
COMPAGNIE DES SALINS DU MIDI ET DES SALINES DE L'EST

**ETUDE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE
EXPERTISE DE LA STABILITE
DES EXPLOITATIONS ANCIENNES
PROTECTION DES INTERETS ENUMERES AUX ARTICLES 79 ET 79-1
CONCESSION DE MISEREY**

Rapport technique

NY-A 4069 – RT01 – SEPTEMBRE 2005

Rédigé par :



GUIGUES Environnement
SOCIÉTÉ D'INGÉNIERIE ET DE CONSEIL

EAU & ENVIRONNEMENT

Siège social

70 rue Pierre Duhem
Pôle d'activités d'Aix-en-Provence
13856 AIX-EN-PROVENCE CEDEX 3
Tél. : +33 (0)4 42 16 65 00 - Fax : +33 (0)4 42 39 78 34
contact@guigues.com

GUIGUES SA
SETEGUE
EOG
AEDIA CONSEIL
ATOS ENVIRONNEMENT

Agence Est

45 Grande Rue
54385 ROSIERES EN HAYE
Tél. : +33 (0)3 83 24 66 66
Fax : +33 (0)3 83 24 54 96
agence.est@guigues.com

IDENTIFICATION

Type	Référence	Intitulé	Destinataire	Nb pages
Rapport	NY-A4069	Etude géologique et hydrogéologique Expertise de la stabilité des exploitations anciennes – Protection des intérêts énumérés aux articles 79 et 79-1	Monsieur HERTZ Monsieur LHEUR	96

REVISIONS

0		L.CHRETIEN		C. SURGET		O.MERGAUX	
Rev.	Date	Rédacteur	Visa	Vérificateur	Visa	Approbateur	Visa



Sommaire

1. CADRE DE L'ETUDE	5
2. SOURCES D'INFORMATION.....	6
3. DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE	9
4. CADRE GEOGRAPHIQUE.....	10
4.1 CADRE GEOGRAPHIQUE REGIONAL DE LA CONCESSION	10
4.2 DESCRIPTION DE LA CONCESSION.....	10
4.3 CONTEXTE NATUREL	11
4.3.1 Topographie	11
4.3.2 Bassins versants	12
4.3.3 Occupation des sols	12
4.3.4 Synthèse	13
5. CADRE GEOLOGIQUE.....	13
5.1 CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	13
5.1.1 Description des grands ensembles lithologiques.....	14
5.1.2 Description des principaux faciès rencontrés dans la région de Besançon.....	14
5.1.3 Description succincte du gisement salifère	17
5.2 INFORMATIONS GEOLOGIQUES LOCALES : CONCESSION DE MISEREY	18
5.2.1 Cadre géologique et tectonique de Miserey-Salines	18
5.2.2 Description de la structure locale	19
5.2.3 Données de forage du secteur d'étude.....	19
5.2.4 Description du gisement salifère du Keuper à Miserey-Salines	21
5.3 SYNTHESE	22
6. CADRE HYDROGEOLOGIQUE	23
6.1 HYDROGEOLOGIE REGIONALE.....	23
6.2 HYDROGEOLOGIE LOCALE	23
6.2.1 Aquifère de la zone des Avants-Monts	24
6.2.2 Aquifères karstiques des calcaires du Jurassique.....	28
6.2.3 Aquifère des alluvions de l'Ognon	33
6.2.4 Aquifère des alluvions du Pliocène	36
6.3 RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....	38
6.3.1 Hydrologie du bassin versant de l'Ognon.....	38
6.3.2 Données de débits	39
6.3.3 Qualité des eaux	40
6.3.4 Usages de l'eau	42

6.4	SYNTHESE – DELIMITATION DES ZONES SENSIBLES SELON LA VULNERABILITE DES EAUX	43
6.5	RECHERCHE DE LA PRESENCE DE NAPPES SALEES D'ORIGINE NATUREL	44
6.5.1	Fonctionnement d'une nappe salée.....	44
6.5.2	Description schématique d'une nappe salée.....	45
6.5.3	Phénomènes attestant de la présence d'une nappe salée.....	45
6.5.4	Recherches des éléments pouvant attester de la présence d'une nappe salée naturelle à Miserey-Salines	45
6.6	IMPACT DES TRAVAUX MINIERES SUR LE REGIME ET LA QUALITE DES EAUX DE TOUTE NATURE	48
6.6.1	Impact sur les eaux souterraines.....	48
6.6.2	Impacts possibles sur les eaux de surface	51
6.7	RELATIONS ET ECHANGE AVEC LES EXPLOITATIONS VOISINES	52
6.8	SYNTHESE.....	54
7.	ETUDE DE STABILITE.....	55
8.	PROTECTION DES INTERETS ENUMERES AUX ARTICLES 79 ET 79-1 DU CODE MINIER.....	58
8.1.1	Sécurité et santé du personnel.....	58
8.1.2	Sécurité et salubrité publique.....	58
8.1.3	Santé publique.....	60
8.1.4	Caractéristiques essentielles du milieu environnant	60
8.1.5	Solidité des édifices publics et privés.....	60
8.1.6	Au titre de la conservation des voies de communication.....	61
8.1.7	Conservation de la mine et des autres mines	61
8.1.8	Sites archéologiques et monuments historiques.....	61
8.1.9	Patrimoine naturel.....	62
8.1.10	Ressources en eau	63
8.1.11	Intérêts agricoles.....	63
8.1.12	Servitudes techniques	64
9.	BIBLIOGRAPHIE	65
10.	ANNEXES	66

1. CADRE DE L'ETUDE

La compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est est titulaire de plusieurs concessions de mines de sel gemme ou des sources d'eau salée en Franche Comté, patrimoine acquis après plusieurs fusions-absorptions successives dont les termes comprenaient le transfert des titres miniers.

Dans le département du Doubs, il existe quatre concessions de mines de sel gemme situées à proximité de Besançon, dont celle de Miserey.

La Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est n'envisageant pas de reprendre l'exploitation du sel dans cette concession, sur laquelle toute activité d'extraction a cessé depuis plus de 30 ans, la procédure d'arrêt définitif des travaux miniers pour cette concession a été engagée, conformément aux obligations du Code Minier, notamment les prescriptions du décret n°95-696 du 9 mai 1995 modifié.

Cette procédure conduira, par l'analyse du contexte administratif et naturel, à définir les travaux nécessaires pour maîtriser ou réduire les risques et impacts de toute nature mis en évidence par les études préliminaires.

Dans le cadre de cette procédure, la Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est a confié à ATOS ENVIRONNEMENT la réalisation d'une étude géologique et hydrogéologique ainsi qu'une étude de stabilité des zones d'exploitation ancienne.

Cette expertise a pour objectif de répondre aux questions suivantes :

- Les exploitations ont-elles eu un impact sur le milieu naturel ?
- Existe-t-il actuellement un impact sur le milieu naturel ?
- Pourra-t-il y avoir des impacts dans le futur ?

Cette expertise comporte quatre principaux volets :

- Une étude géographique,
- Une étude géologique,
- Une étude hydrogéologique,
- Une étude de stabilité des zones d'exploitations anciennes.

Une étude concernant la protection des intérêts énumérés aux articles 79 et 79-1 du Code minier a également été réalisée et jointes à ce dossier.

2. SOURCES D'INFORMATION

Les sources d'informations utilisées pour l'ensemble des parties traitées dans ce rapport sont :

■ Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est –

17 rue Gabriel Péri – 54110 VARANGEVILLE

- Communication des documents relatifs aux concessions (historique, études géologiques, rapports de forage, cartographie).
- Visite du site de la Concession.

■ Agence de l'Eau RHONE-MEDITERRANEE-CORSE

2-4 allée de Lodz – 69363 LYON cedex 07

- Consultation de la base documentaire.
- Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse (S.D.A.G.E.).
- Réseau National de bassin Rhône-Méditerranée-Corse : données relatives à la qualité des eaux superficielles et souterraines, aux débits et à la qualité des rivières.
- Localisation des captages industriels et A.E.P. avec indication des volumes prélevés (données 2002).

■ Bibliothèque Universitaire – section sciences/STAPS – de Besançon

45B rue de l'Observatoire – 25000 BESANCON

- Consultation de la base documentaire.

■ B.R.G.M. Franche Comté

21 A rue Alain Savary – 25000 BASANCON

- Consultation de la banque de données du sous-sol.

■ Commune de MISEREY-SALINES

4 rue Communauté – 25480 MISEREY-SALINES

- Informations et documents relatifs à l'alimentation en eau de la commune et à d'éventuels impacts dus à l'exploitation du sel sur le bâti et la voirie communale.



■ **Conseil Général du Doubs – Direction de l'aménagement, Service routes**

7 avenue de la Gare d'Eau – 25000 BESANCON

- Enquête concernant d'éventuels désordres survenus sur la voirie (routes départementales).

■ **D.D.A.S.S. du Doubs**

83 rue de Dôle – 25000 BESANCON

- Localisation des captages d'alimentation en eau potable des collectivités.

■ **D.D.E. du Doubs – Service Habitat, Urbanisme et Environnement**

6 rue Roussillon – 25000 BESANCON

- Enquête concernant d'éventuels désordres survenus sur la voirie (routes nationales).

■ **DIREN de Franche-Comté**

5 rue Général Sarrail – 25000 BESANCON

- Données hydrographiques, hydrogéologiques (notamment inventaire des circulations souterraines).

■ **D.R.A.C. de Franche-Comté**

Conservation Régionale des Monuments Historiques et Service Régional de l'Archéologie

7 rue Charles Nodier – 25000 BESANCON

- Liste des édifices protégés au titre des monuments historiques et des sites archéologiques au niveau de la concession de Serre-les-Sapins

■ **I.G.N.**

1 allée Saint Cloud – 54600 VILLERS-LES-NANCY

- Photographies aériennes du site et cartes à diverses échelles.

■ **O.N.F.**

14 rue Piançon – 25000 BESANCON

- Localisation des forêts soumises au régime forestier.

■ **Société des Autoroutes de Paris Rhin Rhône – Direction régionale Alsace-Franche Comté**

ZAC de Valentin – 25000 BESANCON

- Enquête concernant d'éventuels désordres survenus sur les infrastructures autoroutières.

■ **S.N.C.F. – Direction de Dijon, déléguée infrastructures**

6 cours de la Gare – 21000 DIJON

- Enquête concernant d'éventuels désordres survenus sur les ouvrages ferroviaires.

Par ailleurs, des Demandes de Renseignements concernant le tracé des différents réseaux ont été adressées aux services d'EDF, GDF et France Télécom.

Les documents cartographiques suivants ont été utilisés :

- Cartes topographiques :
 - à l'échelle de 1/25 000, IGN, n° 3323 E (Besançon) et 3323 O (Marnay),
 - à l'échelle du 1/100 000, IGN, n° 30 (Besançon, Epinal).
- Cartes géologique de Besançon, à l'échelle du 1/50 000, n° 502

3. DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude prise en compte dans le cadre de cette expertise correspond au périmètre compris entre :

- L'ognon au Nord,
- Le Doubs au Sud,
- La limite de bassin versant de l'aquifère karstique de Thise-Chailluz à l'Est, prolongée vers le Nord jusqu'à l'Ognon,
- Les limites de bassins versants de Noironte puis de Recologne à l'ouest, prolongées vers le Sud jusqu'au Doubs.

Les limites de la zone d'étude ainsi définies sont visibles au niveau d'un extrait de carte topographique au 1/100 000ème donné en annexe I.

La superficie relativement importante de cette zone d'étude est justifiée par l'existence de phénomènes karstiques autour de Besançon, pouvant occasionner des transferts d'eau souterraine sur des distances considérables.

4. CADRE GEOGRAPHIQUE

La zone d'étude prise en compte dans ce chapitre correspond au périmètre défini précédemment (Chapitre III – Annexe I).

4.1 CADRE GEOGRAPHIQUE REGIONAL DE LA CONCESSION

La concession de Miserey est située au Nord-Ouest de l'agglomération de Besançon, dans le département du Doubs. Un plan de localisation de la concession est donné en annexe I.

Elle est située entre la vallée de l'Ognon au Nord et la vallée du Doubs au Sud à cheval au niveau de la région des Avant-Monts du Jura, correspondant à une région à relief complexe, ne dépassant guère 300 mètres d'altitude.

Les Plateaux de Thise-Chailluz, situés au Sud de la concession, correspondent à des plateaux calcaires dont l'altitude s'élève à 330-360 mètres.

4.2 DESCRIPTION DE LA CONCESSION

La concession de mine de sel gemme de Miserey, d'une superficie de 1102 hectares, est située sur le territoire des communes d'Ecole-Valentin, Miserey-Salines, Pelousey, Pirey et Pouilley-les-Vignes dans le département du Doubs.

Elle a été instituée par décret du 2 septembre 1868 au bénéfice de la Société Civile de Recherches de Mines de Miserey.

Cette concession est limitée par le périmètre défini dans le décret de 1868 ayant la forme d'un quadrilatère dont les côtés sont formés par les lignes droites suivants (cf. plan de localisation de la concession au 1/25 000 ème en annexe III) :

- Au Nord- Ouest, de l'ancienne auberge des Rancenières au clocher de Pelousey,
- A l'Ouest, du clocher de Pelousey au clocher de Pouilley-les-Vignes,
- Au Sud-Est, du clocher de Pouilley-les-Vignes au centre du tertre dit des Trois-Croix,
- Au Sud-Est, du centre du tertre dit des Trois-Croix à l'ancienne auberge des Rancenières.

Six sondages de recherche du gisement salifère ont été forés dans le périmètre de cette concession, dont cinq ont été exploités par dissolution entre 1875 et 1967 pour alimenter une saine proche des sondages.

Depuis 1967, deux sondages sont exploités par la Ville de Besançon pour le fonctionnement d'un établissement thermal.

Les Sondages d'exploitation sont localisés au niveau d'une zone urbanisée en bordure Sud du centre-ville de Miserey-Salines. Un plan de localisation de ces sondages est donné sur un extrait de plan cadastral en annexe IV.

Les coordonnées Lambert II des sondages sont :

	Coordonnées Lambert Zone II étendue	
	X	Y
S1	874 930 m	2 259 930 m
Puits n°2	874 650 m	2 259 900 m
S2	874 970 m	2 259 980 m
S3	874 972 m	2 259 941 m
S4	875 010 m	2 259 940 m
S5	874 970 m	2 259 980 m

4.3 CONTEXTE NATUREL

4.3.1 Topographie

La concession de Miserey est située en bordure occidentale du Plateau de Thise-Chailluz, au niveau du versant Nord-Ouest de celui-ci.

La topographie de la surface concernée présente :

-des altitudes comprises entre environ 230 m (au niveau de Pelousey) et 385 m (Ancien tertre dit des trois croix) avec des altitudes globalement décroissantes :

- du Nord et l'Est vers l'Ouest (vallées des ruisseaux de la Vallée et de l'Epine appartenant au bassin versant du ruisseau d'Auxon) au niveau de Miserey-Salines.

- du Nord vers le Sud (vallées des ruisseaux de la Noue et de la Lanterne) au niveau de Pelousey et Pouilley-les-Vignes.

-de nombreux ruisseaux s'écoulant vers l'Ognon dessinant des vallées orientées Nord-Est/Sud-Ouest (ruisseaux de la Vallée, de la Lanterne et de la Noue) et Nord-Ouest/Sud-Est (ruisseau de l'Epine).

Les sondages de reconnaissance et d'exploitation de la concession sont localisés au niveau de la petite vallée du ruisseau de l'Epine, située en contrebas de Miserey-Salines, dont les altitudes sont comprises entre 275 et 295 m.

Des photographies des alentours de ces sondages sont données en annexe V.

4.3.2 Bassins versants

La concession de Miserey est située dans le bassin versant de l'Ognon et comprend d'Ouest en Est les sous-bassins versants suivants :

- ruisseau La Lanterne,
- ruisseau de l'Etang,
- ruisseau d'Auxon (ou des Moulins).

Un plan de localisation des bassins versants est donné en annexe VI.

Le ruisseau de l'Epine passe en contrebas des sondages de reconnaissance et d'exploitation puis rejoint le ruisseau de la Vallée (ou ruisseau de la Borne) dont la perte alimente le ruisseau des Moulins (voir plan de localisation en annexe IV) :

4.3.3 Occupation des sols

Suivant la carte topographique au 1/25 000ème ainsi que la photographie aérienne au 1/30 000ème (respectivement données en annexe III et V.1), la concession de Miserey est occupée par :

- des prairies ou des champs,
- des habitations : essentiellement la ville de Miserey-Salines et une partie des villages de Pelousey et Pouilley-les-Vignes,
- l'autoroute A36 reliant Beaune à Belfort, la route nationale RN57 reliant Besançon à Vesoul ainsi que diverses routes départementales,
- quelques zones boisées.

Les sondages de reconnaissance et d'exploitation sont situés au niveau d'une zone urbanisée en bordure Sud du centre-ville de Miserey-Salines, à proximité de la petite vallée du ruisseau de l'Epine, de part et d'autre de la rue St Etienne mis à part le puits n°2 (non exploité) situé le long de l'Epine un peu plus à l'Ouest (cf. plan donné en annexe IV).



Les anciens sondages d'exploitation (S1 et S4) et le sondage de reconnaissance (puits n°2) sont situés au niveau de jardins d'habitations privées. Les sondages actuellement utilisés par la Ville de Besançon (sondages S3 et S5) sont situés dans des bâtiments d'exploitation (bâtiment en cours de réfection pour le sondage S3).

Des photographies montrant les environs des sondages d'exploitation sont données en annexe V.

4.3.4 Synthèse

Les sondages de reconnaissance et d'exploitation du sel à Miserey-Salines se situent dans un contexte urbanisé, au Sud du centre-ville de Miserey-Salines, à proximité de la petite vallée du ruisseau de l'Epine.

Ce secteur est rendu vulnérable essentiellement par la présence d'habitations à proximité parfois immédiate des sondages ainsi que par le passage du ruisseau de l'Epine à proximité de ceux-ci.

5. CADRE GEOLOGIQUE

5.1 CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

La zone des concessions minières de sol du Doubs de la Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est se trouve en bordure Nord de la Chaîne du Jura, au niveau des Avant-Monts, séparés des Plateaux de Haute-Saône par le chevauchement de l'Ognon (cf. carte structural régionale en annexe VII).

La périmètre de la concession minière de Miserey est situé au niveau des faisceaux plissés des Avant-Monts, en bordure Nord-Ouest du plateau de Besançon, faisant partie de l'ensemble structural des « plateaux occidentaux » (cf. carte structurale simplifiée en annexe VIII). Ces deux ensembles sont limités au Nord-Ouest par l'accident chevauchant de l'Ognon et au Sud-Est par la vallée du Doubs (matérialisée par la limite Sud de la zone d'étude dans l'annexe VIII). Ils sont entourés par deux grands domaines, les plateaux de la Haute-Saône au Nord-Ouest et le Jura au Sud-Est.

Le domaine des Avant-Monts représente un faisceau de failles décrochantes NNE-SSW qui prolongent le chevauchement de l'Ognon, quant au plateau de Besançon, il est traversé par plusieurs failles, et sépare la zone d'étude du faisceau bisontin. Ces domaines ont été plissés selon un axe NE-SW, laissant principalement affleurer des terrains du Jurassique et quelques écailles du Trias supérieur.

5.1.1 Description des grands ensembles lithologiques

En Franche-Comté, la succession lithologique comporte essentiellement des terrains sédimentaires à dominante marno-calcaire. Les caractéristiques hydrologiques de ces terrains permettent de les regrouper en grands ensembles lithologiques (cf. coupe des grands ensembles lithologiques donnée en annexe IX) :

-A la base, les formations anciennes constituant le socle, essentiellement composées de roches métamorphiques et éruptives, sont des terrains à perméabilité de fractures, qui peuvent révéler des aquifères potentiels.

-La couverture sédimentaire secondaire, qui constitue la couverture de la région de Besançon, constituée notamment de deux grandes masses calcaires du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur, qui contiennent les principaux aquifères karstiques de la région. Ces deux masses calcaires sont séparées par les marnes oxfordo-argoviennes.

Cet ensemble repose sur une grande épaisseur de terrains peu perméables (marnes liasiques) et des terrains marno-calcaires et gréseux du Trias et du Lias comprenant les niveaux salifères recoupés à Serre-les-Sapins.

-Les terrains alluviaux ou détritiques du Tertiaire et du Quaternaire (alluvions de l'Ognon, du Doubs, du Pliocène), qui remplissent les fossés creusés lors de la formation des chaînes de montagne, auxquelles on peut adjoindre les formations glaciaires et les bancs de grès (Trias inférieur par exemple). Ces terrains ont une perméabilité d'interstices.

5.1.2 Description des principaux faciès rencontrés dans la région de Besançon

La série stratigraphique correspondant au secteur de Besançon est donnée en annexe X. Du plus ancien au plus récent, les terrains rencontrés (hors formations détritiques superficielles du Quaternaire) sont :

TRIAS

●Buntsandstein, Muschelkalk et Lettenkohle (TRIAS inférieur et moyen)

Ces formations n'affleurant pas dans la zone d'étude mais recoupées par des forages profonds, elles ne figurent pas au niveau de la série stratigraphique donnée en annexe X. Ces formations, relativement perméables (excepté la Lettenkohle), reposent sur des niveaux argileux du Permien (socle Primaire). Elles sont successivement composées de 50 à 60 mètres de grès quartzeux grossiers à ciment gypseux (Buntsandstein), de 150 à 200 mètres de dolomies, calcaires, dolomitiques, argiles et grès (Muschelkalk) et de 10 à 20 mètres d'alternances d'argilites et de dolomies (Lettenkohle).

● **Keuper et rhétien (TRIAS Supérieur)**

Le Keuper et le Rhétien sont des formations **très peu perméables** ; cependant les niveaux dolomitiques du Keuper supérieur (notamment la « Dolomie inférieure ») et gréseux du Rhétien, plus perméables, alimentent quelques sources d'eau minéralisée (eaux salées ou séléniteuses).

- Keuper inférieur (90 à 200 m) formé d'argiles grises présentant localement des niveaux évaporitiques (bancs de sel massif, gypse) et dolomitiques, couronné par une fine couche de lignite.
- Keuper moyen formé 10-15 m de dolomie (étage appelé « Dolomie inférieure », « Dolomie moëllon » ou « Dolomie de 15 mètres ») surmontant des niveaux argileux.
- Keuper supérieur (45m) formé de deux ensembles d'argiles bariolées, dont les teintes dominantes sont le rouge lie-de-vin et le vert, séparés par 5 m de grès, puis 2 mètres de dolomie (« Dolomie supérieur »).
- Rhétien (15 à 20 m) formé d'une alternance de marnes noires et de grès plus ou moins argileux.

- **JURASSIQUE**

- ● **Hettangien et Sinémurien (LIAS)**

- Encadrée d'écrans imperméables, cette petites formation comprend des calcaires à gryphées (8 à 10 m d'épaisseur) constituant un aquifère de faible importance entouré de niveaux marneux intercalaires.

- ● **Pliensbachien, Toarcien, Aalénien inférieur (LIAS)**

- Le pliensbachien, le Toarcien et l'Aalénien inférieur forment un écran imperméable qui constitue un niveau de base constant pour l'aquifère des calcaires du Jurassique moyen (100 à 130 m).
- Pliensbachien (40 à 60 m) formé de marnes et quelques bancs calcaires (Lotharigien – 10 m) puis de calcaires riches en bélemnites (Carixien) et 30 à 45 m de marnes grises plastiques et micacées.
- Toarcien et Aalénien inférieur (60 à 70 m) formés essentiellement de marnes.

● **Aalénien supérieur, Bajocien, Bathonien et Callovien (DOGGER)**

L'Aalénien supérieur, le Bajocien, le Bathonien et le Callovien inférieur représentent la masse calcaire du Jurassique moyen (180-220 m). La fracturation de cet ensemble et sa karstification en font un aquifère très important. Son alimentation se fait directement par infiltration à partir des grandes surfaces calcaires des plateaux dans le Doubs, ainsi que par la perte de cours d'eau en surface.

- Aalénien supérieur et Bajocien inférieur formés de calcaire roux, oolithique ou à entroques (Aalénien) puis des calcaires à entroques ou à oolithes grossières à intercalations marneuses.
- Grande oolithe (55 à 60 m) formé de calcaires à oolithes constituant un ensemble assez homogène.
- Bathonien et Callovien inférieur (60 à 80 m) formés d'un niveau de calcaires massifs sublithographiques (Bathonien – 60 à 70 m), de calcaires à oolithes et entroques appelés « Dalle nacrée » (Bathonien – 6 à 15 m) puis de 2 à 5 m de marnes sableuses à fossiles et de calcaire argileux (Callovien).

● **Oxfordien et Argovien (Jurassique supérieur – MALM)**

Les marnes argovo-oxfordiennes constituent une couche imperméable séparant les séries calcaires du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur (70 à 100 m de marnes). Le sommet des marnes constitue, dans la majorité des cas, un bon niveau de sources.

Cet ensemble est constitué de 30 à 50 m de marnes bleues à Ammonites pyriteuses (Oxfordien) puis 40 à 50 m de marnes et marno-calcaires bien stratifiées (Argovien).

● **Rauracien, Séquanien, Kimméridgien, Portlandien (Jurassique supérieur – MALM)**

L'épaisseur des calcaires du Jurassique supérieur en fait un bon aquifère lorsque ceux-ci sont fracturés et karstifiés (235 à 250 m). Le contact Jurassique supérieur / Oxfordien ou Argovien est une zone d'émergence karstique importante. D'autres émergences prennent naissance au sein de la masse calcaire, comme la source de la Loue, celle du Doubs, etc.

- Rauracien (40 à 50 m) formé de calcaires oolithiques ou pisolithiques, avec de nombreux débris de fossiles plus ou moins roulés puis à la base, des dépôts récifaux.
- Séquanien (85 à 90 m) formé de deux séries calcaires (calcaires sublithographiques puis calcaires variés, à dominante oolithique) séparées par des marnes.
- Kimméridgien (60 à 70 m) formé de calcaires compacts à fossiles (Kimméridgien inférieur) puis d'alternance de marnes et de calcaires à pâte fine ou lumachelliques en petits bancs (Kimméridgien supérieur – 30 m).
- Portlandien (50 m) formé de calcaires compacts, à pâte fine et cristallins.

5.1.3 Description succincte du gisement salifère

Contexte de dépôt et stratigraphie

Durant la période Mésozoïque (du Trias supérieur au Jurassique supérieur), la région a été le siège d'une sédimentation marine de type épicontinental. Des conditions hypersalines se sont mises en place au niveau de bassins évaporitiques lors du Keuper inférieur (Trias) permettant la formation de niveaux plus ou moins continus de gypse et de sel.

Le gisement salifère se trouve à la base du Keuper inférieur, surmonté par des couches marneuses imperméables. L'ensemble a été affecté par une tectonique postérieure au dépôt de sel.

Etendue et compartimentation

L'étendue du gisement salifère dans les environs de Besançon est conditionnée par la présence d'anticlinaux ayant fait remonter les terrains du Keuper de plus de 100 mètres au Nord-Ouest de Besançon. Les lambeaux de Trias, traduisant la présence de ces anticlinaux, sont présents au niveau de la zone des Avants-Monts, le long de failles de direction globale Nord-Est/Sud-Ouest compartimentant les gisements.

Les limites de ces gisements sont mal connues mis à part la limite Ouest étant localement constituée par ces failles.

Au niveau des zones qui ont été exploitées, l'épaisseur du gisement de sel est de 25 mètres en moyenne.

5.2 INFORMATIONS GEOLOGIQUES LOCALES : CONCESSION DE MISEREY

La zone d'étude prise en compte dans ce chapitre correspond au périmètre défini précédemment (chapitre III – Annexe I).

5.2.1 Cadre géologique et tectonique de Miserey-Salines

Les environs de la concession de Miserey font partie de la « Zone des Avants-Monts du Jura », constituée essentiellement de terrains marno-calcaires du Trias et du Lias à disposition anticlinale (cf. extrait de carte géologique donné en annexe XI).

La coupe géologique du secteur de Besançon orientée Nord-Ouest/Sud-Est (entre la zone des plateaux de Thise-Chailluz et la vallée de l'Ognon), donnée en annexe XII, permet de visualiser la position des différents ensembles lithologiques précédemment décrits avec :

- La zone des avant-Monts, extrêmement faillée et constituée de terrains marno(calcaires du Dogger (Jurassique moyen et inférieur) et de marnes du Lias et du Keuper.

Cette zone est comprise entre deux failles longitudinales, les séparant des compartiments externes, à disposition tabulaire, formés de calcaires du Bajocien et du Bathonien inférieur :

- Elle chevauche à l'Ouest une zone plus externe dite « Zone des Synclinaux de l'Ognon » dont elle est séparée par la faille chevauchante de l'Ognon (notée F1 sur la coupe donnée en annexe VII).

- Vers l'Est, elle passe à la zone des Plateaux occidentaux (plateaux de Thise-Chailluz), d'allure tabulaire, généralement de manière continue.

- La zone des synclinaux de l'Ognon constituée de calcaires du Jurassique supérieur surmontés localement par des dépôts fluviatiles du Pliocène et les alluvions de l'Ognon.

- La zone des plateaux de Thise-Chailluz constituée de calcaires du Jurassique.

Une carte géologique, établie dans le secteur des sondages d'exploitation de Miserey-Salines par la S.A.F.R.E.P. en 1957, ainsi que des coupes sont données en annexe XIII. Elles ont été exécutées dans le cadre d'une recherche pétrolière (profils core-drills du secteur) Les limites des terrains affleurant correspondent globalement à celles figurant sur la carte géologique du BRGM. Cependant, certaines failles ne figurent pas sur la carte géologique. Néanmoins, la structure globale reste similaire sur les deux cartes.

On peut voir sur les deux cartes géologiques que la zone des Avants-Monts est elle-même subdivisée par des accidents tectoniques longitudinaux, issus de la faille de l'Ognon, dont le

principal résulte de l'étirement du flanc inverse d'un anticlinal à noyau triasique : c'est la faille de Miserey qui limite à l'Ouest les affleurements de Trias de Miserey-Salines et de Châtillon-le-Duc (cf. annexe VIII).

5.2.2 Description de la structure locale

Dans le périmètre de la concession de Miserey, les terrains affleurant représentent tous les étages compris entre le Trias supérieur et le Bathonien inférieur.

Le Trias affleure sous forme d'une boutonnière dissymétrique, orientée sensiblement Nord-Nord-Est/Sud-Sud-Ouest correspondant au noyau d'un anticlinal déversé vers le Nord-Ouest (cf. annexes XI et XIII).

Autour du Trias, les assises marno-calcaires du Lias forment des auréoles concentriques, s'allongeant en bandes de même orientation, qui soulignent la disposition anticlinale.

Le tracé des failles n'est pas exactement le même entre la carte géologique au 1/50 000ème (annexe XI) et la carte locale (annexe XIII). On peut en retenir le fait que :

- la faille chevauchante de Miserey continue depuis Châtillon-le-Duc (notée Φ sur la carte en annexe XIII) se connecte à une autre faille de direction Nord-Sud au niveau de Miserey-Salines (notée F). Son tracé vers l'Est reste mal connu.
- il est probable que l'anticlinal (noté I sur la coupe interprétative de Miserey donné en annexe XIII) présente des anomalies internes dues au « bourrage » des marnes et à l'avance tectonique de la série salifère. Les terrains triasiques seraient notamment affectés par deux failles (notées F1 et F2 sur les coupes) ajoutées interprétativement par la S.A.F.R.E.P dont une seule figure sur la carte géologique au 1/50 000 ème du BRGM.

5.2.3 Données de forage du secteur d'étude

Les informations lithologiques disponibles au niveau du secteur d'étude concernant les couches profondes correspondent aux coupes géologiques des six sondages de la concession Miserey (cf. annexe XIV).

Les terrains traversés au niveau des sondages S1 à S5 correspondent de haut en bas :

- au Lias comprenant de haut en bas les terrains suivants :
 - marnes du Domérien (Lias inférieur) rencontrées sur des épaisseurs variables suivant les sondages (3 à 30m d'épaisseur) : les terrains rencontrés correspondent à des marnes bleues et grises.
 - Calcaires à Bélemnites du Carixien rencontrés sur 4 à 7 d'épaisseur.

- marnes du Lotharingien rencontrées sur 11 à 17 mètres et correspondant à des marnes bleues à passages gris ou noirâtres.
- Calcaires à Gryphées du Sinémurien de 7 à 10 m d'épaisseur correspondant à l'épaisseur habituellement observée.
- au Trias comprenant de haut en bas les terrains suivants :
 - marnes et grès du Rhétien d'épaisseur variable suivant les sondages (la limite entre le Rhétien et le Keuper supérieur n'est pas toujours nette).
 - Keuper supérieur :
 - marnes plus ou moins bariolées sur 10 à 20 m d'épaisseur.
 - la « Dolomie supérieure », également appelée la Dolomie de 2 mètres, d'une épaisseur de 2 à 13 m et composée de calcaires dolomitiques et siliceux. L'épaisseur de 13 m mesurée au niveau du sondage S3 est très supérieure aux 2 mètres habituellement observés. Cette couche n'a été observée qu'au niveau des sondages S3, S4 et S5.
 - les « Argiles et gypse supérieurs », d'une épaisseur variant de 18 à 28 m pour les sondages ayant rencontré la dolomie de deux mètres et d'une épaisseur de plus de 40 m pour les autres sondages (épaisseur habituelle de 30m), composés d'argiles de teintes variées avec localement des passages calcaires, sableux et du gypse.
 - Keuper moyen :
 - la « Dolomie inférieure » également appelée Dolomie de 15 m ou dolomie moëllon, d'une épaisseur de 8.50 à 13 m (épaisseur habituelle de 10 m) et composée de calcaires dolomitiques.
 - une série de 5 à 9 mètres d'argiles grisâtres et rougeâtres qui reposent sur un fin niveau de lignite.
 - Keuper inférieur :
 - Argiles grises et gypse, d'une épaisseur de 23 à 47 m (épaisseur habituelle de 30 m).
 - Couches de sel gemme avec des intercalations plus ou moins importantes de marnes salées.

Deux couches de sel gemme entrecoupées de marnes salées de 11 à 14 m d'épaisseur pour la première et au minimum de 15 mètres pour la seconde ont été rencontrées au niveau des sondages S1 et S2 (ouvrages ayant pénétré le plus profondément dans le gisement). Les autres sondages n'ont recoupé qu'une partie de la couche de sel gemme sur 6 à 12 m.

La totalité de la série salifère a été recoupée au niveau du sondage S1 avec une épaisseur totale de deux couches de sel gemme rencontrées de 53.5 m. Elle surmonte des marnes verdâtres et noirâtres.

Les terrains rencontrés au niveau du sondage S2bis (appelé puits n°2 sur les coupes données en annexe XIV) ne correspondaient pas à la succession précédemment décrite. Ils correspondaient à :

- environ 75 m d'argiles bigarrées du Keuper (Trias),
- environ 70 m de marnes avec gypse et sel du Keuper (Trias),
- Ce sondage aurait recoupé une faille vers 144 m de profondeur, sous laquelle environ 20 m de marnes pyriteuses attribuées au Lias ont été recoupés.

5.2.4 Description du gisement salifère du Keuper à Miserey-Salines

L'épaisseur du sel atteint au total plus de 50 mètres d'épaisseur au niveau du sondage S1. Le sel gemme a été rencontré à partir de 162 à 184 m de profondeur selon les sondages.

Le gisement présente localement un pendage Nord-Ouest/Sud-Est d'environ 15 à 20° Est relativement régulier. Les gisements présents au niveau des 4 concessions de mines de sel de la CSME ne sont pas continus: ils sont compartimentés par de nombreux accidents tectoniques.

D'après la carte géologique et les coupes réalisées par la S.A.F.R.E.P (cf. annexes XI et XIII), l'extension du gisement de Miserey-Salines serait limitée :

- A l'Ouest, par la faille de Miserey,
- A l'Est, la continuité des couches de l'anticlinal est mal connue. Le gisement semble s'approfondir. Son extension doit être limitée par la faille de Châtillon-le Duc.
- Vers le Sud, l'extension se poursuit le long de la faille de Miserey.
- Au Nord, le gisement exploité à Châtillon-le-Duc est probablement le même que celui exploité à Miserey. Les études géologiques effectuées privilégient la thèse d'une structure continue entre Miserey-Salines et Miserey : il s'agirait du même anticlinal qui présente des zones d'engorgement et de surélévation successives. Ainsi, les couches de sel gemme, compartimentées par de nombreuses failles, se correspondraient avec une diminution d'épaisseur (42 à 15 m) vers le Nord (Châtillon-le-Duc).

5.3 SYNTHESE

Le Périmètre de la concession minière de Miserey est situé au niveau des faisceaux plissés des Avants-Monts, compris entre deux massifs calcaires : le plateau calcaire de Besançon au Sud-Est (Plateau de Thise-Chailluz) et les Synclinaux de l'Ognon au Nord-Ouest.

Le gisement de sel identifié dans les concessions de Châtillon-le-Duc, Miserey-Salines, Pouilley-les-Vignes et Serre-les-Sapins appartient à un ensemble structural correspondant à des couches tectonisées, composées essentiellement de terrains marno- calcaires du Trias et du Lias peu perméables à disposition anticlinale. Les axes de ces anticlinaux présentent globalement la même direction (NE/SW).

Le gîte salifère de ces concessions, correspondant à des niveaux relativement continus mais très compartimentés de gypse et de sel, est localisé au niveau des terrains du Keuper inférieur (entre 162 et 184 mètres de profondeur au niveau des sondages d'exploitation de Miserey-Salines).

La perméabilité des terrains surmontant le gîte salifère au niveau des sondages d'exploitation de Miserey-Salines est globalement faible hormis quelques niveaux calcaires, gréseaux et dolomitiques davantage perméables (Calcaires à Bélemnites du Carixien, Calcaires à Gryphées du Sinémurien, Grès du Rhétien et « Dolomie inférieur » du Keuper moyen).

6. CADRE HYDROGEOLOGIQUE

6.1 HYDROGEOLOGIE REGIONALE

La région franc-comtoise présente des réservoirs aquifères nombreux et étendus dont les principaux types sont (cf. carte hydrogéologique régionale donnée en annexe XV) :

- Les formations calcaires karstiques du Jurassique et du Néo-Crétacé de forme tabulaire (plateaux) ou plissés (haute chaîne du Jura). Dans ces régions, le drainage est essentiellement souterrain et les bassins fermés couvrent de grandes surfaces. Seuls subsistent quelques cours d'eau à débit important, subissant des pertes dans les hautes vallées, alimentés par des résurgences de fort débit et de régime capricieux.
- Les alluvions quaternaires des vallées constituent les aquifères les plus sollicités (alluvions de la Saône, du Doubs, de l'Ognon, de la Seille).
- Le Grès vosgien, les calcaires du Muschelkalk, le grès du Rhétien de la bordure sud des Vosges comportent des couches aquifères exploitées ; les formations du Trias et du Jurassique de la bordure jurassienne comportent des réservoirs d'intérêt local ou domestique

La zone d'étude, telle que définie dans le chapitre 3, est située entre deux zones de plateaux calcaires karstiques, au niveau de zones marno-calcaires du Trias et du Lias constituant des ressources hydrologiques compartimentées.

6.2 HYDROGEOLOGIE LOCALE

Dans la zone d'étude (définie au niveau du chapitre 3) les rivières Doubs et Ognon constituent des drains majeurs des aquifères présents. Ils constituent ainsi les niveaux de base de ceux-ci, notamment des aquifères karstiques.

La limite hydrogéologique entre les eaux drainées par le Doubs et celle drainées par l'Ognon est déterminée par les affleurements des argiles du Lias, à environ 5-7 km au Nord de la vallée du Doubs. Cette limite hydrogéologique est visible sur la coupe hydrogéologique donnée en annexe 17 ainsi que sur la carte des circulations souterraines donnée en annexe 13.

D'après ces documents, le périmètre de la concession de Miserey est drainée par l'Ognon.

Le plan et la coupe hydrogéologique données en annexes 16 et 17 montrent l'existence de zones hydrogéologiques distinctes autour de la concession de Miserey :

- Zone des Avant-Monts du Jura, composée de formations marno-calcaires du Lias/Trias/Jurassique,
- Aquifères des calcaires du Jurassique,
- Nappe des alluvions de l'Ognon,
- Nappe des alluvions du Pliocène.

Ces formations sont décrites aux paragraphes suivants.

6.2.1 Aquifère de la zone des Avants-Monts

Cette zone, dont les limites approximatives au sein de la zone d'étude sont données en annexe 16, comporte des formations sédimentaires variées (calcaires, marneuses, dolomitiques ou gréseuses) allant du Trias au Quaternaire. La structure plissée et faillée limite le développement des aquifères.

Dans ces formations, les réseaux karstiques de forte perméabilité peuvent difficilement se développer. Les aquifères, subdivisés par les intercalations marneuses et compartimentés par la tectonique, sont localisés et de dimensions restreintes.

Des aquifères peuvent ainsi être présents en surface comme en profondeur au sein des niveaux suivants :

- Fort potentiel aquifère : terrains calcaires du Jurassique. Ces terrains affleurent à environ 500 m au Nord-Ouest des sondages d'exploitation de Miserey.
- Moyen à faible potentiel aquifère : terrains calcaires et gréseux du Trias et du Lias (terrains rencontrés au niveau des sondages d'exploitation de Miserey-Salines) :
 - « Calcaires à Bélemnites » du Carixien (8-10m) et « Calcaires à Gryphées » du Sinémurien (8-10 m),
 - Alternance de grès et marnes d Rhétien, constituant des niveaux moyennement productifs,
 - « Dolomie inférieure » du Keuper supérieur (10-15 m), constituant un aquifère relativement productif.

Ces terrains sont peu épais, plus ou moins argileux et séparés par des grandes épaisseurs de marnes très peu perméables.

Limites des bassins hydrogéologiques / Sens d'écoulement



Les circulations souterraines suivantes ont été mises en évidence au niveau de la zone des Avant-Monts à Miserey-Salines (cf. carte des circulations souterraines données en annexe 18) :

- *Perte de la Borne (notée D190 sur la carte)*

A l'Ouest de Miserey-Salines, les eaux du ruisseau de la Vallée, circulant sur les terrains marneux du Lias, se perdent au niveau des calcaires du Bathonien et viennent ressortir au niveau de la Fontaine de la Roche à Auxon-Dessus (parcours souterrain de 1,4 km et 27 km de dénivelé).

- *Perte de Seu (notée D191 sur la carte)*

A l'Ouest de Miserey-Salines, un écoulement souterrain a été montré entre la perte du Seu au niveau des calcaires du Bajocien et la Fontaine de la Roche à Auxon-Dessus (parcours souterrain de 1,85 km et 33 m de dénivelé). La vitesse d'écoulement des eaux mesurée lors du traçage était de 68 m/h.

Ces essais de traçage ne suffisent pas pour établir les limites précises des bassin hydrogéologiques.

L'étude du fonctionnement des aquifères adjacents à cette zone (traçages et études spécifiques) permet cependant de définir quelques limites hydrogéologiques (cf. annexe 18) :

- limite hydrogéologique au Nord-Ouest : l'Ognon, rivière drainant l'ensemble des aquifères de cette zone.

- limite hydrogéologique au Sud-Est de la zone constituée par les marnes du Lias, séparant les aquifères de la zone des Avant-Monts des aquifères karstiques du plateau de Besançon.

- limites hydrogéologiques au Nord-Est et au Sud-Ouest peuvent être établies pour des écoulements de surface (les marnes constituant des limites) mais pas pour des écoulements se produisant au niveau d'aquifères calcaires profonds et souvent captifs, notamment le long de failles. Cependant, la compartimentation importante des aquifères profonds limite les possibilités de transfert.

Caractéristiques hydrodynamiques

Des aquifères, libres comme captifs, sont présents dans cette zone en fonction de la nature et de l'épaisseur du recouvrement.

- *Calcaires du Jurassique* : les vitesses d'écoulement au sein de ces calcaires varient selon le degré de fracturation et de karstification des terrains. La vitesse mesurée au niveau des traçages effectués

entre Miserey-Salines et la Fontaine de la Roche à Auxon-Dessus (calcaires du Jurassique supérieur) est de 68 m/h (cf. point d'injection des traceurs noté D191 sur la carte donnée en annexe XVIII).

- *Calcaires et grès du Keuper et du Lias (Grès du Rhétien, Calcaires du Sinémurien, Dolomie inférieure du Keup et moyen)* : les vitesses d'écoulement au niveau de ces terrains ne sont pas connues mais doivent vraisemblablement être faibles en raison de leur faible extension.

Alimentations

Ces aquifères sont alimentés :

- en surface, directement par infiltration au niveau des zones d'affleurement de ces terrains (en général restreintes) et localement par la perte de cours d'eau (ruisseau de l'Epine à Miserey-Salines source du Charmil à proximité de Châtillon-le-Duc...etc).
- en profondeur, alimentation latérale possible se produisant à la faveur de failles depuis d'autres aquifères calcaires.

Connections avec d'autre aquifères

Des transferts latéraux d'eau souterraine sont possibles en profondeur, en bordure Nord et Nord-Ouest de la zone des Avant-Monts, vers les aquifères suivants :

- alluvions du Pliocène,
- alluvions de l'Ognon,
- calcaires du Jurassique supérieur (connection entre la zone des Avant-Monts et la vallée de l'Ognon par l'aquifère profond des calcaires du Jurassique supérieur démontrée par traçage entre Auxon-Dessus et Geneuille (point d'injection des traceurs noté D25 au niveau de l'annexe XVIII).

Exutoires des aquifères / Exploitation

Les exutoires connus de ces aquifères peu productifs correspondent à des sources plus ou moins sporadiques et non exploitées. Aux alentours de Miserey-Salines, il s'agit de la Fontaine de la Roche (résurgence du ruisseau de la Vallée), de la Fontaine de Noire Epine, de la Fontaine de Fremont (cf. localisation de ces sources en annexe III).

Vulnérabilité

Ces aquifères sont inégalement vulnérables par rapport à d'éventuelles contaminations de toute nature :

- les terrains calcaires karstifiés sont vulnérables, les zones concernées étant de faible étendue,



- le degré de vulnérabilité des terrains calcaires non karstifiés, à priori faible, est essentiellement lié à leur degré de fissuration ainsi qu' à leur positionnement par rapport aux sources de pollution et aux failles.

L'extension limitée et la compartimentation de ces terrains les rend globalement moyennement à peu vulnérables.



Qualité des eaux

Les eaux circulant au niveau des aquifères calcaires du secteur sont de type bicarbonaté calcique.

Aucune donnée concernant la qualité des eaux des aquifères de ce secteur n'est disponible.

6.2.2 Aquifères karstiques des calcaires du Jurassique

Les formations sédimentaires du Jurassique comportent de nombreuses séries calcaires, parmi lesquelles les deux plus importantes en tant que ressources en eau sont les calcaires du Jurassique moyen (Bajocien-Bathonien) et les calcaires du Jurassique supérieur (Oxfordien moyen).

Il s'agit de deux puissants ensembles de calcaires fissurés reposant sur une formation marneuse, imperméable, épaisse de plusieurs dizaines de mètres, représentée par les marnes du Lias supérieur (Aalénien-Toarcien) pour le premier et par les marnes de l'Oxfordien pour le second.

Ces calcaires sont le siège de circulations d'eau de type karstique, en relation le plus souvent avec des gouffres, des entonnoirs, des dolines qui parsèment les plateaux. A la faveur de la topographie, du pendage des couches et de la présence d'un horizon imperméable à la base, l'eau s'écoule vers des résurgences ou exurgences, à débit parfois important mais toujours très variable, en relation étroite avec la pluviométrie, à la base des plateaux calcaires.

Ces formations calcaires constituent des aquifères :

- particulièrement développés au Sud de la zone des Avant-Monts, ces aquifères étant présents en bordure Est et Sud-Est de la concession de Miserey.
- moyennement à peu développés au Nord de la zone des Avant-Monts (calcaires du Jurassique supérieur situés en profondeur), ces aquifères étant distants d'environ 1 km au Nord-Ouest de la concession de Miserey.
- Peu développés au niveau de la structure plissée et faillée des Avant-Monts (aquifères localisés et de dimensions restreintes : cf. partie V.2. 1).

6.2.2.1 Aquifères karstiques des calcaires du Jurassique

Les limites approximatives de ces aquifères karstiques, au sein de la zone d'étude, sont données en annexe XVI

Limites des bassins hydrogéologiques

En région karstique, la circulation des eaux souterraines correspond rarement à la surface topographique ce qui pose le problème de la délimitation des bassins versants. Seuls les traçages effectués dans la zone permettent de définir des directions de circulation.

Les principales directions d'écoulement des eaux déterminées par traçage sont données en annexe XVIII.

Dans les alentours de Besançon, on peut ainsi définir les principaux bassins versants suivants:

- Bassin versant de Thise-Chailluz (dont le fonctionnement a été étudié lors d'une thèse, par Abdelgader, 1994)
- Bassin versant de Pirey /Avanne/Grandfontaine avec, dans le secteur proche de la concession de Miserey :
 - les pertes de la Chevreuse et chez Brunneau (notée 092 et 0117 en annexe XVIII) en lien avec la résurgence d'Ecole et la grotte de la voie ferrée (notée D116 en annexe XVIII),
 - traçage effectué entre la grotte de la voie ferrée et la résurgence d'Ecole,
 - la perte du Moulin à Pirey (notée D235 en annexe XVIII), située sur le bassin d'alimentation de la résurgence d'Avanne.

Ces bassins versants présentent des limites hydrogéologiques communes:

- Limite NW constituée par les marnes du Keuper et par la faille de Tallenay qui les met en contact avec les terrains du Bathonien et du Bajocien.
- Limite Sud du bassin limité par les marnes oxfordiennes de la vallée du Doubs à partir desquelles la nappe libre devient captive.
- Limite commune près de St Claude déterminée par traçages.

Le bassin versant de Thise-Chailluz est également limité au Nord-Est par la faille de Braillans (orientée NW-SE).

Caractéristiques hydrodynamiques

Les vitesses d'écoulement au sein des calcaires varient selon le degré de fracturation et de karstification des terrains. Elles peuvent atteindre 8 à 6000 m/h suivant le niveau de développement des karsts.

Les vitesses d'écoulement mesurées sont comprises:

- entre 8 et 185 m/h, au niveau du bassin versant de Thise-Chailluz,
- entre 10 et 62 m/h, au niveau du bassin versant de Pirey/Avanne/Grandfontaine.

L'aquifère de Thise-Chailluz correspond à un karst noyé libre dans la plus grande partie du bassin versant et captif vers la vallée du Doubs sous les marnes oxfordiennes. Les systèmes karstiques étudiés présentent une réserve faible et un drainage développé (systèmes de la Mouillère et du Trébignon),

Certaines zones à forte densité de fracturation présentent une orientation transverse aux failles importantes (cf. carte de fracturation du secteur de Besançon en annexe XVIII).

L'alignement des dolines donne deux directions principales: l'une concorde avec la direction de la fracturation, l'autre avec la direction des grands accidents.

Piézométrie

Le bassin versant de Thise-Chailluz présente une zone de diffluence entre les écoulements à l'Ouest vers la source de la Mouillère (centre ville de Besançon) et à l'Est vers la source du Trébignon (Thise). En période de basses eaux, la source de la Mouillère draine toutes les eaux par le système de failles dirigé NE-SW en formant ainsi un système de « rivière souterraine ».

Le bassin versant de Pirey/Avanne/Grandfontaine présente des directions d'écoulements Nord-Sud et Nord-Est/Sud-Ouest.

Alimentation

Ces aquifères sont alimentés directement par infiltration à partir des grandes surfaces calcaires des plateaux ainsi que par la perte de cours d'eau en surface (ruisseau du Moulin à Pirey, fontaine de Tallenay ...etc).

Connections avec d'autres aquifères

Une grande partie des écoulements karstiques est drainée au Sud par le Doubs et alimente donc la nappe alluviale du Doubs.

Exutoires des aquifères/Exploitation

Les résurgences de ces aquifères sont situées en bordure des plateaux calcaires, les plus importantes étant localisées le long de la vallée du Doubs.

Certaines de ces résurgences sont exploitées pour l'alimentation en eau potable, industrielle ou domestiques. Sur le tableau suivant, sont indiquées les résurgences captées mais aussi celles présentant des débits élevés et/ou très proches de la zone d'étude (cf. annexes XVIII et XX pour la localisation de ces ouvrages) :

Nom du Captage	Localisation	Débits moyens ou débits prélevés	Utilisation
Bordures Sud et Est des Plateaux calcaires			
Source Parets	Thise	27600 m ³ /an	Eau potable
Source du Trébignon		75 l/s-intermittente	Aucun usage
Forages de Thise-Chailluz		1086200 m ³ /ans	Eau potable
Puits de Novillars	Novillars	632200 m ³ /ans	

Nom du Captage	Localisation	Débits moyens ou débits prélevés	Utilisation
Puits papeterie	Novillars	676300 m ³ /an	Eau potable
Forage Montoillotte	Vaire-le-Petit		
Source du Coignier	Chalezeule	400 m ³ /an	
Source	Ecole-Valentin		Eau domestique
Puits	Besançon		Eau industrielle
Puits			
Source de la Mouillète		0.7 m ³ /s	Aucun usage
Bordure Nord des plateaux calcaires			
Source Marotte	Vieilley	50500 m ³ /ans	Eau potable
Fontaine aux Fées			
Source Banneret	Mérey- Vieilley		
Source Pierre Bise	Marchaux	52400 m ³ /ans	
Source Essarts Daniel			
Source Bois de la cote	Venise	35000 m ³ /ans	
Source du Château	Devecey	1,35 l/s (le 08/08/67)	Eau domestique
Source du Maire		0,61 l/s (le 08/08/67)	
Source de l'Auge	Châtillon-le-Duc	Temporaire et faible	Pas d'usage

Vulnérabilité

Ces aquifères sont très vulnérables par rapport à d'éventuelles contaminations de toute nature en raison de la perméabilité à grande échelle des terrains encaissants ainsi que du fait d'un écoulement rapide associé à une filtration réduite. Le degré de vulnérabilité est essentiellement lié au degré de fissuration et de karstification des calcaires.

Qualité des eaux

Les eaux circulant au niveau des aquifères calcaires du secteur sont de type bicarbonaté calcique avec des teneurs en éléments issus de l'aquifère (HCO_3 , Ca, Mg) qui augmentent en étiage et diminuent en période de crue.

Les teneurs moyennes en Chlorures et en Sodium relevées de février 1991 à août 1992 au niveau de la source de l'Auge (source située au pied des plateaux calcaires à Châtillon-le-Duc) sont respectivement de 23,2 mg/l et de 12 mg/l (Abdelgader, 1994). Ces teneurs restent très inférieures aux normes de potabilité fixées respectivement à 250 et 200 mg/l.

6.2.2.2 Aquifère des calcaires du Jurassique supérieur au Nord de la zone des Avant-Monts

Les limites approximatives de cet aquifère karstique, au sein de la zone d'étude, sont données en annexe XVI.

Limites des bassins hydrogéologiques

La circulation souterraine suivante a été mise en évidence dans les environs de Miserey-Salines au niveau des terrains du jurassique supérieur :

- *Perte d'égoûts (notée D25 sur la carte en annexe XVIII)*

Il s'agit d'une perte au niveau des calcaires du Jurassique supérieur dont la résurgence est située au niveau de deux fontaines situées à Geneuille, au niveau de la vallée de l'Ognon (parcours souterrain de 2,5 km et 22 à 35 m de dénivelé).

Ces informations sont insuffisantes pour définir des bassins versants individualisés.

Caractéristiques hydrodynamiques

Cet aquifère n'affleure quasiment pas dans les alentours de la zone d'étude. Il doit être localement captif dans les zones où les alluvions anciennes et récentes de l'Ognon et les alluvions pliocènes sont épaisses. La vitesse mesurée au niveau du traçage effectué entre Châtillon-le-Duc et Chevroz est de 44m/h, ce qui correspond aux vitesses d'écoulement habituellement mesurées dans la région (cf. point d'Injection des traceurs noté D91 sur la carte donnée en annexe XVIII).



Alimentation / connections avec d'autres aquifères

Cet aquifère étant plus ou moins masqué par les alluvions du Pliocène, il est alimenté :

- directement ou par drainance des alluvions du Pliocène,
- par la perte de cours d'eau en surface (perte des égoûts à Auxon-Dessus),
- latéralement, par contact avec les niveaux aquifères calcaires compartimentés de la zone des Avant-Monts.

Les calcaires du Jurassique supérieur constituent le substratum des alluvions de l'Ognon dans le secteur d'étude et participent localement, par drainance, à l'alimentation de la nappe alluviale.

Exutoires de l'aquifère

Les exutoires connus de cet aquifère sont situés le long de la vallée de l'Ognon (source du village à Chevroz, sources de Champagny et de la papeterie à Geneuille). Leur localisation est donnée en annexe XVIII. L'eau issue de ces résurgences n'est pas utilisée.

Vulnérabilité

Ces aquifères sont vulnérables par rapport à d'éventuelles contaminations de toute nature à la pollution en raison de la perméabilité à grande échelle des terrains encaissants ainsi que du fait d'un écoulement rapide associé à une filtration réduite. Le degré de vulnérabilité de ces aquifères est essentiellement lié au degré de fissuration et de karstification des calcaires mais aussi à l'épaisseur des recouvrements alluvionnaires.

Qualité des eaux

Les eaux circulant au niveau des aquifères calcaires du secteur sont de type bicarbonaté calcique et généralement de bonne qualité physico-chimique bien que d'une forte dureté.

Aucune donnée précise sur la qualité des eaux issues de cet aquifère n'est disponible.

6.2.3 Aquifère des alluvions de l'Ognon

Les limites approximatives de cet aquifère, au sein de la zone d'étude, sont données en annexe XVI.

Cet aquifère est constitué par les alluvions modernes de l'Ognon sous forme de graviers siliceux d'origine vosgienne et argile-calcaires à proximité des zones d'affluents :

- recouvrement argilo-limoneux de 1 à 3 m d'épaisseur continu,
- sables, graviers et galets épais de 3 à 5 m,
- marne-calcaires du jurassique supérieur constituant le substratum.



Géométrie du réservoir

L'extension latérale du réservoir aux environs de Miserey-Salines n'apparaît pas clairement en raison de la présence de terrasses argileuses. Elle est de manière générale étroite (< 1 km).

L'épaisseur du réservoir correspond à celle des alluvions grossières sable-graveleuses de la basse plaine alluviale généralement inférieure à 8 mètres (de 2 à 5 mètres sur la zone d'étude).

Caractéristiques hydrodynamiques

La nappe qui imprègne les sables, graviers et galets est confinée sous la couverture argile-limoneuse.

Elle est généralement en charge.

La perméabilité de cet aquifère est très variable, généralement comprise entre 10^{-4} et 10^{-2} m/s. Dans le secteur de Geneuille, une valeur de 5.10^{-3} m/s a été mesurée.

Piézométrie

Les courbes isopièzes de la nappe établies en avril 1973 en période de hautes eaux montrent les éléments suivants :

- les courbes isopièzes se développent parallèlement aux versants, ce qui traduit à la fois une alimentation latérale de la nappe par l'eau issue des coteaux calcaires et un drainage par la rivière.
- les variations piézométriques sont inférieures à 1m (d'après deux relevés).

Alimentation

Cet aquifère est alimenté :

- par l'eau issue des coteaux calcaires,
- par alimentation directe,
- périodiquement par l'Ognon,
- par drainance depuis l'aquifère des calcaires du Jurassique supérieur.

Connections avec d'autres aquifères

Des transferts d'eau souterraine depuis cet aquifère sont possibles vers les aquifères suivants :

- alluvions du Pliocène, par infiltration vers des horizons sableux.
- calcaires du Jurassique supérieur, par infiltration vers des zones d'écoulement préférentiel.

Exploitation

La nappe alluviale de l'Ognon est exploitée pour l'alimentation en eau potable de nombreuses

Nom du captage	Localisation	Volume capté en m ³ /par	Utilisation
Puits du Marot (4 puits)	Châtillon-le-Duc	1 183 600	Eau potable
Puits petite glère	Emagny	61 700	
Puits	Chevigney-sur-l'Ognon	19 600	

Un plan de localisation de ces captages est donné en annexe XX.

Vulnérabilité

Cet aquifère est relativement vulnérable par rapport à d'éventuelles contaminations de toute nature. Cette vulnérabilité peut localement varier suivant la perméabilité des terrains et l'épaisseur du recouvrement limoneux.

Qualité des eaux

Des teneurs en Fer et en Manganèse très élevées sont mesurées ce qui implique un traitement par déferrisation au niveau de certains captages d'eau potable. Le fer contenu dans la nappe alluviale a pour origine la mise en solution du métal contenu dans les roches constituant le réservoir alluvial. La pollution organique ou bactériologique mise en évidence localement est due au non respect ou à l'absence de périmètres de protection.

Les analyses réalisées au niveau des puits de Geneuille et d'un des puits d'alimentation en eau potable de Châtillon-le-Duc (puits faisant l'objet d'un suivi par l'Agence de l'Eau) depuis 1996 montrent

- une qualité de l'eau globalement bonne et qui s'est améliorée depuis 2001, pour les paramètres Fer et Manganèse, particules en suspension et microorganismes,
- une minéralisation peu accentuée (conductivité des eaux comprise entre 300 et 450 µS/cm) . Les teneurs en Chlorures et Sodium sont peu élevées (respectivement inférieures à 15 mg/l et 5 mg/l),

6.2.4 Aquifère des alluvions du Pliocène

Les limites approximatives de cet aquifère, au sein de la zone d'étude, sont données en annexe XVI.

Cet aquifère, distant d'environ 1,5 km au Nord-Ouest de la concession de Miserey, couvre une zone s'étendant entre la zone des faisceaux plissés des Avant-Monts et la vallée de l'Ognon. Il est constitué par des argiles, des silts, des sables plus ou moins argileux avec, localement, des intercalations de niveaux graveleux.

Géométrie du réservoir

Les dépôts pliocènes apparaissent à Geneuille et se développent en aval, essentiellement en rive gauche de l'Ognon, jusqu'à Pesmes. En aval de Pesmes et jusqu'au confluent, ils occupent tout le bassin versant et constituent le substratum des alluvions récentes de l'Ognon.

L'extension latérale de cet aquifère aux environs de Geneuille est d'environ 3-4 km.

Cet ensemble, épais de plusieurs dizaines de mètres, est caractérisé par une sédimentation lenticulaire qui se traduit par des variations de faciès constantes, tant verticalement que latéralement. Les niveaux les plus grossiers sont aquifères.

Caractéristiques hydrodynamiques

La nappe qui imprègne les niveaux alluviaux grossiers est libre.

La perméabilité de cet aquifère est de l'ordre de 10^{-4} m/s. Dans le secteur de Ruffey-le-Château, une transmissivité de 10^{-3} m²/s a été mesurée.

Piézométrie

Aucune carte piézométrique n'a été établie pour cet aquifère. Le sens d'écoulement dans les environs du secteur d'étude est vraisemblablement dirigé des coteaux marno-calcaires vers l'Ognon.

Alimentation

Cet aquifère est alimenté directement mais aussi latéralement depuis les coteaux calcaires.



Connections avec d'autres aquifères

Cet aquifère est susceptible d'être en contact avec les aquifères suivants :

- les calcaires du Jurassique,
- les alluvions de l'Ognon (alluvions récentes et anciennes).

Des transferts peuvent donc se produire au niveau des zones de contact entre ces aquifères dans le cas où les alluvions du Pliocène sont suffisamment perméables.

Exploitation

La nappe alluviale du Pliocène est exploitée pour l'alimentation en eau potable en aval de la zone d'étude au niveau de la commune de Courchapon (située à environ 20 km à l'Ouest de Miserey-Salines) entre 15 et 40 m de profondeur sous les alluvions quaternaires.

Dans les environs de Miserey-Salines, seul un captage d'eau au niveau de cet aquifère est exploité :

Nom du captage	Localisation	Volume capté en m3/an	Utilisation
Source St Symphorien	Chaucenne	43 400	Eau potable

La source St Symphorien serait également alimentée par des arrivées d'eau de nature karstique provenant des calcaires du Jurassique constituant le substratum de cet aquifère.

Vulnérabilité

Cet aquifère, présentant des variations de faciès importantes, est plus ou moins vulnérable par rapport à d'éventuelles contaminations de toute nature suivant la perméabilité des terrains.

Qualité des eaux

Des teneurs en Fer très élevées sont mesurées au niveau de certains captages d'eau potable ce qui nécessite une déferrisation.



Les analyses réalisées au niveau de la source St Symphorien à Chauenne (puits faisant l'objet d'un suivi par l'Agence de l'Eau) de 1997 à 1999 montrent une minéralisation peu accentuée (conductivité des eaux d'environ 450 μ S/cm). Les teneurs en Chlorures et Sodium sont peu élevées (respectivement inférieures à 6 mg/l et 4 mg/l).

6.3 RESEAU HYDROGRAPHIQUE

La zone d'étude est limitée par deux vallées de nature différente, l'Ognon au Nord et le Doubs au Sud, deux affluents de la Saône. Une carte permettant de visualiser le contexte hydrographique régional est donnée en annexe VI.

L'Ognon est une rivière à faible pente qui serpente dans une large plaine parsemée de dépôts fluviatiles au-delà du lit majeur actuel. Il s'agit d'une vallée à caractère sénile, installée dans une zone synclinale relativement stable.

Le Doubs entaille de façon irrégulière l'anticlinal de la Citadelle dans lequel ses méandres sont fort souvent encaissés. En plusieurs points, il atteint le plateau (Thise, Besançon, Avanne, Thoraise). Les méandres abandonnés témoignent de déformations plus ou moins récentes, confirmant l'impression de jeunesse relative de la vallée, due au relief structural de ses versants et à sa pente.

Le tracé des bassins versants hydrogéologiques transmis par la DIREN Franche-Comté montre que la concession de Miserey est entièrement située au niveau du bassin versant de l'Ognon (cf. carte donnée en annexe VI).

6.3.1 Hydrologie du bassin versant de l'Ognon

Entre la bordure méridionale du massif vosgien où elle prend sa source (Ballon de Servance-71) et la Saône où elle se jette après un parcours de 215 km, la rivière Ognon présente un allongement pseudorectiligne de direction NE/SW à E-NE/W-SW, sauf à l'aval de Pesmes où elle oblique vers le NW pour rejoindre la Saône.

Sur la plus grande partie de son parcours, l'Ognon coule dans une « gouttière » synclinale limitée :



- en rive gauche, par une ligne de reliefs correspondant à la terminaison septentrionale des Avant-Monts du Jura, marquée par un important accident tectonique chevauchant : la faille de l'Ognon,
- en rive droite, par une structure monoclinale représentant la bordure des plateaux de Haute-Saône.
Le bassin versant total de la rivière s'étend sur 2 075 km², au niveau des départements du Territoire de Belfort, de la Haute-Saône, du Doubs, du Jura et de la Côte d'Or.

La superficie du bassin versant de l'Ognon au niveau du département du Doubs est de 470 km².

Classé en 2^{ème} catégorie piscicole, l'Ognon est une rivière de grande qualité écologique et paysagère, notamment en raison de la présence de milieux humides riches en faune et flore.

L'Ognon reçoit de nombreux affluents drainant une partie importante (les 2/3) de l'interluve où ils ont pu établir leur cours sur les marnes du Lias. Au Sud de la ligne de partage des eaux entre l'Ognon et le Doubs, le drainage est en grande partie souterrain : des vallées sèches aboutissant au Doubs sont localement empruntées par des ruisseaux dont les eaux disparaissent dans des pertes.

Les principaux affluents de l'Ognon au Nord-Ouest de Besançon présentent les caractéristiques suivantes (d'amont en aval) :

	Superficie du bassin versant (km²)	Linéaire (km)	Pente moyenne (‰)
Ruisseau de Bonnay	3	1,8	8
Ruisseau d'Auxon (ou des Moulins)	12,6	6	4,4
La Lanterne	31	12,5	4,3
Le ruisseau de Recologne	76	19,3	2

La concession de Miserey est située à cheval entre :

- le bassin versant de la Lanterne drainant la partie Sud-Ouest de la concession,
- le bassin versant du ruisseau d'Auxon, issu de la Fontaine de la Roche qui est une résurgence alimentée par les pertes se produisant au niveau de Miserey-Salines (notamment perte du ruisseau de la Vallée, proche des sondages d'exploitation de Miserey-Salines).

6.3.2 Données de débits



Les données hydrologiques de synthèse concernant les débits de l'Ognon au niveau de Chevigney-sur-l'Ognon sur la période 1968-2000 sont les suivantes:

- Débit moyen de 28,4 m³/s,
- Les débits moyens mensuels sont donnés ci-après :

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Débits (m ³ /s)	45,4	50,7	38,6	34,4	27,0	17,6	12,1	8,3	9,1	21,0	31,4	46,3

- Débit de basses eaux : fréquence biennale : 5,4 m³/s - fréquence quinquennale : 3,7 m³/s
- Les débits de crues sont donnés ci-après :

Fréquence	Débits journaliers en m ³ /s	Débits instantanés en m ³ /s
Biennale	180	190
Quinquennale	250	260
Décennale	290	310
Vicennale	330	350
Cinquantennale	380	410

Le débit instantané maximal de l'Ognon mesuré au niveau de la station de Chevigney-sur-l'Ognon est 346 m³/s (27/05/1983).

Aucune donnée hydrologique de synthèse n'est disponible au niveau des affluents rive gauche de l'Ognon aux alentours de la zone d'étude.

6.3.3 Qualité des eaux

La qualité des eaux de l'Ognon est régulièrement suivie par la DIREN de Franche Comté dans le cadre du Réseau National de Bassin et du Réseau complémentaire de Bassin au niveau de Servance, des Aynans (en aval de Lure), de Beaumotte-Aubertans et de Pesmes, en amont de la confluence avec la Saône.

La qualité de l'Ognon est caractérisée par :

- une pollution bactériologique importante et généralisée (due aux rejets domestiques provenant de la partie amont et moyenne du bassin versant),

- une assez bonne qualité au regard des matières organiques et oxydables et des paramètres de l'azote (hors nitrates) et du phosphore. D'une façon générale, depuis ces vingt dernières années, on n'enregistre pas d'évolution sensible des paramètres physico-chimiques au niveau des eaux de l'Ognon. La conductivité de l'eau est modérée à assez forte ce qui traduit une minéralisation quasi-normale pour la région.

- des problèmes ponctuels de déficits en oxygène dissous,
- une eutrophisation modérée.

Au niveau de la zone d'étude, l'objectif de qualité fixé (bonne qualité) est respecté en faisant abstraction de la qualité bactériologique.

Bien que la plupart des affluents rive gauche soit nettement altérée, leur impact sur la qualité physicochimique de l'Ognon ne se fait pas nettement ressentir, compte tenu de la forte capacité d'assimilation de la rivière.

Les affluents rive gauche de l'Ognon étudiés en 1991 et en 2000 (ruisseau de Bonnay, d'Auxon, de Recologne et la Lanterne), présentaient quant à eux une qualité médiocre à mauvaise liée notamment à des teneurs importantes en azote et en phosphore (cf. localisation de ces ruisseaux en annexe VI).

Ils présentaient des eaux généralement assez fortement minéralisées avec des conductivités comprises entre 500 et 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La conductivité mesurée au niveau du ruisseau d'Auxon (drainant la zone des sondages de la concession de Miserey) a diminué entre 1991 et 2000, de 800 à 500-600 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Des mesures de conductivité ont été réalisées en juillet 2005 au niveau des ruisseaux voisins des sondages de reconnaissance et d'exploitation de l'ensemble des concessions de sel gemme appartenant à la Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est.

Les mesures effectuées sur les ruisseaux de la Vallée et de l'Epine ainsi que leurs affluents dans les environs proches (rayon de 500 m) et jusqu' à 2,5 km en aval des sondages d'exploitation et de reconnaissance de Miserey-Salines ont montré :

- des valeurs de conductivité variant de 1033 à 1167 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au niveau du ruisseau L'Epine, valeurs légèrement supérieures à celles rencontrées au niveau des affluents rive gauche de l'Ognon, correspondant à des eaux fortement minéralisées (cf. résultats en annexe XXI). Aucune variation significative des valeurs de conductivité des eaux n'a cependant été notée dans les alentours proches des sondages de Miserey-Salines-Salines.

- des valeurs de conductivité variant de 660 à 793 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au niveau du ruisseau de la Vallée et du petit ruisseau rejoignant L'Epine, en amont de la confluence ruisseau de la Vallée/L' Epine, valeurs couramment rencontrées au niveau des affluents rive gauche de l'Ognon, correspondant à des eaux moyennement à fortement minéralisées (cf. résultats en annexe XXI). Aucune variation significative des valeurs de conductivité des eaux n'a été notée dans les alentours proches des sondages de Miserey-Salines-Salines. En aval de la confluence entre les ruisseaux de la Vallée et L'Epine, les valeurs de conductivité étaient comprises entre 1000 et 1250 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui correspond aux valeurs de conductivité mesurées au niveau du ruisseau L'Epine.

Il est à noter que les valeurs de conductivité des eaux de la Fontaine de la Roche (résurgence du ruisseau de la Vallée), donnant naissance au ruisseau d'Auxon, sont comprises entre 723 et 865 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valeurs couramment rencontrées au niveau des affluents rive gauche de l'Ognon, correspondant à des eaux moyennement à fortement minéralisées et inférieures à la valeur mesurée juste avant la perte du ruisseau de la Vallée (1246 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

6.3.4 Usages de l'eau

Les usages des eaux de l'Ognon dans le secteur d'étude sont :

- activités nautiques: baignade, canoë-kayak, rafting, hydrospeed (sur tout le cours de l'Ognon),
- pêche à la ligne,
- hydroélectricité. De nombreux seuils et ouvrages qui sont plus ou moins utilisés aujourd'hui témoignent d'une activité hydraulique bien développée dans le passé.

Les usages de l'eau des affluents de l'Ognon rive gauche sont essentiellement liés à la pêche.

6.4 SYNTHÈSE – DELIMITATION DES ZONES SENSIBLES SELON LA VULNERABILITE DES EAUX

La concession de Miserey est située au niveau d'une zone hydrogéologiquement complexe comportant de nombreux réservoirs d'importance diverse.

Les limites hydrogéologiques de cette zone sont constituées par :

- Au Nord et Nord-Ouest, l'Ognon, constituant une rivière drainante de l'ensemble des aquifères présents au Sud,
- Au Sud-Est, limite hydrogéologique située en bordure du Plateau de Thise-Chailluz entre les marnes et les calcaires du Jurassique démontrée par des traçages,
- Au Sud-Ouest et l'Ouest, limite hydrogéologique plus floue constituée par les formations marneuses du Lias séparant cette zone des calcaires du Jurassique s'ennoyant sous la vallée du Doubs.

Suivant les données disponibles concernant l'hydrologie et l'hydrogéologie de la zone d'étude, plusieurs zones sensibles vis-à-vis d'éventuelles contaminations de toute nature peuvent être définies :

- Nappe des alluvions de l'Ognon, constituant le drain de la plupart des aquifères du secteur d'étude et captée pour des usages d'eau potable.
- Cours d'eau drainant le secteur de Miserey-Salines (Ruisseaux de la Vallée, de l' Epine et d'Auxon, l'Ognon),
- Nappe des alluvions du Pliocène, captée pour des usages d'eau potable.

6.5 RECHERCHE DE LA PRESENCE DE NAPPES SALEES D'ORIGINE NATUREL

Il est entendu par nappe salée un aquifère de saumure saturée formé par dissolution au toit d'un gisement salifère.

6.5.1 Fonctionnement d'une nappe salée

L'existence d'une nappe salée requiert la conjonction de quatre éléments:

- une zone d'alimentation d'eau douce,
- un gisement de sel et une zone de circulation,
- un exutoire pour les eaux salées,
- un gradient hydraulique entre la zone d'alimentation et l'exutoire.

Dans un contexte naturel, la zone d'alimentation peut être constituée soit par l'affleurement d'une couche perméable drainant les eaux superficielles vers les couches de sel, soit par un réseau de fractures affectant les niveaux géologiques situés au-dessus du sel.

Les exutoires sont de la même nature que les zones d'alimentation, mais généralement constitués par des fractures.

Un gradient hydraulique entre la zone d'alimentation et les exutoires est absolument nécessaire pour assurer le drainage des saumures produites par la dissolution du sel sans quoi ces saumures stagnent au contact du sel et protègent le gisement. Il est à noter que ce gradient doit être d'autant plus important que les couches de sel sont profondes, de façon à vaincre les différences de densité entre les eaux douces (densité 1) et les saumures (densité 1 à 1,2 1). Cette différence de densité induit par ailleurs une dissolution préférentielle vers l'amont pendage, l'aval pendage de la nappe étant baigné de saumure saturée dense et ainsi protégé de la dissolution.

6.5.2 Description schématique d'une nappe salée

Au contact des niveaux de sel les plus superficiels, les eaux douces infiltrées dissolvent ces formations en constituant des chenaux de circulation préférentielle. Ce réseau de chenaux anastomosés, de quelques décimètres de largeur et de hauteur, n'est pas figé. En effet, dès qu'un chenal est trop large, pour rester stable, il se referme et un nouveau chenal se forme. Ainsi, le volume de vide constituant une nappe salée est relativement limité car ces vides se referment au fur et à mesure qu'ils se créent, par effondrement de la voûte des chenaux.

L'extension d'un tel réseau peut être très variable, de quelques décamètres à plusieurs kilomètres.

6.5.3 Phénomènes attestant de la présence d'une nappe salée

Plusieurs phénomènes peuvent attester de la présence d'une nappe salée sans être exclusifs ni Exhaustifs :

- Présence d'exutoires salés naturels (sources salées connues, voire exploitées par le passé pour la production de sel),
- Subsidence localisée des terrains de surface,
- Rencontre de vides, de couches déstructurées ou de saumure au toit des premières couches de sel dans les forages,
- Indice supplémentaire; type d'attribution de la concession : à Miserey, il s'agit d'une concession de mine de sel gemme et pas de l'exploitation d'une source salée.

6.5.4 Recherches des éléments pouvant attester de la présence d'une nappe salée naturelle à Miserey-Salines

Trois sources d'eau salée sont mentionnées dans les documents d'archives datant du XIX^{ème} siècle (cf. localisation de ces sources en annexe XXII) :

- Source d'eau salée au niveau de la commune d'Audeux, à proximité de la vallée du ruisseau de Noiron, correspondant à des circulations d'eau au niveau des marnes du Toarcien.

Cette source est mentionnée dans un rapport de M. Mille adressé à M. M. Chalandre, administrateur des salines de l'Est le 18 juin 1868 ; « ...toutefois j'ai trouvé dans la commune d'Audeux au point D du plan général ci-joint une source d'eau salée indiquant 2°B et contenant 1% de sel. ».

Cette source a été recherchée lors d'une visite de terrain en décembre 2004 sans résultat.

- Source d'eau salée située au Nord-Est de Champvans, au niveau des grès et argiles du Rhétien. Cette source est mentionnée dans un rapport de M. Henry, Ingénieur des Mines adressé à M. de Saint Paul le 19 mars 1872 ; « Or ces parcelles [n°270, 271, 272 et 273 de Champvans] contiennent une source réputée saumâtre dans le pays, mais dont la salure n'est pas sensible. ».

Lors d'une visite de terrain effectuée en décembre 2004, une arrivée d'eau alimentant un bassin, supposée correspondre à cette ancienne source d'eau salée, a été trouvée au niveau du restaurant « La Source », situé en bordure de la route départementale n°70. L'analyse de l'eau contenue dans ce bassin a montré une teneur en Chlorures de 24 mg/l, correspondant à une eau peu saline (cf. rapport d'analyse donné en annexe XXII).

- un écoulement d'eau salée, identifié lors de l'exploitation de gypse en galerie à Champvans, au niveau des affleurements de Keuper. Le puits exploitant la même substance minérale, situé à quelques centaines de mètres au Sud-Est n'a par contre rencontré aucun suintement salé.

Cette source est mentionnée dans un rapport de M. Mille adressé à M. M. Chalandre, administrateur des salines de l'Est le 18 juin 1868 : « En outre, la galerie de M. Bourcey donne écoulement à de l'eau qui par moment est saumâtre et que les bestiaux préfèrent à toutes les autres à cause du sel qu'elle renferme. ».

En conclusion, une ou plusieurs nappes d'eau salée naturelle ont pu exister avant l'exploitation du sel autour de Miserey-Salines à distance des sondages d'exploitation mais leur existence ne peut être démontrée pour les raisons suivantes :

- aucun indice significatif (arrivée d'eau salée, vides, couches déstructurées, saumure au toit du sel) n'a été mentionné lors des travaux de sondage effectués aux alentours de



Miserey-Salines, notamment au contact des failles. Seules deux arrivées d'eau douce ont été constatées à 7 mètres de profondeur au niveau du puits n°2 et entre 11 et 15 m de profondeur au niveau du sondage S2.

- Aucun mouvement significatif de subsidence n'a été mis en évidence par les mesures de nivellement effectuées aux alentours des puits de Miserey depuis 1984 (cf. annexe XXIII), ce qui est conforté par l'absence de signalement de la part de la commune. Seules des fissures sont apparues au niveau de l'autoroute A36, à proximité du péage de Besançon Nord, qui sont probablement dues à des circulations d'eau sous le talus liées à la présence de remblais grossiers (passage d'une canalisation) dans ce secteur (cf. paragraphe VIII. 1.6).

- certaines arrivées d'eau salée mentionnées par le passé n'ont pas été retrouvées. De plus, les analyses réalisées sur la source d'eau salée retrouvée (supposée correspondre à une ancienne source d'eau salée située à Champvans) montrent que les eaux issues de cette source ne sont actuellement pas chargées en sel.



6.6 IMPACT DES TRAVAUX MINIERES SUR LE REGIME ET LA QUALITE DES EAUX DE TOUTE NATURE

6.6.1 Impact sur les eaux souterraines

6.6.1.1 Possibilités de circulation d'eau dans les ouvrages

Description des sondages de reconnaissance et d'exploitation

Six sondages de recherche du gisement salifère ont été forés dans le périmètre de la concession de Miserey, dont cinq ont été exploités par dissolution entre 1874 et 1967.

Les caractéristiques de ces ouvrages qui ont pu être reconstituées grâce aux données d'archive sont présentées au niveau d'un tableau synthétique donné en annexe XXIV.

Les sondages d'exploitation S2 à S5, de 177 à 195,28 m de profondeur, ont rencontré le toit du sel entre 154 et 176,5 m de profondeur et le sel gemme massif à partir de 162 à 184 m de profondeur.

Le sondage d'exploitation S1, de 250 m de profondeur, a rencontré le toit du sel à 164 m de profondeur et le sel gemme massif à 177,5 m de profondeur (épaisseur du sel recoupée supérieure à 50 m).

Le sondage de reconnaissance puits n02, de 161 m de profondeur, n'a pas rencontré de sel.

D'après les coupes techniques reconstituées de ces ouvrages (cf. annexe XIV), le tubage était constitué de nombre variable de tronçons de tubes de fer de diamètre décroissant (de 500 à 300 mm).

Pour le sondage S2, les dix derniers mètres ne sont pas tubés.

Pour le sondage S3, les quarante derniers mètres n'étaient pas tubés à l'origine mais un tubage de 350 mm de diamètre a été posé en 1926 sur toute la hauteur du sondage. Un tube crépiné est également présent de 122 à 126 m de profondeur (Dolomie inférieure de 122 m à 132 m) et de 62 à 70 m de profondeur. Cette information permet d'affirmer que les parois des tubages de certains sondages d'exploitation ont été crépinés au niveau d'aquifères sus-jacents au gîte salifère. (calcaires à Gryphées, Grès du Rhétien, Dolomie inférieure), ce qui permettait l'introduction d'eau douce, comme cela était pratiqué en Lorraine à la même époque.

La présence et l'état des cimentations des extradados des sondages ne sont pas connues. L'introduction d'eau douce dans l'ouvrage, depuis ces aquifères ou la surface, est donc à envisager.

Certains incidents survenus au niveau des tubages (éboulements, usure, chute d'outil.. et c), notés au niveau des sondages S1, S2 et S5 ont pu endommager mais aussi augmenter la perméabilité des terrains au sein du gisement et perturber les écoulements (niveau de l'eau modifié, de 4 à 13 m de profondeur, dans le sondage S5 lors d'une chute d'outil).

Aucune nappe d'importance n'est traversée par les ouvrages d'exploitation de la concession mais seulement des niveaux aquifères de faible épaisseur (moins de 10 mètres) situés à environ : il s'agit de calcaires dolomitiques, la « Dolomie inférieure » et la « Dolomie supérieure » du Keuper traversées par l'ensemble des sondages d'exploitation.

Certains anciens ouvrages d'exploitation ont été laissés en état, d'autres ont été plus ou moins Remblayés :

Le sondage S1, retrouvé en juillet 2005, est complètement bouché par des remblais divers. L'avant puits au niveau de ce sondage est rempli d'eau douce (cf. résultats d'analyses donnés en annexe XXV).

Le sondage S2 a été localisé mais les travaux de terrassement restent à réaliser.

Le Puits n°2 n'a pas été retrouvé.

Le sondage S4 a été localisé sous une maison. Son état actuel ne peut donc être connu.

Les sondages S3 et S5 sont exploités depuis 1976 par la ville de Besançon pour un établissement thermal et sont en bon état.

Les débits pompés sur chacun des puits sont d'environ 1,2 m³/h. alternativement. Les volumes déclarés depuis la remise en service des puits en 1976 sont variables d'une année sur l'autre et généralement compris entre 100 et 350 m³/an.

Les analyses d'eau réalisées de 1990 à 1997 montrent des teneurs en chlorures comprises entre 150 à 250 g/l (cf. annexe XXV).

Un nivellement des puits est effectué depuis 1984 tous les 2 ans. Les résultats ne montrent pas de mouvements significatifs au niveau des puits (cf. résultats en annexe XXIII).

Circulations ascendantes d'eau salée

Des circulations ascendantes d'eau salée pourraient se produire en cas d'établissement d'un gradient hydraulique entre le gisement de sel alimenté en eau douce et un ou des exutoires.

Les sondages S3 et S5, exploités par la ville de Besançon, comportent de l'eau à environ 20-30 m de profondeur. Le sondage S1, bouché sur toute sa hauteur, comporte de l'eau douce au niveau de

l'avant-puits, en surface. Par contre, le niveau d'eau présent dans les sondages S2, S4 et Puits n°2 n'est actuellement pas connu.

L'établissement d'une circulation ascendante d'eau salée provoquant une introduction de saumure dans les niveaux aquifères traversés par ces sondages ne serait possible qu'en cas de sondages remplis d'eau au moins jusqu'à ces niveaux aquifères, ce qui est le cas au niveau des sondages S3 et S5 (notamment calcaires du Sinémurien et dolomie de 15 m au contact de l'eau au niveau de ces sondages).

Néanmoins, l'existence de mouvements ascendants d'eau dans ces ouvrages semble peu probable en raison de l'absence d'indices montrant l'existence d'une nappe en charge au droit des ouvrages pouvant permettre la remontée de saumure et éventuellement alimenter en eau douce le gisement de sel (notamment, absence supposée de nappe salée naturelle : cf. paragraphe VI.5.2).

Circulations descendantes d'eau douce

Des circulations descendantes d'eau douce pourraient se produire en cas d'existence :

- d'infiltration d'eau douce provenant de cours d'eau et/ou d'aquifères situés au-dessus du gisement de sel par l'intermédiaire du tubage et/ou de fissures,
- de la création d'une zone de dissolution du sel plus ou moins active au droit du gisement de sel,
- d'un exutoire de la nappe salée ainsi formée.

Une circulation descendante d'eau douce pourrait entraîner :

- une introduction d'eaux superficielles éventuellement contaminées dans des niveaux aquifères profonds,
- un risque de dissolution du sel à long terme par introduction d'eau douce, pouvant générer des phénomènes de subsidence.

Il est probable que les niveaux aquifères rencontrés à faible profondeur (moins de 20 m) au niveau des sondages S2 et puits n°2 ont été utilisés pour alimenter les sondages en eau douce. Il est également possible que de l'eau des ruisseaux voisins et d'une source ait été utilisée au moins en complément.

Des phénomènes d'infiltration d'eau douce ont donc pu se produire depuis les divers aquifères traversés par certains sondages.



Cependant, l'absence de nappe salée et de sources salées et donc d'exutoire à la nappe salée mais aussi d'indices de subsidence dans les environs de Miserey-Salines indique que ces phénomènes sont peu importants voire inexistantes (cf. paragraphe V1.5 .2 et chapitre VII).

6.6.1.2 Possibilités de transferts d'eau salée vers des aquifères

Les possibilités de circulation d'eau ascendantes ou descendantes dans les tubages des sondages de Miserey-Salines apparaissent faibles (voir ci-dessus).

Si de telles circulations d'eau existaient et étaient masquées, plusieurs indices supplémentaires permettent d'affirmer que les quantités d'eau salée potentiellement transférées vers des aquifères jugés comme sensibles dans la zone d'étude (aquifères karstiques notamment, cf. paragraphe VI.4) seraient très faibles voire inexistantes :

- la pente des terrains est dirigée vers l'Est et prédispose les eaux à s'écouler en profondeur sous l'aquifère karstique de Thise-Chailluz, aucun exutoire ne pouvant être présent dans cette direction.
- par l'absence de documents d'archives mentionnant de telles atteintes au milieu naturel,
- l'absence de traces de salinité dans les environs des sondages de Miserey-Salines au niveau des émergences connues (notamment anciennes sources salées : cf. paragraphe VI.5.2) ainsi qu'au niveau des ruisseaux de la Vallée et L'Épine et de la Fontaine de la Roche, proches des sondages d'exploitation et de reconnaissance de Miserey (cf. mesures de conductivité - paragraphe V.3.3).

Les données analytiques récentes disponibles (1990-2000) montrent notamment une minéralisation faible pour l'aquifère des alluvions de l'Ognon (susceptible d'être contaminé par l'ensemble des aquifères présents dans le secteur) avec des teneurs en Chlorures et en Sodium inférieures à 15 mg/l.

6.6.2 Impacts possibles sur les eaux de surface

Aucun transfert important d'eau salée vers des aquifères en liaison avec des eaux de surface ne semblant possible, l'impact potentiel lié à la présence des sondages de reconnaissance et de d'exploitation de Miserey apparaît nul ce qui est conforté par :

- l'absence d'impact de ce type signalé sur les cours d'eau environnants après la période



d'exploitation (contamination en Chlorures, variations de niveaux, de débits). Plusieurs documents d'archives mentionnent des plaintes relatives à la forte salinité du ruisseau d'Auxon et/ou de l'Epine entre 1935 et 1965, imputée aux rejets des Salines effectués au niveau du ruisseau de L'Epine. En fait, l'impact réel des rejets de saumure n'était souvent visible que pendant les périodes de sécheresse. Des mesures avaient été prises par les Salines pour supprimer ces impacts (fractionnement des rejets).

- les données analytiques récentes disponibles (1990-2000) ainsi que les mesures de conductivité effectuées en juillet 2005 sur les ruisseaux de la Vallée et L'Epine : elles montrent une minéralisation relativement importante pour les ruisseaux rive gauche de l'Ognon (conductivité assez élevée) mais ne pouvant être reliée à l'ancienne exploitation du sel à Miserey-Salines car :

- cette minéralisation concerne l'ensemble des ruisseaux rive gauche de l'Ognon de la zone d'étude et non pas spécifiquement ceux drainant les zones des concessions minières étudiées.

- Les terrains du Lias et du Trias comportent localement du sel et du gypse pouvant également expliquer cette forte minéralisation.

- Aucune variation significative de conductivité n'a été mesurée aux alentours proches des sondages d'exploitation et de reconnaissance de Miserey en juillet 2005 (cf. annexe XXI)

6.7 RELATIONS ET ECHANGE AVEC LES EXPLOITATIONS VOISINES

Les exploitations souterraines voisines des ouvrages de la concession de Miserey correspondent :

- aux trois autres concessions minières de sel gemme de la Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est, situées au Nord-Est et au Sud-Ouest (cf. rapports concernant les concessions de Châtillon, Pouilley et Serre),
- à une ancienne exploitation de gypse située à Champvans (puits et galerie à flanc de coteaux).

Aucune autre exploitation du sous-sol n'a été recensée à proximité de Miserey-Salines.

Autres exploitations de sel

D'après les études géologiques existantes, le gîte salifère de Châtillon, Miserey, Pouilley et Serre appartient à un ensemble structural commun, au sein du faisceau plissé des Avants-Monts,



correspondant à des couches plissées et tectonisées (anticlinaux). Les axes de ces anticlinaux présentent globalement la même direction (NE/SW).

Malgré la présence de zones fracturées autour des failles découpant les zones des sondages de Châtillon, Pouilley et Serre, aucun signe de transfert n'a pu être mis en évidence entre ces gisements en raison de :

- l'absence de nappe salée à proximité ou au droit de ces failles (aucune indication au niveau des coupes géologiques consultées),
- la compartimentation importante du gisement,
- l'absence de mouvements de subsidence apparents affectant les terrains de surface dans les environs de Miserey-Salines (cf. chapitre VII).

Exploitation de gypse de Champvans

L'ancienne exploitation de gypse de Champvans (platrière) est située à environ 6 km au Sud-Ouest des sondages de reconnaissance et d'exploitation de Miserey-Salines, au niveau du coteau surplombant Champvans (cf. localisation en annexe XXII). Ce gisement concerne les terrains du Keuper, proches de la surface du sol au niveau de Champvans.

Il a été exploité essentiellement par l'intermédiaire de puits et galeries réalisés sur le point haut et le versant Ouest du coteau. Ces travaux sont éboulés et non accessibles.

Actuellement, de nombreux éboulements et des fontis sont visibles de ci de là au droit des anciens travaux souterrains.

Aucun indice ni document (procès, notes ..) ne permet d'indiquer qu'une liaison ait existé ou existe entre ces deux gisements. De plus, ceci est fort peu probable compte tenu de l'éloignement tant géographique (dénivellation importante et travaux éloignés de 6 km) que géologique (le niveau gypseux exploité appartient au Keuper supérieur, celui du sel du Keuper inférieur).

Ainsi, aucun indice de relation entre les sondages de reconnaissance et d'exploitation de Miserey-Salines et d'autres exploitations minières présentes dans le secteur n'a été mis en évidence.

6.8 SYNTHESE

Les études géologiques et hydrogéologiques réalisées au niveau de la concession minière de Miserey permettent d'aboutir aux conclusions suivantes :

- L'impact des travaux miniers réalisés sur l'équilibre hydrogéologique et hydrologique local (régime et qualité des eaux) a essentiellement consisté :

- en la création d'une nappe d'eau salée, la présence d'une nappe d'eau salée naturelle n'ayant pas été mise en évidence avant l'exploitation du sel. Il est probable que l'impact lié à cette nappe sur le régime hydrogéologique et hydrologique local a vraisemblablement été minime en raison des faibles possibilités de communication du gisement de sel vers les aquifères voisins ce qui est conforté par l'absence d'indices de pollution des aquifères par de la saumure.

- en un impact qualitatif épisodique du aux rejets de saumure lors de la période d'exploitation du sel, au niveau des eaux du ruisseau L'Épine et d'Auxon.

- Les risques résiduels liés aux travaux miniers sur l'équilibre hydrogéologique et hydrologique local (régime et qualité des eaux) sont essentiellement liés à l'introduction potentielle d'eau douce via les sondages de reconnaissance et d'exploitation, pouvant principalement entraîner une éventuelle contamination des aquifères recoupés par le forage et/ou des couches profondes en cas d'introduction d'eaux de surface contaminées.

En l'absence de nappe salée active dans les environs des ouvrages de Miserey, l'établissement de circulations d'eau au sein des ouvrages semble peu probable, ce qui élimine la possibilité :

- d'impact sur la qualité des aquifères voisins et/ou sus-jacents au gisement de sel,
- d'élargissement important de la nappe salée formée lors de la période d'exploitation par dissolution du sel.

De plus, aucun transfert significatif d'eau salée depuis les sondages de Miserey-Salines vers les aquifères et cours d'eau sensibles vis-à-vis d'éventuelles contaminations définis au sein de la zone d'étude n'apparaît possible en raison de la disposition du gisement (compartimentation des terrains).

La réalisation de mesures de conductivité au niveau des ruisseaux de la Vallée et L'Epine a également confirmé l'absence d'impact des ouvrages de Miserey sur la qualité des eaux superficielles.

7. ETUDE DE STABILITE

L'exploitation d'un gisement salifère par dissolution entraîne, sous certaines conditions, des phénomènes de dissolution locale du sel pouvant entraîner la formation de cavités.

Au niveau de la concession de Miserey, la production totale estimée pour l'ensemble des ouvrages sur la période 1874- 1970 est de 1 046 079 tonnes.

La production annuelle a été reconstituée pour l'ensemble de la période d'exploitation à partir des informations retrouvées dans les archives. En faisant l'hypothèse que la saumure extraite de chaque sondage a été produite par la dissolution du sel à proximité de ce sondage, et que les cavités formées ont une géométrie similaire à celles qui ont été mises en évidence dans d'autres sites exploités de façon identique (cavités coniques dont le bas est situé 2 mètres en-dessous du bas du tube d'aspiration de la saumure), les dimensions des cavités ont pu être calculées.

Il est à noter que les rayons de cavités sont minorés du fait que la géométrie réelle des cavités n'est pas conique mais conique concave et que le gisement de sel a été considéré comme parfaitement pur.

Sondage	Production estimée (tonnes)	Volume de sel dissous (m ³)	Hauteur exploitée (m)	Hauteur de cavité (m)	Rayon cavité conique (m)	Rayon cavité cylindrique (m)
S1	273 742	126 732	43	43	53	31
S2	201 510	93 292	22,5	24,5	60	35
S3	283 578	131 266	6,3	8,3	123	71
S4	167 582	77 584	12	14	73	42
S5	119 667	55 401	12,4	14,4	61	35

Dans l'hypothèse où la totalité du sel aurait été dissoute à l'aplomb du sondage et qu'une cavité conique s'est formée, les cinq cavités se seraient rejointes pour n'en former qu'une dont le diamètre serait de l'ordre de 250 m et la hauteur de 8 à 40 m, aux environs de 180 m de profondeur.

Si l'on suppose la formation de cavités cylindriques, ce qui est impossible compte tenu de la méthode d'exploitation utilisée, les cavités, bien que de dimensions moindres, auraient également fusionné et la cavité résultant mesurerait près de 160 m par 200 m.

Il est évident que des cavités de dimensions pareilles, à une profondeur de l'ordre de 150 à 180 mètres, sont très largement surcritiques. Bien moins qu'être instables, elles n'ont pas pu se former mais auraient dû s'effondrer au fur et à mesure de leur développement. Or, les relevés de nivellement ainsi que les recherches et observations réalisées n'ont révélé aucun phénomène de subsidence, qui devrait atteindre plusieurs mètres localement, du moins avec une telle ampleur dans les environs des sondages d'exploitation de Miserey :

- les différentes sources d'informations consultées (archives, témoignages) ne font pas état de Mouvements de terrain contemporains et postérieurs à l'exploitation du sel. Seuls des éboulements ont été constatés au niveau de certains sondages lors de leur exploitation ce qui traduit un effondrement localisé des terrains (sondages SI, S5 et S6).
- les relevés de nivellement effectués depuis 1984 dans les alentours proches des sondages d'exploitation n'ont révélé aucun mouvement de subsidence dans ce secteur,
- aucun dommage pouvant être lié à des mouvements de terrain n'a également été relevé au niveau des maisons, proches des zones d'exploitation, mais aussi au niveau de l'ensemble des infrastructures des communes de Miserey-Salines (bâtiments privés, publics, voiries, canalisations...).

Or, il n'est pas possible que l'intégralité du sel extrait par les sondages exploités ait été dissoute sur place sans qu'aucun phénomène de subsidence n'affecte les terrains de surface. Ainsi, aucune cavité de dimension significative n'a été développée au pied des sondages.

Les explications suivantes peuvent être avancées :

- la dissolution du sel s'accompagnait certainement d'un foisonnement très important des niveaux de marnes et des impuretés dispersées dans les couches de sel, ce qui a pu compenser en partie l'ouverture des cavités.
- malgré l'absence d'indices relevés dans l'ensemble de la commune de Miserey-Salines, un affaissement a pu se produire à distance des sondages d'exploitation au niveau de zones non bâties sans avoir été remarqué, notamment en cas de création d'une nappe salée avec circulation d'eau préférentielle suivant des zones fracturées (failles, effondrements miniers).

Enfin, la présence actuelle de cavités liée à l'exploitation passée du sel à Miserey-Salines apparaît peu probable en raison de l'arrêt de l'exploitation du sel depuis plus de 30 ans. Les affaissements et effondrements observés au niveau des exploitations minières se produisent en général dans les mois qui suivent la création de la cavité après arrêt de l'exploitation. De même, les affaissements résiduels représentant 7 à 10 % de l'affaissement total se produisent sauf cas extrêmes dans les 2 ans qui suivent cet arrêt (Piguet et Wojtkowiak, 2001). La subsistance d'une cavité à Miserey-Salines au-delà d'un tel nombre d'années semble donc très peu probable.



8. PROTECTION DES INTERETS ENUMERES AUX ARTICLES 79 ET 79-1 DU CODE MINIER

L'objet de ce chapitre est de connaître les risques résiduels liés à l'exploitation sur le long terme, sur les intérêts énumérés aux articles 79 et 79-1 du Code Minier, à savoir :

- la sécurité et la santé du personnel,
- la sécurité et la salubrité publique,
- la santé publique,
- les caractéristiques essentielles du milieu environnant,
- la solidité des édifices publics et privés,
- la conservation des voies de communication,
- la conservation de la mine et des autres mines,
- les sites archéologiques et les monuments historiques,
- le patrimoine naturel (sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque),
- les ressources en eau,
- les intérêts agricoles,
- les servitudes techniques.

8.1.1 Sécurité et santé du personnel

Aucun écrit dans les archives consultées n'a fait état de problème de sécurité ou de santé du personnel de la concession de Miserey.

Ainsi, aucun impact à long terme sur la sécurité ou la santé du personnel ne s'est produit et ne se produira.

8.1.2 Sécurité et salubrité publique

Il existe un réseau d'assainissement séparatif à Miserey-Salines, dont les rejets sont dirigés vers la station d'épuration intercommunale Miserey-Auxon-Dessus-Auxon-Dessous située à Auxon-Dessous.

Aucun problème d'assainissement n'a été mentionné par le syndicat des eaux. De plus, aucun document relatif à d'éventuels problèmes de sécurité et de salubrité lié à l'exploitation du sel sur la concession de Miserey n'a été retrouvé dans les archives consultées.

Par ailleurs, selon la mairie de Miserey-Salines, aucun dégât sur la voirie et le bâti n'a été constaté. De plus, aucun indice de subsidence significative dans les environs des ouvrages de Miserey n'a été mis en évidence (cf. chapitre VII - Etude de stabilité).

Ainsi, aucune incidence à long terme sur la sécurité et la salubrité publique, liée à l'exploitation du sel sur la concession de Miserey, n'est envisageable.



8.1.3 Santé publique

Aucun captage d'eau potable n'est situé sur le périmètre de la concession de Miserey.

Les captages d'eau potable les plus proches sont situés à environ 5,5 km au Nord des sondages d'exploitation de Miserey. Il s'agit de la source St Symphorien et des puits du Marot, dont la localisation est donnée en annexe XX. Ces captages exploitent respectivement la nappe des alluvions du Pliocène et de l'Ognon.

Aucune contamination en Chlorures n'a été constatée au niveau de la source St Symphorien, faisant l'objet d'un suivi par l'Agence de l'Eau (cf. partie VI.2.4).

De même, les eaux de l'aquifère des alluvions de l'Ognon, faisant l'objet d'un suivi, présentent des teneurs en Chlorures et Sodium peu élevées (respectivement inférieures à 15 mg/l et 5 mg/l).

Ainsi, aucun impact à long terme sur la santé publique, lié à l'exploitation du sel sur la concession de Miserey, n'a été mis en évidence.

8.1.4 Caractéristiques essentielles du milieu environnant

Plan d'Occupation des Sols

D'après les informations transmises par la mairie de Miserey-Salines, aucun Plan d'Occupation des Sols n'est présent au niveau de la commune.

Code rural et forestier

Les informations qui suivent ont été recueillies auprès de l'Office National des Forêts de Besançon. La concession de Miserey recoupe une partie de la forêt communale de Miserey-Salines, Pelousey et de Pirey. Les plans de localisation de ces forêts sont donnés en annexe XXVI.

Aucun indice de subsidence significative dans les environs des sondages de Miserey-Salines n'a été mis en évidence (cf. chapitre VII - Etude de stabilité).

Ainsi, l'exploitation du sel sur la concession de Miserey n'a pas été et ne sera pas à long terme source de nuisance pour l'exploitation forestière.

8.1.5 Solidité des édifices publics et privés

Selon la mairie de Miserey-Salines et les archives consultées, aucun dégât sur la voirie et le bâti n'a été constaté au niveau de la commune.

Aucun indice de subsidence significative dans les environs des sondages de Miserey-Salines n'a été mis en évidence (cf. chapitre VII - Etude de stabilité).

Ainsi, l'exploitation du sel sur la concession de Miserey ne sera pas à long terme, source de dommages pour les édifices publics et privés.



8.1.6 Au titre de la conservation des voies de communication

Les environs de Miserey-Salines sont dotés de nombreuses voies de communication diverses : routes, autoroute A36 et chemin de fer (cf. annexes I et III).

Après enquête auprès des services concernés (DDE, Conseil général, Autoroutes Paris Rhin Rhône et SNCF), aucun dommage particulier (fissures affaissements de terrain...etc) qui pourrait être relié à d'anciennes exploitations minières n'a été signalé au niveau de la concession de Miserey.

Seule la Société des Autoroutes Paris-Rhin-Rhône nous a signalé la présence de désordres sur un talus de remblai supportant la chaussée de l'A36 dans le sens Mulhouse/Bea une dès 1983. En 1997, des fissures importantes ont été constatées sur la voie lente. D'après la SAPRR, ces désordres seraient dus au passage d'une canalisation sous le talus de l'autoroute, entraînant des infiltrations et circulations d'eau au niveau des remblais, donc sans lien avec la concession de Miserey.

Aucun indice de subsidence significative dans les environs des sondages de Miserey-Salines n'a également été mis en évidence (cf. chapitre VII - Etude de stabilité).

Ainsi, aucune incidence à long terme, liée à l'exploitation du sel sur la concession de Miserey, n'est envisageable sur l'ensemble de ces ouvrages.

8.1.7 Conservation de la mine et des autres mines

Aucun indice de subsidence significative dans les environs des sondages de Miserey-Salines-Salines n'a été mis en évidence (cf. chapitre VII - Etude de stabilité).

Dans ces conditions, aucun impact à long terme sur le périmètre de la concession minière pouvant affecter le gisement de sel mais aussi l'ancienne exploitation de gypse à Champvans n'est envisageable.

8.1.8 Sites archéologiques et monuments historiques

Un plan de localisation des sites archéologiques présents au niveau de la concession de Miserey est donné en annexe XXVII (données transmises par le Service Régional de l'Archéologie).

Les sites concernés sont les suivants:

- Commune de Miserey-Salines:

- Mur Gallo-romain et poteries de l'âge du bronze-Age du fer en bordure de la RD5, à environ 500-550 m des sondages d'exploitation de Miserey-Salines,
- Eglise et sépulture du Haut et Bas Moyen-âge, à environ 750 m des sondages d'exploitation de Miserey-Salines,
- Carrière (époque indéterminée) au bois du Seu, à environ 600 m des sondages d'exploitation de Miserey-Salines.

- Commune de Pouilley- les-Vignes :

- Défense d'époque contemporaine, à environ 1,5 km des sondages d'exploitation de Miserey-Salines,
- Château fort du Moyen-âge, à environ 2 km des sondages d'exploitation de Miserey-Salines,
- Fort d'époque contemporaine, à environ 3 km des sondages d'exploitation de Miserey-Salines,
- Fontaine de Niton, villa Gall o-romaine et site d'occupation néolithique, à environ 3,2 km des sondages d'exploitation de Miserey-Salines,

- Commune de Pelousey :

- Tuilerie d'époque contemporaine, pont (époque indéterminée) et voie Gallo-romaine, à environ 2 km des sondages d'exploitation de Miserey-Salines,
- Outillage lithique du Néolithique, à environ 3 km des sondages d'exploitation de Miserey-Salines.

- Commune de Pirey :

- Outillage lithique du Néolithique et site d'occupation Gallo-romain, à environ 1 km des sondages d'exploitation de Miserey-Salines.

D'après la Direction Régionale des Affaires Culturelles de Franche-Comté, les édifices protégés au titre des monuments historiques sur le territoire des communes recoupées par la concession de Miserey sont les suivants :

- Commune de Miserey-Salines: Château de Miserey.

Une description plus précise de cet édifice est donnée en annexe XXVII.

Aucun indice de subsidence significative dans les environs des sondages d'exploitation de Miserey-Salines n'a été mis en évidence (cf. chapitre VII - Etude de stabilité).

Ainsi, l'exploitation du sel sur la concession de Miserey n'a pas eu et n'aura pas à long terme d'effet sur ces monuments historiques et ces sites archéologiques.

8.1.9 Patrimoine naturel

L'inventaire des espaces naturels a été effectué dans un rayon de 5 km autour de Miserey-Salines.

Dans cette zone d'étude, aucun site des types suivants n'est présent :

- Site de protection réglementaire : Parc National, réserve naturelle nationale, arrêté de biotope, réserve naturelle volontaire,



- Site de protection contractuelle : parc naturel régional,
- Site d'inventaire intéressant: Zones Naturelles d'Intérêt Eco logique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF). Zone Importante pour le Conservation des Oiseaux (ZICO).

Zones Humides

Plusieurs zones humides sont présentes au niveau de la concession de Miserey (cf. carte donnée en annexe XXVIII). Aucune zone humide qualifiée de remarquable selon l'atlas de bassin Rhône Méditerranée Corse n'est présente dans un rayon de 5 km autour de Miserey-Salines.

Etant donné l'absence d'impact mesuré au niveau des cours d'eau bordant ces zones humides (cf. partie V1.6.2 et annexe XXI), aucune incidence à long terme, liée l'exploitation du sel sur la concession de Miserey, n'est envisageable sur ces zones humides.

8.1.10 Ressources en eau

L'influence des travaux réalisés au niveau de la concession de Miserey sur les ressources en eau de la zone d'étude est traitée en détail dans l'étude géologique et hydrogéologique (cf. chapitres V et VI) : aucun impact sur les différents aquifères de la zone d'étude, pouvant être lié à l'exploitation du sel à Miserey-Salines, n'a été mis en évidence.

D'après les investigations menées sur les eaux superficielles, aucune influence sur le régime et la qualité des eaux superficielles drainant le secteur des sondages d'exploitation du sel n'a également été mise en évidence.

Ainsi, l'exploitation du sel n'est et ne sera pas à long terme à l'origine de perturbations pour les ressources en eau superficielles ou souterraines.

8.1.11 Intérêts agricoles

Des terrains exploités pour l'agriculture occupent la concession de Miserey, mais à distance des sondages d'exploitation.

Aucun indice de subsidence significative dans les environs des sondages d'exploitation de Miserey-Salines n'a été mis en évidence (cf. chapitre VII - Etude de stabilité).

Ainsi, l'exploitation du sel n'a pas perturbé et ne perturbera donc pas à long terme les exploitations agricoles situées au niveau de la concession de Miserey.

8.1.12 Servitudes techniques

Les structures susceptibles de donner lieu à des servitudes techniques, présentes dans la concession de Miserey, sont les suivantes :

- EDF: Une ligne E.D.F Haute Tension aérienne de 63 KV, reliant Palente à Geneuille passe à environ 700 m au Nord des sondages d'exploitation du sel (Transport d'électricité).

Une ligne souterraine et une ligne aérienne de 20 KV passent dans la rue bordant les sondages d'exploitation.

La concession de Miserey présente donc des servitudes relatives à l'établissement de lignes électriques aériennes.

- G.D.F : aucune canalisation de transport de gaz ne traverse la concession de Miserey.

- France télécom : aucun ouvrage exploité par France Télécom ne traverse la concession de Miserey.

- Oléoduc : aucun oléoduc ne traverse la concession de Miserey.

Aucun indice de subsidence significative dans les environs des sondages d'exploitation de Miserey n'a été mis en évidence (cf. chapitre VII - Etude de stabilité).

Ainsi, l'exploitation du sel à Miserey-Salines n'a pas perturbé et ne perturbera donc pas à long terme l'exploitation de ces structures (EDF, GDF... etc).

9. BIBLIOGRAPHIE

ABDELGADER A. (1994) - « Essai de caractérisation des bassins versants dans la zone des Avant-Monts (Doubs - Fonctionnement hydrodynamique et hydrochimique et modélisation des bassins de Thise-Chailluz et de Marchaux » - Thèse présentée à l'UFR des Sciences et Techniques de l'Université de Franche-Comté, 189 p.

B.R.G.M, D.A.T.A.R - « Atlas des eaux souterraines de la France », Editions B.R.G.M,

CHALUMEAU G., RECOULES A., JACQUEMIN P. (1985) - "Synthèse hydrogéologique de la région Franche-Comté".

CHAUVE P. (1975) - "Jura" - Collection Guides géologiques régionaux - Editions Masson, 215 p.

CHAUVE P., CAMPY M., CONTINI O., MARTIN J., PETITJEAN E., SEQUEIROS F. (1993) Carte géol. France (1/50000), feuille Lons-le-Saunier (58 1) - Orléans : BRGM, Notice explicative et carte géologique (1993).

CHAUVE P., DUBREUQ F., FRACHON J.C., GAUTHIER A., METTETAL J.P., PEGUENET J. (1987) - "Inventaire des circulations souterraines reconnues par traçage en Franche-Comté", Ann. Scient. Univ. de Besançon, Géologie. Mém. N°2.

COMITE DEPARTEMENTAL DE SPELEOLOGIE DU DOUBS - « Inventaire spéléologique du Doubs - tome 2 - Partie Nord-Ouest », 300 p.

CORNET J., JAV EY C. (1986) - « Synthèse hydrogéologique de la plaine alluviale de l'Ognon », BRGM, 47 pages.

D.D.A.F, FEDERATION DEPARTEMENTALE DES ASSOCIATIONS AGREEES DE PECHE ET DE PISCICULTURE (1990) - « Schéma départementale de vocation piscicole - cartes thématiques Bassin de l'Ognon ».

DREYFUSS M., KUNTZ G. (1983) - Carte géol. France (1/50000), feuille Besançon (n°502) - Orléans : BRGM, Notice explicative et carte géologique.

GHOREYCHI M., DAUPLEY X. (2004) - « Devenir à long terme d'exploitations abandonnées de sel », Les Techniques de l'Industrie Minérale No 21, pp 92-101.

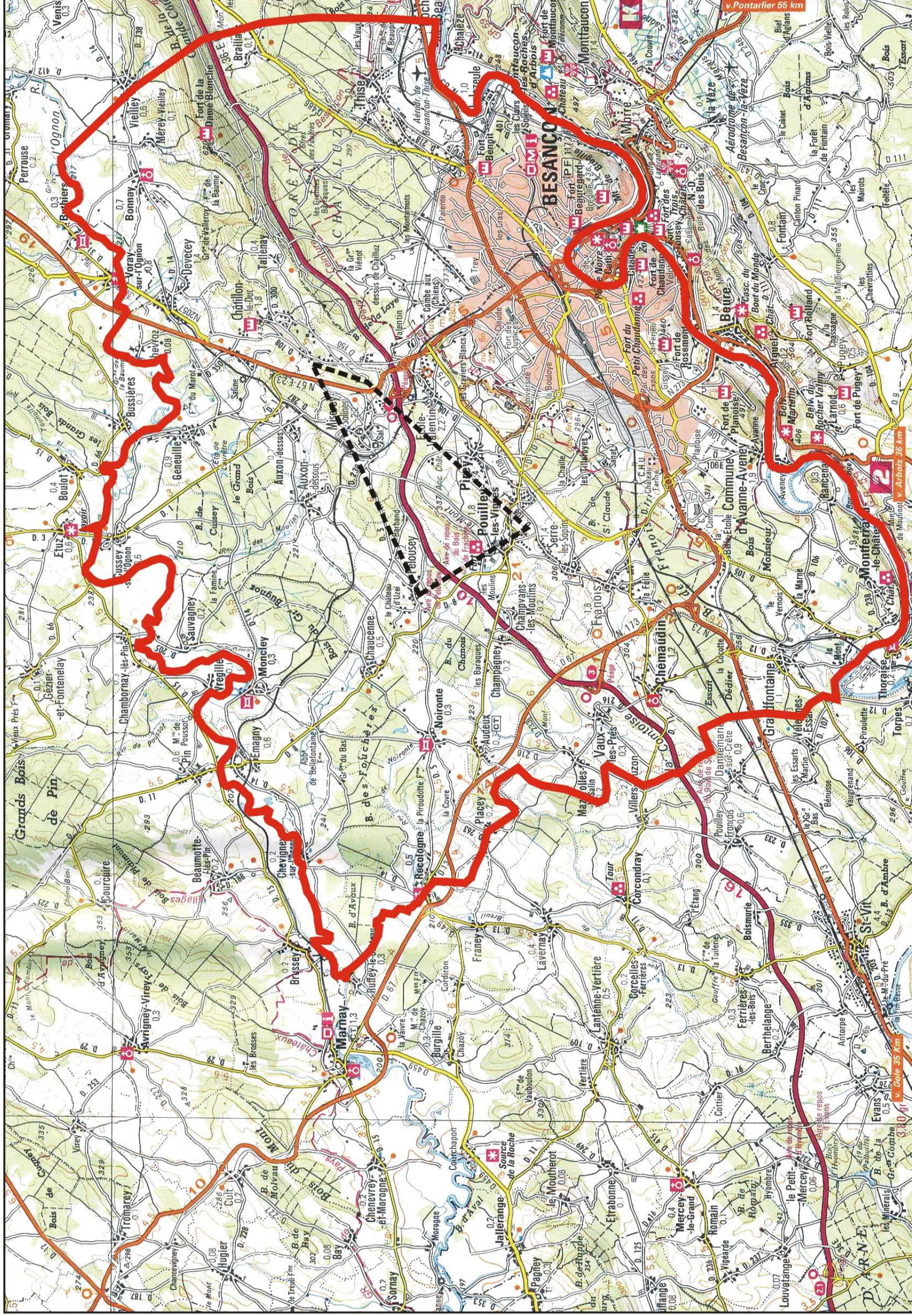
PIGUET J.P., WOJTKOWIAK F. (2001) - « Affaissements et déformations au-dessus de exploitations minières : mécanismes et évolution dans le temps », Les Techniques de l'Industrie Minérale No 10, pp 11-21.

10. ANNEXES

- Annexe I - Plan de localisation au 1/100 000ème
- Annexe II - Carte géographique
- Annexe III - Plan de localisation au 1/25 000ème
- Annexe IV - Plan de localisation des sondages sur un extrait de plan cadastral
- Annexe V - Photographies
- Annexe V.1 - Environnement proche des sondages
- Annexe V.2 - Extrait d'une photographie aérienne
- Annexe VI - Tracé des bassins versants
- Annexe VII - Carte structurale régionale
- Annexe VIII - Carte structurale simplifiée
- Annexe IX - Coupe des grands ensembles lithologiques
- Annexe X - Série stratigraphique
- Annexe XI - Carte géologique
- Annexe XII - Coupe géologique (Secteur de Besançon)
- Annexe XIII - Carte géologique et coupes associées
- Annexe XIV - Coupes géologiques et techniques des sondages de sel
- Annexe XV - Carte hydrogéologique régionale
- Annexe XVI - Contour des unités hydrogéologiques
- Annexe XVII - Coupe lithostratigraphique en fonction de la vulnérabilité des aquifères
- Annexe XVIII - Carte des circulations souterraines
- Annexe XIX - Carte des densités de fracturation
- Annexe XX - Carte de localisation des captages d'eau
- Annexe XXI - Profils de conductivité des ruisseaux aux alentours des sondages
- Annexe XXII - Plan de localisation d'anciennes sources salées avérées dans le secteur d'étude et bulletin d'analyse de la source des Moulins
- Annexe XXIII - Plan d'implantation des repères de nivellement et tableau de mesures
- Annexe XXIV - Caractéristiques des ouvrages
- Annexe XXV - Analyses d'eau au niveau des puits S3 et S5, exploités par la ville de Besançon
- Annexe XXVI - Plans de situation des forêts au niveau de la concession de Miserey
- Annexe XXVII - Plan de localisation et fiches descriptives des sites archéologiques ; Liste des monuments historiques aux alentours de Miserey-Salines
- Annexe XXVIII - Plan de localisation des zones humides aux alentours de Miserey-Salines

ANNEXE I – PLAN DE LOCALISATION AU 1/100000





Légende



Limite de concession de Miserey



Limites de la zone d'étude définie

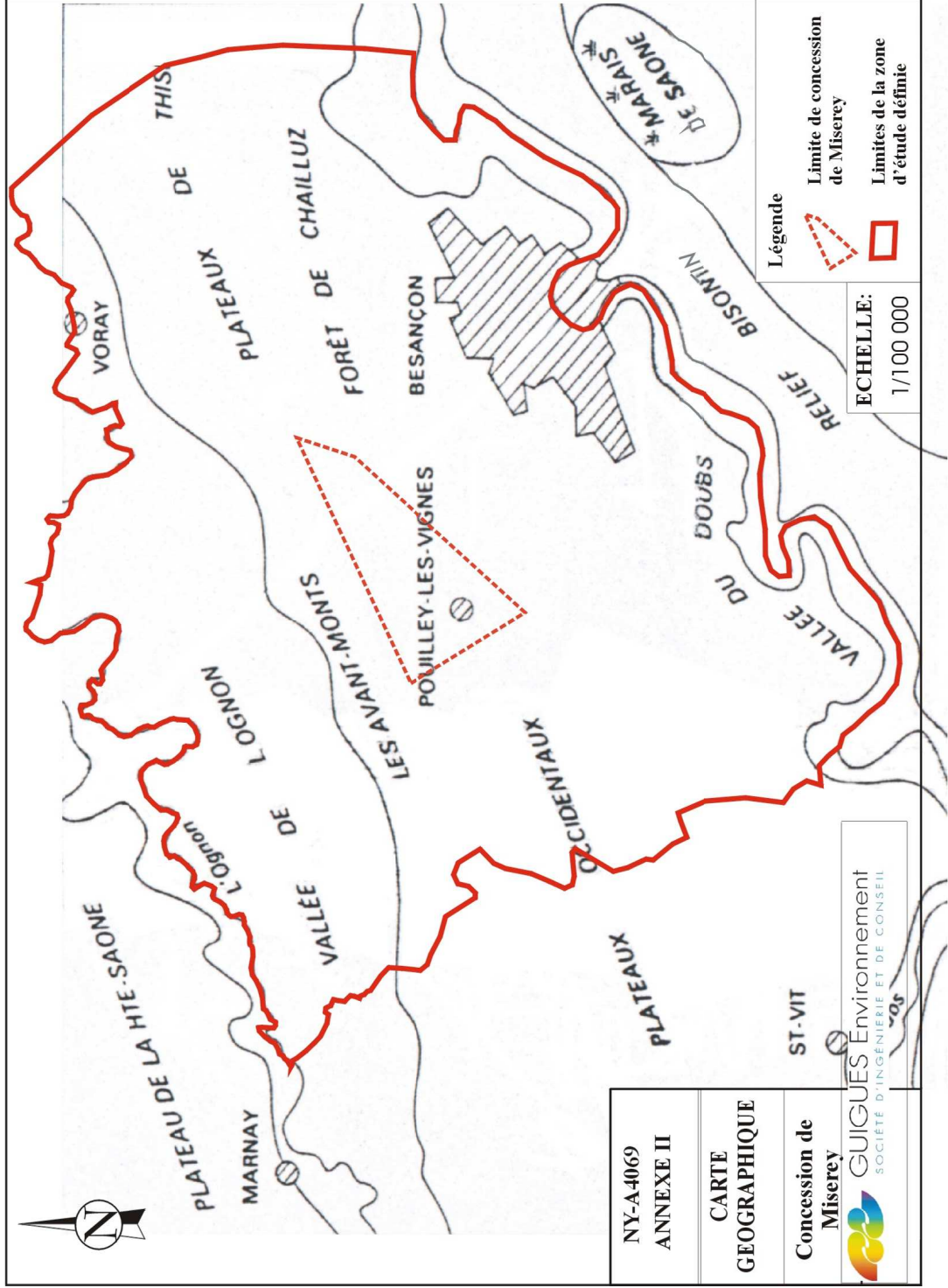
ECHELLE:

1/100000

ANNEXE II – CARTE GEOGRAPHIQUE

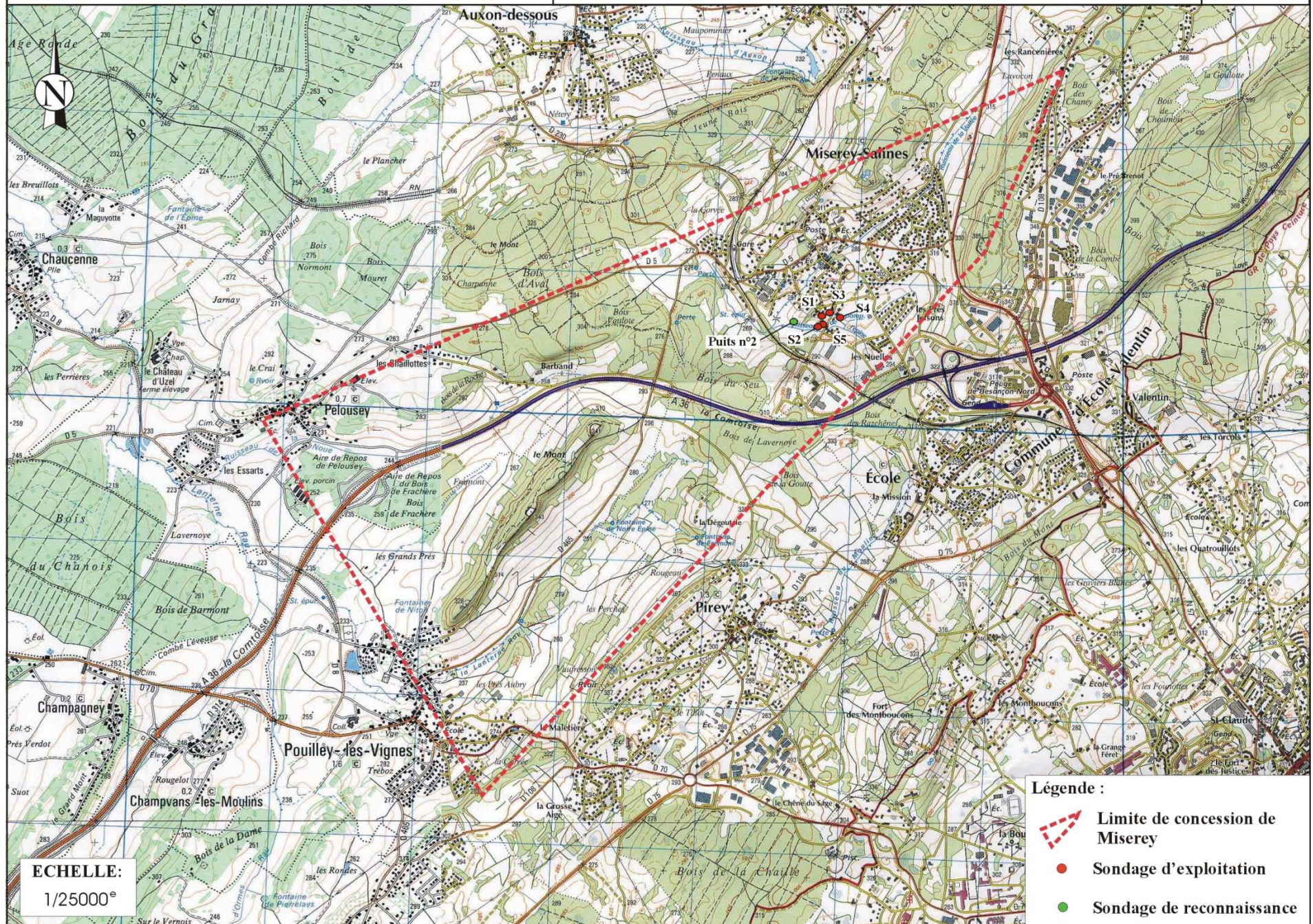


ECHELLE:
1/100000^e



ANNEXE III – PLAN DE LOCALISATION AU 1/25000





**ANNEXE IV – PLAN DE LOCALISATION DES SONDAGES SUR EXTRAIT DE PLAN
CADASTRAL**



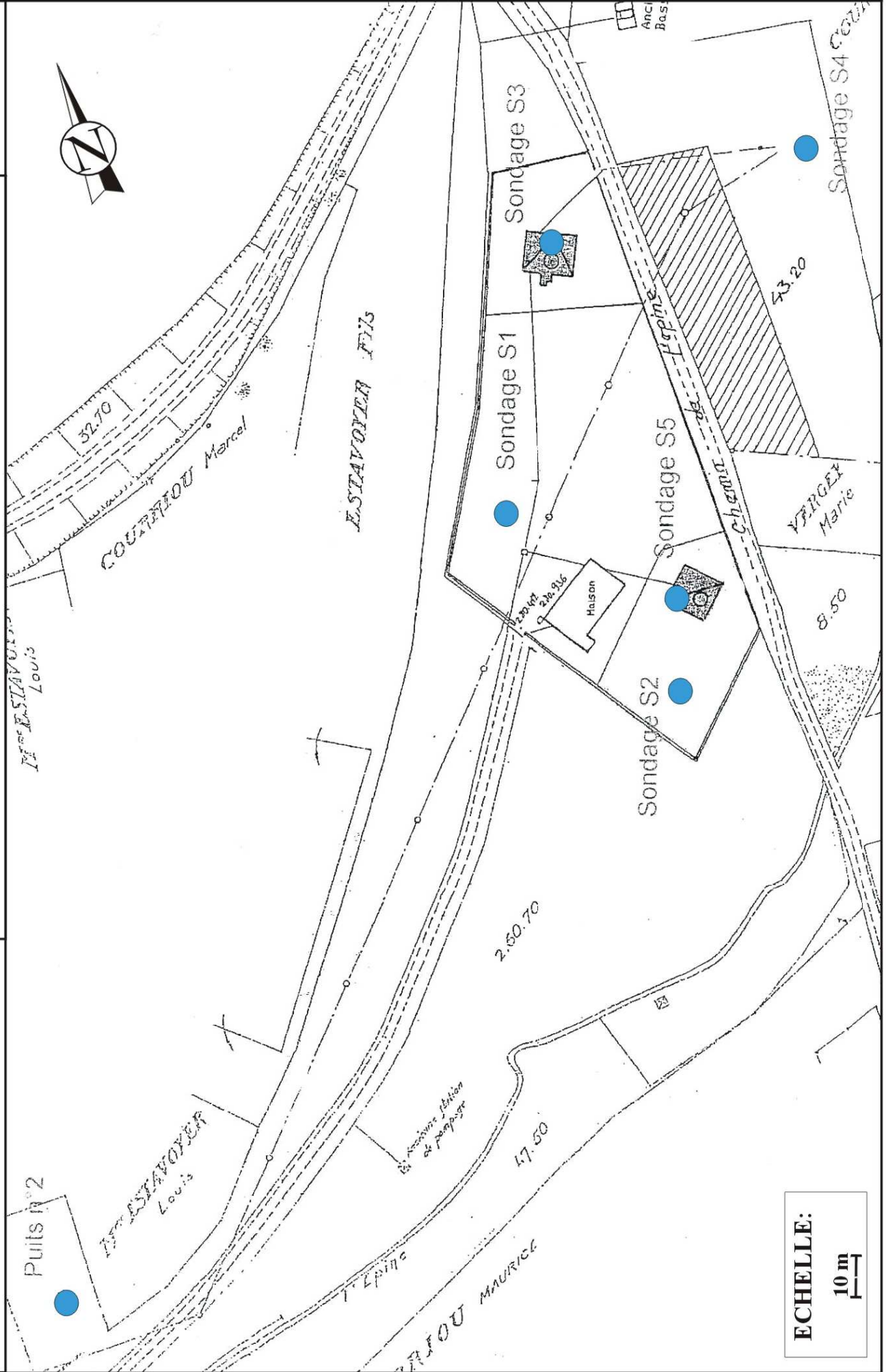
NY-A4069

ANNEXE IV

PLAN DE LOCALISATION DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE
ET D'EXPLOITATION SUR UN EXTRAIT DE PLAN CADASTRAL

Concession de Miserey

 **GUIGUES Environnement**
SOCIÉTÉ D'INGÉNIERIE ET DE CONSEIL



ECHELLE:
10 m

ANNEXE V - PHOTOGRAPHIES



ANNEXE V.1 – ENVIRONNEMENT PROCHE DES SONDAGES





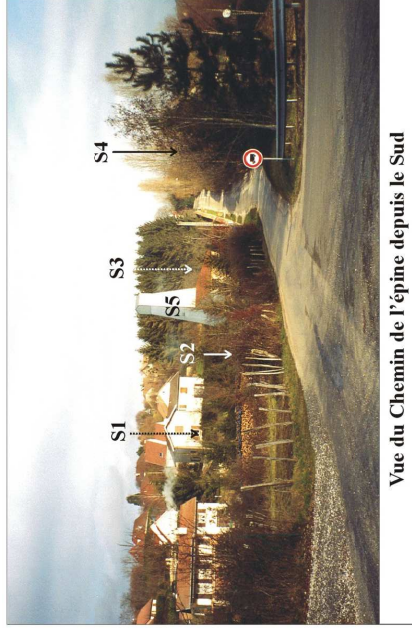
GUIGUES Environnement
SOCIÉTÉ D'INGÉNIERIE ET DE CONSEIL

ENVIRONNEMENT PROCHE DES SONDAGES D'EXPLOITATION

NY-A4069

Concession de Miserey

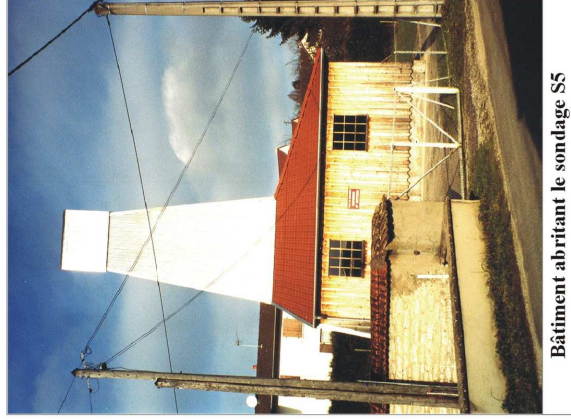
ANNEXE V.1



Vue du Chemin de l'épine depuis le Sud



Sondage S3



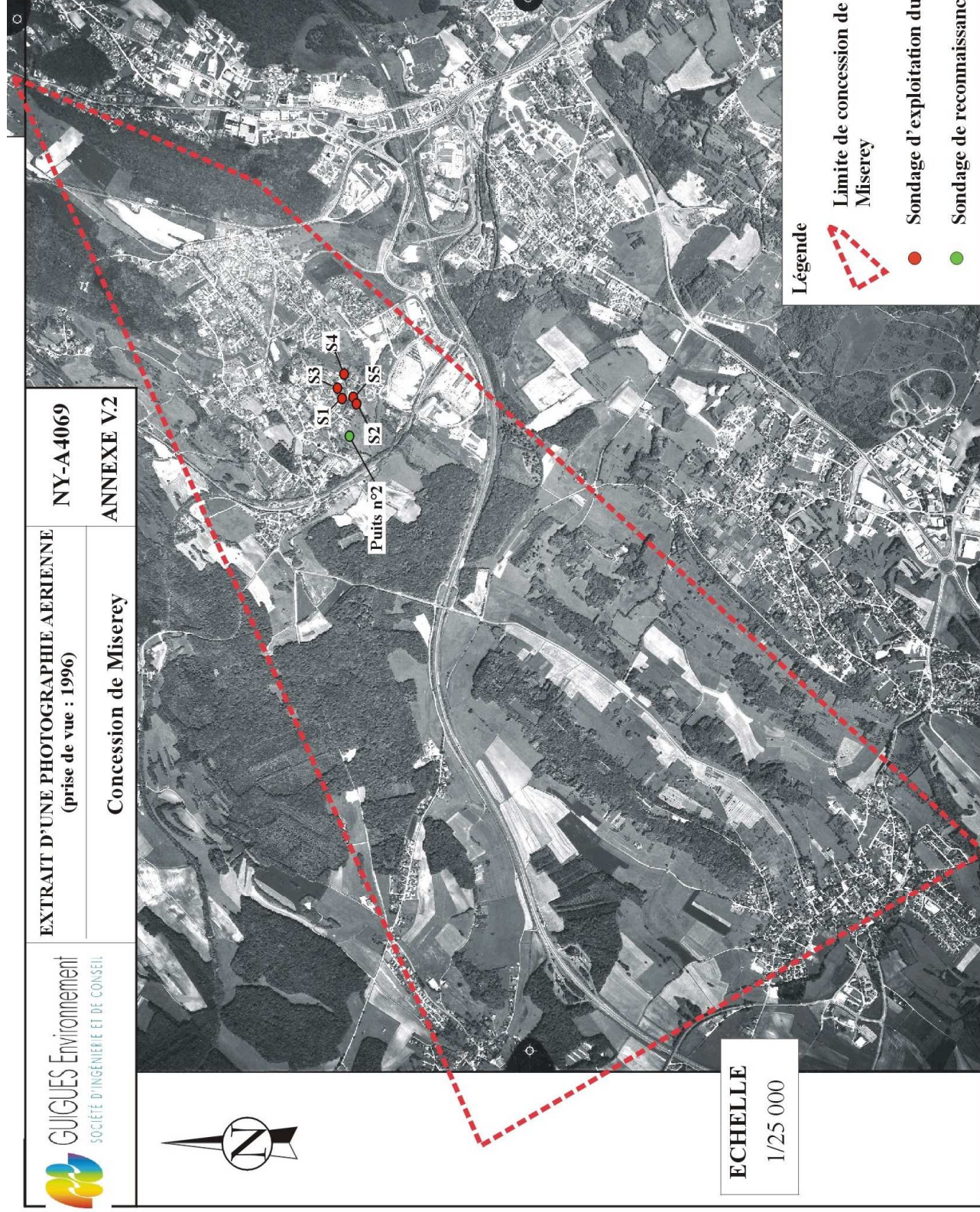
Bâtiment abritant le sondage S5



Environnement proche du sondage S4

ANNEXE V.2 – EXTRAIT D'UNE PHOTOGRAPHIE AERIENNE





ECHELLE
1/25 000

Légende



Limite de concession de
Miserey



Sondage d'exploitation du sel



Sondage de reconnaissance du sel

ANNEXE VI – TRACE DES BASSINS VERSANTS





Légende

Bassin versant de l'Agence de l'Eau

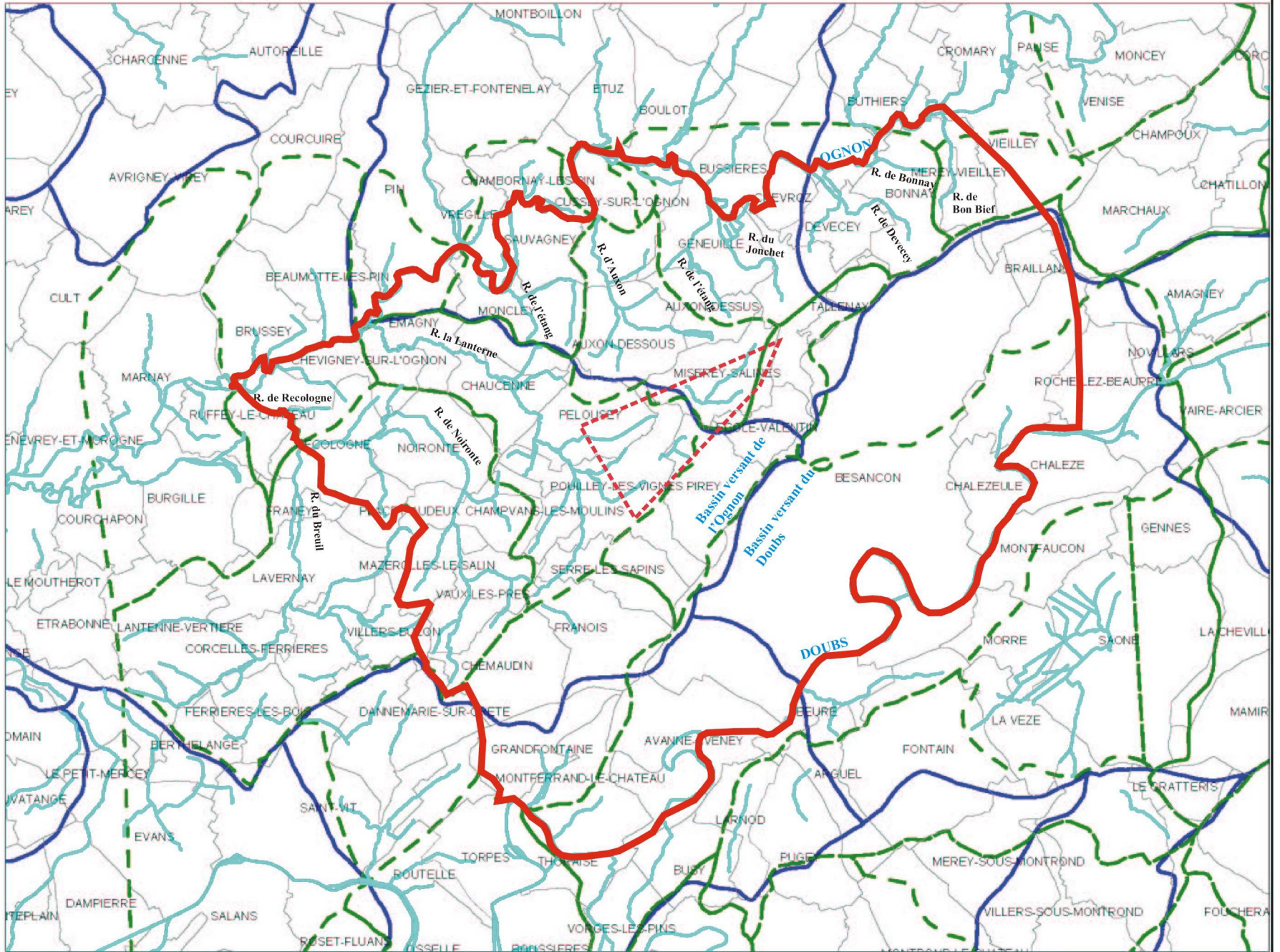


Bassin versant de l'Université sous réserve d'adaptation


 Limite de concession de Miserey

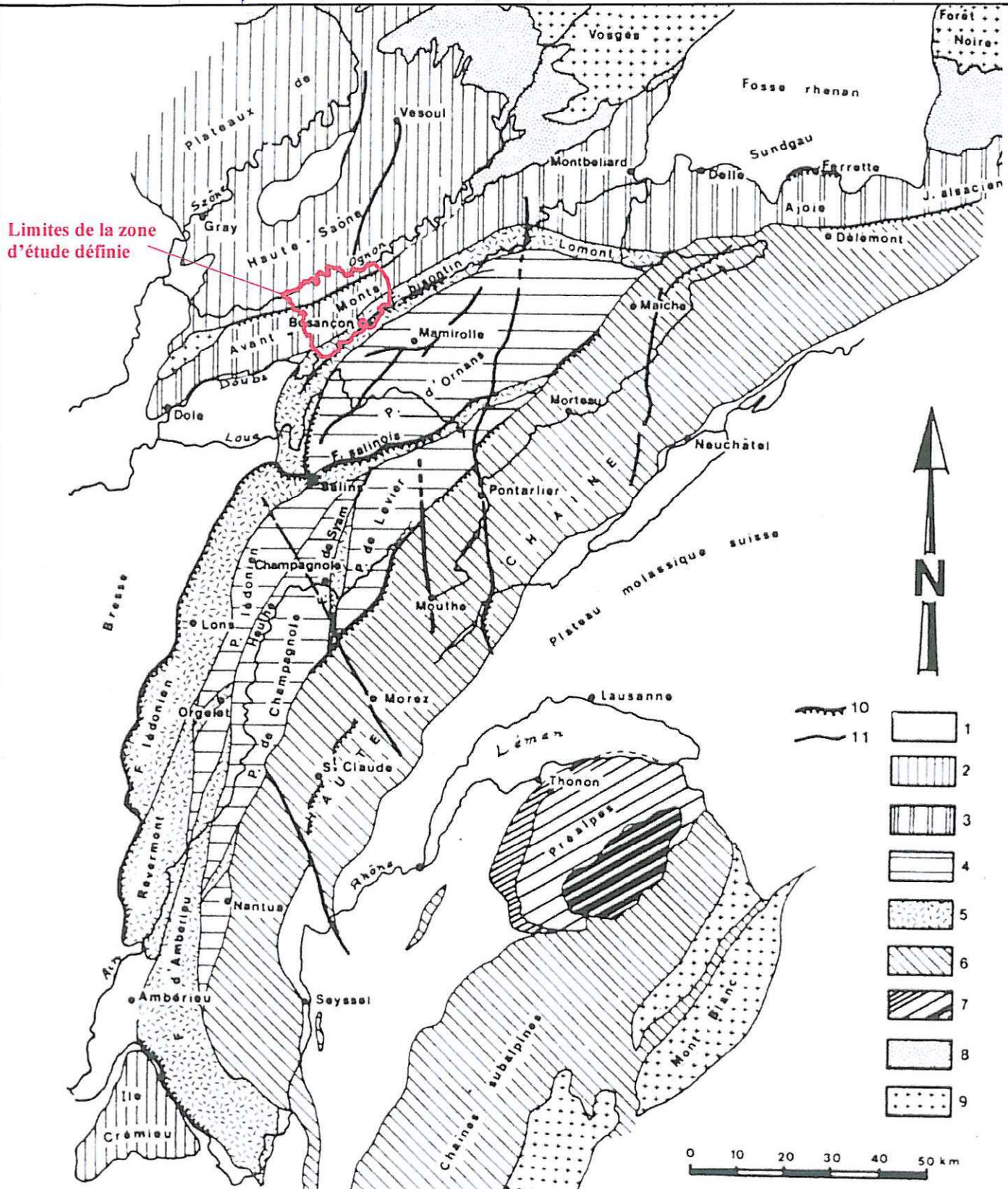

 Limites de la zone d'étude définie

© BD CARTHAGE 1997
 © Université FC 1974
 © DIREN FC 2005



ANNEXE VII – CARTE STRUCTURALE REGIONALE





Légende:

- 1. Dépressions tertiaires et quaternaires.
- 2. Plateaux de Haute-Saône et île Crémieu.
- 3. Avant-Monts et collines préjurassiennes.
- 4. Plateaux du Jura externe.
- 5. Faisceaux plissés.
- 6. Haute-Chaîne et chaînes subalpines.
- 7. Préalpes.
- 8. Dépressions structurales triasiques.
- 9. Massifs cristallins.
- 10. Chevauchements.
- 11. Failles.

ANNEXE VIII – CARTE STRUCTURALE SIMPLIFIEE





GUIGUES Environnement

SOCIÉTÉ D'INGÉNIÉRIE ET DE CONSEIL

CARTE STRUCTURALE SIMPLIFIÉE

Concession de Miserey

NY-A4069

ANNEXE VIII



Extension des alluvions de l'Ognon

Failles

Chevauchements

Limites des zones tectoniques

Axes synclinaux principaux

Axes anticlinaux principaux

Ecailles

Plateaux

Plateaux partiellement masqués par des alluvions

Faisceaux plissés

I Plateau entre l'Ognon et la Saône

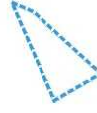
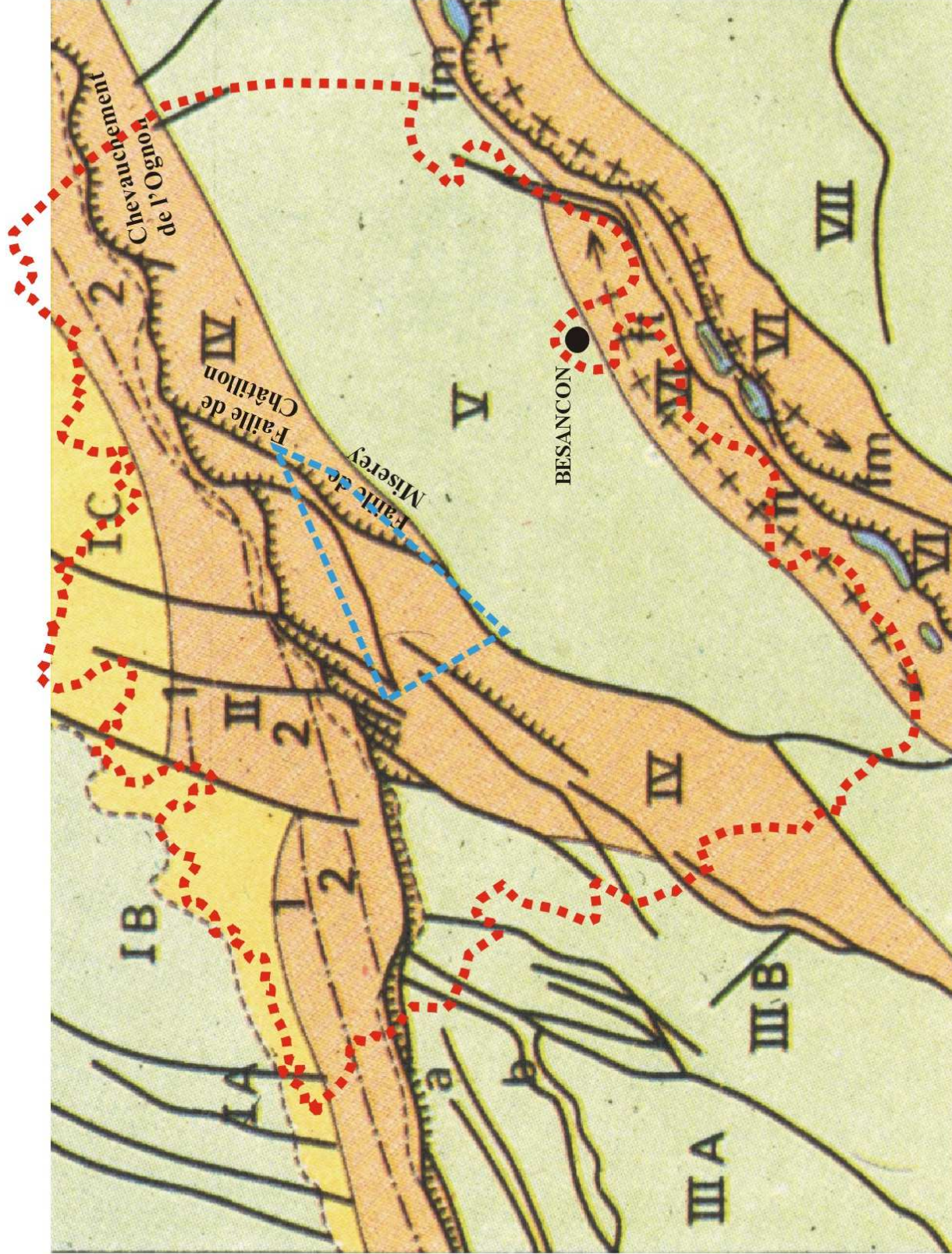
II Les synclinaux de l'Ognon

III et V Plateaux occidentaux, interrompus ou bordés par :

IV Le faisceau des Avant-Monts

VI Le faisceau bisontin

VII Le plateau de Montrond



Limite de la concession de Miserey

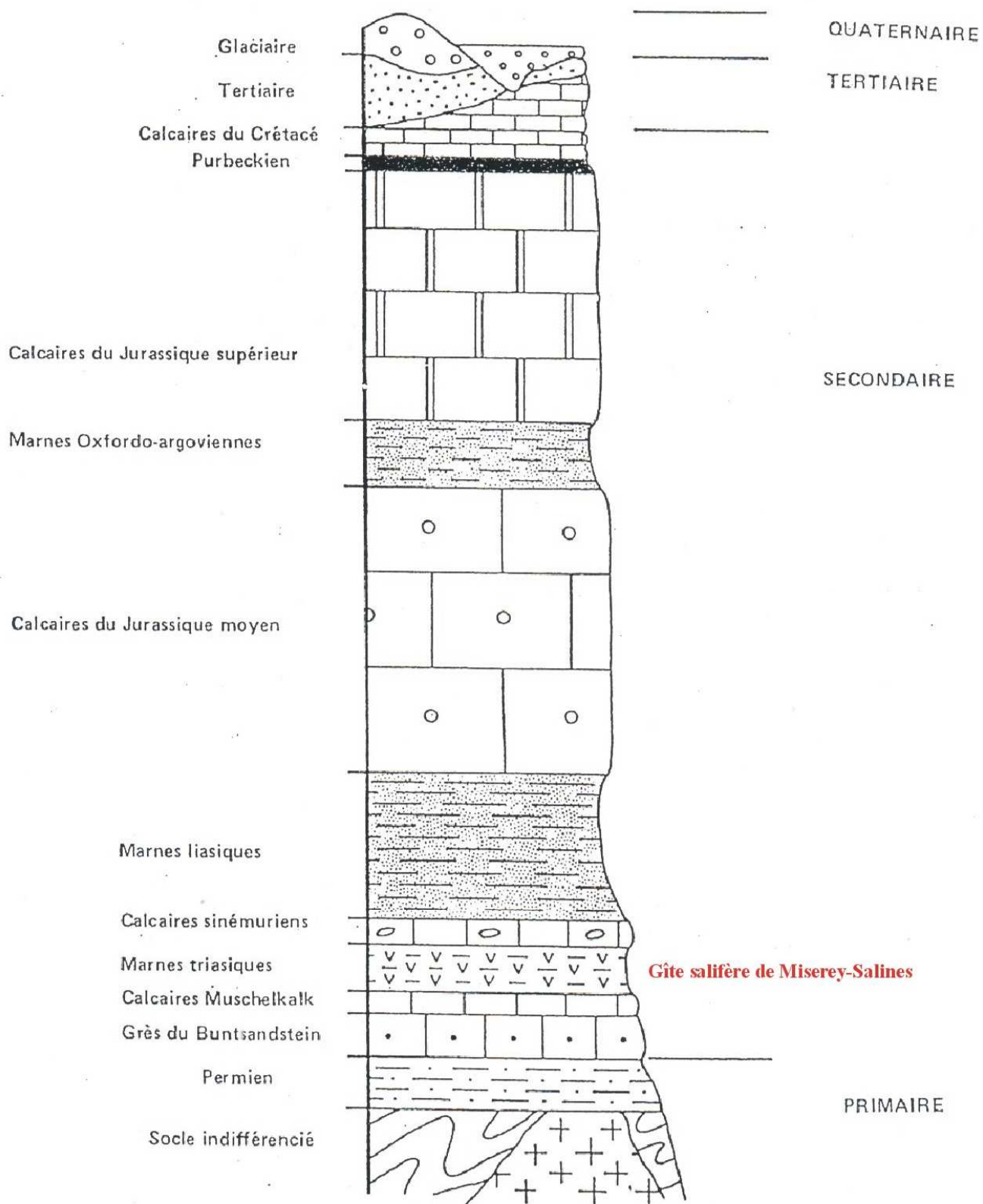


Limites de la zone d'étude définie

ECHELLE:
1/140 000

ANNEXE IX – COUPE DES GRANDS ENSEMBLES LITHOLOGIQUES

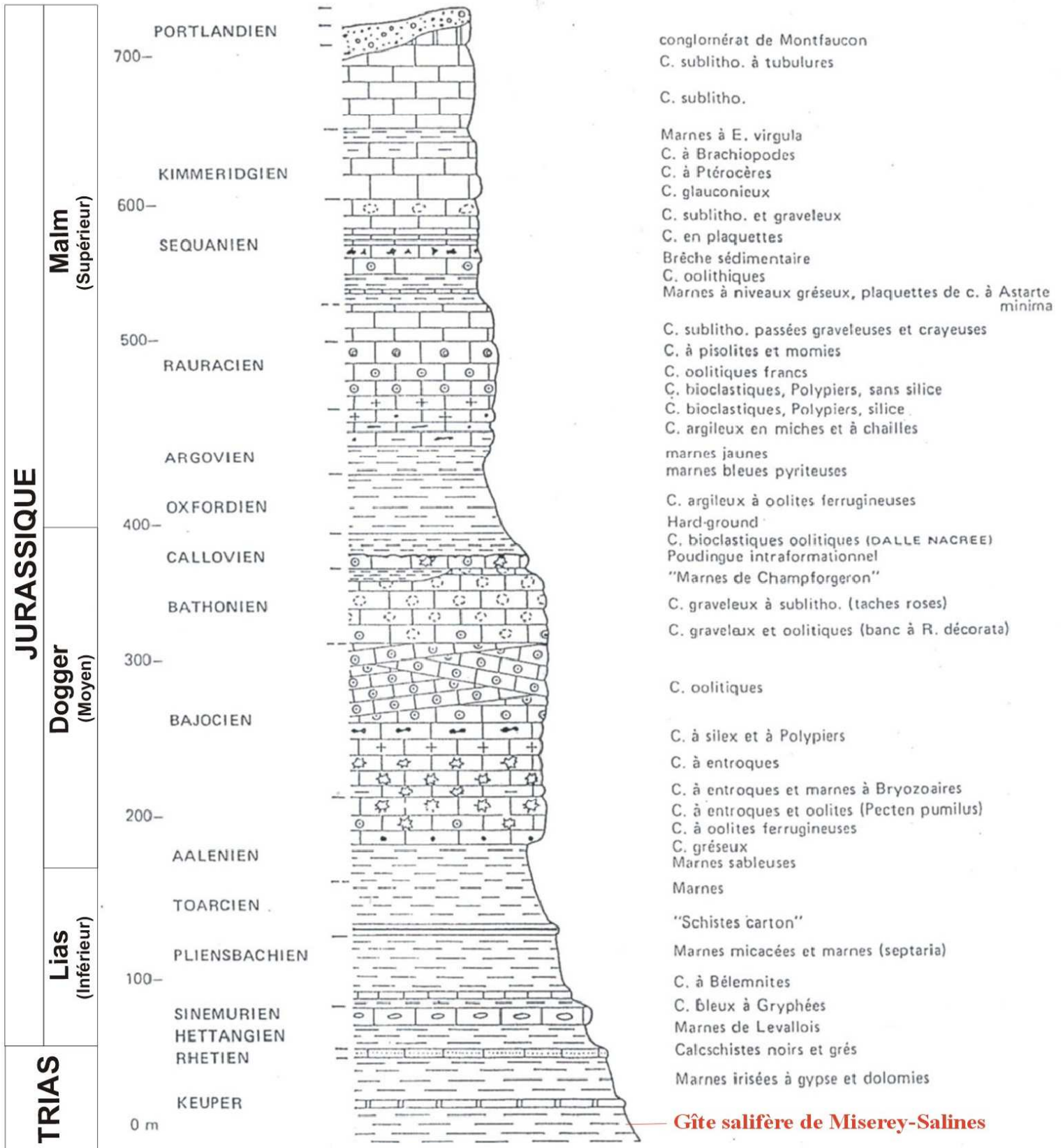




d'après CHAUVÉ P., DUBREUCQ F. et al (1987)

ANNEXE X – SERIE STRATIGRAPHIQUE

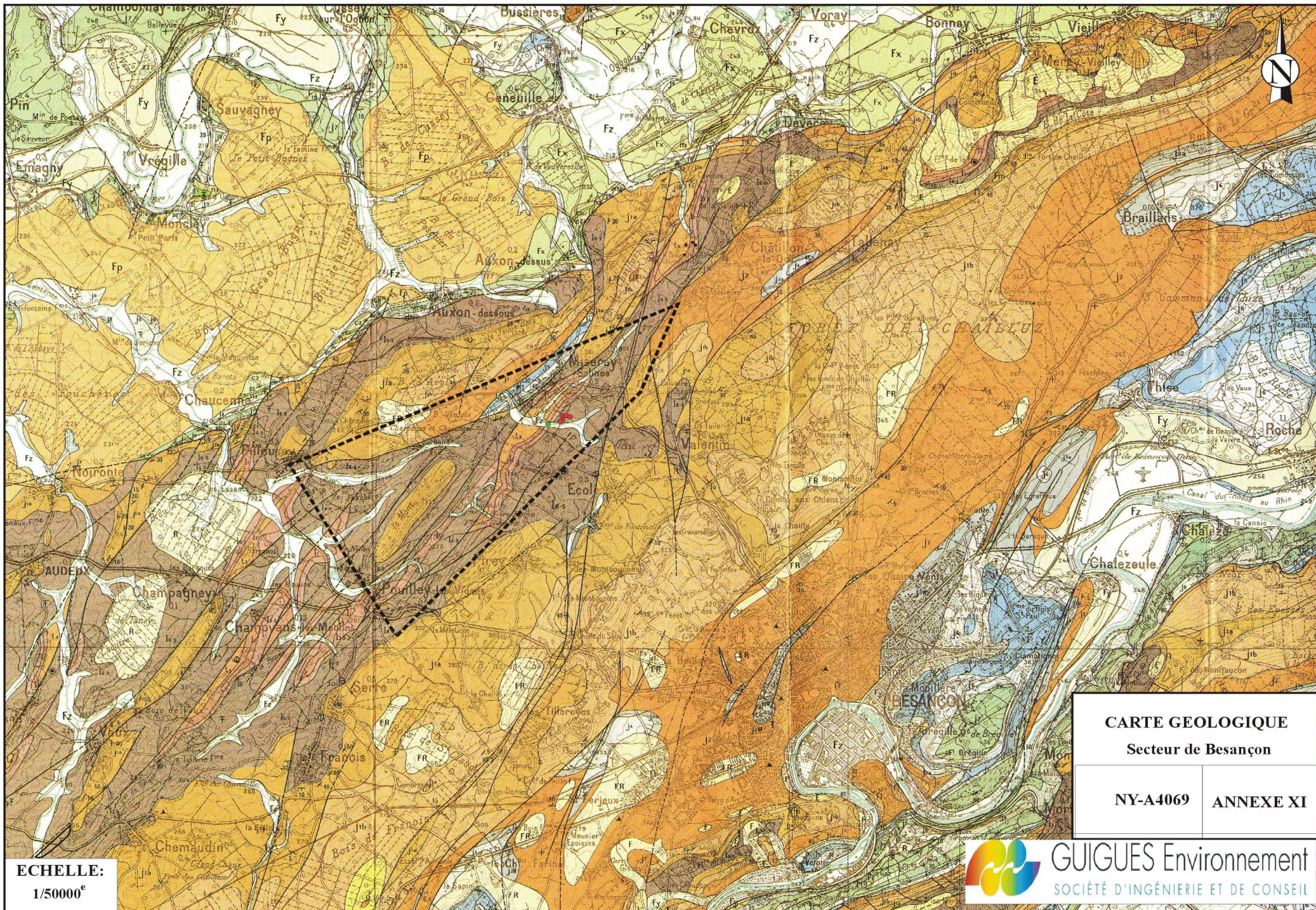




d'après CHAUVE P., DUBREUCQ F. et al (1987)

ANNEXE XI – CARTE GEOLOGIQUE





CARTE GEOLOGIQUE

Secteur de Besançon

NY-A4069

ANNEXE XI

ECHELLE:

1/50000^c

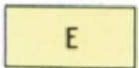


GUIGUES Environnement
SOCIÉTÉ D'INGÉNIEURIE ET DE CONSEIL

TERRAINS SÉDIMENTAIRES



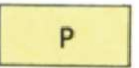
Fz Alluvions modernes
FzT Tourbe
Cône torrentiel



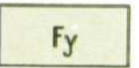
Eboulis et groise



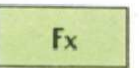
Glissement



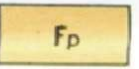
Cailloutis périglaciaires



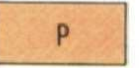
Basses terrasses



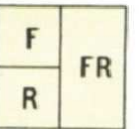
Hautes terrasses



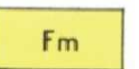
Pliocène fluviatile



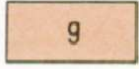
Pliocène probable



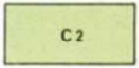
F Fluviale non daté
R Argiles résiduelles



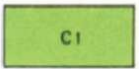
Fluviatile ancien (Pontien ?)



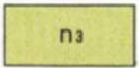
Conglomérats (Oligocène ?)



Cénomaniens



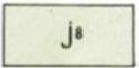
Albien



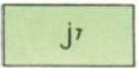
Hauterivien



Portlandien



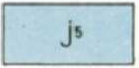
Kimméridgien



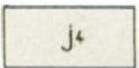
Séquanien



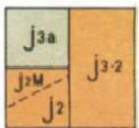
Rauracien



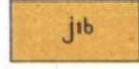
Argovien (s.s.)



Oxfordien et Callovien supérieur



j3a Dalle nacrée (Callovien inférieur)
j2M Marnes de Champfongeron
(Bathonien supérieur)
j2 Bathonien calcaire



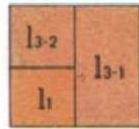
Grande oolithe (Bajocien supérieur)



j1a Partie inférieure du Bajocien
et Aalénien supérieur (l1-b)



l6-5 Aalénien marneux et Toarcien
l4-3 Charmouthien et Lotharingien

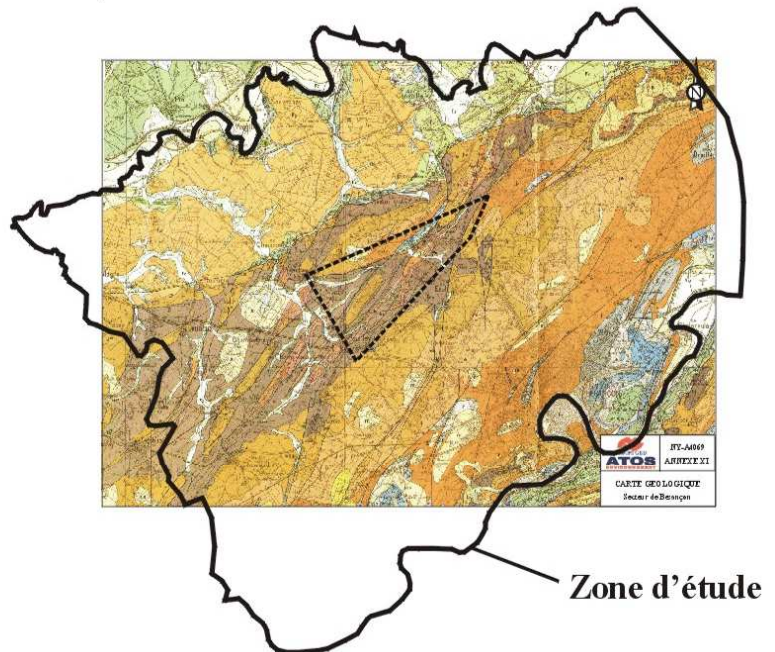


l3-2 Sinémurien et Hettangien
l1 Rhétien



Keuper supérieur

- Sondage d'exploitation du sel
- Sondage de reconnaissance du sel
- Limite de concession de Miserey



Zone d'étude

ANNEXE XII – COUPE GEOLOGIQUE (SECTEUR DE BESANCON)





GUIGUES Environnement
SOCIÉTÉ D'INGÉNIÉRIE ET DE CONSEIL

COUPE GEOLOGIQUE

Secteur de Besançon

NY-A 4069

ANNEXE XII

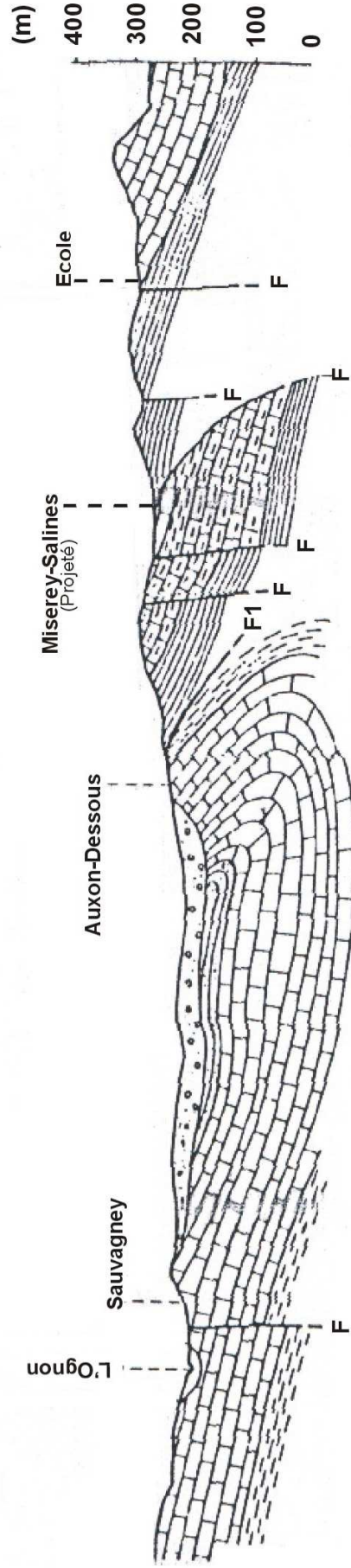
NW

SE

A Zone des synclinaux de l'Ognon




B Zone des plateaux de Thise-Chailuz




Zone des Avant-Monts

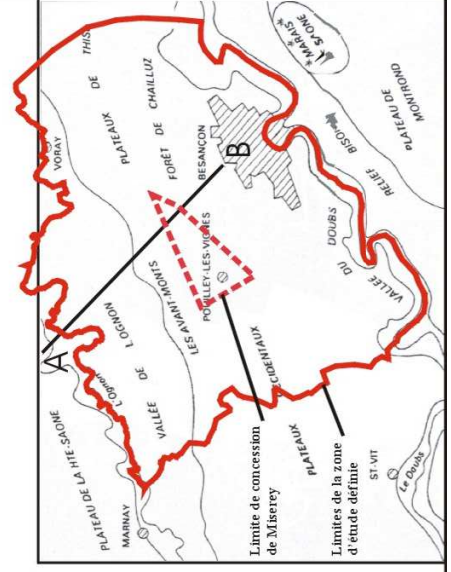


0 1 2 km

D'après la carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution au 1/50000 de Besançon

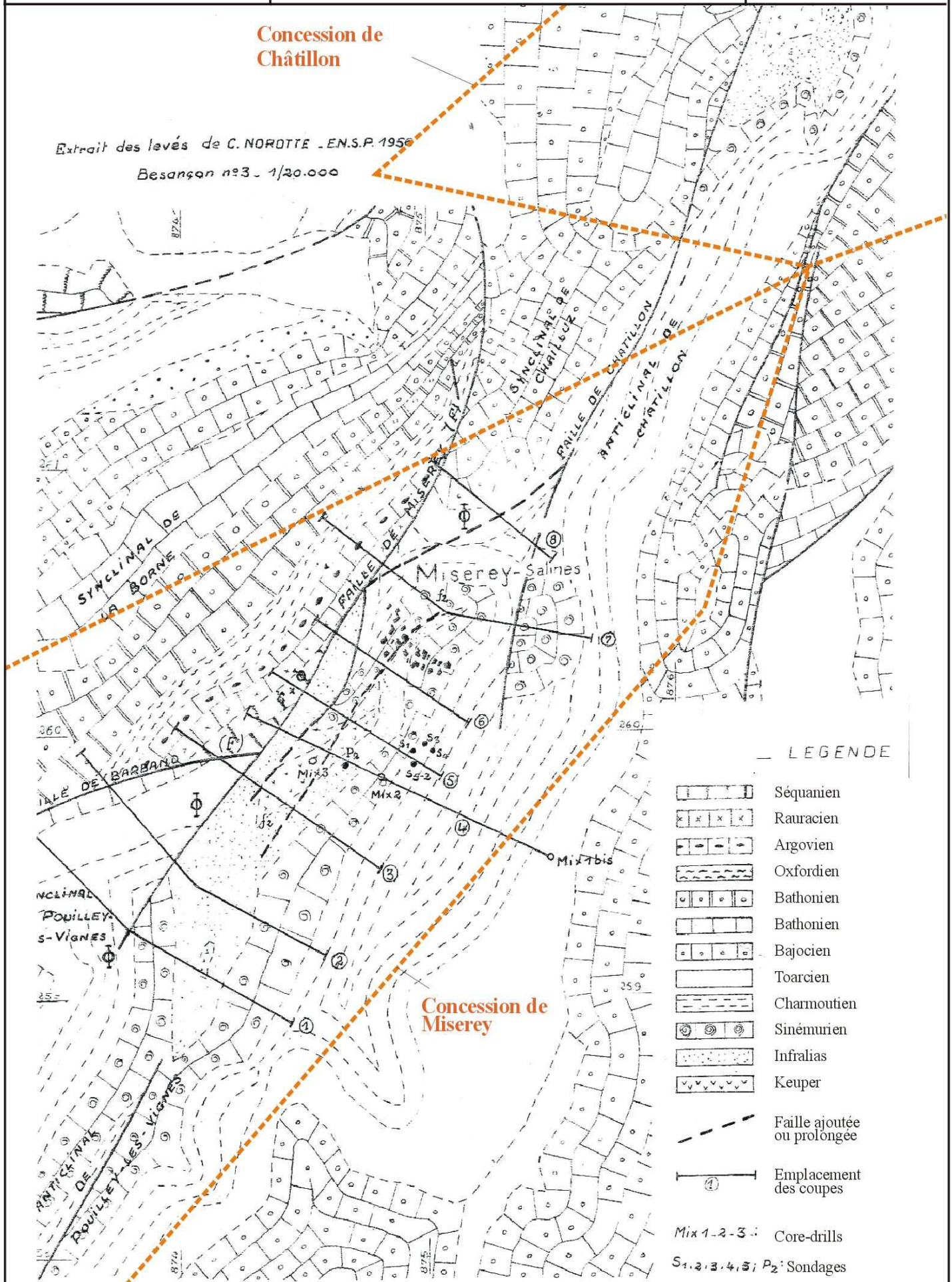
-  Alluvions modernes de l'Ognon
-  Dépôts fluviaux à gros galets de grès du Pliocène
-  Calcaires du Jurassique

-  Marnes et calcaires du Dogger
-  Marnes du Lias et du Keuper
-  F: failles



ANNEXE XIII – CARTE GEOLOGIQUE ET COUPES ASSOCIEES



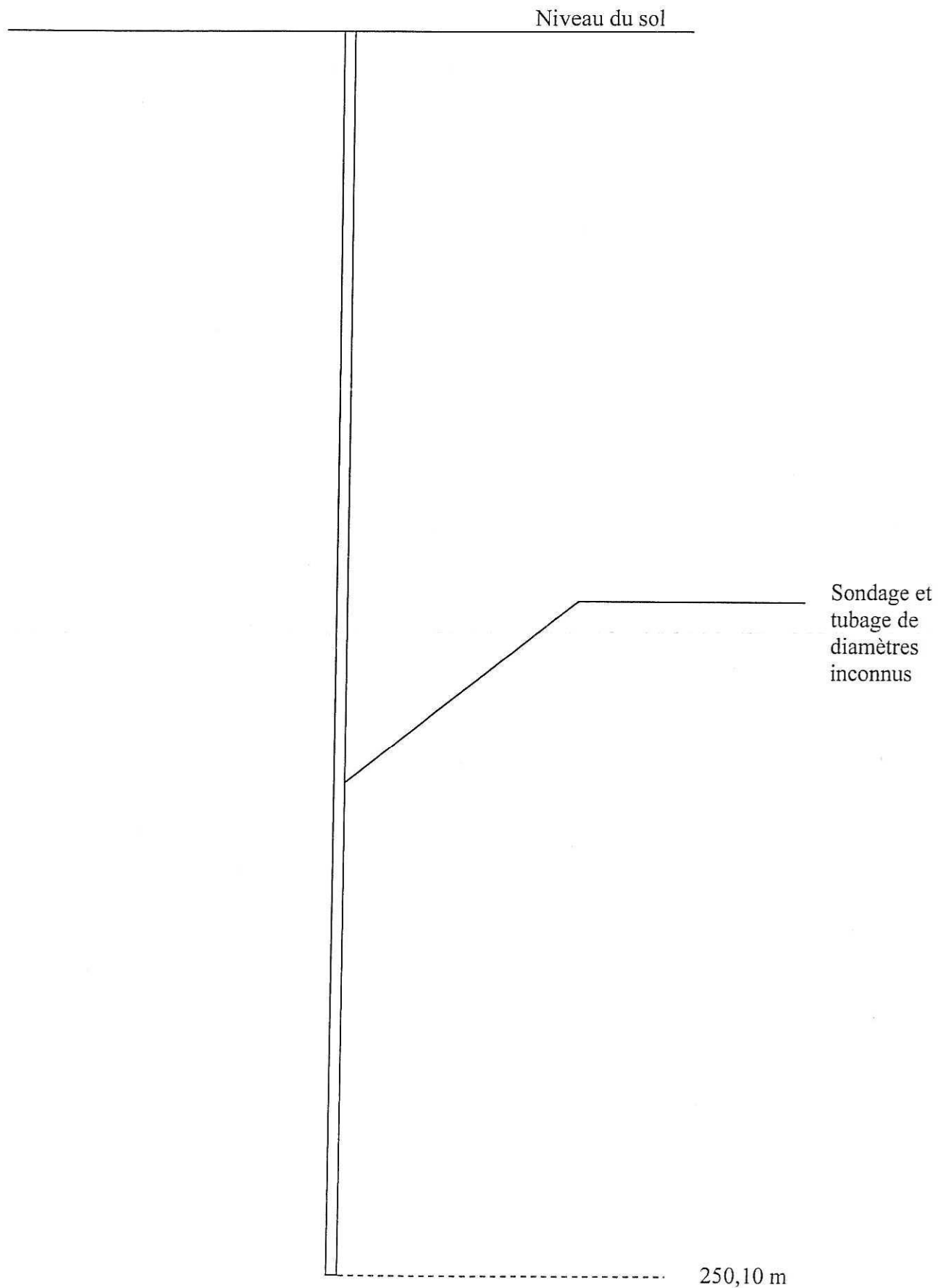


ANNEXE XIV – COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUES DES SONDAGES DE SEL



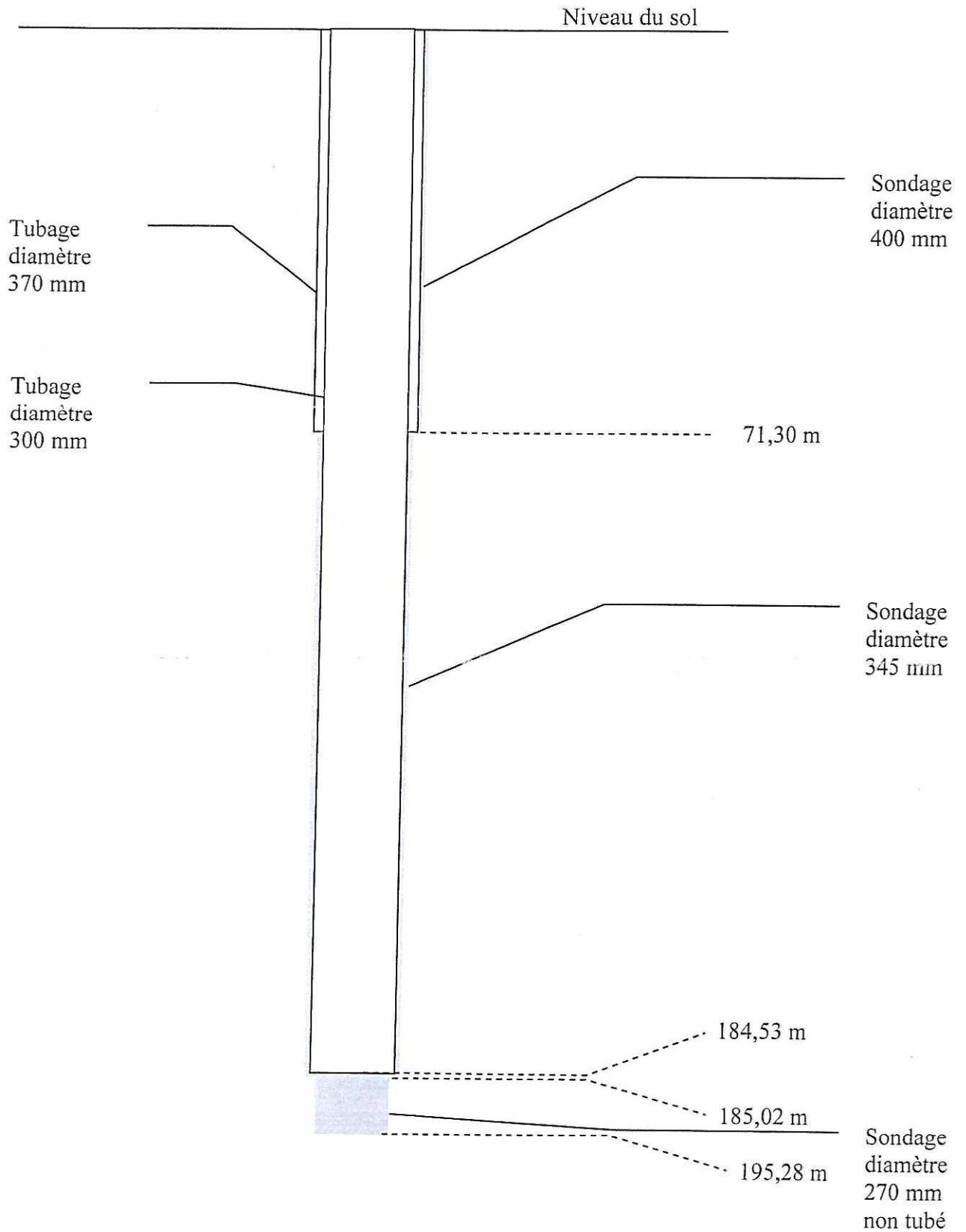
Concession de Miserey (Doubs)

Coupe reconstituée du sondage n°1



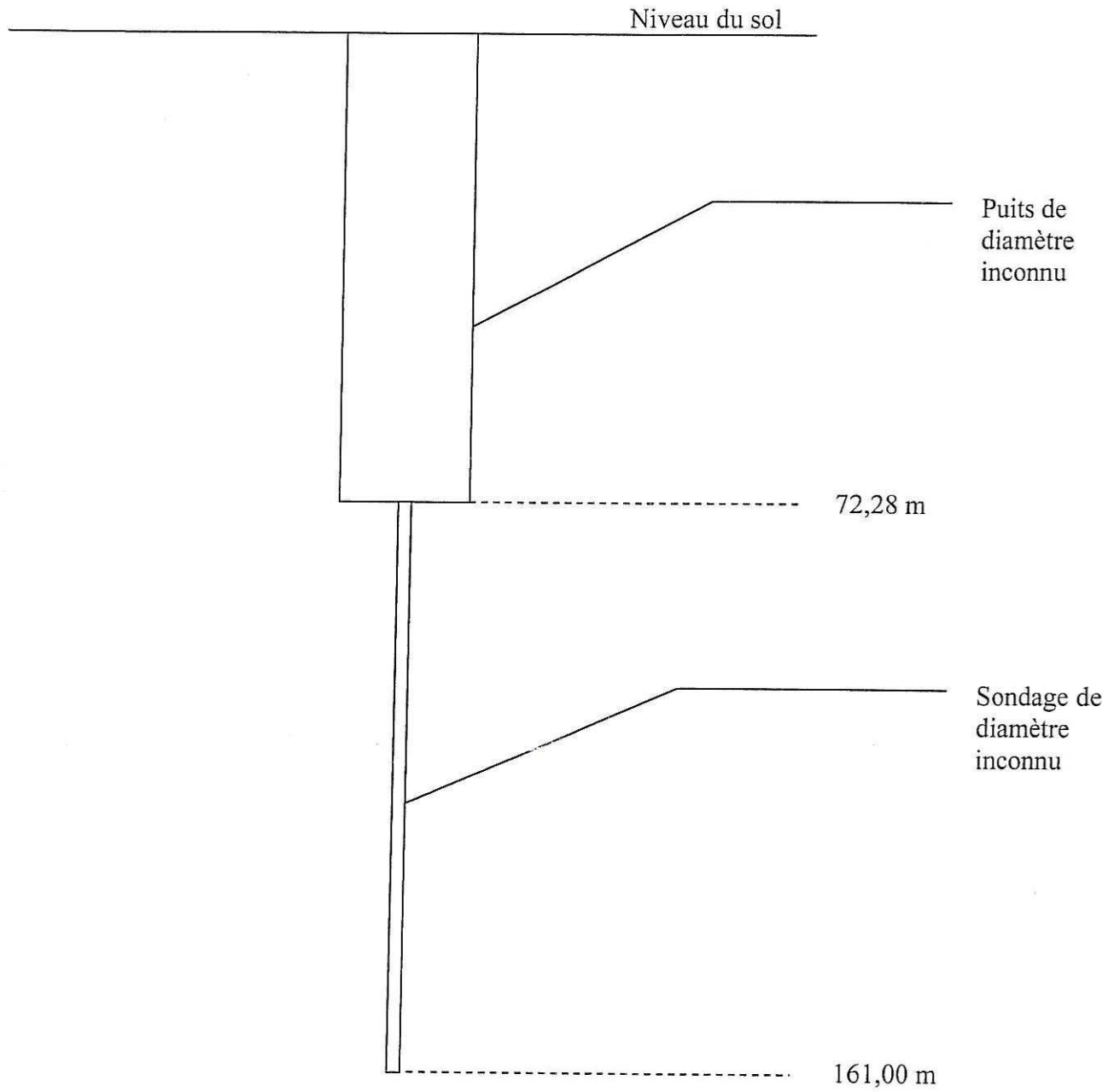
Concession de Miserey (Doubs)

Coupe reconstituée du sondage n°2



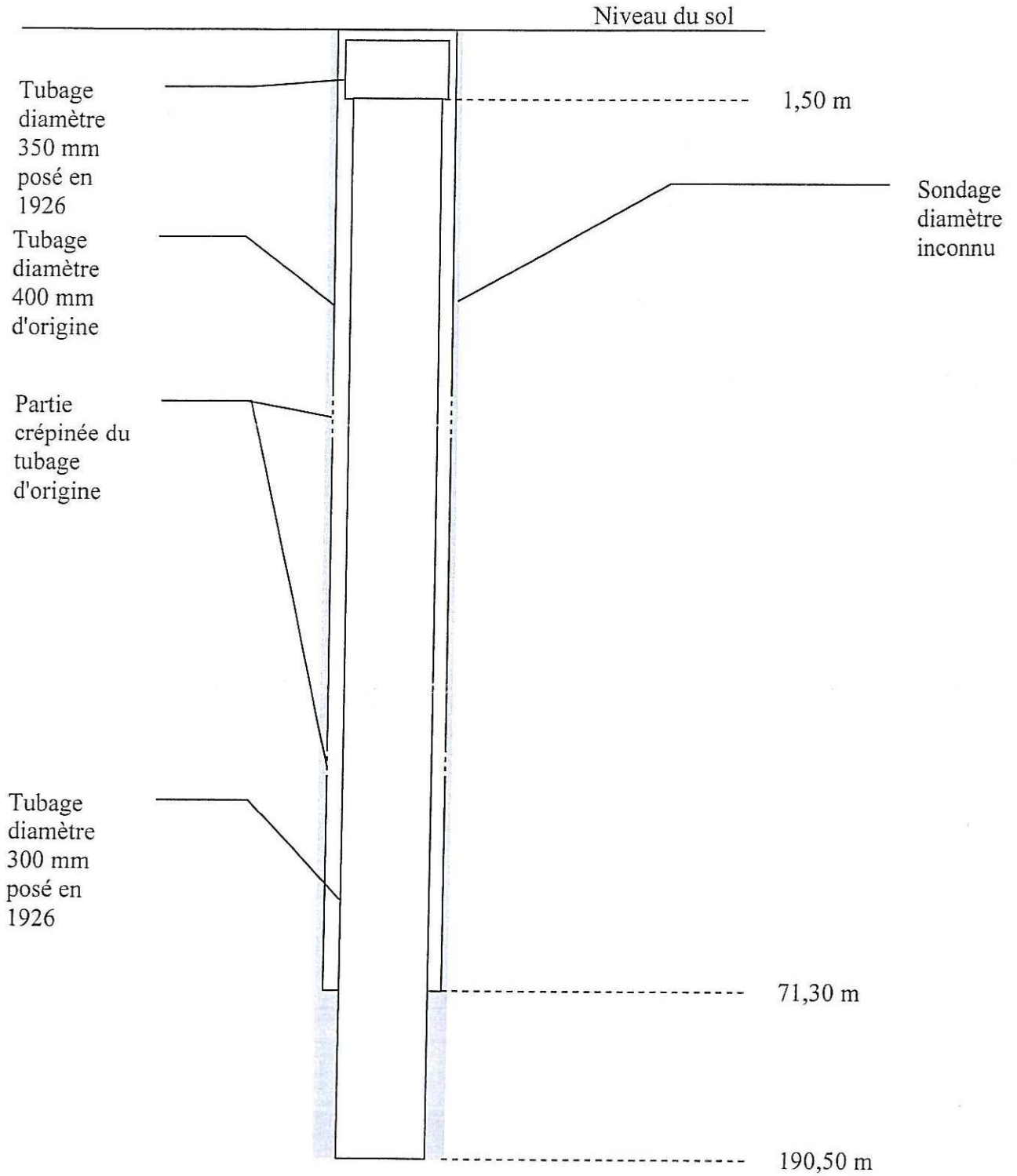
Concession de Miserey (Doubs)

Coupe reconstituée du puits n°2



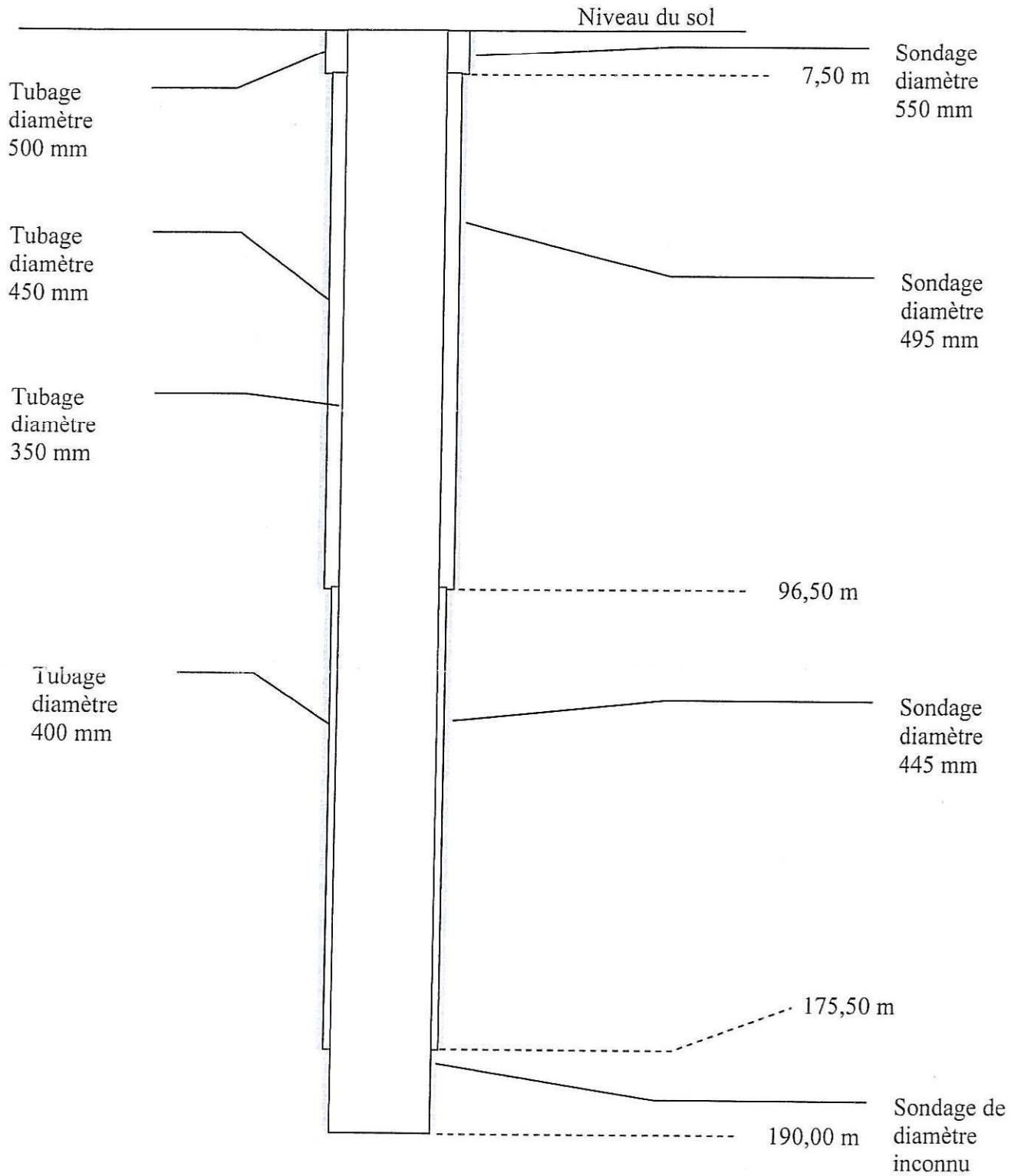
Concession de Miserey (Doubs)

Coupe reconstituée du sondage n°3



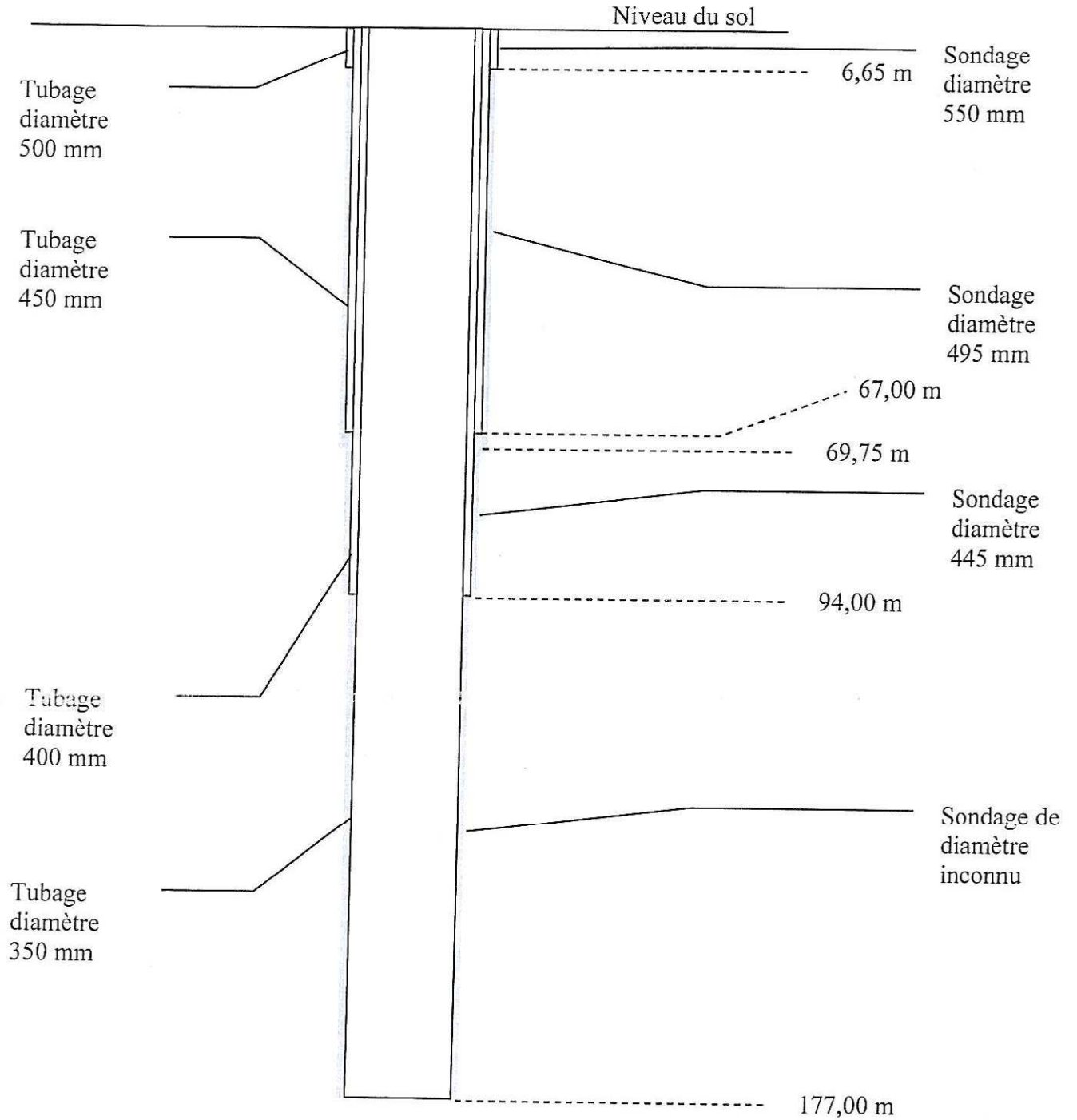
Concession de Miserey (Doubs)

Coupe reconstituée du sondage n°4



Concession de Miserey (Doubs)

Coupe reconstituée du sondage n°5



Puits n° 1 à MISEREY (bas)

Foré en 1926

conduite d'exhaure

câble électrique

ø 185 extérieur

tubage télescopique

49,20 m

pompe immergée

avec conduite d'exhaure et câble

course du piston 2,40 m

cône 0,80 m

175,98 m

173,40 m

ø 114 extérieur

121 m

ø 185 extérieur :

- 6 longueurs de 5,10 m
- 1 longueur de 6,40 m
- 1 longueur de 5,85 m
- 1 longueur de 6,25 m

49,20 m

course du piston 2,40 m
cône 0,80 m

3,20 m

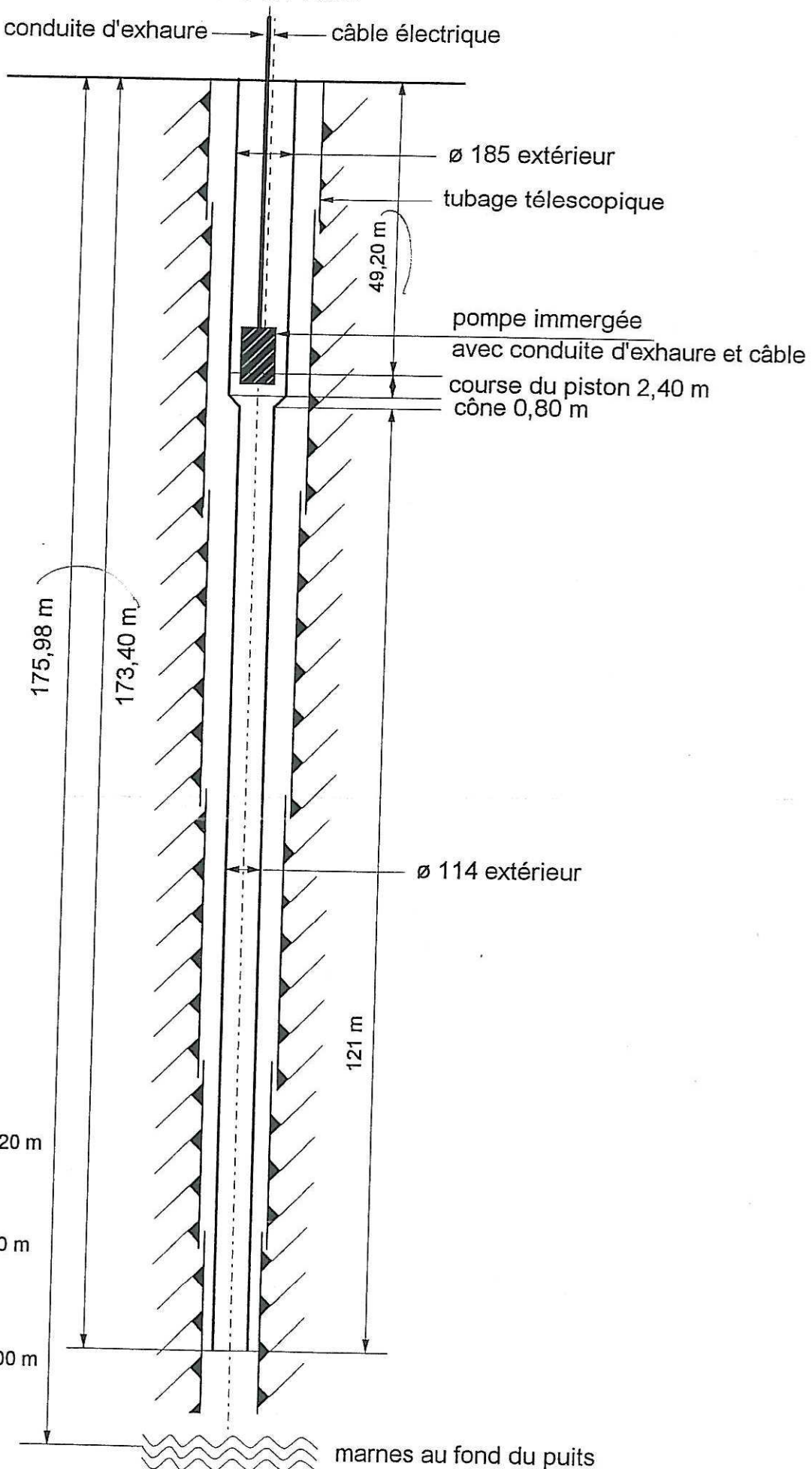
ø 114 extérieur :

- 20 longueurs de 4,00 m
- 8 longueurs de 5,00 m
- 1 longueur de 1,00 m

121,00 m

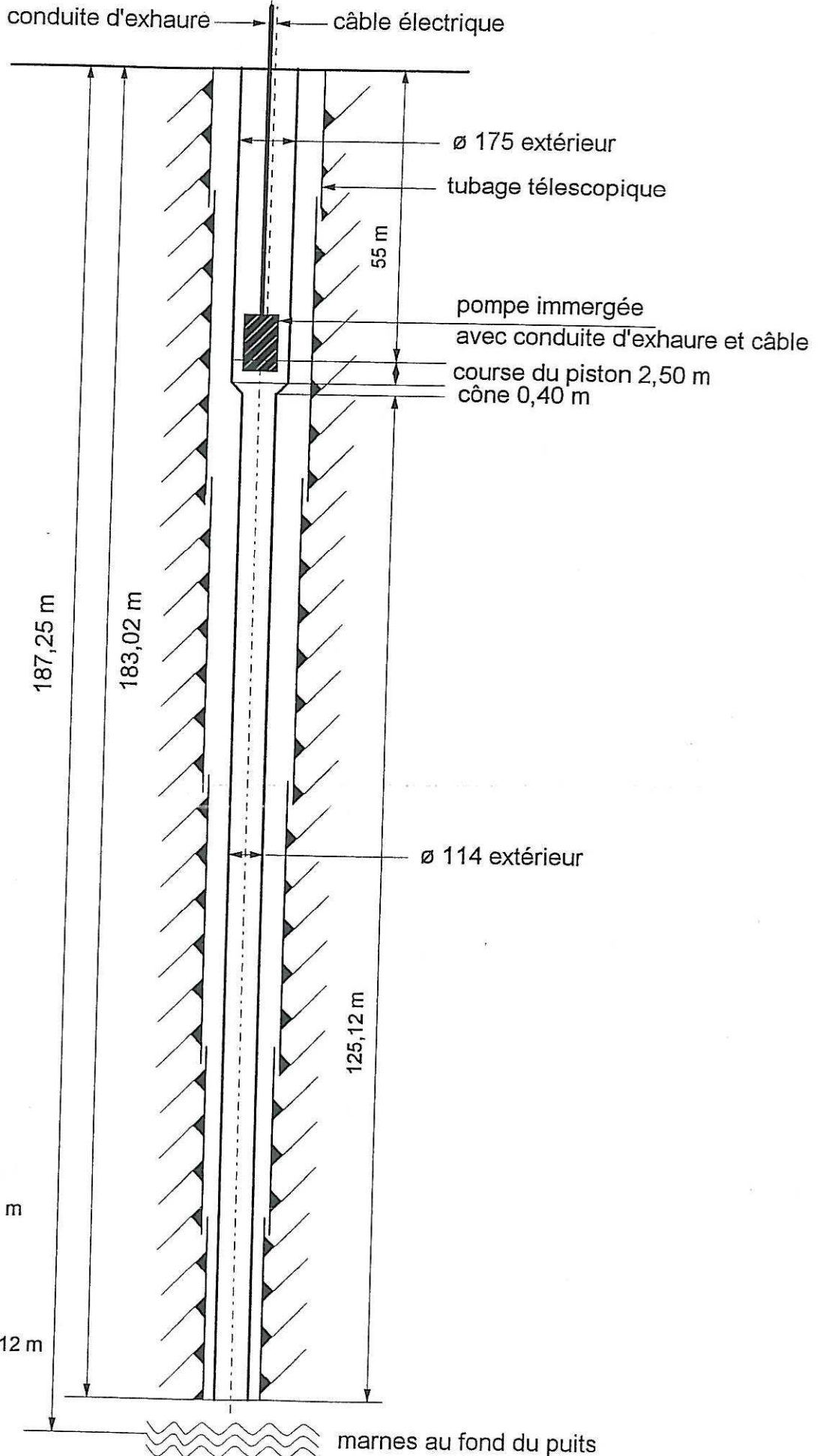
Total 173,40 mètres

marnes au fond du puits



Puits n° 2 à MISEREY (haut)

Foré en 1935

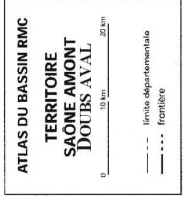


ANNEXE XV – CARTE HYDROGEOLOGIQUE REGIONALE

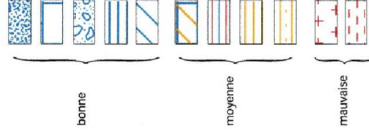


3 - Eaux souterraines

Point du réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines

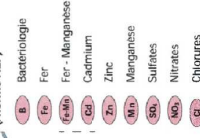


NATURE GÉOLOGIQUE DES TERRAINS COMPOSANT LES SYSTÈMES AQUIFÈRES

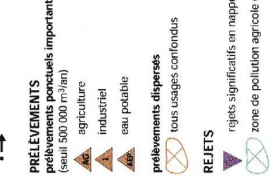


nappe en charge dans le grand Sud. Extension vers le Sud mal connue. Le grand Sud est une zone d'écoulement vers le Sud.

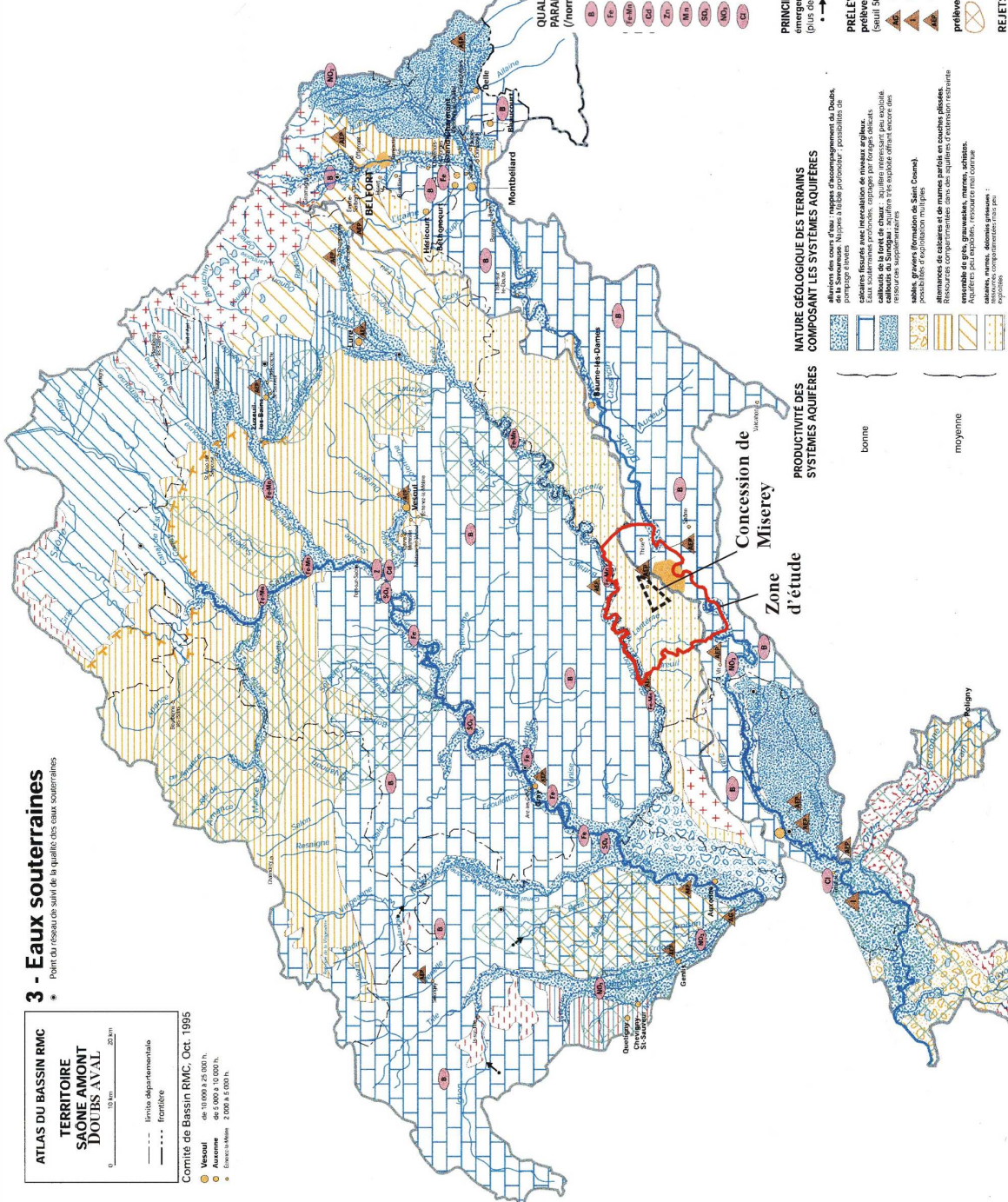
QUALITÉ DES EAUX PARAMÈTRES DÉCLASSANTS (norme AEP)



PRINCIPALES SOURCES émergentes ou résurgences (plus de 25 l/s à l'écoulement)

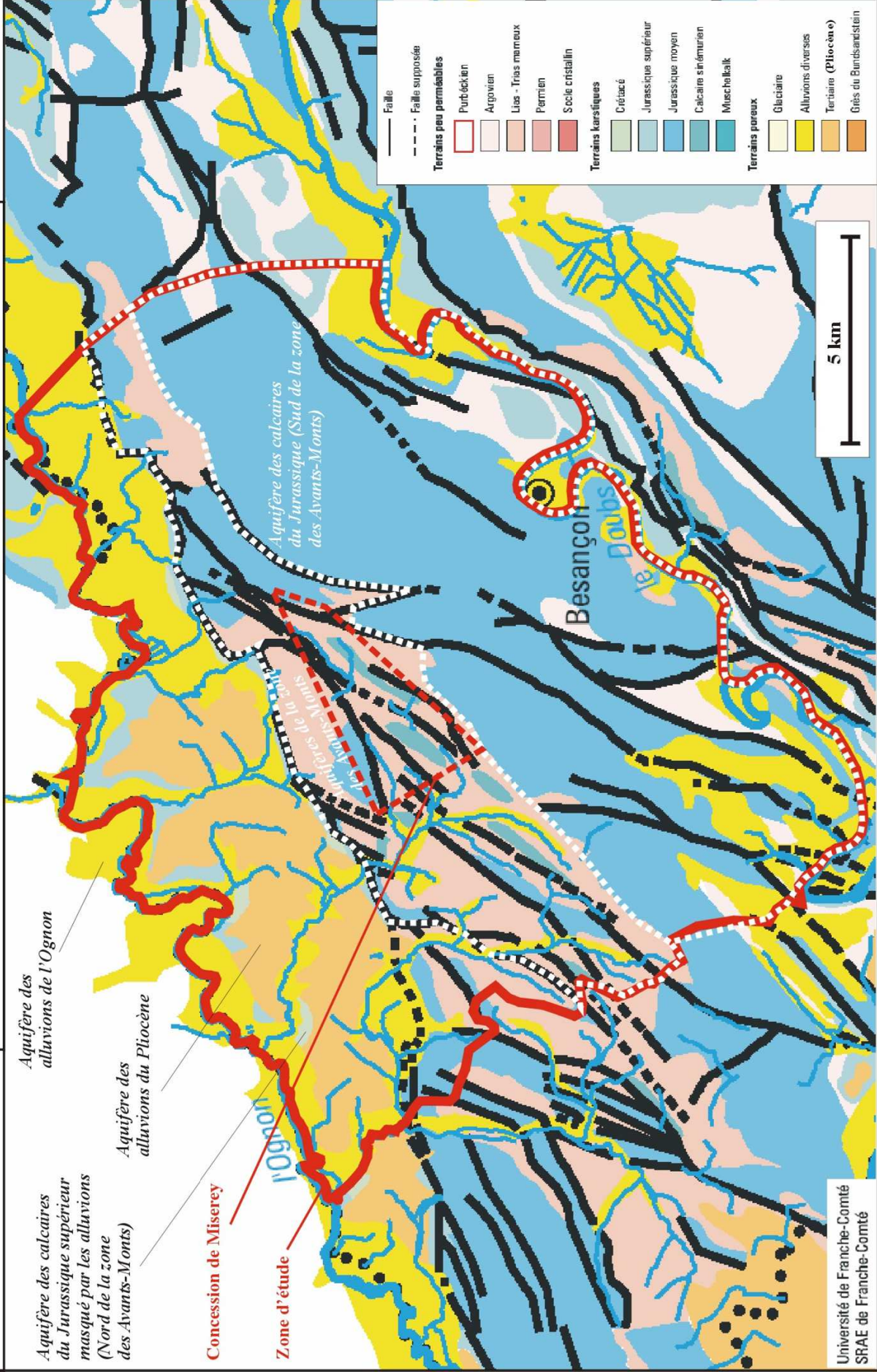


NATURE GÉOLOGIQUE DES TERRAINS COMPOSANT LES SYSTÈMES AQUIFÈRES



ANNEXE XVI – CONTOUR DES UNITES HYDROGEOLOGIQUES

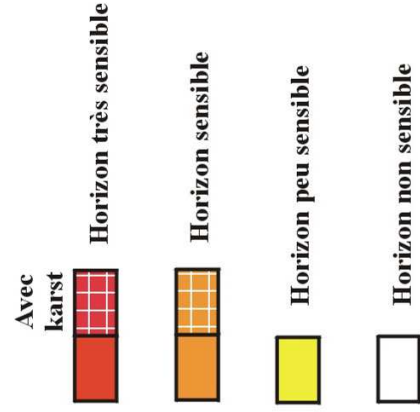
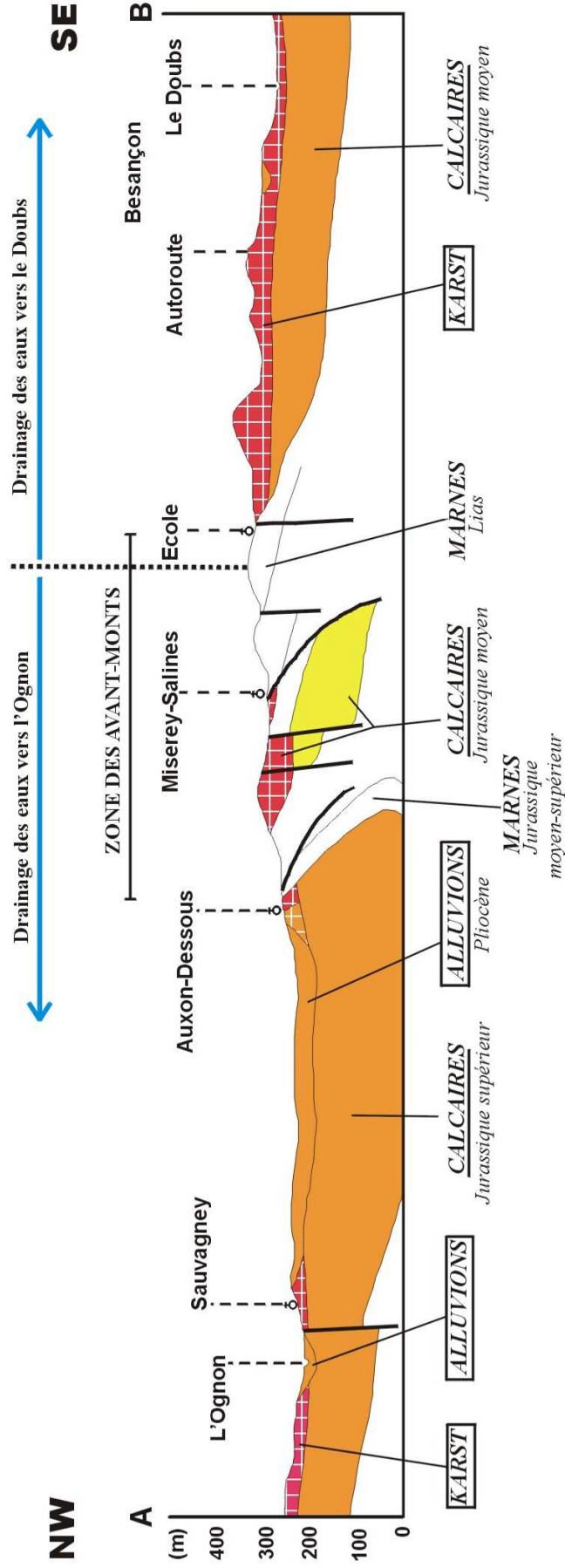




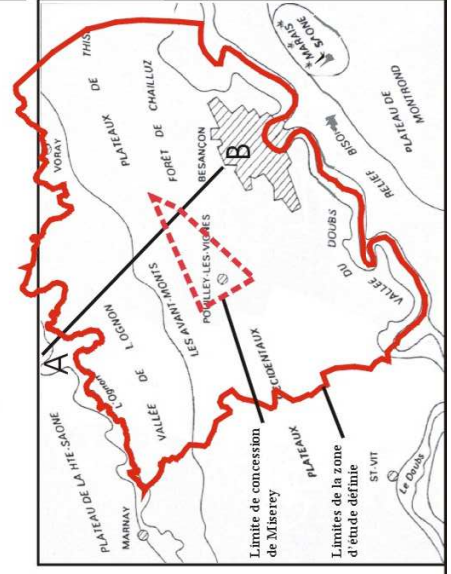
**ANNEXE XVII – COUPE LITHOSTRATIGRAPHIQUE EN FONCTION DE LA
VULNERABILITE DES AQUIFERES**



Secteur de Besançon



D'après la carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution au 1/50000 de Besançon



ALLUVIONS Aquifère principal de référence

CALCAIRES Aquifère d'extension aléatoire

ANNEXE XVIII – CARTE DES CIRCULATIONS SOUTERRAINES





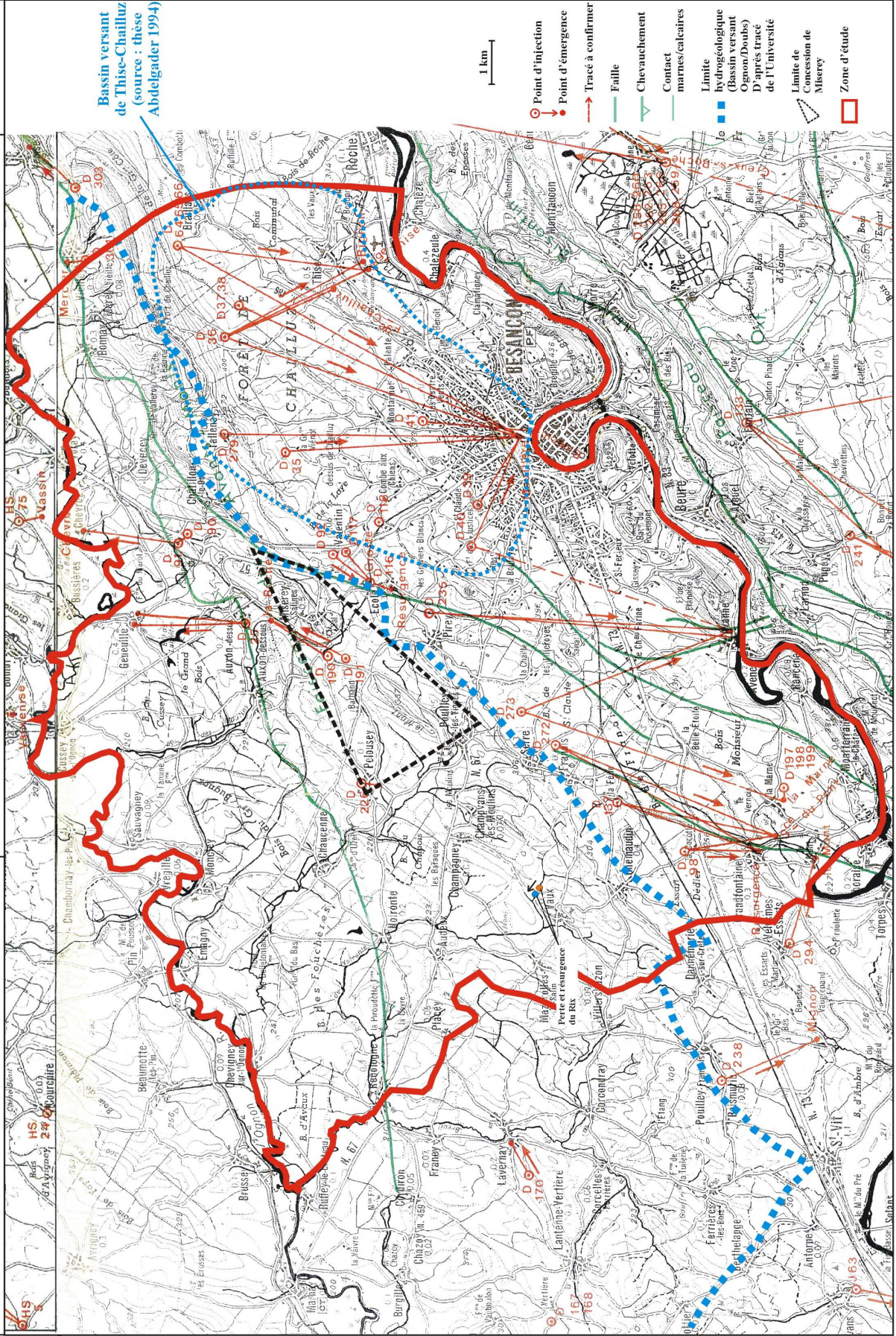
GUIGUES Environnement
SOCIÉTÉ D'INGÉNÉRIE ET DE CONSEIL

CARTE DES CIRCULATIONS SOUTERRAINES

Secteur de Besançon

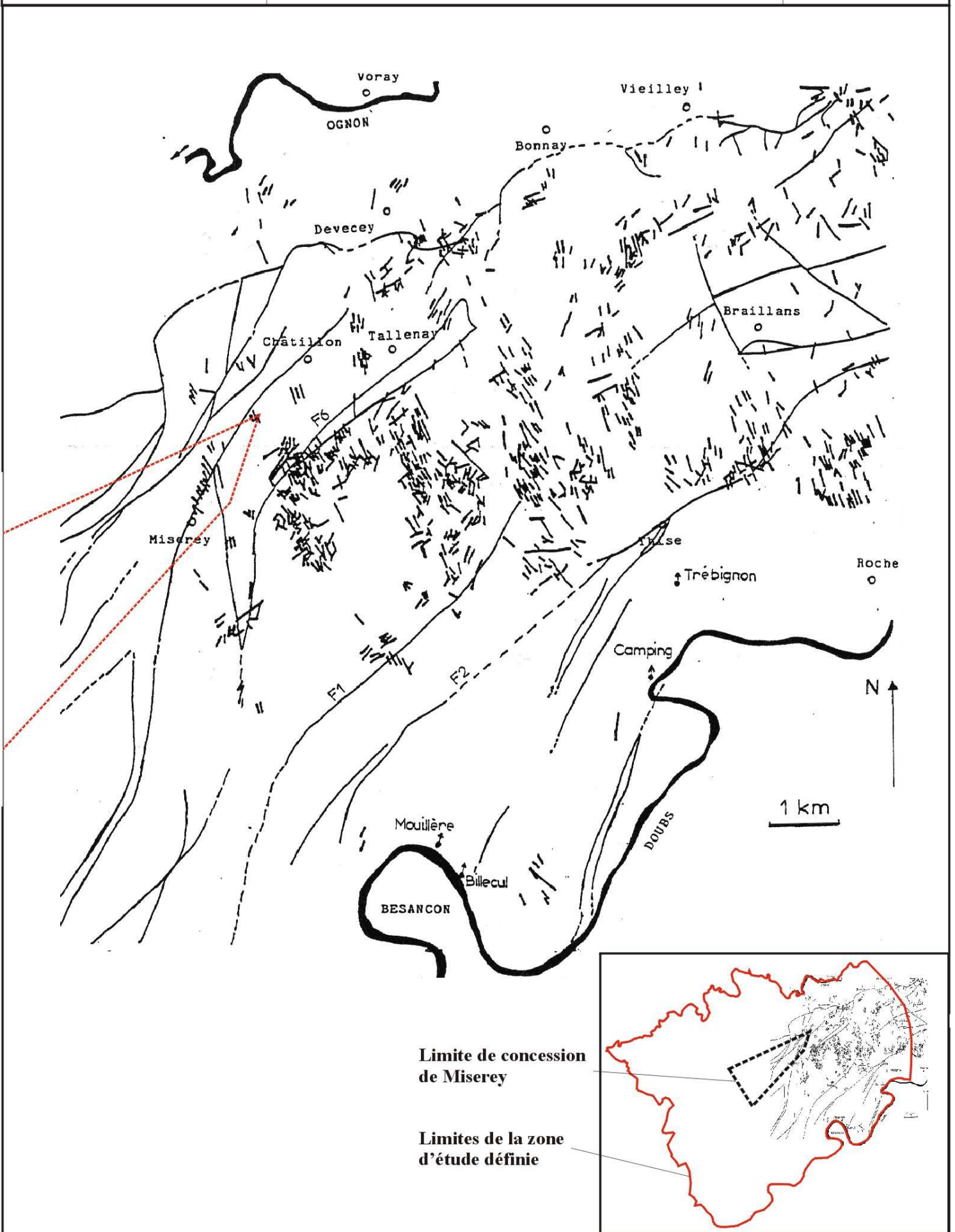
NY-A-4069

ANNEXE XVIII



ANNEXE XIX – CARTE DES DENSITES DE FRACTURATION

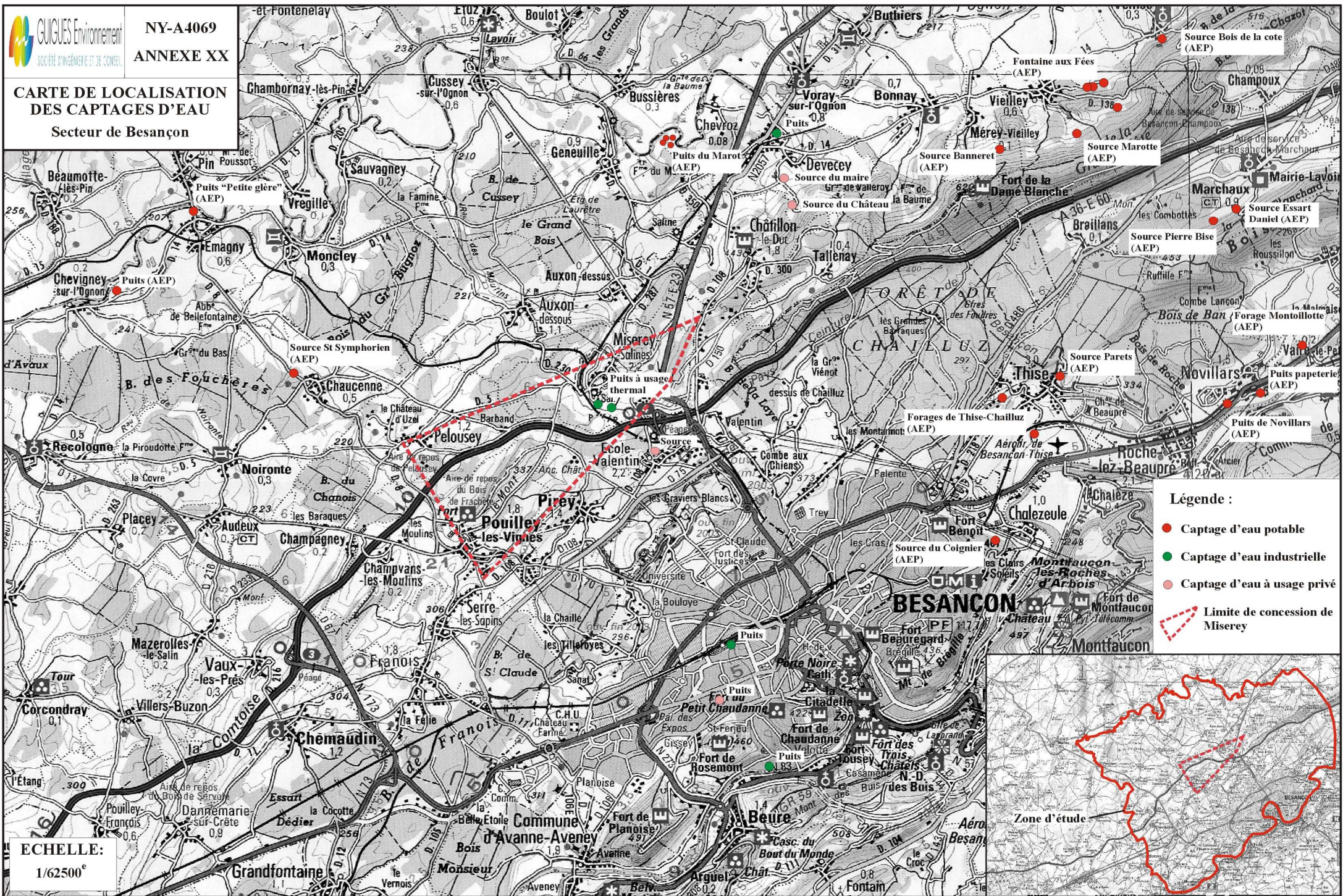




ANNEXE XX – CARTE DE LOCALISATION DES CAPTAGES D'EAU

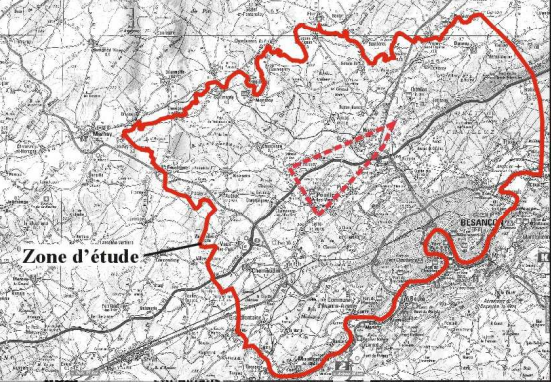


**CARTE DE LOCALISATION
DES CAPTAGES D'EAU**
Secteur de Besançon



- Légende :**
- Captage d'eau potable
 - Captage d'eau industrielle
 - Captage d'eau à usage privé
 - Limite de concession de Miserey

ECHELLE:
1/62500^e



**ANNEXE XXI – PROFILS DE CONDUCTIVITE DES RUISSEAUX AUX ALENTOURS
DES SONDAGES**

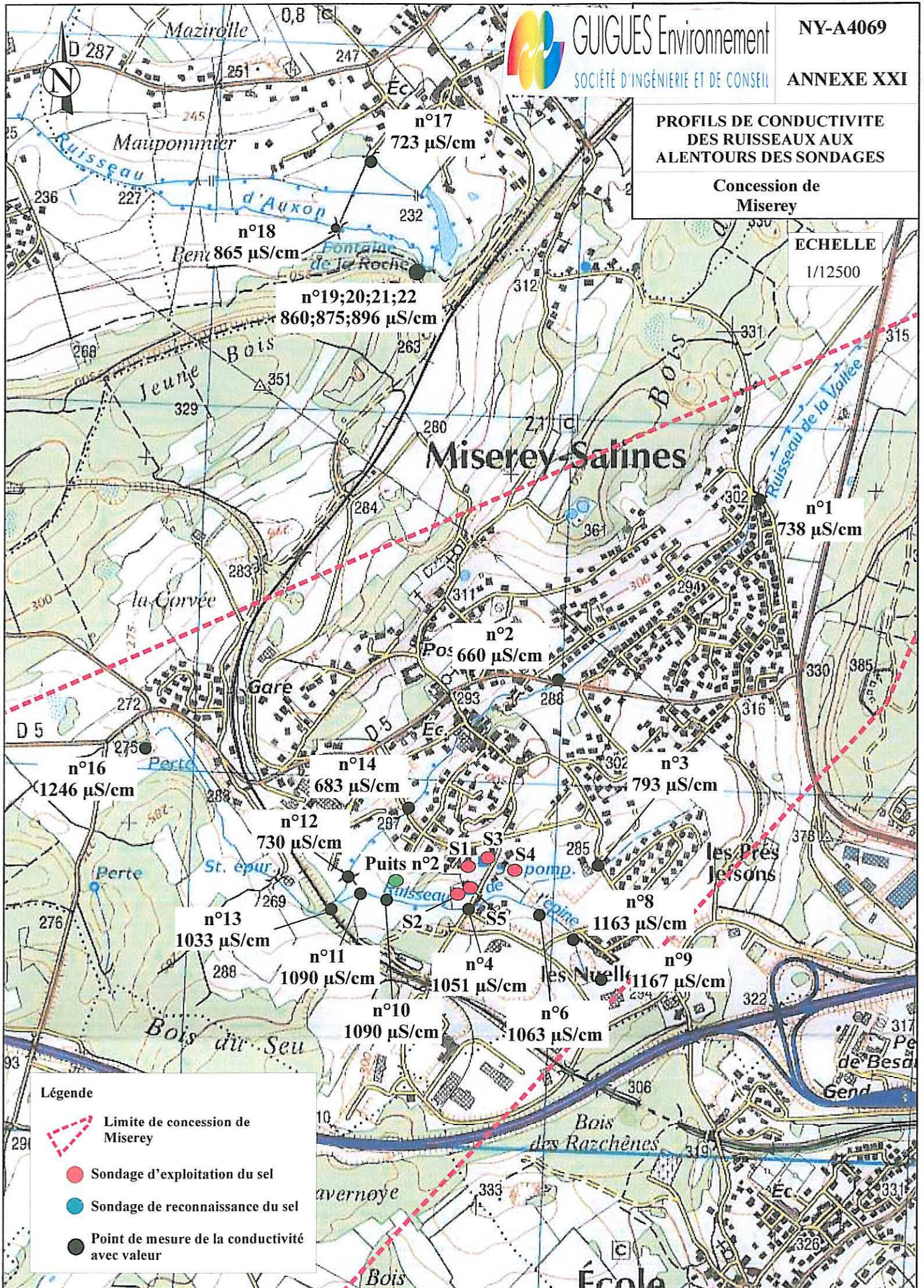




PROFILS DE CONDUCTIVITE
DES RUISSEAUX AUX
ALENTOURS DES SONDAGES

Concession de
Miserey

ECHELLE
1/12500

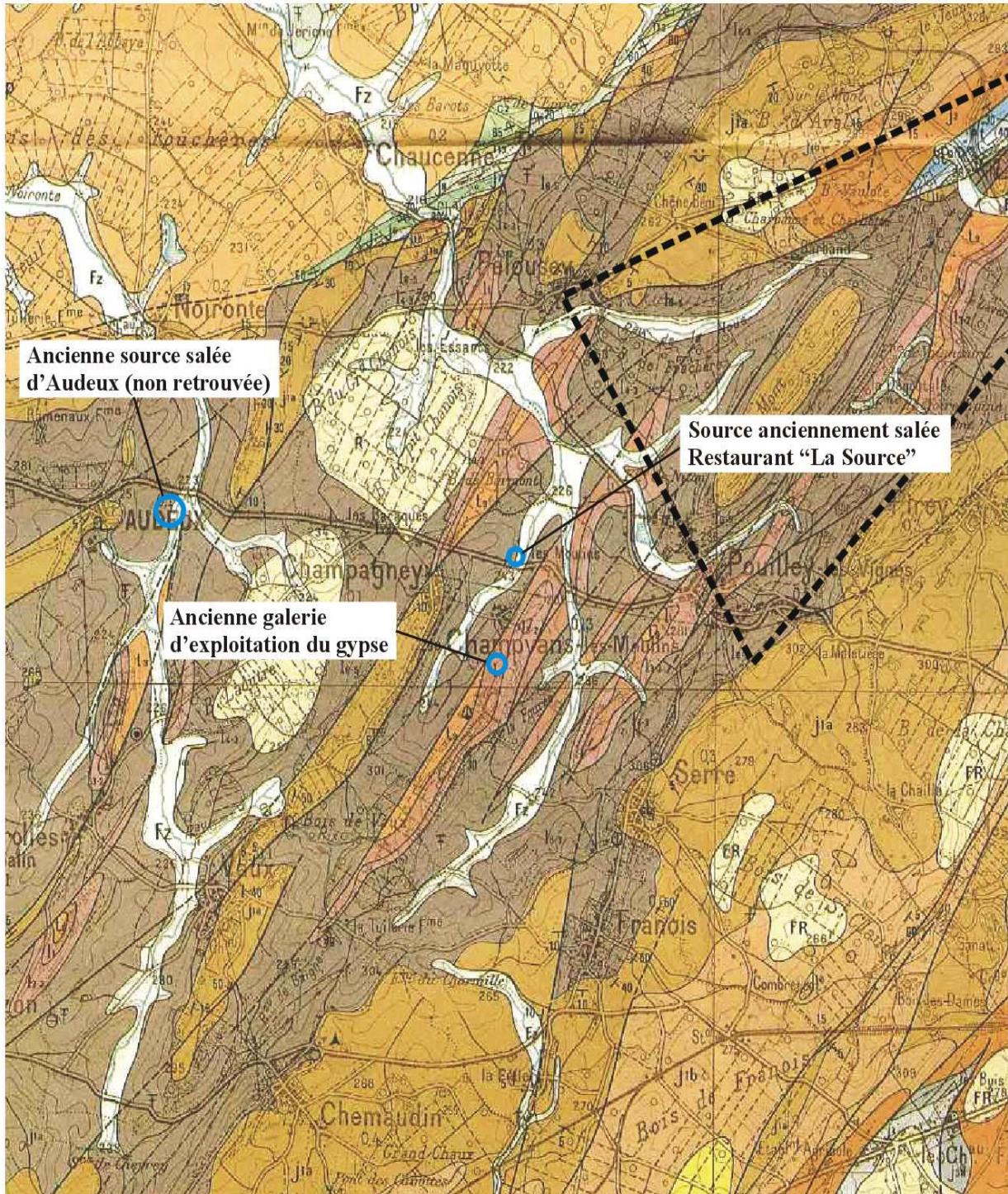


Légende

- Limite de concession de Miserey
- Sondage d'exploitation du sel
- Sondage de reconnaissance du sel
- Point de mesure de la conductivité avec valeur

**ANNEXE XXII – PLAN DE LOCALISATION D'ANCIENNES SOURCES SALEES
AVEREES DANS LE SECTEUR D'ETUDE ET BULLETIN D'ANALYSES DE LA
SOURCE DES MOULINS**






ECHELLE:
1/50000^e

Légende:

 **Limite de concession de Miserey**

 **Sources salées répertoriées**

 Compagnie des Salins du Midi et des salines de l'est	<h1>BULLETIN D'ANALYSE</h1>		N° Bulletin:	04 240
			Demandeur:	M. HERTZ
Etablissement de VARANGEVILLE SATE/LABORATOIRE			Imputation:	ETVG-ADMIN
			Nbre d'heures:	1
			Opérateur(s):	CD + VB
		N° Dossier:	-	

I) OBJET :

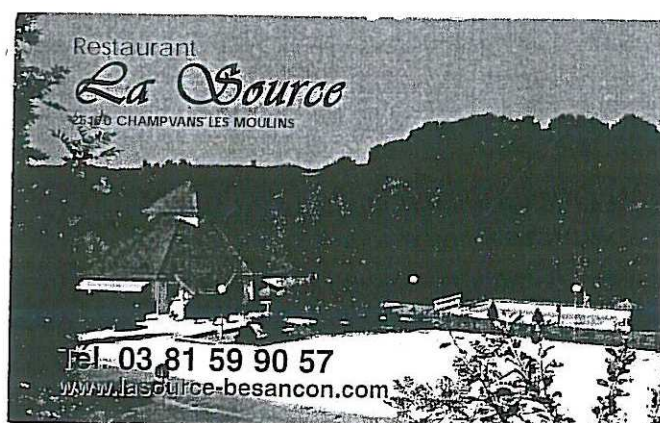
Analyse à la demande de M. HERTZ .

I) ECHANTILLON :

L'échantillon de 1,5 litre a été prélevé par M. HERTZ le 21/12/04 .
Date de réception au labo : Le 22/12/04 à 9h40 .

II) ANALYSES :

		SOURCE des MOULINS	
CHLORURE	Cl-	0,024	g/l
SULFATE	SO4	1,46	g/l
pH	-	7,1	-

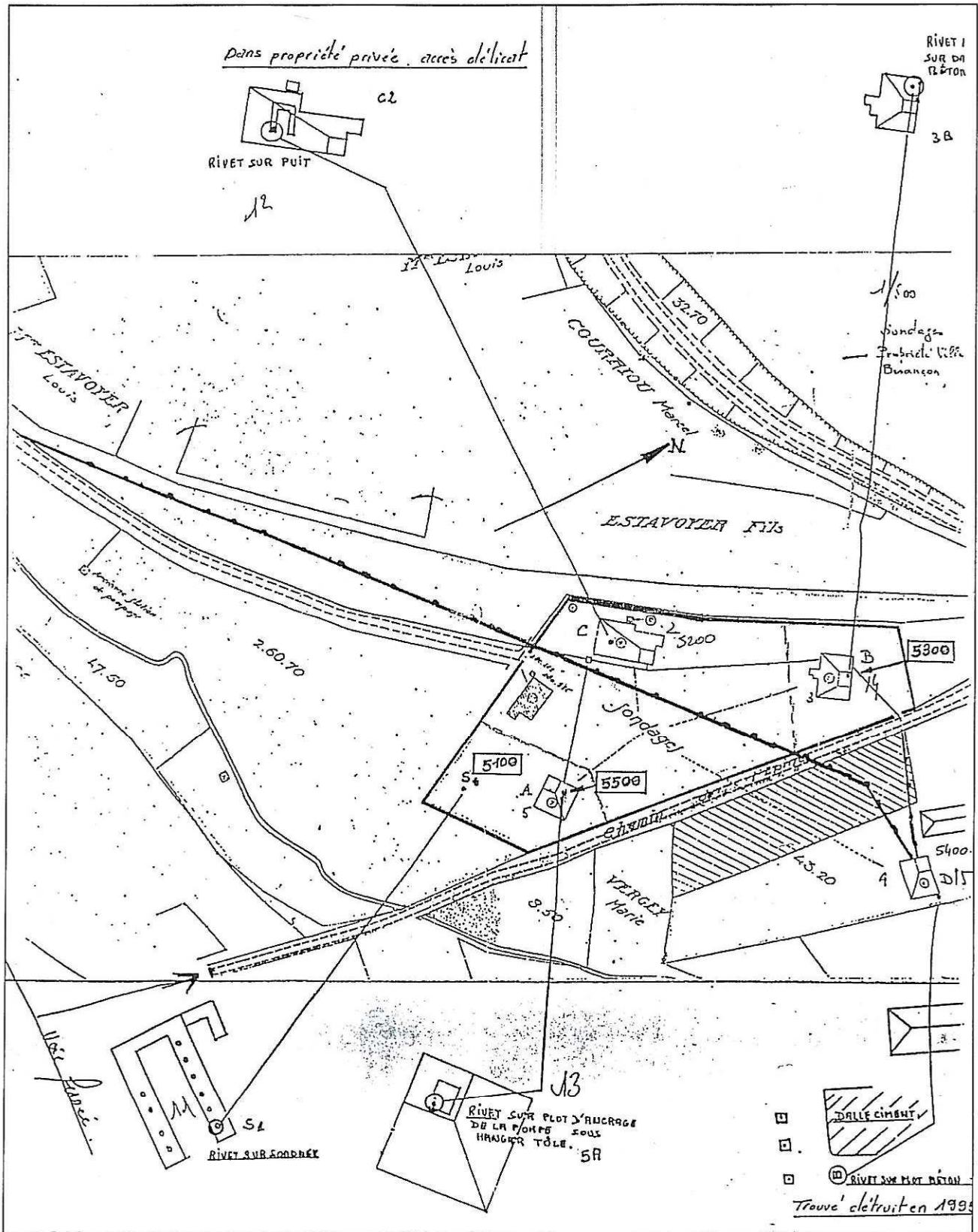


**ANNEXE XXIII – PLAN D'IMPLANTATION DES REPERES DE NIVELLEMENT ET
TABLEAU DE MESURES**



CONCESSION DE MISEREY

Annexe XXIII - Plan d'implantation des repères de nivellement et tableau de mesures



: schéma d'implantation des points de nivellement de la concession de Miserey

COTE RELATIVE (m)

	Bornes	15-mai-84	14-août-86	1-janv-88	21-avr-88	3-mai-90	15-mai-92	1-janv-95	1-mars-97	15-sept-03
100			284,1175				284,1175	284,1175	284,1175	
22000			284,4487				284,4487	284,4488	284,4492	
21900			287,7345				287,7345	287,7266	287,7257	
21820				285,7678			285,7678	285,7678	285,7679	285,7680
5100	277,5100						277,5052	277,5036	277,5029	277,5070
5300	284,5400						284,5458	284,5446	284,5438	284,5510
5500	278,2070						278,2113	278,2105	278,2097	278,2160
5150									277,5328	277,5380
5350									284,7693	284,7740
5450									283,7884	283,7770
5550									277,6900	
C'HS'										
S1	277,500	277,502			284,117	284,117				
S2	282,366	282,368			277,506	277,505				
S3	284,540	284,542			282,372	282,373				
S4	280,890	280,894			284,544	284,546				
S5	278,207	278,206			280,897	280,899				
C'S218					278,210	278,211				
C'S219					285,767	285,767				
C'S220					287,734	287,731				
					284,448	284,448				

ANNEXE XXIV – CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES





CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES - CONCESSION DE MISERREY

NY-A4069
ANNEXE XXIV

Nom de l'ouvrage	Nature de l'ouvrage	Localisation	Profondeur du puits	Toit du sel	Toit du sel massif	Type d'exploitation	Dates d'exploitation	Quantité de sel extrait	Incidents	Etat actuel	Particularités
S1	Ancien sondage d'exploitation	Au niveau d'un terrain privé	250,10 m	164 m	177,50 m	Sans injection d'eau	1875-1949	273 742 T	Nombreuses détériorations du tubage constatées en 1914	Sondage remblayé avec des matériaux de démolition	Mise en place d'un tubage de 165 mm de 64,5 à 167,45 m en 1920
Puits n°2	Sondage de reconnaissance	Localisation précise inconnue	161 m							Probablement remblayé	Le sondage n'a pas rencontré le sel mais une discontinuité géologique importante
S2	Ancien sondage d'exploitation	Au niveau d'un terrain, à proximité du sondage S5	195,28 m	154 m	162 m	Sans injection d'eau	1876-1928	201 510 T	Eboulement du tubage en 1928	Inconnu	Sondage non tubé en profondeur sur les 10 derniers mètres
S3	Sondage d'exploitation	Sous un bâtiment d'exploitation	190,30 m	176,50 m	184 m	Sans injection d'eau	depuis 1892	283 578 T	Retubage complet en 1926	Bon état général	Sondage actuellement exploité par la ville de Besançon pour un établissement thermal
S4	Ancien sondage d'exploitation	Sous une habitation privée	190 m	175 m	178 m	Sans injection d'eau	1926-1967	167 582 T		Inconnu	
S5	Sondage d'exploitation	Sous un bâtiment d'exploitation	177 m	165,67 m		Sans injection d'eau	depuis 1935	119 667 T	Lors d'une chute d'outil de 74,35 m à 74,45 m, le niveau d'eau dans le forage est passé de 4,1 à 13 m de profondeur	Bon état général	Sondage actuellement exploité par la ville de Besançon pour un établissement thermal

**ANNEXE XXV – ANALYSES D'EAU AU NIVEAU DES PUIITS S3 ET S5, EXPLOITES
PAR LA VILLE DE BESANCON**



ANALYSES D'EAU SALEE

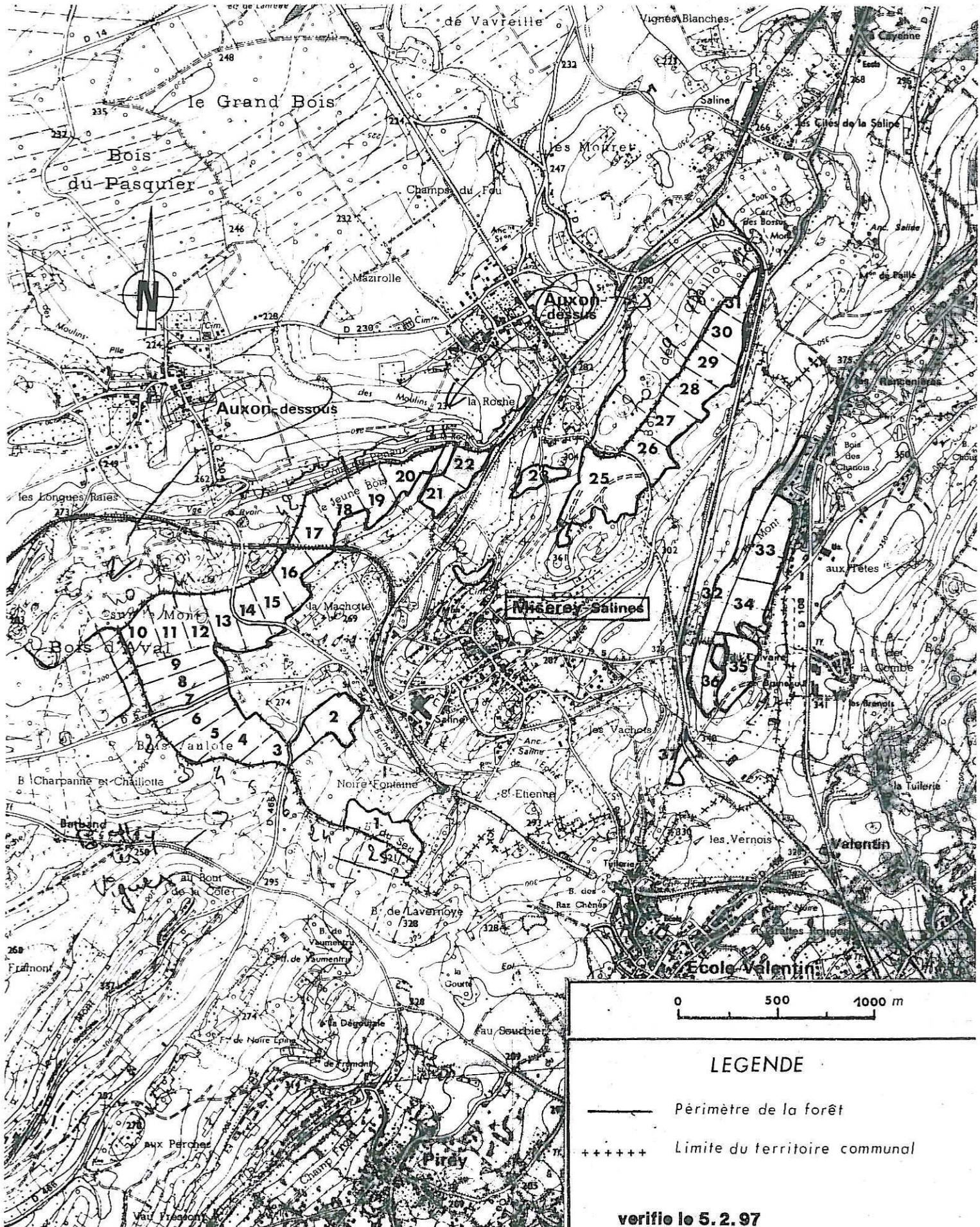
	1893 d'après Boisson et Baudin	28/02/90	06/06/94 Puits 1	06/06/94 Puits 2	06/02/97 Puits 1	06/02/97 Puits 2	06/02/97 Réservoir Chasnot
Densité	1,2	1,21			1,2	1,21	1,02
PH		6,68	6,95	6,56	6,48	6,42	7,29
Conductivité			182 100	190 340	171 000	171 000	47 200
Résidu sec en g/l			276	338	328	332	33,1
Calcium en g/l		0,86	1,39	1,62	2,45	3,15	0,26
Magnésium en g/l		1,28	0,8	0,99	1,51	1,7	0,18
Sodium en g/l		107	92,25	116	104	108	12
Potassium en g/l		2,64	3,63	3,53	3,3	3,5	0,32
Ammonium en mg/l			<0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Carbonates en mg/l			0	0	0	0	0
Bicarbonates en mg/l	?	89,6	231	234	216	214	276
Chlorures en g/l	291,18	175	202	226	164	175	19,8
Sulfates en g/l	6,73	6,76	14,6	16,5	30,7	32,3	3
Nitrites en mg/l			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrates en mg/l					<1,00	<1,00	5,55

**ANNEXE XXVI – PLANS DE SITUATION DES FORETS AU NIVEAU DE LA
CONCESSION DE MISEREY**



Plan de situation

Carte IGN au 1/25000 e : BESANCON 3-4



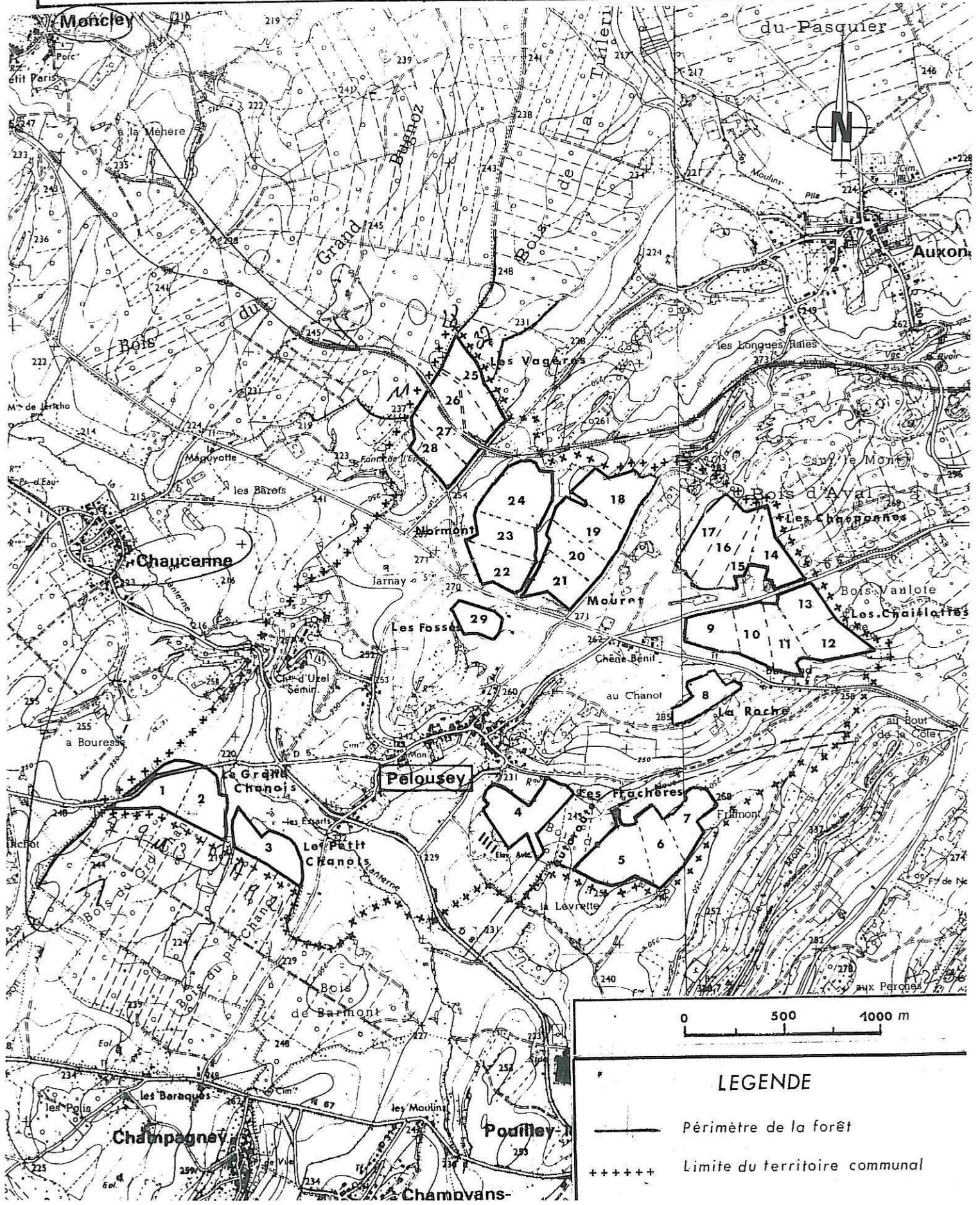
verifié le 5.2.97

DIVISION DE BESANCON OUEST

Plan de situation

* Autoroute A 36

Cartes IGN au 1/25000 e : BESANCON 1.2 ; 3.4



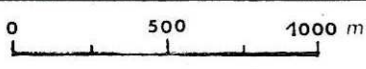
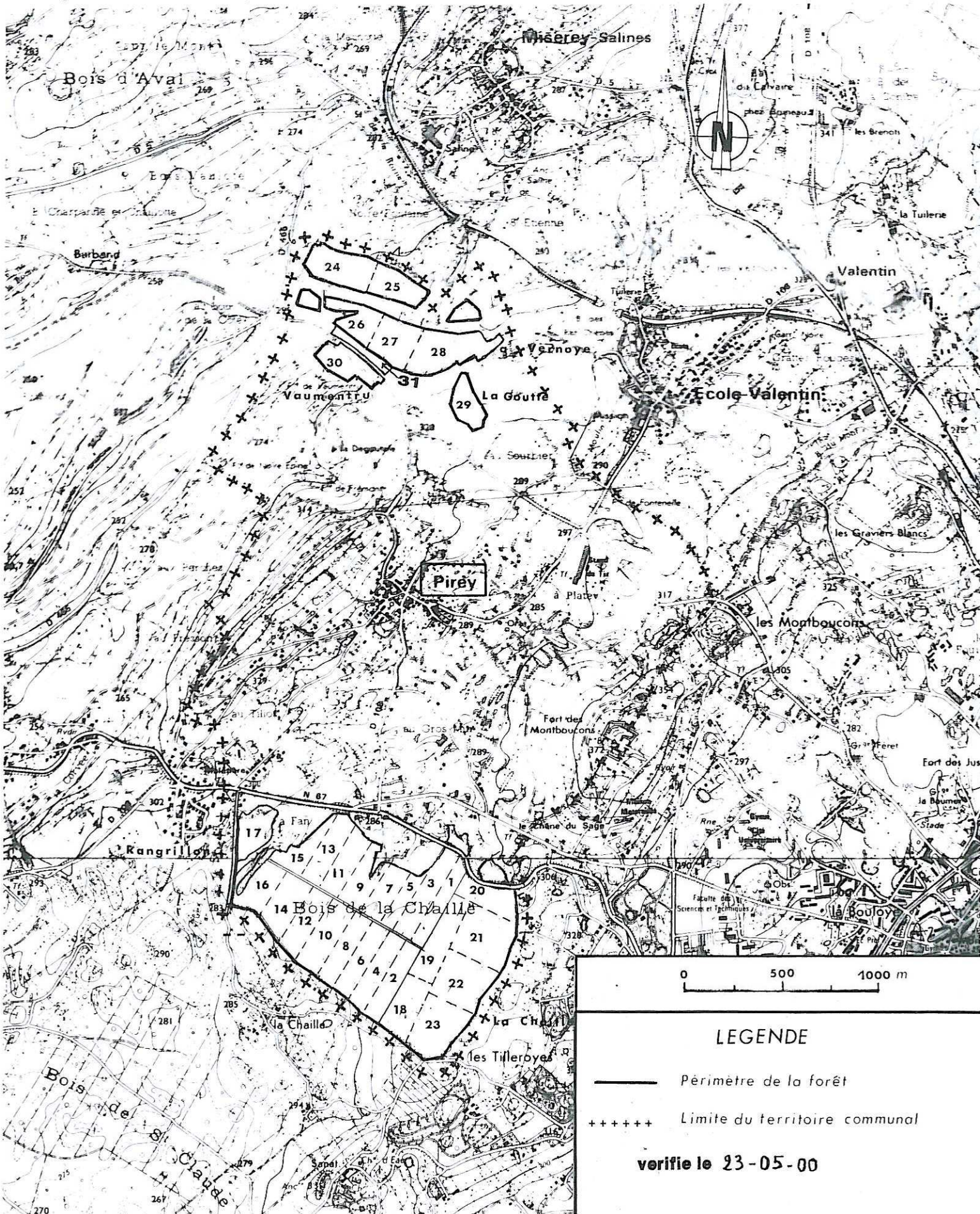
0 500 1000 m

LEGENDE

- Périmètre de la forêt
- +++++ Limite du territoire communal

Plan de situation

Cartes IGN au 1/25000e : BESANCON 3.4 ; 7.8



LEGENDE

- Périimètre de la forêt
- +++++ Limite du territoire communal

verifié le 23-05-00

**ANNEXE XXVII – PLAN DE LOCATION ET FICHES DESCRIPTIVES DES SITES .
LISTE DES MONUMENTS HISTORIQUES AUX ALENTOURS DE MISEREY-SALINES**

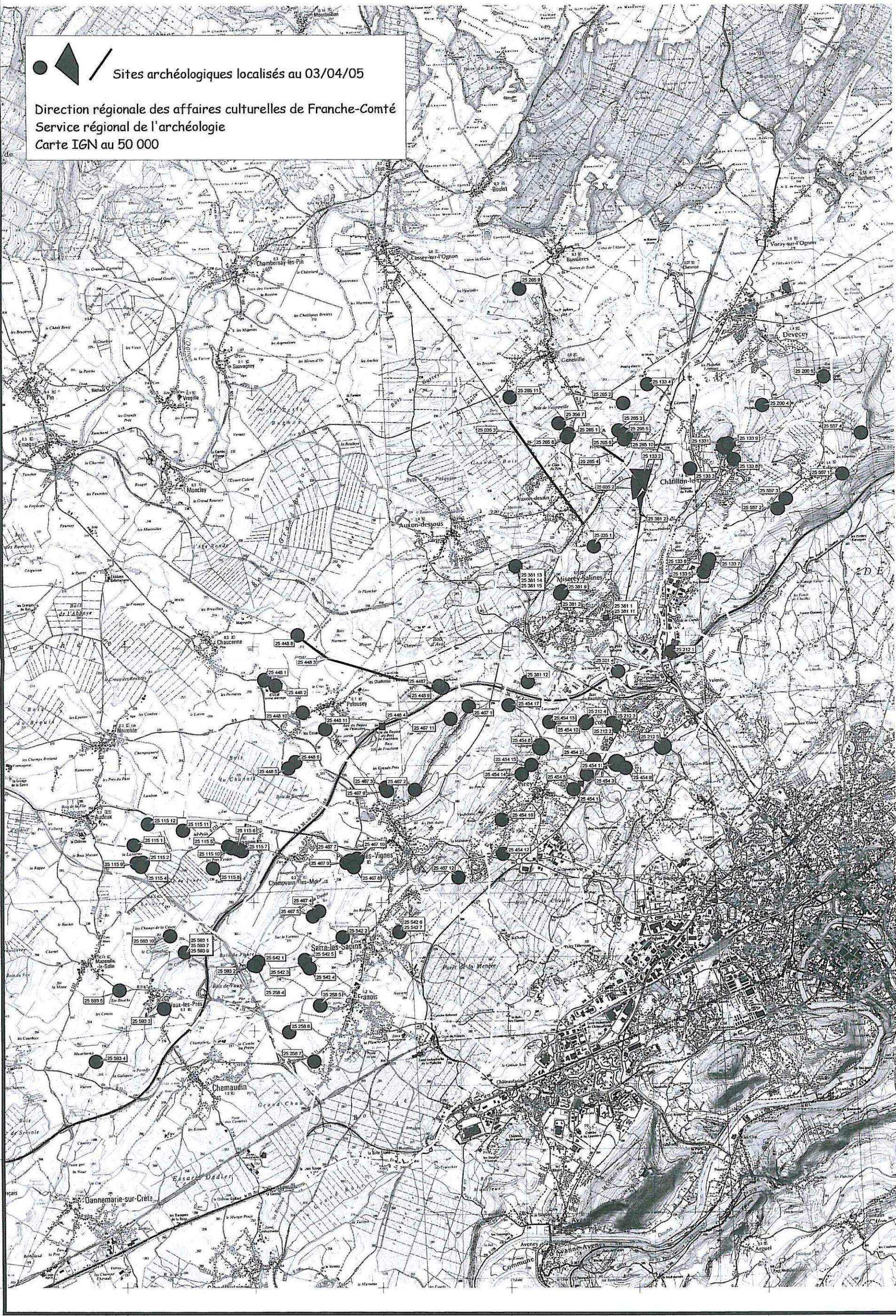


2270000
2268000
2266000
2264000
2262000
2260000
2258000
2256000
2254000
2252000
2250000



Sites archéologiques localisés au 03/04/05

Direction régionale des affaires culturelles de Franche-Comté
Service régional de l'archéologie
Carte IGN au 50 000



868000 870000 872000 874000 876000 878000

MISEREY-SALINES**Liste des entités archéologiques**

- 155 / 25 381 0001 / MISEREY-SALINES / Bords de la RD5 / / Age du bronze - Age du fer / poterie
- 198 / 25 381 0002 / MISEREY-SALINES / N 57, en Bordure du Bois de Chailloz / / Gallo-romain / tuile, poterie
- 53 / 25 381 0003 / MISEREY-SALINES / au Cimetière, Saint-Etienne // sépulture / Haut moyen-âge
- 1961 / 25 381 0004 / MISEREY-SALINES / / / Gallo-romain / mur
- 6331 / 25 381 0005 / MISEREY-SALINES / / / sépulture / Haut moyen-âge
- 6332 / 25 381 0006 / MISEREY-SALINES / / / voie / Gallo-romain
- 6333 / 25 381 0007 / MISEREY-SALINES / / / sépulture / Haut moyen-âge
- 6334 / 25 381 0008 / MISEREY-SALINES / / / motte castrale / Moyen-âge
- 6335 / 25 381 0009 / MISEREY-SALINES / / / église / Bas moyen-âge - Epoque moderne
- 6336 / 25 381 0010 / MISEREY-SALINES / / / Epoque indéterminée / lithique indéterminé
- 12014 / 25 381 0011 / MISEREY-SALINES / Bords de la RD5 / / Gallo-romain / mur
- 12015 / 25 381 0012 / MISEREY-SALINES / / Bois du Seu / carrière / Epoque indéterminée
- 14585 / 25 381 0013 / MISEREY-SALINES / / Le Jeune Bois / carrière / Epoque indéterminée
- 14587 / 25 381 0014 / MISEREY-SALINES / / Le Jeune Bois / Epoque indéterminée / enclos
- 14588 / 25 381 0015 / MISEREY-SALINES / / / Epoque indéterminée / butte

POUILLEY-LES-VIGNES**Entités archéologiques**

6868 / 25 467 0001 / POUILLEY-LES-VIGNES / / / défense / Epoque contemporaine

6869 / 25 467 0002 / POUILLEY-LES-VIGNES / / / fort / Epoque contemporaine

11618 / 25 467 0003 / POUILLEY-LES-VIGNES / / Fontaine de Niton / villa / Gallo-romain

11619 / 25 467 0004 / POUILLEY-LES-VIGNES / / Bois de la Dame / occupation / Gallo-romain

11620 / 25 467 0005 / POUILLEY-LES-VIGNES / Bois de la Dame / / occupation / Néolithique ?

11621 / 25 467 0006 / POUILLEY-LES-VIGNES / Fontaine de Niton / / occupation / Néolithique ?

11622 / 25 467 0007 / POUILLEY-LES-VIGNES / Tréboz / / occupation / Néolithique

11623 / 25 467 0008 / POUILLEY-LES-VIGNES / Tréboz / / occupation / Paléolithique moyen

11624 / 25 467 0009 / POUILLEY-LES-VIGNES / / Tréboz / occupation / Mésolithique

11625 / 25 467 0010 / POUILLEY-LES-VIGNES / / Tréboz / occupation / Paléolithique supérieur

11937 / 25 467 0011 / POUILLEY-LES-VIGNES / / / château fort / Moyen-âge

14668 / 25 467 0012 / POUILLEY-LES-VIGNES / / / occupation / Gallo-romain

7640 25 448 1 - CONTEMPORAIN MODERNE	PELOUSEY	Sur la Lanterne. Moulin Girard Moulin Moulin
7641 25 448 2 - MODERNE	PELOUSEY	Château d'Uzel Château
9099 25 448 3 - GALLO ROMAIN	PELOUSEY	VOIE
9100 25 448 4 - NEOLITHIQUE	PELOUSEY	Construction A36 Outillage lithique
9657 25 448 5 - NEOLITHIQUE NEOLITHIQUE	PELOUSEY	Lavernoye Débitage lithique Outillage lithique
9658 25 448 6 - MOUSTERIEN MOUSTERIEN	PELOUSEY	Lavernoye Débitage lithique Outillage lithique
11938 25 448 7 - CONTEMPORAIN	PELOUSEY	Tuilerie de Barband Tuilerie
11939 25 448 8 - INDETERMINE	PELOUSEY	Borne

11940

25 448 9

PELOUSEY

-

INDETERMINE

PONT

25448 to
gallo-romain Pelousey

Le hâssement La Plantière.
construction

PIREY

Entités archéologiques N° 6 Non localisée

14776 / 25 454 0017 / PIREY / / / occupation / Gallo-romain

PIREY

Entités archéologiques N° 6 Non localisée

- 1955 / 25 454 0001 / PIREY / Près de la perte du ruisseau du moulin et de l'oratoire / / Gallo-romain / tuile
- 8010 / 25 454 0002 / PIREY / Aux Fontenelles / / Mésolithique ancien - Néolithique ancien / outillage lithique
- 8011 / 25 454 0003 / PIREY / A Maltalon / / Mésolithique ancien - Néolithique ancien / outillage lithique
- 8807 / 25 454 0004 / PIREY / / / enceinte / Epoque indéterminée ?
- 8808 / 25 454 0005 / PIREY / / / Gallo-romain / construction
- 8809 / 25 454 0006 / PIREY / / / Paléolithique moyen / outillage lithique
- 8810 / 25 454 0007 / PIREY / / / Epoque indéterminée ? / monnaie
- 11631 / 25 454 0008 / PIREY / La Dégoutale / / atelier de terre cuite architecturale / Epoque moderne - Epoque contemporaine
- 11632 / 25 454 0009 / PIREY / Terrain militaire, Fontaine de Fontenelle / / Gallo-romain / construction
- 11633 / 25 454 0010 / PIREY / Entre Bois de la Goutte et Bois des Raz-Chênes / / occupation / Néolithique
- 11634 / 25 454 0011 / PIREY / Terrain militaire, Fontaine de Fontenelle / / occupation / Mésolithique
- 11635 / 25 454 0012 / PIREY / Le Tillot (Lotissement des Tilleuls) / / occupation / Paléolithique moyen
- 11706 / 25 454 0013 / PIREY / / / Néolithique / outillage lithique
- 14722 / 25 454 0014 / PIREY / / rue du vignole / poudrière / Epoque moderne - Epoque contemporaine
- 14723 / 25 454 0015 / PIREY / / / Epoque moderne - Epoque contemporaine / construction
- 14724 / 25 454 0016 / PIREY / / rue Tillot / Epoque moderne - Epoque contemporaine / construction

Département : *Doubs*

MISEREY-SALINES

MISEREY-SALINES

Château de Miserey

Château (cad. AP 79) : inscription par arrêté du 8 août 1994

**ANNEXE XXVIII – PLAN DE LOCATION DES ZONES HUMIDES AUX ALENTOURS DE
MISEREY-SALINES**





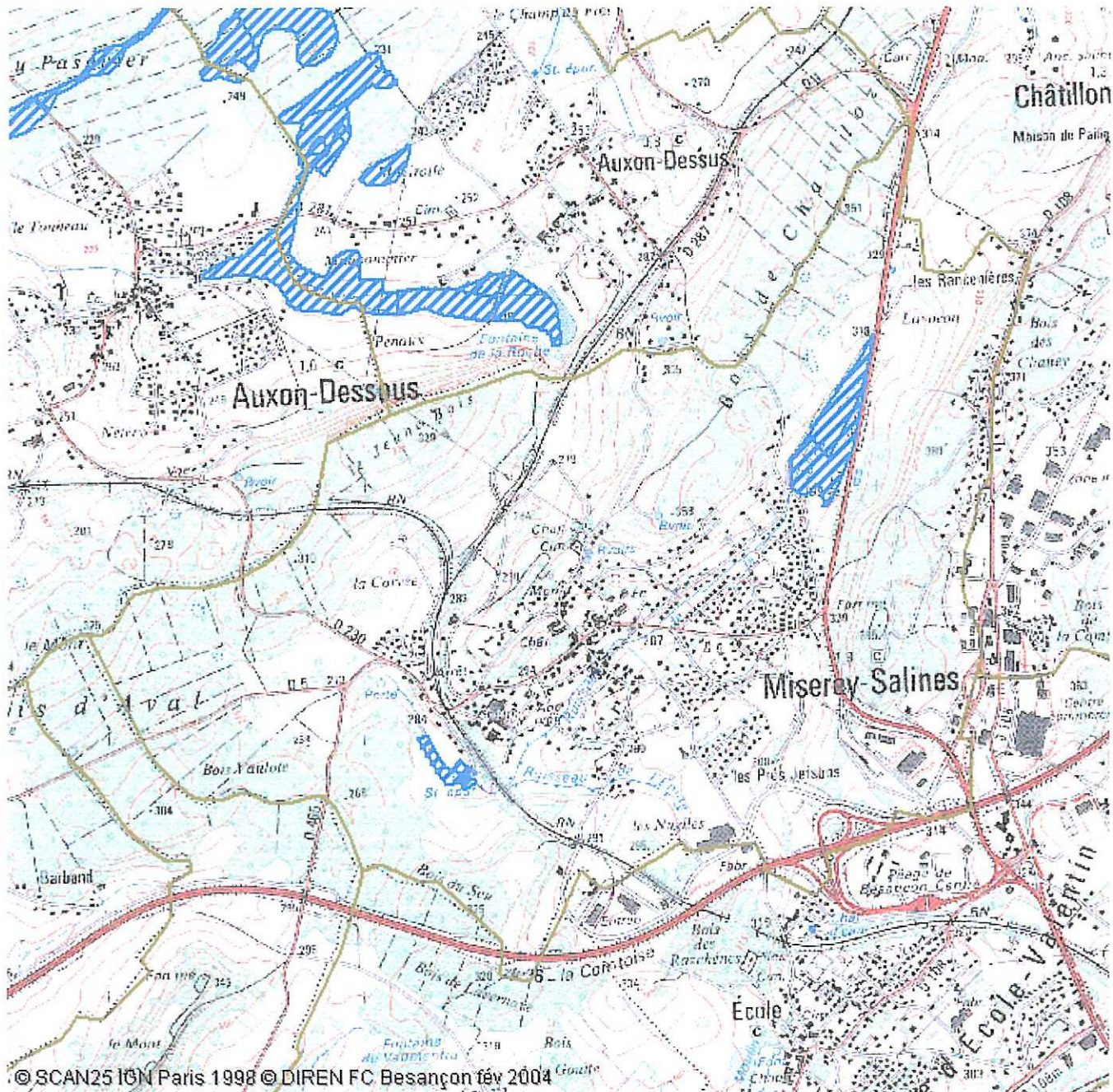
Zones humides sur la commune

Direction Régionale de l'Environnement de Franche-Comté
5, rue du Général Sarrail
F - 25014 BESANÇON CEDEX
téléphone : 03.81.61.53.33
fax : 03.81.81.24.96



 Zones Humides
© SCAN25 IGN PARIS 1998

Mis à jour le 21 juillet 2004



© SCAN25 IGN Paris 1998 © DIREN FC Besançon fév 2004

Sources :
© IGN - SCAN25 - IGN - Paris - 1998 ®

