustration 12 : Carte du semis des ouvrages dépouillés .....	49
Illustration 13 : Localisation des subdivisions .....	52
Illustration 14 : Carte du contour du chenal profond de la nappe de la Tille .....	61
Illustration 15 : Contour du chenal profond de Dijon Sud .....	64
Illustration 16 Coupe géologique NNW-SSE schématique de la nappe de Dijon Sud (extraite de CPGF, août 1992: .....	65
Illustration 17 : Contour géographique des deux ensembles aquifères de la nappe de Vignoles (d'après CPGF, études 2619-3003, février 1987).....	68
Illustration 18 : Bloc diagramme géologique de l'aquifère multi-couche de la nappe de Vignoles (d'après CPGF, études 2619-3003, février 1987).....	69
Illustration 19 : Légende du bloc diagramme (d'après CPGF, études 2619-3003, février 1987) .....	69
Illustration 20 : Limite du modèle multicouche réalisé dans le cadre de l'étude, sur fond géologique à 1/1 000 000.....	84
Illustration 21 : Colonne lithostratigraphique synthétique des terrains paléozoïques à cénozoïques, utilisée pour la confection du modèle couvrant la vallée de Saône, la	

Bresse et les Dombes. Descriptions lithologiques succinctes, épaisseurs approximatives, stratigraphie, codage simplifié et position des niveaux cartographiés.....	85
Illustration 22 : Pile lithostratigraphique synthétique utilisée pour la confection du modèle .....	86
Illustration 23 : Ouvrages recensés en BSS sur le domaine d'étude .....	88
Illustration 24 : Localisation des sondages géologiques utilisés pour la confection du modèle, sur fond géologique au 1/1 000 000 .....	89
Illustration 25 : Statistiques sur le nombre d'ouvrages atteignant les niveaux cartographiés dans le modèle .....	90
Illustration 26 : Localisation des lignes sismiques retraitées, sur fond géologique au 1/1000000 .....	91
Illustration 27 : Localisation des points de conversion temps-profondeur échantillonnés le long des profils sismiques retraités, sur fond géologique à 1/1 000 000.....	92
Illustration 28 : Schéma structural pris en compte pour la construction du modèle.....	96
Illustration 29 : Niveaux calcaires tertiaires de l'Est Dijonais .....	105
Illustration 30 : Localisation du secteur Est Dijonais par rapport aux isohypses du mur de l'Oligocène .....	106
Illustration 31 : Carte du contour du chenal profond de la nappe de la Tille .....	107
Illustration 32 : Gravieres profonds de Dijon-Sud.....	109
Illustration 33 : Formations profondes de la plaine de Nuits .....	111
Illustration 34 : Formations « nappe de Vignoles » .....	113
Illustration 35 : Formations calcaires jurassiques en pied de Côte Châlonnaise.....	115
Illustration 36 : Localisation du secteur en pied de Côte châlonnaise par rapport aux isohypses du toit du Jurassique supérieur .....	116
Illustration 37 : Formation calcaires jurassiques des abords de Cuisery .....	117
Illustration 38 : Localisation du secteur Est de Tournus par rapport aux isohypses du toit du Jurassique supérieur .....	118
Illustration 39 : Formations des calcaires oligocènes et éocènes de Louhans .....	119
Illustration 40 : Localisation du secteur de Louhans par rapport aux isohypses du Mur du Miocène .....	120
Illustration 41 : Formations grossières miocènes en pied massif de la Serre .....	121
Illustration 42 : Localisation du secteur Saône-Doubs par rapport aux isohypses du mur du Plio-Quaternaire.....	122
Illustration 43 : Localisation du secteur 1 .....	125
Illustration 44 : Localisation du secteur 1 par rapport au Mur du Pliocène .....	125
Illustration 45 : Localisation du secteur 2 .....	128
Illustration 46 : Localisation du secteur 2 par rapport au modèle géophysique (altitude du mur, du Miocène .....	128
Illustration 47 : Localisation du secteur 3 .....	130

Illustration 48 : Localisation du secteur 3 par rapport au modèle géophysique (altitude du toit du Jurassique supérieur .....	130
Illustration 49 : Emplacement des zones aquifères favorables à l'AEP sur la carte géologique à 1/1 000 000 Brgm.....	132
Illustration 50 : Répartition des zones aquifères favorables avec les quatre masses d'eau identifiées à enjeu eau potable dans le SDAGE Rhône-Méditerranée et les formations géologiques visées avec leurs profondeurs .....	133

## Liste des annexes

<b>Annexe 1 : Bibliographie .....</b>	<b>135</b>
<b>Annexe 2 : Profils sismiques réinterprétés dans le cadre de l'étude (80 JB2B, 80 JB2C, 88 REY3) .....</b>	<b>141</b>
<b>Annexe 3: Carte des isohypses et des isobathes calculées du mur du Plio-Quaternaire .....</b>	<b>145</b>
<b>Annexe 4: Carte des isohypses et des isobathes calculées du mur du Miocène molassique .....</b>	<b>151</b>
<b>Annexe 5: Carte des isohypses et des isobathes calculées du mur de l'Oligocène .....</b>	<b>157</b>
<b>Annexe 6 : Carte des isohypses et des isobathes calculées du mur des faciès éocènes .....</b>	<b>163</b>
<b>Annexe 7 : Carte des isohypses et des isobathes calculées du toit du Jurassique supérieur calcaire .....</b>	<b>169</b>
<b>Annexe 8 : Carte des isohypses et des isobathes calculées du toit du Dogger calcaire .....</b>	<b>175</b>
<b>Annexe 9 : Carte des isohypses et des isobathes calculées du mur des dépôts cénozoïques .....</b>	<b>181</b>
<b>Annexe 10 : Carte d'isopaques calculées du Plio-Quaternaire.....</b>	<b>187</b>
<b>Annexe 11 : Carte d'isopaques calculées du Miocène molassique .....</b>	<b>191</b>
<b>Annexe 12 : Tableau du dépouillement des forages pétroliers et des forages d'eau en BSS .....</b>	<b>195</b>



# 1. Préambule

## 1.1. OBJECTIFS DE L'ETUDE

La vulnérabilité des aquifères actuellement exploités pour l'alimentation des principales agglomérations de Côte d'Or et Saône et Loire, la diminution estivale des volumes disponibles pour cause de sécheresse devenant chronique, doivent inciter les gestionnaires à se tourner vers de nouvelles ressources plus pérennes et mieux protégées.

Dans la Bresse chalonnaise et louhannaise, l'alimentation en eau potable de la plupart de la population provient de la nappe alluviale de la Saône. Même si les débits sont importants, les eaux captées sont vulnérables aux pollutions accidentelles de la Saône réalimentant la nappe par induction des pompages et aux pollutions diffuses d'origine agricole. Des baisses de débits liées au colmatage des berges peuvent se manifester ainsi que des teneurs des eaux élevées en fer et manganèse.

Le fossé d'effondrement de la Bresse est une structure complexe relativement bien connue d'un point de vue géologique mais beaucoup moins d'un point de vue hydrogéologique, renfermant potentiellement d'importantes ressources en eau profonde et semi-profonde.

Dans ce contexte, la présente étude a pour objet d'examiner les possibilités hydrogéologiques de ces niveaux potentiellement aquifères profonds et semi-profonds en vue d'identifier de nouvelles ressources pour assurer la sécurité des approvisionnements d'eau potable.

Par ailleurs, le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée comporte un volet « ressources en eau stratégiques », c'est-à-dire les ressources destinées en priorité à l'usage eau potable compte tenu de leur importance et de leur situation proche des grands centres de population. En tant que telles, ces ressources devront être bien définies et faire l'objet de mesures de protection globales afin que la qualité de leur eau soit préservée. Dans ce cadre, la présente étude, en mettant en évidence des ressources bien protégées et de qualité conforme aux normes eau potable, permettra de définir des zones et des niveaux aquifères d'importance stratégique et qu'il conviendra donc de préserver pour satisfaire l'augmentation actuelle et future des besoins de certaines zones.



## 1.2. SECTEUR ETUDIE

La plaine de Bresse correspond à une zone déprimée d'environ 200 km de long et large de 60 km en moyenne (30 km au niveau de Tournus et Mâcon à 60 km au niveau de Beaune et au Nord), avec une altitude moyenne de 200 m. Elle est encadrée entre le Jura à l'Est (Illustration 1), les plateaux bourguignons au Nord et à l'Ouest et le massif central à l'Ouest. Le plateau morainique de la Dombes marque sa limite Sud.

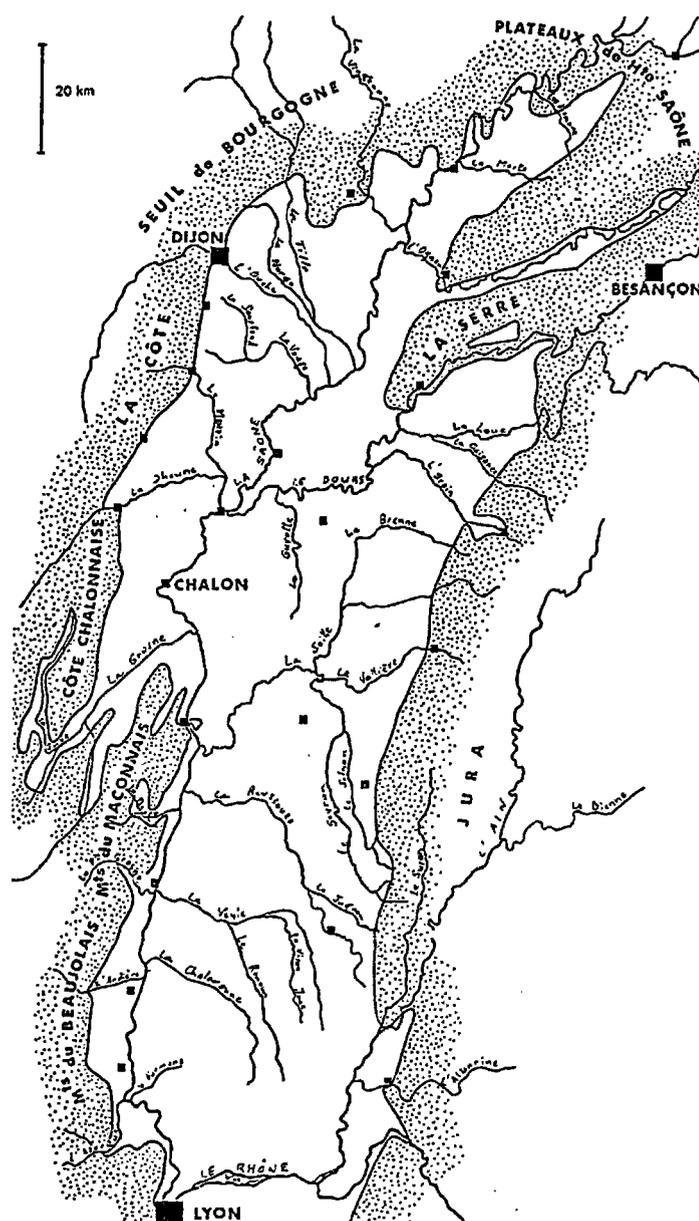


Illustration 1 : Géographie de la Bresse (d'après P. Senac, 1981)

Le secteur étudié s'étend sur le quart sud-est du département de la Côte d'Or, sur la partie orientale de la Saône-et-Loire ainsi que sur la bordure occidentale du Jura et l'extrémité nord de l'Ain, sur une surface d'environ 5 200 km<sup>2</sup>. (cf. Illustration 2)

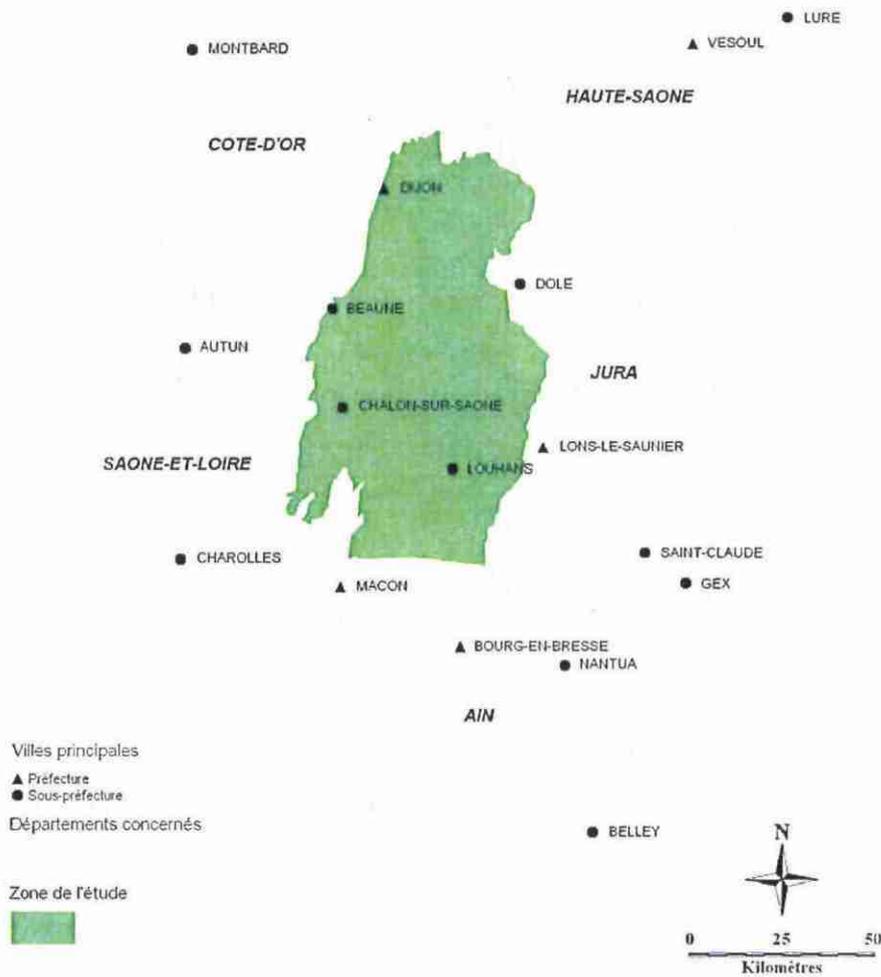


Illustration 2: Localisation générale du secteur d'étude

Les principales localités concernées sont du Nord au Sud : Dijon, Pontailier-sur-Saône, Beaune, Seurre, Louhans, Châlon-sur-Saône, Tournus et Saint-Amour. (cf. Illustration 3)

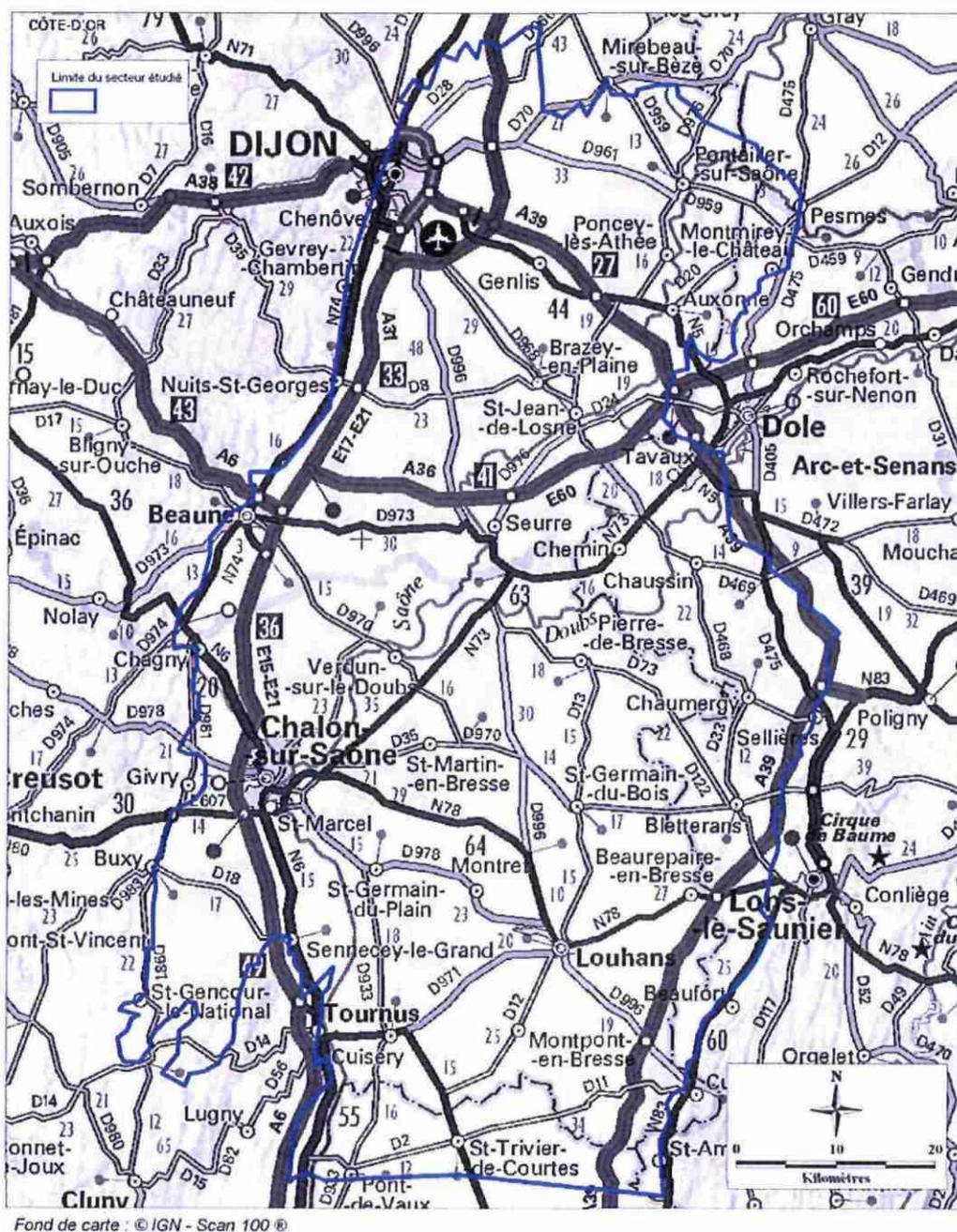
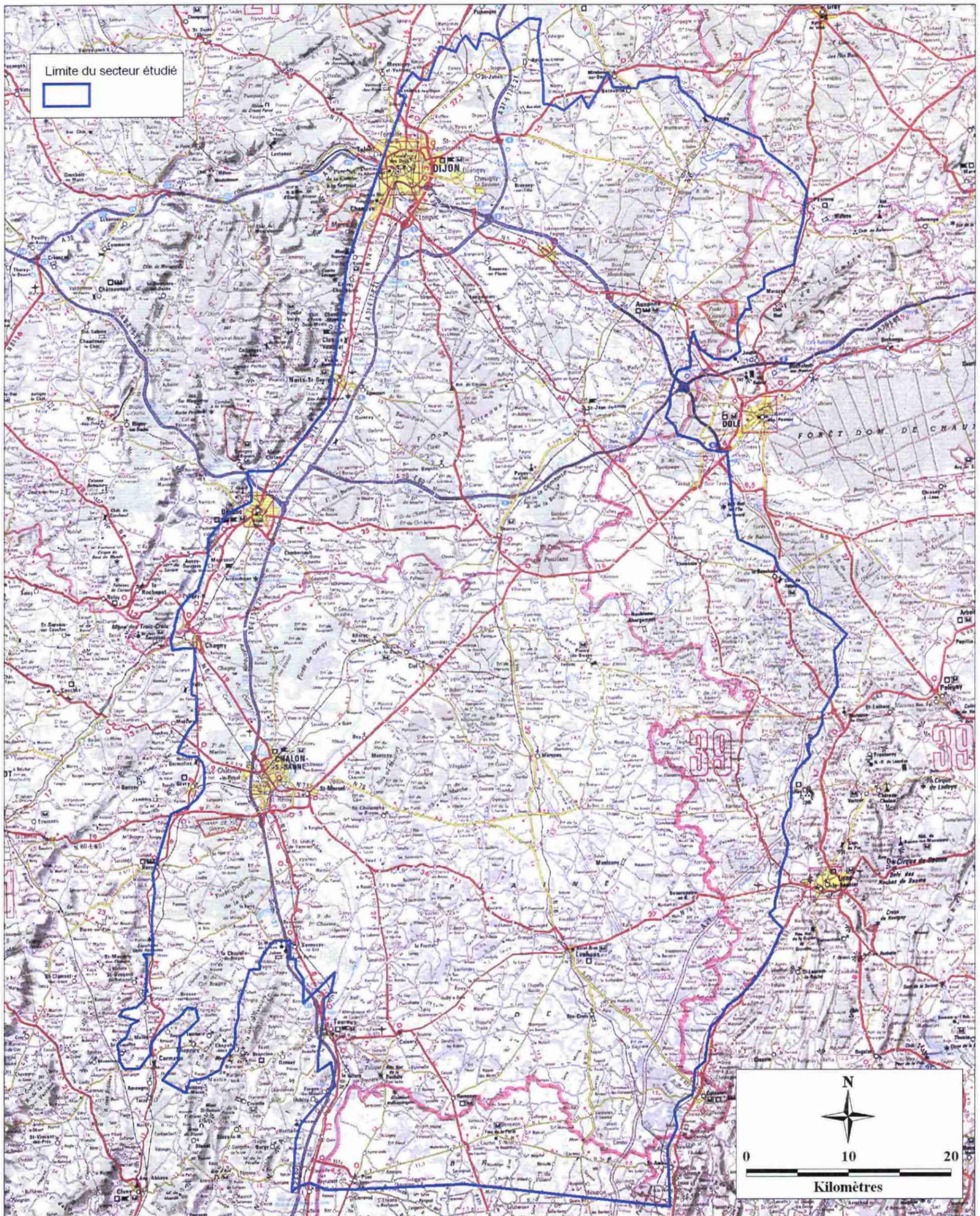


Illustration 3 : Contexte géographique du secteur d'étude

Le périmètre d'étude correspond pour sa majeure partie à la Bresse louhannaise séparée de la Bresse chalonnaise au Sud-Est par l'axe de Sennecey-le-Grand – La Serre.

Le réseau hydrographique de la Bresse est relativement dense (Illustration 4). La région est drainée par la Saône qui s'écoule en direction du Sud jusqu'au confluent avec le Rhône à Lyon. Sur le secteur d'étude, la Saône reçoit les principaux affluents suivants :

- en rive gauche : l'Ognon, le Doubs, la Seille et la Reyssouze ;
- et en rive droite la Vingeanne, la Tille, l'Ouche, la Vouge, la Dheune et la Grosne.



Fond de carte : © IGN - Scan 250 ®

Illustration 4 : fond de carte au 1/250 000



### 1.3. ORGANISATION DE L'ETUDE

Le projet est articulé en cinq volets :

- un premier volet correspondant à une **synthèse documentaire** décrivant le champ des investigations bibliographiques. Un résumé de ces données sera établi afin de présenter l'état des connaissances actuelles en termes géologique et hydrogéologique.
- une deuxième partie correspondant à l'**identification des niveaux potentiellement aquifères** à partir des données bibliographiques, des ouvrages réalisés sur le secteur d'étude (BSS), des résultats des analyses chimiques disponibles et selon des critères de sélection définis au préalable.
- une troisième partie rendant compte de l'apport du **retraitement des données géophysiques** en terme de connaissance hydrogéologique. Les niveaux potentiellement aquifères identifiés lors de la deuxième partie sont précisés.
- Le quatrième et dernier volet s'attache, à partir des trois volets précédents,
  - d'une part à définir des **zones de ressources aquifères potentielles**, c'est-à-dire des zones de ressources aquifères à préserver pour l'usage eau potable et,
  - d'autre part à **délimiter trois zones potentiellement favorables** à une exploitation future pour l'alimentation en eau potable. Pour chacune de ces trois zones on donne les grandes lignes pour la mise en œuvre d'une prospection plus fine.

Enfin, il convient de préciser que la connaissance de la géologie profonde de la Bresse est tributaire des observations ponctuelles disséminées sur l'ensemble de son territoire (forages) et, malgré les apports des retraitements géophysiques réalisés dans le cadre de ce projet, les résultats ne peuvent prétendre être exhaustifs.



## 2. Synthèse documentaire

### 2.1. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

#### 2.1.1. Organismes consultés

Les bases documentaires des organismes suivants ont été consultées :

- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse (délégation de Besançon et siège à Lyon),
- BRGM : rapports disponibles aux SGR Bourgogne-Franche-Comté et Rhône-Alpes ainsi qu'à la bibliothèque centrale à Orléans,
- Conseil Général de Saône-et-Loire,
- Conseil Général de Côte-d'Or,
- CPGF Horizons à Bourgoin-Jallieu en raison des nombreux travaux réalisés par cette entreprise sur le secteur d'étude,
- DIREN Bourgogne,
- Syndicat Mixte Saône et Doubs.

Les bases de données bibliographiques Géoref (base de données des sciences de la Terre) et Sudoc (Système universitaire de documentation) ont également été interrogées.

#### 2.1.2. Bilan sur les documents consultés

La Bresse a fait l'objet par le passé de nombreuses recherches aussi bien dans les domaines pétrolier et minier que pour la recherche de sites de stockages de déchets radioactifs. Les études sur ces thématiques sont nombreuses, mais correspondent bien souvent à des territoires restreints et avec des objectifs précis, souvent éloignés de toute considération hydrogéologique.

La couverture affleurante presque continue de formations plio-quadernaires au niveau du fossé bressan explique la méconnaissance générale des structures profondes. A partir des années 50, les apports de connaissances liés aux forages et aux études géophysiques réalisés dans le domaine de la recherche pétrolière permettent alors de mieux connaître les structures sous couverture de la Bresse.

La succession stratigraphique des formations plio-quadernaires a longtemps été délicate à établir, du fait de la similitude des faciès, de leurs variations latérales ainsi qu'en l'absence de critères précis de datation. Les méthodes de datation développées récemment ont permis de préciser la stratigraphie de ces formations, rendant ainsi obsolètes certaines études passées.

Les recherches de diversification de la ressource en eau potable réalisées depuis une vingtaine d'années permettent de rassembler de nouvelles connaissances sur les caractéristiques des aquifères profonds, même si celles-ci restent très ponctuelles à l'échelle du secteur d'étude.

En effet, la zone étudiée est vaste. Les conditions paléogéographiques étant variables au sein même du secteur d'étude, la sédimentation pour chaque période considérée est hétérogène. Ces variations latérales de faciès et d'épaisseur des dépôts pour chaque période rendent complexe le travail de synthèse.

## 2.2. GEOLOGIE DE LA BRESSE

La Bresse est une région géologiquement complexe c'est pourquoi le premier volet s'attachera à :

- retracer, dans ses grandes lignes, l'histoire géologique du fossé bressan avec sa structuration ;
- réaliser l'inventaire des niveaux géologiques rencontrés (Illustration 5).

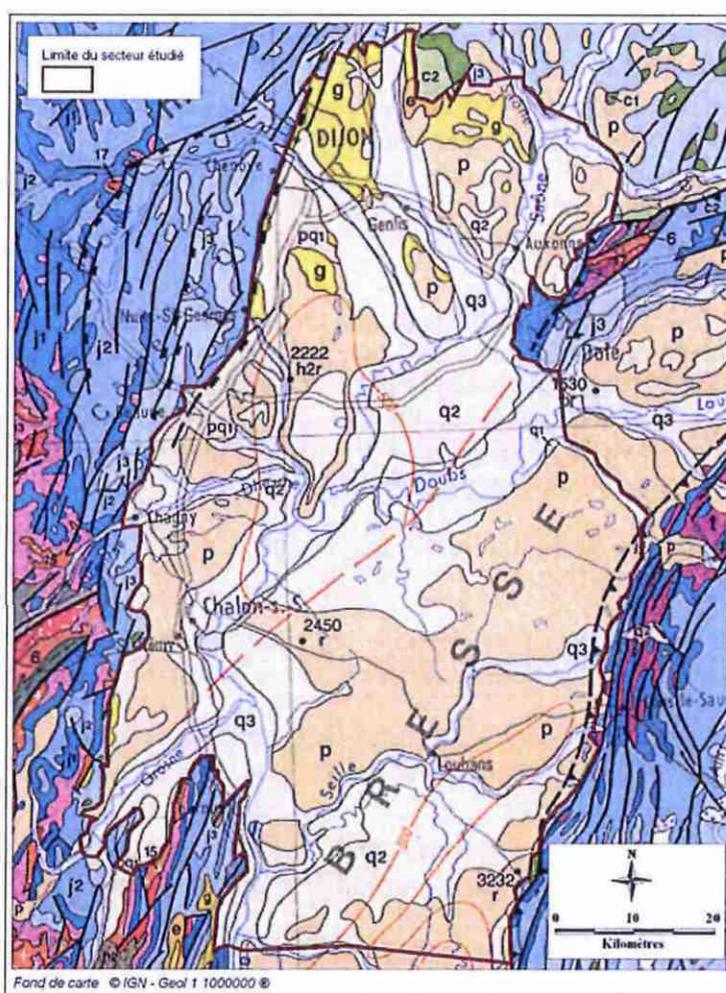


Illustration 5 : Extrait de la carte géologique au 1/1 000 000

Légende de la carte : q3 Holocène ; q2 Pléistocène moyen ; q1 Pléistocène inférieur ; pq1 Plio-Quaternaire ; p Pliocène ; g Oligocène ; e Eocène ; c1 Crétacé supérieur, c2 Crétacé inférieur ; J3 Jurassique supérieur ; J2 Jurassique moyen ; J1 Jurassique inférieur , t Trias

### 2.2.1. Histoire géologique du fossé bressan

Jusqu'à l'aube de l'ère tertiaire, l'histoire géologique du fossé bressan, ou plutôt du futur fossé bressan, s'intègre dans celle de la France centrale, c'est-à-dire Bassin Parisien et Nord-Est de la France. En cela, il se distingue du contexte géologique du Sud-Est de la France.

Les reliefs issus de l'orogénèse hercynienne ont été pénéplanés et, sur cette pénéplaine, se sont avancés, en venant de l'Est, les dépôts de la transgression triasique. Une ride, qui deviendra le seuil de Sennecey – la Serre, d'orientation Est-Nord-Est / Sud-Sud-Ouest existait déjà vraisemblablement puisque de part et d'autre de cet axe, la transgression triasique n'a pas eu la même importance :

- au Sud-Est : les dépôts triasiques sont épais et montrent leur faciès germanique typique avec ces trois termes, de bas en haut : grès de base (Buntsandstein), calcaires plus ou moins dolomitiques et entrecoupés de niveaux marneux (Muschelkalk), dépôts marneux à évaporite (gypse, sel gemme) (Keuper) ; épaisseur totale du Trias de 386 m au forage de Bresse-Nord-101 (580 3X 0001) ;
- au Nord-Ouest : les dépôts triasiques ont une épaisseur modérée qui va en s'amenuisant vers l'Ouest ; par ailleurs, les niveaux calcaires sont peu développés et remplacés souvent par des marnes à anhydrite et les évaporites ne comportent presque plus de sel gemme mais seulement du gypse. L'épaisseur totale du Trias est de 195 m au forage d'Argilly (526 8X 0001) et de 191 m au forage de Montcoy-1 (579 4X 0001).

Sur tout le domaine, le Trias est scellé par les argiles du Rhétien d'une puissance assez constante d'environ 20 m.

Au Lias (Jurassique inférieur) les dépôts sont assez uniformément argileux avec quelques niveaux calcaires peu épais (environ 150 m de dépôts liasiques).

Au Jurassique moyen et supérieur, le futur fossé bressan n'est qu'une partie de la plate-forme carbonatée du Bassin Parisien et Nord-Est de la France. On peut y distinguer :

- au Jurassique moyen : environ 150 à 200 m de dépôts essentiellement calcaires (quelques rares niveaux marneux tel que les « Marnes à huîtres » du Bajocien supérieur),
- au Jurassique supérieur : environ 300 à 500 m de dépôts ; ces dépôts commencent par environ 50 m de marnes ou de marno-calcaires puis se poursuivent par des formations plus uniformément calcaires sauf au Kimméridgien supérieur où se déposent des marno-calcaires.

A la fin du Jurassique se produit une émergence de la région qui conduit à une érosion assez générale mais pas totale des derniers dépôts, c'est-à-dire des calcaires portlandiens, et leur karstification assez générale.

Au Crétacé deux transgressions (c'est-à-dire retour de la mer et de ses dépôts) se produisent :

- d'abord au Crétacé inférieur avec des dépôts peu épais (environ 15 à 20 m) de calcaires sableux et d'argile,
- puis, après une période d'émersion avec une reprise de l'érosion, les dépôts reprennent avec les sables et argiles de l'Albien (jusqu'à 50 à 60 m de dépôts) puis la craie dont l'épaisseur totale des dépôts n'est pas connue du fait de l'érosion qui s'est produite à la fin du Crétacé et au début du Tertiaire (voir ci-après) ; elle a dû atteindre plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.

A la fin du Crétacé la mer se retire (régression) définitivement du domaine et un soulèvement (contrecoup de la phase pyrénéenne) provoque une érosion des dépôts, plus ou moins profonde suivant l'importance locale de ces mouvements tectoniques ; La série crétacée a été en très grande partie érodée au point de ne subsister que localement et le Portlandien sous-jacent a lui-même été assez profondément réduit par l'érosion. C'est cette phase d'érosion fini-crétacé qui explique que les forages profonds réalisés dans le fossé bressan rencontrent, le plus souvent, immédiatement sous les dépôts tertiaires les plus anciens, les calcaires portlandiens. Ces derniers sont très souvent karstifiés à l'interface, conséquence de leur longue émersion.

C'est à partir de la fin du Crétacé et au début du Tertiaire que commence à s'individualiser le fossé bressan. Quelques cuvettes peu profondes se forment à l'Eocène où se déposent des calcaires lacustres, premiers dépôts de remplissage du fossé. Localement et plutôt à l'Ouest de la Saône, semble-t-il, entre les premiers dépôts tertiaires et les derniers dépôts secondaires, les forages rencontrent des formations résiduelles de type argile à silice.

Le fossé s'individualise réellement à l'Oligocène avec la formation des failles bordières, assez complexes dans le détail et d'orientation moyenne N 20° E. L'affaissement du fond du fossé et, corrélativement, l'épaisseur des dépôts peut atteindre 700 m (à Argilly près de Beaune). Le fossé lui-même est accidenté de rides (horsts et grabens associés) qui donnent naissance aux seuils profonds du fossé bien connus grâce aux prospections pétrolières (seuil de Sennecey-la Serre, seuil de Limonest-Cormoz, etc...) et d'orientation globale Nord-Nord-Est / Sud-Sud-Ouest ; entre ces axes s'individualisent des cuvettes où les dépôts sont plus épais (Illustration 6 et Illustration 9) Les dépôts sont lacustres et essentiellement argileux mais avec des horizons calcaires, sableux et évaporitiques (gypse, sel gemme) ; au pied des grandes failles bordières se déposent des conglomérats souvent de couleur saumon, les « Conglomérats saumon ».

Au Miocène, la mer s'avance depuis le Sud-Est jusqu'au seuil de Sennecey-la Serre et elle dépose de la molasse (sable) sur une épaisseur cependant modérée (quelques dizaines de mètres) ; ces dépôts molassiques ont été recoupés par les forages de Ratte (580 8X 0001), Vincelles (603 1X 0001) et Courlans (581 6X 0027). Parallèlement à ces dépôts, l'érosion sur les plateaux surplombant le fossé à l'Est (futur Jura) et à l'Ouest (plateaux de Bourgogne) est active et aboutit à une

pénéplanation de ces zones (« surface d'Ornans » pour le Jura et « surface de la Montagne », aujourd'hui à l'altitude de 580/600 m, en Bourgogne).

Au tournant Miocène-Pliocène se produit la phase tectonique majeure du Jura (c'est elle qui marque le paysage actuel Illustration 6) : surrection, plissement, fractures et, finalement, décollement de la couverture qui se déplace vers l'Ouest et vient chevaucher les formations tertiaires du fossé bressan sur quelques kilomètres. C'est ce dernier épisode qui explique que les grandes failles bordières du fossé, bien visibles en bordure Ouest (Bourgogne) ne le sont pas en bordure Est : le contact entre les formations tertiaires de remplissage du fossé et les formations calcaires du Jura est représenté par le front du chevauchement.

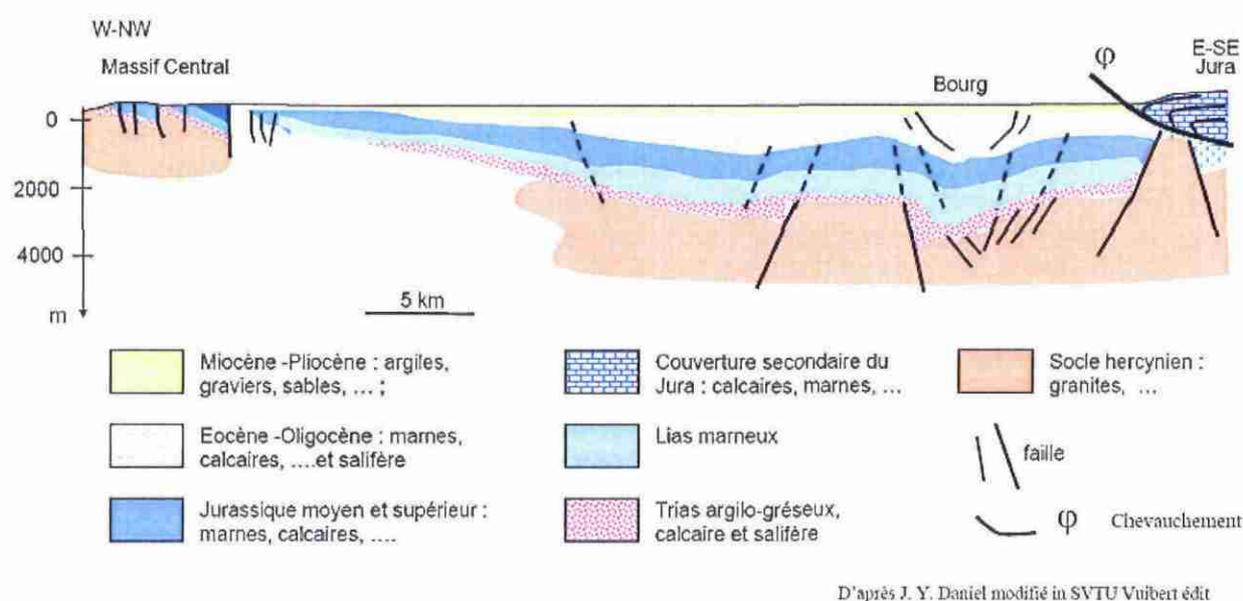


Illustration 6 : Coupe synthétique illustrant le contexte structural actuel du fossé bressan

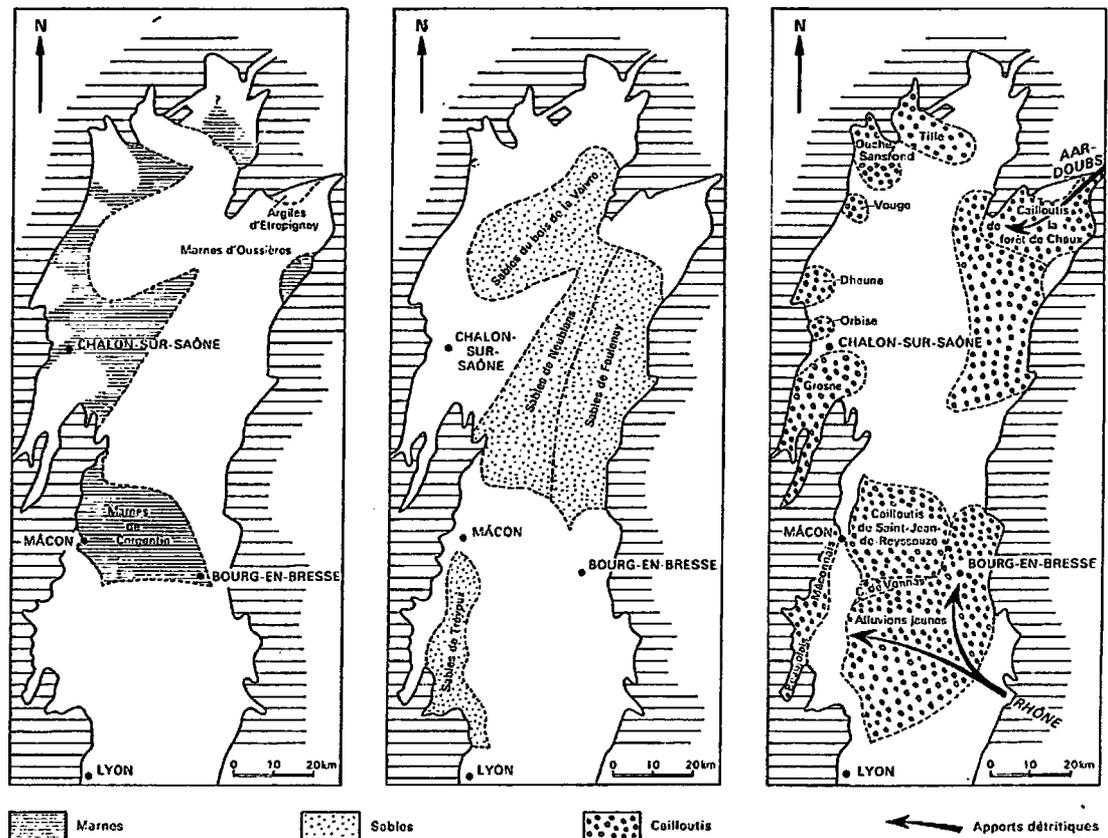
Durant tout le Pliocène et le Quaternaire ancien, la Bresse est une grande cuvette occupée par un lac et largement ouverte vers le Sud. Il s'y dépose la formation des « Marnes de Bresse », à dominance marneuse mais entrecoupée de niveaux de sables et de graviers, dont certains relativement importants. Ces décharges détritiques proviennent :

- à l'Est de la Saône, des Alpes par le Sud (en Bresse burgienne, hors domaine de cette étude) ou bien par le Nord par un paléo-fleuve Aar-Doubs ; il s'agit, en particulier, des « Cailloutis de Chauv », des « sables de Neublans », des « Sables de Foulénay », etc... ;
- à l'Ouest de la Saône, des cours d'eau locaux descendant des plateaux bourguignons qui déposent à leur entrée dans le lac bressan des cônes de déjection grossiers ; il s'agit, notamment, des graviers profonds de la Tille, des

graviers profonds de Dijon-Sud, ou bien encore des cônes de déjections profonds, et encore peu connus, de la Dheune et de la Grosne.

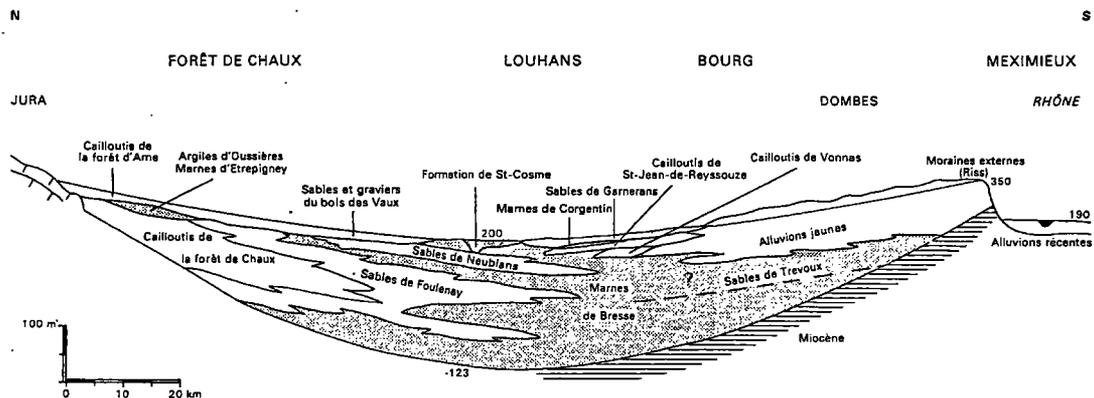
L'illustration 7 et l'illustration 8 ci-dessous schématisent la répartition des dépôts plio-quadernaires.

Le Pliocène peut aussi montrer des niveaux de calcaires lacustres, tels ceux rencontrés en bordure Ouest du fossé dans la plaine du Meuzin (20 km au Sud de Dijon).



9.17. — Extension des principales formations pliocènes dans la Bresse.

Illustration 7 : Répartition des formations pliocènes (Mém. BRGM n°125 – 1984)



9.18. — Coupe stratigraphique schématique du Pliocène de la Bresse d'après P. Senac (1981) modifié et complété.

*Illustration 8 : Coupe stratigraphique schématique du Pliocène de la Bresse (Mém. BRGM n°125 – 1984)*

Au Quaternaire moyen, un régime fluvial commence à se mettre en place avec un chevelu de cours d'eau, convergeant vers la Saône, qui commence à s'individualiser avec des dépôts d'alluvions fluviales : c'est le dépôt des graviers de base de la formation de « Saint-Côme », suivi par différents épisodes d'alluvionnements disposés en terrasses. Commence alors l'histoire géologique actuelle de la Bresse avec son drain majeur, la Saône, qui, lors de ses grandes crues d'hiver, prend encore des allures de lac.

L'illustration 21 présente la série lithostratigraphique complète du secteur de l'étude, des premiers dépôts du Trias jusqu'au Plio-Quaternaire.

Globalement, dans le domaine de l'étude, c'est-à-dire les deux tiers Nord du fossé bressan, les dépôts tertiaires et quaternaires :

- sont d'épaisseur croissante vers le Sud, depuis le Nord Dijonnais où les formations secondaires commencent à s'enfoncer sous l'Oligocène ou l'Eocène jusqu'à la fosse de Bourg-en-Bresse où l'épaisseur cumulée des dépôts tertiaires et quaternaires peut atteindre près de 2 000 m ;
- sont également d'épaisseur croissante d'Ouest en Est, c'est-à-dire depuis la bordure Bourguignonne jusqu'au chevauchement du Jura ; on passe ainsi, le long d'une coupe passant par la latitude de Sennecey et Louhans, de moins de 100 m de dépôts à l'Ouest de la Saône à près de 1 000 m au pied des premiers contreforts du Jura.

Dans le détail, ces progressions sont accidentées par les seuils dont nous avons parlé à plusieurs reprises ci-dessus, eux-mêmes séparés par des fosses (Illustration 9) ; on distingue ainsi, du Nord au Sud :

- le seuil de Barges,
- la fosse de Châlon,

- le seuil de Sennecey-la Serre,
- la fosse de Louhans, prolongée vers le Sud-Sud-Ouest par la fosse de Mâcon,
- le seuil de Cormoz, prolongé vers le Sud-Sud-Ouest par le seuil de Limonest,
- la fosse de Bourg-en-Bresse.

Ces seuils ont un rejet, par rapport aux fosses encadrantes, d'environ 100 à 300 m.

### 2.2.2. Structure du fossé bressan

Le fossé bressan est un bassin d'effondrement d'origine tectonique, d'axe globalement Nord-Sud et s'étendant sur environ 200 km de long et 30 à 60 km de largeur. Il est bordé au Nord par le seuil morvano-vosgien, au sud par l'escarpement jurassique de l'île Crémieu qui marque la transition entre la Bresse et le Bas-Dauphiné. Sa bordure orientale est marquée par le chevauchement des formations mésozoïques du Jura. Les monts du Lyonnais, du Beaujolais, du Mâconnais et de Bourgogne marquent sa bordure ouest.

Les grands traits structuraux du fossé bressan peuvent être attribués à la tectonique distensive tertiaire. Il s'agit d'un bassin ouvert à l'Eocène supérieur et où se sont déposés des sédiments de manière quasi ininterrompue jusqu'au Quaternaire. Seules les formations plio-quaternaires affleurent.

La zone bordière ouest de la Bresse montre des failles subméridiennes s'incurvant selon une direction NE-SW en allant vers le Nord. Ces failles fortement pentées voire subverticales abaissent en marches d'escalier les compartiments vers la Bresse.

Le fossé bressan montre une dissymétrie axiale, avec une profondeur plus importante vers sa bordure jurassienne, provenant de la présence de failles d'effondrement plus rapprochées qu'en bordure ouest, provoquant une subsidence plus marquée.

Les épaisseurs de remplissage du fossé augmentent du Nord au Sud pour atteindre plus de 2000 m au niveau de Bourg-en-Bresse.

Le fossé bressan, soumis à des influences tectoniques diverses peut être divisé en trois bassins individualisés par des seuils de direction hercynienne (NE-SW). (cf Illustration 9) On distingue du Nord-Ouest au Sud-Est :

- **la Bresse chalonnaise** limitée au Nord par le seuil de Barges et au Sud par le horst de Sennecey-La Serre.
- **la Bresse louhannaise** limitée au Nord par le horst de Sennecey-La Serre et au Sud par l'axe de Cormoz. Au Nord-Ouest de l'axe de Cormoz, le substratum miocène remonte de manière assez monoclinale jusqu'à une deuxième ride au Sud-Est de Tournus.
- **la Bresse méridionale ou burgienne**, au Sud de l'axe de Cormoz-Limonest.

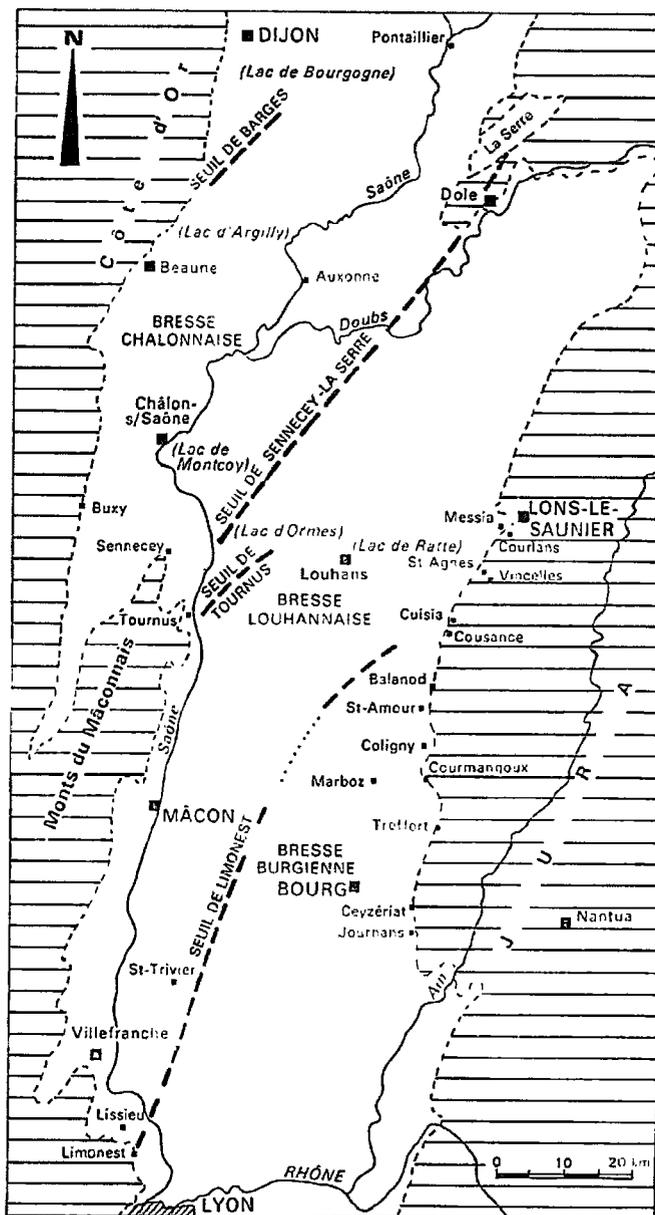


Illustration 9: Principaux éléments structuraux du fossé bressan (d'après synthèse Sud-Est - 1984)

Le secteur étudié englobe la totalité de la Bresse chalonnaise et la partie septentrionale de la Bresse louhannaise.

Le fossé bressan est également structuré par plusieurs types d'accidents affectant le substratum mésozoïque :

- des failles d'origine compressives de direction varisque (NE-SW à ENE-WSW) dans la partie centrale, associées aux seuils ;
- des failles d'extension contemporaines de l'effondrement du fossé bressan, au niveau des bordures ouest et est du bassin, de direction N-S à N20°.
- le chevauchement des formations mésozoïques du Jura sur les terrains Miocène, Pliocène voire Quaternaire de la bordure orientale de la Bresse.

De cette dissymétrie nait un comblement irrégulier du bassin d'effondrement. Des faciès très différents sont contemporains et des régions identiques ont pu recevoir au cours du temps des apports fondamentalement différents, d'où des difficultés d'interprétation stratigraphique.

Cette structure ressort parfaitement sur les cartes en isohypses (courbes d'égale altitude) d'une part du mur du Cénozoïque (Tertiaire) (Illustration 10) et d'autre part du toit du Jurassique supérieur calcaire (Illustration 11).



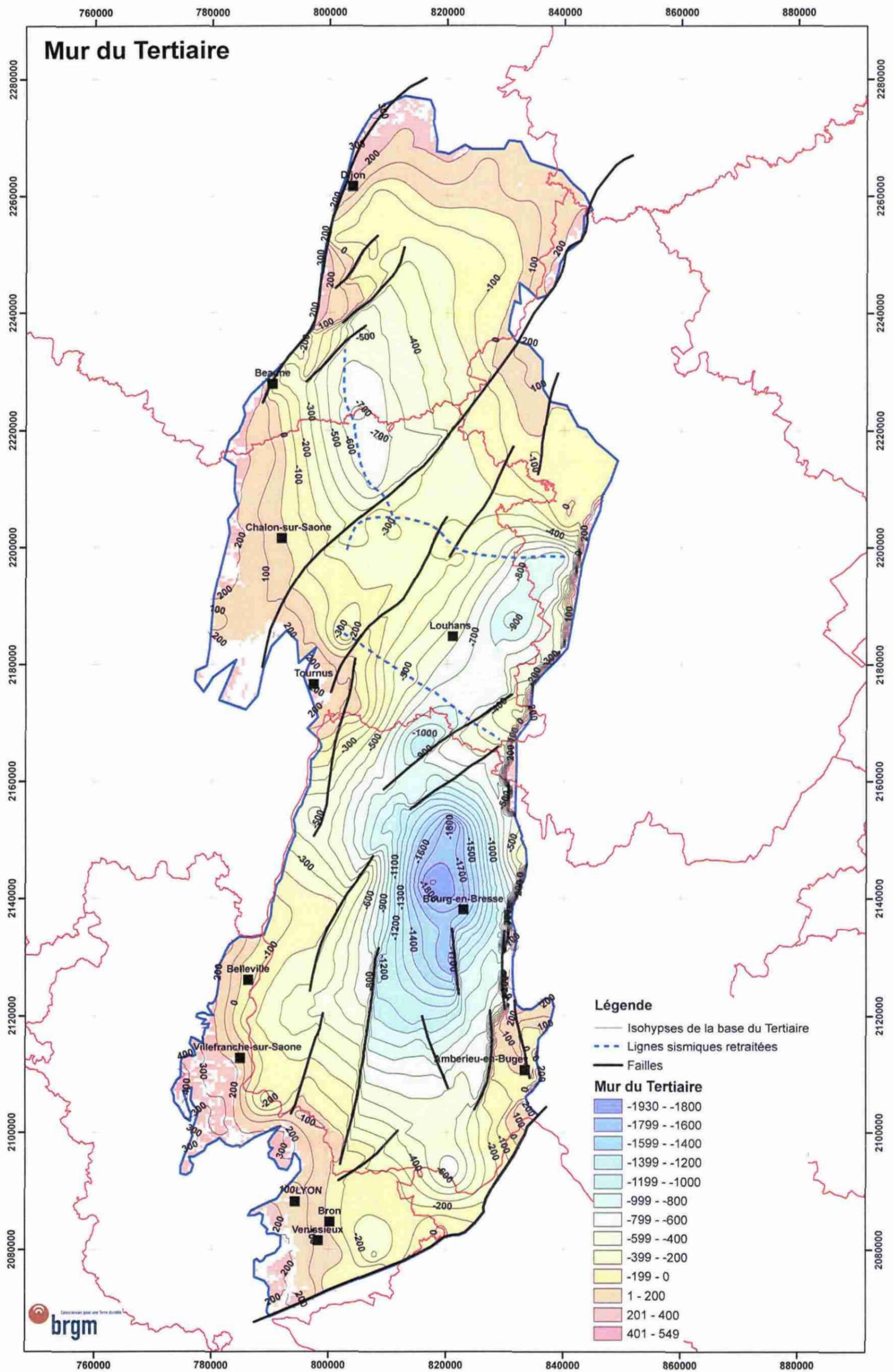


Illustration 10 : Carte isohypse du mur du Cénozoïque



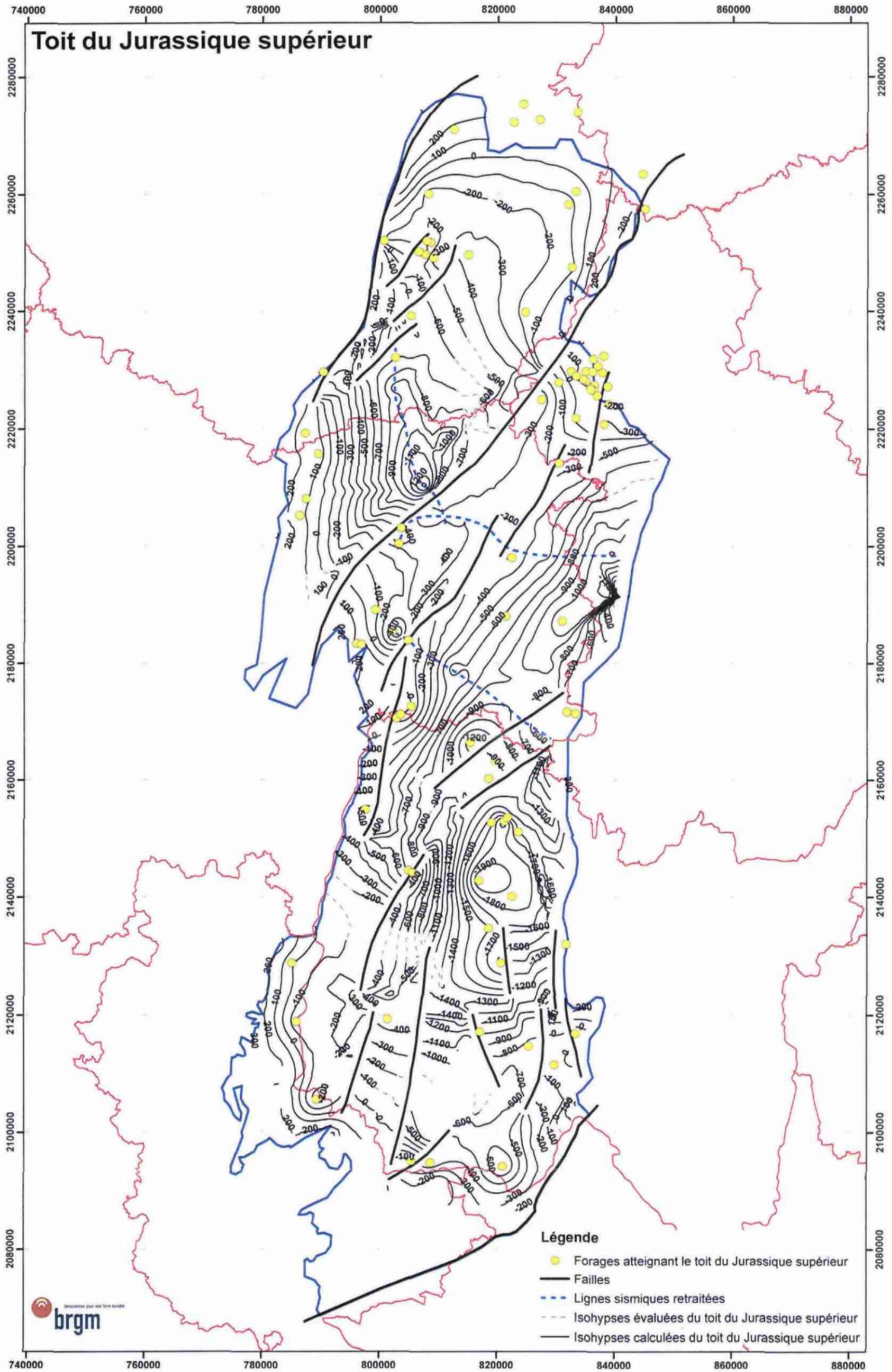


Illustration 11 : Carte en isohypses du toit du Jurassique supérieur calcaire



## 2.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE DE LA BRESSE

### 2.3.1. Inventaire des réservoirs aquifères potentiels

Parmi les différents faciès décrits ci-dessus au paragraphe 2.2, certains sont :

- soit des aquifères localement connus,
- soit des aquifères potentiels au vu de leur lithologie.

D'un point de vue hydrogéologique et indépendamment des alluvions récentes des grands cours d'eau (Saône, Ognon, Vingeanne, Tille, Ouche, Dheune, Grosne, Doubs, Seille), on peut ainsi retenir de haut en bas, depuis les formations affleurantes et jusqu'au toit des calcaires du Jurassique, les unités hydrogéologiques suivantes :

#### 1) *Unités hydrogéologiques affleurantes :*

- la formation de « Saint-Côme » avec son niveau de graviers de base surmonté de la formation argileuse supérieure ;
- le Plio-quaternaire qui affleure là où il n'y a pas de « Saint-Côme ». Lorsque le « Saint-Côme » affleure, il repose sur le Plio-quaternaire ; ce dernier est globalement argileux c'est-à-dire non aquifère mais il renferme quelques niveaux de sables ou de graviers qui peuvent constituer des aquifères intéressants ;

#### 2) *Unités hydrogéologiques non affleurantes* (ou n'affleurant que très localement) :

- le Miocène qui n'affleure qu'en quelques endroits très réduits au pied du Jura ;
- le Tertiaire sous le Miocène (Oligocène et Eocène) qui peut affleurer assez largement à l'extrémité nord du fossé bressan (Dijonnais) et, plus localement en pied de Côte (bordure Ouest du fossé) ; il est constitué de faciès assez variables (marnes, calcaires, sables) ;
- le Crétacé supérieur (craie) ; en dehors du pays de Mirebeau (extrémité Nord du fossé bressan, il n'affleure nulle part ;
- le Crétacé inférieur (Albien, Berriasien, Valanginien, etc ...) ; en dehors du pays de Mirebeau (extrémité Nord du fossé bressan, il n'affleure nulle part ;
- le Jurassique sous couverture tertiaire ou crétacée ; il n'affleure nulle part (par définition) ; il est recouvert par le Plio-Quaternaire ou par le Tertiaire ou encore par le Crétacé, soit par l'ensemble de ces unités.

La description qui suit résume les connaissances actuelles sur ces unités hydrogéologiques.

#### La formation du « Saint-Côme » - Riss ancien

Cette unité est constituée de la totalité de la formation de Saint-Côme - en extension comme en épaisseur - en Bourgogne et à l'extrême Nord de la région Rhône-Alpes. La formation de Saint Côme est le dépôt le plus récent du fossé bressan, hors alluvions récentes des cours d'eau. Elle est constituée d'un niveau de graviers d'environ 7 à 10 m d'épaisseur surmonté de 12 à 15 m d'argiles varvées avec quelques rares lentilles de sables fins et argileux. Les graviers de base du Saint-Côme sont le premier dépôt fluviatile, non lacustre, du fossé bressan. Cette formation, d'âge quaternaire moyen, est emboîtée dans les marnes de Bresse (unité suivante) d'âge plio-quaternaire. La constitution lithostratigraphique de la formation de Saint-Côme entraîne que les graviers de base contiennent une nappe aquifère productive et captive, donc bien protégée (par les argiles supérieures). En outre, compte tenu de l'extension importante de cette formation, l'aquifère possède une importance régionale.

#### Le Plio-Quaternaire

Cette unité est constituée de la totalité de la formation dite des « Marnes de Bresse », en extension comme en épaisseur. Les « Marnes de Bresse » sont constituées d'argiles et de marnes avec quelques niveaux de sables, en général fins. C'est une formation imperméable. Les marnes de Bresse sont des dépôts lacustres d'âge Plio-quaternaire.

Localement, les « Marnes de Bresse » ne viennent pas en contact direct avec les formations calcaires de la Côte de Bourgogne ou du Jura et les formations tertiaires plus anciennes peuvent alors apparaître, notamment au Nord où existent de vastes zones d'Oligocène affleurant et même de Crétacé affleurant. D'une manière générale, les formations plio-quaternaires du fossé bressan sont de moins en moins épaisses en allant vers le Nord du fossé et en se rapprochant de sa bordure ouest (dans ces directions, le lac de Bresse a séjourné beaucoup moins longtemps et la subsidence y a été beaucoup moins active). Ainsi, dans la plaine de Nuits Saint-Georges, le toit de l'Oligocène calcaire se rencontre sous 30 à 40 m d'argiles plio-quaternaires (par exemple à Gerland, Côte-d'Or, l'ouvrage 0526 4X 0046). Plus au Sud, entre Chalon et Mâcon, en rive droite de la Saône, c'est le Jurassique lui-même qui n'est recouvert que par 60 à 70 m de Plio-quaternaire. En s'éloignant des bordures du fossé bressan, le Plio-Quaternaire peut devenir nettement plus épais, ainsi il a été recoupé de 10 à 282 m de profondeur par le forage pétrolier de Villebichot à Saint-Nicolas-les-Cîteaux, Côte-d'Or (BSS : 527 1X 0001).

Cette unité contient des niveaux de sables ou de graviers aquifères. Ces niveaux qui sont au sein des marnes n'affleurent que très rarement. Ces niveaux deviennent plus nombreux et plus épais quand on s'approche des bordures ouest et est du fossé. C'est le cas au débouché dans la plaine de Saône des affluents rive droite de la Saône descendant des plateaux calcaires de Bourgogne. La plupart de ces affluents (Tille,

Ouche, Meuzin, Dheune, Grosne, etc ...) ont déposé à certaines époques dans le lac bressan des cônes de déjection de matériaux graveleux. La sédimentation fine lacustre ayant repris par la suite, ces niveaux de graviers se sont trouvés entièrement inclus dans les marnes de Bresse, sauf à l'extrême amont au contact des failles limites de la Côte de Bourgogne. Ces graviers constituent donc des aquifères captifs et bien protégés, sauf à leur extrémité amont où ils peuvent être en relation, sans couverture argileuse, avec les graviers affleurants plus récents. En bordure Est du fossé, les différents niveaux de graviers proviennent plutôt d'un ancien fleuve provenant du Nord-Est et longeant l'actuel Jura (cailloutis de Chaux par exemple).

Les niveaux sableux ou graveleux les plus connus et, en général aussi les plus aquifères sont :

- Les graviers profonds de la Tille ;
- Les graviers profonds de Dijon-Sud (Pliocène) : l'aquifère de ces graviers, du fait de son importance stratégique pour la partie Sud de l'agglomération dijonnaise et des problèmes de gestion quantitative qu'il connaît, a été classé en zone de répartition des eaux par le décret ministériel du 11 septembre 2003 ;
- Les cailloutis de Chaux.

#### Le Miocène :

Cette unité est constituée des formations d'âge miocène et de faciès sableux, c'est-à-dire à priori aquifère. En Bresse bourguignonne, ces formations miocènes à faciès sableux sont nettement moins épaisses qu'en région Rhône-Alpes et ne sont présentes qu'au centre et au Sud du fossé et sans dépasser Seurre (Côte-d'Or) vers le Nord. Le Miocène de cette unité est constitué de 10 à 20 m de sable, parfois conglomératique. En dehors de cette unité, c'est à dire vers la bordure Ouest du fossé bressan et au Nord de Seurre, le Miocène est constitué de marnes et il peut d'ailleurs passer inaperçu en forage entre les faciès marneux du Pliocène au-dessus et de l'Oligocène au-dessous.

Cette unité est partout sous couverture sauf en une petite zone au contact de la bordure jurassienne entre Saint-Amour (Jura) et Cuiseaux (Saône-et-Loire). Les limites de cette unité de Miocène affleurant sont les limites d'extension des faciès sableux, limites qui se ferment vers le Nord, comme dit ci-dessus, mais restent ouvertes vers le Sud puisque cette unité prend une grande extension (et épaisseur) en région Rhône-Alpes.

#### Le Tertiaire sous le Miocène (Oligocène et Eocène) :

Cette unité regroupe les formations oligocènes et éocènes du fossé bressan. Celles-ci sont présentes dans la plus grande partie du fossé bressan. Ces formations sont essentiellement marneuses, donc peu perméables, mais elles contiennent très souvent des niveaux de calcaires lacustres qui se révèlent, en général, aquifères, soit dans l'Oligocène sous quelques dizaines de mètres de Marnes de Bresse près des bordures Ouest du fossé (Vignoles ou Gerland en Côte-d'Or), soit dans l'Oligocène et l'Eocène recoupés par les forages pétroliers au centre du fossé bressan ; ces forages pétroliers

ont eu des pertes de circulations à la traversée de ces niveaux calcaires ou bien, comme le forage de Vincelles en Saône-et-Loire (BSS : 580 7X 0002), ont rencontré des venues d'eau artésiennes à la traversée des calcaires éocènes.

Cette unité est essentiellement sous couverture, sauf,

- d'une part en quelques lambeaux le long des bordures Est et Ouest du fossé bressan et,
- d'autre part, en une vaste zone à l'extrémité Nord du fossé (Dijonnais et pays de l'Ognon et de la Vingeanne) où l'Oligocène affleure sur d'assez grandes surfaces ; il y est alors constitué des formations « Saumon » car de couleur saumon quelque soit le faciès (conglomérat, marnes ou calcaires).

En pied de Côte bourguignonne, notamment dans la zone de Beaune (Vignoles) et de Nuits-Saint-Georges, cette unité comporte, au sein de l'ensemble qui est à dominance marneuse, des niveaux sableux ou graveleux qui passent, en s'éloignant du pied de Côte, à des calcaires lacustres. Ces niveaux sont aquifères (nappe artésienne jaillissante) et peuvent fournir des débits appréciables. Indépendamment de leurs capacités hydrogéologiques, la géométrie et l'âge de ces dépôts sont mal connus :

- on pensait d'abord qu'il y avait deux ensembles superposés, le supérieur graveleux et l'inférieur calcaire ; il semble, au vue des données récentes, que ces deux ensembles se relaient latéralement ;
- on pensait aussi que l'âge de ces dépôts était oligocène ; on pense maintenant, surtout pour ceux de la plaine de Nuits, qu'ils sont plutôt d'âge pliocène.

En pied de Côte châlonnaise et mâconnaise, entre le mur des formations marneuses à sableuses du Plio-quadernaire et le toit des calcaires jurassiques s'intercalent des formations de type argile à silex avec des silex provenant de la craie et d'autres qui sont plutôt des chailles de calcaires silicifiés. Ces formations sont attribuées à l'Eocène. Elles peuvent contenir un aquifère captif sous le Plio-quadernaire qui est probablement celui des calcaires jurassiques : cette disposition a été rencontrée en plusieurs sondages réalisés récemment aux abords Ouest de Châlon (Fontaine, Mellecey).

Au cœur de la Bresse, il faut signaler que l'Oligocène comporte des niveaux à anhydrite et ses eaux peuvent être salées.

#### Le Crétacé supérieur (craie) :

Cette unité est constituée des formations d'âge cénomanien et turonien qui affleurent à l'extrémité Nord du fossé bressan aux abords de Mirebeau. Il s'agit d'une craie marneuse. Sous couverture des formations tertiaires du fossé bressan, son extension est mal connue. Elle peut être absente du fait de l'érosion fini-crétacée et les données sont actuellement trop peu nombreuses pour, soit assurer sa présence, soit, si elle est présente, assurer son caractère aquifère (ses faciès peuvent être marneux). Au centre de la Bresse, le Crétacé supérieur semble être plus constant mais il est alors à des profondeurs importantes (par exemple toit du Crétacé supérieur à 760 m de profondeur au forage d'Argilly ; BSS : 526 8X 0001).

Le Crétacé inférieur (Albien, Berriasien, Valanginien, etc ...) :

Cette unité regroupe les formations d'âge albien et crétacé inférieur. Seul l'Albien affleure sur des surfaces réduites dans les mêmes zones que le Crétacé Supérieur. Les autres étages (notamment Hauterivien et Valanginien) ont seulement été recoupés par les forages profonds. Sous couverture des formations tertiaires du fossé bressan, comme pour le Crétacé Supérieur, les données manquent pour dire si le Crétacé Inférieur est présent ou absent et, s'il est présent, pour dire dans quelle mesure il est aquifère. Les données des forages profonds, là où ces niveaux ont été recoupés, semblent montrer plus souvent des faciès marneux que des faciès de calcaires francs ou de sables propres et ce, avec des épaisseurs assez peu importantes ; ainsi au forage d'Argilly déjà cité, le Crétacé Inférieur a été recoupé de 835 à 902 m de profondeur, dont 46 m d'un Albien-Aptien de marnes sableuses et le reste, soit 21 m, d'un calcaire à oolites ferrugineuses.

Le karst du Jurassique sous sa couverture tertiaire ou crétacée :

Les forages qui atteignent le Jurassique sous les formations plio-quadernaires ou tertiaires du fossé bressan rencontrent, assez généralement, des indices aquifères au toit des calcaires jurassiques (pertes de circulation notamment pour les forages pétroliers). Certains forages de recherche d'eau ont parfois donné des débits appréciables, notamment près de la bordure ouest du fossé. Les venues d'eau sont le plus souvent à l'interface Jurassique / Tertiaire ou peu en dessous, cependant, quelques forages pétroliers en ont parfois rencontrées plus profondément dans la masse des calcaires.

Au cœur de la Bresse, cet aquifère donne une eau très salée.

### **2.3.2. Quelques éléments concernant l'alimentation des aquifères profonds du fossé bressan**

Outre la nature lithologique et la géométrie des niveaux aquifères profonds, on doit aborder l'alimentation de ces niveaux. En effet, ces niveaux profonds sont captifs, donc recouverts de formations imperméables et leur alimentation, à la différence de celle des nappes libres, ne peut pas se faire par les précipitations efficaces sur les surfaces des affleurements. L'alimentation des formations aquifères profondes est forcément plus lointaine.

En ce qui concerne les aquifères captifs du pied de Côte d'Jonnaise pour lesquels on possède quelques données piézométriques, plusieurs ouvrages montrent des niveaux jaillissant, c'est à dire des niveaux piézométriques s'établissant au-dessus du sol (Gerland, Quincey, etc ...). Cette mise en charge ne peut provenir que des aquifères de la Côte, c'est-à-dire des massifs calcaires, éventuellement par l'intermédiaire des niveaux de graviers grossiers superficiels aux débouchés des vallées dans la plaine qui sont alimentés directement par des pertes des cours d'eau issus des calcaires, par exemple celle du Meuzin à Nuits-Saint-Georges. Les quelques ébauches piézométriques qu'on possède sur ces aquifères (par exemple pour l'aquifère profond de Vignoles (CPGF, 1987 dans P. Corbier, 1999) montrent qu'ils s'écoulent vers le

Sud-Est, c'est-à-dire qu'ils bénéficient d'une aire d'alimentation au Nord-Ouest et d'un ou plusieurs exutoires vers le Sud-Est.

Un premier bilan hydraulique, établi par P. Corbier, 1999, conclut à un déficit probable d'écoulement de plusieurs dizaines de millions de m<sup>3</sup> par an entre l'infiltration efficace reçue par les massifs calcaires de la Côte et de l'Arrière-Côte et le débit total des exutoires des pourtours de ces massifs. Ce déficit pourrait correspondre à l'alimentation des aquifères profonds du fossé par les eaux des massifs calcaires.

## **3. Apport des forages profonds et semi-profonds**

### **3.1. GENERALITES**

Les reconnaissances réalisées à l'occasion de recherches pétrolières ou de sel fournissent l'essentiel des données disponibles sur les formations profondes (jusqu'à plusieurs centaines de mètres de profondeur). Les données acquises dans le cadre de la recherche et l'exploitation d'eau souterraine, par contre, ne renseignent principalement que sur des tranches de profondeur nettement moins importantes (rarement au delà de 200 m).

L'apport des forages profonds et semi-profonds présenté dans ce chapitre a été obtenu par le dépouillement des dossiers de forages stockés dans la Banque du Sous-Sol du BRGM (BSS). Les dossiers les plus intéressants, c'est-à-dire les plus riches de renseignements, ont été choisis et on y a examiné avant tout les données lithologiques (nature lithologique des niveaux traversés) et hydrogéologique (niveaux piézométriques, arrivées d'eau, pertes de circulation, débits de pompage et rabattement (lorsque ces renseignements sont donnés).

L'annexe 12 donne la liste des ouvrages dépouillés (forages pétroliers et forages d'eau en BSS). La carte du semis de ces ouvrages avec leurs numéros BSS est donnée ci-dessous (Illustration 12).





Illustration 12 : Carte du semis des ouvrages dépouillés



Les données stratigraphiques ont été utilisées dans la partie précédente afin de préciser la structure des différents niveaux de remplissage du fossé bressan. Notons que si la stratigraphie est bien étudiée pour les forages pétroliers ou de recherche de sel, elle l'est beaucoup moins, voire pas du tout pour les forages d'eau. Pour ces derniers forages, les attributions stratigraphiques que l'on sera amené à faire dans la suite de ce chapitre ne seront que des hypothèses plus ou moins assurées suivant :

- le grand nombre ou, au contraire, la rareté des études géologiques réalisées dans la région étudiée ;
- la précision des descriptions lithologiques de la coupe du forage.

L'apport des forages profonds et semi-profonds va être présenté suivant le plan ci-dessous :

- 1) **Extrémité Nord du fossé bressan** (au Nord du confluent Saône-Doubs) : formations tertiaires (Pliocène, très accessoirement Miocène puis Oligocène et Eocène) et sous-jacentes.
- 2) **Formations plio-quadernaires de pied de Côte au Nord du confluent Saône-Doubs** (nappe profonde de la Tille, nappe de Dijon-Sud, nappes profondes de la plaine de Nuits et du Meuzin, nappe profonde de Vignoles) : les nappes de ces formations ont fait dernièrement l'objet de synthèses bien à jour des derniers ouvrages réalisés ; on se contentera donc d'en faire des résumés et de pointer les questions encore en suspend.
- 3) **Formations plio-quadernaires du fossé bressan au Sud du confluent Saône-Doubs**
- 4) **Fossé bressan au Sud du confluent Saône-Doubs** : formations tertiaires (Miocène, Oligocène et Eocène) et sous-jacentes.

L'illustration 13 ci-dessous donne l'emplacement de ces 4 grandes divisions.

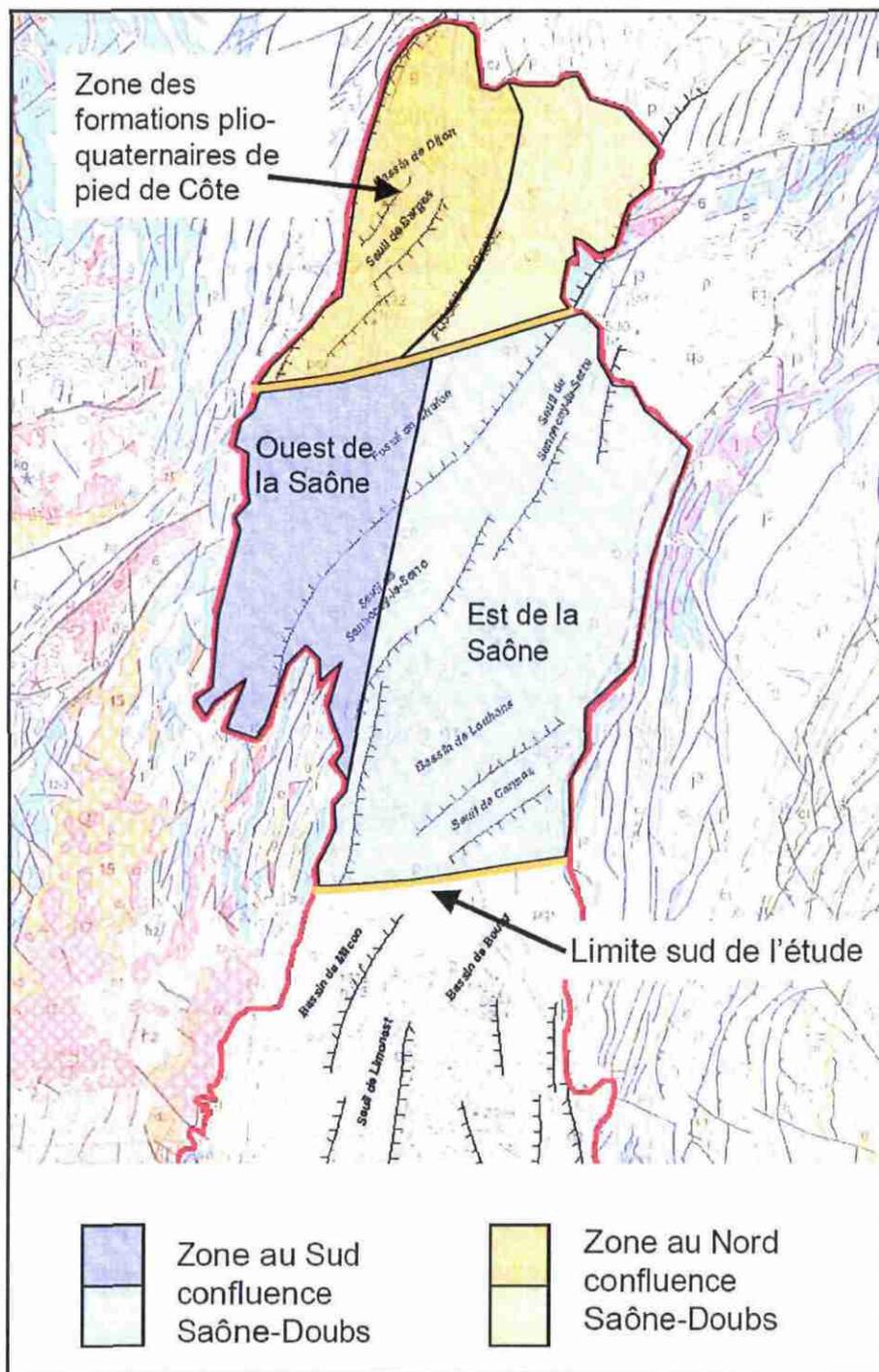


Illustration 13 : Localisation des subdivisions

## **3.2. EXTREMITÉ NORD DU FOSSE BRESSAN (AU NORD DU CONFLUENT SAONE-DOUBS) : FORMATIONS TERTIAIRES (OLIGOCÈNE ET EOCÈNE) ET SOUS-JACENTES.**

### **3.2.1. Rappel de la structure de cette zone**

Dans cette partie du fossé bressan (cf. Illustration 13), au Nord d'une ligne Nuits-Saint-Georges, Saint-Jean-de-Losne, Auxonne, l'Oligocène (formations saumon : argile, marnes, calcaires lacustres, conglomérat localement) affleure soit largement soit dans les interfluves. Il n'est recouvert que d'un Plio-Quaternaire peu épais (complexe de couverture bressan constitué de marnes plus ou moins limoneuses et de quelques épandages de sables et graviers); très localement peuvent affleurer aussi des calcaires éocènes, sous-jacents à l'Oligocène. Les vallées principales (Saône, Bèze, Tille, Ouche) entaillent l'Oligocène.

Aux abords de cette ligne et plus au Sud, le Pliocène avec son faciès des « Marnes de Bresse » s'épaissit et, corrélativement, le Pliocène s'enrichit de niveaux de calcaires marneux et de calcaires lacustres (forages pétroliers de Barges 3 : 500 5X 0003 à Bretenières, de Marliens 1 à Marliens : 500 6X 0001, de Barges 5 à Saulon-la-Rue : 500 5X 0005, etc.). Parallèlement, l'Oligocène n'affleure plus.

Globalement, le mur des formations tertiaires s'approfondit du Nord vers le Sud, d'abord progressivement puis plus rapidement (faille ou flexure) à partir de la ligne sus-dite. Par ailleurs, du fait de l'érosion anté et début tertiaire, le Tertiaire repose le plus souvent sur différents étages du Jurassique Supérieur (le plus souvent Kimméridgien et Portlandien). Entre le Jurassique et la base du Tertiaire, il subsiste parfois du Crétacé, prolongement de celui qui affleure autour de Mirebeau (Turonien et Cénomaniens : craie plus ou moins marneuse ; Albien : argile et sable).

### **3.2.2. Formations tertiaires**

En dehors des alluvions récentes et des formations de pied de Côte plio-quaternaires (détaillées dans le paragraphe suivant), les seules formations de cette zone susceptibles de contenir des ressources en eau souterraine sont les niveaux de calcaires lacustres du Pliocène, de l'Oligocène et de l'Eocène (le Miocène est absent de cette zone, sauf dans sa partie Sud où il apparaît mais sous le faciès de marnes qu'il est difficile de distinguer, sur les coupes des forages, des marnes pliocènes). Les coupes des forages montrent que ces calcaires pliocènes, oligocènes ou éocènes se présentent en niveaux de un à quelques mètres d'épaisseur au sein de marnes plus ou moins calcaires. Sur les coupes de forages, il est difficile de différencier entre eux ces calcaires qui appartiennent à trois étages stratigraphiques différents. Sur les coupes des forages de recherche d'eau qui ne sont pas accompagnées d'étude stratigraphique et sédimentologique, les seuls critères sont :

- l'emplacement reporté sur la carte géologique (en zone d'affleurement d'Oligocène, il ne peut évidemment pas y avoir de Pliocène),

- certaines caractéristiques (les formations oligocènes, y compris les calcaires montrent le plus souvent une couleur saumon, d'où leur nom de « formations saumon »).

D'un point de vue hydrogéologique, ces différents niveaux de calcaires présentent les mêmes caractéristiques hydrogéologiques.

L'étude des dossiers de sondage présent sur cette zone montre que les sondages recoupant l'ensemble du Tertiaire (soit Oligocène et Eocène, soit Pliocène, Miocène, Oligocène et Eocène pour ce qui est de la partie Sud de cette zone) lorsqu'il dépasse 50 à 100 m d'épaisseur donnent des débits en forage de 5 à 20 m<sup>3</sup>/h. Les forages fournissant des débits plus faibles ou insignifiants sont rares. Pour cette zone, cette fourchette de débit peut donc être considérée comme ce que l'on peut raisonnablement espérer pour tout forage implanté sans étude préalable et recoupant 50 à 100 m au moins de Tertiaire. On peut citer comme exemples :

1) Point BSS 470 6X 0048 à Varois-et-Chaignot ; réalisé en février 1996 ; profondeur : 76 m ;

- 0 à 1 m : terre végétale,
- 1 à 18 m : marnes rouges puis bariolées
- 18 à 22 m : calcaires en formation (lacustres ?)
- 22 à 24 m : calcaire fracturé, forte arrivée d'eau
- 24 à 48 m : marne jaune
- 48 à 66 m : marnes bariolées
- 66 à 76 m : marno-calcaires rouges, petite arrivée d'eau ;

NS (= niveau statique) : 8 m/sol ; Q (soufflage) = 20 à 30 m<sup>3</sup>/h

2) Point BSS 470 5X 0173 à Ruffey-les-Echirey ; réalisé en septembre 1990 ; profondeur : 50 m ;

- 0 à 27 m : marnes jaunes puis jaunes et rouges
- 27 à 41 m : calcaire avec passages marneux
- 41 à 50 m : calcaire jaune très pourri ;

NS = 5 m/sol ; Q (durée de l'essai : 2 mois) = 25 à 30 m<sup>3</sup>/h avec un rabattement de 30 m

3) Point BSS 470 5X 0180 à Ruffey-les-Echirey ; réalisé en mars 1999 ; profondeur : 61 m ;

- 0 à 13 m : marne de diverses couleurs (bariolé, jaune, saumon), un niveau calcaire (de 10 à 11 m)
- 13 à 19 m : calcaire fracturé, arrivée d'eau

- 19 à 34 m : marne jaune avec quelques bancs calcaires
- 34 à 41 m : calcaire fracturé (arrivée d'eau)
- 41 à 61 m : calcaire et marnes avec petites arrivées d'eau ;

NS = 6 m/sol ; Q = 6 à 8 m<sup>3</sup>/h

4) Point BSS 470 8X 0022 à Marandeuil ; réalisé en février 1995 ; ;

- 0 à 101 m : marnes bariolées
- 101 à 102 : calcaires fracturés (faible arrivées d'eau)
- 102 à 145 : marnes bariolées
- 145 à 167 : calcaires jaunes fracturés avec passées marneuses (forte arrivée d'eau)
- 167 à 175 : marnes grisâtres

Q = 12 à 18 m<sup>3</sup>/h

5) Point BSS 500 5X 135 à Saulon-la-Chapelle, chemin des Cerisiers ; réalisé en juin 1988 ; profondeur : 83,50 m ;

- 0 à 4,80 m: grave argileuse et sableuse
- 4,80 à 83,50 m : ? ; argile grise beige panachée saumon avec des niveaux calcaires, notamment de 30,50 à 44,20 m avec 12 m<sup>3</sup>/h au sommet de ce niveau et 24 m<sup>3</sup>/h à sa base ; au toit de ce niveau, 32,40 m de charge ; et de 66 à 71 m avec 15 m<sup>3</sup>/h à 68 m ; tout cet ensemble est oligocène ;

NS : non noté.

Les forages pétroliers confirment l'existence de ressources en eau dans ces niveaux calcaires. En effet, leurs comptes-rendus de chantier signalent souvent des pertes de boues au passage des niveaux calcaires des formations tertiaires. Des pertes de boues de forage en cours de foration indiquent la présence de niveaux perméables, donc, en profondeur où les formations sont noyées, c'est une bonne indication de circulation d'eau et de porosité ; il n'y a cependant pas de relation simple entre un volume de boue de forage perdu et le débit d'eau que l'on pourrait tirer en pompage du niveau concerné. On retiendra les forages pétroliers suivants qui ont recoupé l'Oligocène et l'Eocène à niveaux calcaires :

- forage de Marlien 1 (BSS : 500 6X 0001) à Marliens : l'Oligocène a été recoupé de 118 à 302 m et l'Eocène de 302 à 475 m ; mur du tertiaire à 475 m ; certains niveaux calcaire de l'Oligocène et de l'Eocène peuvent constituer de bons réservoirs : pertes de boue : 1 m<sup>3</sup> à 196 m, 10,6 m<sup>3</sup> à 216 m, 1,8 m<sup>3</sup> à 245 m ;
- forage de Villebichot 1 (BSS : 527 1X 0001) à Saint-Nicolas-les-Cîteaux ; l'Oligocène a été recoupé de 282 à 460 m et l'Eocène de 460 à 797 m ; il y a eu une perte de fluide de 3700 l entre 282 et 309 m, soit au toit de l'Oligocène mais l'eau y serait salée, 5,5 g/l ; présence aussi de quelques niveaux calcaires

dans le Pliocène mais, entre 50 et 282 m, des niveaux de gypse y sont signalés ;

- forage d'Argilly 1 (BSS : 526 8X 0001) à Argilly ; Oligocène de 318 à 500 m et Eocène de 500 à 760 m ; l'Eocène repose, par l'intermédiaire d'un conglomérat à éléments de calcaire, sur un calcaire blanc du Crétacé ; des niveaux à gypse et anhydrite compact sont signalés à la base de l'Oligocène de 460 à 500 m ; perte de 1000 l de fluide entre 330 et 383 m et de 4000 l de 400 à 420 m ; dans l'Eocène, malgré des faciès favorables, les pertes de circulation ont été peu importantes ; là aussi des niveaux de gypse sont signalés dans le Pliocène entre 96 et 206 m ;

Les forages de Barges (Barges 1 à 5 ; BSS : respectivement 500 5X 0001 à 0005) sont un peu différents car ils sont implantés dans une zone en horst et graben. L'Oligocène y semble moins riche en niveaux calcaires.

Le forage de Saint-Jean-de-Losne (BSS : 527 3X 0001) n'a montré aucun indice aquifère dans le Tertiaire.

Les forages pétroliers de Chemin et de Champdivers, à l'Est de cette zone, montrent des coupes un peu différentes et qui indiquent l'existence d'un horst, peut-être en prolongement de celui de la Serre :

- forage de Chemin-1 (BSS : 527 8X 0078) a recoupé de 172 à 200 m, 28 m de conglomérat à galets de calcaires mal cimenté avec une matrice argilo-sableuse ; l'Oligocène sous jacent s'avère peu perméable ; le contact Tertiaire/Secondaire a été recoupé à 345 m : Oligocène sur Turonien (absence d'Eocène) ;

- forage de Champdivers (BSS : 527 8X 0079) a recoupé 19 m du même conglomérat de 158 à 177 m ; ce conglomérat repose directement sur le Cénomaniens (absence d'Oligocène et d'Eocène) et est surmonté, entre 125,5 et 158 m, par des sables grossiers intercalés de couches de lignite et de marnes ;

Ce conglomérat représente la base du Miocène continental marneux et, au vu de son faciès, il pourrait être un aquifère intéressant. Il semble être localisé aux abords du Jura puisqu'il n'a pas été rencontré par le forage de Saint-Jean-de-Losne. Cependant son eau est peut-être salée car les niveaux immédiatement sous-jacents (Albien) montrent une eau salée (voir ci-dessous).

### 3.2.3. Formations sous-jacentes au Tertiaire : Crétacé et Jurassique supérieur

#### 3.2.3.1. D'après les forages de recherche d'eau

##### Crétacé :

Dans les formations sous-jacentes au Tertiaire (Crétacé et Jurassique), les formations crétacées ne semblent pas, au vu des quelques forages de recherche d'eau qui les ont atteintes ou traversées, être prometteuses du point de vue de la ressource en eau. D'une part, elles sont discontinues du fait de l'érosion anté-tertiaire et, d'autre part le Cénomaniens semble assez marneux et l'Albien est plus argileux que sableux.

Concernant le Crétacé supérieur (craie) sous couverture tertiaire, il n'y a aucun forage de recherche d'eau ayant testé cette formation.

Concernant l'Albien, on peut citer le forage de Saint-Julien, les Varennes (derrière le cimetière), réalisé en novembre 1987 (indice BSS : 470 6X 0047) et qui a donné un résultat relativement intéressant :

Profondeur : 81,30 m ; forage artésien jaillissant ;

- 0 à 8,5 : argile puis sable argileux puis graviers argileux (Quaternaire)
- 8,5 à 11 : calcaire rose argileux
- 11 à 33 : argiles saumon (Oligocène)
- 33 à 40,00 : calcaires lacustres (Eocène)
- 40 à 75 : marnes grises rougeâtres (Cénomaniens)
- 75 à 81,3 (FT) : sables fins albien ;

C'est l'Albien qui est capté ;  $Q = 8,6 \text{ m}^3/\text{h}$  ND = 43,2 m ;  $Q$  artésien :  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$  ;

On peut penser que ce forage, s'il avait été poussé jusqu'à la base de l'Albien et en acceptant un rabattement un peu plus important, aurait pu fournir un débit de l'ordre de 15 à 20  $\text{m}^3/\text{h}$ .

D'un point de vue historique, on peut aussi rappeler le forage à l'Albien réalisé place Saint Michel à Dijon de 1829 à 1832. Sa profondeur a atteint 155 m. Sous des alluvions, le forage a traversé l'Oligocène puis a atteint les sables albiens puis a entamé les calcaires portlandiens. Le niveau statique était à 2 m sous la surface du sol. Un pompage y a été pratiqué mais le débit ne devait pas être suffisant puisque l'ouvrage a été abandonné.

Jurassique supérieur :

Concernant le Jurassique, les forages de recherche d'eau ayant atteint le Jurassique supérieur sous les formations tertiaires donnent des débits du même ordre que ceux fournis par les calcaires oligocènes et éocènes mais il semble, au vu des forages, peu nombreux, que les risques de forage non productif soient plus importants que dans les calcaires tertiaires. Dans toute cette zone, les étages du Jurassique atteints sont, semble-t-il, le Portlandien ou le Kimméridgien.

1) Point BSS 470 6X 0046 à Saint-Julien, le bois des Ruses ; réalisé en août 1990 ; profondeur : 76,00 m ; NS : 15,00 m ;

- 0 à 54 m : marnes jaunes et cailloux (Oligocène)
- 54 à 76 m (FT) : calcaire jaune faillé (Kimméridgien) ;

Q = 15 à 20 m<sup>3</sup>/h avec un rabattement = 30 m.

2) Point BSS 470 6X 0045 à Brognon ; réalisé en février-mars 1989 ; profondeur : 202 m ;

- 0 à 76 m : Oligocène et, peut-être, Eocène : argile saumon puis calcaires jaune à saumon puis blanc ou rose puis argile bariolée avec rognons de calcaires
- 76 à 202 m : calcaires coquillers et oolithiques quelques faciès marneux (Jurassique) ;

Arrivée d'eau de 7 à 8 m<sup>3</sup>/h entre 84 et 86 m.

3) Point BSS 470 5X 0173 à Ruffey-les-Echirey ; réalisé en septembre 1990 ; profondeur : 50 m ;

- 0 à 27 m : marnes jaunes puis jaunes et rouges,
- 27 à 41 m : calcaire avec passages marneux,
- 41 à 50 m : calcaire jaune très altéré ;

NS = 5 m/sol ; Q (durée du pompage d'essai : 2 mois) = 25 à 30 m<sup>3</sup>/h avec un rabattement = 30 m

4) Point BSS 470 5X 0180 à Ruffey-les-Echirey ; réalisé en mars 1999 ; profondeur : 61 m ;

- 0 à 13 m : marne de diverses couleurs (bariolé, jaune, saumon) un niveau calcaire (de 10 à 11 m)
- 13 à 19 m : calcaire fracturé, arrivée d'eau
- 19 à 34 m : marne jaune avec quelques bancs calcaires
- 34 à 41 m : calcaire fracturé (arrivée d'eau)

- 41 à 61 m : calcaire et marnes avec petites arrivées d'eau ;  
NS = 6 m/sol ; Q = 6 à 8 m<sup>3</sup>/h.

### **3.2.3.2. D'après les forages profonds (recherche d'hydrocarbures ou de sel)**

Les indices aquifères dans ces forages sont, comme déjà dit plus haut, les pertes de fluide de forage, mais aussi les tests de production pratiqués qui donnent une indication de la perméabilité du niveau testé.

Les résultats fournis par les forages de cette zone sont résumés ci-dessous.

- Forage de Chemin-1 : contact Tertiaire/Secondaire à 345 m ; pas de réservoir aquifère : Albien exclusivement argileux, Hauterivien compact (calcaire lumachellique poreux mais imperméable), Portlandien non karstifié ;
- Forage de Champdivers : contact Tertiaire/Secondaire à 177 m ; 12 m de sables albiens (sables fins gris noir et glauconieux) de 266 à 278 m, très perméables au vu des résultats des tests mais eau salée à 2,10 g/l ; sommet du Portlandien, de 308,5 à 317,5 m, dolomitique avec fréquentes cavités de circulation de l'eau et géodes abondantes mais eau à 1,2 g/l ;
- Forage de Saint-Jean-de-Losne : contact Tertiaire/Secondaire à 273 m (brèche calcaire Oligocène/Hauterivien) ; un seul niveau vraiment perméable : les grès du Réthien de 1070,50 à 1093,50 m mais eau salée (27 à 30 g/l) ;
- Forage d'Argilly : contact Tertiaire/Secondaire à 760 m (Eocène/Sénonien) ; indices de perméabilité dans les calcaires dolomitiques du Portlandien de 898 à 916 m et de 955 à 960 m mais eau à 2,3 g/l ; grosse perte de fluide dans le Bajocien vers 1450 m mais la minéralisation totale de l'eau est à 13 g/l ;
- Forage de Villebichot : contact Tertiaire/Secondaire à 760 m (Eocène/Sénonien) ; Crétacé (base à 922 m) non étudié lors du forage ; Portlandien-Kimméridgien de 922 à 1045 m (FT) : grosse perte de boue au sommet du portlandien (8,5 m<sup>3</sup>), salinité non indiquée ;
- Forage de Marliens : contact Tertiaire/Secondaire à 475 m (Eocène/Sénonien) ; pas d'indice bien nette de réservoir ;
- Forage de Barges 101 : contact Tertiaire/Secondaire à 227 m (Oligocène/Kimméridgien) ; absence d'Eocène, de Crétacé et de Portlandien ; pas de réservoir bien net ; on peut noter la présence d'eau douce de 327 à 340 m dans des calcaires crayeux du Séquanien mais perméabilité non testée.

On retiendra l'existence d'un réservoir potentiel au sommet du Portlandien, du fait d'une karstification assez globale ; notons que son eau est souvent salée, du moins lorsqu'il est profond, plus de 800 m. dans le secteur de Champdivers, l'eau étant salée dès l'Albien, à 266 m de profondeur (Trias non loin).

A Barges l'existence d'un réservoir est possible dans les calcaires du Séquanien à une profondeur de 327 à 340 m où l'eau est douce.

### **3.3. FORMATIONS PLIO-QUATERNAIRES DE PIED DE COTE AU NORD DU CONFLUENT SAONE-DOUBS (NAPPE PROFONDE DE LA TILLE, NAPPE DE DIJON-SUD, NAPPES PROFONDES DE LA PLAINE DE NUITS ET DU MEUZIN, NAPPE PROFONDE DE VIGNOLES)**

#### **3.3.1. Nappe alluviale de la Tille (nappe profonde)**

La Tille qui draine, dans son cours amont, les massifs calcaires de la partie nord de la « Montagne Bourguignonne » forme, à partir de son débouché dans la plaine du fossé de la Saône, une large vallée remblayée par des alluvions récentes (quaternaires) organisées en systèmes complexes de terrasses emboîtées de nature sablo-graveleuse ou limoneuse et ce, jusqu'à son confluent avec la Saône (cf. Illustration 14). Le substratum de ces systèmes alluviaux est constitué par les calcaires jurassiques (très localement la craie) à l'amont de Beire-le-Châtel et par les formations tertiaires du fossé de la Saône à l'aval (notamment l'Oligocène et le Pliocène) de nature peu perméable.

A la fin du Tertiaire, au Villafranchien, la Tille a profondément entaillé son substratum tertiaire en un chenal de surcreusement qu'elle a par la suite remblayé de sables et de graviers puis d'argiles limoneuses. Ce chenal villafranchien et son remplissage de sables graveleux surmontés d'argiles limoneuses s'intercalent donc entre le substratum et les alluvions quaternaires de la Tille. Il suit grossièrement le tracé de la vallée actuelle de la Tille tout en s'en décalant par rapport à elle progressivement vers l'Est en direction de l'aval. Ce chenal contient, dans les graviers, une nappe aquifère captive sous les argiles limoneuses.

C'est cette nappe captive qui est dénommée nappe profonde des alluvions de la Tille. Cet aquifère profond a été reconnu et étudié par forages et géophysique à partir des années 1960.

Ce chenal, et donc la nappe profonde, ne sont bien individualisés qu'à l'aval de Beire-le-Châtel. A l'amont, le niveau d'argile limoneuse n'existe pas et la nappe profonde de la Tille ne forme qu'une seule nappe, libre, avec la nappe des alluvions récentes.

La carte de l'illustration 14 donne le contour de ce chenal profond de la Tille.

A l'aval de Beire-le-Châtel, le niveau d'argiles limoneuses est partout présent et possède une puissance qui est rarement inférieure à 10 m (elle peut atteindre 30 m vers Treclun). Les graviers aquifères sous-jacents ont une puissance comprise entre 10 et 30 m, les puissances les plus fortes s'observant vers l'aval, de Labergement-Foigny à Treclun. Cependant, vers l'aval, ils deviennent plus fins et peuvent être entrecoupés de niveaux argileux.

Le chenal est assez étroit, environ 750 à 2 000 m, les plus fortes largeurs s'observant à l'aval de Longchamp. Latéralement, les limites de l'aquifère sont constituées des mêmes formations que celles de son substratum, les formations peu perméables de l'Oligocène et du Pliocène. Aux abords de Longchamp, le chenal reçoit un chenal affluent venant du nord et dont la reconnaissance est, à ce jour, à peine ébauchée.

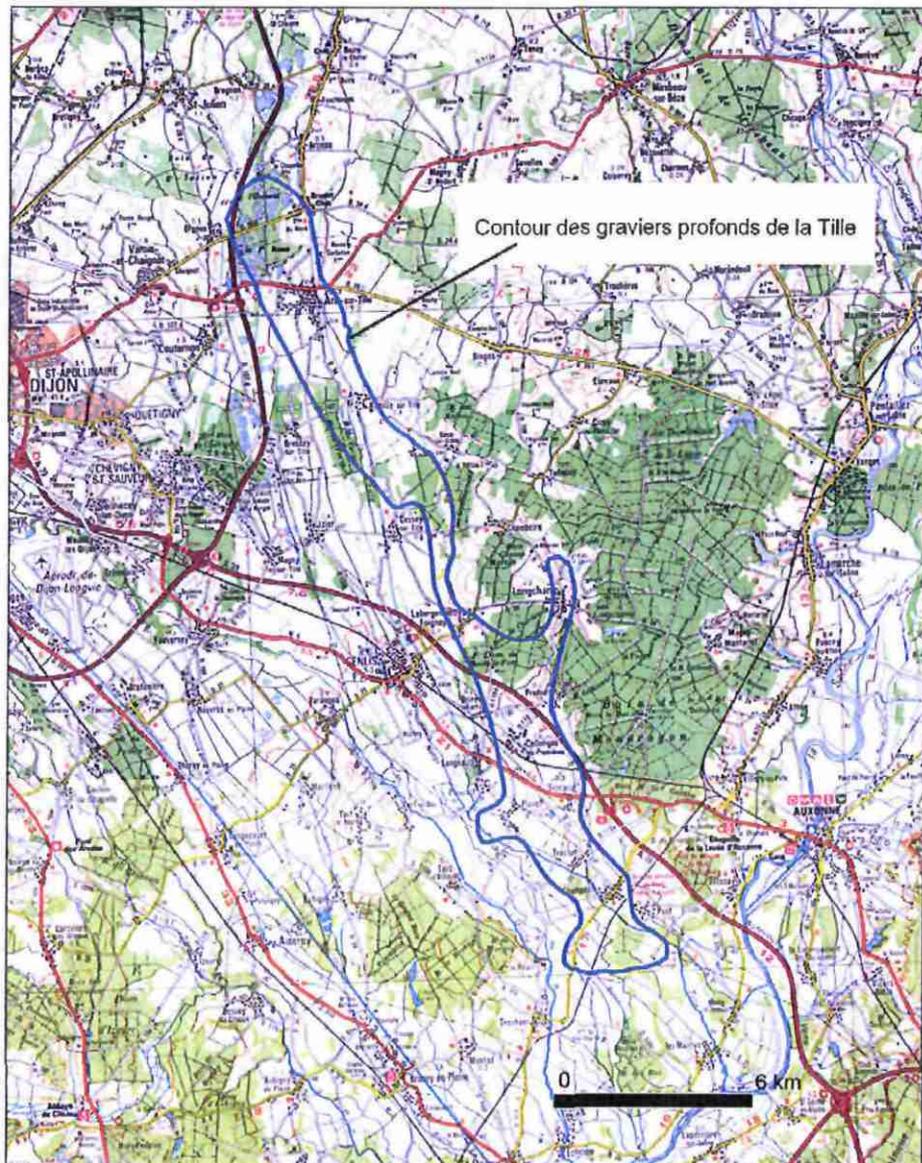


Illustration 14 : Carte du contour du chenal profond de la nappe de la Tille

En allant vers l'aval, on observe aussi un approfondissement de cet aquifère. Le toit des sables graveleux se situe ainsi à 80 m de profondeur à Champdôte. Il est notable

de considérer que le toit de cet aquifère se trouve ainsi à une cote nettement plus basse que celle de la base des alluvions récentes de la Saône.

Les travaux de reconnaissance n'ont pas dépassé Champdôtre vers l'aval mais il est très probable que cet aquifère se prolonge encore dans cette direction (vers le sud-sud-est).

Les ouvrages atteignant et captant la seule nappe profonde sont peu nombreux et on ne connaît donc ses caractéristiques hydrodynamiques qu'approximativement : la transmissivité est de l'ordre de  $4 \text{ à } 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  et le coefficient d'emménagement voisin de  $10^{-3}$ , soit des valeurs intéressantes. Le débit pompé, par ouvrage, peut atteindre  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  avec un rabattement de l'ordre de 10 m.

Le niveau piézométrique de cet aquifère est en général au-dessus du sol, de un à quelques mètres, (aquifère jaillissant). Son écoulement se fait vers l'aval. Ses exutoires ne sont pas connus avec certitude, mais, compte tenu de sa piézométrie, il se vidange par drainance du bas vers le haut dans les niveaux aquifères sus-jacents (nappe superficielle de la Tille) et dans la Saône.

Son alimentation se fait,

d'une part, localement, par drainance du haut vers le bas à partir de l'aquifère superficiel de la Tille dans les quelques secteurs où ce dernier a un potentiel supérieur à celui de l'aquifère profond et,

d'autre part, surtout par l'aquifère superficiel à l'amont de Beire-le-Châtel où le niveau marneux séparant les deux aquifères est absent.

Il est actuellement exploité pour l'AEP, notamment par le captage de Treclun.

Cet aquifère captif est bien protégé par son toit argileux. Il constitue donc une ressource intéressante qu'il convient de préserver, d'autant plus que l'aquifère superficiel est très sollicité pour l'AEP et l'irrigation des cultures. Par ailleurs, l'aquifère superficiel étant peu épais et du fait de son fort taux d'exploitation, des conflits d'usage peuvent localement apparaître ; de plus, surtout à l'aval d'Arc-sur-Tille, du fait d'une agriculture intensive en surface, l'eau de l'aquifère superficiel présente des teneurs en nitrates parfois très supérieures à 50 mg/l.

Ces raisons ont conduit en 2003 l'Administration à classer cet aquifère en ressource patrimoniale et donc à réserver son utilisation à l'alimentation en eau potable. La préservation de la qualité de l'eau de cet aquifère devra prendre en compte :

d'une part, le danger que représentent les ouvrages qui captent les deux nappes ou ceux qui ne captent que la nappe profonde mais avec une mauvaise cimentation à la traversée de la nappe superficielle et,

d'autre part, le fait que l'essentiel de l'alimentation de la nappe profonde se fait directement par la nappe superficielle à l'amont de Beire-le-Châtel, donc directement à partir d'une nappe vulnérable.

Par ailleurs, s'agissant d'un aquifère captif et assez peu étendu, notamment en largeur, des ouvrages d'exploitation pourront s'entre-influencer s'ils sont trop rapprochés ou si leurs débits dépassent une certaine valeur à déterminer.

### 3.3.2. Nappe de Dijon-Sud (nappe profonde)

En bordure ouest du fossé de la Saône, notamment aux abords sud de l'agglomération dijonnaise, entre Dijon même et Gevrey-Chambertin, les formations constitutives du fossé de la Saône, compte tenu de la proximité des reliefs calcaires de la Côte, sont d'une nature plus grossière et déterminent, de ce fait, une géologie et une hydrogéologie particulière. L'aquifère de Dijon-Sud s'inscrit dans cette zone particulière.

La zone de la nappe de Dijon-Sud est délimitée globalement par un triangle ayant pour sommets :

- l'extrémité avale du lac Kir au nord,
- le bourg de Gevrey-Chambertin au sud-ouest,
- la forêt d'Izeure au sud-est,

soit environ 18 km du nord au sud et 1 à 7 km d'ouest en est. La surface ainsi couverte approche 50 km<sup>2</sup>.

Le substratum de cet aquifère est constitué par les formations « saumons » d'âge oligocène constituées essentiellement par des marnes passant, à l'approche des reliefs de l'ouest, à des conglomérats. Ces formations sont globalement imperméables.

L'aquifère de Dijon-Sud résulte d'un surcreusement du substratum oligocène par une ancienne vallée de l'Ouche puis son remblaiement par des sables et des graviers au Plio-quatenaire. Postérieurement, des limons plus ou moins argileux ont recouvert cet ensemble.

Cet aquifère est en fait constitué de deux aquifères superposés :

- un aquifère superficiel contenant la « nappe superficielle », constitué des « graviers de Perrigny » ; ces graviers ont une épaisseur comprise entre 20 et 25 m au nord (Chenôve), 35 m au centre (Marsannay-la-Côte) puis passent à des argiles au sud, à l'est et à l'ouest ; cette nappe est libre ;
- un aquifère profond contenant la « nappe profonde » constituée des « graviers de la Sansfond » ; leur épaisseur croît du nord (20 m à Chenôve) au sud (60 m à Noiron-sous-Gevrey) ; cette nappe profonde est captive sous un niveau argileux qui sépare les deux aquifères ; au nord (Chenôve), ce niveau argileux est peu épais (3 m), voire absent, puis son épaisseur croît vers le sud (5 à 6 m à Longvic, 17 m à Saulon) ; cette nappe est captive.

Vers le sud-est, ces graviers profonds semblent se prolonger puisqu'un forage en forêt d'Izeure, forage F9 (indice BSS : 527 1X 0017 à Izeure), a recoupé deux niveaux de graviers, l'un de 45 à 54 m de profondeur, l'autre de 84 à plus de 102 m de profondeur (mur de ce dernier niveau non atteint) ; ce sont ces deux niveaux de graviers qui sont

captés ; le niveau statique était à 4 m sous la surface. Un pompage d'essai par palier a donné jusqu'à 50 m<sup>3</sup>/h pour un rabattement de moins de 30 m ; transmissivité de 3.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s ; la minéralisation totale de l'eau : 500 mg/l.

La carte de l'illustration 15 donne le contour de ce chenal profond de Dijon-Sud.

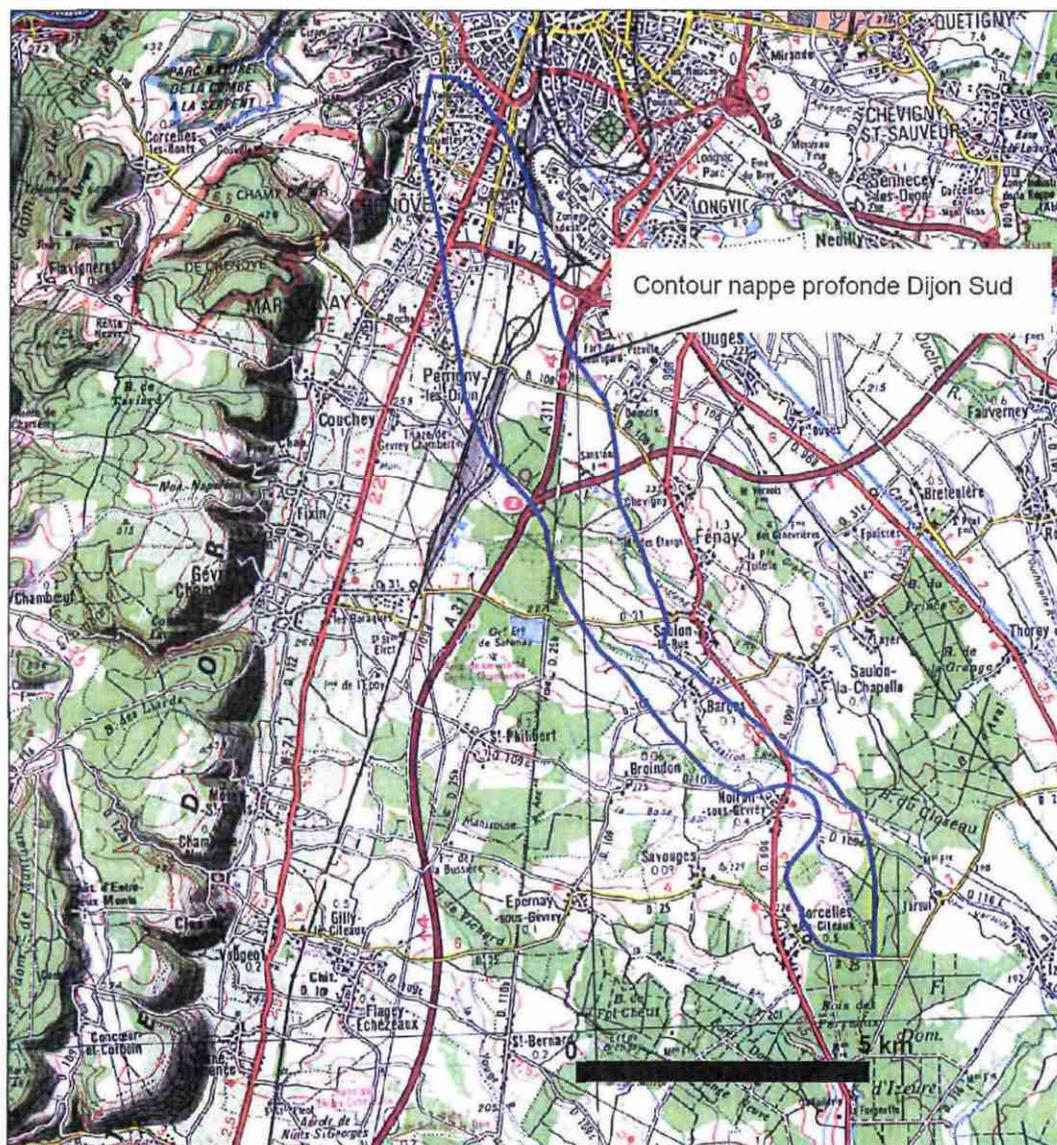


Illustration 15 : Contour du chenal profond de Dijon Sud

**L'Erreur ! Source du renvoi introuvable.** donne la coupe géologique longitudinale de cet aquifère profond de Dijon-Sud (extraite de CPGF, août 1992).

Le captage de Longvic (F2), qui ne capte que l'aquifère profond, donne des valeurs fiables et représentatives des paramètres hydrodynamiques de cet aquifère :

transmissivité :  $4,4 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s (soit pour 12 m d'épaisseur d'aquifère, une perméabilité de  $3,7 \cdot 10^{-4}$  m/s) ;

coefficient d'emmagasinement :  $1,86 \cdot 10^{-4}$ .

L'alimentation de cette nappe est assurée :

d'une part, depuis le nord par les alluvions actuelles de l'Ouche et l'aquifère superficiel (la couche d'argile séparant les deux aquifères étant discontinue dans ce secteur) et vraisemblablement aussi depuis l'ouest par les calcaires jurassiques de la Côte, comme le laissent penser des mesures récentes ;

d'autre part, par drainance du haut vers le bas depuis l'aquifère superficiel, les quelques données piézométriques disponibles indiquant que l'aquifère superficiel a un potentiel plutôt supérieur.

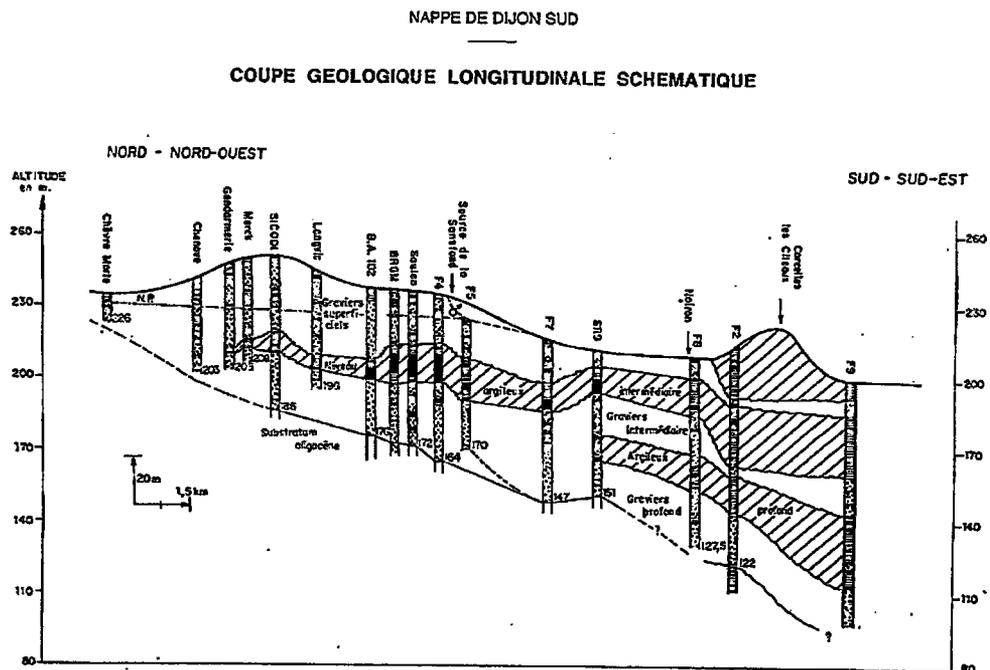


Illustration 16 Coupe géologique NNW-SSE schématique de la nappe de Dijon Sud (extraite de CPGF, août 1992:

### 3.3.3 Nappe de Vignoles

La nappe de Vignoles ou plutôt l'ensemble aquifère multicouche de Vignoles est un ensemble aquifère constitué de deux unités superposées, l'une sablo-graveleuse au-dessus, l'autre calcaire au-dessous, au sein du remplissage plio-quadernaire du fossé de la Saône au droit de Beaune et de ses environs Est et Sud-Est. C'est du moins dans ce secteur que plusieurs forages l'ont mise en évidence, sur une surface d'environ 6 km d'est en ouest et 8 km du nord au sud.

L'aquifère est donc constitué de deux formations aquifères :

une formation supérieure constituée de sables et de graviers, disposée en chenaux fluviaux de surcreusement insérés dans des formations lacustres à dominance marneuses ; 5 chenaux sont distingués, formant autant de nappes indépendantes, disposés en éventail depuis l'actuel cône de déjection du Rhoin ; le toit de ces chenaux est à 20 ou 30 m de profondeur ; cette structure a été mise en évidence par géophysique ;

une formation inférieure constituée de calcaires lacustres de l'Oligocène ; ces calcaires alternent avec des niveaux argileux et présentent deux faciès ; un premier faciès constitué de calcaires crayeux à forte microporosité et un deuxième faciès, plus compact mais montrant des vacuoles de dissolution de taille millimétrique à centimétrique. L'un des ouvrages recoupant la nappe de Vignoles a recoupé cette formation inférieure en deux masses calcaires, respectivement entre 90 et 126 m de profondeur et entre 130 et 168 m de profondeur, séparées par des marnes grises et des niveaux tourbeux.

La nappe de Vignoles est captive et, dans sa plus grande partie, jaillissante de 6 à 9 m au-dessus du sol avec des débits naturels de jaillissement de 20 à 30 m<sup>3</sup>/h.

Les débits des ouvrages aux essais sont intéressants, plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/h avec des maximums dépassant 200 m<sup>3</sup>/h. Les transmissivités vont de 1 à 6.10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s. On dispose d'une valeur de coefficient d'emmagasinement de 3,6.10<sup>-3</sup>.

La nappe semble, au vu des quelques ouvrages qui l'atteignent, s'écouler vers l'est (ou soit vers le nord-est, soit vers le sud-est, suivant les différentes études réalisées) avec un gradient hydraulique de 2,5 à 10 ‰. La nappe étant artésienne jaillissante, il est clair qu'elle se vidange par drainance du bas vers le haut dans les aquifères sous-jacents des formations de remplissage du fossé de la Saône et, en définitive dans la Saône.

En considérant également la mise en charge de cette nappe, l'alimentation ne peut se faire que par un aquifère ayant un potentiel supérieur. Le seul aquifère dans ce cas est l'aquifère karstique des calcaires jurassiques de la Côte et de l'Arrière-Côte et c'est celui-ci qui contribue à l'alimentation de la nappe de Vignoles, éventuellement par l'intermédiaire de niveaux grossiers superficiels en pied de Côte et des grandes failles bordières.

Le peu de renseignements dont on dispose sur cette nappe permet cependant de donner quelques ordres de grandeur. Le stock d'eau total dans cet aquifère est de l'ordre de 10 à 20 millions de m<sup>3</sup>. L'écoulement naturel total est de l'ordre de 400 à 3 000 milliers de m<sup>3</sup>/an soit 13 à 100 l/s. La drainance vers le haut est évaluée, pour la zone connue, à 10 000 m<sup>3</sup>/an ; s'agissant du débit des exutoires, elle devrait être égale au débit de l'aquifère, ce qui suppose que l'aquifère possède une surface nettement plus étendue que celle qui a été reconnue.

Cet aquifère est exploité depuis sa découverte par un forage profond réalisé par les américains en 1917. Actuellement, il est exploité pour l'alimentation en eau potable par 3 forages (P1, P4 et P5 à Vignoles) qui fonctionnent en appoint d'autres ressources. Trois autres forages, de recherche, au sud de Beaune ont été récemment réalisés (BS1, BS2 et BS3).

L'illustration 17 donne les contours des deux ensembles, l'ensemble supérieur, sablo-graveleux, et l'ensemble inférieur, calcaire. L'illustration 18 et l'illustration 19 donnent le bloc diagramme de cet aquifère multicouche à partir des forages avec sa légende.

Pour caractériser la qualité chimique de l'eau de cette nappe, sa géochimie a été comparée à celle des eaux peu profondes des environs, notamment l'eau des sources karstiques du pied de Côte. Les eaux de la nappe de Vignoles sont aussi bicarbonatées calciques, mais plus riches en fluor (0,54 mg/l), en fer total (0,8 à 0,9 mg/l) ; elles sont aussi plus chaudes (15 à 18°C) ; enfin elles sont plus pauvres en nitrates (en général un peu moins de 5 mg/l, très rarement plus de 10 mg/l) là où les sources karstiques des environs ont des teneurs très variables et comprises entre 6 et 30 mg/l.

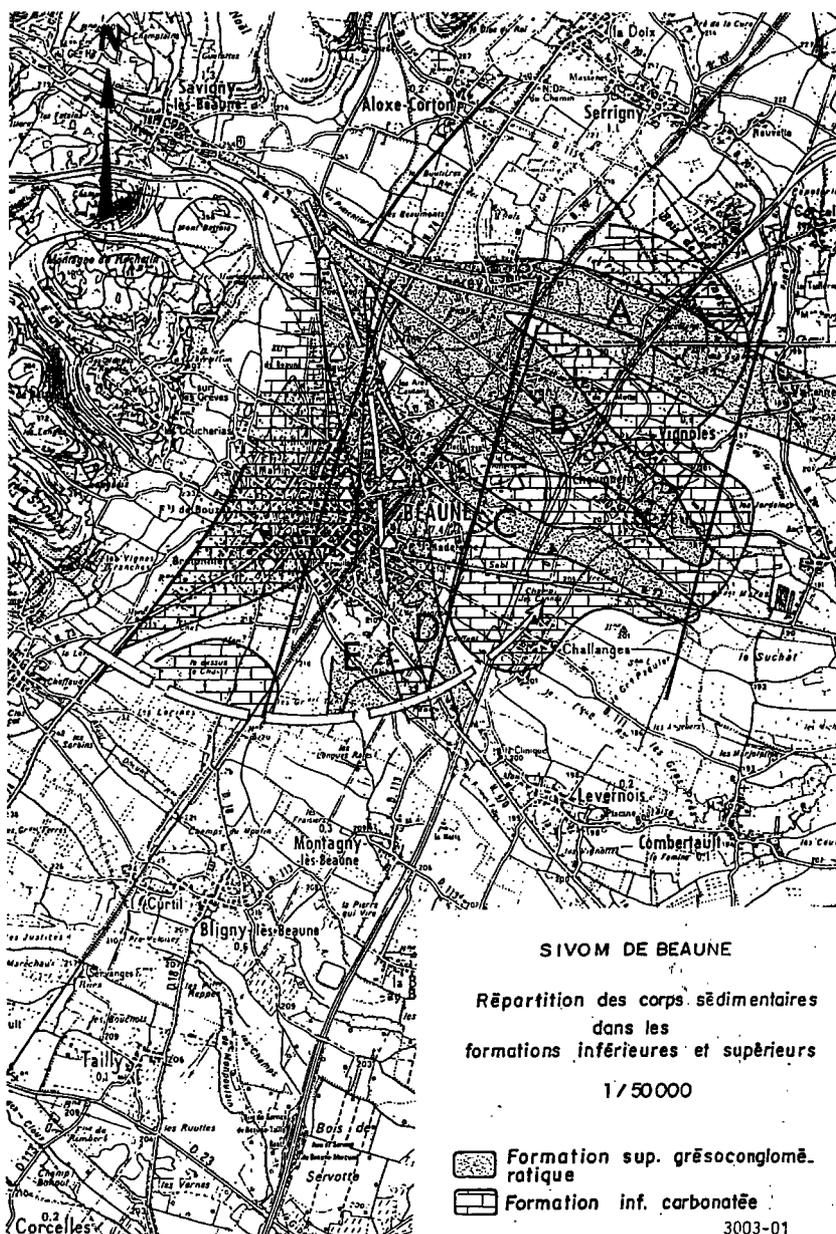
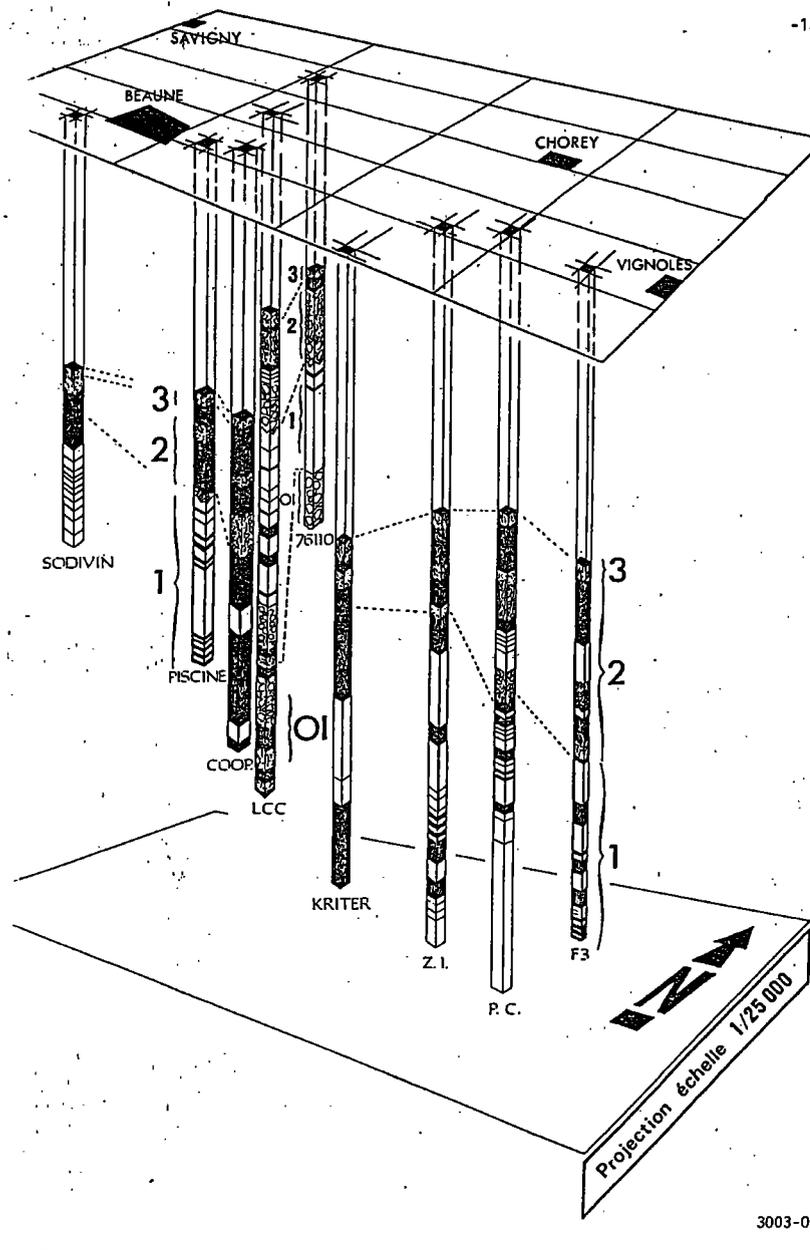


Illustration 17 : Contour géographique des deux ensembles aquifères de la nappe de Vignoles (d'après CPGF, études 2619-3003, février 1987)



3003-0

Illustration 18 : Bloc diagramme géologique de l'aquifère multi-couche de la nappe de Vignoles (d'après CPGF, études 2619-3003, février 1987)

OI	CONGLOMERAT « SAUMON » OLIGOCENE	□	CALCAIRE
1	FORMATION INFÉRIEURE	■	ARGILE
2	FORMATION SUPÉRIEURE	▨	GRAVIERS - GALETS
3	FORMATION SUPERFICIELLE	▩	BLOCS

Illustration 19 : Légende du bloc diagramme (d'après CPGF, études 2619-3003, février 1987)

La vulnérabilité de la nappe de Vignoles est à priori faible. Cependant, compte tenu de ce qui a été dit plus haut sur son alimentation, des pollutions se produisant sur les calcaires karstiques de la Côte et de l'Arrière-Côte, ou encore en pied de Côte sur les formations superficielles graveleuses pourraient probablement, à la longue, parvenir jusqu'à elle par l'intermédiaire des grandes failles. Une autre source de pollution pourrait être les ouvrages eux-mêmes si leur équipement n'est pas réalisé correctement, c'est-à-dire avec une isolation parfaite des niveaux aquifères superficiels. Les teneurs en nitrates non nulles, et même parfois voisines de 10 mg/l, sur les ouvrages captant la nappe de Vignoles sont sans doute un indice de telles pollutions.

### **3.3.4. Nappe du Meuzin et de la plaine de Nuits (nappe profonde)**

Au pied de la Côte bourguignonne, au niveau de Nuits-Saint-Georges et de la plaine alluviale du Meuzin, une structure très ressemblante à celle de l'aquifère de Vignoles a été mise en évidence, à partir de la fin des années 1960, par des forages de recherche d'eau.

Ces différents ouvrages, tous implantés dans la plaine de Nuits et du Meuzin, notamment sur les communes de Comblanchien (indice BSS : 526 3X 0003), de Corgoloin (indice BSS : 526 3X 0023), de Quincey (indice BSS : 526 4X 0049), de Gerland (indice BSS : 526 3X 0046), et dont les profondeurs sont comprises entre 35 et 107 m, ont ainsi mis en évidence la succession suivante de deux ensembles, souvent aquifères :

de la surface à environ 15 à 45 m, un ensemble supérieur comportant des niveaux de graviers (1 à 3 ou 4 m d'épaisseur) alternant avec des niveaux d'argiles (2 à 15 m d'épaisseur) ; cet ensemble est à rattacher, très vraisemblablement, au Plio-quadernaire (dont le Villafranchien) ;

au-delà, un ensemble inférieur comportant des niveaux de marnes et de calcaires, souvent rosés avec quelques niveaux conglomératiques, qui sont à rattacher à l'Oligocène.

Vers le sud (Corgoloin), en s'éloignant du débouché du Meuzin dans la plaine, et vers le Sud-Est (Gerland), en se déplaçant vers l'aval, les niveaux de graviers de l'ensemble supérieur semblent rares ou absents et sont remplacés par des argiles, l'ensemble inférieur restant identique (marnes et calcaires).

Les données de débit des ouvrages sont assez fragmentaires. Les débits sont assez variables suivant les ouvrages :

à Comblanchien, dans les calcaires oligocènes sous 15 m de formations presque uniquement argileuses, 6 m<sup>3</sup>/h pour 18 m de rabattement (niveau statique à 5,20 m/sol) ;

à Corgoloin, dans les calcaires marneux oligocènes, sous 25 m essentiellement argileux, 26 m<sup>3</sup>/h pour 27 m de rabattement (niveau statique à 4,80 m/sol) ;

à Nuits-Saint-Georges (captage d'AEP), l'ensemble supérieur a fourni 172 m<sup>3</sup>/h pour 24,70 m de rabattement.

Dans l'ensemble supérieur, les niveaux de graviers doivent être considérés comme des lentilles au sein de limons fins ou d'argiles, se relayant latéralement ou verticalement et correspondant au remplissage d'anciens chenaux du paléo-Meuzin à son débouché dans la plaine.

D'un point de vue hydrogéologique, l'ensemble supérieur comporte, en général, en surface, un niveau de graviers contenant une nappe libre, ce niveau pouvant avoir, mais pas toujours, une couverture argileuse de un à quelques mètres d'épaisseur. Ce premier niveau de graviers peut cependant être localement dénoyé. Au-delà, en profondeur, se rencontrent des niveaux de graviers contenant des nappes captives.

L'ensemble inférieur, dont la base n'a semble-t-il pas été atteinte, est moins productif que l'ensemble supérieur mais mieux protégé et plus étendu vers le Sud (Corgoloin) et l'Est (Gerland). Le forage de Gerland M1 (BSS : 526 4X 0046 à Gerland) a traversé un ensemble d'argile et de marnes de 0 à 41 m puis l'ensemble inférieur (calcaires plus ou moins argileux) de 41 à 100 m (mur de cet ensemble non atteint). Les formations sont captées de 30 à 100 m. L'ouvrage est artésien jaillissant. Un pompage réalisé a montré une productivité de 31 m<sup>3</sup>/h avec un niveau dynamique à 20 m sous la surface.

L'alimentation de cet aquifère profond du Meuzin se fait, d'une part par drainance, mais dans une mesure difficile à évaluer du fait de l'absence d'une piézométrie propre à chaque ensemble et, d'autre part surtout par l'aquifère karstique de la Côte de Bourgogne par l'intermédiaire des failles bordières et des niveaux de graviers les moins profonds.

Comme pour les autres aquifères profonds dont il est question dans cet inventaire, le problème essentiel à surveiller concerne les ouvrages de captage qui peuvent traverser et mettre en communication les différents niveaux aquifères et les mettre en communication avec la nappe libre superficielle.

D'après les derniers travaux (communication orale de la DIREN Bourgogne) sur cet aquifère, il semblerait que les calcaires soient plio-quatérnaires comme les sables et graviers et ne soient pas sous-jacents à ceux-ci. Ils n'en seraient qu'une variation latérale de faciès dans la direction du Sud-Est.

### **3.4. FORMATIONS PLIO-QUATÉRNAIRES DU FOSSE BRESSAN AU SUD DU CONFLUENT SAONE-DOUBS**

Les formations plio-quatérnaires de cette zone (cf. Illustration 13) sont représentées essentiellement par les « Marnes de Bresse », formations peu perméables. Les seuls réservoirs aquifères mis en évidence dans le Plio-quatérnaire de cette zone sont des niveaux de sables ou de graviers.

Ces faciès détritiques se rencontrent :

en bordure Ouest du fossé,

- 1) aux débouchés des principaux cours d'eau descendant de la Côte bourguignonne, Dheune et Grosne, suivant une géométrie vraisemblablement proche de celles des niveaux de graviers étudiés ci-dessus (chenaux de surcreusement dans un substratum peu perméable) ; on les signale ici seulement pour mémoire car les données, malheureusement, manquent sur ces épandages profonds de graviers ;
- 2) au pied de la Côte maconnaise où les chenaux semblent peut-être plus continus ; le forage de Saint-Symphorien-d'Annelles, F3, a traversé de 0 à 23 m les alluvions de la Saône et la formation de Saint-Côme puis, de 23 à 30 m des argiles avec quelques niveaux de sables argileux, de 30 à 84 m une série détritique composée de niveaux de sables fins, sables à graviers et gros galets, argile à blocs, de 84 à 96 m (fond de l'ouvrage) des argiles à bloc ; cet ouvrage est crépiné de 27 à 54 m ; son eau a une conductivité moyenne, 522  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 25°C ; cette formation détritique se retrouve en rive gauche de la Saône mais elle est un peu moins grossière semble-t-il (Saint-Didier-sur-Chalaronne – Ain) ; en rive droite, elle se prolonge vers le Sud en restant grossière (Saint-Jean-d'Ardières et Anse – Rhône).

dans toute la moitié Est du fossé bressan à différents niveaux des « Marnes de Bresse » ; il s'agit cette fois d'épandages plus étendus que les précédents et de provenance plus lointaine, essentiellement du Nord-Est et, au Sud de Louhans (département de l'Ain), en provenance du Sud ; les principaux sont les « Cailloutis de Chaux », les « Sables de Condal », les « Sables de Foulénay ».

Les cailloutis de Chaux affleurent largement en forêt de Chaux (Jura), c'est-à-dire au Nord de la vallée de la basse Loue (hors zone de l'étude). Ils se prolongent au Sud de cette vallée où ils sont recouverts dans les interfluves par la « Formation supérieure de Chaux », de nature argileuse et donc peu perméable (cette couverture peut atteindre 30 m d'épaisseur au plus), les cailloutis de Chaux, continuant à affleurer dans les vallées (vallée de l'Orain notamment). Au-delà vers le Sud (au sud de l'Orain) et vers l'Ouest au delà du méridien de Neublans, ils passent à des faciès sableux de plus en plus fin, les sables de Neublans et de Foulénay. Ces sables peuvent se suivre vers le Sud jusqu'au delà de Louhans. Ces ensembles détritiques affleurent dans les vallées au pied du chevauchement jurassien puis, en direction de l'Ouest, leur toit s'enfonce progressivement et la nappe qu'ils contiennent devient alors captive sous les « Marnes de Bresse ».

Les cailloutis de Chaux renferment une nappe productive et libre sauf au cœur des interfluves les plus étendus. Le forage d'Oussières, réalisé en 1966 capte cette nappe (indices BSS : 0555 3X 0009 pour le forage d'exploitation et 0555 3X 0008 pour le forage de reconnaissance). Il a recoupé les cailloutis, sous 4,80 m d'argiles, sur 55 m avec, au milieu, un niveau d'argile de 4,30 d'épaisseur, sans atteindre leur base. La

nappe est libre. Un pompage d'essai à 150 m<sup>3</sup>/h durant 72 h y a été pratiqué : le rabattement final a été de 18 m et la valeur la plus fiable de transmissivité calculée et de 40 m<sup>2</sup>/h, soit 10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s.

Les faciès sableux qui prolongent ces cailloutis vers le Sud et, surtout, vers l'Ouest ont été recoupés par des forages pétroliers au sein des « Marnes de Bresse » d'âge Pliocène. Sur les coupes de ces ouvrages il est parfois difficile de distinguer ces sables pliocènes des sables miocènes (Miocène marin) qui apparaissent au Sud d'une ligne Louhans/Lons-Le-Saunier. Ces sables, fins et souvent argileux sont, à priori, de médiocres réservoirs. Cependant, certains sont moins argileux et pourraient donc être des réservoirs potentiels ; c'est le cas, notamment, des niveaux suivants recoupés par 3 forages pétroliers dont 2 (Ratte et Vincelles) ont été carottés sur toute leur longueur (d'où des coupes précises) :

forage de Vincelles (580 7X 0002) : de 78,8 à 85 m, sable calcaire gris à rares micas, de 93,2 à 105 m, sables gris ;

forage de Ratte (580 8X 0001) : de 44 à 52,5 m, grés à éléments très fins et très micacés, de 53,4 à 80,5 m, sable avec niveaux de galets et seulement une passée de lignite à 64,80 m et deux couches marneuse, l'une vers 68 m, l'autre vers 80 m ; cet ensemble sableux est reconnu comme étant le niveau des « Sables de Condal ».

forage de Romenay (603 5X 0002) : deux réservoirs, qualifiés de mio-pliocènes, sableux à eau douce, sables plus ou moins argileux de 184 à 187 m, de 215 à 220 m, de 236 à 265 m, de 265 à 272 m ; certains de ces niveaux sableux présentent une granulométrie moyenne à grossière ;

Ces niveaux n'ont cependant pas faits l'objet de tests hydrogéologiques.

Ces niveaux sableux du Pliocène de la partie Est du fossé bressan ont aussi été recoupés dans la région de Cuiseaux par des forages de recherche d'eau sous forme de niveaux de sables fins dans les « Marnes de Bresse ». On peut citer ainsi :

le forage de la laiterie de Varennes-Saint-Sauveur, réalisé en 1991, qui a traversé les formations suivantes :

- 0 à 6 m : argile jaune
- 6 à 8/9 m : sables argileux
- 8/9 à 19 m : argile bleue
- 19 à 25 m : sable jaune moyen à grossier et graviers
- 25 à 28 m : marnes très dures et compactes
- 28 à 30,50 m : galets (ø 50 mm : 10%) + sables gris-bleu
- 30,50 à 31,50 : trace de chêne blanc
- 31,50 à 35 m : marne calcaire ;

Le niveau statique s'établissait entre 18 et 19 m et, lors du pompage d'essai à 25 m<sup>3</sup>/h pendant 13 h, le niveau dynamique s'est établi à 25 m ; la transmissivité a été évaluée entre 2 et 5.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s ;

lors d'une recherche d'eau en 1982-1983, le forage F2 « Moizy », de 60 m de profondeur, a recoupé de 18 à 30 m et de 36 à 42 m, des graviers et sables argileux ; la transmissivité a été évaluée à  $8.10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s et la perméabilité à  $2,5.10^{-5}$  m/s ; le potentiel de débit de ce forage a été évalué à 25 m<sup>3</sup>/h.

### **3.5. FOSSE BRESSAN AU SUD DU CONFLUENT SAONE-DOUBS : FORMATIONS TERTIAIRES (MIOCENE, OLIGOCENE ET EOCENE) ET SOUS-JACENTES.**

Dans cette vaste zone (cf. Illustration 13), on peut distinguer :

- le secteur en pied de côte chalonnaise et le Tournugeois où les « Marnes de Bresse » sont présentes sous différents faciès, notamment celui des « Sables et argiles de Chagny », mais toujours à dominance argileuse avec des niveaux de sables, silts ou limons, c'est à dire très peu perméables. Ces faciès surmontent une série tertiaire assez réduite et reposant sur les formations secondaires ;
- le Val de Saône et le secteur à l'Est de la Saône qui correspond à la Bresse proprement dite, où la série tertiaire prend une grande épaisseur, mais aussi où le substratum du Tertiaire est accidenté de grabens séparés par des horsts.

#### **3.5.1 En pied de Côte chalonnaise et dans le Tournugeois**

Entre les marnes de Bresse et le toit du Secondaire s'intercale une formation de type argile à silex (souvent dénommée par les foreurs « éboulis »). Le toit du Secondaire, en général le toit du Jurassique, présente souvent une karstification qui peut d'ailleurs être colmatée par des argiles rouges. La formation de type argile à silex montre des silex de la craie, des morceaux de calcaires silicifiés blanc, le tout emballé dans une matrice argileuse jaune à rouge. Il s'agit d'une formation résiduelle résultant de la dissolution de la craie préexistante et des calcaires sous-jacent qui avaient été préalablement silicifiés. Cette formation peut atteindre jusqu'à 30 m d'épaisseur.

1) Point BSS 553 6X 0079 à Mellecey ; réalisé en 2008 ; profondeur : 77 m ;

- 0 à 38 m : argile marron ou bleue avec passages de graviers (« Marnes de Bresse », faciès « Sables et argiles de Chagny »)

- 38 à 69 m : silex de la craie puis morceaux de calcaire blancs silicifiés dans une matrice argileuse jaune à rouge plus ou moins abondante, parfois sableuse

- 69 à 77 : calcaire ;

nappe en charge à 38 m avec un NS s'établissant à 14,02 m/sol le 15/4/2008 ; le débit de cette nappe a été évalué au soufflage par le foreur à 7 ou 8 m<sup>3</sup>/h ; il est difficile de dire si la nappe rencontrée à 38 m est une nappe propre à la formation à silex ou la nappe des calcaires sous-jacents en continuité hydraulique avec la formation à silex ;

2) forage de Fontaine à 3,5 km au Nord du précédent ; réalisé au début de l'année 2004 pour le SIE de Chalon-Nord ; a atteint une profondeur de 261,50 m ; les formations suivantes ont été recoupées :

- 0 à 29 m : marnes pliocènes,

- 29 à 64 : éboulis marno-calcaires,

- 64 à 161 m : marno-calcaires ou calcaires argileux parfois oolithiques (Oxfordien),

- 161 à 261,50 m : calcaires oolithiques, parfois argileux ou massifs ou dolomités (Callovien et Bathonien) ;

c'est le Callovien-Bathonien qui est capté ; NS à 12 m/sol ; Q = 150 m<sup>3</sup>/h avec un rabattement s = 14,04 m.

Dans toute cette zone, les calcaires sous les marnes de Bresse, apparaissent le plus souvent productifs avec des débits pouvant largement dépasser plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/h.

### **3.5.2. Val de Saône et Bresse proprement dite (Est de la Saône)**

#### **3.5.2.1. Ressources dans les formations tertiaires**

Deux forages pétroliers donnent des indications précises sur les possibilités de ressources aquifères profondes, le forage de Vincelles (BSS : 580 7X 0002 à Vincelles, 71) et le forage de Ratte (BSS : 580 8X 0001 au Fay, 71).

#### Dans le Miocène :

Ces deux forages nous donnent la limite vers le Nord des faciès marins du Miocène, c'est-à-dire du faciès de molasse (grès plus ou moins consolidé) qui est reconnu comme étant aquifère dans le département de l'Ain :

au forage de Vincelles molasse sableuse de 240,6 à 242,8 m, soit 2,2 m

au forage de Ratte : grès peu consolidé et conglomérat de 265,1 à 292,3 m, soit 27 m.

Les deux forages pétroliers du Bois des Chaux, 1 et 1bis, à Cuiseaux (X = 831,815 ; Y = 171,713 ; Z = 222,63) ont recoupé, sous un Miocène marneux de 80 à 240 m, 30 m de Miocène marin, de 240 à 270 m, constitué d'un sable microconglomératique. Les caractéristiques hydrodynamiques du Miocène marin sont intéressantes et bien étudiées par les 5 forages du site d'Étrez dans l'Ain (Gaz de France), à 17 km au Sud-Ouest des forages du Bois de Chaux :

Miocène marin épais de 65 à 89 m,

nappe captive,

Q spécifique : 8,5 à 15,7 m<sup>3</sup>/h/m,

pompages d'essai à 107/115 m<sup>3</sup>/h avec un rabattement final de 60 à 84 m,

température de l'eau : 23 à 27° C,

conductivité : 588 à 939 µS/cm à 20° C,

dureté faible mais 207 mg/l de Cl<sup>-</sup> et 176 mg/l de Na<sup>+</sup>.

#### Dans l'Oligocène et l'Eocène :

au forage de Vincelles : l'Oligocène, recoupé de 242,8 à 566,2 m, est essentiellement formé de calcaires lacustres de 242 à 360 m, marneux au-delà ; l'Eocène, recoupé de 566,2 à 660 m, montre des alternances de calcaires et de marnes jusqu'à 606 m puis grès et marnes au-delà ;

au forage de Ratte : l'Oligocène, recoupé de 292,3 à 912,8 m, est essentiellement constitué de calcaires jusqu'à 390 m, il est nettement moins calcaire au-delà avec des sables fins à argileux, quelques fois grossiers jusqu'à 461 m puis il devient essentiellement marneux au-delà ; l'Eocène recoupé de 912,8 à 1034,9 m : est essentiellement marneux avec quelques niveaux de grès.

Le forage de Vincelles a rencontré des venues d'eau importantes dans les deux étages :

- 1) à 340 m : 18 à 19 m<sup>3</sup>/h pendant plusieurs mois, température de 24° C, densité normale,
- 2) à 566 m (calcaires caverneux de l'Eocène), 25 m<sup>3</sup>/h, température de 33°C, densité normale (la température de 33° C pour l'eau à 556 m de profondeur indique un gradient géothermique légèrement plus élevé que la normale, qui devrait être, à cette profondeur, de 29° C),
- 3) à 584 m venue d'eau à débit jaillissant en surface, température de 34°C, densité de 1 ;

Le débit total de ces venues d'eau a été mesuré à 70 m<sup>3</sup>/h et est même passé à 90 m<sup>3</sup>/h.

Dans le forage de Ratte, il n'y a pas eu d'observations aussi précises mais des venues d'eau ont été relevées à 313 m au sommet des calcaires oligocènes.

Les deux forages de Montcoy, Montcoy 1 et 2 (BSS : 579 4X 0001 et 0002) n'ont, par contre, montré aucun indice aquifère dans le Tertiaire. Par ailleurs, à Montcoy 1, l'Oligocène (125 à 360 m) est gypseux à partir de 330 m et à Montcoy 2, l'Eocène semble essentiellement marneux.

Les forages de Bresse-Nord-101 (BSS : 580 3X 0001) et de Bresse-105 (BSS : 554 8X 0002) n'ont également pas montré d'indice aquifère dans l'Oligocène et l'Eocène.

On retiendra donc un réservoir productif (plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/h) et artésien dans les calcaires oligocènes et éocènes du secteur de Vincelles et de Ratte. L'eau y est, semble-t-il, douce et le toit du réservoir est entre 300 et 350 m de profondeur (cotes des premières arrivées d'eau). La température de l'eau est comprise entre 25 et 35° C (Gradient semble t il supérieur à la normale). Le sommet de l'Oligocène semble être le plus aquifère (calcaires de l'Aquitainien).

### **3.5.2.2. Ressources dans les formations sous le Tertiaire**

Les formations secondaires de cette zone montrent quelques niveaux productifs mais leur eau est souvent fortement salée :

forage de Montcoy-1 : d'après les diagraphies du sondage, la craie du Turonien et surtout l'Albo-Aptien (sable grossier) semblent de bons réservoirs mais il n'y a pas eu de test (Crétacé recoupé de 515 à 636 m) ; le Jurassique supérieur (de 636 à 939 m) est compact ; pertes de fluide dans le Dogger et les mesures de concentration minérale totale indiquent une eau à 31 g/l ;

forage de Montcoy-2 : contact Tertiaire/Secondaire à 581 m (calcaire de l'Hauterivien-Valaginien) ; les test réalisés au contact montrent une bonne perméabilité mais l'eau a une minéralisation totale de 40 g/l ;

forage Bresse-105 à l'Abergement-Saint-Jean : eau dans les calcaires valanginiens a une minéralisation totale de 5 g/l (entre 409 et 436 m) ; l'eau dans les calcaires séquanien-rauraciens a une minéralisation totale de 8,28 g/l (entre 713 et 741 m) ; dans le Dogger sous-jacent, l'eau a une minéralisation totale de 20-24 g/l ;

Forage de Bresse-Nord-101 à Saint-Germain-du-Bois : l'Eocène est absent et 25 m seulement de Crétacé (Valanginien) a été recoupé ; le Jurassique supérieur calcaire a été traversé de 513 à 864 m , un test réalisé entre 653 et 666 m a montré une perméabilité « intéressante » selon le rapport de chantier (fissures tectoniques) et une salinité faible, 0,6 g/l ; au-delà, le Dogger montre des salinités supérieures à 20 g/l.

Un forage d'eau a été réalisé en 2007 à l'Abergement-les-Cuisery (X = 802 275 ; Y = 2 177 200 ; Z = 210), à 5 km à l'Est de Tournus. Le toit des calcaires du Jurassique a été atteint à 120 m de profondeur seulement, sous 120 m de Plio-quatenaire essentiellement marneux (avec seulement 2 niveaux de sables moyens à grossiers, d'une épaisseur cumulée de 7 m). Les calcaires jurassiques ont été entamés de 120 à 143 m, profondeur finale de l'ouvrage. Seuls ces calcaires sont captés ; pompage d'essai de 12 h fin juin 2007 :

NS avant le pompage : 18,71 m/tête du forage,

débit de 66 m<sup>3</sup>/h,

niveau dynamique en fin de pompage : 66,5 m/tête du forage soit un rabattement de 47,79 m,

transmissivité calculée :  $9.10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.

Le toit des calcaires est peu profond du fait de la position de ce site au-dessus du prolongement de l'éperon calcaire de Tournus, c'est-à-dire sur l'axe, ou tout au moins à faible distance de l'axe, du horst Sennecey-la Serre.

On retiendra que le Jurassique supérieur (Portlandien notamment) peut contenir une eau douce ou peu salée (Bresse-Nord-101 et Champdivers). De même, comme à l'Ouest de la Saône, le toit des calcaires peut fournir de bons débits en forage et s'il n'est pas trop profond, comme ce doit être le cas au-dessus du horst Sennecey-la Serre, son eau n'est pas salée.

## **4. Cartographie structurale en isohypses de 6 niveaux**

### **4.1. OBJECTIFS**

Une modélisation multicouche des principales unités géologiques a été réalisée, afin de servir de support à la détermination de zones potentiellement favorables à l'implantation de forages profonds pour la recherche d'eau dans l'emprise de la zone d'étude.

La caractérisation géométrique des entités hydrogéologiques profondes a été effectuée à l'aide des logiciels GDM<sup>®</sup> et MultiLayer<sup>®</sup> développés par le BRGM, sur la base des données publiques disponibles à la date du 1<sup>er</sup> novembre 2007.

Signalons que la modélisation en isohypses de 6 niveaux, telle qu'envisagée n'est pas applicable dans les zones fortement plissées et/ou affectées par des failles inverses. Dans le contexte régional de l'étude, cette contrainte structurale restreint le domaine géographique pour lequel une modélisation simplifiée a été possible, au domaine situé entre la bordure orientale du Massif Central et le front du domaine subalpin. La zone modélisable se réduit par conséquent à la Bresse méridionale et aux Dombes.

### **4.2. CONSTRUCTION DU MODELE MULTICOUCHE : GENERALITES**

La caractérisation géométrique des entités hydrogéologiques profondes a été réalisée à l'aide des logiciels GDM<sup>®</sup> et MultiLayer<sup>®</sup> développés par le BRGM. GDM<sup>®</sup> sert principalement aux calculs d'interpolation. MultiLayer<sup>®</sup> permet quant à lui (1) de préparer et de vérifier la cohérence des données géologiques entre elles, (2) de réaliser la modélisation en contraignant les calculs d'interpolation sur la base des données géologiques et en prenant en compte les relations entre les couches.

Le fonctionnement du modèle géologique réalisé à partir de ces outils repose sur 3 principes :

- la définition d'une pile lithostratigraphique qui décrit la succession des unités géologiques et les relations entre 2 unités successives ;
- l'interprétation des données géologiques de surface et de sub-surface (leur codage) suivant la norme fournie par la pile lithostratigraphique ;
- l'interpolation des surfaces (toit et mur) et leur combinaison en fonction des données géologiques et de la logique induite par la pile lithostratigraphique.

La construction d'un modèle multicouche nécessite plusieurs types de données parmi lesquelles :

- une unique pile lithostratigraphique ;
- une topographie de surface ;
- l'information géologique de surface fournie par les contours et polygones des formations figurés sur les cartes géologiques au 1/50 000 ;
- l'information géologique de subsurface fournie par les sondages géologiques interprétés et par l'interprétation des profils sismiques ;
- un réseau de failles.

Une fois toutes les données préparées et codées suivant la pile lithostratigraphique définie, un contrôle de cohérence entre toutes les données est réalisé par :

- *comparaison des altitudes des têtes de puits avec le MNT.* Cette étape permet de vérifier que la cote de départ des forages est cohérente avec le modèle numérique de terrain. Les incohérences recensées sont souvent liées à des erreurs de localisation des données géologiques qui doivent être corrigées ;
- *comparaison des données de forages avec les informations provenant de la carte géologique.* Il s'agit de vérifier que la première formation rencontrée par les forages est cohérente avec les affleurements issus de la carte géologique. Les incohérences relevées sont souvent le fait d'une erreur de positionnement du forage, d'une mauvaise interprétation du forage, d'une erreur de saisie, d'une imprécision dans le tracé de la carte géologique ou de la faible épaisseur des objets géologiques étudiés ;
- *comparaison des données proches.* Il s'agit d'analyser les variations d'épaisseurs ou d'altitude des formations considérées, entre tous les couples de points proches. L'analyse des résultats permet là encore d'identifier des anomalies potentielles imputables à des erreurs de positionnement, de saisie ou d'interprétation des données ;
- *comparaison des données codées avec des grilles existantes.* La comparaison avec d'anciens travaux permet d'identifier les points qui ne sont pas en accord avec le modèle existant. Il peut s'agir de points exacts dont ne disposait pas l'étude antérieure, ou de points jugés erronés qui avaient été éliminés lors des études antérieures. Cette étape de contrôle permet de confronter les points jugés erronés avec d'éventuelles nouvelles données pour confirmer ou non leur élimination, reprendre ou non leur interprétation.

Après contrôle de cohérence des données, la construction du modèle se déroule en plusieurs étapes :

- *l'analyse géostatistique des données*. Elle est réalisée afin de caractériser les fluctuations latérales des variables servant à la modélisation géométrique (toit et mur – voir épaisseur - des formations géologiques). Il est ainsi possible de mettre en évidence d'éventuelles anisotropies et de quantifier le degré de variabilité de chaque formation. Les paramètres obtenus sont utilisés pour les calculs ;
- *le choix des paramètres de l'interpolation*. Ils doivent être choisis à partir de l'analyse précédente, afin d'être adaptés aux caractéristiques spatiales de chaque variable ou formation étudiée. La méthode d'interpolation fréquemment utilisée est le krigeage avec modèle géostatistique, méthode d'interpolation exacte qui permet de garder les valeurs aux points d'observation. Il est possible de faire intervenir le réseau de failles dans le calcul de l'interpolation, les failles jouant alors le rôle de barrière pour le calcul ;
- *l'interpolation des surfaces et la vérification des contraintes d'inégalité*. L'interpolation de chaque surface (toit ou mur) doit prendre en compte non seulement les valeurs exactes de ces toits / murs (points où un sondage a effectivement rencontré ces toits / murs), mais aussi les points où ces toits / murs n'ont pas été atteints. Par exemple, le mur d'une formation, une fois calculé en tout point, doit passer en dessous des forages qui n'ont pas traversé toute la formation. Le modèle doit donc vérifier ces contraintes, dites d'inégalité ;
- *l'injection de points de contrainte*. Lorsque le modèle n'est pas cohérent avec ces contraintes d'inégalité, il convient d'en examiner la cause qui, bien souvent, est une densité insuffisante d'information. Il est alors nécessaire d'introduire manuellement des points de contrainte en accord avec l'interprétation géologique. Ces points permettent de guider l'interpolation de façon à obtenir un résultat cohérent avec toutes les données (exactes ou d'inégalité) et cohérent avec les hypothèses géologiques.

Une fois le modèle construit, il est vérifié par la réalisation de cartes et de coupes. Ces cartes et coupes permettent de s'assurer de la cohérence globale du modèle, à la fois là où on dispose de données, et là où on en dispose de moins, en particulier dans les zones d'extrapolation, loin des données. Des retouches peuvent être nécessaires avant d'obtenir le modèle définitif (ajout de points de contrainte).



#### 4.3. CHOIX DES NIVEAUX A CARTOGRAPHIER - DEFINITION DE LA PILE LITHOSTRATIGRAPHIQUE

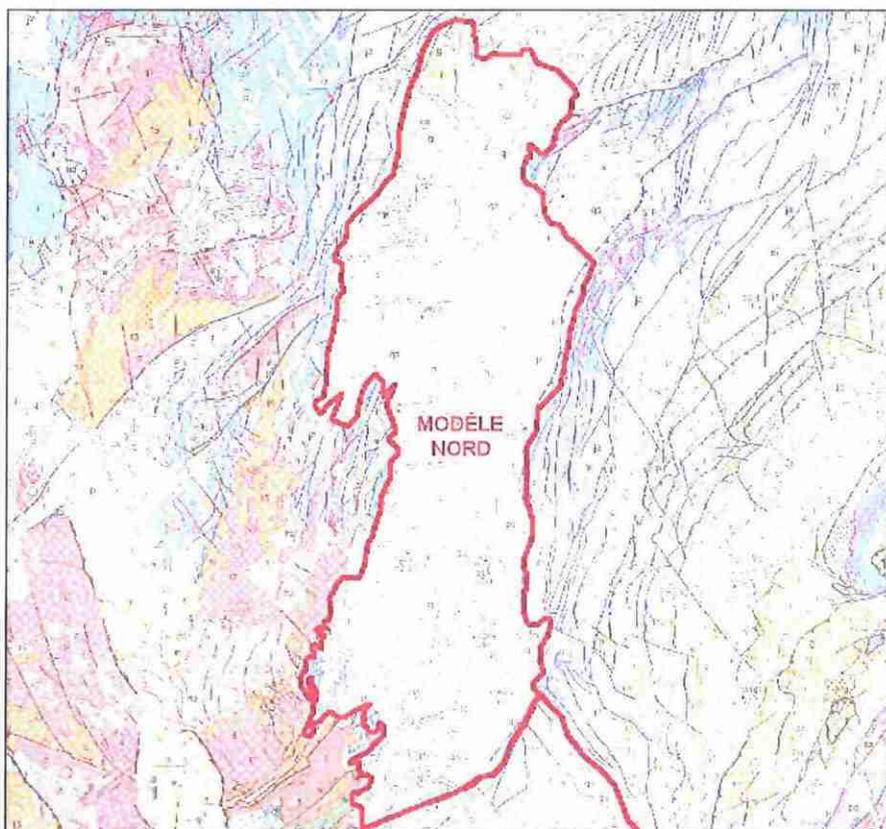
La nature des niveaux cartographiables a été définie compte-tenu du contexte géologique régional, à partir des données disponibles et des objectifs du projet.

En accord avec le comité de pilotage et pour adhérer au mieux à l'objectif de ce projet, la cartographie proposée porte sur les 6 niveaux suivants :

- **Mur du Plio-Quaternaire** (Mur des Marnes de Bresse et cailloutis / sables des bordures). En l'absence de Pliocène s.s. Le mur de cet ensemble est défini comme le mur des formations superficielles ou quaternaires (colluvions, alluvions, altérites, formations fluvi-glaciaires, ...)
- **Mur du Miocène molassique** (Mur des faciès molassiques burdigalo-helvétiques) ;
- **Mur de l'Oligocène** (ensemble calcaire aquitano-chattien) ;
- **Mur de l'Eocène** ;
- **Toit du Jurassique supérieur calcaire** (toit de l'ensemble carbonaté regroupant les faciès rauraciens, séquanais, kimmeridgiens, portlandiens et purbéckiens) ;
- **Toit du Dogger calcaire** (calcaires bajo-bathoniens au Nord de la zone d'étude où le toit du Dogger calcaire correspond au toit du niveau-repère de la Dalle Nacrée).

Signalons que le mur du Tertiaire est, du fait du fonctionnement du bassin sédimentaire, confondu tantôt avec le mur de l'Eocène, tantôt avec le mur de l'Oligocène, mais parfois également avec le mur du Miocène molassique ou celui du Plio-Quaternaire. De ce fait, une cartographie en isohypses du mur du Cénozoïque (mur du Tertiaire) est apparue judicieuse pour l'objet de cette étude.

Le modèle couvre la vallée de la Saône, la Bresse et les Dombes (Illustration 20). Son extension déborde notablement sur le Nord de la région Rhône-Alpes.



*Illustration 20 : Limite du modèle multicouche réalisé dans le cadre de l'étude, sur fond géologique à 1/1 000 000*

La pile lithostratigraphique synthétique, référence pour la codification de toutes les données géologiques intégrées aux modèles, a été adaptée aux objets étudiés (aquifères) et aux niveaux géologiques à cartographier.

Par compilation des données bibliographiques disponibles, la pile lithostratigraphique a été constituée et soumise au comité de pilotage pour validation (réunion du 7 septembre 2007 à Dijon). La colonne lithostratigraphique de synthèse est présentée sur l'illustration 21. Elle se décompose en 16 entités lithostratigraphiques distinctes composées de formations à caractéristiques hydrogéologiques cohérentes. Ce domaine est caractérisé par un Miocène molassique peu développé, un Crétacé inférieur de faible épaisseur un Dogger calcaire très développé.

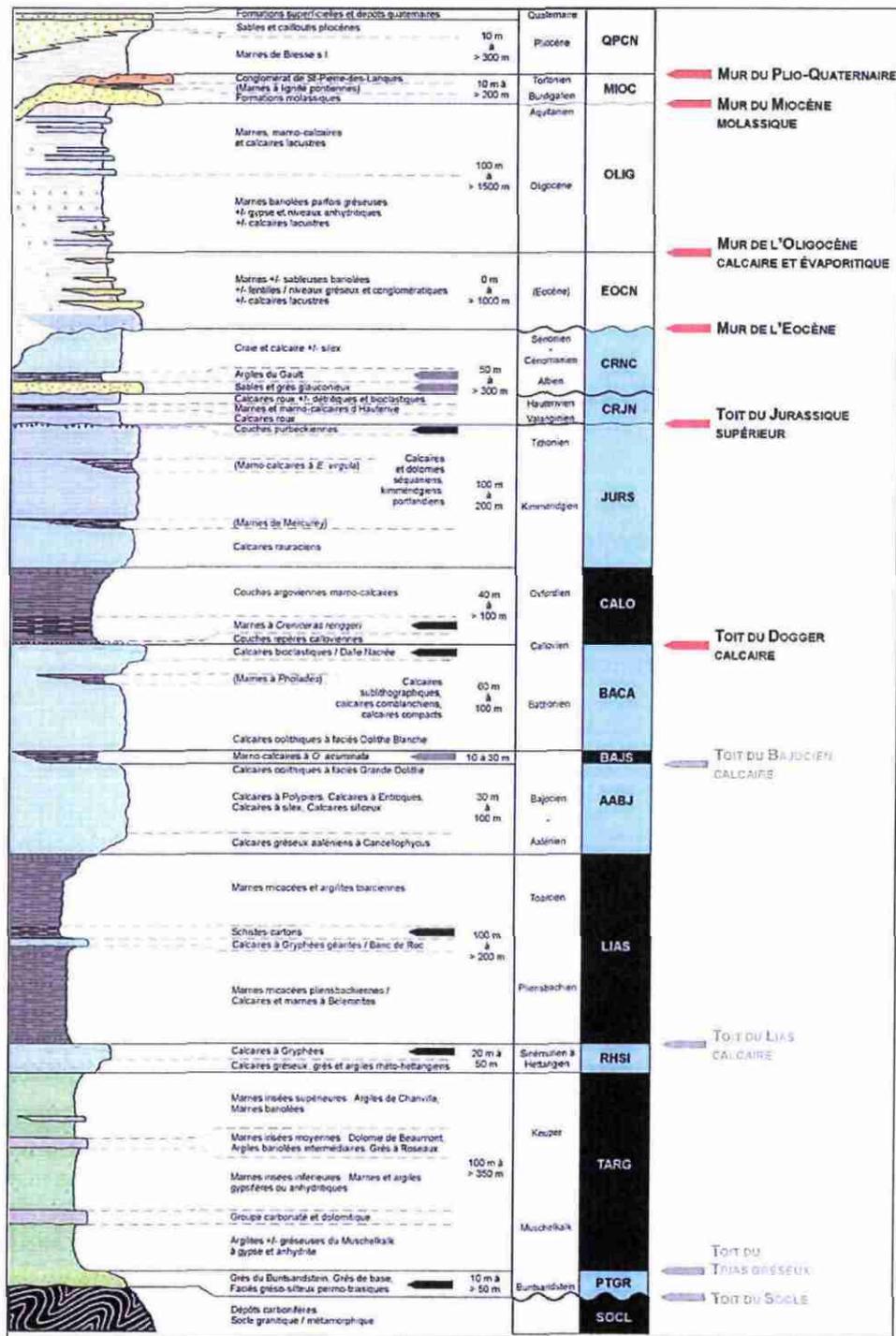


Illustration 21 : Colonne lithostratigraphique synthétique des terrains paléozoïques à cénozoïques, utilisée pour la confection du modèle couvrant la vallée de Saône, la Bresse et les Dombes. Descriptions lithologiques succinctes, épaisseurs approximatives, stratigraphie, codage simplifié et position des niveaux cartographiés.

#### 4.4. DONNEES INTEGREES AU MODELE

La construction d'un modèle multicouche nécessite plusieurs types de données parmi lesquelles :

- une pile lithostratigraphique ;
- une topographie de surface ;
- l'information géologique de surface fournie par les cartes géologiques au 1/50 000 ;
- l'information géologique de subsurface (sondages géologiques interprétés, données fournies par l'interprétation des profils sismiques) ;
- un réseau de failles.

##### 4.4.1. Pile lithostratigraphique

La pile lithostratigraphique prise en compte dans le modèle est celle figurée sur l'illustration 22. Compte tenu des objectifs du projet, tous les codes relatifs aux terrains anté-bathonniens ont été regroupés au sein d'un code unique « SUBS ».

Formation	Surf. type	Description	Surf. name	n° FORM
QPCN	EROD	Quaternaire		F10
MIOC		Miocene	T09	F09
OLIG		Oligocene	M09	F08
EOCN		Eocene	T07	F07
CRNC		Cretace sup	T06	F06
CRJN		Cretace inf	T05	F05
JURS		Jurassique sup	T04	F04
CALO		Callovien	T03	F03
BACA		Bathonien	T02	F02
SUBS		Substratum	T01	F01

Illustration 22 : Pile lithostratigraphique synthétique utilisée pour la confection du modèle

##### 4.4.2. Topographie de surface

La topographie de surface intégrée aux deux modèles correspond à un Modèle Numérique de Terrain à maille de 500 m généré à partir du MNT 50m (IGN®) dégradé.

Ces données limitent la résolution maximale de la grille calculée à environ 160 pixels × 426 pixels.

#### **4.4.3. Informations géologiques de surface**

L'information géologique de surface est extraite des cartes géologiques produites par le Brgm.

Les cartes géologiques à 1/50 000 versions numériques harmonisées des départements de l'Ain, de Côte-d'Or, de Haute-Saône et de Saône-et-Loire ont été utilisées.

Une fois codée conformément à la pile lithostratigraphique, les données issues des cartes géologiques ont été prises en compte à travers deux types d'informations complémentaires :

- les limites des formations affleurantes (contact entre deux formations) définies par des polygones ;
- les contours polygonaux donnant la nature de la formation affleurante à l'intérieur de chaque polygone.

#### **4.4.4. Informations géologiques de subsurface**

##### **○ Sondages géologiques**

La base de données de sondages géologiques a été constituée par sélection parmi les ouvrages recensés en Banque du Sous-Sol (gérée et administrée par le BRGM) à la date du 1<sup>er</sup> novembre 2007. A cette date, la Banque du Sous-Sol faisait état de plus de 7 750 données modélisables dans l'emprise de l'étude (Illustration 23).

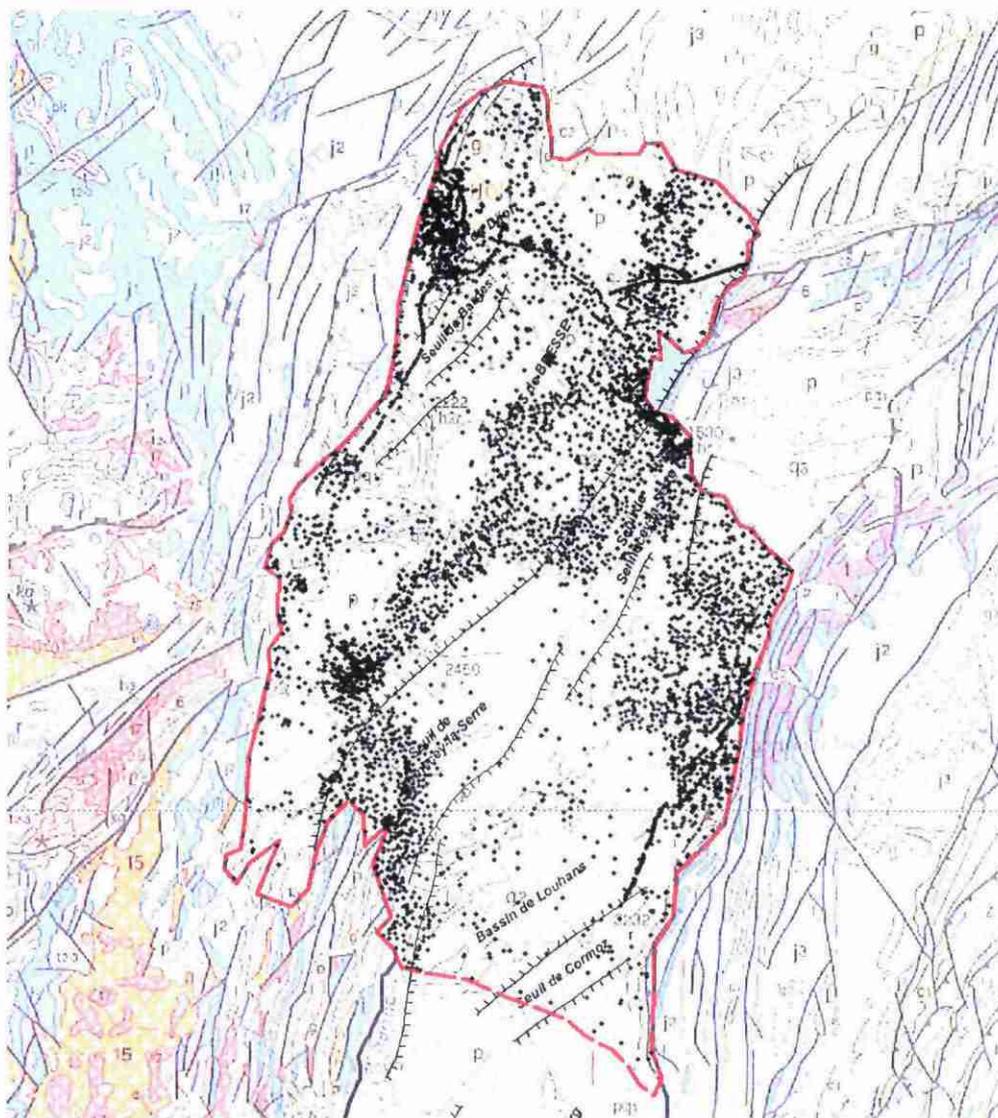


Illustration 23 : Ouvrages recensés en BSS sur le domaine d'étude

La sélection de forages opérée pour l'étude a été effectuée en fonction :

- de la nature des ouvrages : forages et sondages disposant d'une coupe géologique ont été retenus prioritairement ;
- de la répartition des ouvrages dans l'emprise de la zone modélisable, l'objectif étant de disposer de la couverture la plus homogène possible ;
- de la qualité des descriptions lithologiques fournies dans les dossiers BSS, afin de disposer d'une information de qualité ;

- de la profondeur atteinte par les ouvrages (profondeur atteinte supérieure à 100 m), de façon à obtenir des informations sur un maximum de niveaux à cartographier.

Sur l'emprise du modèle (Illustration 24), 135 forages de la BSS ont été retenus, réinterprétés et encodés suivant la pile lithostratigraphique. Ils comprennent notamment 57 forages pétroliers profonds exécutés dans la zone d'étude qui fournissent un socle d'informations de grande qualité. L'essentiel des forages retenus par ailleurs est constitué par :

- des sondages miniers relativement profonds (200 à 800 mètres) mais de qualité moindre puisque l'objectif de ces ouvrages était la reconnaissance des terrains profonds anciens (Houiller, socle cristallin, ...);
- des forages de recherches d'eau généralement peu profonds (100 à 300 mètres).

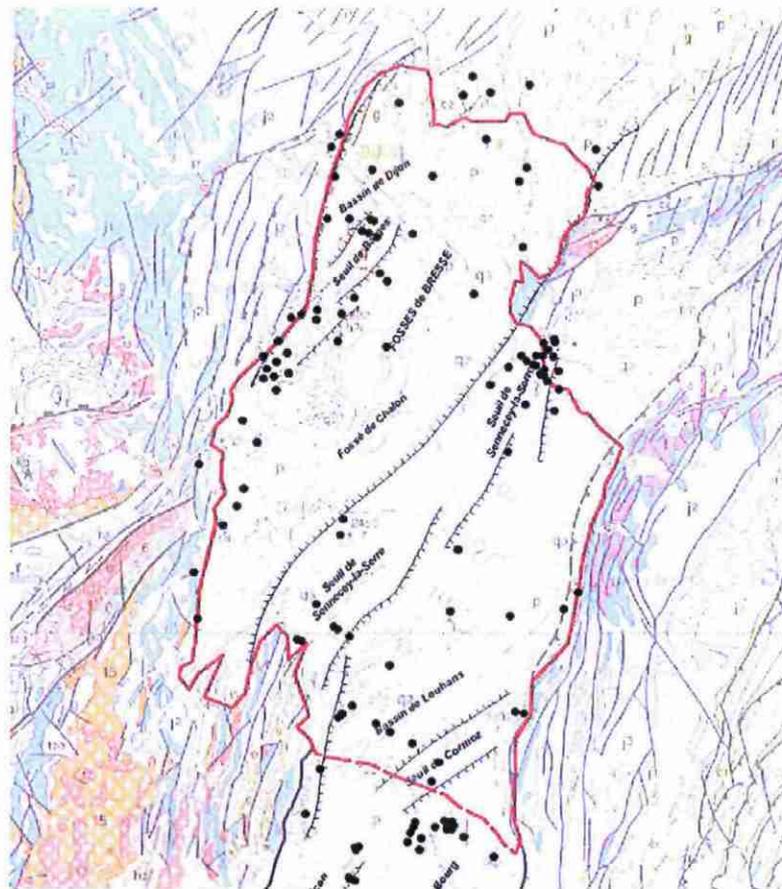


Illustration 24 : Localisation des sondages géologiques utilisés pour la confection du modèle, sur fond géologique au 1/1 000 000

A noter que :

- les données recensées en BSS atteignent pour la plupart les niveaux tertiaires et rarement les niveaux mésozoïques (Illustration 25) ;
- les données retenues pour la modélisation sont réparties, à échelle régionale, de façon assez hétérogène avec en particulier, des données rares à l'Est de Chalon-sur-Saône)

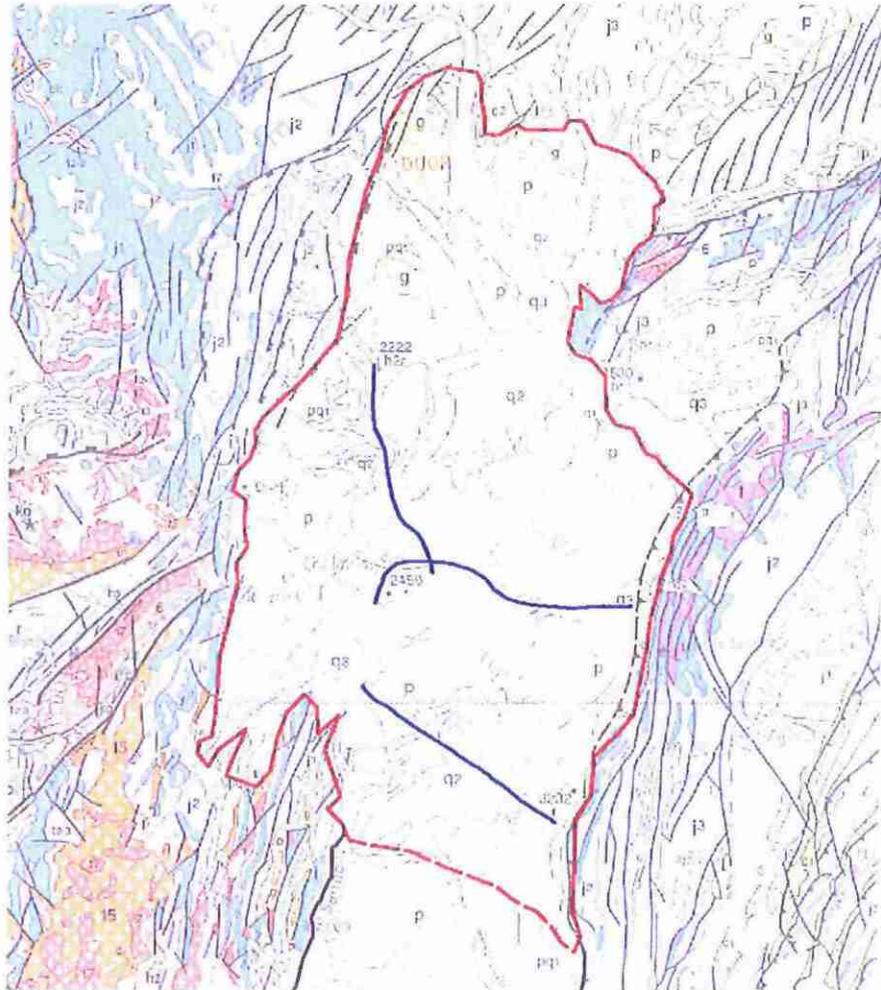
Nombre d'ouvrages atteignant le	Modèle nord
Mur du Plio-Quaternaire (Mur_QPCN)	207
Mur du Miocène (Mur_MIOC)	136
Mur de l'Oligocène (Mur_OLIG)	92
Mur de l'Eocène (Mur_EOCN)	35
Toit du Jurassique supérieur (Toit_JURS)	90
Toit du Bathono-Callovien (Toit_BACA)	59

*Illustration 25 : Statistiques sur le nombre d'ouvrages atteignant les niveaux cartographiés dans le modèle*

o **Données sismiques**

Le BRGM assure, dans le cadre de ses activités de service public, la gestion, l'archivage et la mise à disposition des données sismiques brutes publiques. Sur prestation, le BRGM peut en outre procéder au retraitement de ces données brutes publiques afin de constituer des profils sismiques exploitables dans le cadre d'une modélisation géométrique.

Dans le cadre de l'étude, les données brutes de 3 lignes sismiques ont été retraitées afin de constituer de nouveaux profils. Les données brutes retraitées concernaient les lignes 80 JB2B, 80JB2C, 88REY03, dont la localisation est représentée sur l'illustration 26.



*Illustration 26 : Localisation des lignes sismiques retraitées, sur fond géologique au 1/1000000*

Après calage des marqueurs sismiques sur les forages pétroliers, les profils bruts obtenus ont été interprétés et codés suivant la pile lithostratigraphique définie précédemment. Les profils interprétés sont présentés en annexe 2.

La conversion temps-profondeur des horizons sismiques pointés sur les lignes sismiques a été effectuée par échantillonnage le long des lignes sismiques en fonction des objets et des structures géologiques mis en évidence. (Illustration 27).

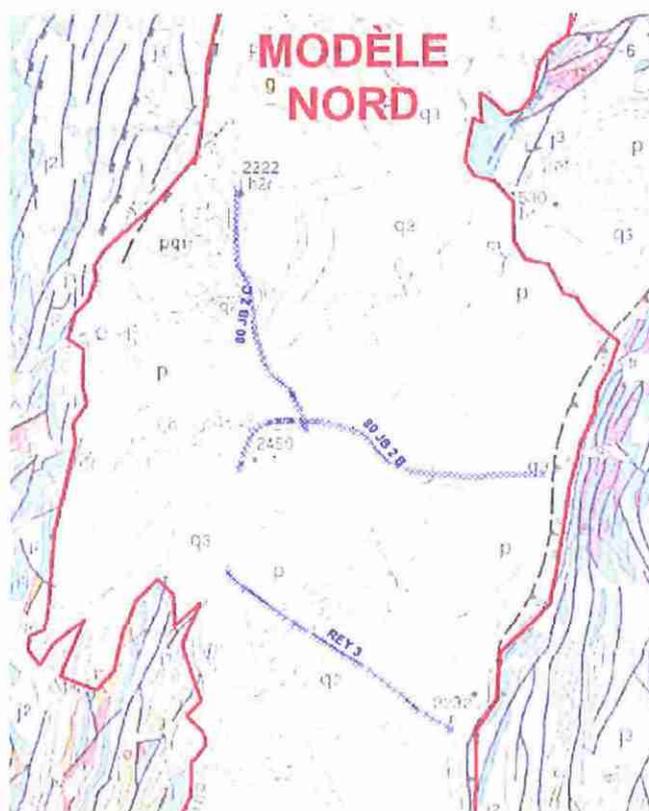


Illustration 27 : Localisation des points de conversion temps-profondeur échantillonnés le long des profils sismiques retraités, sur fond géologique à 1/1 000 000

Les profils sismiques retraités fournissent de précieuses informations sur la profondeur des niveaux potentiellement aquifères et permettent d'imager assez finement la géométrie des terrains.

#### ► Profils 80JB2B et 80JB2C

Les deux profils 80JB2B et 80JB2C recoupent plusieurs structures majeures avec, depuis le Nord-Ouest vers le Sud-Est : le Fossé de Chalon, le seuil de Sennecey-la-Serre et la prolongation septentrionale du Fossé de Louhans. Le calage des horizons sismiques est facilité :

- par la présence de plusieurs forages pétroliers profonds sur le tracé ou à proximité immédiate du profil (Argilly 1 pour le profil 80JB2C, Montcoy 1 et Montcoy 2 pour le profil 80JB2B),
- par un contexte structural relativement simple.

Au niveau du Fossé de Chalon, les conversions temps-profondeur sur la ligne 80JB2C suggèrent :

- un mur du Miocène (peu épais) à une profondeur comprise entre 180 m au Nord en bordure du seuil de Barges et 375 m maximum au cœur du fossé,

- un mur du Cénozoïque (Mur du Tertiaire) compris entre 500 m en bordure du seuil de Barges et près de 900 m au cœur du fossé,
- un toit du Jurassique supérieur relativement profond, compris entre près de 900 m en bordure du seuil de Barges et plus de 1500 m au cœur du fossé.

On signalera par ailleurs que le remplissage tertiaire du fossé de Châlon semble exempt de dépôts éocènes préservés (signature sismique de l'Eocène non reconnue).

Le seuil de Sennecey-la-Serre est imagé par l'intermédiaire de la partie sud de la ligne 80JB2C et de la partie ouest de la ligne 80JB2B. Cette structure, telle qu'interprétée sur la ligne 80JB2B, apparaît relativement complexe et correspond à un horst armé principalement de Jurassique supérieur calcaire (toit situé entre 350 et 600 m de profondeur). Sur sa bordure est, le horst est armé principalement par le Bajo-Bathonien calcaire (toit situé entre 350 et 500 m de profondeur). Il y est affecté de nombreuses failles normales et montre localement de nombreux petits grabens à remplissage de Jurassique supérieur.

Dans le Fossé de Louhans, les terrains apparaissent monoclinaux avec un pendage général vers l'Est et un fort épaississement des terrains cénozoïques. Le mur du Cénozoïque (Mur du Tertiaire) est dans cette structure, compris entre 500 m à l'Ouest et 1 100 m à l'Est du profil 80JB2B. La qualité du profil retraité dans les premières centaines de millisecondes ne permet cependant pas d'identifier clairement la cause de cet épaississement mais il semble que, compte tenu des épaisseurs maximales atteintes par le Plio-Quaternaire et du Miocène dans la région et de l'absence d'Eocène identifié sur ce profil, cet approfondissement du mur du Tertiaire soit principalement le fait d'un épaississement de l'Oligocène. Dans cette hypothèse, le Mur du Miocène ne devrait pas suivre cette tendance à l'approfondissement vers l'Est.

### ► Profil 88REY03

Le profil 88REY03 fournit une coupe Ouest-Est des terrains depuis le seuil de Sennecey-la-Serre jusqu'au seuil de Cormoz, en passant par le bassin de Louhans. Le calage des horizons sismiques est facilité par la présence de plusieurs forages pétroliers profonds sur le tracé du profil (Ormes 1, Simandre 1, Simandre 101 et Menetreuil CD1) et par un contexte structural relativement simple.

La bordure orientale du seuil de Sennecey-la-Serre correspond à un horst armé par le Jurassique supérieur dont le toit est ici compris entre 130 m (profondeur à laquelle le Jurassique supérieur est rencontré directement sous le Miocène molassique dans le forage Simandre 101) et 350 m de profondeur. La bordure orientale du seuil de Sennecey-la-Serre apparaît assez fortement structurée par des failles normales dont les rejets semblent faibles à l'Est. En revanche, à l'Ouest, ces failles normales ont un rejet beaucoup plus important qui permet la préservation, au sein d'une synforme, de l'ensemble du Jurassique supérieur et d'une partie du Crétacé sous les dépôts tertiaires (qui atteignent près de 700m d'épaisseur dans le forage Simandre 1). L'extrémité ouest de la ligne 88REY03 met en évidence la bordure d'un horst armé de Jurassique supérieur (toit à une profondeur de l'ordre de 450 à 500 mètres).

A l'Est du seuil de Sennecey-la-Serre, le profil sismique 88REY03 montre la géométrie des terrains au sein du bassin de Louhans, avec un approfondissement important du toit du Jurassique supérieur (passage de profondeurs de 500 à 600 m à l'Ouest du forage Menetreuil 1 en bordure du seuil de Sennecey, à plus de 1 000 m au cœur du bassin). Au sein du bassin de Louhans, les terrains tertiaires atteignent jusqu'à 1 000 m d'épaisseur : l'essentiel des dépôts est représenté par l'Oligocène et localement, comme au cœur du bassin, par l'Eocène (épaisseur maximale calculée d'environ 250 mètres, toit de l'Eocène compris entre 600 et 750 m de profondeur).

Enfin, le profil retraité permet, dans sa partie orientale, d'imager la bordure ouest du seuil de Cormoz. Cette structure d'une amplitude relativement faible (puisqu'elle fait remonter le toit du Jurassique supérieur de 950 - 1000 m dans le bassin de Louhans à 750 - 800 m de profondeur) semble être induite par l'inversion de grandes failles normales (jeu normal infra-liasique) en failles inverses (jeu inverse post-crétacé). Au niveau du seuil de Cormoz, la série tertiaire montre une épaisseur réduite par rapport au cœur du bassin de Louhans, avec une profondeur calculée du mur du Cénozoïque comprise entre 650 et 750 mètres.

#### **4.4.5. Schéma structural**

La modélisation géologique a également intégré un schéma structural simplifié de la zone d'étude (Illustration 28). Le jeu de failles retenu a été établi sur la base d'une synthèse bibliographique axée sur :

- les documents cartographiques existants (cartes géologiques à 1/50 000, cartes géologiques à 1/250 000, cartes géologiques départementales harmonisées, cartes de synthèse figurées dans la synthèse géologique du Sud-Est de la France (BRGM, 1984), ...);
- quelques publications scientifiques concernant le contexte structural de la zone d'étude ;
- les cartes d'isochrones et d'isobathes produites à l'issue de plusieurs campagnes sismiques exécutées dans les années 1950 : campagnes 611(1) – Bresse 1 (1956), 611(3) – Bresse 2 (1958), 752 – Bresse Nord (1958), 795 – Bresse 3 (1958-1959), 795 – Bresse 3 Vérif. (1958-1959), 577 – Franche-Comté - Gray (1956-1957). 3 de ces campagnes sismiques ont été réalisées dans l'emprise du modèle.

Le schéma structural retenu a été validé et contraint sur le tracé des profils sismiques retraités.

Le réseau de failles retenu correspond approximativement à un schéma structural anté-miocène, largement simplifié, excluant un grand nombre d'éléments structuraux figurés dans la bibliographie. Dans le contexte structural complexe de la zone d'étude, une sélection a été opérée sur la base des données disponibles dans les documents cartographiques et dans les publications scientifiques, avec pour principaux critères de sélection :

- les rejets d'accidents mentionnés les publications et les notices de cartes géologiques ;
- des extensions spatiales des accidents compatibles avec une échelle de travail régionale ;
- un minimum de données géologiques disponibles de part et d'autre des accidents.

Des essais de modélisation ont localement été menés avec un schéma structural plus complet, mais ceux-ci ne sont pas avérés concluants. La prise en compte de certaines failles reste problématique et peut conduire à des erreurs si les failles ne sont pas associées à des forages situés de part et d'autre de leur tracé. En effet, les outils informatiques utilisés considèrent les failles comme des limites d'interpolation et les compartiments situés de part et d'autre des failles comme totalement indépendants.

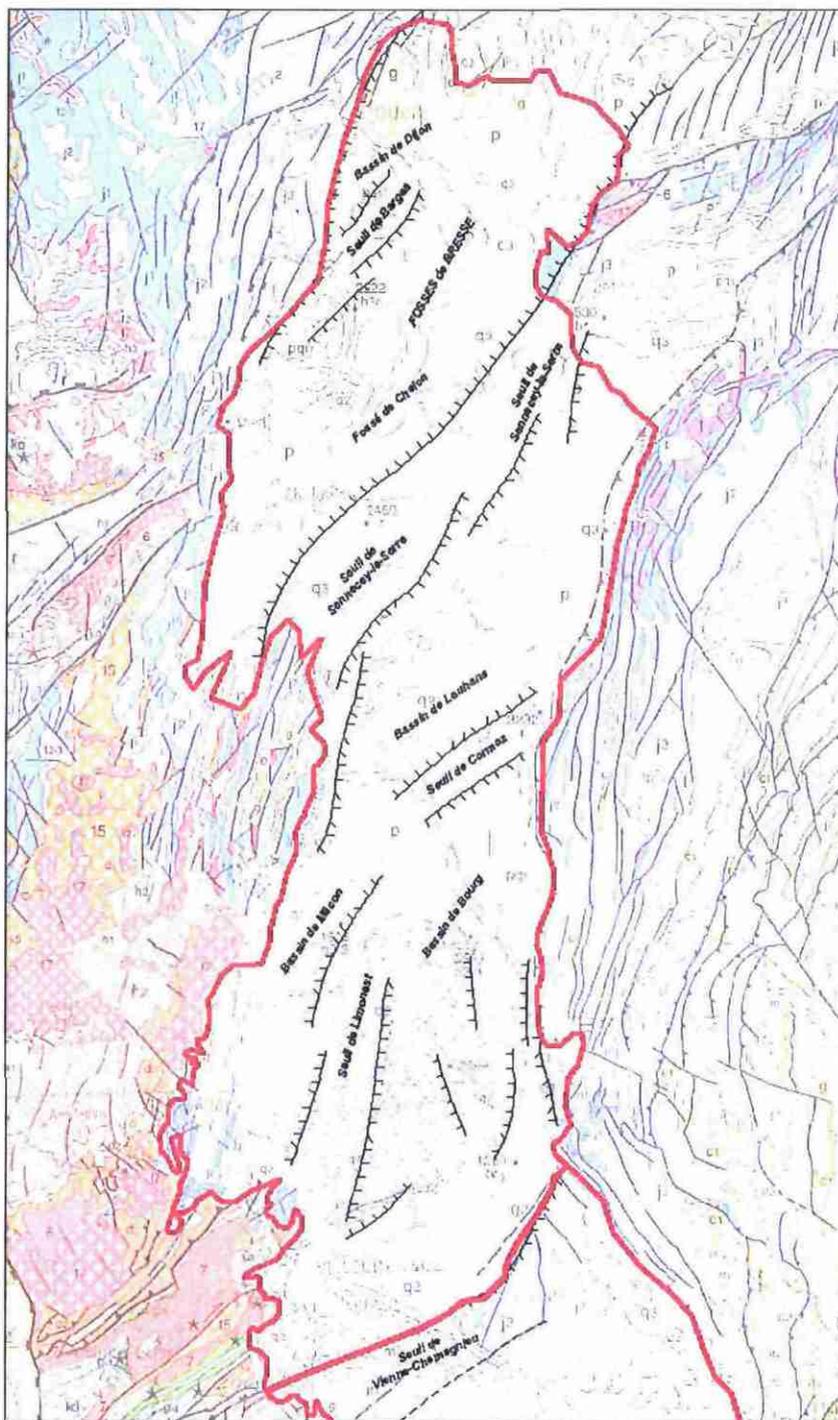


Illustration 28 : Schéma structural pris en compte pour la construction du modèle

#### **4.5. PARAMETRES DE CALCUL DU MODELE**

Les grilles correspondant aux différentes interfaces calculées ont été interpolées sur la base des paramètres suivants :

- Méthode d'interpolation : krigeage avec variogramme linéaire sans dérive ;
- Maille : 500 mètres (résolutions approximatives : 160 pixels × 426 pixels pour le modèle nord et 180 pixels × 378 pixels pour le sud) ;
- Voisinage rectangulaire : 40 000 mètres. Pour calculer la valeur d'un pixel dans les grilles, sont prises en compte toutes les valeurs associées aux données voisines situées dans un carré de moins de 40 km de côté ;
- Seuil de fusion : 100 mètres. Si deux données sont distantes de moins de 100 mètres, la valeur retenue après fusion correspond à la moyenne des valeurs des deux données ;
- Seuil de précision pour le contrôle de cohérence : 1 mètre. Au-delà d'une différence de 1 mètre lors de la comparaison de deux valeurs proches, les données ont été signalées incohérentes par le modèle et ont donc fait l'objet d'une vérification ;
- Ecart maximum des inégalités : 1 à 5 mètres ;
- Prise en compte d'un jeu de failles différents suivants les formations. Le schéma structural retenu (anté-miocène) est constitué de failles qui ont été considérées comme n'affectant ni le Plio-Quaternaire (code QPCN), ni le Miocène molassique (code MIOC).

#### **4.6. CLES DE LECTURE DES CARTES EN ISOHYPSES / ISOPAQUES**

Les résultats de la modélisation multicouche réalisée dans le cadre du projet sont des cartes interprétatives en isohypses (cartes d'isovaleurs en cotes NGF) des murs ou toits des principaux niveaux d'intérêt hydrogéologique.

Il est apparu judicieux, durant l'étude, de dresser aussi des cartes d'isobathes (cartes en courbes d'égale profondeur) de certains niveaux. En effet, de telles cartes, en profondeur d'un niveau donné par rapport au sol et non plus en altitude NGF de ce niveau, ont un intérêt pratique évident pour la prospection et la mise en exploitation des ressources en eau souterraine. Ces cartes d'isobathes ont été réalisées par « différence », entre les valeurs topographiques du MNT IGN (modèle numérique de terrain), et celles de la grille des cartes d'isohypses. Sur les cartes présentées, la distinction a été faite entre les courbes de profondeurs inférieures et supérieures à 500 m. Les secteurs ainsi délimités sur chaque carte entre 0 et 500 m par les courbes en rouge représentent des zones où l'atteinte par forages de ces limites est envisageable pour une recherche en eau. Au-delà de ces limites les techniques de forages sont plus contraignantes et les ressources en eau risquent de ne plus avoir de

critères hydrogéochimiques acceptables pour une consommation humaine (température, salinité,...). Dans le chapitre 5, il est explicité les raisons du choix des secteurs favorables plus restreints qui ont été in fine retenus en utilisant les données de forages connues. Ces cartes fournies en annexe pourraient ainsi servir à délimiter des zones à protéger pour des recherches en eaux profondes mais où la démonstration du potentiel aquifère ne peut être démontrée avec les données de la connaissance actuelle. Si les cartes sont utilisées pour déterminer les profondeurs de forages éventuels de reconnaissance d'un aquifère, Il faudra tenir compte de l'épaisseur des formations. En effet les marqueurs géophysiques représentent les toits ou les murs des formations géologiques repères et les niveaux aquifères qui ont été mis en évidence (chapitre 5 ci-dessous) peuvent être entre deux de ces niveaux cartés ; par exemple, les calcaires oligocènes se situeront entre le mur du Miocène et le mur de l'Oligocène ; en revanche, le niveau carté « toit du Jurassique supérieur » est lui-même un des niveaux aquifères mis en évidence.

Ont ainsi été réalisées :

- une carte des isohypses calculées du mur du Plio-Quaternaire correspondant au mur des Marnes de Bresse et des cailloutis / sables des bordures ou, en l'absence de Pliocène s.s, au mur des formations superficielles ou quaternaires (colluvions, alluvions, altérites, formations fluvio-glaciaires, ...) et la carte des isobathes de ce niveau ; les cartes figurent en annexe 3 ;
- une carte des isohypses calculées du mur du Miocène molassique (Mur des faciès molassiques burdigalo-helvétiques) et la carte des isobathes de ce niveau ; les cartes figurent en annexe 4 ;
- une carte des isohypses calculées du mur de l'Oligocène (mur des calcaires aquitano-chattiens) et la carte des isobathes de ce niveau ; les cartes figurent en annexe 5 ;
- une carte des isohypses calculées du mur des faciès éocènes et la carte des isobathes de ce niveau ; les cartes figurent en annexe 6 ;
- une carte des isohypses calculées du toit du Jurassique supérieur calcaire (toit de l'ensemble carbonaté regroupant les faciès rauraciens, séquaniens, kimmeridgiens, portlandiens et purbéckiens) et la carte des isobathes de ce niveau ; les cartes figurent en annexe 7 ;
- une carte des isohypses calculées du toit du Dogger calcaire (toit des calcaires bajo-bathoniens qui correspond la plupart du temps au toit du niveau-repère de la Dalle Nacrée) et la carte des isobathes de ce niveau ; les cartes figurent en annexe 8.

En complément et pour faciliter la lecture, une carte des isohypses calculées du mur des dépôts cénozoïques (ou tertiaires) a été réalisée et la carte des isobathes de ce niveau ; les cartes figurent en annexe 9.

De même, des cartes d'isopaques (cartes d'isoépaisseur) ont été réalisées :

- une carte d'isopaques (cartes d'isoépaisseur) calculées du Plio-Quaternaire ; La carte figure en annexe 10 ;
- une carte d'isopaques calculées du Miocène molassique ; La carte figure en annexe 11.

Les cartes d'isovaleurs calculées se réfèrent à une charte graphique caractérisée par :

- une représentation des isovaleurs en traits pleins continus pour les zones comprises dans un rayon de moins de 10 km de toute donnée (forage, affleurement, pointé sismique) renseignant le niveau cartographié ;
- une représentation des isovaleurs en tirets pour les zones comprises dans un rayon de plus de 10 km de toute donnée (forage, affleurement, pointé sismique) renseignant le niveau cartographié ;
- l'absence de toute courbe d'isovaleurs dans une zone située à moins de 1 200 m des failles (parmi les failles sélectionnées dans le schéma structural régional).

Les résultats sont cartographiés sous forme de tracés de courbes d'isovaleurs (isohypses du mur / de toit en m NGF, isobathes en m sous la surface, isopaques) à intervalles variables suivant les niveaux concernés :

- intervalles de 50 m pour les isohypses du mur du Plio-Quaternaire et du mur du Miocène,
- intervalles de 100 m pour les isohypses du mur de l'Oligocène, du mur de l'Eocène, du toit du Crétacé inférieur calcaire, du toit du Jurassique supérieur calcaire et du toit du Dogger calcaire.

**Remarque importante :**

La lecture des cartes d'isovaleurs calculées ne peut se faire en l'absence des données suivantes :

- la limite de la zone modélisable ;
- la localisation des sondages ayant atteint le niveau cartographié ;
- le tracé des failles affectant le niveau cartographié (sont concernés les cartes du mur de l'Oligocène, du mur de l'Eocène, du toit du Jurassique supérieur calcaire et du toit du Dogger calcaire).

#### **4.7. INCERTITUDES ET LIMITES D'USAGE DES DONNEES FOURNIES**

Les modélisations géologiques ont été effectuées à l'échelle régionale et les isohypses / isobathes / isopaques calculées ont été produites pour être représentées à

l'échelle du 1 / 250 000. **L'échelle maximale d'utilisation de ces cartes est par conséquent celle du 1/250 000.**

Les principales incertitudes liées à la modélisation sont les suivantes :

- l'incertitude liée au Modèle Numérique de Terrain de l'IGN (au minimum +/- 5m) ;
- l'incertitude liée à l'interprétation des sondages géologiques (épaisseur des objets étudiés parfois faible, descriptions lithologiques ambiguës ou difficiles à interpréter, passages latéraux de faciès rendant délicate la détermination d'une limite entre deux unités géologiques, sondages rencontrant des failles, ...) ;
- l'incertitude liée à la faible densité des logs géologiques. Aussi, il est impératif de lire la carte en tenant compte de la répartition des sondages utilisés : en l'absence de sondages proches, les calculs sont à affecter d'une incertitude plus importante ;
- l'incertitude liée à la maille de calcul de 500 m : l'approximation peut être importante dans les zones de vallées et dans les zones à forte pente.

**Compte tenu de toutes ces incertitudes, les cartes proposées sont des cartes prédictives et en aucun cas des cartes définitives. La modélisation devra être mise à jour avec l'acquisition de nouvelles connaissances.**

Le BRGM n'apporte aucune garantie quant à l'exactitude et au caractère exhaustif des informations délivrées. Les cartes ne sont que le reflet de l'état des connaissances disponibles au moment de leur élaboration, de telle sorte que la responsabilité du BRGM ne saurait être engagée en cas où des investigations nouvelles amèneraient à revoir les contours ou les caractéristiques de certaines formations.

## **5. Définition des niveaux et des grandes zones à ressources aquifères potentielles**

La synthèse des travaux développés dans les chapitres précédents (synthèse documentaire, apports des forages profonds et semis profonds et la cartographie structurale en isohypses tirée du retraitement géophysique) a permis de distinguer des zones ayant un potentiel aquifère.

La délimitation de ces zones à potentiel aquifère dépend en priorité des résultats de la connaissance hydrogéologique actuelle. Le dépouillement des dossiers de forages archivés en BSS, aussi bien ceux relatifs aux forages pétroliers, profonds de plusieurs centaines de mètres et jusqu'à plus de mille mètres, que les forages de recherche d'eau, de profondeur plus faibles (50 à 200 ou 300 m au plus) a permis de définir plusieurs niveaux potentiels ou zones de ressources en eau souterraine bien protégés, où la connaissance hydrogéologique était la plus avancée.

Par ailleurs, la réinterprétation des campagnes géophysiques et la modélisation des données de la BSS réalisées dans le cadre de cette opération et exposées au chapitre précédent, permettent de préciser l'extension possible de ces zones favorables. En effet, les dossiers de forages dépouillés fournissent des données, certes chiffrées (débits, niveaux statiques, mentions de pertes de circulation, etc...) mais n'en restent pas moins des données ponctuelles. Les cartes en isohypses issues du chapitre consacré à la cartographie structurale (établissement de cartes de profondeur des différents niveaux repères) permettent de délimiter l'extension des zones favorables comme par exemple les zones où le toit du Jurassique est à faible profondeur sous les formations plio-quadernaires.

Ces cartes en isohypses seraient très utiles si l'on décidait de réaliser des forages en dehors des secteurs retenus, en faisant abstraction des données hydrogéologiques connues par forages. Elles permettraient en effet d'estimer, sur l'emprise du fossé bressan, la profondeur du toit de la formation visée et d'avoir ainsi un outil de prise de décision sur la faisabilité ou non d'un ouvrage. La limite de la précision de ces cartes est donnée dans le chapitre consacré à leur élaboration. Dans le cadre de cette étude, les limites des secteurs favorables tiennent compte de la profondeur du toit de la formation mais également des données hydrogéologiques disponibles.

Dans le présent chapitre, les extensions des secteurs favorables retenus, définis dans un premier temps géographiquement à partir des données BSS et bibliographiques, sont reportées sur les cartes des isohypses afin de matérialiser la formation visée et son contexte structural.

Ces zones ou ces niveaux aquifères, que l'on peut qualifier de potentiellement favorables pour l'AEP, représentent des zones ou des niveaux où, au vu des données géologiques et hydrogéologiques disponibles, les ressources en eau existent et sont bien protégées des pollutions potentielles provenant de la surface.

D'autres zones ou niveaux aquifères potentiellement favorables à l'AEP existent vraisemblablement en d'autres points du fossé bressan mais les données disponibles, c'est-à-dire essentiellement les données hydrogéologiques liées aux ouvrages archivés dans la BSS, ne permettent pas d'en garantir le caractère réellement favorable.

Une mention particulière doit être cependant faite pour le niveau des graviers de base du « Saint-Côme » qui a été rapidement décrit dans le chapitre 2.3 « Contexte hydrogéologique de la Bresse » (paragraphe 2.3.1). Ce niveau, de par sa nature lithologique, montre de bonnes caractéristiques aquifères ainsi qu'une bonne protection puisqu'il est recouvert de plusieurs mètres d'argiles, mais il est lié hydrauliquement aux alluvions récentes de la Saône et, à ce titre, est à étudier avec ces dernières.

L'inventaire des aquifères potentiels théoriques décrit dans le paragraphe 2.3.1 corroboré aux résultats des différentes étapes de cette étude ont permis de délimiter des secteurs dans l'ensemble des formations à l'exception de la formation du Saint Côme pour les raisons évoquées ci-dessus et pour les formations du Crétacé. Ces dernières n'ont pas été retenues car les données hydrogéologiques recueillies ne permettent pas de délimiter des secteurs à potentiel hydrogéologique favorable. Des études complémentaires sur les formations du Crétacé restent donc nécessaires afin de mieux connaître leur potentiel hydrogéologique, les données disponibles à ce jour n'étant pas encourageantes.

L'illustration 50 donne, pour le fossé bressan, la répartition géographique des formations hydrogéologiques visées et décrites dans ce chapitre et qui avaient été identifiées comme potentiellement favorables dans le chapitre 2.3.1 :

- Le Plio-quatenaire : secteurs Plaine de Nuits St Georges, nappe de Vignoles, Dijon Sud et Tille profonde,
- Le Miocène : secteur Saône Doubs,
- Le Tertiaire sous le Miocène (Oligocène et Eocène) : secteurs de Louhans, Est dijonnais,
- Le Jurassique sous couverture : secteurs pied de côte châlonnaise et Est Tournus.

Afin d'être en cohérence avec la cartographie des masses d'eau stratégiques du bassin Rhône Méditerranée et Corse, les secteurs retenus sont repérés par rapport aux masses d'eau.

Le report des zones à potentiel (limitées grâce à la connaissance hydrogéologique locale) montre que la cartographie de certaines masses d'eau mériterait d'être mise à jour. Dans la carte synthétique de la cartographie des secteurs retenus par rapport aux masses d'eau stratégiques (Illustration 50), les secteurs retenus comme potentiellement favorables ne sont pas tous en superposition parfaite avec les masses d'eau. .

C'est le cas, par exemple de la côte châlonnaise et du secteur Est de Tournus. Les secteurs retenus par cette étude, sont issus des données de forages avec des ressources prouvées.

Rappelons que les secteurs ont été délimités selon les données hydrogéologiques disponibles. Les limites proposées ne représentent pas forcément la totalité de l'extension de la ressource potentiellement exploitable, celle-ci n'étant pas connue actuellement avec précision. Les secteurs retenus matérialisent des surfaces où les forages futurs qui seront réalisés auront le plus de chance d'avoir des résultats acceptables en termes de volumes exploitables pour une alimentation en eau potable.

Les zones de ressources considérées comme stratégiques pour cette étude par l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée sont :

- FR\_DO\_227 : Calcaires sous couverture du pied des côtes mâconnaise et chalonnaise,
- FR\_DO\_228 : Calcaires jurassiques sous couverture du pied de côte bourguignone,
- FR\_DO\_233 : Calcaires oligocènes et formations alluviales plio-quadernaires sous couverture du pied de côte bourguignonne (Vignoles, Meuzin),
- FR\_DO\_329-A et B : Chenal profond la plaine des Tilles et nappe profonde de Dijon sud.

Le secteur de Louhans est situé sous une masse d'eau qui n'est pas considérée comme stratégique par l'Agence de l'Eau. Il s'agit de la masse d'eau : FR\_DO\_505 : Marnes de la Bresse, rattachée au Pliocène. Il n'a pas été identifié de masses d'eau profondes en dessous. Les horizons visés dans le secteur de Louhans ne correspondent donc à aucune masse d'eau souterraine du SDAGE Rhône-Méditerranée.

De même, le secteur 1, Miocène de la plaine Saône-Doubs n'est pas inventorié comme ressource connue.

Ont ainsi été mis en évidence (pour les détails chiffrés – débits, qualité de l'eau – concernant les ouvrages, on se reportera au chapitre 3) neuf zones ou niveaux aquifères potentiellement favorables pour l'AEP :

#### 1) Les niveaux de calcaires tertiaires (Oligocène et Eocène) de l'Est Dijonnais :

Ces niveaux calcaires d'âge Tertiaire appartiennent à la masse d'eau souterraine affleurante FR\_DO\_329-C (Illustration 50, nappes profondes de l'Est dijonnais. L'intitulé de cette masse d'eau devrait préciser que cette masse d'eau est essentiellement un domaine peu ou pas aquifère, les faciès peu perméables étant malgré tout dominants.

Dans toute cette zone, les niveaux de calcaires oligocènes ou éocènes s'avèrent aquifères avec des débits en forage atteignant assez souvent 10 m<sup>3</sup>/h mais parfois plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/h et ce, pour des ouvrages n'ayant pas fait l'objet d'étude préalable d'implantation sur des critères géologiques. Compte tenu, d'une part de la proximité de Dijon et de l'urbanisation se mettant actuellement en place dans cette zone et, d'autre part de l'absence de nappe aquifère notable en surface (présence à l'affleurement de formations oligocènes peu perméables), cette ressource comme alternative ou compléments aux ressources actuellement utilisées, est intéressante. Dans la zone concernée (Illustration 29), d'autres

niveaux aquifères peuvent se trouver sous les calcaires oligocènes et tertiaires, de haut en bas :

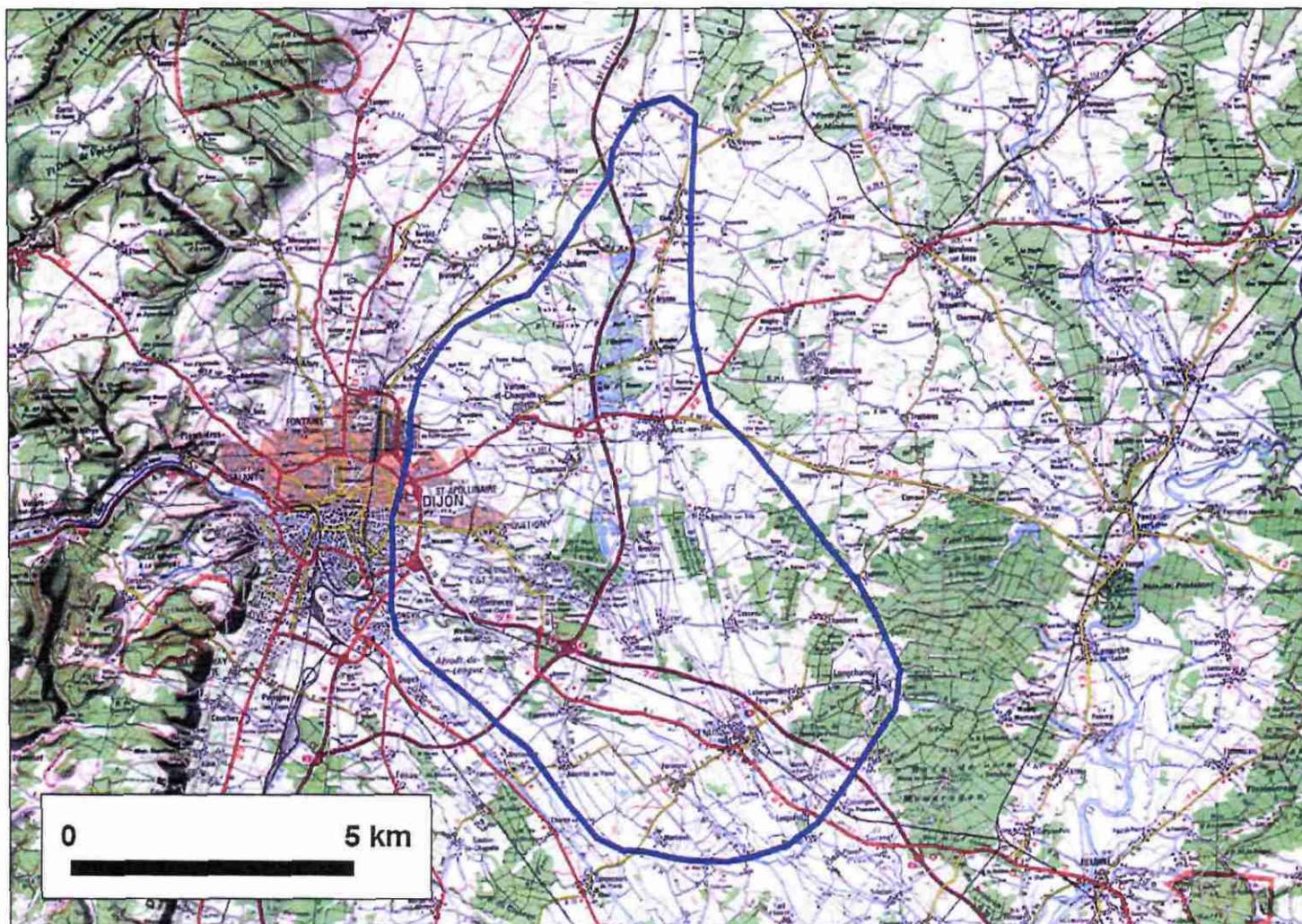
- la craie du Crétacé supérieur,
- les sables de l'Albien,
- les calcaires jurassiques, le plus souvent Tithonien ou Kimméridgien.

Ces deux premiers niveaux ne présentent pas les mêmes chances de succès que les calcaires tertiaires. En effet, ils ne sont pas présents dans toute la zone ou, quand ils sont présents, leur épaisseur peut être fortement diminuée du fait de l'érosion ante-tertiaire. Par ailleurs ils montrent souvent des faciès marneux. On peut malgré tout citer l'ouvrage de Saint-Julien, les Varennes (470 6X 0047) qui capte la partie supérieure des sables albiens et a fourni lors des essais 8,6 m<sup>3</sup>/h.

En ce qui concerne le niveau potentiellement aquifère le plus bas, à savoir les calcaires jurassiques, ils constituent la masse d'eau souterraine profonde de niveau 2, **FR\_DO\_228** (calcaires jurassiques de pied de Côte et de l'Est dijonnais sous couverture tertiaire Illustration 50). Comme les calcaires lacustres du Tertiaire sus-jacents, ce niveau est partout présent. Les forages ayant atteint ce niveau ont montré des résultats de débit assez semblables à ceux obtenus dans les calcaires tertiaires.

Sur la zone concernée, les profondeurs des différents niveaux sont croissantes en allant vers l'Est et le Sud-Est ; les premiers niveaux de calcaires oligocènes peuvent être rencontrés à partir de quelques dizaines de mètres de profondeur à l'Ouest et le toit du Jurassique 40 ou 50 m plus bas.

L'illustration 30 localise le secteur par rapport aux isohypses du mur de l'Oligocène. Les contours de cette zone correspondent à un mur de l'Oligocène à moins de 300 m de profondeur et à une distance de Dijon inférieure à 7 ou 8 km (l'intérêt des ressources aquifères de cette zone est le secteur des abords Est de Dijon qui sont en cours d'urbanisation rapide).



*Illustration 29 : Niveaux calcaires tertiaires de l'Est Dijonais*

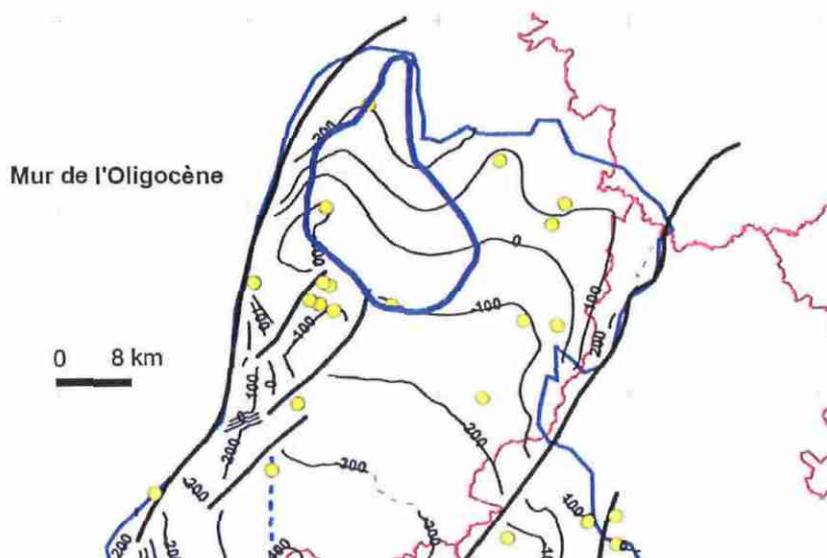


Illustration 30 : Localisation du secteur Est Dijonnais par rapport aux isohypses du mur de l'Oligocène

## 2) Les graviers profonds de la Tille :

Ce niveau aquifère appartient à la masse d'eau souterraine affleurante **FR\_DO\_329-A** (Illustration 50, graviers de la Tille (voir ci-dessus les remarques sur cette masse d'eau, dans la zone favorable 1).

Les graviers profonds de la Tille, d'une épaisseur de 10 à 30 m forment un chenal étroit et recouvert par un niveau d'argile de 5 à 30 m d'épaisseur supportant les alluvions récentes de ce cours d'eau. Les épaisseurs et les profondeurs sont croissantes vers le Sud-Est. L'extension de cet aquifère profond est donnée par l'illustration 31. Les forages qui captent cette ressource ont des débits pouvant être compris entre 50 et 100 m<sup>3</sup>/h. La limite d'extension vers le Sud-Est de ces graviers profonds est une limite de connaissance : il n'y a pas, au vu des faciès, de signes avant-coureurs d'un biseautage de ces graviers. Cet aquifère est considéré comme aquifère patrimonial par l'Administration en Côte-d'Or. Il est exploité par plusieurs captages d'eau potable par forage.

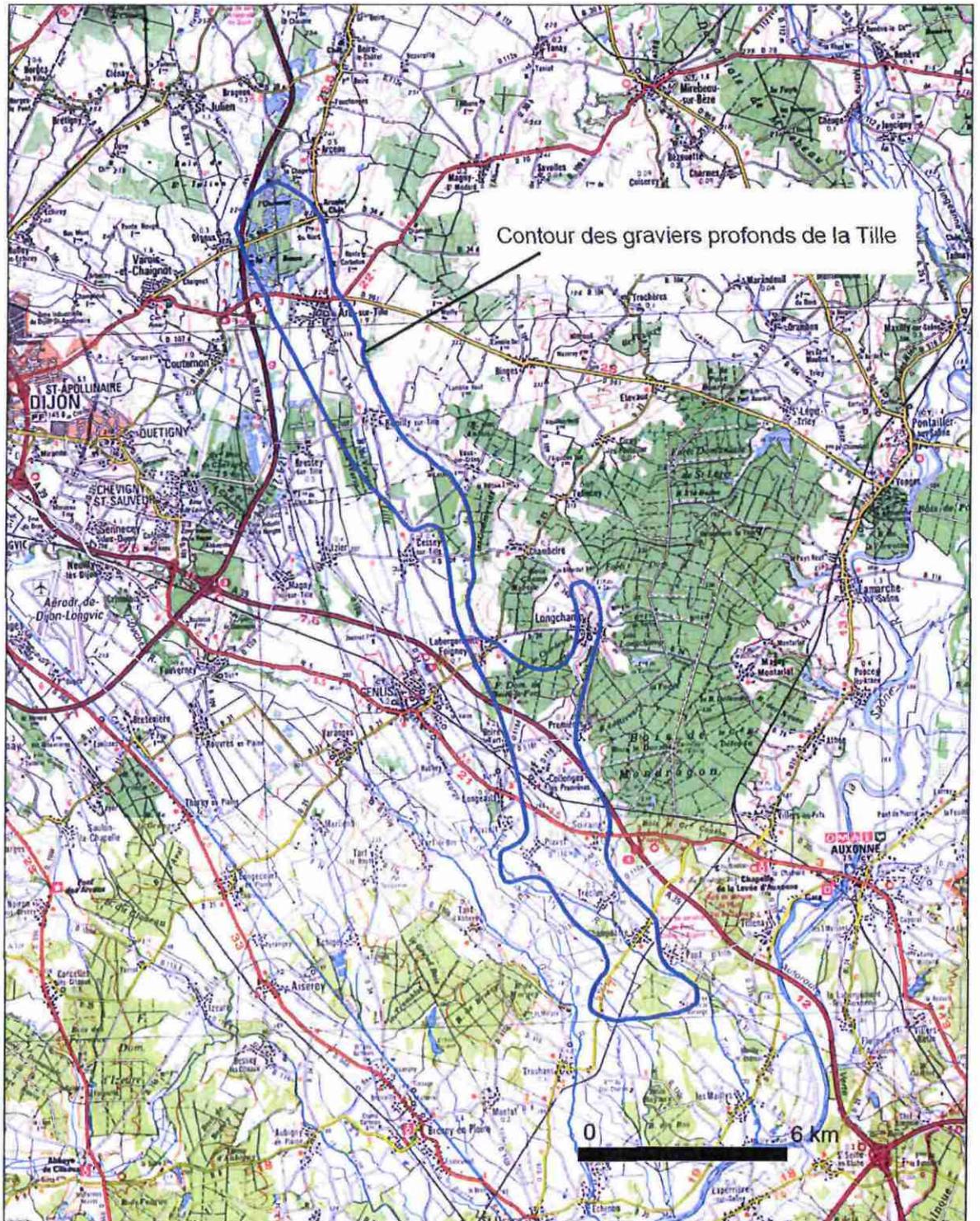


Illustration 31 : Carte du contour du chenal profond de la nappe de la Tille

### 3) Les graviers profonds de Dijon-Sud :

Comme le niveau aquifère précédent, les graviers profonds de Dijon-sud appartiennent à la masse d'eau souterraine affleurante **FR\_DO\_329-A (Illustration 50)**, nappe de Dijon-Sud (voir ci-dessus les remarques sur cette masse d'eau, dans la zone favorable 1).

La nappe profonde de Dijon-Sud présente une structure ressemblant à celle des graviers profonds de la Tille. Il s'agit d'un ancien chenal de l'Ouche où s'est déposé un niveau de graviers épais de 10 à 40 m et recouvert d'un niveau d'argile de quelques mètres à 30 m d'épaisseur. Comme pour les graviers profonds de la Tille, les épaisseurs et les profondeurs sont croissantes vers le Sud-Est. L'illustration 32 donne l'extension de cet aquifère. Comme pour les graviers profonds de la Tille, la limite d'extension vers le Sud-Est est une limite de connaissance : les derniers ouvrages dans cette direction montrent plusieurs niveaux de graviers entre 50 et 120 m de profondeur avec des faciès toujours grossiers mais un peu plus argileux. Cet aquifère, compte tenu de son importance pour l'alimentation en eau potable des communes du Sud de l'agglomération dijonnaise a fait l'objet de nombreuses études. Par ailleurs, il est considéré, comme l'aquifère des graviers profonds de la Tille, comme aquifère patrimonial par l'Administration en Côte-d'Or.

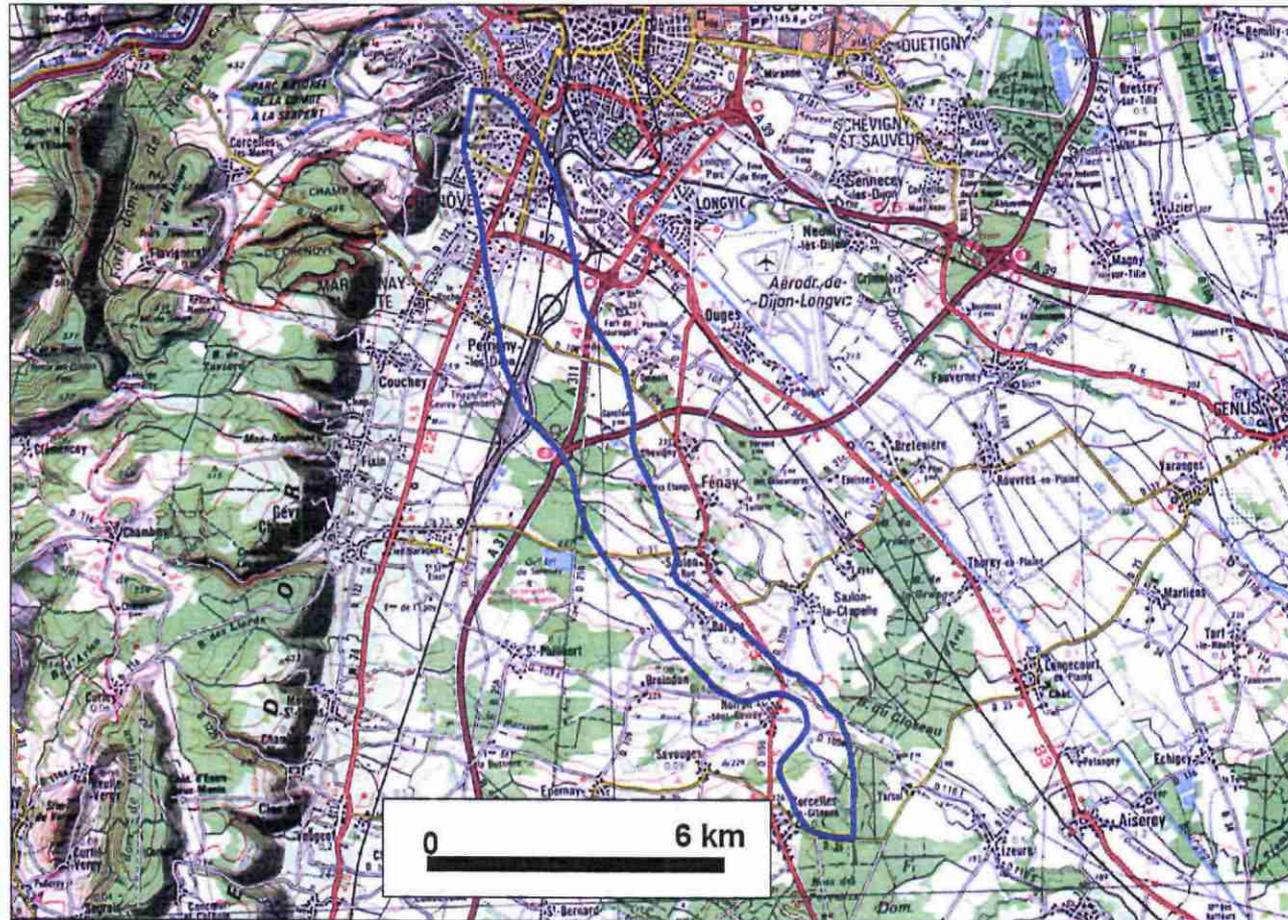


Illustration 32 : Graviers profonds de Dijon-Sud

4) Les formations profondes (graveleuses ou calcaires) de la plaine de Nuits :

Ces formations aquifères appartiennent à la masse d'eau souterraine profonde de niveau 2, **FR\_DO\_233** (calcaires oligocènes et formations alluviales plio-quadernaires sous couverture du pied de côte - Vignoles, Meuzin). Contrairement à l'intitulé complet de cette masse d'eau, les niveaux calcaires profonds qu'elle comprend ne sont pas oligocènes mais plio-quadernaires comme les niveaux de graviers.

En pied de Côte de Bourgogne, au débouché de la vallée du Meuzin (plaine de Nuits-Saint-Georges), se trouve la structure dite de la nappe profonde du Meuzin et de la plaine de Nuits décrite ci-dessus en 3.3.4. Il s'agit d'une structure multicouche avec des alternances de niveaux de marnes et de niveaux de graviers (entre 15 et 45 m de profondeur) ; latéralement, vers le Sud-Est, la structure s'enfonce et les niveaux de graviers passent à des calcaires lacustres qui apparaissent, en général, à plus de 40 m de profondeur sous des formations entièrement marneuses. Les niveaux aquifères (graviers et calcaires lacustres) sont captifs. Les débits peuvent dépasser 100 m<sup>3</sup>/h dans les graviers et quelques dizaines de m<sup>3</sup>/h dans les calcaires. L'illustration 33 donne les contours de cette structure aquifère. Les limites Ouest et Nord-Est de cette zone correspondent aux affleurements des faciès argileux de l'Oligocène ; la limite Sud-Est est une limite de connaissance mais il est fort probable qu'au-delà de cette limite les faciès argileux envahissent toute la structure (« Marnes de Bresse »).



5) Les formations profondes (graveleuses ou calcaires) de la plaine de Beaune, dites « nappe de Vignoles » :

Ces formations aquifères, comme celles de la zone précédente, appartiennent à la masse d'eau souterraine profonde de niveau 2, **FR\_DO\_233**. La même remarque s'impose : contrairement à l'intitulé complet de cette masse d'eau, les niveaux calcaires profonds qu'elle comprend ne sont pas oligocènes mais plio-quadernaires comme les niveaux de graviers.

La nappe de Vignoles, ensemble multicouche profond de la plaine de Beaune (décrit ci-dessus en 3.3.3.) est constituée de deux ensembles superposés :

- ensemble supérieur : alternances de marnes et de graviers représentant un ancien cône de déjection du Rhoin formant plusieurs lobes en pied de Côte et recouvert de 20 à 30 m de formations à dominance marneuse ;
- ensemble inférieur : plusieurs niveaux de calcaires au sein de marnes entre 90 et 200 m de profondeur.

Ces niveaux aquifères sont captifs. Les débits donnés par les forages captant cet aquifère multicouches peuvent aller de plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/h à 200 m<sup>3</sup>/h. L'illustration 34 donne le contour de cette structure aquifère. Comme pour la zone du Meuzin et de la plaine de Nuits, les limites Sud-Ouest et Nord de cette zone correspondent aux affleurements des faciès argileux de l'Oligocène ; la limite Sud-Est est une limite de connaissance mais il est fort probable qu'au-delà de cette limite les faciès argileux envahissent toute la structure (« Marnes de Bresse »).

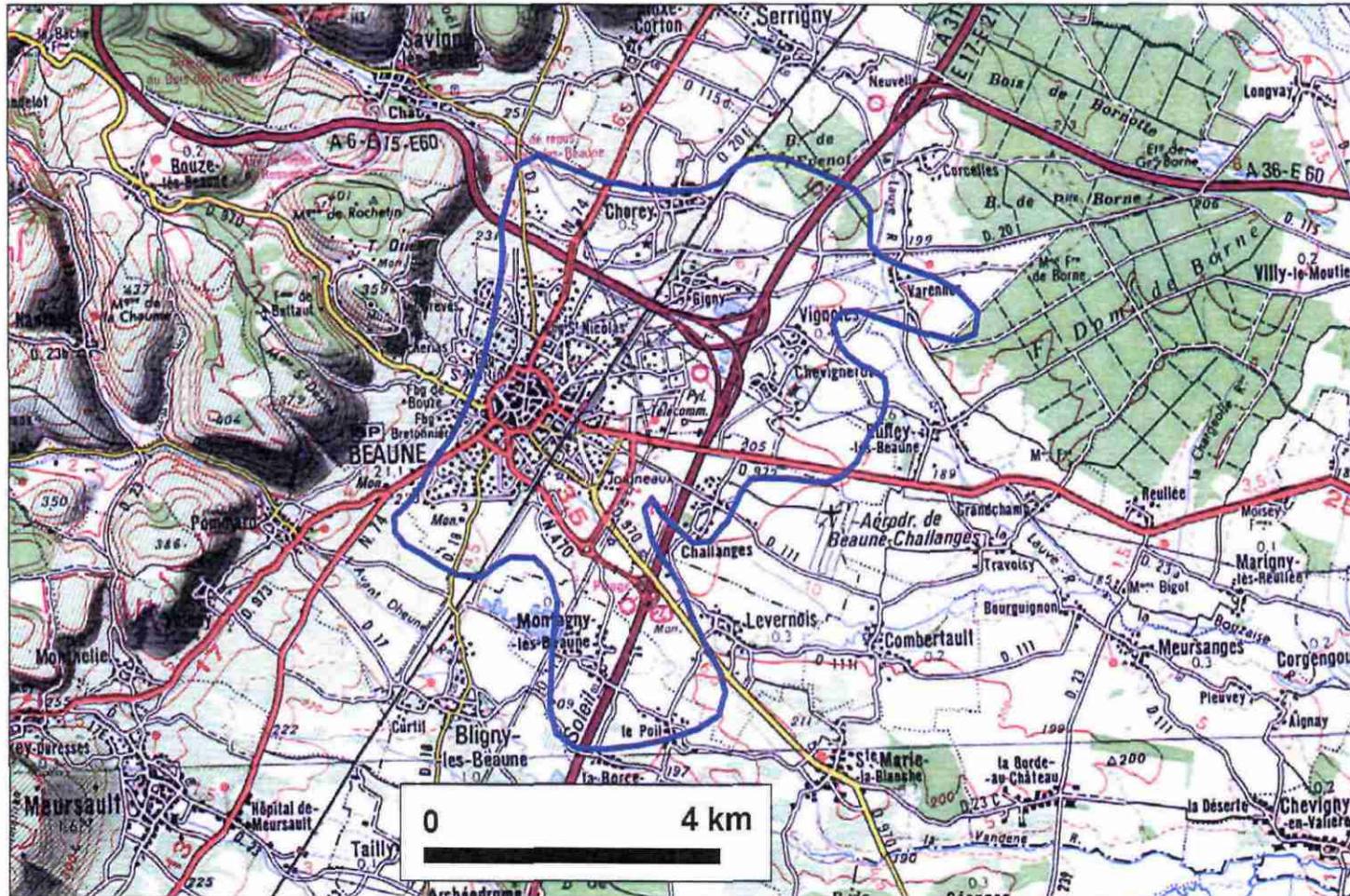
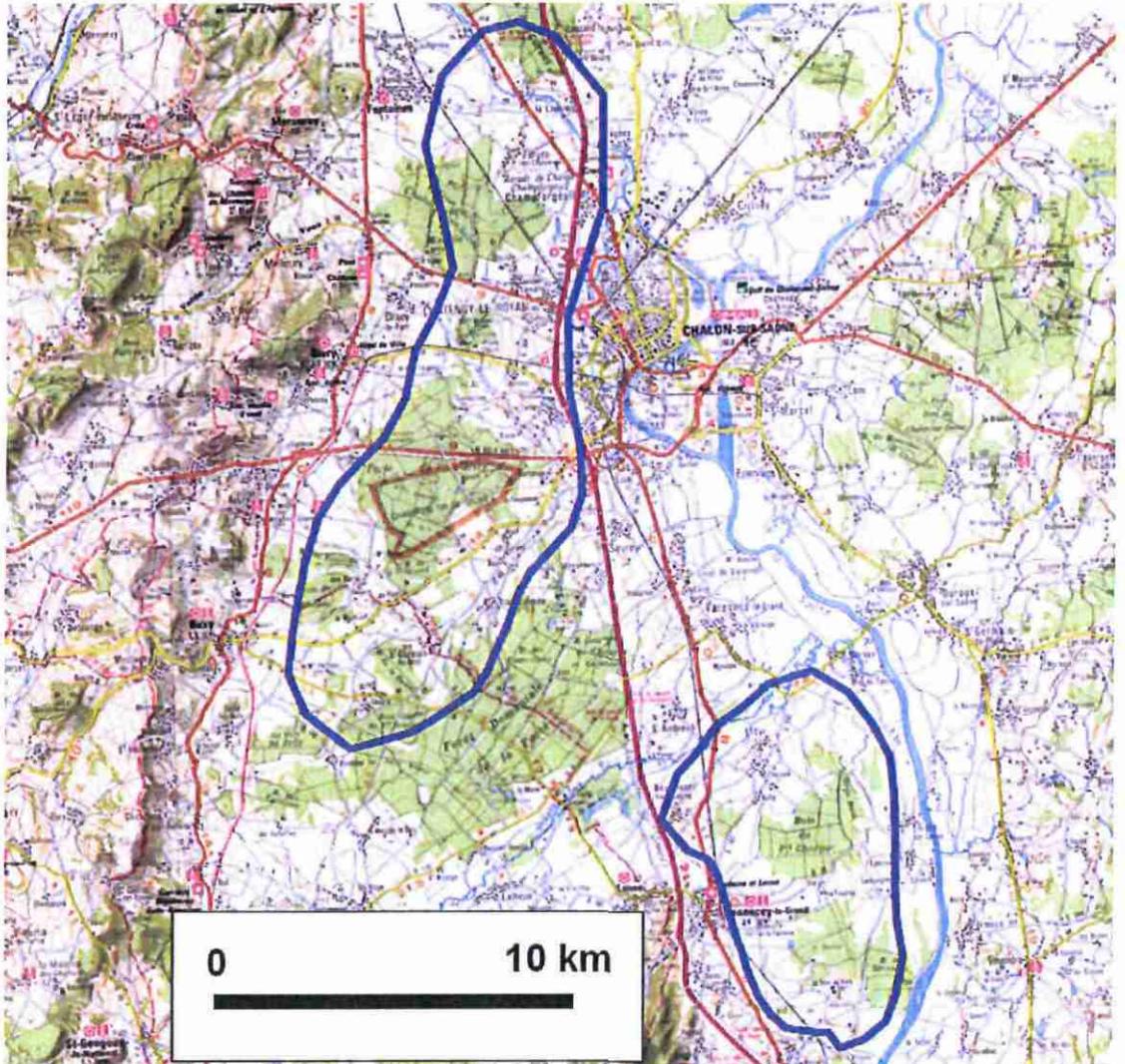


Illustration 34 : Formations « nappe de Vignoles »

6) Les calcaires jurassiques sous couverture plio-quaternaire en pied de Côte chalonnaise (en rive droite de la Saône de Chagny à Tournus) :

Ces formations aquifères appartiennent à la masse d'eau souterraine profonde de niveau 2, **FR\_DO\_227** (calcaires sous couverture du pied des côtes mâconnaise et chalonnaise). Les contours de cette masse d'eau tels qu'ils figurent sur les documents de références actuels sont peu précis. En certains endroits, les contours de la masse d'eau sont en retrait par rapport aux contours de cette zone favorable et celui de la zone 7 suivante, contours correspondant à un niveau de précision supérieur.

Dans cette vaste zone, les calcaires jurassiques sont à une profondeur modérée sous les formations de recouvrement (50 à 150 m), ici essentiellement constituées d'argile à rares niveaux sableux d'âge plio-quaternaire (faciès des « Marnes de Bresse »). La structure du toit de ces calcaires est cependant assez complexe du fait de failles, d'orientation dominante Sud-Sud-Ouest / Nord-Nord-Est donnant une structure à blocs basculés, prolongement de celle qui affleure en Côtes châlonnaise et mâconnaise. A ce point de vue, il conviendra d'éviter le débouché de la vallée de la Dheune, d'une part du fait de sa structure probable de fossé donc avec un toit du Jurassique vraisemblablement plus profond et, d'autre part du fait de l'apparition du granite dans certains compartiments tectoniques. L'illustration 35 donne le contour de la zone favorable et l'illustration 36 situe le secteur retenu par rapport aux isohypses du toit du Jurassique supérieur. Les forages atteignant le toit des calcaires peuvent donner des débits importants, ainsi celui du syndicat de Châlon Nord à Fontaine a fourni un débit de 150 m<sup>3</sup>/h. Le toit des calcaires jurassiques est souvent karstifié, fournissant alors des débits importants ; par contre, lorsque le toit du Jurassique est constitué par les marno-calcaires de l'Oxfordien, les débits importants se trouvent plus en profondeur, cas du forage de Fontaine (toit du Jurassique à 64 m de profondeur ; horizon fournissant le débit : Callovien-Bathonien entre 161 et 261 m de profondeur).



*Illustration 35 : Formations calcaires jurassiques en pied de Côte Châlonnaise*

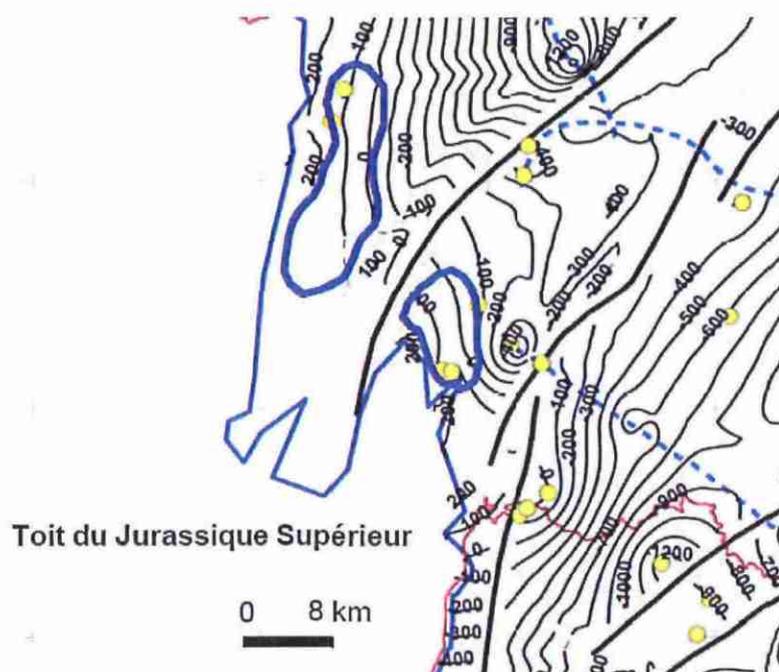


Illustration 36 : Localisation du secteur en pied de Côte châlonnaise par rapport aux isohypses du toit du Jurassique supérieur

7) Les calcaires jurassiques sous formations plio-quaternaires et tertiaires des abords de Cuisery (rive gauche de la Saône) :

Les niveaux aquifères de cette zone sont les mêmes que ceux de la zone favorable précédente. Ils appartiennent à la même masse d'eau souterraine, la masse d'eau profonde de niveau 2, **FR\_DO\_227** (voir ci-dessus en zone favorable 7, les remarques concernant les contours de cette masse d'eau).

Il s'agit du prolongement, en rive gauche de la Saône de la zone précédente du fait d'une configuration structurale particulière. Les chaînons calcaires de Tournus et de Sennecey, à structure de horst et orientés Sud-Sud-Ouest / Nord-Nord-Est, se prolongent, tout en s'abaissant, en rive gauche de la Saône où ils se trouvent recouverts par les formations bressanes plio-quaternaires : c'est le départ du horst « Sennecey-la Serre » qui refait surface à l'autre extrémité du fossé bressan, aux abords de Dôle, pour former le horst affleurant de la Serre. En face de Tournus, le Jurassique affleure encore sur 1 km avant de s'envoyer dans la zone de Cuisery où son toit peut être atteint à 100 ou 130 m de profondeur sous les formations des « Marnes de Bresse ». L'illustration 37 donne l'étendue de cette zone. Les débits fournis par le karst du toit du Jurassique peuvent dépasser 50 m<sup>3</sup>/h, ainsi le forage de l'Abergement-les-Cuisery a fourni 66 m<sup>3</sup>/h en pompage d'essai. L'illustration 38 localise le secteur retenu par rapport aux isohypses du toit du Jurassique supérieur et montre bien la profondeur minimale du toit de cette formation.

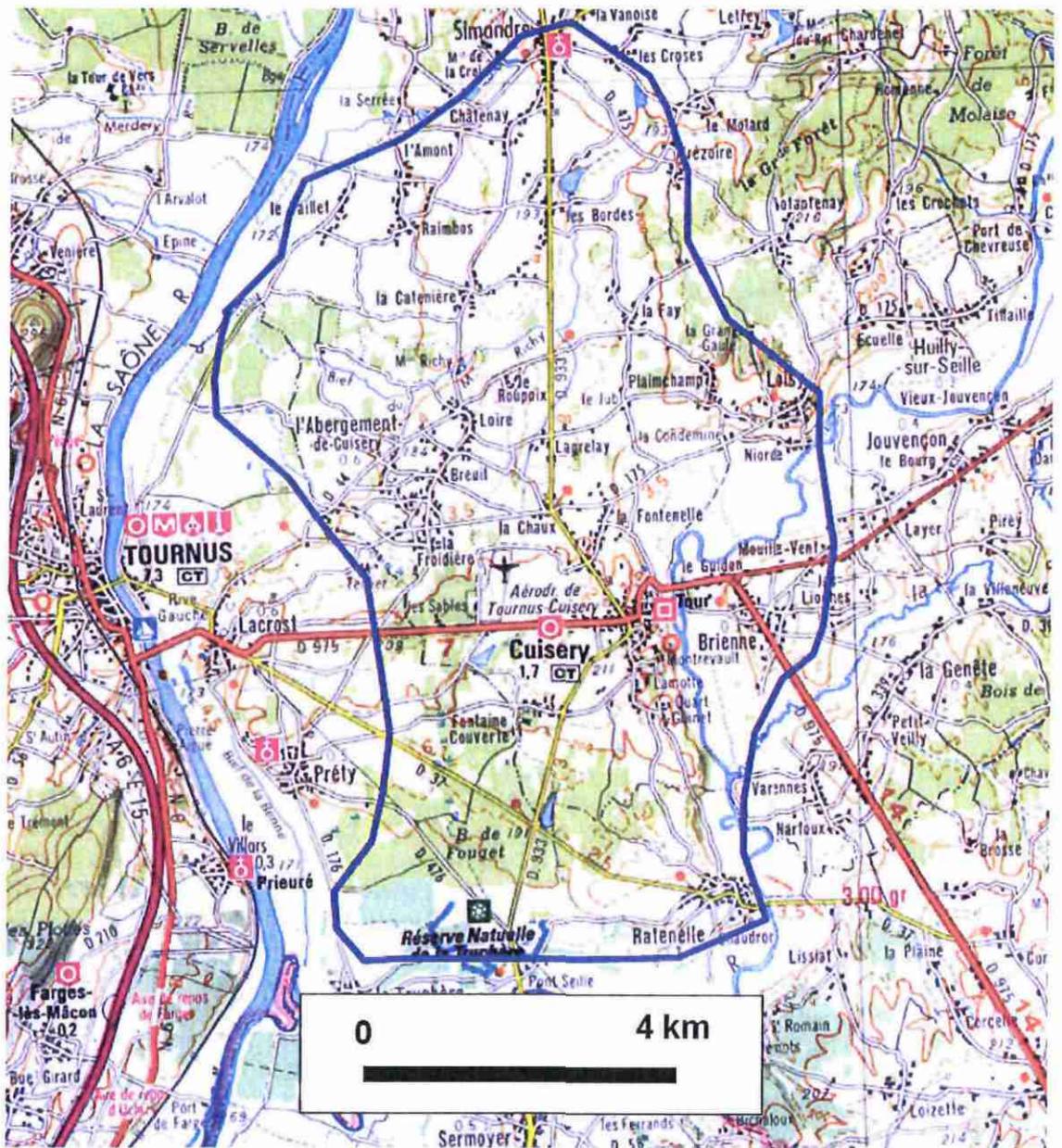


Illustration 37 : Formation calcaires jurassiques des abords de Cuisery

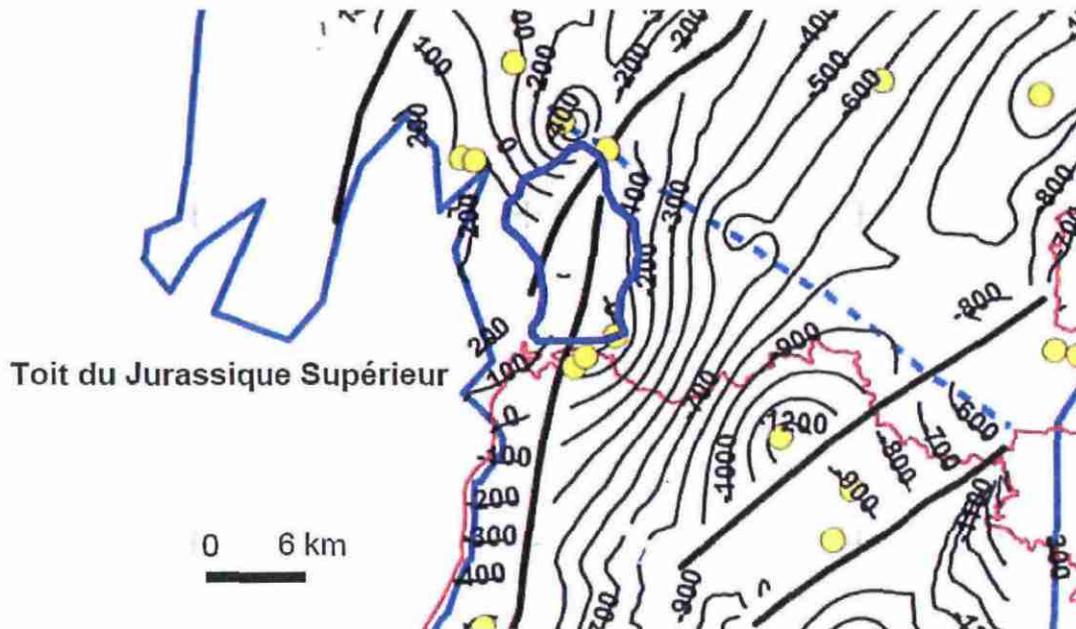


Illustration 38 : Localisation du secteur Est de Tournus par rapport aux isohypses du toit du Jurassique supérieur

#### 8) Les calcaires oligocènes et éocènes des environs de Louhans :

Ces niveaux calcaires du remplissage du fossé bressan se sont révélés aquifères, lors de leur traversée par les forages pétroliers de Vincelles et de Ratte. Les venues d'eau dans ces calcaires, qui montraient souvent des cavités, dépassaient 50 m<sup>3</sup>/h et, par ailleurs, les ouvrages étaient artésiens jaillissants. De ces deux ouvrages, celui de Vincelles était le plus productif. A Vincelles, les principales venues d'eau étaient dans la partie supérieure de l'Oligocène, soit de 242 à 360 m et dans l'Eocène caverneux vers 566 m. La température de l'eau était, suivant la profondeur comprise entre 25 et 35°C. La densité de l'eau était de 1 ce qui suppose une minéralisation faible donc, a priori, correcte pour l'usage en eau potable. Le contour de cette zone est donné par l'illustration 39. L'illustration 40 localise ce secteur retenu par rapport aux isohypses du mur du Miocène. Les contours de cette zone favorable incluent les deux forages favorables et la terminaison Nord-Est de la fosse qui apparaît sur la carte des isohypses du mur du Miocène (autrement dit isohypses du toit de l'Oligocène) qui constituait probablement un zone préférentielle pour les dépôts lacustres.

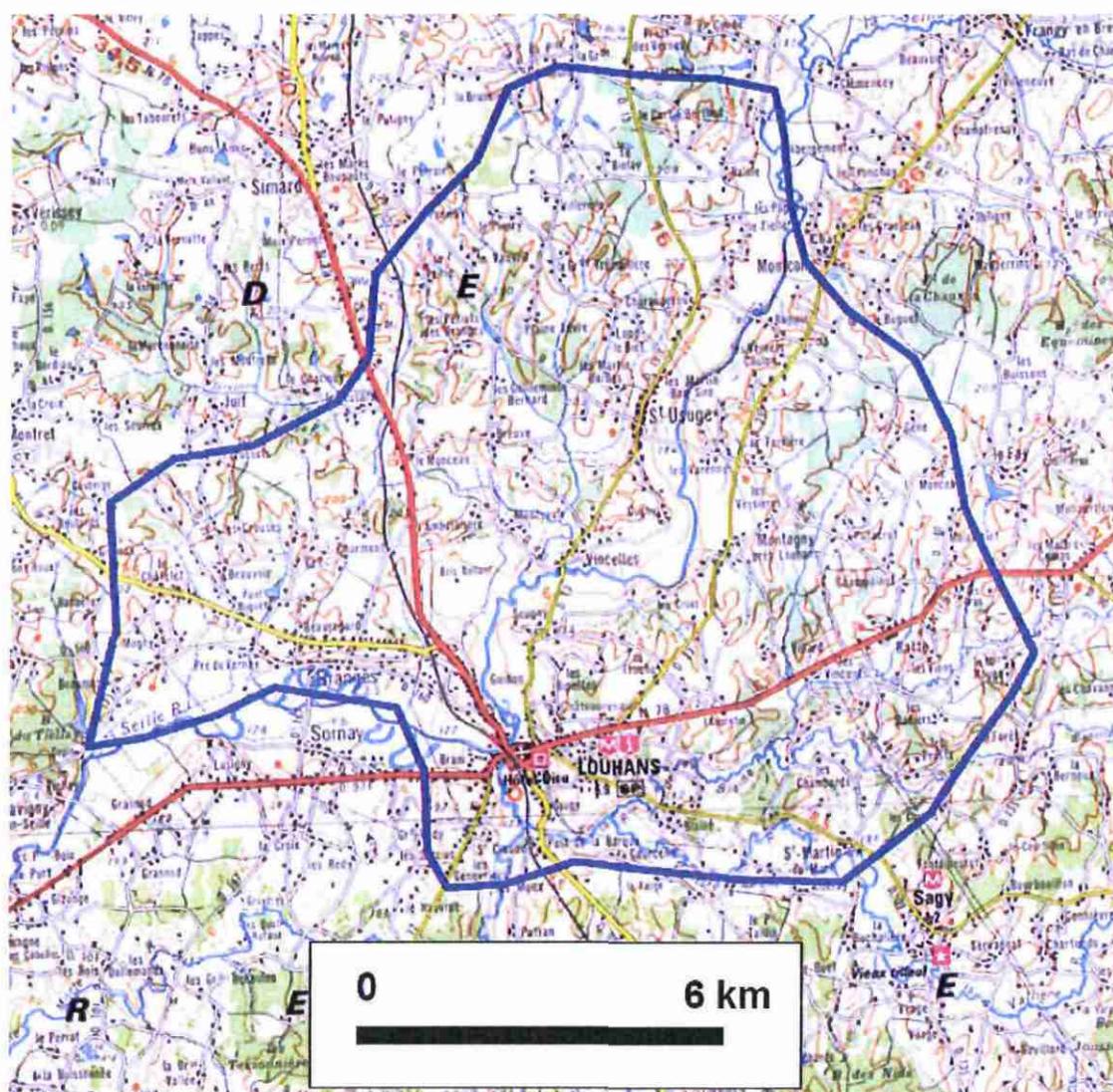


Illustration 39 : Formations des calcaires oligocènes et éocènes de Louhans

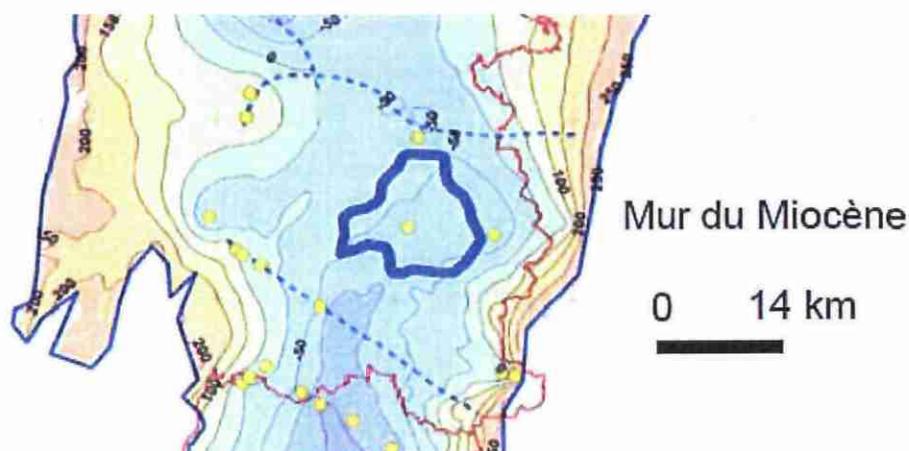


Illustration 40 : Localisation du secteur de Louhans par rapport aux isohypses du Mur du Miocène

9) Le faciès particulier de Miocène entre Dole et la plaine Saône-Doubs (formations grossières en pied du massif de la Serre) :

Cette dernière zone favorable se trouve sous la masse d'eau souterraine affleurante FR\_DO\_320 (alluvions de la Saône entre les confluents de l'Ognon et du Doubs - plaine Saône-Doubs et Basse vallée de la Loue). Il serait peu justifié de prolonger cette masse d'eau en profondeur, celle-ci correspondant à des alluvions récentes. Le niveau favorable défini dans le cadre de cette étude se trouve ainsi hors du découpage des masses d'eau ; il conviendrait de revoir, dans ce secteur, le découpage des masses d'eau et d'ajouter une masse d'eau profonde de niveau 1.

Dans ce secteur, 2 forages pétroliers, Champdivers et Chemin, ont mis en évidence, entre 125 et 200 m de profondeur, un niveau intéressant au vue de sa lithologie. Il s'agit d'un conglomérat d'âge miocène. Ce faciès particulier du Miocène ne se rencontre que dans ce secteur et semble localisé dans le prolongement, vers le Sud-Ouest du horst de la Serre. Il résulte probablement de dépôts d'éboulis ou de sédiments grossiers au pied du horst lors du début de sa surrection. Ce niveau est recouvert par les formations marneuses du Plio-Quaternaire bressan. La zone où ce faciès peut-être raisonnablement espéré est délimitée sur l'illustration 41. L'illustration 42 situe le secteur retenu par rapport aux isohypses du mur du Plio-Quaternaire. Ces contours se justifient, d'une part par la moindre profondeur du mur du Plio-Quaternaire (autrement dit du toit du Miocène) et, d'autre part par le prolongement du horst de la Serre vers le Sud-Ouest.

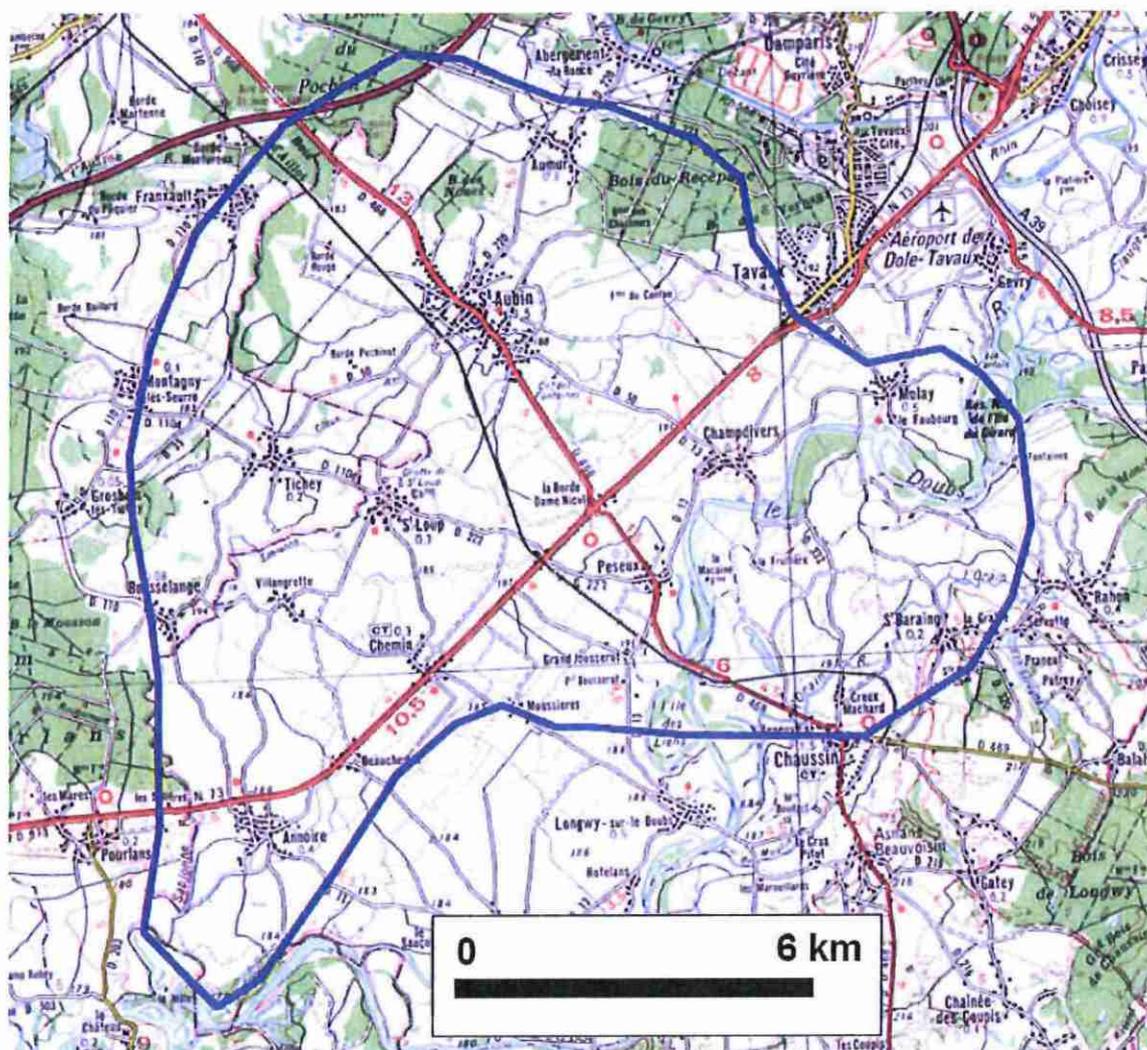


Illustration 41 : Formations grossières miocènes en pied massif de la Serre

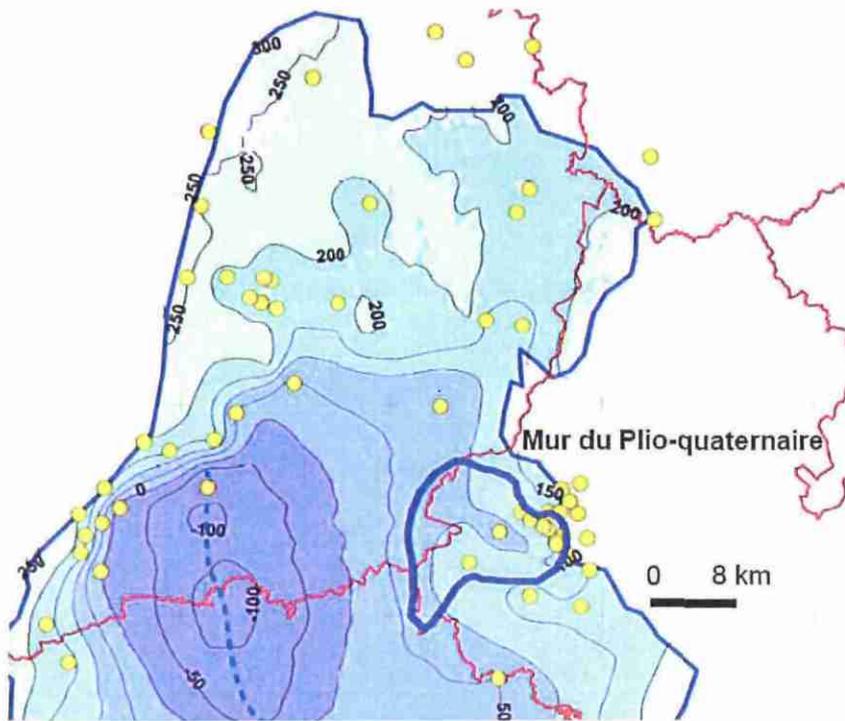


Illustration 42 : Localisation du secteur Saône-Doubs par rapport aux isohypses du mur du Plio-Quaternaire

## **6. Secteurs favorables pour des recherches d'eau souterraine en vue de l'alimentation en eau potable**

En vue d'une recherche d'eau potable par forages, les critères suivants peuvent être retenus compte tenu du contexte socio-économique du domaine de l'étude :

- profondeur des ouvrages **inférieure à 500 m**,
- salinité de l'eau captée **inférieure à 1 g/l**.

On peut aussi donner une limite inférieure de productivité souhaitable pour les ouvrages, **50 m<sup>3</sup>/h** paraissant une valeur limite raisonnable. Un ouvrage d'une productivité plus faible serait économiquement peu intéressant pour la collectivité.

A partir de ces critères de base et compte tenu du travail de dépouillement et de synthèse réalisé dans le cadre de cette étude et dont on a rendu compte dans les chapitres précédents, on peut élaborer un choix de trois sites favorables pour des prospections détaillées.

### **6.1. SECTEUR 1 : DEPARTEMENT DU JURA, ENVIRONS SUD ET SUD-OUEST DE TAVAux : FACIES GROSSIERS DU MIOCENE**

Dans ce secteur, situé dans la zone favorable 9 (hors appartenance à une masse d'eau souterraine), un horizon favorable, au vu de sa lithologie, est présent dans une tranche de profondeur comprise entre 125 et 200 m de profondeur. Il s'agit d'un conglomérat d'âge miocène. Ce faciès particulier du Miocène ne se rencontre que dans ce secteur et semble localisé dans le prolongement, vers le Sud-Ouest du horst de la Serre. Il résulte probablement de dépôts d'éboulis ou de sédiments grossiers au pied du horst lors du début de sa surrection.

Les 2 forages pétroliers qui l'ont mis en évidence sont Champdivers et Chemin.

Champdivers a traversé :

- de 14 à 125,5 m des d'argiles avec des passées ligniteuses et quelques niveaux sableux, notamment un banc de sables grossiers de 72 à 84 m ; formations d'âge pliocène ;

- de 125,5 à 158 m des sables grossiers avec quelques niveaux de graviers ; quelques niveaux argileux se rencontrent sur toute la hauteur ; formations d'âge miocène et de faciès lacustre ;
- de 158 à 177 m des conglomérats à éléments calcaires le plus souvent ; à la base on trouve des sables très grossiers non cimentés ; formation d'âge miocène et de faciès fluvial ;
- de 177 à 223 m de la craie blanchâtre à grise et glauconieuse finement gréseuse ; formation d'âge cénomaniens ;
- de 223 à 266 des marnes glauconieuses et finement gréseuses ;
- de 266 à 278 m des sables gris noirs glauconieux très perméables ; ces sables renferment une eau salée à 2,10 g/l.

Le forage de Chemin a recoupé sous le Pliocène à dominance argileuse, un Miocène de même type (conglomérat à galets calcaires mal cimentés avec matrice sablo-argileuse) de 172 à 200 m. Ce Miocène, à la différence de Champdivers, repose sur de l'Oligocène peu perméable, ce dernier reposant lui-même sur de l'Albien argileux.

Le niveau aquifère à reconnaître est le Miocène à faciès conglomératique et sablo-graveleux mis en évidence par ces deux forages. Compte tenu de sa nature lithologique, un débit de 50 m<sup>3</sup>/h pour un forage est un objectif raisonnablement atteignable.

La zone de présence de ce niveau peut être estimée sur un territoire couvert par les communes de :

- Saint-Aubin,
- Saint-Loup,
- Chemin,
- Peseux,
- Champdivers,
- Molay,
- Chaussin,
- Annoire,

dans le Jura et de :

- Tichey,
- Busselange,

en Côte-d'Or.

L'illustration 43 donne la localisation de ce secteur et l'illustration 44 permet de situer ce secteur par rapport à la profondeur de la base du Pliocène marneux (puisque ces faciès miocènes sont immédiatement sous-jacents au Pliocène marneux) telle qu'elle a été élaborée par le modèle géophysique.

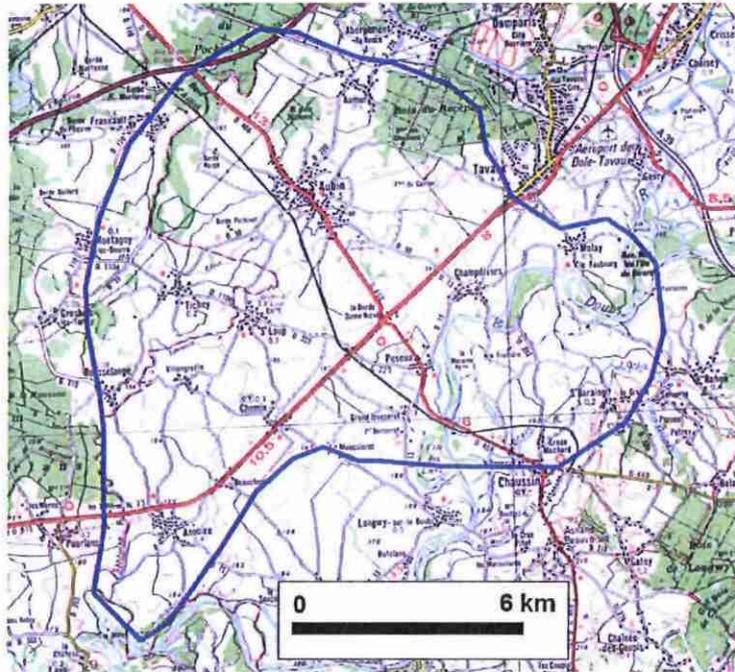


Illustration 43 : Localisation du secteur 1

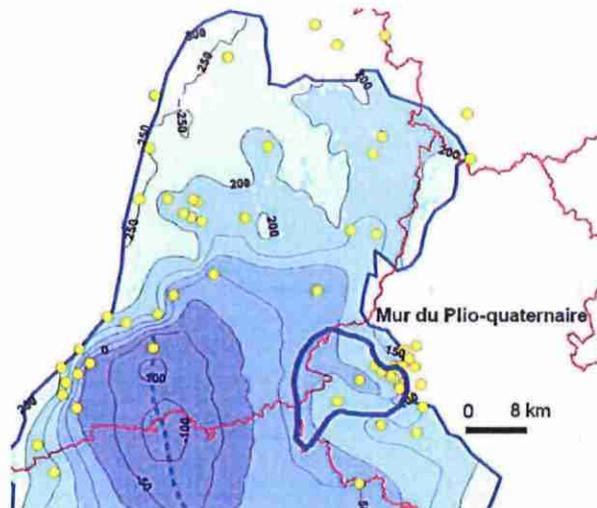


Illustration 44 : Localisation du secteur 1 par rapport au Mur du Pliocène

A l'intérieur de cette zone, des sites de futurs forages pourront être définis en fonction de l'occupation des sols et des réseaux existants.

Une campagne de prospection géophysique permettra de sélectionner le ou les sites les plus favorables.

Sur le (ou les) forage réalisé, un pompage d'essai de longue durée (une semaine au moins) sera nécessaire afin de s'assurer de la constance de la qualité de l'eau. En effet, à Champdivers, les sables albiens, recoupés environ 90 m plus bas que la base du Miocène aquifère, contiennent de l'eau salée. Il faudra donc s'assurer que cette eau ne parviendra pas au forage.

## **6.2. SECTEUR 2 : DEPARTEMENT DE LA SAONE-ET-LOIRE, EN BRESSE LOUHANNAISE : CALCAIRES CAPTIFS DE L'OLIGOCENE**

La localisation de ce secteur est donnée par l'illustration 45. Il se situe dans la zone favorable 8 et sous la masse d'eau FR\_DO\_505. Cette ressource potentiellement favorable est donc en dehors de toute masse d'eau définie dans le SDAGE Rhône-Méditerranée. Les deux forages pétroliers de Ratte et de Vincelle ont rencontré des venues d'eau importantes dans les calcaires de l'Oligocène et de l'Eocène :

Forage de Vincelles :

- l'Oligocène y a été recoupé de 242 à 566 m avec des faciès calcaires jusqu'à 360 m et marneux au-delà ; à 340 m des venues d'eau artésienne de 18 à 19 m<sup>3</sup>/h et d'une température de 24° C ont été rencontrées et qui se sont maintenues à ce débit durant plusieurs mois ;
- l'Eocène sous jacent s'est aussi montré aquifère mais à une profondeur supérieure à 500 m ;

Les eaux ont une densité normale, donc ne sont pas salées.

Forage de Ratte : l'Oligocène a été recoupé de 292 à 912 m sous des faciès essentiellement calcaires jusqu'à 390 m puis sableux et de plus en plus argileux jusqu'à sa base ; à la traversée du sommet des calcaires oligocènes, des venues d'eau ont été recoupées, notamment vers 313 m.

Les investigations porteront sur la zone couverte par le territoire des communes de délimitée par Saint-Usuge, Branges, Louhans, Vincelles, Montagny-les-Louhans, Ratte, le Fay et Saint-Martin-du-Mont. Une fois 4 ou 5 sites sélectionnés (occupation du sol, réseaux existants), une prospection géophysique permettra de localiser plus finement le toit des calcaires oligocènes. La coupe géologique détaillée des forages de Vincelles et de Ratte permettra de caler les diagrammes des sondages électriques. La profondeur du toit du niveau aquifère peut être estimée entre 300 et 400 m. Les observations faites dans les forages pétroliers ont montré une eau non salée mais de température d'environ 20 à 25° C.

A Vincelles, le débit naturel des venues d'eau dans les calcaires oligocènes s'étant maintenu durant plusieurs mois à 18 ou 19 m<sup>3</sup>/h un débit en pompage de plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/h peut être espéré.

L'illustration 45 donne l'emplacement de ce secteur 2 et l'illustration 46 permet de situer ce secteur par rapport à la profondeur de la base du Miocène (puisque ces calcaires oligocènes sont immédiatement sous-jacents au Miocène) telle qu'elle a été élaborée par le modèle géophysique.

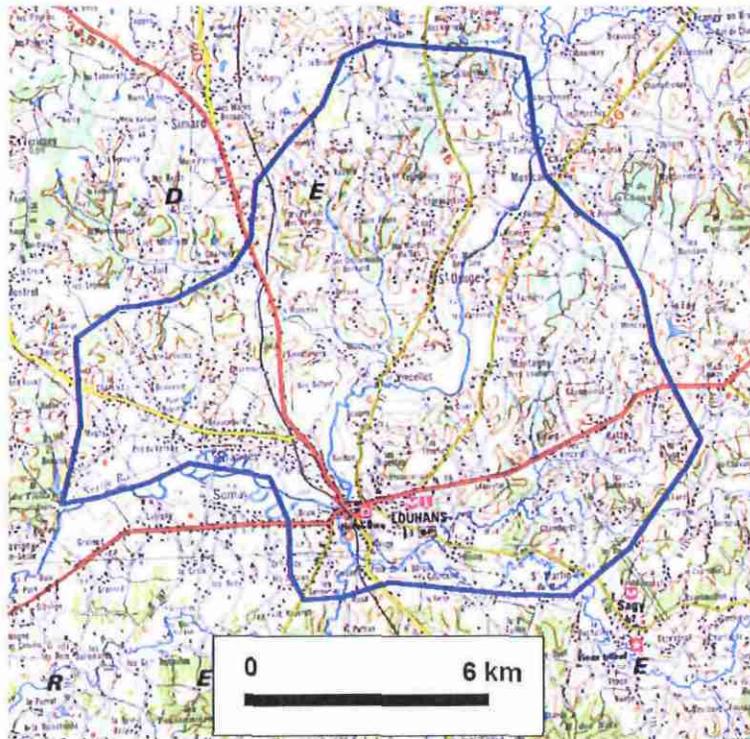


Illustration 45 : Localisation du secteur 2

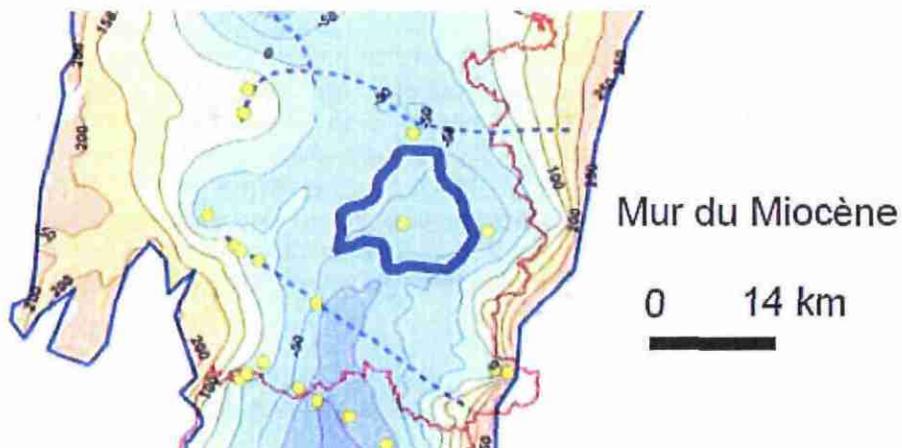


Illustration 46 : Localisation du secteur 2 par rapport au modèle géophysique (altitude du mur, du Miocène)

### **6.3. SECTEUR 3 : DEPARTEMENT DE LA SAONE-ET-LOIRE, EN RIVE GAUCHE DE LA SAONE AU DROIT DE TOURNUS : CALCAIRES JURASSIQUES CAPTIFS**

Dans le secteur de Cuisery et de l'Abergement-de-Cuisery, l'éperon calcaire de Tournus se prolonge en rive gauche tout en s'ennoyant sous les marnes de Bresse. Dans ce secteur, plusieurs forages de recherche d'eau ont donné des débits intéressants dans les calcaires jurassiques captifs sous leur recouvrement de marnes de Bresse. Le toit de ces calcaires y est karstifié. Ce secteur se trouve dans la zone favorable 7 et au sein de la masse d'eau FR\_DO\_227.

Le forage de l'Abergement-de-Cuisery (X = 802 275 ; Y = 2 177 200 ; Z = 210 m), à 5 km de Tournus a ainsi atteint le toit des calcaires jurassiques sous 120 de Plio-Quaternaire essentiellement marneux. Les calcaires jurassiques ont été entamés de 120 à 143 m et eux seuls sont captés. Un pompage d'essai au débit de 66 m<sup>3</sup>/h a été réalisé : rabattement de 47,79 m et une transmissivité calculée de 9.10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s.

Les investigations porteront sur la zone couverte par les communes de l'Abergement-de-Cuisery, Cuisery, Brienne, Ratenelle et Loisy (cf. Illustration 37). Après un choix de 3 ou 4 sites (occupation du sol, réseaux existants), une prospection géophysique sur ces sites sélectionnés permettra de choisir l'emplacement du forage de recherche. Le toit des calcaires jurassiques peut être attendu entre 50 et 200 m et un débit d'au moins 50 m<sup>3</sup>/h peut être raisonnablement espéré.

Pour implanter le forage dans ce secteur, on se reportera au préalable au profil de géophysique pétrolière 88REY03 (cf. annexe 2), d'orientation Ouest-Nord-Ouest/Est-Sud-Est qui recoupe, au droit de Tournus, la structure du seuil de Sennecey-la Serre et de ses appendices. Rappelons aussi que les deux forages pétroliers de Simandre ont rencontré le toit du Jurassique supérieur :

- immédiatement sous les marnes pliocènes à 130 m de profondeur pour SIMANDRE 101 (SIM101 : 579 8X 0012),
- non atteint à 2 km au Nord-Ouest du précédent à 710 m de profondeur pour SIMANDRE 1 (SIM-CD1 : 579 8X 0011) qui a rencontré sous les marnes du Pliocènes, des marnes et calcaires oligocènes puis du Crétacé.

La prospection par sondages électriques proposée pour implanter le forage pourra donner une image fiable des points hauts du seuil puisque le contraste de résistivité entre les marnes pliocènes et les calcaires jurassiques sous-jacents est important.

L'illustration 47 donne la localisation de ce secteur et l'illustration 48 permet de situer ce secteur par rapport au haut fond de Cuisery mis en évidence par le modèle géophysique (carte de l'altitude NGF du toit des calcaires du Jurassique supérieur).

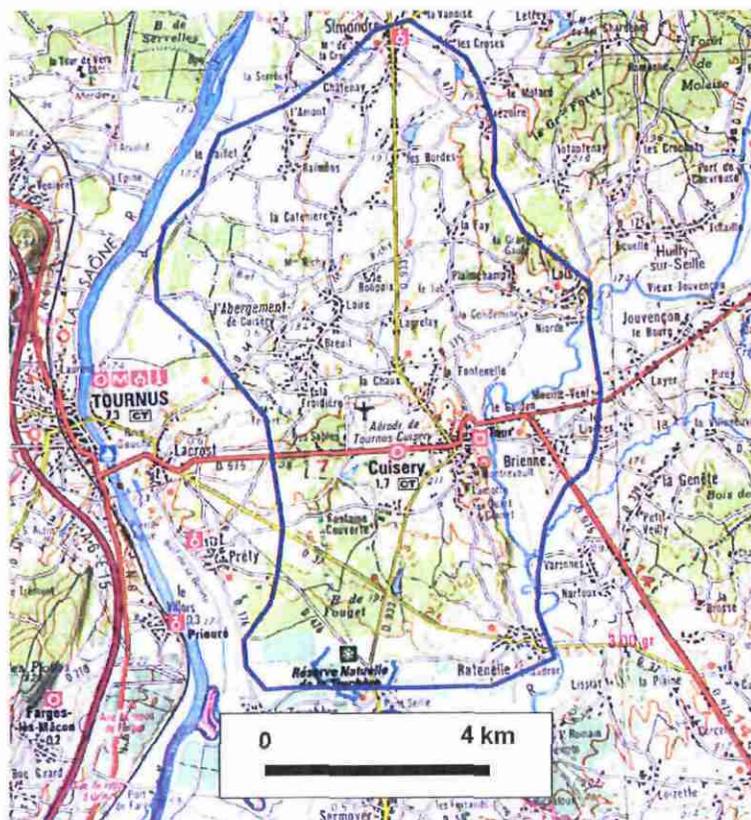


Illustration 47 : Localisation du secteur 3

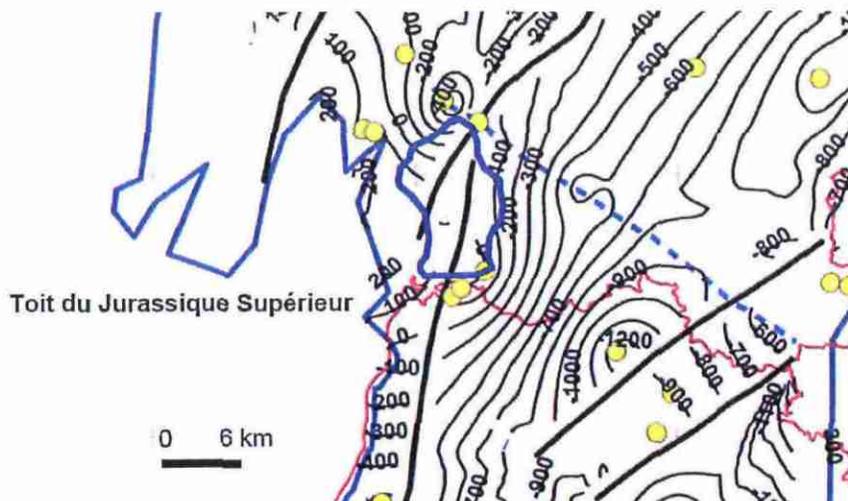


Illustration 48 : Localisation du secteur 3 par rapport au modèle géophysique (altitude du toit du Jurassique supérieur)

## 7. Conclusions

Cette étude a comporté trois grandes étapes, à savoir :

1<sup>ère</sup> étape : rappel et synthèse des connaissances actuelles sur la géologie et l'hydrogéologie du fossé bressan ;

2<sup>ème</sup> étape : exploitation des données des forages réalisés dans le domaine de l'étude à partir des comptes rendus de chantiers pour les forages pétroliers et des dossiers BSS pour les forages d'eau. Cette exploitation a porté sur tous les indices pouvant concerner la circulation de l'eau dans les formations recoupées par ces forages et sur les mesures proprement hydrogéologiques réalisées le cas échéant ;

3<sup>ème</sup> étape : réinterprétation des résultats des campagnes de géophysiques pétrolières, des coupes géologiques informatisées présentes dans la banque du sous-sol du BRGM et retraitement de trois profils sismiques. Cette étape a abouti à la réalisation de cartes d'isohypses des principaux niveaux géologiques du remplissage du fossé bressan ;

A partir des résultats issus de ces trois étapes,

- **neuf zones de ressources ont été définies**, c'est-à-dire zones de ressources aquifères bien protégées et à préserver pour les besoins en eau potable à plus ou moins long terme (Illustration 49) :

1) les niveaux de calcaires tertiaires (Oligocène et Eocène) de l'Est Dijonnais (situés au sein des masses d'eau FR\_DO\_329) ;

2) les graviers profonds de la Tille (situé dans la masse d'eau FR\_DO\_329) ;

3) les graviers profonds de Dijon-Sud (situé dans la masse d'eau FR\_DO\_329) ;

4) les formations profondes (graveleuses ou calcaires) de la plaine de Nuits (situé dans la masse d'eau FR\_DO\_233) ;

5) les formations profondes (graveleuses ou calcaires) de la plaine de Beaune dites « nappe de Vignoles » (situé dans la masse d'eau FR\_DO\_233) ;

6) les calcaires jurassiques sous couverture plio-quadernaire en pied de Côte chalonaise (en rive droite de la Saône de Chagny à Tournus) (situé dans la masse d'eau FR\_DO\_227) ;

7) les calcaires jurassiques sous couverture plio-quadernaire et tertiaire des abords de Cuisery (rive gauche de la Saône) (situé dans la masse d'eau FR\_DO\_227) ;

8) les calcaires oligocènes et éocènes des environs de Louhans (hors appartenance à une masse d'eau : découpage des masses d'eau à revoir) ;

9) le faciès particulier du Miocène entre Dole et la plaine Saône-Doubs (formations grossières en pied du massif de la Serre) (hors appartenance à une masse d'eau : découpage des masses d'eau à revoir).

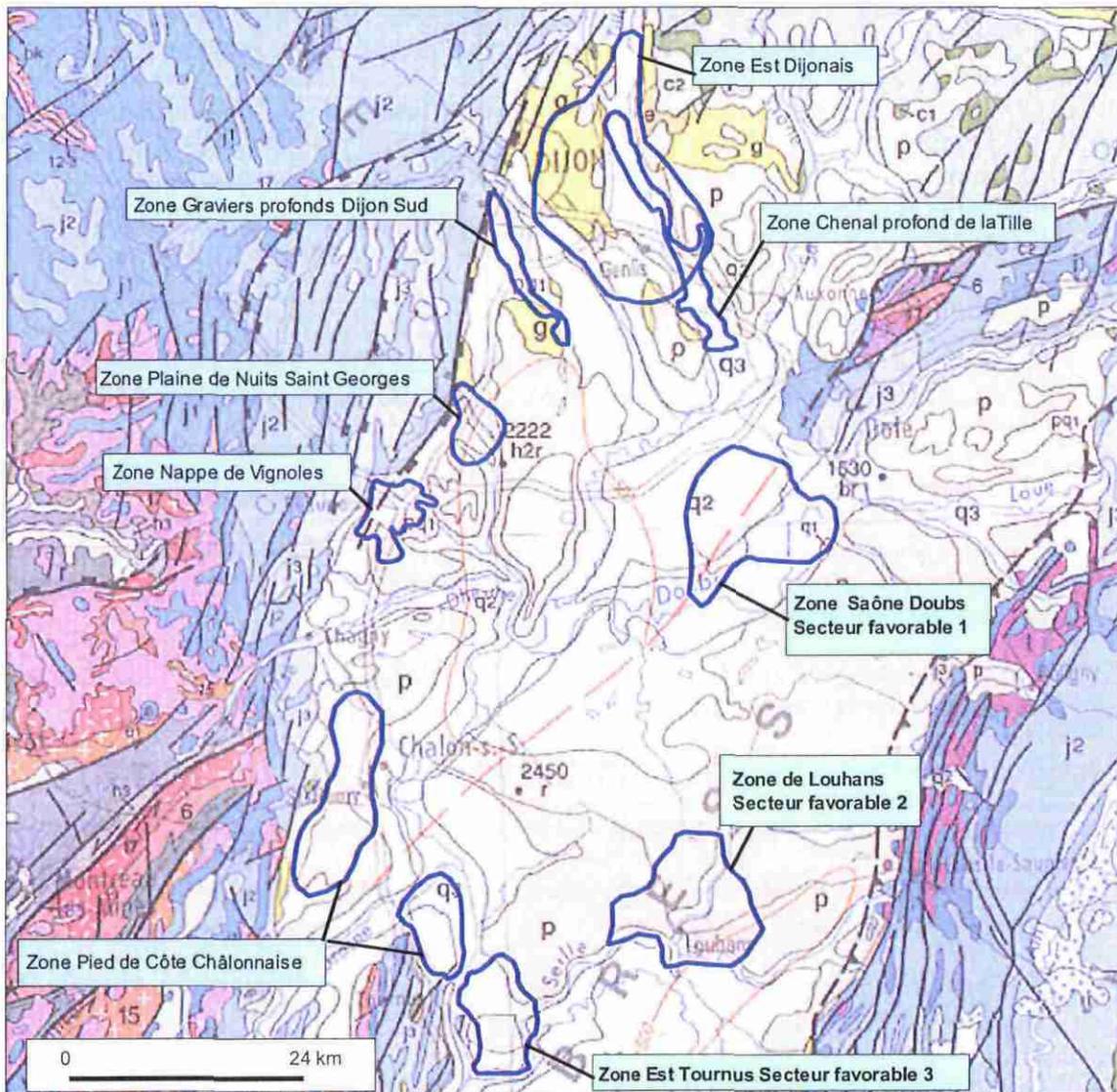


Illustration 49 : Emplacement des zones aquifères favorables à l'AEP sur la carte géologique à 1/1 000 000 Brgm

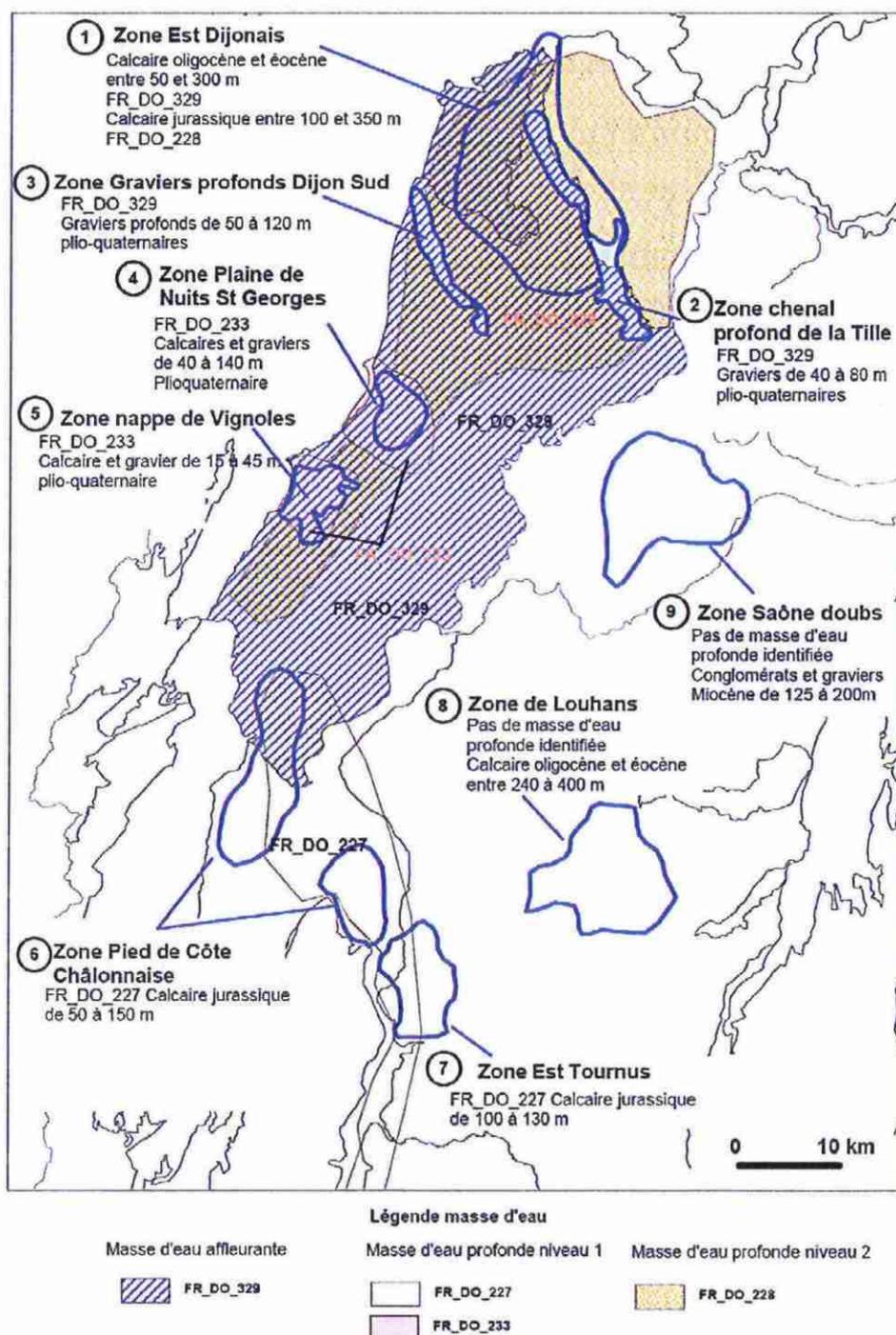


Illustration 50 : Répartition des zones aquifères favorables avec les quatre masses d'eau identifiées à enjeu eau potable dans le SDAGE Rhône-Méditerranée et les formations géologiques visées avec leurs profondeurs

**- trois secteurs favorables à des recherches d'eau souterraine ont été définis.**

Les critères de sélection de ces trois zones ont été la présence d'une ressource en eau souterraine :

- de salinité inférieure à 1 g/l,
- de profondeur inférieure à 500 m,
- susceptible de fournir un débit d'environ au moins 50 m<sup>3</sup>/h ;

Un des secteurs favorables se situe en limite des départements du Jura et de la Côte-d'Or au Sud-Ouest de Dole (secteur favorable 1 Illustration 49), et les deux autres dans le département de la Saône-et-Loire, l'un autour de Louhans (secteur favorable 2) et l'autre en rive gauche de la Saône en face Tournus (secteur favorable 3).

# **Annexe 1 :**

## **Bibliographie**



- ANDRA-BRGM (1986)** - Grandes étapes de l'histoire géologique de 4 régions françaises : Bresse et Bas-Dauphiné. Rapport BRGM/86, SGN, 425 GEO.
- Aubertin G., Graillat A. (1986)** - Site de Bresse. Préparation d'une coupe hydrogéologique au travers du fossé bressan. Rapport BRGM/86, SGN, 106 STO.
- Boisson M. (1990)** - Formations salifères du fossé bressan (Ain) - Etude paramétrée des trajectoires des écoulements souterrains à l'échelle régionale. Rapport BRGM/RR-30821-FR.
- Bonijoly D. (1986)** - Stockage de déchets radioactifs en formations géologiques - région de Bresse (Ain) - Confirmation des caractéristiques favorables - Evolution géodynamique de la Bresse depuis le Mézozoïque jusqu'à l'actuel. Rapport BRGM/86, SGN, 115 GEO.
- BRGM (1992)** – Etude des nappes profondes de la Bresse louhannaise et chalonnaise en vue de diversifier la ressource en eau potable et assurer la sécurité des approvisionnements. Rapport BRGM/RR-32879-FR.
- BRGM (1993)** – Etude des nappes profondes de la Bresse louhannaise et chalonnaise en vue de diversifier la ressource en eau potable et assurer la sécurité des approvisionnements. Additif à la première phase : sélection des sites de bonne adéquation des ressources et des besoins. Rapport BRGM/RR-32879B-FR.
- Cinquin (1993)** – SIVOM du canton de Cuiseaux. Forage n°3 de reconnaissance sur la commune de Dommartin-les-Cuiseaux.
- Clair A., Vermy P. (1975)** – Formations superficielles de la Bresse entre la Côte d'Or et la Saône et Loire – Notice et carte pédo-géologique.
- Collin J.J. (1976)** – Thèse. Les eaux souterraines de la plaine Saône-Doubs (gisement, hydrodynamique, hydrochimie, pollution, gestion et sauvegarde).
- Collin J.J., Lienhardt M.J. avec la collaboration de Toubin J. (1966)** - Une hypothèse de recherche d'un aquifère profond dans la bresse jurassienne. Rapport BRGM/66, SGN, 162 FRC.
- Collin J.J., Lienhardt M.J. avec la collaboration de Lefavrais A. (1971)** – Synthèse géologique du Néogène du Nord de la Bresse. Orientations pour la cartographie et l'hydrogéologie. Rapport BRGM/71, SGN, 340 JAL.
- Corbier P. (1999)** – Mise en évidence d'une alimentation des aquifères poreux plio-quadernaires par les massifs karstiques de bordure. Etude des relations entre la Côte et l'Arrière-côte dijonnaises et la plaine de Bresse. Thèse de doctorat de l'Université de Bourgogne soutenue le 13 septembre 1999.
- CPGF (1977)** – Etude géochimique de 5 échantillons provenant de la région de Beaune. Etude n°1624.

**CPGF (1984-1985)** – Etude gravimétrique de la région située au pied de la côte entre Dijon et Beaune. Etude n°2617.

**CPGF (1987)** – Etude géophysique entre Dijon et Beaune. Etude n°3121.

**CPGF (1987)** – Etude hydrogéologique SIVOM de Beaune. Synthèse des résultats. Etudes n°2619-3003.

**CPGF (1987)** - Synthèse hydrogéologique de la vallée de la Grosne. Etude n°2933.

**CPGF (1991)** – Analyse isotopique forage F6- Note technique. Etude n°3817.

**CPGF Horizon (1992)** – Datation Carbone 14 de l'eau de forage de Beaune Sud 1. Etude n°4056.

**CPGF Horizon (1992)** – Recherche d'eaux souterraines en Côte d'Or. Programme 1992 dans la région Dijon-Beaune. Etude n°3981B.

**Debrand-Passard S., Courbouleix S., Lienhardt M.J. (1984)** – Synthèse géologique du Sud-Est de la France. Mém. BRGM Fr., n°125.

**Debrand-Passard S., Courbouleix S. (1984)** – Synthèse géologique du Sud-Est de la France. Mém. BRGM Fr., n°126.

**Diren Rhône-Alpes (1999)** - Département de l'Ain - Bilan hydrogéologique départemental, 93 p.

**Ferrandes F., Lambolez B. (1974)** - Essai de synthèse d'études géophysiques pour préciser la structure profonde de la fosse bressane. Rapport 75METGPH007.

**Filippi C., Graillat A. (1988)** - Formations salifères du bassin bressan (Ain) - Modélisation régionale des écoulements. Rapport n°1 synthèse des données hydrogéologiques en vue de la modélisation. Rapport BRGM/88 SGN 905 STO.

**Fleury R. (1983)** – La formation du Saint-Cosme dans la Bresse du nord, ses relations avec les événements du pléistocène bressan. Document BRGM n°53.

**Fleury R., Farjanel G. (1984)** – La formation du Saint-Cosme dans la Bresse du Nord, Géologie de la France n°3, pp.221-230, 1 fig., 1 tabl.

**Fourniguet J. (1986)** - Stockage de déchets radioactifs en formations géologiques - région de Bresse (Ain) - Confirmation des caractéristiques favorables. Bilan des connaissances sur la néotectonique. Rapport BRGM/86, SGN, 167 GEO.

**Friedel E., Goguel J., Guillaume L. (1947)** – Résultats des recherches exécutées dans le Jura et la Bresse par le Bureau des Recherches géologiques et géophysiques. Rapport BRGG.A106.

**Geneste Ph.** (1988) – Formations salifères du bassin bressan. Etat des connaissances en mai 1987. Choix d'une stratégie d'acquisition des données pour le démarrage de la phase de confirmation, Rapport ANDRA/624 DOS 88-01.

**Gouisset Y., Graillat A.** (1986) - Synthèse hydrogéologique de la molasse miocène Bresse-Dombes-Bas Dauphiné. Rapport d'étude 1985, Rapport BRGM/86, SGN, 016 RHA.

**Gouisset Y.** (1987) - Synthèse hydrogéologique de la molasse miocène Bresse-Dombes-Bas Dauphiné. Mise en place d'un réseau d'observation de la qualité des eaux, Rapport BRGM/87, SGN, 317 RHA.

**Graillat A., Rampon G.** (1984) - Stockage de déchets radioactifs en formations géologiques - région de Bresse méridionale, étude hydrogéologique 1ère phase 2ème partie, Rapport confidentiel BRGM/83, SGN, 704 RHA.

**Gudéfin H.** (1978) – Eléments d'hydrogéologie profonde dans la partie nord de la Bresse, Rapport BRGM/78, SGN, 363 JAL.

**HORIZONS** (1996) – Recherche d'eau souterraine dans la plaine de Nuits-Saint-Georges – Campagne 1996. Etude n°V5115.

**HORIZONS Centre-Est** (2000) – Synthèse hydrogéologique des alluvions de la Saône.

**Jauffret D.** (1981) – Caractérisation, en vue de son utilisation pour un stockage souterrain de gaz, d'un karst sous couverture dans les calcaires jurassiques du fossé de Bresse (département de l'Ain), Convention G.D.F. – C.E.R.G.A. (septembre 1980).

**Le Calvez Y., Lefavrais A.** (1954) - Le Néogène bressan d'après les sondages BRGG. Rapport BRGG.A0658.

**Lefavrais A.** (1953) - Jurassique bressan d'après le sondage de Vincelles. Rapport BRGG.A0529.

**Lefavrais A.** (1954) - Crétacé bressan des sondages BRGGM. Rapport BRGG.A0656.

**Lefavrais A.** (1955) - Paléogène bressan d'après les sondages BRGGM. Rapport BRGG.A0657.

**Lenclud F.** (1991) – Etude hydrogéologique. Syndicat Intercommunal des Eaux de Châlon Sud-Est. Commune de Saint Germain du Plain. CPGF Horizon/Etude n°3829.

**Lenclud F.** (1991) – Etude hydrogéologique. Suivi de forage. Saint Germain du Plain. CPGF Horizon/Etude n°3829B.

**Lenclud F.** (1994) – Etude hydrogéologique de synthèse à Cuiseaux. Horizons/Etude n°4104.

**Lienhardt M.J., Lefavrais A.** (1974) - Synthèse géologique de la Bresse (Ain) - Eléments pour une planification de l'utilisation du sous-sol. Rapport BRGM/74, SGN, 308 JAL.

**Longere P.** (1990) – Ressource en eau potable du SIVOM de Saint Rémy. Reconnaissance d'un site de captage. CETE Lyon, laboratoire régional d'Autun.

**Mangin P.** (1967) - Recherche des nappes souterraines entre Dijon - Beaune et la Saône - Tille, Ouche et Pied de Côte - Le point des résultats en octobre 1967.

**Ministère de l'Agriculture, SRAE Bourgogne.** (1980) – Alimentation en eau du SIVOM du canton de Cuiseaux : Note préliminaire relative aux ressources en eau profonde.

**Petitjean E.** (1991) - Contribution à l'étude géologique du faisceau lédonien et des formations plio-pléistocènes de la Bresse Jurassienne. Thèse d'Etat, Besançon, 281 p.

**Petit C.** (1991) – Un bassin d'avant-pays de type pelliculaire. La Bresse au Plio-Pléistocène. Université de Bourgogne, Formation doctorale Pal&Sed, 337 p.

**Putallaz J.** (1979) - Recherche de substitution pour les captages AEP de la vallée de la Saône en Bourgogne. Rapport BRGM confidentiel/79, SGN, 138 BOU

**Senac P.** (1981) - Le remplissage détritique plio-pléistocène de la Bresse du Nord - Ses rapports avec la Bresse du Sud. Thèse d'Etat, Université de Dijon, 235 p.

**Siwert E.** (1982) – Etude hydrogéologique et sondages électriques sur le canton de Cuiseaux. CPGF/Etude n°2333.

**SRAE Rhône-Alpes** (1992) – Etude géochimique, suivi piézométrique de la nappe du Pliocène du Val de Saône. Synthèse des résultats 1991. Syndicat mixte d'au potable Saône-Turdine, 14 p.

**Teste J.** (1977) – Etude sédimentologique des formations plio-quadernaires de la Bresse du Nord – Feuilles de Chagny, Pierre et Poligny, 93 p.

**Toubin J.** (1980) - Sites de substitution Saône. Cartographie de l'extension des magasins sablo-graveleux. Rapport BRGM/80, SGN, 501 BOU.

**Vilmus T.** (1992) - Formations salifères du fossé bressan (Ain) - Etablissement d'un échantillonnage des mesures de paramètres hydrogéologiques. Rapport BRGM/RR-35926-FR.

## **Annexe 2 :**

### **Profils sismiques réinterprétés dans le cadre de l'étude (80 JB2B, 80 JB2C, 88 REY3)**

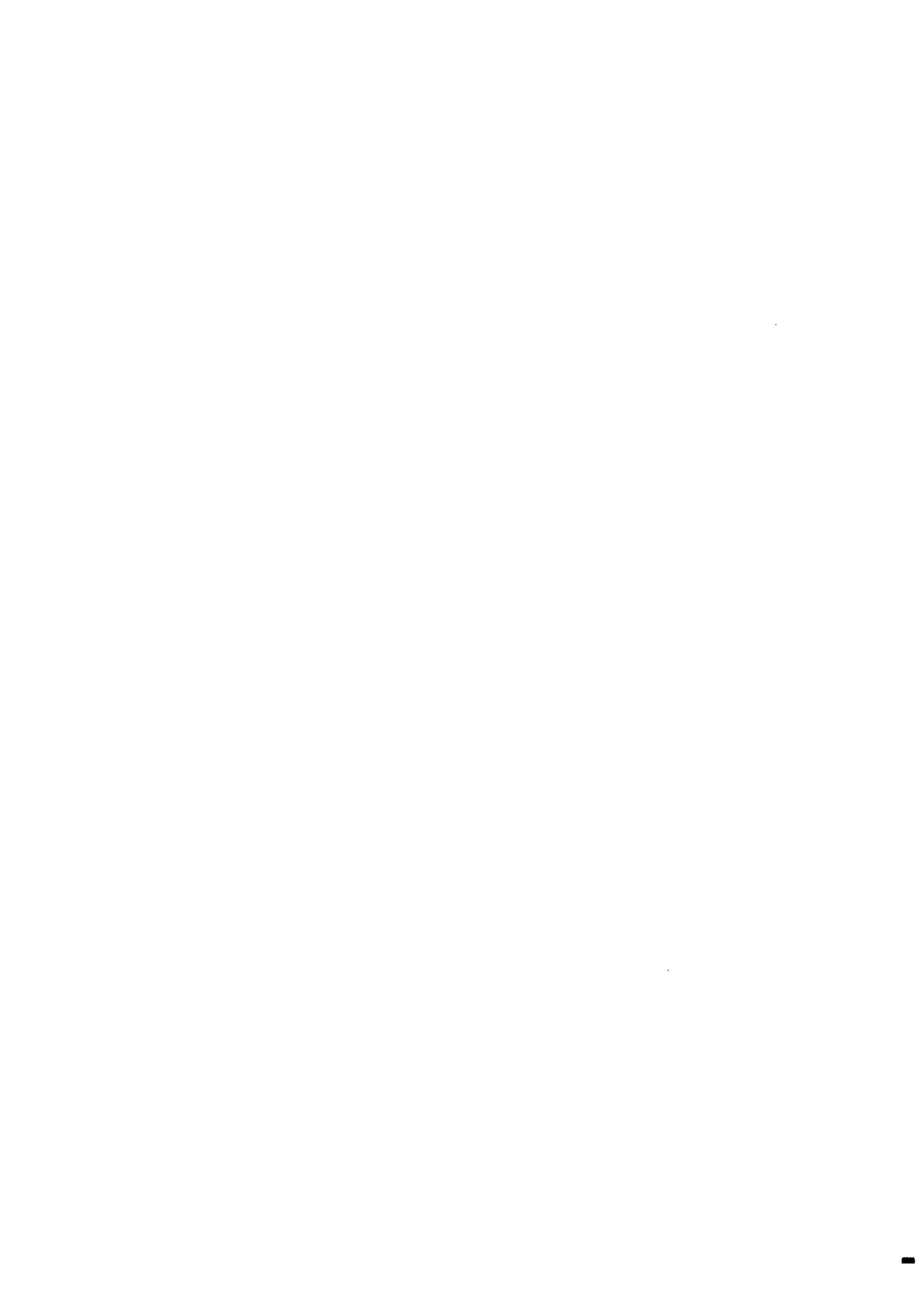


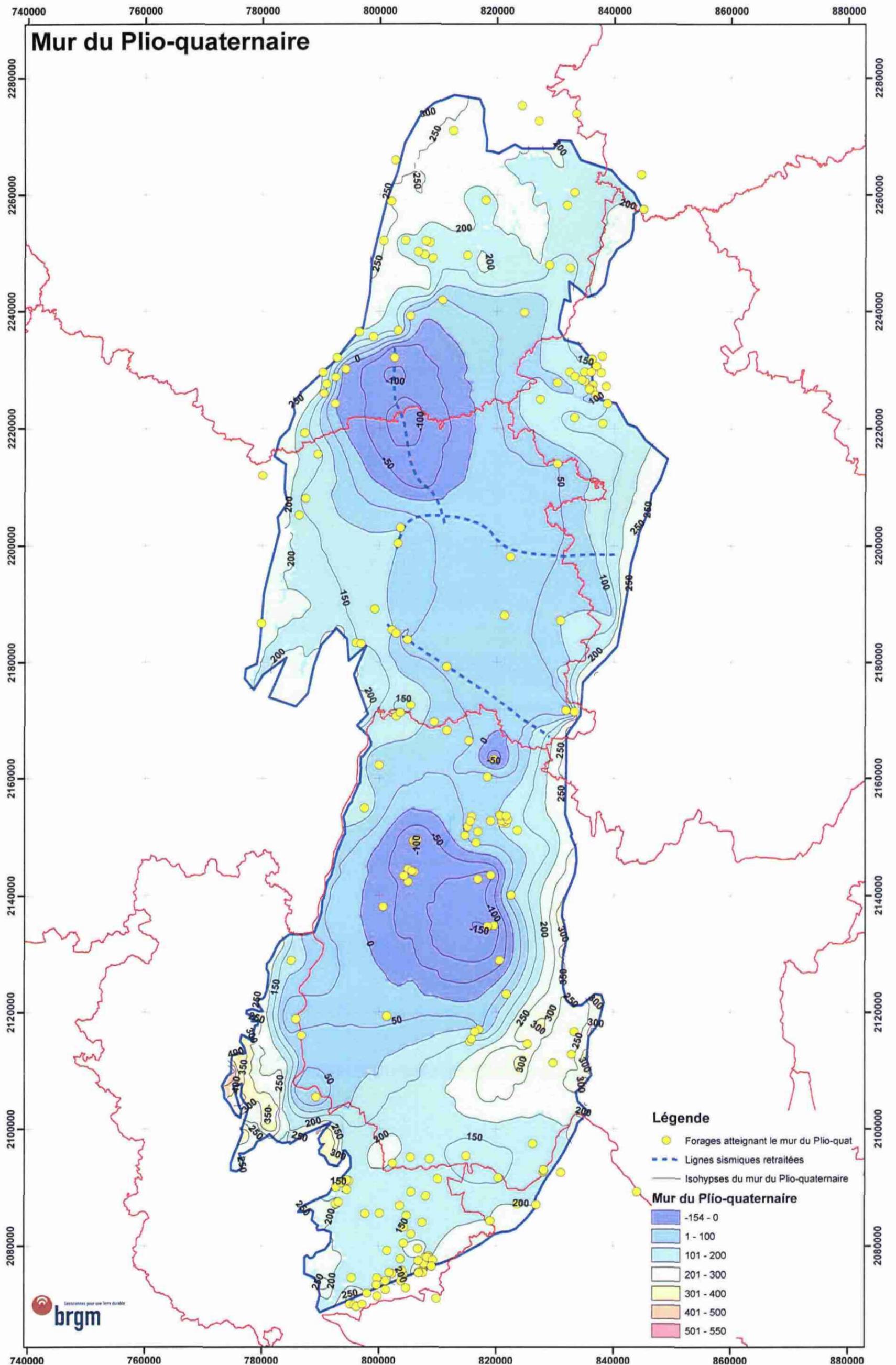
Voir les 3 planches hors texte



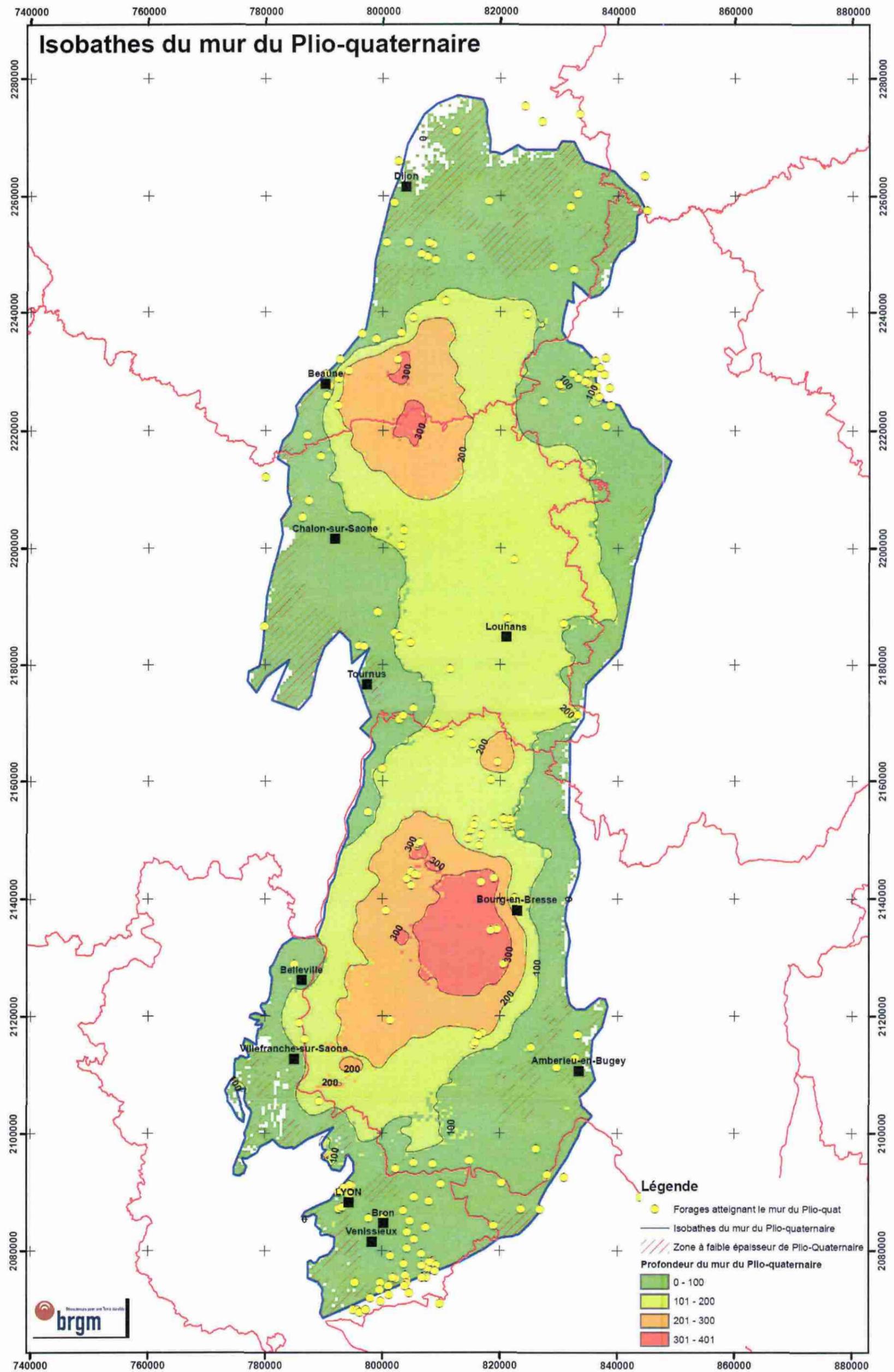
## **Annexe 3:**

### **Carte des isohypses et des isobathes calculées du mur du Plio-Quaternaire**







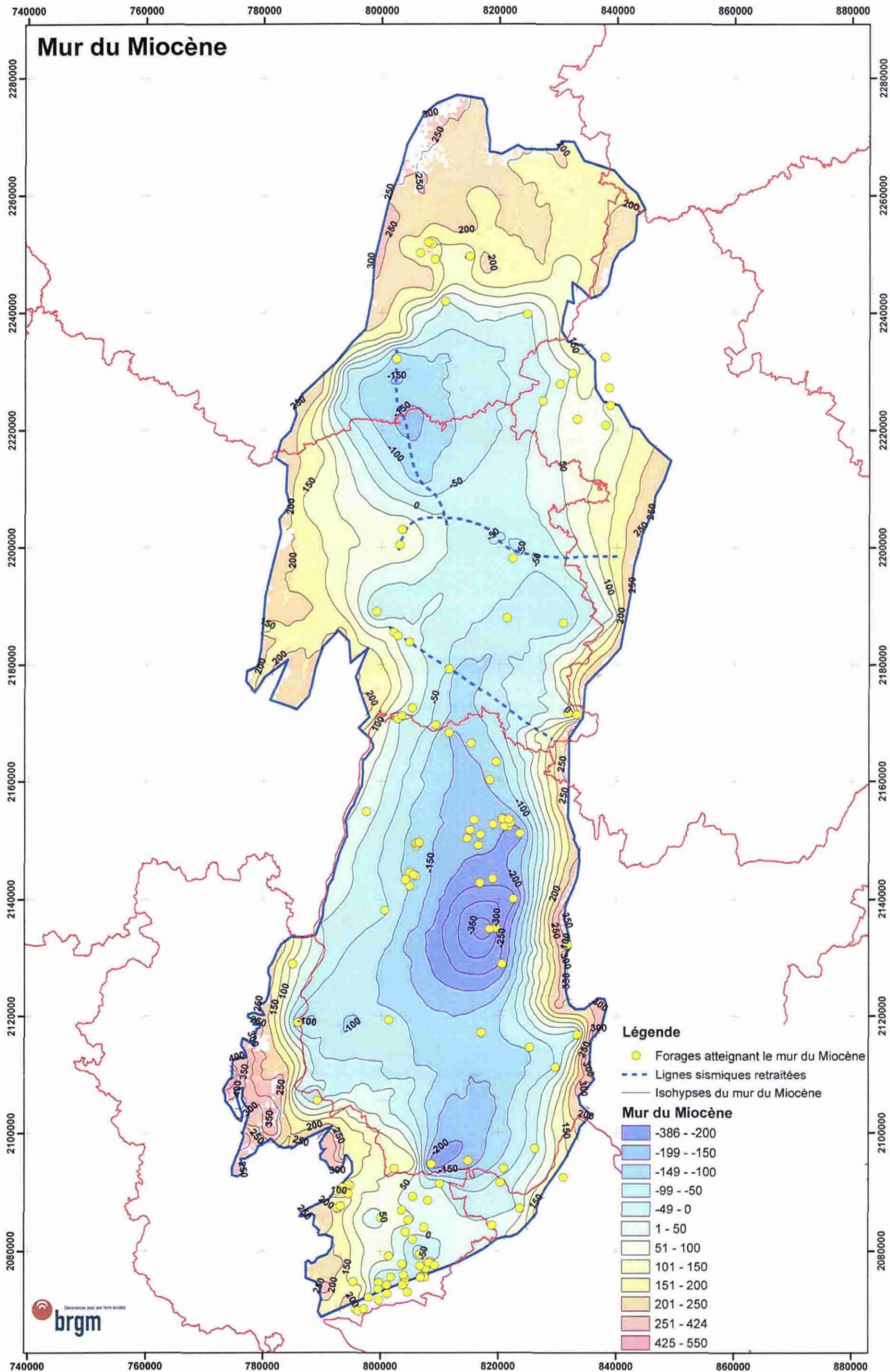




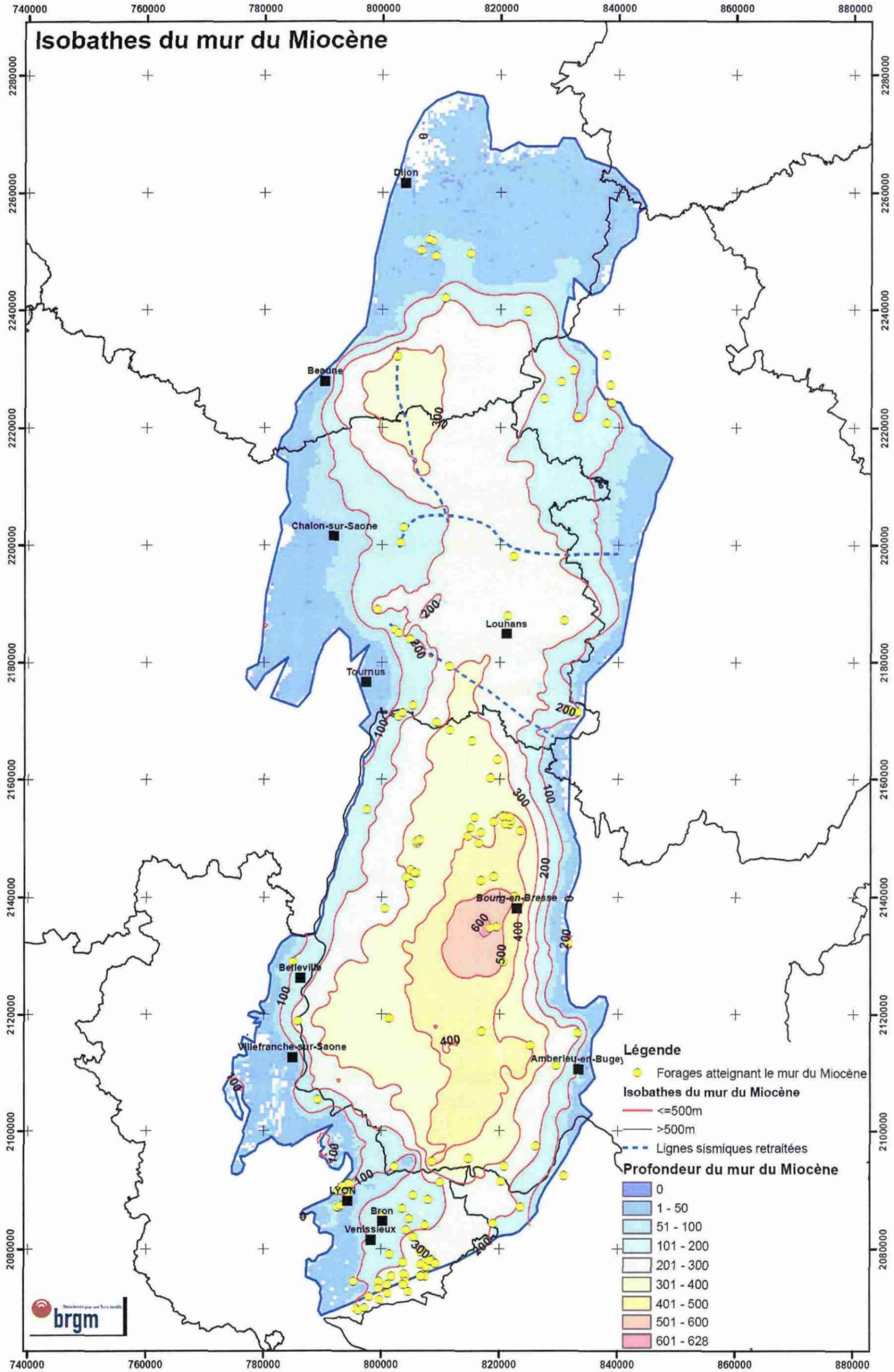
## **Annexe 4:**

### **Carte des isohypses et des isobathes calculées du mur du Miocène molassique**







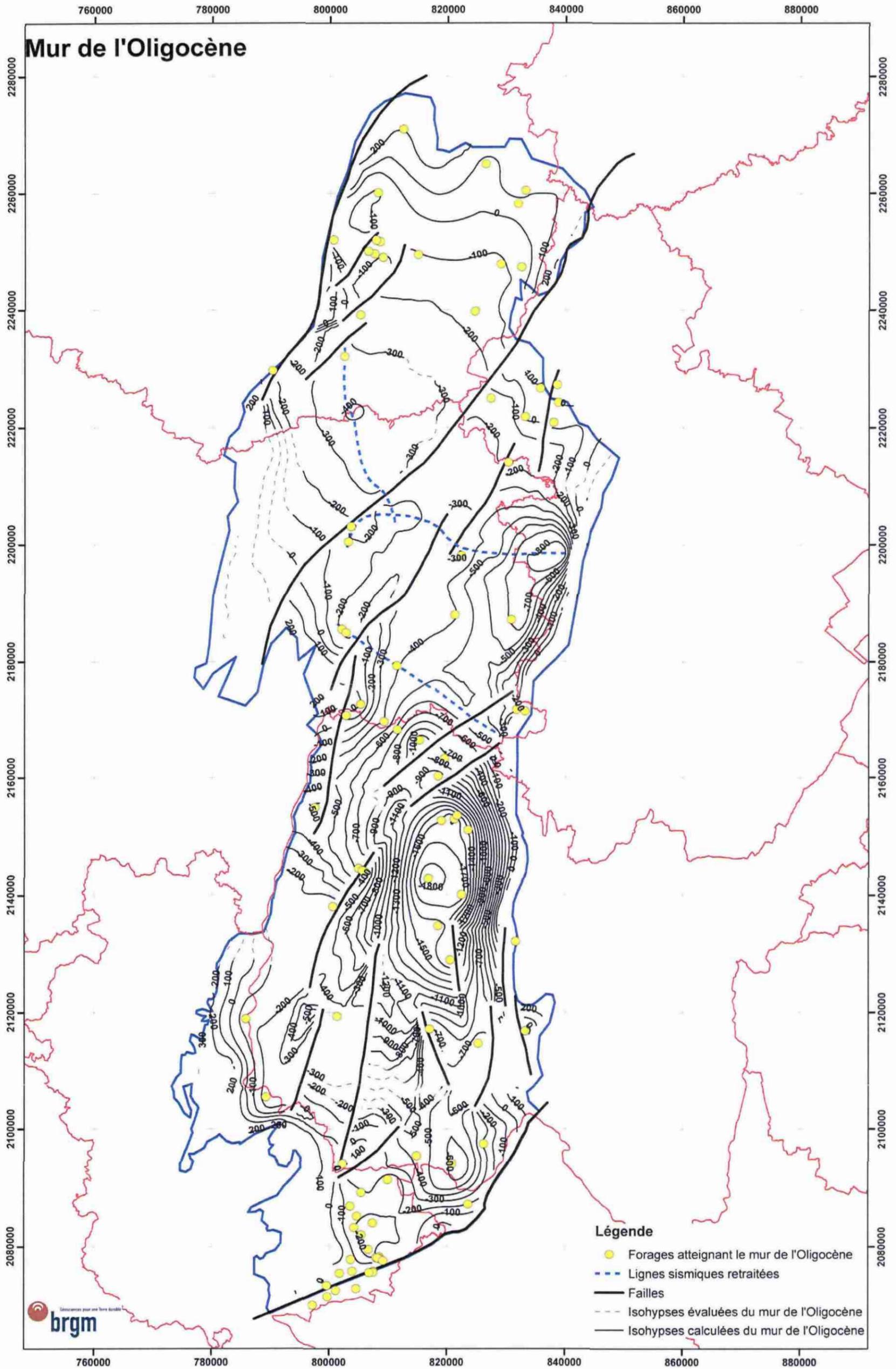




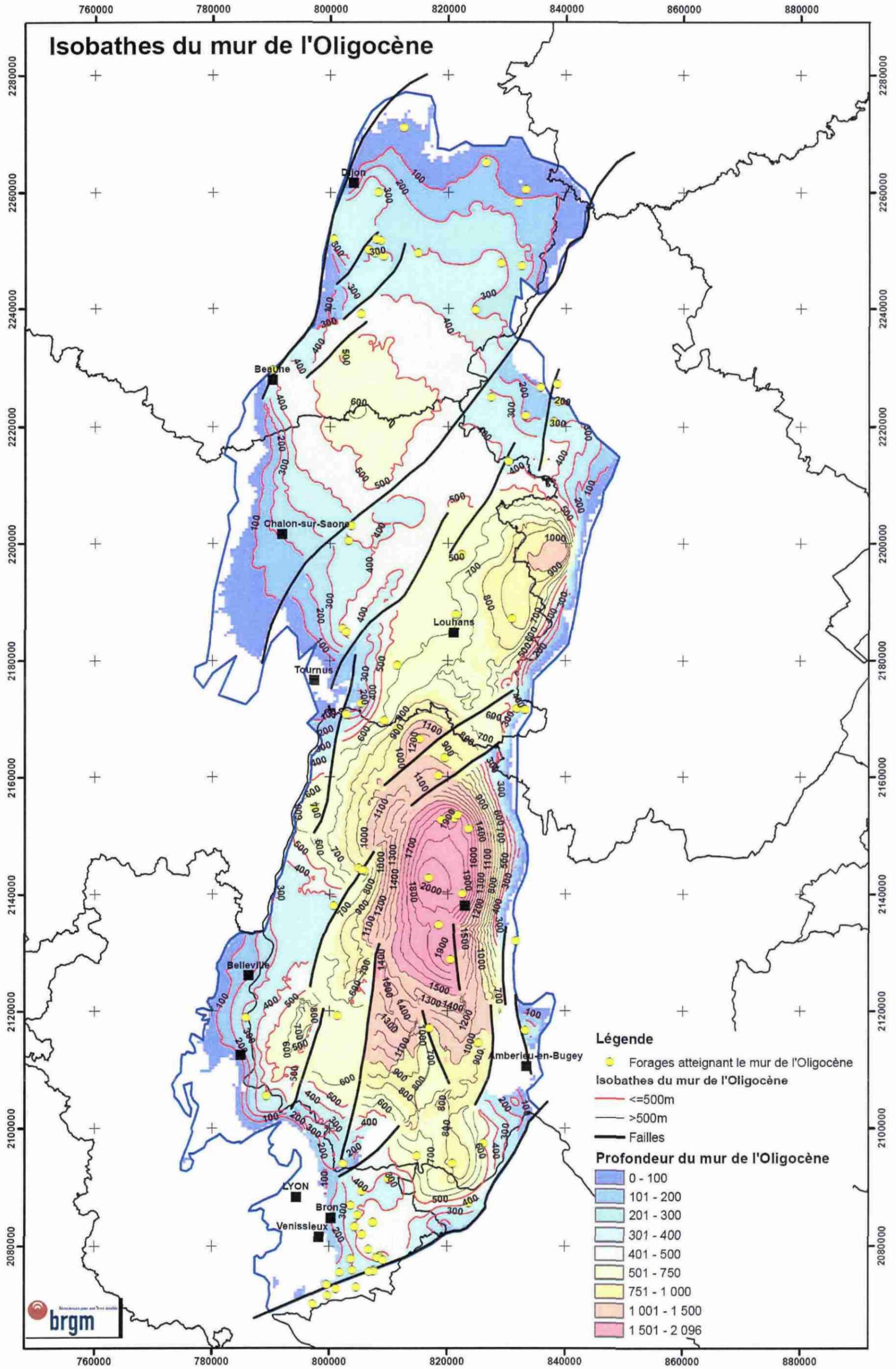
## **Annexe 5:**

### **Carte des isohypses et des isobathes calculées du mur de l'Oligocène**

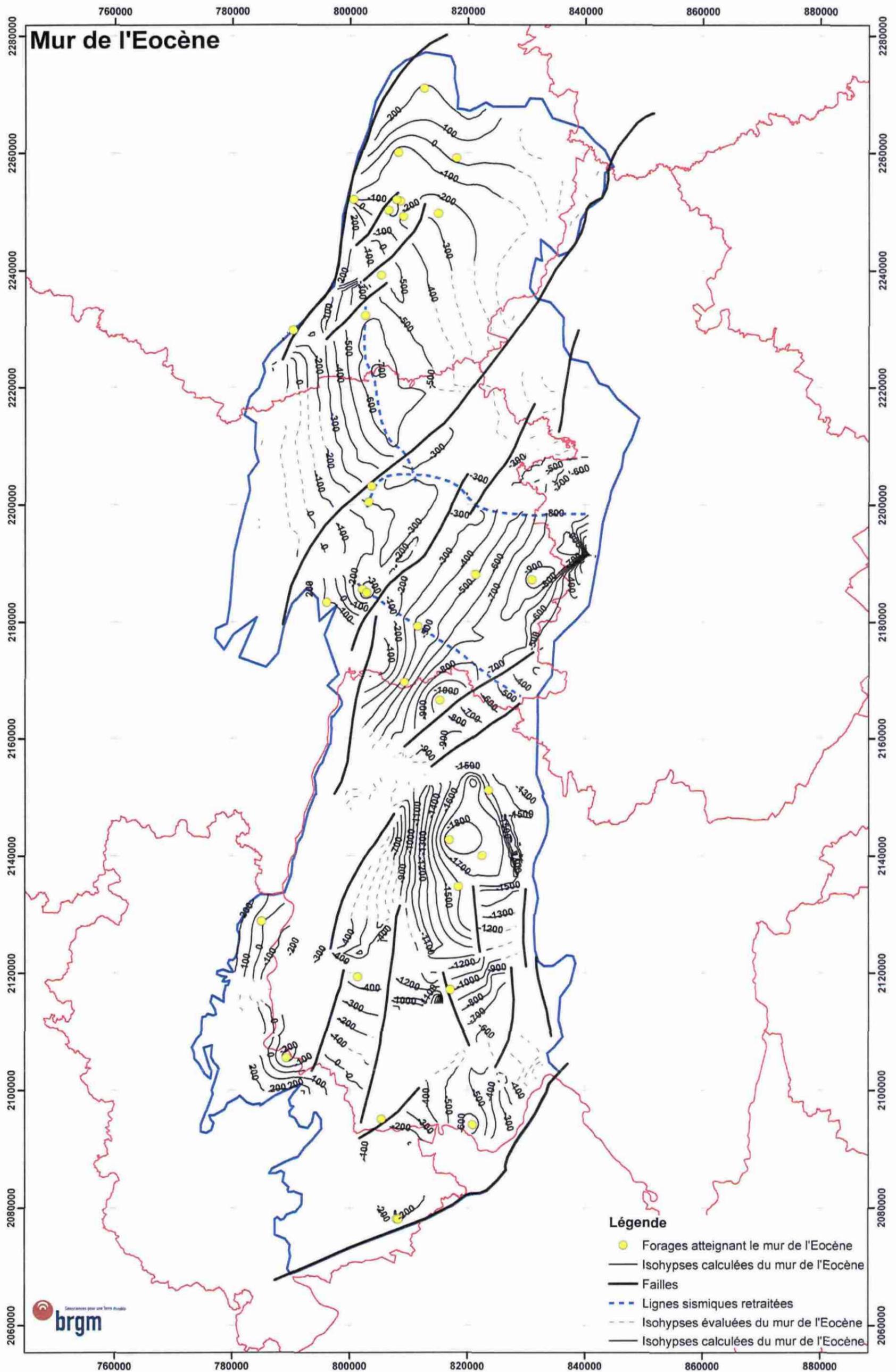










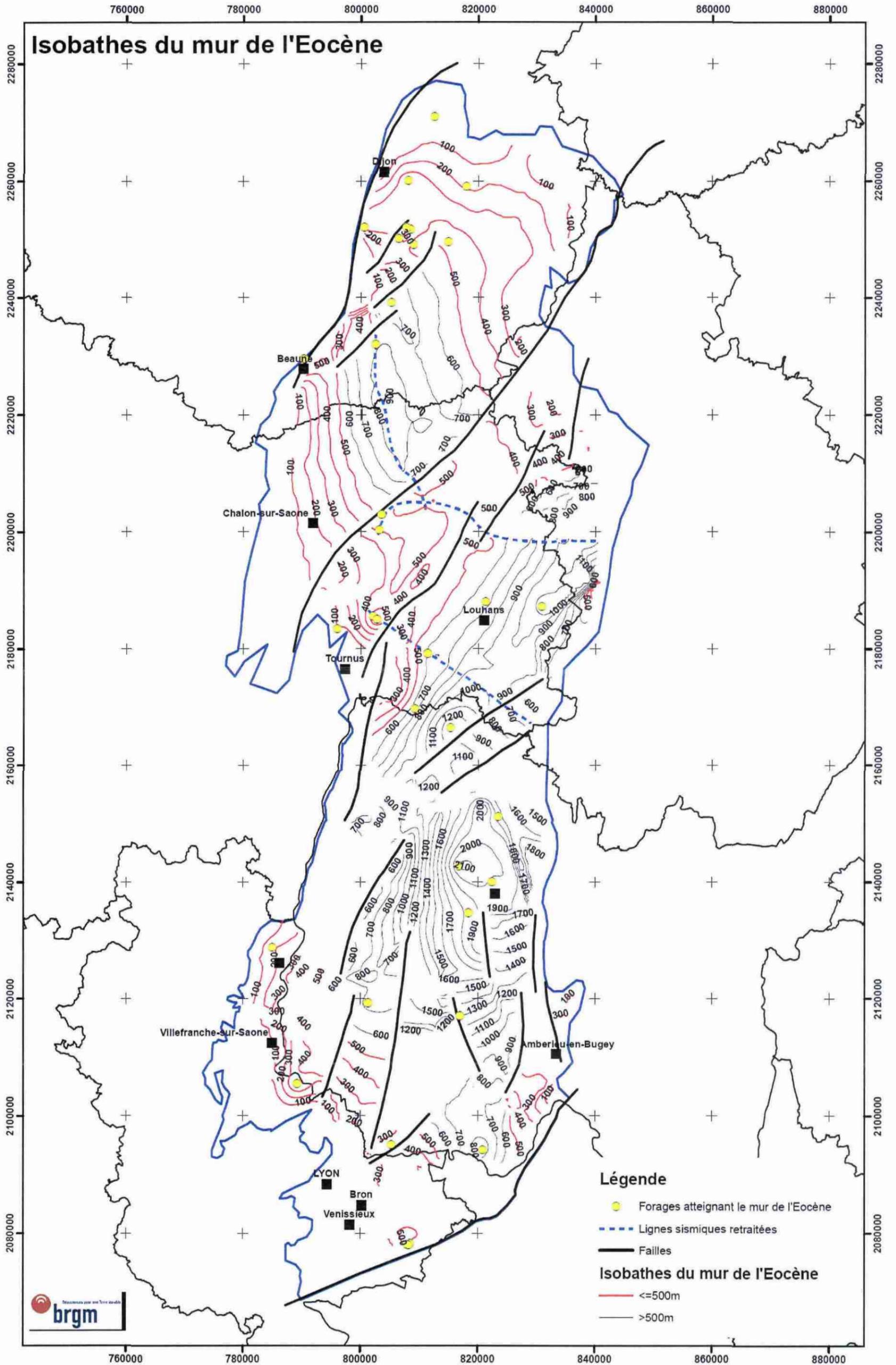




## **Annexe 6 :**

### **Carte des isohypses et des isobathes calculées du mur des faciès éocènes**



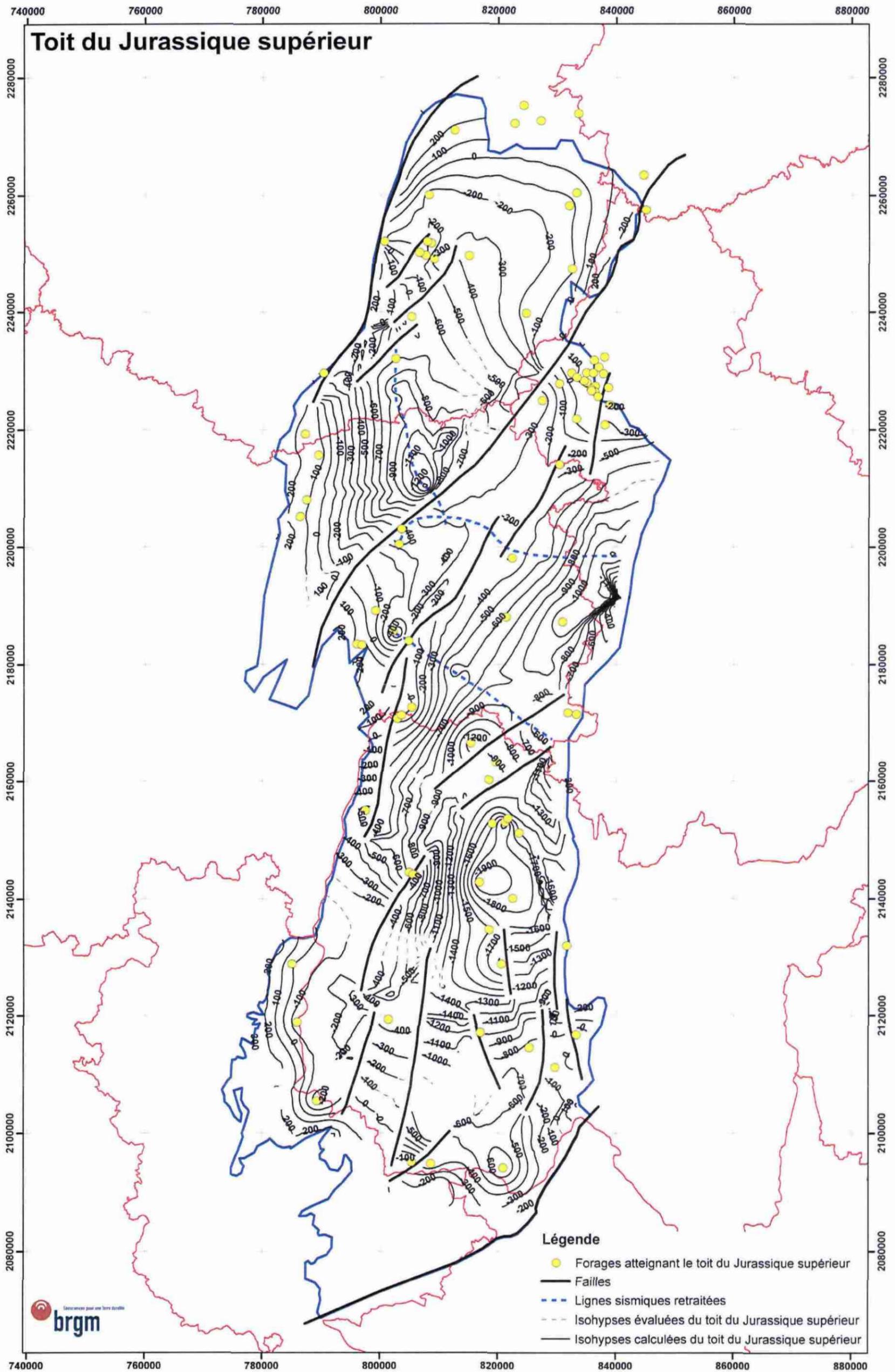




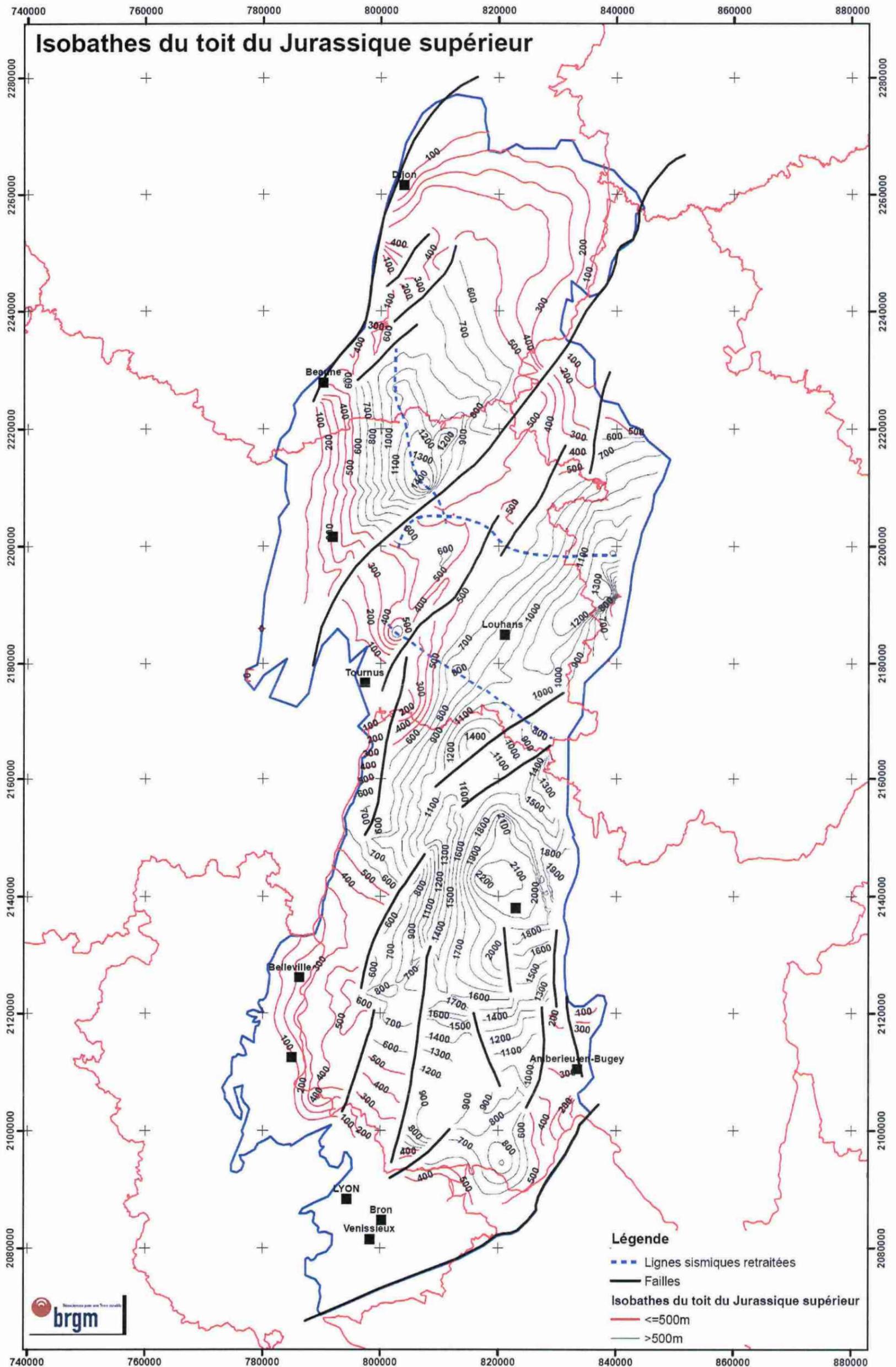
## **Annexe 7 :**

### **Carte des isohypses et des isobathes calculées du toit du Jurassique supérieur calcaire**







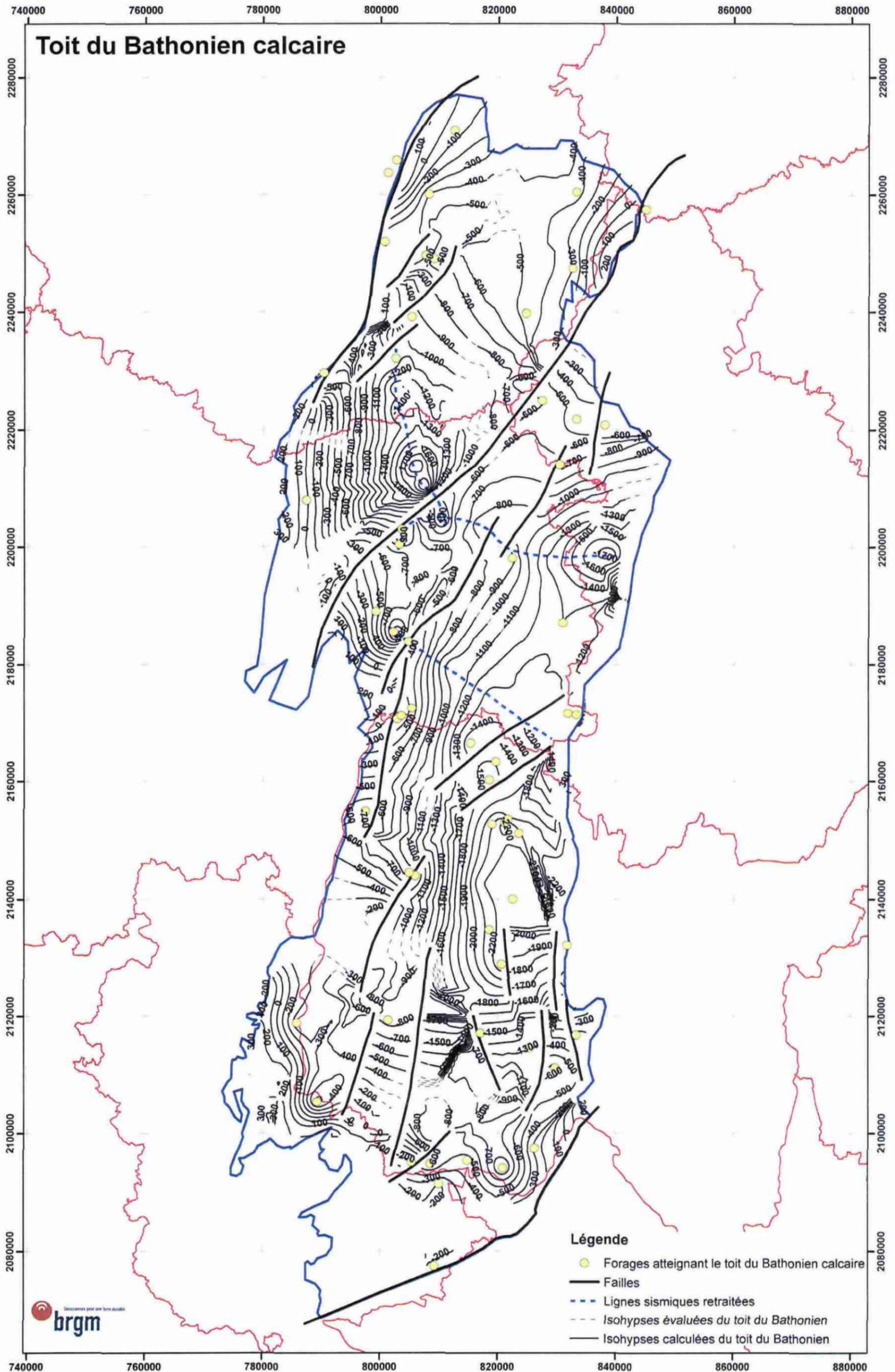




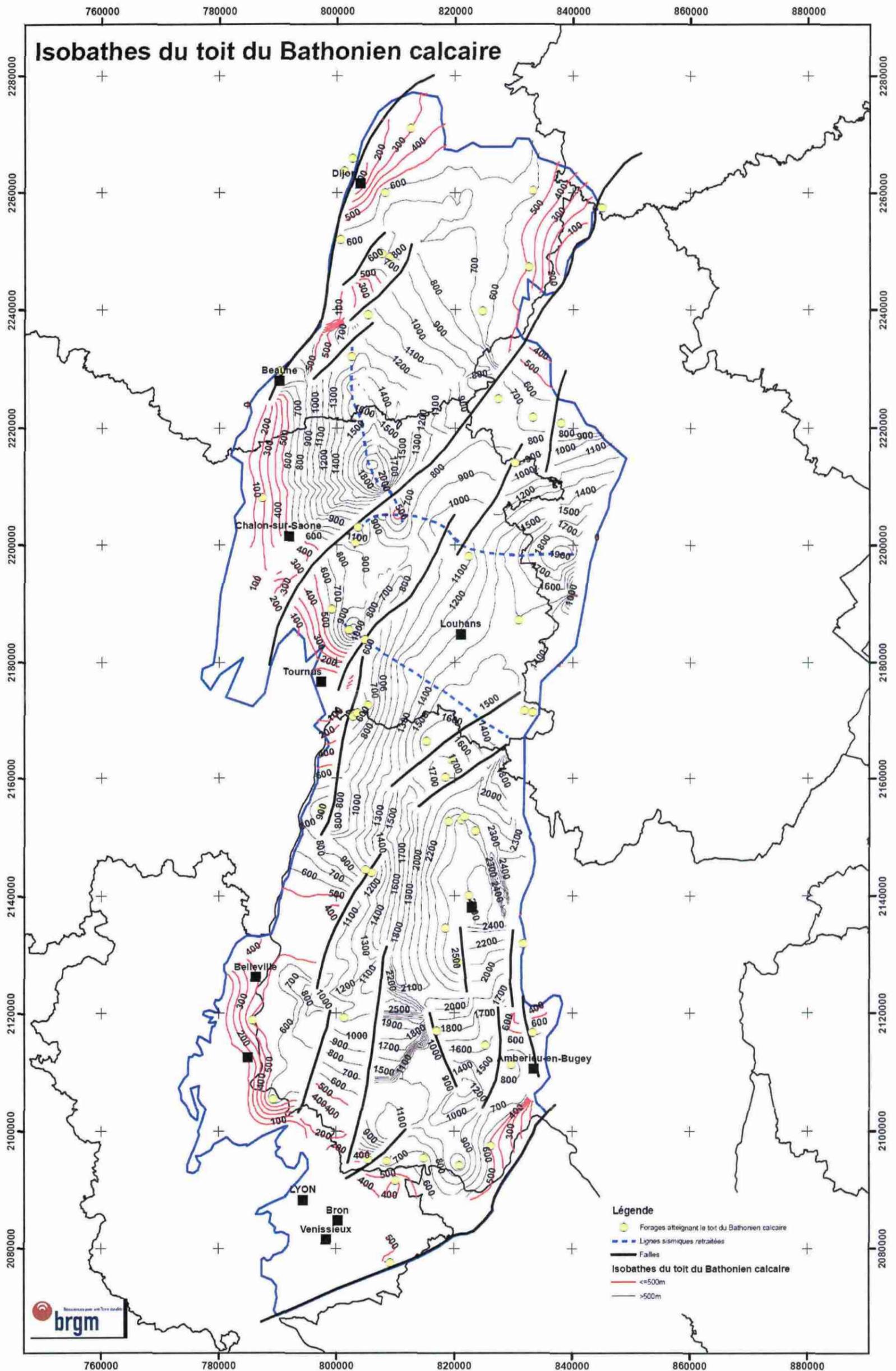
**Annexe 8 :**

**Carte des isohypses et des isobathes calculées  
du toit du Dogger calcaire**







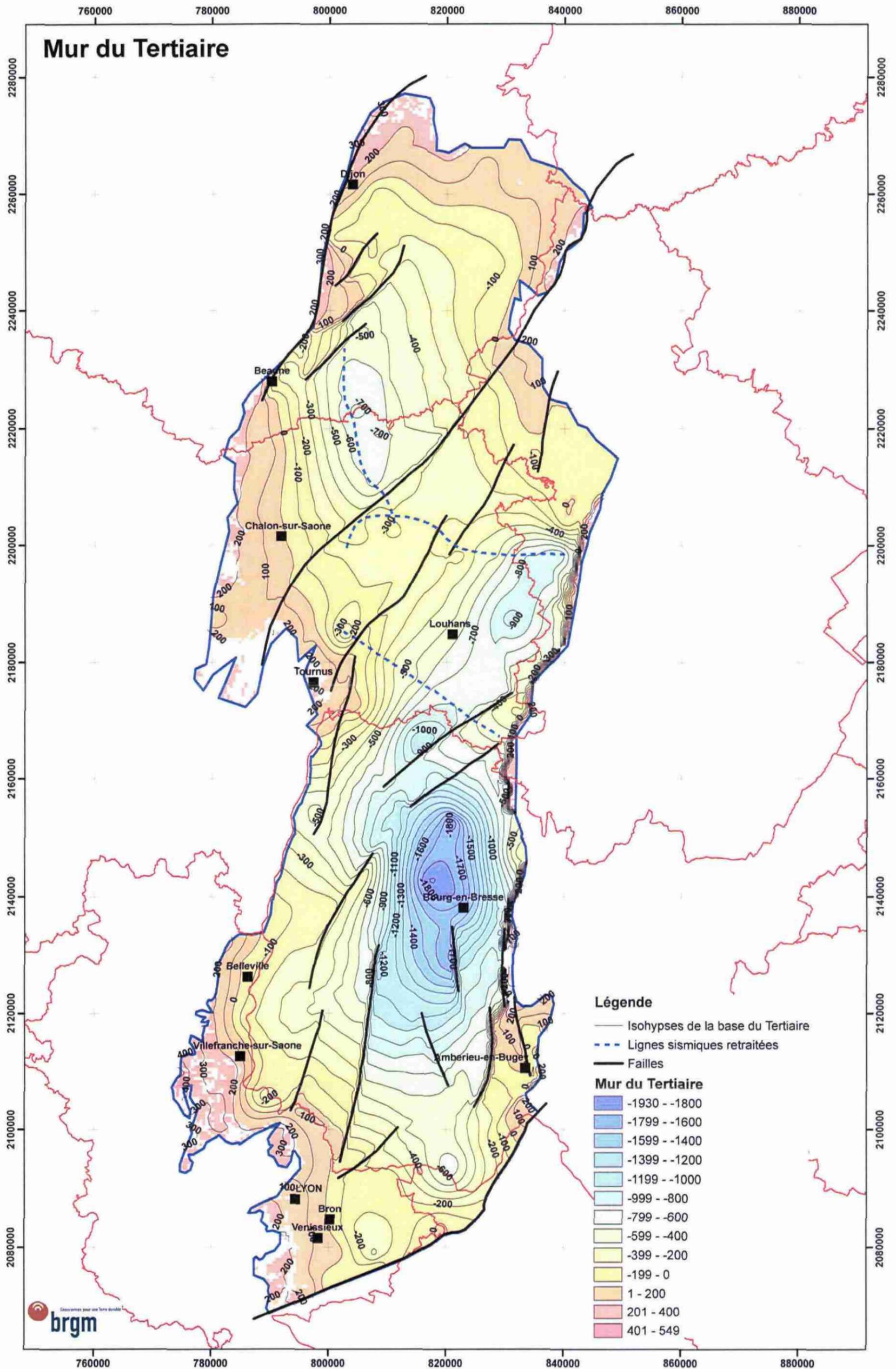




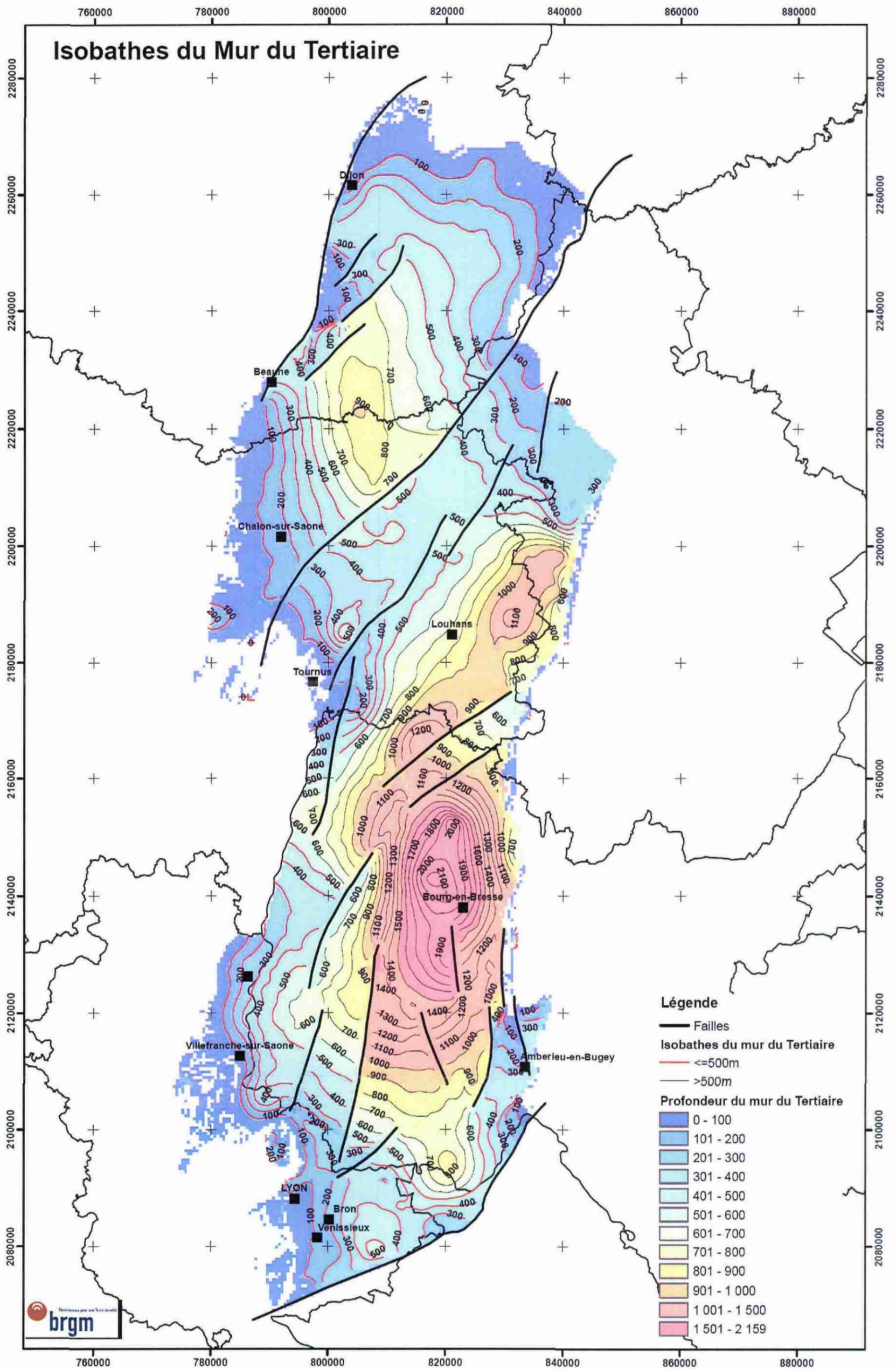
**Annexe 9 :**

***Carte des isohypses et des isobathes calculées  
du mur des dépôts cénozoïques***







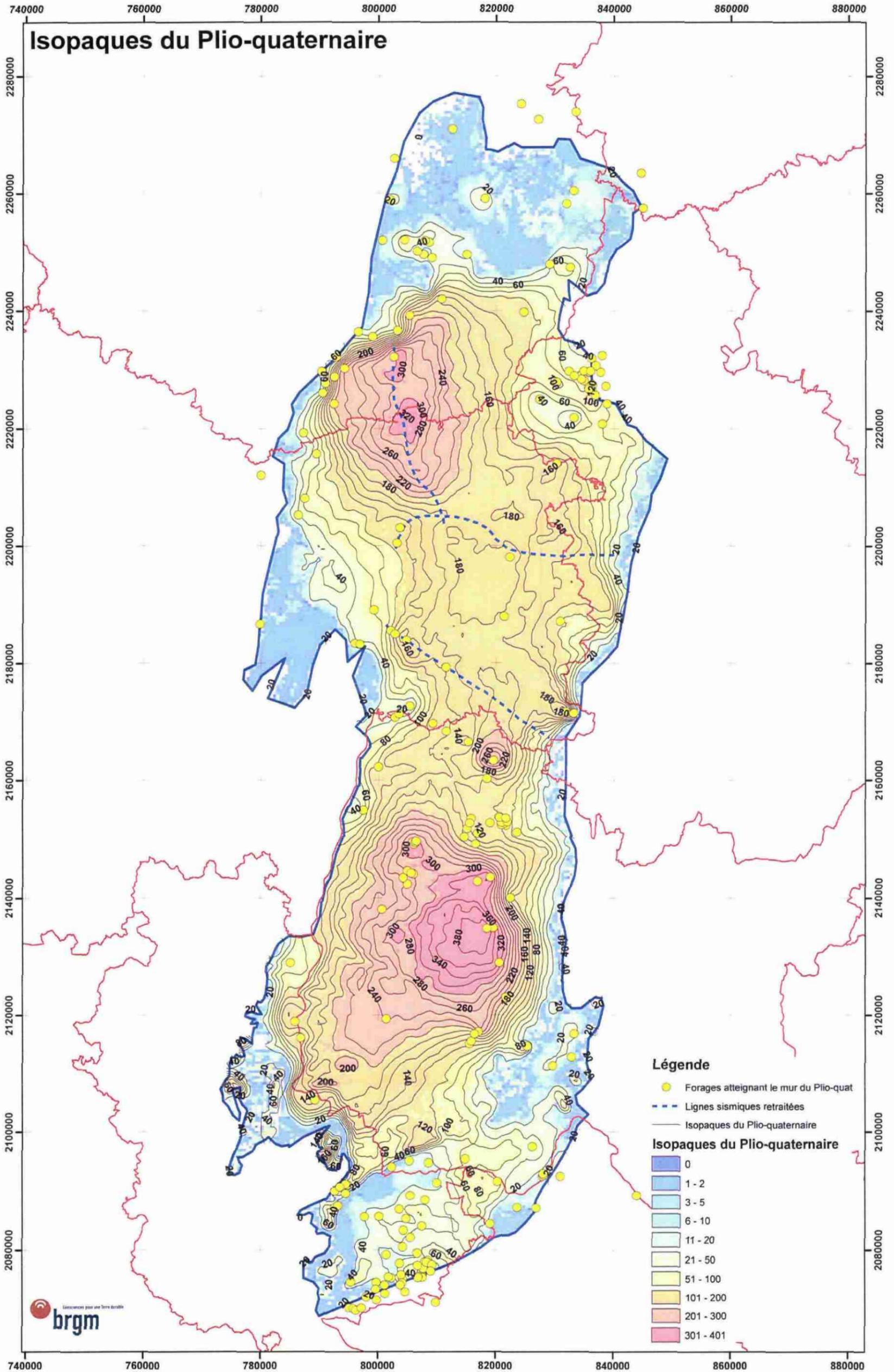




**Annexe 10 :**

***Carte d'isopaques calculées du Plio-Quaternaire***



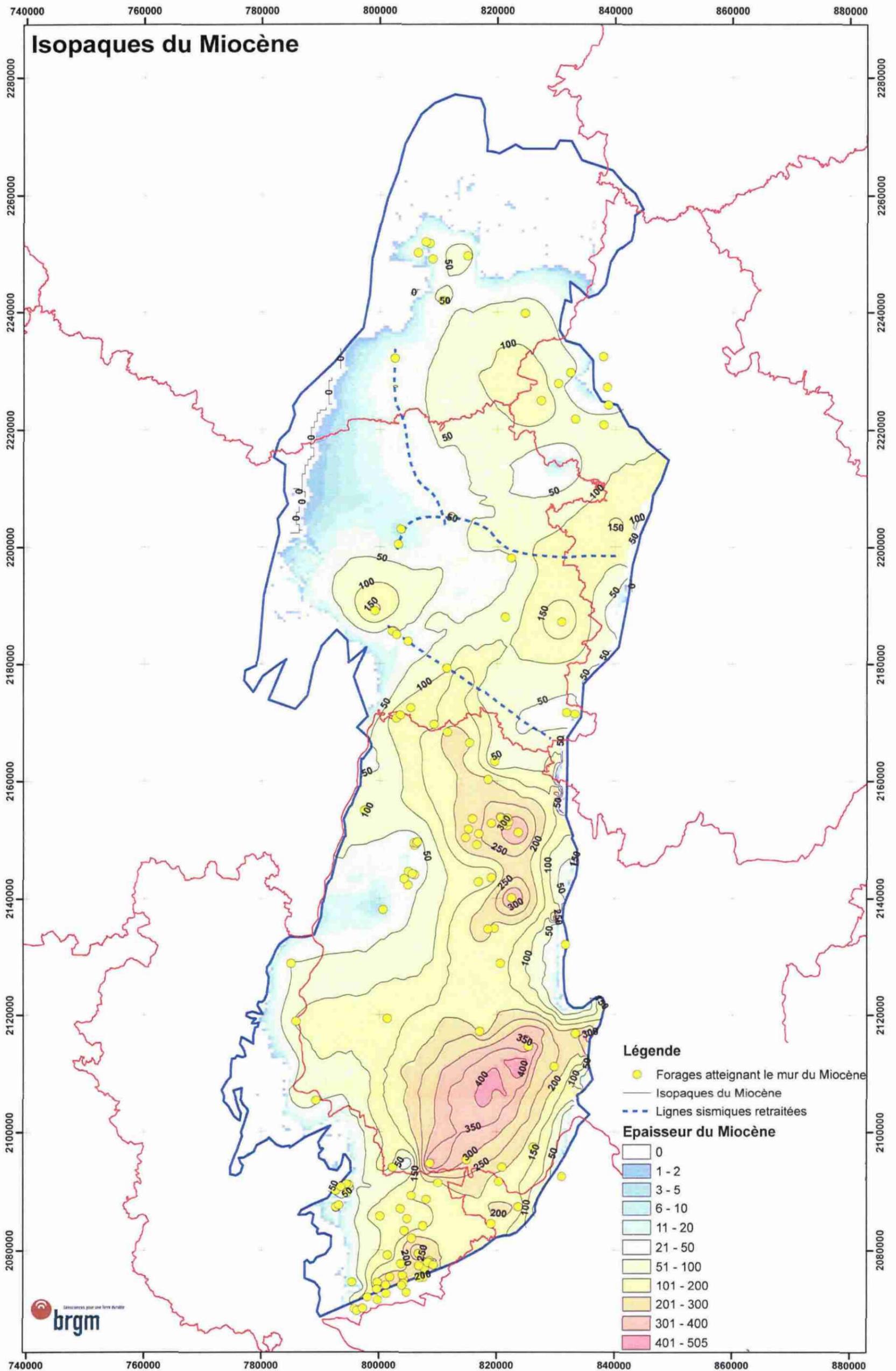




## **Annexe 11 :**

### **Carte d'isopaques calculées du Miocène molassique**







**Annexe 12 :**

***Tableau du dépouillement des forages pétroliers  
et des forages d'eau en BSS***



## DEPOUILLEMENT DES OUVRAGES BSS PROFONDS OU SEMI-PROFONDS SUR LE SECTEUR D'ETUDE

Indice BSS	Désignation, lieu-dit	Date des travaux	Dép.	Commune	X (Lamb. 2 en m)	Y (Lam. 2 en m)	Z (m)	Prof. ouvrage (m)	Niveau atteint
04705X0173		1990	21	Ruffey-les-Echirey					
04705X0180		1999	21	Ruffey-les-Echirey					
0470 6X 0045	Clenay	1989	21	Brognon	812500	2271030	247	202	Jurassique
04706X0046	le Bois des Ruses	1990	21	Saint-Julien					
0470 6X 0047	Les Varennes	1987	21	Saint-Julien	810950	2270470	240	81,3	Albien
0470 6X 0048		1996	21	Varois-et-Chaignot					
0470 7X 0007	La Piece du Parc SE 305	1992	21	Tanay	822690	2272270	210	109	Stampien
04708X0022		1995	21	Merandeuil					
0499 8X 0093	Chevigny-Fenay-Paquier du Potu	1990	21	Fenay	804350	2252140	229,6	120	Stampien
0500 1X 0414	Transports Barbe	1989	21	Longvic	804400	2257900	232,5	116	Oligocène
0500 1X 0435	Entreprise R Martin 88 rte de Gray	1991	21	St Apollinaire	808800	2263270	228	83	Stampien-NS
0500 1X 0503	Le golf de Quetigny	1999	21	Quetigny	808150	2260100	234	207	Oligocène ?
0500 2X 0128	En Jouise	1988	21	Rouvres-en-Plaine	811000	2254000	210	80,5	?
0500 3X 0047	La Corvée	1990	21	Labergement-Foigny	820380	255300	210	88	Jurassique
0500 5X 0039	Moulin des Etangs	1987	21	Fenay	804950	2252120	227,4	76	Oligocène
0500 5X 0057	Autoroute A.31	1989	21	Fenay	805510	2253353	234,7	50	Pliocène
0500 5X 0131	F2	1991	21	Noiron-sous-Gevrey	807970	2246160	216	96	Plio-quaternaire (ou Oligocène ?)
0500 5X 0135	Chemin des carsiers F6	1988	21	Saulon-la Chapelle	808880	2249250	205	83,5	Oligocène
0500 7X 0014	Près de la VF SNCF FP4	?	21	Collonges-les-Premières	823040	2250420	193,75	65,6	Plio-quaternaire (ou Oligocène ?)
0501 2X 0023	Bois d'en bas à 150 m station de pompage	1997	70	Chevigny	844 600	2 263 500	207	362	Oxfordien
05263X0003			21	Comblanchien					
05263X0023			21	Corgoloin					
05263X0046			21	Gerland					
05264X0049			21	Quincey					
05271X0017			21	Izeure					
0527 7X 1005	La vie des escargots.	1991	21	Bousselange	822350	2225480	192,5	70	Pliocène
0553 2X 0078	Le Meix à la Genty	1998	71	Demigny	789425	2215650	219	131	Oxfordien
0553 2X 0081	Le pré de teintery	1999	21	Corcelles-les-Arts	787150	2219262	203	130	Kimmeridgien
0554 4X 0047	Capi-Doubs	1974	39	Longuy sur le Doubs	829010	223140	186	186,5	Pliocène
0555 3X 0009	S2	1966	39	Oussières	849000	216450	234,4	59,3	Pliocène
0555 6X 0131	Mont Turot	1975	39	Foulenay	840760	211490	217	51,5	Pliocène
0555 6X 0154	Près de la piscine.	?	39	Sellières	846000	2207850	234	91	?
0581 5X 0312	Station de pompage de Trenal	1999	39	Trenal	839800	2188400	210	120	?
0603 5X 0005	Laiterie coopérative	1972	1	Saint-Trivier-de-Courtes	810915	2165960	211	60	Plio-Quaternaire
0603 5X 0008	Beurrerie coopérative	1972	1	Saint-Trivier-de-Courtes	812660	2166730	210	60	Plio-Quaternaire
0603 7X 0010	Les Reisses S2	1983	71	Dommartin-les-Cuisseaux	826260	2172490	187	77	Plio-Quaternaire
0603 7X 0011	Moisy F2	1991	71	Dommartin-les-Cuisseaux	827570	2172540	191	60	Plio-Quaternaire
		2007	71	l'Abergement-les-Cuisery	802275	2177200	210		
0625 3X 0014	M.Poisat	1847	1	Pont-de-Vaux	799950	2162220	177	135	Brunsumien

DEPOUILLEMENT DES FORAGES PETROLIERS SUR LE DOMAINE DE L'ETUDE

Indice BSS	Désignation, lieu-dit	Date des travaux	Dép.	Commune	X (Lamb. 2 en m)	Y (Lam. 2 en m)	Z (m)	Prof. ouvrage (m)	Niveau atteint
500 5X 0001	Barges 101	1960	21	Saulon-la-Chapelle	807579	2249734	209,1	1151,8	Socle
500 5X 0002	Barges 2	1959	21	Saulon-la-Chapelle	809000	2249150	205	696,7	Kimmeridgien
500 5X 0003	Barges 3	1959	21	Breteniere	808500	2251790	211	392	Kimmeridgien
500 6X 0001	Marliens 1	1959	21	Marliens	814935	2249645	199	682	Kimmeridgien
501 1X 0001	Près du Cimelière	1958	21	Pontailier-sur-Saône	833200	2260480	194,5	1356,4	Permien
501 5X 0004	Barges 4	1959	21	Bretenière	807840	2252050	210	409	Kimmeridgien
502 5X 0005	Barges 5	1959	21	Saulon-la-Rue	806520	250200	225	478	Kimmeridgien
526 8X 0001	Argilly 1	1957	21	Argilly	802524	2232181	194,75	2222	Permo-Houiller
527 1X 0001	Villebichot 1	1959	21	St Nicolas les Citeaux	802240	2239190	220	1045	Kimmeridgien
527 3X 0001	St Jean de Losne	1958	21	Echenon	824650	2239800	181	1342	Permien
527 8X 0001	RAX-4	1957	39	Tavaux	832390	2229760	190,2	260	Séquanien supérieur
527 8X 0078	Chemin-Ch-1	1960	39	Chemin	827350	2225000	166	681,2	Kimmeridgien
527 8X 0079	Champdivers-Cd1	1960	39	Champdivers	830300	227900	190	439,15	Kimmeridgien
528 5X 0007	RAX-1	1957	39	Molay	834920	2228140	190,7	251,4	Oxfordien
528 5X 0008	RAX-2	1957	39	Molay	834470	2228410	190,5	186	Kimmeridgien
528 5X 0009	RAX-3	1957	39	Molay	833040	2229100	191,3	83	Kimmeridgien
528 5X 0010	RAX-3B	1957	39	Molay	833270	2229000	190,9	290,6	Oxfordien
528 5X 0011	RAX-5	1957	39	Rahon	836330	2227520	193,2	141	Kimmeridgien
528 5X 0012	RAX-5T	1957	39	Rahon	836340	2227510	193,2	182,3	?
528 5X 0013	RAX-6	1957	39	Rahon	836270	2226550	193,7	280,9	Kimmeridgien
528 5X 0014	RAX-7	1957	39	Rahon	836830	2225730	194,1	263,6	Kimmeridgien
528 5X 0015	RAX-8	1957	39	Parcey	837730	2229640	195,4	191,9	Kimmeridgien
528 5X 0016	RAX-9	1957	39	Gevry	836950	2230770	195,6	144,6	Oxfordien
528 5X 0017	RAX-10	1957	39	Molay	834890	2229780	194,6	151	Kimmeridgien
528 5X 0018	RAX-11	1957	39	Gevry	836030	2229750	194,4	122	Kimmeridgien
528 5X 0019	RAX-12	1957	39	Gevry	836200	2231950	195,3	169	Oxfordien
528 5X 0020	RAX-13	1957	39	Rahon	835870	2226960	194,1	167,2	Kimmeridgien
528 5X 0021	RAX-14	1957	39	Rahon	835960	2226620	193,4	205	Kimmeridgien
528 5X 0160	RAH2	1963	39	Rahon	835740	2226720	192,2	250	Kimmeridgien
528 5X 0161	RAH4	1963	39	Rahon	838610	227280	219,51	430	Séquanien
528 6X 003	VI-1	1958	39	Villette-Les-Dôle	839940	2231320	198,1	1527,6	Socle
528 6X 004	VIX1	1957	39	Crissey	839778	2233337	214	335,5	Séquanien
528 6X 005	VIX2	1957	39	Crissey	839740	2234360	214,5	300	Oxfordien
554 8X 0002	Bresse 105	1956	39	Abergement St-Jean	830290	2214050	206,4	1157,4	Lias
555 1X 0004	GATEY GY1	1960	39	Gatey	838000	2220680	221	680,15	Kimmeridgien
555 1X 0017	RAHON RA1	1963	39	Rahon	838810	2224266	201,68	524	Kimmeridgien
555 1X 0018	RAHON RA3	1963	39	Rahon	833190	2221850	186	641	Callovien
579 4X 0001	Montcoy 1	1958	71	Saint-Christophe-en-Bresse	803129	2200440	214	2449,8	Permien
579 4X 0002	Montcoy 2	1958	71	Saint-Christophe-en-Bresse	803581	2203084	203,4	1098	Callovien
579 7X 0001	Ma Gi 101	1963	71	Gigny-sur-Saone	799175	2189135	178	1278,2	Permien
579 8X 0009	Ormes 1	1958	71	Ormes	802094	2185607	209,6	1301	Dogger
579 8X 0011	MA-SIM-CD-1	1963	71	Simandre	802795	2185015	208,8	710	Crétacé Sup.
579 8X 0012	MA-SIM-101	1963	71	Simandre	804760	2183940	209,9	1112,5	Permien
580 3X 0001	Bresse Nord 101	1959	71	St Germain du Bois	822320	2189075	206,9	2150,3	Permien
580 7X 0002	Vincelles	1944	71	Vincelles	821300	2188060	181,65	1261,3	Malm
580 8X 0001	Ratte	1946	71	Le-Fay	830880	2187240	194	1246,7	Albien
581 6X 0027	Courlans 1	1953	39	Courlans	84210	2191170	239,92	943,42	
581 6X 0029	Messia 1	1953	39	Messia sur Some	843025	2189525	248,4	945,7	Paléogène
602 8X 0001	Sermoyer-Ma-Ser-CD1	1964	1	Sermoyer	802830	2170680	184,9	354,7	Jurassique
602 8X 0002	Sermoyer-Ma-Ser-CDS	1964	1	Sermoyer	803589	2171266	178,3	541,7	Jurassique
602 8X 0004	Sermoyer-Ma-Ser-CD3	1964	1	Sermoyer	803531	2171192	178,6	194,5	Malm
602 8X 0006	Sermoyer-Ma-Ser-CD-101	1964	1	Sermoyer	803512	2171280	178,1	1189	Permien
602 8X 1001	Ma-Rat-101	1963	71	Rafenelle	805293	2172600	180,8	1349,3	Permien
603 1X 0001	Ma-Men-CD1	1963	71	Menetraul	811450	2179265	179,8	583,6	Paléogène
603 5X 0003	Vernoux-Ma-Ver-CD1	1963	1	Vernoux	811525	2168275	196	551	Oligocène
603 5X 1004	Ma-Rom-CD1	1963	71	Romeney	809260	2169660	209,6	665,2	Crétacé Sup.
603 6X 0001	Fuzeret, Ma Ct D1	1963	1	Curciat-Dongalon	815280	2166245	196,5	1549,5	Jurassique

## DEPOUILLEMENT DES FORAGES PETROLIERS SUR LE DOMAINE DE L'ETUDE

Indice BSS	Désignation, lieu-dit	Date des travaux	Dép.	Commune	X (Lamb. 2 en m)	Y (Lam. 2 en m)	Z (m)	Prof. ouvrage (m)	Niveau atteint
603 8X 1003	Bois des chaux - Box 1Bis	1980	71	Cuiseaux	831772	2171683	222,6	3232,5	Permien
603 8X 1034	Cuiseaux-101	1965	71	Cuiseaux	8833215	2171435	240,2	2360,7	Permien
625 3X 0010	Manziat CD1BIS	1963	1	Manziat	797480	2154940	181,1	726	Jurassique supérieur
625 8X 0002	Bresse-BR104 et BR104bis	1955	1	Saint Genis sur Menthon	805910	2144000	191,5	1738,5	Permien
625 8X 0003	Bresse 2	1953	1	Saint Cyr sur Menthon	804900	2144500	190	1554	Permien
628 2X 0001	Bresse-101 / Baroude, Forêt du Villard.	1963	1	St-Nizier-le-Bouchoux	918550	2163270	205	1929,2	Dogger
628 4X 0003	Poisoux PSX1	1969	39	Poisoux	833690	2157740	471,1	2521,4	socle
626 8X 1001	JR 103	1951	1	Treffort Cuisiat	835660	22149480	420	773	Lias
627 5X 1001	JR101	1621	39	Pressiat	835940	2151720	588	1621	Keuper supérieur
650 3X 0001	Bresse-103	1954	1	Biziat	800618	2138070	216,5	1631	Carbonifère
651 2X 0001	Polliat-101	1963	1	Polliat	816810	2142780	227,68	2002	Stampien

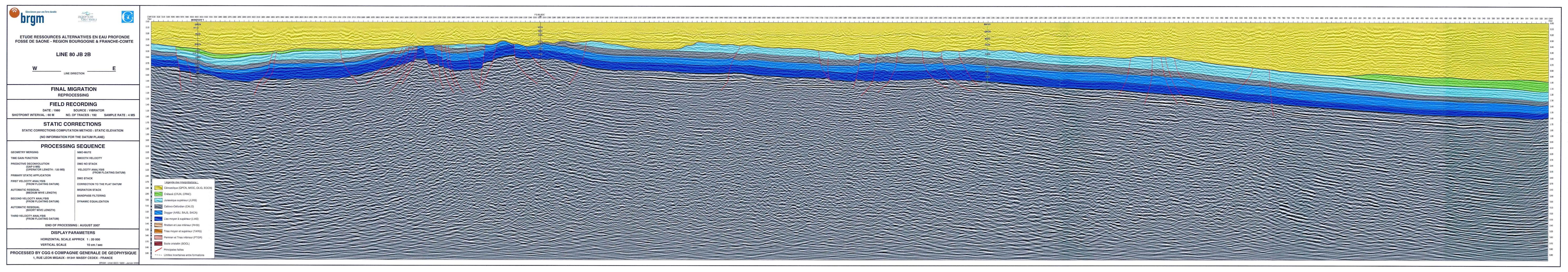


Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service géologique régional Bourgogne**  
Parc Technologique  
27, rue Louis de Broglie  
21000 – Dijon - France  
Tél. : 03 80 72 90 40



**ETUDE RESSOURCES ALTERNATIVES EN EAU PROFONDE**  
**FOSSE DE SAONE - REGION BOURGOGNE & FRANCHE-COMTE**

**LINE 80 JB 2B**  
 W ————— E  
 LINE DIRECTION

**FINAL MIGRATION**  
**REPROCESSING**

**FIELD RECORDING**  
 DATE : 1980 SOURCE : VIBRATOR  
 SHOTPOINT INTERVAL : 60 M NO. OF TRACES : 192 SAMPLE RATE : 4 MS

**STATIC CORRECTIONS**  
 STATIC CORRECTIONS COMPUTATION METHOD : STATIC ELEVATION  
 (NO INFORMATION FOR THE DATUM PLANE)

**PROCESSING SEQUENCE**

GEOMETRY MERGING	NMO-MUTE
TIME GAIN FUNCTION	SMOOTH VELOCITY
PREDICTIVE DECONVOLUTION (GAP 0 MS) (OPERATOR LENGTH : 120 MS)	DMO NO STACK
PRIMARY STATIC APPLICATION	VELOCITY ANALYSIS (FROM FLOATING DATUM)
FIRST VELOCITY ANALYSIS (FROM FLOATING DATUM)	DMO STACK
AUTOMATIC RESIDUAL (MEDIUM WAVE LENGTH)	CORRECTION TO THE FLAT DATUM
SECOND VELOCITY ANALYSIS (FROM FLOATING DATUM)	MIGRATION STACK
AUTOMATIC RESIDUAL (SHORT WAVE LENGTH)	BANDPASS FILTERING
THIRD VELOCITY ANALYSIS (FROM FLOATING DATUM)	DYNAMIC EQUALIZATION

END OF PROCESSING : AUGUST 2007

**DISPLAY PARAMETERS**  
 HORIZONTAL SCALE APPROX 1 : 20 000  
 VERTICAL SCALE 10 cm / sec

PROCESSED BY CCG 6 COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE  
 1, RUE LEON MIGAUX - 91341 MASSY CEDEX - FRANCE

**Légende des interprétations :**

- Cénozoïque (QPCN, MIOC, OLIG, EOCN)
- Crétacé (CRJN, CRNC)
- Jurassique supérieur (JURS)
- Callovo-Oxfordien (CALO)
- Dogger (AABJ, BAJS, BACA)
- Lias moyen à supérieur (LIAS)
- Rhétien et Lias inférieur (RHISI)
- Trias moyen et supérieur (TARG)
- Permien et Trias inférieur (PTGR)
- Socle cristallin (SOCL)
- Principales failles
- Limites incertaines entre formations

ETUDE RESSOURCES ALTERNATIVES EN EAU PROFONDE  
FOSSE DE SAONE - REGION BOURGOGNE & FRANCHE-COMTE

LINE 80 JB 2C



FINAL MIGRATION  
REPROCESSING

FIELD RECORDING

DATE : 1980 SOURCE : VIBRATOR  
SHOTPOINT INTERVAL : 60 M NO. OF TRACES : 192 SAMPLE RATE : 4 MS

STATIC CORRECTIONS

STATIC CORRECTIONS COMPUTATION METHOD : STATIC ELEVATION  
(NO INFORMATION FOR THE DATUM PLANE)

PROCESSING SEQUENCE

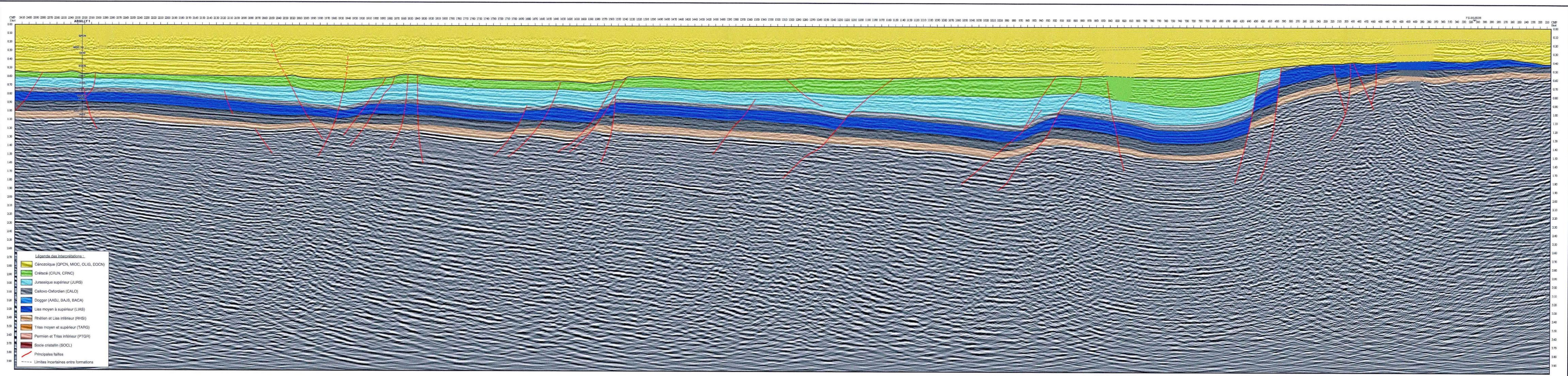
- |  |   |
|--|---|
| GEOMETRY MERGING                               | NMO-MUTE                                |
| REFRACTION RESIDUAL COMPUTATION                | SMOOTH VELOCITY                         |
| TIME GAIN FUNCTION                             | DMO NO STACK                            |
| PREDICTIVE DECONVOLUTION                       | VELOCITY ANALYSIS (FROM FLOATING DATUM) |
| FIRST VELOCITY ANALYSIS (FROM FLOATING DATUM)  | DMO STACK                               |
| AUTOMATIC RESIDUAL (MEDIUM WAVE LENGTH)        | CORRECTION TO THE FLAT DATUM            |
| SECOND VELOCITY ANALYSIS (FROM FLOATING DATUM) | MIGRATION STACK                         |
| AUTOMATIC RESIDUAL (SHORT WAVE LENGTH)         | BANDPASS FILTERING                      |
| THIRD VELOCITY ANALYSIS (FROM FLOATING DATUM)  | DYNAMIC EQUALIZATION                    |

END OF PROCESSING : AUGUST 2007

DISPLAY PARAMETERS

HORIZONTAL SCALE APPROX 1 : 20 000  
VERTICAL SCALE 10 cm / sec

PROCESSED BY CGG 6 COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE  
1, RUE LEON MIGAUX - 91341 MASSY CEDEX - FRANCE



**ETUDE RESSOURCES ALTERNATIVES EN EAU PROFONDE  
FOSSE DE SAONE - REGION BOURGOGNE & FRANCHE-COMTE**

**LINE 88 REY 03**

**WNW**      **ESE**

LINE DIRECTION

**FINAL MIGRATION  
REPROCESSING**

**FIELD RECORDING**

DATE : 1988      SOURCE : VIBRATOR  
SHOTPOINT INTERVAL : 40 M      NO. OF TRACES : 120      SAMPLE RATE : 2 MS

**STATIC CORRECTIONS**

STATIC CORRECTIONS COMPUTATION METHOD : STATIC ELEVATION  
(DP = 0 M ; V CORRECTION = 2 500 M/S)

**PROCESSING SEQUENCE**

GEOMETRY MERGING	VELOCITY ANALYSIS (FROM FLOATING DATUM)
TIME GAIN FUNCTION	MUTE
SPIKING DECONVOLUTION (OPERATOR LENGTH : 120 MS)	DMO STACK
PRIMARY STATIC	CORRECTION TO THE FLAT DATUM (REGIONAL STATIC APPLICATION)
FIRST VELOCITY ANALYSIS (FROM FLOATING DATUM)	MIGRATION STACK
AUTOMATIC RESIDUAL (MEDIUM WIVE LENGTH)	BANDPASS FILTERING 0 - 1600 MS      10.14 - 64.70 HZ 1800 - 4000 MS      8.12 - 40.44 HZ
SECOND VELOCITY ANALYSIS (FROM FLOATING DATUM)	DYNAMIC EQUALIZATION
AUTOMATIC RESIDUAL (SHORT WIVE LENGTH)	
NMO-MUTE	
DMO NO STACK	

END OF PROCESSING : AUGUST 2007

**DISPLAY PARAMETERS**

HORIZONTAL SCALE APPROX 1 : 25 000  
VERTICAL SCALE 10 cm / sec

**PROCESSED BY CGG 6 COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE**  
1, RUE LEON MIGAUX - 91341 MASSY CEDEX - FRANCE

