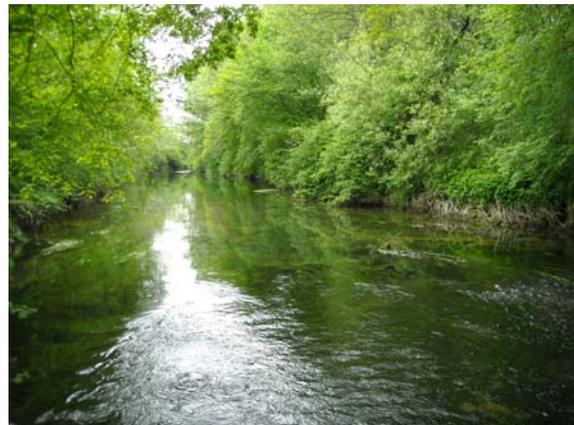


## **SYNDICAT DU BASSIN DE LA VOUGE**

# **ETUDE DES VOLUMES PRELEVABLES ET IDENTIFICATION DES RESSOURCES STRATEGIQUES SUR LA NAPPE DE DIJON SUD (PHASE 1)**

### ***Phase 1 : Caractérisation des aquifères et recueil de données (Nappe Dijon Sud)***



*Rapport définitif  
Décembre 2011*



# ÉTUDE DES VOLUMES PRELEVABLES ET IDENTIFICATION DES RESSOURCES STRATEGIQUES SUR LA NAPPE DE DIJON SUD (PHASE 1)

<b>PREAMBULE.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
1.1 Contexte de la mission	3
1.2 Contenu du rapport	4
1.3 Généralités sur la méthode proposée	4
<b>2. ELEMENTS D'ANALYSE .....</b>	<b>6</b>
2.1 Contexte géologique	6
2.1.1 Structure géologique à grande échelle	6
2.1.2 Stratigraphie	9
2.1.3 Etudes techniques	11
2.2 Contexte hydrogéologique	21
2.2.1 Synthèses hydrogéologiques	21
2.2.2 Modélisations	34
2.2.3 Études sur le karsts bordiers	36
2.2.4 Etudes diverses	45
2.2.5 Base de Données du Sous-Sol	49
2.3 Données disponibles	53
2.3.1 Climatologie	53
2.3.2 Données piézométriques	53
2.3.3 Données de débit	58
2.3.4 Données de prélèvements par pompage	58
<b>3. ELEMENTS D'ORIENTATION .....</b>	<b>59</b>
3.1 Avis sommaire sur l'étendue des connaissances	59
3.2 Eléments certains	62
3.3 Eléments incertains	62
3.4 Stratégie de modélisation	63
3.4.1 Construction du modèle	63
3.4.2 Analyses de sensibilité : notion de plan d'expérience	65
3.4.3 Phase de calage	66
3.4.4 Phase de validation	66
<b>4. REFERENCES DOCUMENTAIRES .....</b>	<b>67</b>



## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Localisation de la nappe de Dijon Sud.....	3
Figure 2 : Stades d'évolution de la partie nord du fossé bressan (d'après Rat et al., 1989). R1 : sédiments paléogènes; R2 : sédiments oligocènes; R3 : complexe des Marnes de Bresse ; R4 : cycle remblaiements/creusements .....	6
Figure 3 : Extrait de la carte géologique au 1 : 250 000 (BRGM Dijon n°19) .....	8
Figure 4 : Schéma structural (d'après Rémond et al., 1972) .....	9
Figure 5 : Limites et épaisseurs des graviers de la nappe superficielle (d'après SMAESAD, 1987) .....	14
Figure 6 : Coupes géologiques longitudinale et transversale (d'après SMAESAD, 1987) .....	15
Figure 7 : Coupes géologiques schématiques (d'après Petit, 1993) .....	17
Figure 8 : Reconstitution paléo-géographique des dépôts pliocènes (d'après Petit 1993).....	19
Figure 9 : Carte piézométrique de novembre 1974 (d'après Pointet, 1975).....	22
Figure 10 : Relation provisoire entre les débits de la Sansfond et ceux de la rivière à Saulon la Rue (d'après SMAESAD, 1987) .....	24
Figure 11 : Carte piézométrique réalisée en 1979 (d'après SMAESAD, 1987).....	25
Figure 12 : Carte de vulnérabilité (d'après SMAESAD, 1987) .....	26
Figure 13 : Coupes géologiques longitudinale et transversale (d'après SMAESAD, 1987) .....	28
Figure 14 : Carte de synthèse des traçages réalisés sur les karsts de bordure (d'après P. Corbier, 1999).....	38
Figure 15 : Délimitation du bassin versant de la Bornue (Mesnier, 2000).....	39
Figure 16 : Schéma de principe des aquifères karstiques bordiers (Mesnier, 2000).....	40
Figure 17 : Zone d'anomalie thermique positive pouvant indiquer des venues sous alluviales (Rémond et Levêque 1991).....	43
Figure 18 : Localisation et évaluation des transferts de débit souterrain sur le bassin topographique différentiel de l'Ouche entre Plombières et Crimolois (d'après Cornet et Rémond 1990).....	44
Figure 19 : Carte de synthèse des traçages réalisés dans le secteur du champ captant des Gorgetts (d'après Amiot, 1999) .....	48
Figure 20 : Structure proposée pour les structures jurassiques sous recouvrement.....	50
Figure 21 : Forages profonds recensés sur le secteur Sud .....	52
Figure 22 : Synthèse des informations disponibles sur la nappe de Dijon Sud .....	60
Figure 23 : Evolution des prélèvements, de la piézométrie et de la pluie efficace de 1980 à 2000 (d'après rapport ANTEA 2002) .....	61
Figure 24 : Exemple de distribution spatiale des perméabilités .....	64
Figure 25 : Schéma simplifié du fonctionnement d'un modèle .....	65



# PREAMBULE

Le syndicat du bassin versant de la Vouge a confié à BRL*Ingénierie* l'étude de détermination des volumes prélevables sur le bassin versant de la Vouge et dans la nappe de Dijon Sud.

Ces études ont plusieurs enjeux :

- ▶ Un enjeu environnemental : La garantie du bon état des cours d'eau du bassin versant en application de la Directive Cadre sur l'Eau.  
Pratiquement l'étude doit en effet déterminer, en différents points du bassin, les débits minimums au-dessus desquels il est nécessaire de rester pour garantir le bon état des écosystèmes aquatiques :
  - *Quels débits minimums sont nécessaires pour garantir le bon état écologique des cours d'eau du bassin de la Vouge ?*  
La connaissance de ces limites permet d'aborder également le degré de pression des prélèvements actuels. Ce sujet recouvre plusieurs questions :
  - *La ressource en eau disponible permet-elle de satisfaire les besoins en eau dans le bassin tout en garantissant le respect des débits minimums ?*
  - *Si il y a des déficits, à quoi sont ils liés ? Au fait qu'il y a trop de surfaces irriguées ? Au fait que les techniques et les modes de gestion employés conduisent à consommer trop d'eau et/ou à court-circuiter des tronçons de cours d'eau ?*  
Au final, il s'agira de dresser les limites de prélèvements acceptables dans les différents hydrosystèmes, et pour les différentes périodes de l'année, au regard des contraintes environnementales qui auront été décidées.
- ▶ Un enjeu économique : L'irrigation joue un fort rôle dans l'économie des exploitations agricoles. Les cultures irriguées ont généralement une rentabilité supérieures aux cultures en sec et permettent d'assurer un meilleur revenu aux exploitant. Pour certaines cultures, l'irrigation permet également une assurance de récolte les années les plus sèches.
- ▶ Un enjeu pour l'alimentation en eau potable actuelle et future : avec l'identification de ressources stratégiques au niveau de la nappe de Dijon Sud.

Les deux études sont chacune divisée comme suit :

- ▶ Phase 1 : Caractérisation des sous bassins et aquifères et recueil de données complémentaires
- ▶ Phase 2 : Bilan des prélèvements existants, analyse de l'évolution
- ▶ Phase 3 : Impact des prélèvements et quantification des ressources existantes
- ▶ Phase 3 bis (seulement pour la partie Dijon Sud) : Identification et Caractérisation des ressources à préserver pour l'AEP
- ▶ Phase 4 : Détermination des débits minimums biologiques et des objectifs de niveau de nappe
- ▶ Phase 5 : Détermination des volumes prélevables et des Débits d'Objectif d'étiage
- ▶ Phase 6 : Proposition de répartition des volumes entre les usages et proposition de périmètre d'organisme unique

**Le présent rapport présente la phase 1 de l'étude des volumes prélevables de la nappe de Dijon Sud.**

**Son rédacteur principal est l'expert hydrogéologue Pascal Fénart de la société HYDROFIS.**



# 1. INTRODUCTION

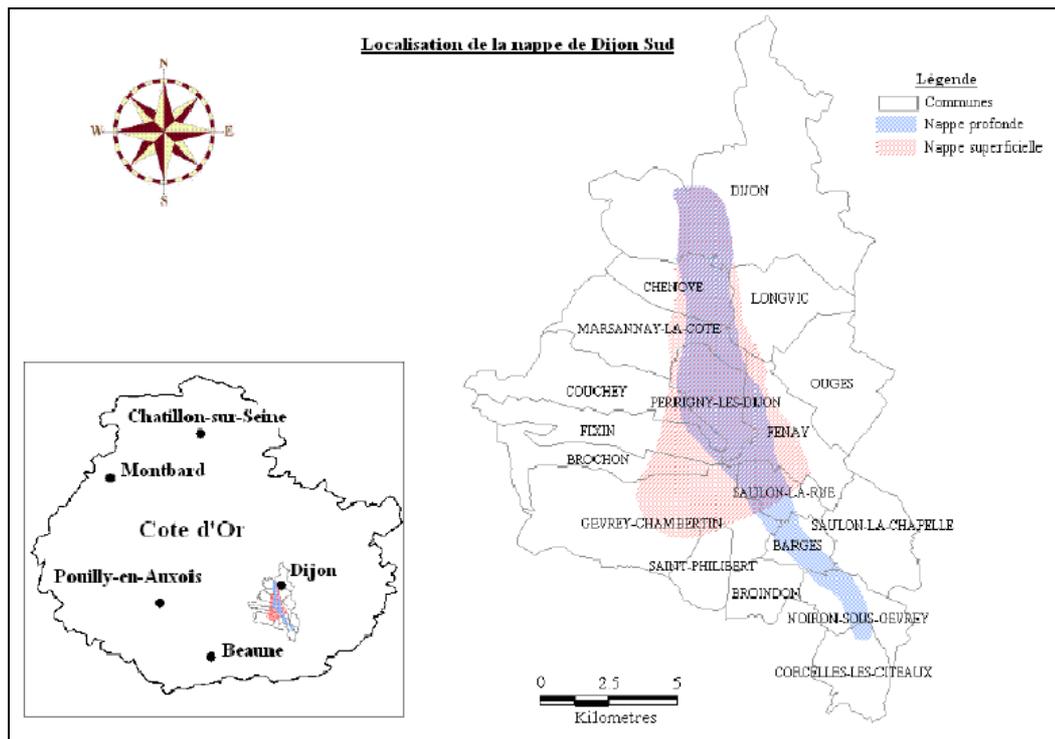
## 1.1 CONTEXTE DE LA MISSION

Le Syndicat du Bassin Versant de la Vouge met en œuvre un appel d'offre pour une étude de détermination des volumes prélevables sur le bassin versant de la Vouge. Cette étude comprend deux volets :

- ▶ Un volet de détermination des volumes prélevables sur le bassin versant proprement dit.
- ▶ Un volet portant sur l'identification et caractérisation des ressources stratégiques sur la nappe de Dijon sud.

Les prélèvements effectués sur la nappe de Dijon Sud sont destinés en grande majorité à l'alimentation en eau potable et l'importance de sa réserve (estimée entre 15 et 20 millions de m<sup>3</sup>) en fait une ressource identifiée comme stratégique dans le SDAGE. Elle approvisionne en eau potable une partie de l'agglomération dijonnaise et les 50 000 habitants des communes situées au Sud de l'agglomération.

Figure 1 : Localisation de la nappe de Dijon Sud



A ce titre, un travail d'identification et de caractérisation des zones à sauvegarder pour l'usage eau potable doit être réalisé. La désignation de zones stratégiques pour l'alimentation en eau potable vise à mettre en œuvre, dans un second temps, des programmes d'actions spécifiques et à réglementer certaines implantations ou activités. Ceci permettrait de maintenir une qualité de l'eau compatible avec la production d'eau potable sans recourir à des traitements lourds.

De plus, la nappe de Dijon Sud a été désignée dans le SDAGE à la fois comme masse d'eau en déséquilibre quantitatif et comme masse d'eau recelant des ressources stratégiques pour l'AEP.

Elle doit donc faire l'objet d'une étude de détermination des volumes maximums prélevables.

Pour des raisons d'efficacité maximale, il a été décidé de poursuivre ces deux objectifs de manière parallèle et coordonnée (économie d'échelle, de coûts et de moyens en mutualisant le recueil et l'exploitation de données identiques, optimisation de la mobilisation, sollicitation et implication des différents acteurs, ...).

## 1.2 CONTENU DU RAPPORT

Le présent rapport correspond à un rapport technique intermédiaire. Il présente les résultats relatifs à la phase n°1 et 2 de l'étude.

Dans un premier temps, les éléments qui vont expliquer la structure des unités aquifères et leur comportement hydrogéologique à grande échelle, sont présentés :

- ▶ Principales caractéristiques sédimentaires des formations aquifères.
- ▶ Définition des limites et du volume des unités aquifères.
- ▶ Nature des encaissants et possibilité d'échanges de fluides entre les unités aquifères.
- ▶ Première approche du bilan hydrique (*alimentation, recharge et exutoires*).
- ▶ Première analyse des interactions potentielles entre les eaux superficielles et les eaux souterraines.
- ▶ Surface du bassin d'alimentation.
- ▶ Surface piézométrique des unités aquifères : pente sens et vitesse d'écoulement locales et à petite échelle.

Puis, une synthèse est proposée sur la base des éléments d'information présentés. Un soin particulier a été pris pour discuter les éléments suivants :

- ▶ Description des interactions mesurées ou supposées entre les unités aquifères.
- ▶ Degré de précision sur des données. Il faudra pouvoir classer les informations en tant qu'information certaine, peu certaine ou peu précise, inconnue. Ce type d'approche est indispensable pour pouvoir construire une stratégie de modélisation efficiente de type tests de scénarios (*analyses de sensibilité multicritères*).

Pour finir, une stratégie de modélisation est définie sur la base de ces informations. Elle est basée sur une approche phasée pour tenir compte des incertitudes fortes.

## 1.3 GENERALITES SUR LA METHODE PROPOSEE

HYDROFIS est un bureau d'étude spécialisé en hydrogéologie, et plus particulièrement sur les milieux fissurés. La mission a donc été réalisée en respectant les règles de l'Art de la profession.

La mission a porté sur une recherche préalable sur toutes les sources d'information utiles pour définir une synthèse hydrogéologique et une stratégie de modélisation.

Nous avons développé à cet effet les moyens suivants, selon les règles de l'Art :

- ▶ Collecte auprès des administrations compétentes, analyse et synthèse des données documentaires et informations d'ordre hydrogéologique (Mairies, DREAL,...).

- ▶ Interviews ciblées auprès de certains acteurs ayant une connaissance technique de l'aquifère objet de l'étude : M. Giffard, M. Levêque et M. Philippe (DREAL), M. Soncourt (ANTEA), Mme Job (Inter CLE Vouge/Ouche) et M. Boilin (CLE Vouge- SBV),
- ▶ Exploitation des données de la BDSS du BRGM pour recueillir un maximum de points de mesure des paramètres hydrodynamiques.
- ▶ Visite des structures de gestion existantes : SMD, Communauté de Communes de Gevrey Chambertin, Syndicat Mixte des eaux et Assainissement de Saulon la Chapelle.
- ▶ Missions de reconnaissance sommaire sur le terrain pour appréhender correctement les limites des systèmes hydrauliques.

## 2. ELEMENTS D'ANALYSE

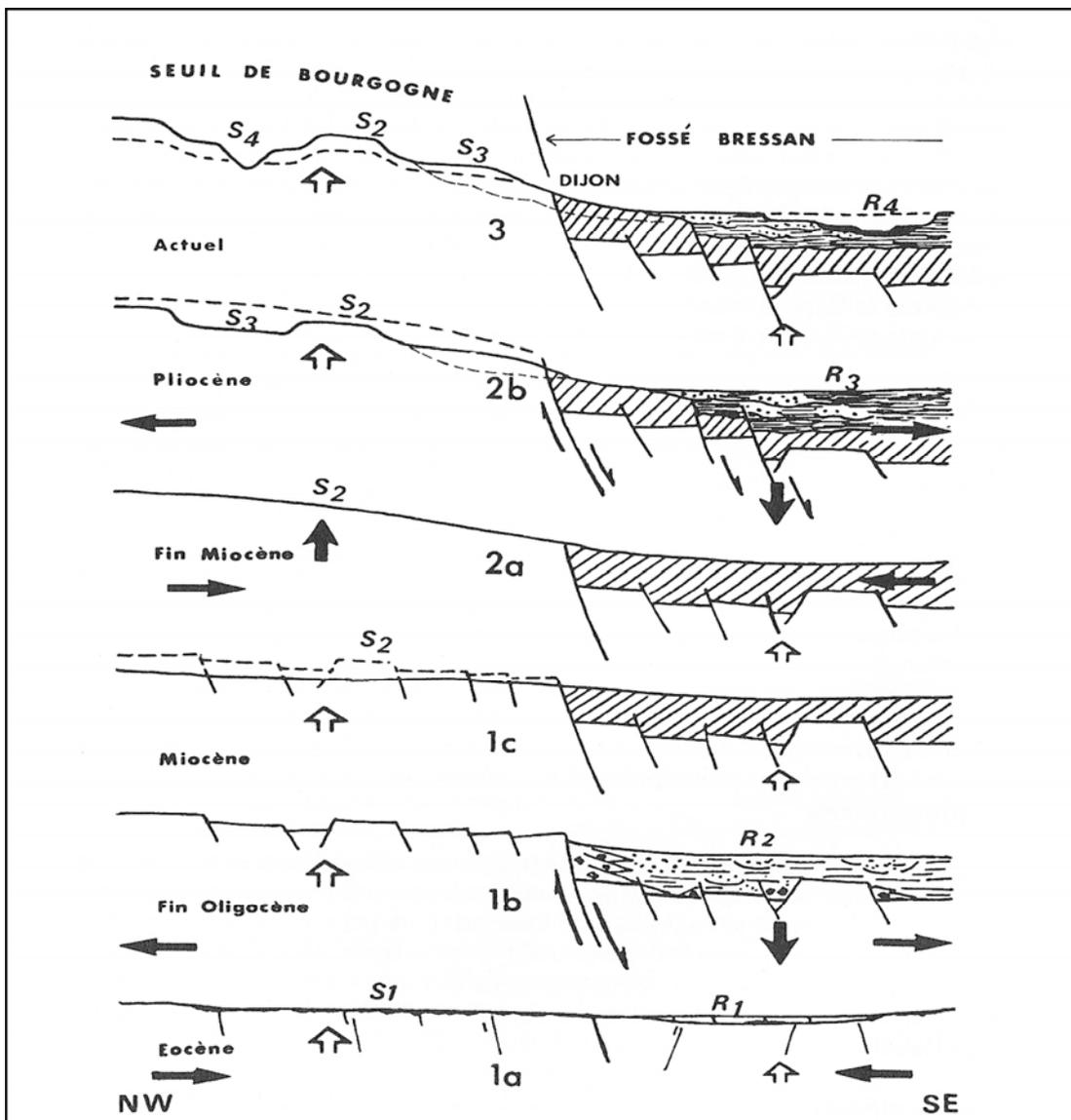
### 2.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE

#### 2.1.1 Structure géologique à grande échelle

##### 2.1.1.1 Histoire géologique

Rat et al. (1989) proposent une synthèse pertinente sur l'histoire tectonique du secteur d'étude.

Figure 2 : Stades d'évolution de la partie nord du fossé bressan (d'après Rat et al., 1989). R1 : sédiments paléogènes; R2 : sédiments oligocènes; R3 : complexe des Marnes de Bresse ; R4 : cycle remblaiements/creusements



Elle peut être résumée par les grandes phases suivantes :

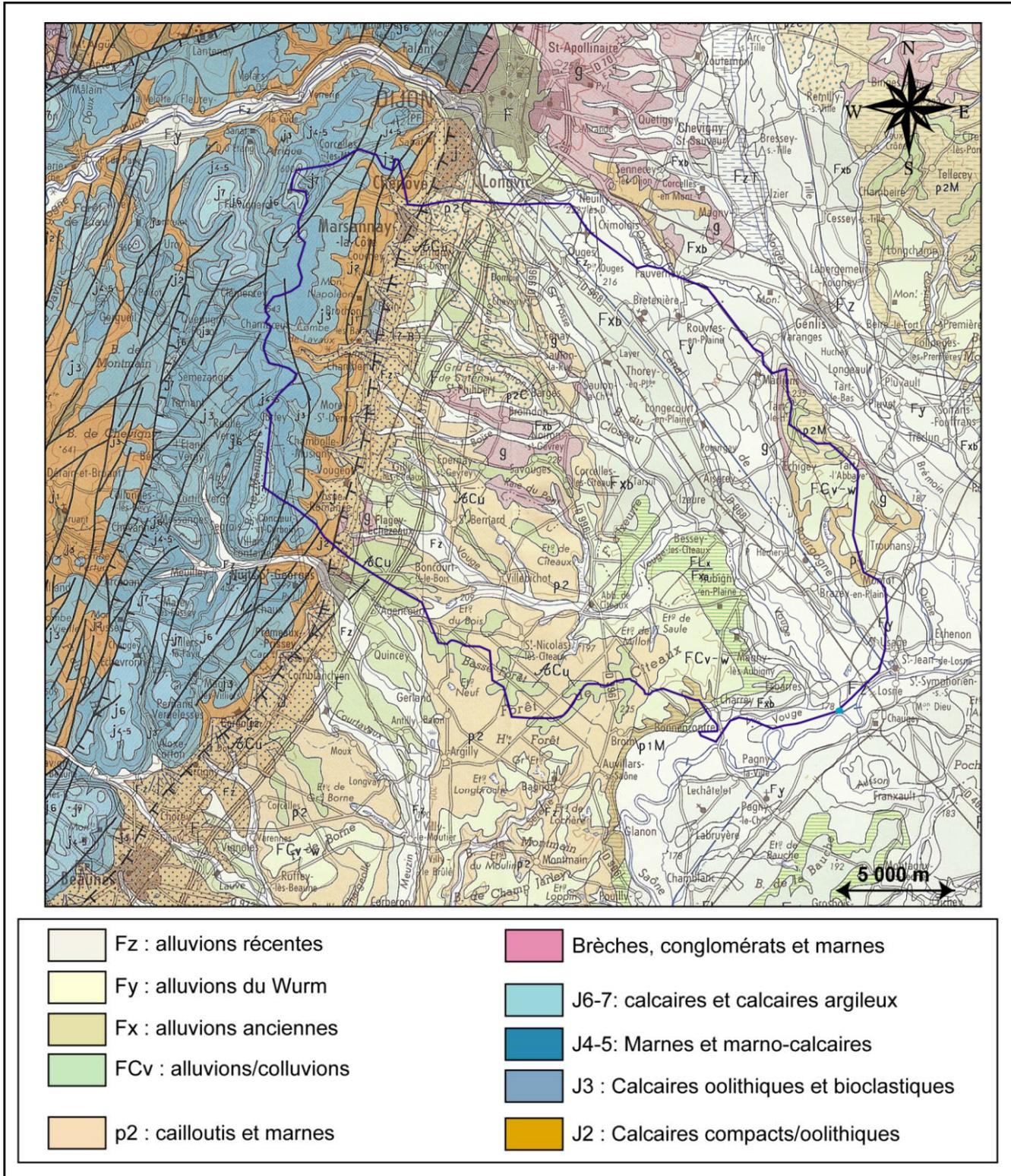
1. Genèse du soubassement hercynien. Principalement anté carbonifère, cette phase est reliée à la structuration du socle lors de l'orogénèse hercynienne. Notons qu'il semblerait que l'aire positive de Bourgogne est attestée depuis le Permien, ce qui montre que les structures héritées de cette phase vont guider les déformations postérieures.
2. Phase de sédimentation mésozoïque. On observe un cycle de dépôts de type mer épicontinentale depuis le Trias moyen jusqu'au Jurassique final. L'épaisseur des dépôts est de l'ordre de 1000 mètres. La régression purbeckienne fin jurassique est suivie d'une période d'émersion. La mer revient au Valanginien pour une durée très courte de 8 Ma au maximum. La mer ne reviendra qu'à l'Albien-Cénomaniens pour des dépôts de sables verts, surmontés d'argiles et de dépôts crayeux.
3. Phase d'érosion de l'Eocène inférieur. Cette phase a vu l'ablation et le démantèlement de tout ou partie de la sédimentation crétacée. Cette érosion n'est pas la conséquence d'un simple soulèvement mais résulte d'une phase de déformation tectonique, probablement la compression pyrénéo-provençale.
4. Phase de distension Oligocène. Elle voit la mise en place du fossé bressan, qui s'est affaissé et fragmenté suivant un jeu complexe de failles. La direction d'extension varie entre N110 et N130. A cette époque, le fossé était une zone basse et mobile, avec des étendues lacustres et des cours d'eau divagant. Près de Beaune, l'accumulation sédimentaire est estimée à 700 m.
5. Phase de lacune sédimentaire du Miocène et du Pliocène. Elle est interprétée comme une phase de calme tectonique ; les reliefs ont été nivelés et aplanis. Durant cette phase, il est probable que les structures aient été affectées par l'épisode compressif jurassien fin miocène. La direction de compression variait alors entre N115 et N135 et elle a fait rejouer en décrochement nombre de failles. Elle expliquerait le bombement actuel du seuil de Bourgogne. La compression s'est manifestée encore par des structures anticlinales et synclinales discrètes : Dijonnais, plateaux de Vesoul, vallée de l'Ognon.
6. Phase d'affaissement plio-pléistocène du fossé bressan. Les structures sont reprises en distension ; les dépôts sont fluviaux ou palustres. Les apports sédimentaires se font au droit des cours d'eau et leur épaisseur est très variable. L'affaissement a été inégal : il a atteint 300 m dans le secteur de Beaune.

### 2.1.1.2 Carte géologique au 1 : 250 000

La carte géologique du secteur d'étude montre que le secteur d'étude est situé à l'intersection de deux grands ensembles stratigraphiques. En se déplaçant de l'Ouest vers l'Est, on observe ainsi :

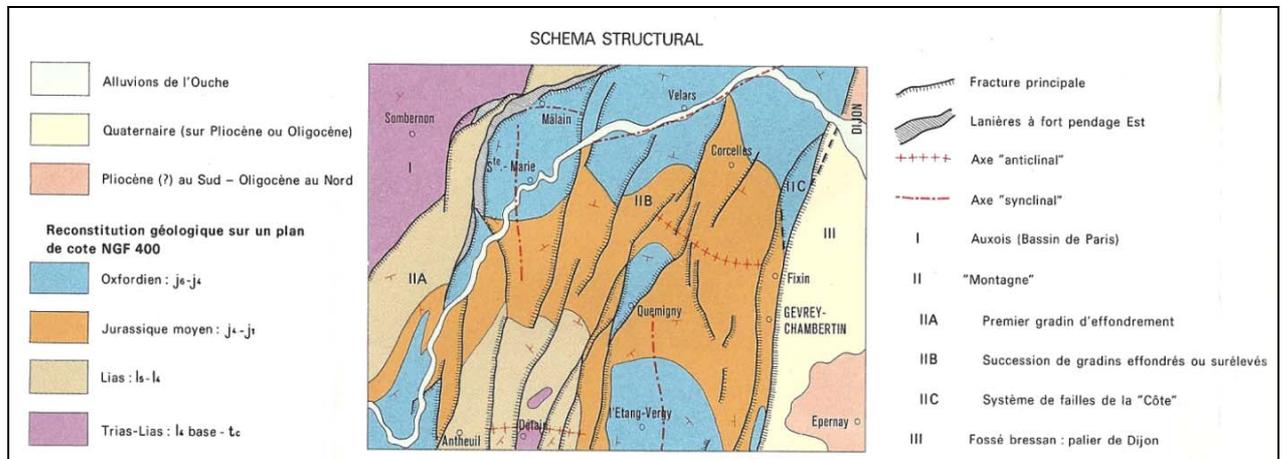
- ▶ Les formations carbonatées du jurassique. Elles forment les reliefs qui bordent le fossé bressan. Il s'agit du flanc sud-est du vaste anticlinal correspondant au seuil de Bourgogne. Plus précisément, les formations jurassiques présentes dans le bassin versant de la Vouge appartiennent à l'unité structurale dite du gradin de l'Arrière-Côte. Il s'agit de plateaux calcaires très faillés ; on observe deux ondulations transverses, l'anticlinal de Gevrey-Chambertin et le synclinal de Volnay.
- ▶ Les formations continentales du fossé de Bresse. Depuis l'Oligocène terminal, des phases successives de distension ont permis une forte accumulation de matériels sédimentaires continentales. La sédimentation commence à l'Oligocène terminal avec des accumulations de sédiments lacustres ou fluvio-lacustres (faciès dominant : brèches, conglomérats, marnes de couleur saumon, et calcaires tuffacés). Leur épaisseur est de l'ordre de 100 m sous Dijon. On observe une lacune de sédimentation au Miocène puis la sédimentation reprend à la fin du Pliocène. Le remplissage Plio-pléistocène commence plus au Sud par le complexe des Marnes de Bresse ; au droit du secteur d'étude, les apports se font par des cours d'eau sortant des plateaux calcaires dans des gouttières de dimension réduite. La sédimentation se poursuit principalement au moyen de cônes de déjection de plus en plus étendus. La sédimentation est donc hétérogène. L'ensemble est surcreusé puis colmaté par les dynamiques d'érosion/dépôt des principaux cours d'eau du secteur d'étude. La nature des dépôts tertiaires et quaternaires est détaillée dans le chapitre relatif à la stratigraphie.

Figure 3 : Extrait de la carte géologique au 1 : 250 000 (BRGM Dijon n°19)



Le schéma structural ci-dessous permet de visualiser les grandes structures tectoniques et sédimentaires du secteur d'étude :

Figure 4 : Schéma structural (d'après Rémond et al., 1972)



Le passage entre les formations carbonatées du Jurassique et le fossé de Bresse se fait au moyen de failles subméridiennes de quelques dizaines à quelques centaines de mètres de rejet, qui abaissent les terrains vers l'Est.

## 2.1.2 Stratigraphie

La stratigraphie des séries est bien décrite à l'échelle du secteur d'étude (Rémond et al. 1972).

On trouve en allant du plus ancien au plus récent :

- ▶ Les formations du Trias et du Lias. L'observation de cette série puissante (environ 215 mètres) est malaisée. Ses couches sont essentiellement argileuses et donc très altérées en surface. Les passées de lithologie différente sont rares. Elles se résument à quatre couches épaisses de 5 à 10 mètres : les grès feldspathiques du Trias, les grès blonds du Rhétien, les calcaires sinémuriens et les calcaires du Domérien. Notons que le Toarcien qui forme le toit de ces formations correspond à 60 mètres de marnes et argiles.
- ▶ J1a : Bajocien inférieur . Il s'agit de calcaires à entroques (35 à 40 m.).
- ▶ J1b : Bajocien supérieur. Alternance de petits bancs de marnes et de calcaires argileux sur une épaisseur de 6 à 9 mètres.
- ▶ J2 : Bathonien. Cette puissante série (95 à 115 mètres) est essentiellement calcaire. On observe de fortes variations latérales de faciès. On distingue quatre formations caractéristiques : calcaires fins à débris d'organismes (de 10 à 30 mètres), calcaires à oolithes blanches (10 à 25 mètres), calcaires compact dit "Comblanchien" (60 à 70 mètres), calcarénite grenue (5 à 10 mètres).
- ▶ J3 : Callovien. Il est composé des séries suivantes : marnes blanchâtres (de 1 à 3 mètres) puis calcaires (7 à 8 mètres), dalle nacréée (20 mètres environ).
- ▶ J4 : bancs repères du callovo-oxfordien. Cet ensemble ne correspond pas à une formation homogène mais à quatre bancs très distincts par leur faciès (calcaires et marnes jaunes, calcaires bleus, oolithes, calcaires noduleux) et leur abondant contenu faunique. L'ensemble fait 2 à 4 mètres d'épaisseur.
- ▶ J6a-5 : Oxfordien moyen et supérieur. Il s'agit d'une alternance de petits bancs calcaires durs avec des bancs de calcaires plus marneux. La proportion en argile et silt augmente dans le haut de la formation. L'ensemble fait de 110 à 130 mètres de puissance.

- ▶ J6b-c : Oxfordien supérieur. De 10 à 50 mètres d'épaisseur, cette formation est composée de calcaires fins et de calcaires à polypiers.
- ▶ J7 : Kimméridgien. Il s'agit de calcaires oolithiques et compacts (environ 50 mètres d'épaisseur).
- ▶ g : Oligocène. Cette formation est composée de séries continentales : calcaires lacustres, conglomérats et marnes saumon (galets et graviers calcaires à matrice marno-gréseuse), marnes et poudingues jaunâtres. Les conglomérats se trouvent à proximité des reliefs calcaires et le passage aux marnes se fait progressivement et latéralement par indentations.
- ▶ p : Pliocène. Dans le secteur d'étude, il s'agit principalement du faciès dit des marnes d'Épernay. Cette formation présente une épaisseur très variable : de un à plusieurs dizaines de mètres. Les faciès dominants sont les suivants : marnes et argiles, jaunâtres, gris verdâtres, blanchâtres, avec des niveaux de concrétions calcaires et des couches de silts ou de sablons de 1 à 2 m d'épaisseur.
- ▶ Fxv : alluvions anciennes de la plaine. Composée de galets et graviers calcaires à matrice sablo-argileuse, cette formation présente une stratification entrecroisée souvent confuse. Ce remplissage n'est épais qu'entre Dijon et Gevrey-Chambertin. Il s'agirait d'une ancienne vallée alluviale de l'Ouche. Le contexte géologique "incite à penser qu'elle s'oriente ensuite vers le Sud-Est et que son remplissage s'enrichit de sédiments fins dans cette direction".
- ▶ Fv : graviers. cette formation correspond à une phase grossière indurée en poudingues, avec une matrice argilo-sableuse de teinte jaunâtre. Il s'agit d'un remplissage alluvial d'extension inconnue ; son épaisseur est très variables de quelques mètres à plus de 65 mètres. L'abondance et l'hétérogénéité du matériel suggèrent une phase de préparation périglaciaire. En outre, le dépôt présente des figures de cryoturbation et contient des galets gélivés.
- ▶ Fx : graviers plus blancs à matrice moins abondante.
- ▶ F : alluvions anciennes de la haute vallée de l'Ouche.
- ▶ Fz : alluvions récentes (quelques dm à quelques mètres). Les dépôts alluviaux de l'Ouche correspondent à des argiles silteuses brunes à cailloutis calcaires. Dans la plaine, les dépôts les plus récents sont principalement des argiles limoneuses.
- ▶ Le secteur d'étude se caractérise par la présence de nombreux dépôts continentaux :
- ▶ K : limon rouge de plain (un à quelques mètres d'épaisseur).
- ▶ SC : remplissage de vallon sec. Il s'agit d'argiles silteuses brunes rouges ou ocre-jaune, à éboulis calcaires, épars ou disposés en lits. Ce faciès colluvial est lié à l'absence d'écoulement superficiel permanent. Dans la plaine, la dernière phase d'érosion notable a tracé un réseau de dépressions d'orientation NW-SE dans lesquelles se sont déposés des matériaux remaniés.
- ▶ Dépôts récents de versants (V, A, S et Eboulis) : argiles silteuses à éboulis grossiers, cônes de déjection des combes à des dépôts de solifluxion, il s'agit de dépôts hétérogènes dont la cartographie de détail est difficile.
- ▶ B : limons rouges de plateau. Il s'agit d'argiles silteuses rouges à brunes que l'on peut observer sur les plateaux calcaires.

## 2.1.3 Etudes techniques

### 2.1.3.1 Étude hydrogéologie de la nappe de Dijon Sud (CFCG, 1978)

A la demande de la Direction Départementale de l'Équipement de la Côte d'Or, une étude détaillée de la nappe de Dijon Sud a été réalisée.

On y trouve les éléments d'information suivants :

- ▶ Synthèse des études documentaires.
- ▶ Synthèse des données de forage. Ils sont nombreux et leurs caractéristiques sont présentées dans le détail dans les annexes du rapport. Les auteurs insistent sur le caractère lacunaire des informations : les forages sont peu nombreux sur les bordures de l'aquifère et ses limites sont donc approximatives. Les auteurs notent une complexité dans la zone industrielle de Longvic, bien renseignée par forages. Les données de forage ne permettent pas de trancher entre l'hypothèse d'une remontée du substratum oligocène dans ce secteur ou celle d'une continuité des séries graveleuses entre la nappe de Dijon Sud et celle de l'Ouche.
- ▶ Synthèse des prospections géophysiques antérieures. Il s'agit de prospections par sondages électriques qui permettent de mettre en évidence les contrastes de résistivité. En première approximation, les contrastes sont suffisamment significatifs pour distinguer les horizons graveleux des marnes oligocènes. Il existe cependant un risque de confusion entre les séries conglomératiques, les graviers argileux et les calcaires marneux. C'est ce qui conduit les auteurs à énoncer qu'il n'est pas possible de préciser l'extension des séries graveleuses plus ou moins colmatées qui, en électrique, se confondent avec l'Oligocène (indéterminations sur le flanc est de l'aquifère et sur son flanc Ouest entre le Fort de Beauregard et les ateliers SNCF).
- ▶ Esquisses piézométriques en hautes et basses eaux (cartes réalisées à partir d'une vingtaine de points d'observation).

Dans le détail, les auteurs proposent les informations suivantes :

- Le substratum est composé majoritairement de marnes et poudingues de couleur saumon. Ces formations sont réputées imperméables, excepté pour les niveaux calcaro-marneux rencontrés à Beaune et à Noiron-sous-Gevrey.
- La plaine alluviale de l'Ouche est composée d'alluvions peu épaisses (de 1 à 10 m d'épaisseur).
- Schématisation de l'aquifère en deux nappes, profonde et superficielle, séparées par une couche argileuse intercalaire de puissance variable. La continuité de l'horizon argileux n'est pas prouvée. La nappe superficielle correspond à des horizons graveleux assez homogènes ; la nappe profonde est dans une formation plus hétérogène.
- La limite Sud de l'aquifère est inconnue. La prospection géophysique montre un surcreusement à hauteur de Barges. Un seul forage recoupe les séries villafranchiennes ; il montre une séquence supérieure réduite et très chargée en argile. Les niveaux graveleux s'étagent de 30 à 60 m de profondeur (de 180 à 150 m NGF environ), en alternance avec des lentilles argileuses. Le forage est artésien avec un niveau piézométrique proche de 217 m NGF.
- Les transmissivités sont variables : de  $10 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s sur les bordures de l'aquifère superficiel, à  $25 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s dans l'axe du paléochenal. Cette schématisation est discutée : on observe certains forages, au centre du remplissage caractérisés par des transmissivités plus faibles, qui témoignent du caractère séquentiel et lenticulaire de la sédimentation. La transmissivité mesurée dans l'aquifère profond, sur le seul forage de Barges, est estimée à  $2,5 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.
- Les données de forage permettent d'estimer le fort degré d'idéalisation des séries aquifères. Dans le détail, les séries recoupées se composent toujours d'une alternance d'horizons plurimétriques graveleux, de sables argileux et de niveaux franchement argileux. C'est leur proportion qui est variable et qui détermine leur idéalisation. Rajoutons que la comparaison des log stratigraphiques, des niveaux statiques et des niveaux dynamiques montrent que localement, la nappe peut avoir un comportement de nappe semi-captive à captive.

### 2.1.3.2 *Étude hydrogéologie de la nappe de Dijon Sud (CFCG, 1980)*

Il s'agit de la version définitive du rapport présenté ci-dessus. On y trouve les informations supplémentaires suivantes :

- ▶ "À partir des données de forage existantes, il n'est pas possible de déterminer avec précision les différentes séquences alluviales et leur répartition. Les corrélations que l'on peut faire entre les niveaux argileux intercalaires montrent à l'évidence que ces niveaux n'ont pas le même développement et qu'ils n'appartiennent sans doute pas aux mêmes séquences alluviales, d'où des discontinuités et des communications entre les différents niveaux graveleux. On notera toutefois un développement plus important des horizons argileux pour les forages légèrement décalés par rapport à l'axe perméable."
- ▶ Les auteurs insistent sur le fait que la source même de la Sansfond ne constitue pas le seul exutoire de l'aquifère superficiel. Il faut prendre en compte toutes les résurgences entre la Sansfond et Saulon la Rue.
- ▶ Étude des âges des eaux à partir des teneurs en tritium. Les temps de renouvellement des eaux de l'aquifère sont estimés à 2,5 ans (+/- 0.5 ans). La vitesse de circulation des eaux serait de l'ordre de 10 mètres par jour.
- ▶ Les auteurs proposent une estimation des alimentations potentielles : 120 l/s pour l'infiltration des eaux météoriques sur l'impluvium (à partir des estimations des pluies efficaces), 50 l/s pour le Lac Kir et la nappe de l'Ouche (estimation à partir de l'étude isotopique/tritium), environ 50 l/s pour les apports latéraux par les karsts bordiers (pas de précision sur la méthode de détermination).
- ▶ Les auteurs proposent une réflexion sur les possibilités d'exploitation de l'aquifère. L'exploitation maximale supposée ne peut dépasser 190 l/s, qui correspond à l'ordre de grandeur supposé des flux entrants dans l'aquifère. Ils développent une étude statistique entre débit mesuré et pluie efficace estimée (données météorologiques de Longvic). Ils recommandent de limiter les prélèvements à 150 l/s pour ne pas produire d'impact significatif sur la source de la Sansfond (assèchement entre une année sur dix et une année sur six). Les auteurs estiment les réserves à environ 20 +/- 5 millions de m<sup>3</sup>.
- ▶ Ils rappellent que le débit moyen d'exploitation avant 1979 (environ 120 l/s) a conduit à un écoulement pratiquement nul de la Sansfond en 1949, 1950, 1964, 1965, 1972, 1973 et 1974.

### 2.1.3.3 *Étude géophysique (CPFG, 1986)*

L'objectif était de préciser les zones caractérisées par des lacunes de connaissance (limites Ouest et prolongation du surcreusement villafranchien au Sud). 65 sondages électriques ont donc été réalisés avec des longueurs comprises entre 600 et 1500 mètres.

Cette étude a amené les éléments d'informations suivants :

- ▶ A l'Est de la bordure jurassique du glaciaire alluvial, on observe la présence systématique d'un niveau superficiel de puissance variable (de 30 à 70 m) à dominante conductrice (interprété a priori comme à dominante argileuse), en recouvrement d'un niveau moyennement résistant qu'il est possible d'attribuer à un faciès plus grossier de l'Oligocène (conglomérats ?).
- ▶ Deux profils transversaux au niveau de la source de la Sansfond permettent d'illustrer la complexité du remplissage sédimentaire. Les auteurs mettent en évidence deux axes de surcreusement graveleux : le premier situé approximativement sous la Sansfond (mur à 160 m NGF) et le second décalé à l'Ouest avec un mur proche de 190 m NGF.
- ▶ Deux profils situés à Barges et Noiron permettent de mettre en évidence et de définir les limites du surcreusement villafranchien à l'aval (mur à des cotes de 140/150 m NGF et 135/140 m NGF).

### 2.1.3.4 Etude de vulnérabilité (CPFG, 1986)

Les auteurs proposent une cartographie de la vulnérabilité de l'aquifère superficiel de la nappe de Dijon Sud. Pour cela, ils intègrent trois critères :

- Épaisseur de la couverture argileuse et argilo-graveleuse.
- Localisation des carrières.
- Profondeur de la nappe ou iso épaisseur des alluvions sèches.

### 2.1.3.5 Synthèse SMAESAD (1987)

Ce document de synthèse fait le point sur les connaissances acquises sur l'aquifère à cette époque.

Les auteurs proposent une chronologie de mise en place des structures. Elle se résume schématiquement en trois phases :

- ▶ Remplissage tertiaire. Au début du tertiaire, la sédimentation est lacustre. Puis, à l'Oligocène, on assiste à une forte subsidence et le remplissage devient plus diversifié : conglomérats, poudingues, sables et marnes. L'épaisseur de l'Oligocène est estimée à 180 m à Saulon-la-Chapelle (soit environ 20 m NGF pour le mur de la formation), et à 100 m sous Dijon.
- ▶ Remplissage plio-quadernaire : le complexe de marnes de Bresse. Sur le palier dijonnais, le complexe des marnes de Bresse correspond à un dépôt de galets et sables calcaires issus de l'érosion des plateaux bourguignons et qui ont transités par les anciennes vallées de la Tille et de l'Ouche. Ces dépôts correspondent aux matériaux composant l'aquifère profond. Ils sont inscrits dans un paléo chenal et encadrés par les dépôts Oligocènes. La base du chenal est à environ 220 m NGF au niveau du lac Kir et s'abaisse régulièrement d'amont en aval jusqu'à 150 m NGF à Barges (<127 m NGF à Noiron-sous-Gevrey). Les reconnaissances montreraient que la granulométrie des dépôts décroît de l'amont vers l'aval, bien que dans tous les forages, les 20 premiers mètres de cette formation soient toujours riches en galets et bien lavés. Au Sud de Marsannay, ces graviers profonds sont scellés à la cote 200 m NGF par un horizon argileux imperméable riche en débris végétaux. Au Nord de Marsannay, cet horizon a pu être localement érodé.
- ▶ Remplissage quadernaire : complexe de couverture. Les dépôts les plus récents correspondent à des galets et graviers à matrice argilo-sableuse. Les auteurs proposent une cartographie précise des limites latérales de l'aquifère superficiel (cf. figure ci-dessous). Ces graviers ravinent les formations antérieures. Ils reposent directement sur les graviers profonds dans l'axe du chenal au Nord de Marsannay.

Figure 5 : Limites et épaisseurs des graviers de la nappe superficielle (d'après SMAESAD, 1987)

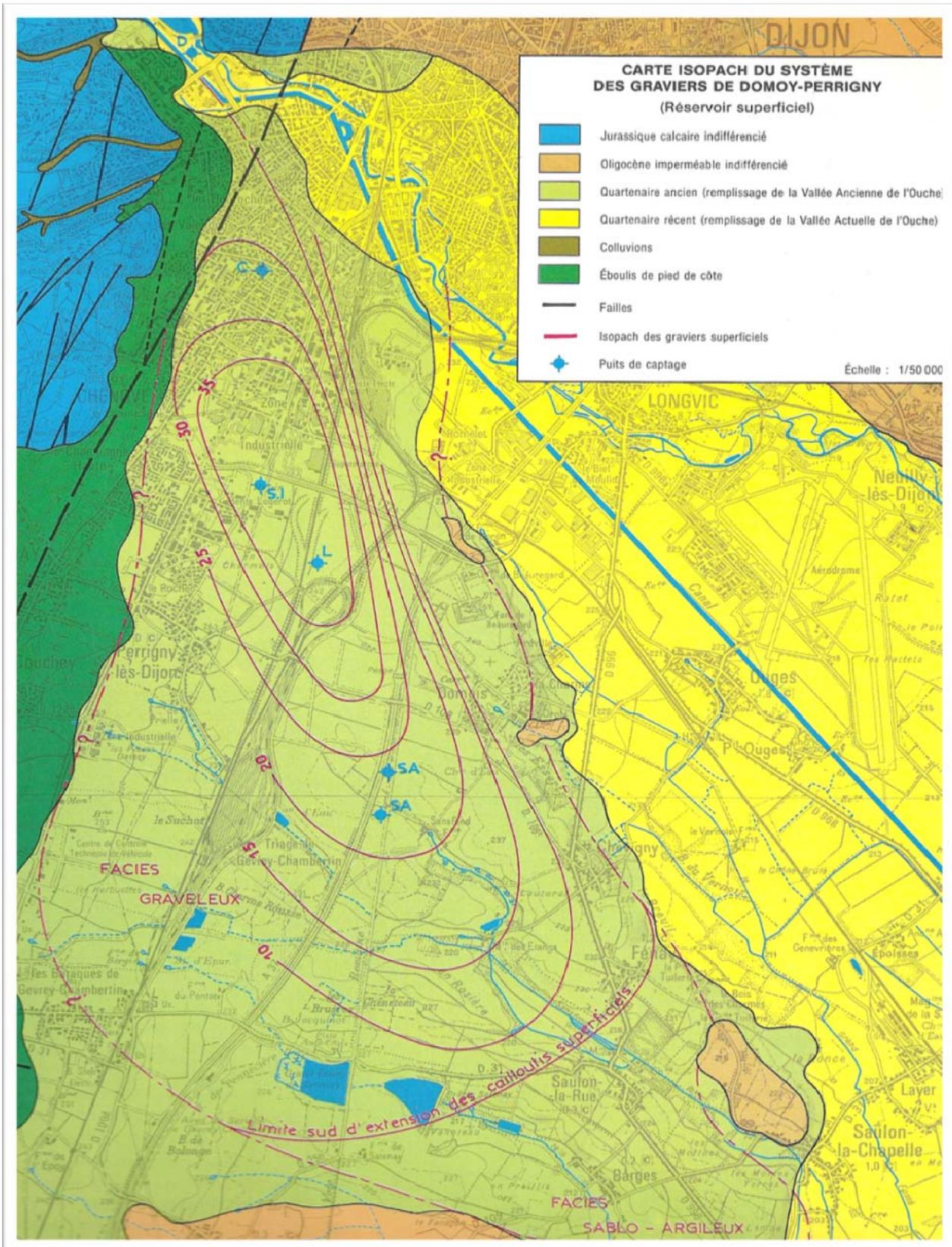
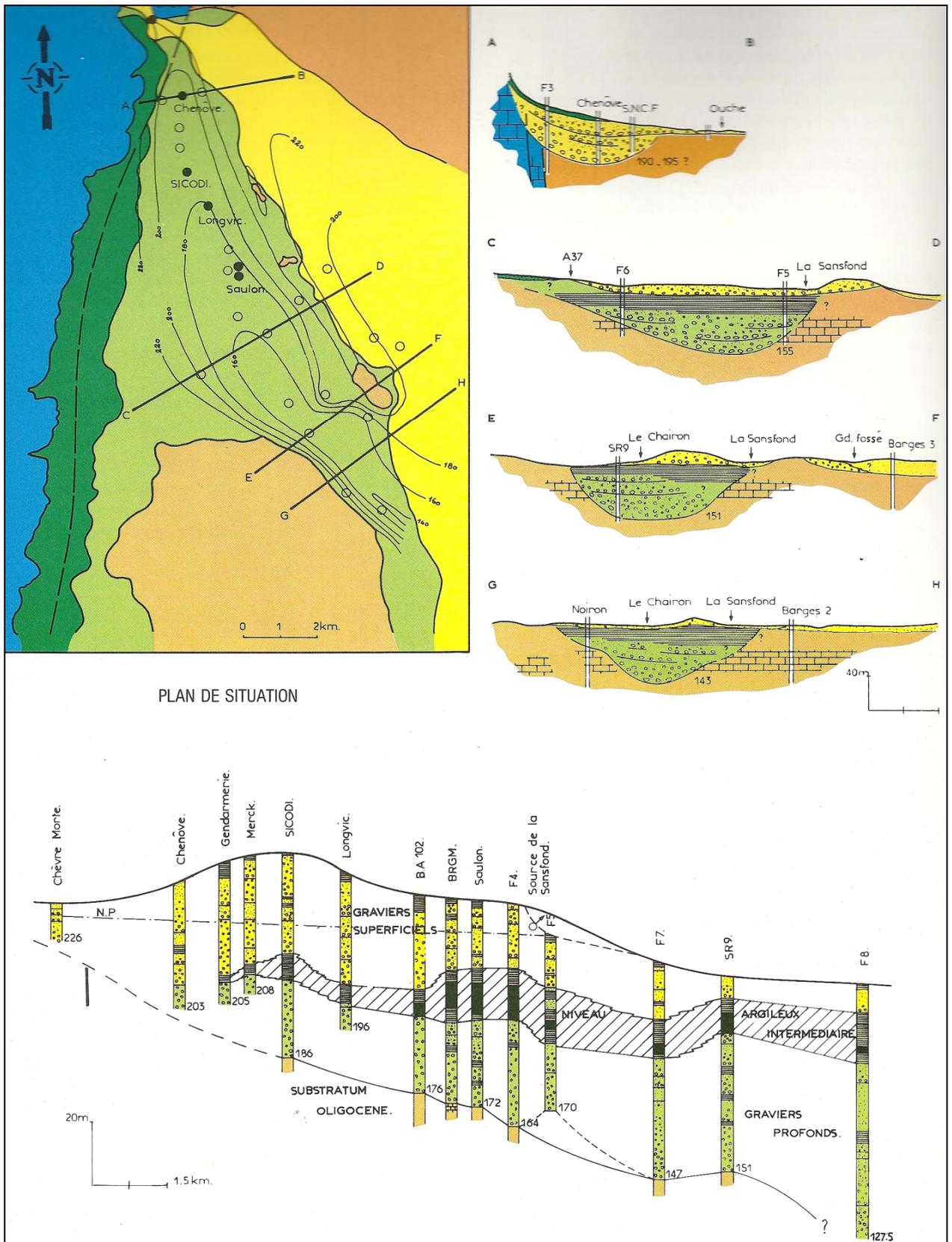


Figure 6 : Coupes géologiques longitudinale et transversale (d'après SMAESAD, 1987)



### 2.1.3.6 Les dépôts Plio-pléistocène dans la Bresse (Petit, 1993)

C. Petit (1993) présente un travail de recherche très approfondi sur la géométrie et l'agencement spatial des dépôts plio-pléistocènes bressans, afin de déterminer leurs conditions de mise en place dans un cadre chronologique précis.

Ce travail basé sur l'exploitation des données de plus de 700 forages concerne la Bresse dans sa totalité (de Gray à Lyon). L'Oligocène terminal présente des faciès lacustres sur l'ensemble du bassin. L'épaisseur maximale reconnue du Plio-pléistocène est de 108 m à Vincelles.

Dans un premier temps, sur la base d'indices paléontologiques, sédimentaires et stratigraphiques, l'auteur propose une échelle chrono stratigraphique de référence. Elle est composée de neuf unités caractérisées par des épaisseurs, des lithologies, un climat et un mode de dépôts spécifiques. Cette échelle va permettre dans un deuxième temps de classer les dépôts à l'échelle du bassin bressan de manière à avoir une vision unifiée des dynamiques sédimentaires.

Dans la région de Dijon, les coupes proposées pour les systèmes Tille et ancienne vallée de l'Ouche présentent toutes la même géométrie (cf. figure ci-dessous) : présence de l'horizon marneux intercalaire (unité BM) entre 190 et 210 m NGF. Les sables et graviers profonds (unité AC) reposent sur les marnes et marno calcaires du Pliocène inférieur (unité AM). Les remplissages se poursuivent sous la nappe alluviale quaternaire de la Saône entre 130 et 190 m NGF.

On retrouve l'unité BM entre St Nicolas et Bragny. Il ne s'agit plus des paléo dépôts de l'Ouche mais des sables dits de Cormoz (deux niveaux sableux encadrant un silt argileux) surmontés des marnes de Broin. Leur toit est alors vers la côte 185 m NGF. On observe de nouveau ces sables entre 170 et 190 m NGF (absence de forage descendant sous 170 m NGF) dans le secteur compris entre Bragny et Chagny.

L'analyse des réseaux hydrographiques montre une migration de la Saône de l'Est vers l'Ouest. Ce déplacement d'ordre kilométrique s'expliquerait par un basculement général vers l'Ouest, entretenu durant le Quaternaire.

L'auteur propose comme conclusion une synthèse stratigraphique :

- ▶ La super-unité AC comble les vallées profondes de Meuzin, de l'Ouche, de la Tille et de la Saône. Sur le palier de Dijon, ce remplissage de vallées anciennes est emboîtée dans les marnes de l'unité AM. L'épaississement de ces dépôts en aval indique une subsidence accentuée vers l'Est où se dépose l'épaisse formation des cailloutis de la forêt de Chaux. Selon ce schéma, l'exutoire de la nappe profonde correspondrait soit au paléo comblement de la Saône, soit à la formation des cailloutis de la forêt de Chaux, plus lointaine. Pour l'auteur, la continuité des séries durant cette phase de sédimentation est certaine.
- ▶ Les variations climatiques et le basculement des réseaux vers l'Ouest expliquent la dissymétrie et la complexité des dépôts des unités BM et BC.

Figure 7 : Coupes géologiques schématiques (d'après Petit, 1993)

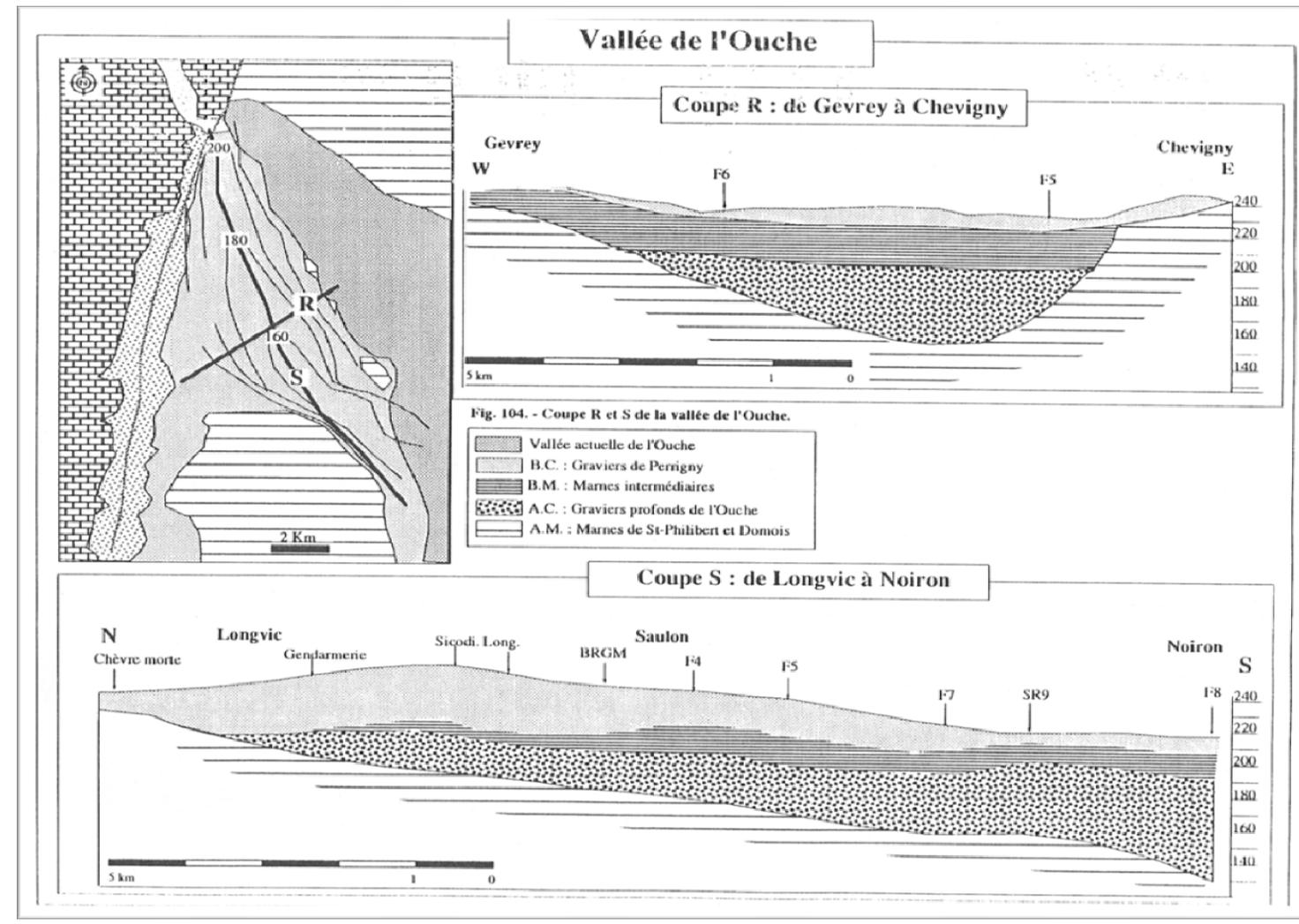
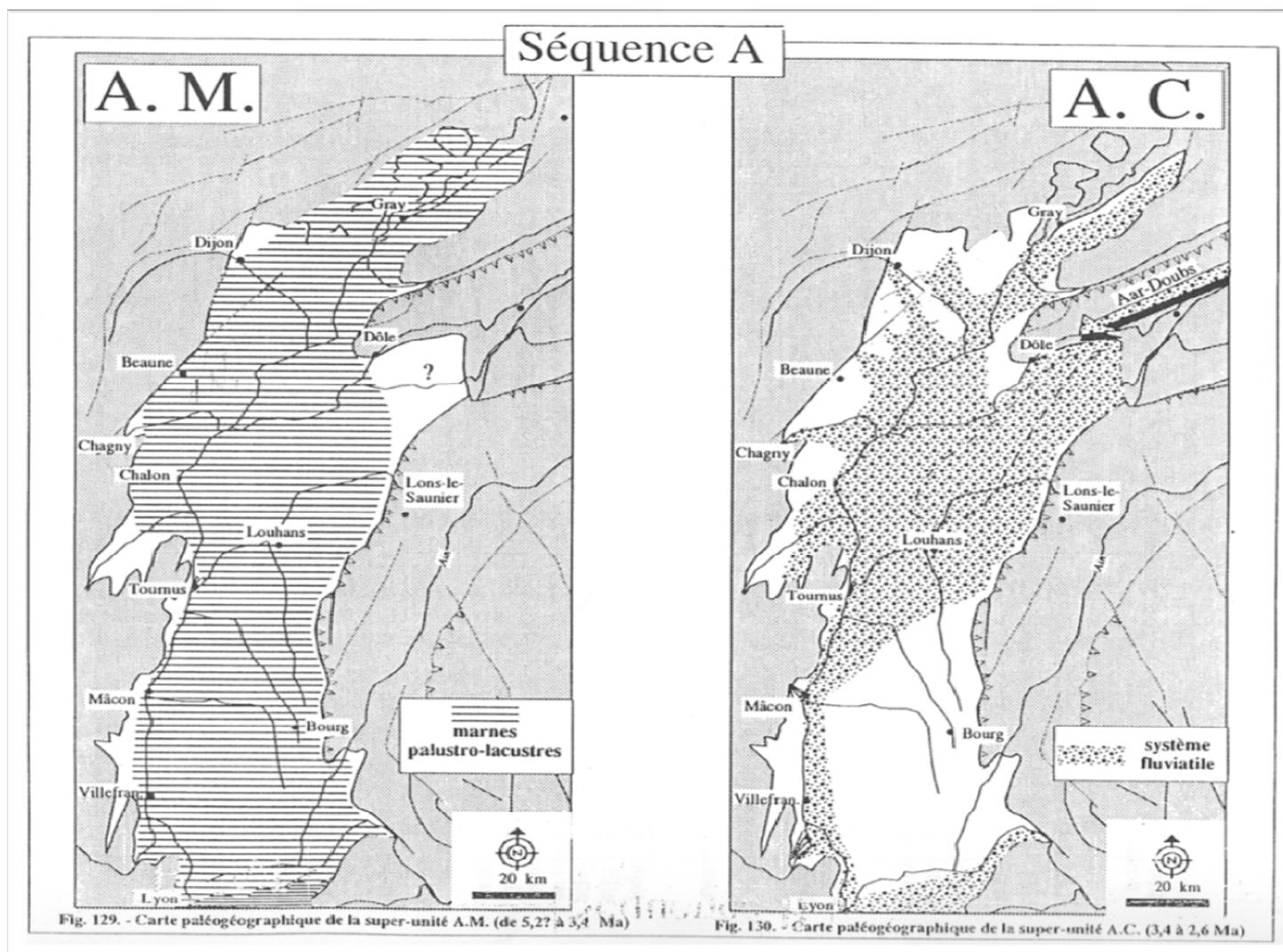


Figure 8 : Reconstitution paléo-géographique des dépôts pliocènes (d'après Petit 1993)



## 2.2 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

### 2.2.1 Synthèses hydrogéologiques

#### 2.2.1.1 Synthèse BRGM (1972/1975)

C'est la première synthèse intéressant l'aquifère de Dijon Sud. Elle avait alors été motivée par des observations de pollution de toluène et d'aniline des eaux sous la zone industrielle de Chenôve.

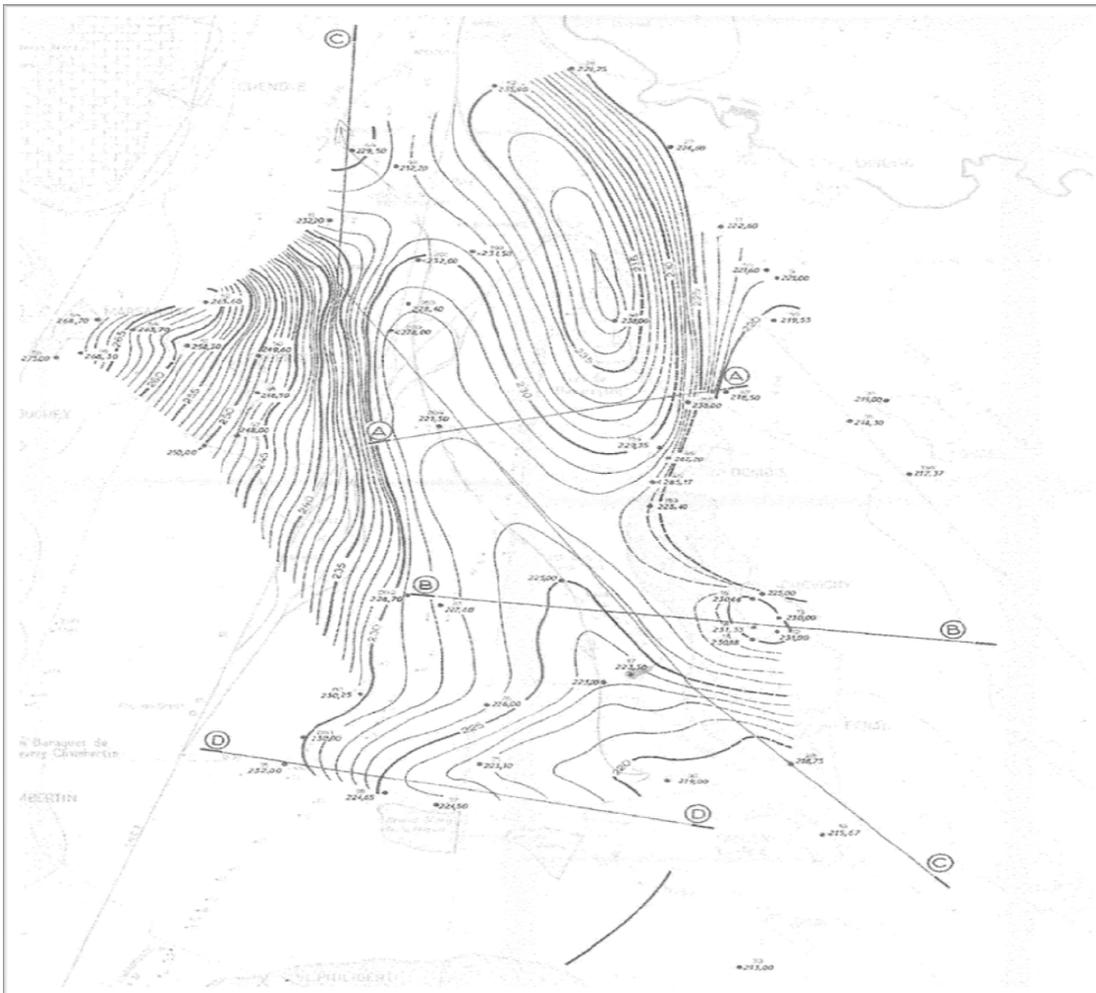
La synthèse de 1972 résulte principalement des données documentaires existantes et des données de forage disponibles alors (près de 240 ouvrages). Elle est aussi réalisée sur la base d'observations en carrières. Elle met en évidence les éléments suivants :

- ▶ On trouve une description précise des séries composant la partie superficielle de l'aquifère : « Le sédiment a une teinte jaunâtre, un mode de gisement très lenticulaire, à figure très mouvementées, très entrecroisées. Il est constitué d'un mélange de galets, de graviers et de sables accompagnés en proportion variable (jusqu'à 15 ou 20%) d'une phase argileuse ou silteuse. Par places, celle-ci constitue même exclusivement ou avec des sables calcaires ou siliceux, des dépôts lenticulaires souvent obliques dont l'épaisseur est du mètre ou du décimètre. Ailleurs, ce sont des passées argileuses ou marneuses à concrétions calcaires. On trouve même des poudingues à matrice calciteuse. »
- ▶ Les auteurs émettent de sérieuses réserves quant à la continuité de la couche argileuse intermédiaire, dite moutarde à cause de sa couleur jaune. Elle pourrait avoir disparu en certains endroits par suite des ravinements qui ont probablement précédé le dépôt des graviers supérieurs.
- ▶ La série inférieure est moins bien décrite car non affleurante : alternance de couches de graviers et de sables calcaires, peu argileux.
- ▶ Les auteurs insistent sur la difficulté à caractériser la nature du substratum géologique. Hormis les marnes saumons caractéristiques de l'Oligocène, les graviers reposent sur des calcaires argileux, des marnes ou argiles jaunâtres ou rougeâtres difficiles à dater. Avec localement la présence de conglomérats ou de calcaires marneux.
- ▶ Les auteurs démontrent qu'au vu des données alors disponibles, il existe un doute sur la continuité des séries aquifères vers l'Est au droit de la zone industrielle de Longvic.
- ▶ Les rares cas d'artésiennisme concernent les conglomérats oligocènes, ce qui démontre bien leur rôle de relais hydrauliques de l'aquifère karstique.
- ▶ Le contact entre alluvions et calcaires jurassiques implique des échanges probables : « il paraît certain qu'une partie des eaux du karst est alors stockée dans les alluvions de plaine. »
- ▶ Dans la plaine alluviale de l'Ouche, l'épaisseur des séries graveleuses ne dépasse pas 10 mètres.

Les auteurs proposent les éléments cartographiques suivants :

- Carte du substratum des cailloutis au 1 : 20 000.
- Carte piézométrique déduite à l'aide d'une vingtaine de points d'observation.
- Carte des puissances aquifères.
- Carte des épaisseurs d'alluvions non mouillées.
- Carte de transmissivité des cailloutis quaternaires.

Figure 9 : Carte piézométrique de novembre 1974 (d'après Pointet, 1975)



Le rapport complémentaire de 1975 a été réalisé sur l'exploitation des données complémentaires acquises lors d'une campagne de reconnaissance par forages. Cette campagne a vu la réalisation des investigations suivantes :

- ▶ Réalisation de 28 forages à la tarière (de 10 à 15 mètres de profondeur). Tous les logs sont présentés en annexe du rapport.
- ▶ Sondage de 70 mètres de profondeur dans le secteur de Chenôve pour reconnaître le substratum.
- ▶ Campagne piézométrique synchrone sur 52 points d'observation (relevés piézométriques du 12 au 22 novembre 1974). Elle couvre la nappe superficielle de Chenôve aux étangs de Satennay.

Les données de forage permettent d'affiner la structure du réservoir. Ses limites sont précisées (bordure orientale et occidentale). Notons que selon les auteurs l'aquifère inférieur serait composé de graviers plus grossiers que l'aquifère supérieur.

Précisons que ces reconnaissances complémentaires n'ont pas permis de déterminer la continuité ou non des nappes de Dijon Sud et de l'Ouche, au droit de la zone de Longvic.

Le principal apport de ces reconnaissances complémentaires est la définition d'une carte piézométrique de référence (cf. figure ci-dessus).

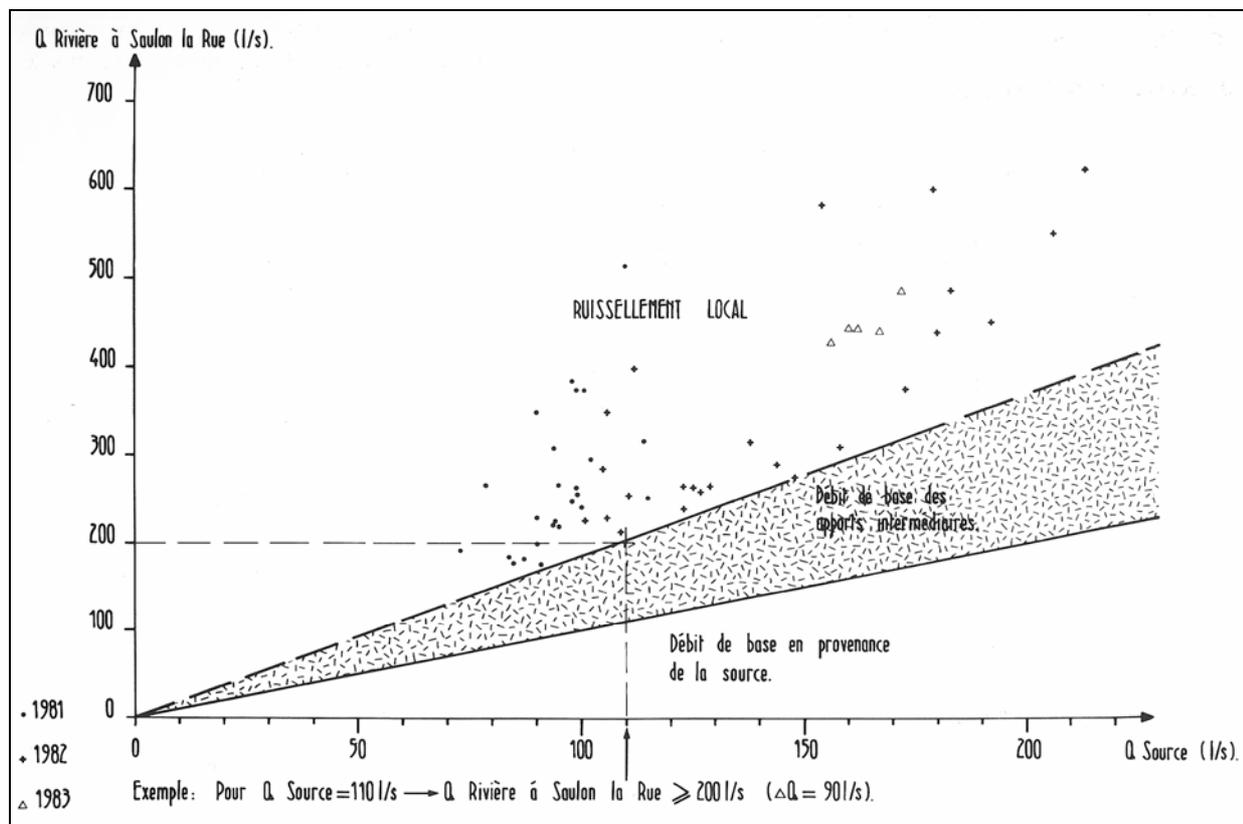
### 2.2.1.2 Synthèse SMAESAD (1987)

Cette synthèse fait le point sur cinq années d'étude poussées sur la nappe de Dijon (reconnaitances par forages, campagne de prospection géophysique, modélisation). Il est précisé que toutes ces approches ont été motivées par la nécessité de déterminer quel est le volume prélevable dans la nappe sans remettre en cause les usagers d'alors, ainsi que l'existence de la Sansfond qui constitue le principal exutoire de la nappe. A l'époque, les prélèvements étaient de l'ordre de 4 M m<sup>3</sup> et il était envisagé de les augmenter jusqu'à 6,5 M m<sup>3</sup>.

On y trouve les informations d'ordre hydrogéologique suivantes :

- ▶ La transmissivité varie de 2 à 30.10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s et le coefficient d'emménagement de 5 à 10%.
- ▶ Les auteurs insistent sur le caractère hétérogène du réservoir : hétérogénéité spécifique des matériaux, notamment entre les bordures et le remplissage central, hétérogénéité entre partie libre et captive.
- ▶ Il est difficile de faire des distinctions entre les caractéristiques de la nappe supérieure et de la nappe inférieure. Les essais de débit conduits sur certains forages amonts tendent à prouver que s'il existe des communications entre ces nappes, elles ne sont pas immédiates.
- ▶ Les auteurs estiment une moyenne sur les trente dernières années des précipitations efficaces, autour de 165 mm.
- ▶ Deux limites sont définies : charge imposée au niveau de la vallée de l'Ouche (240 m NGF) et de la source de la Sansfond (environ 225 m NGF). Les mesures piézométriques font apparaître une limite imperméable relative à l'axe Domois-Fenay (dépôts oligocènes).
- ▶ Les auteurs rappellent que l'exutoire de la nappe ne se limite pas à la source Sansfond mais qu'il correspond aussi aux zones humides et à des émergences secondaires. Ils proposent une relation entre le débit mesuré à la Sansfond et le débit des apports intermédiaires( cf. figure ci-dessous).

Figure 10 : Relation provisoire entre les débits de la Sansfond et ceux de la rivière à Saulon la Rue (d'après SMAESAD, 1987)

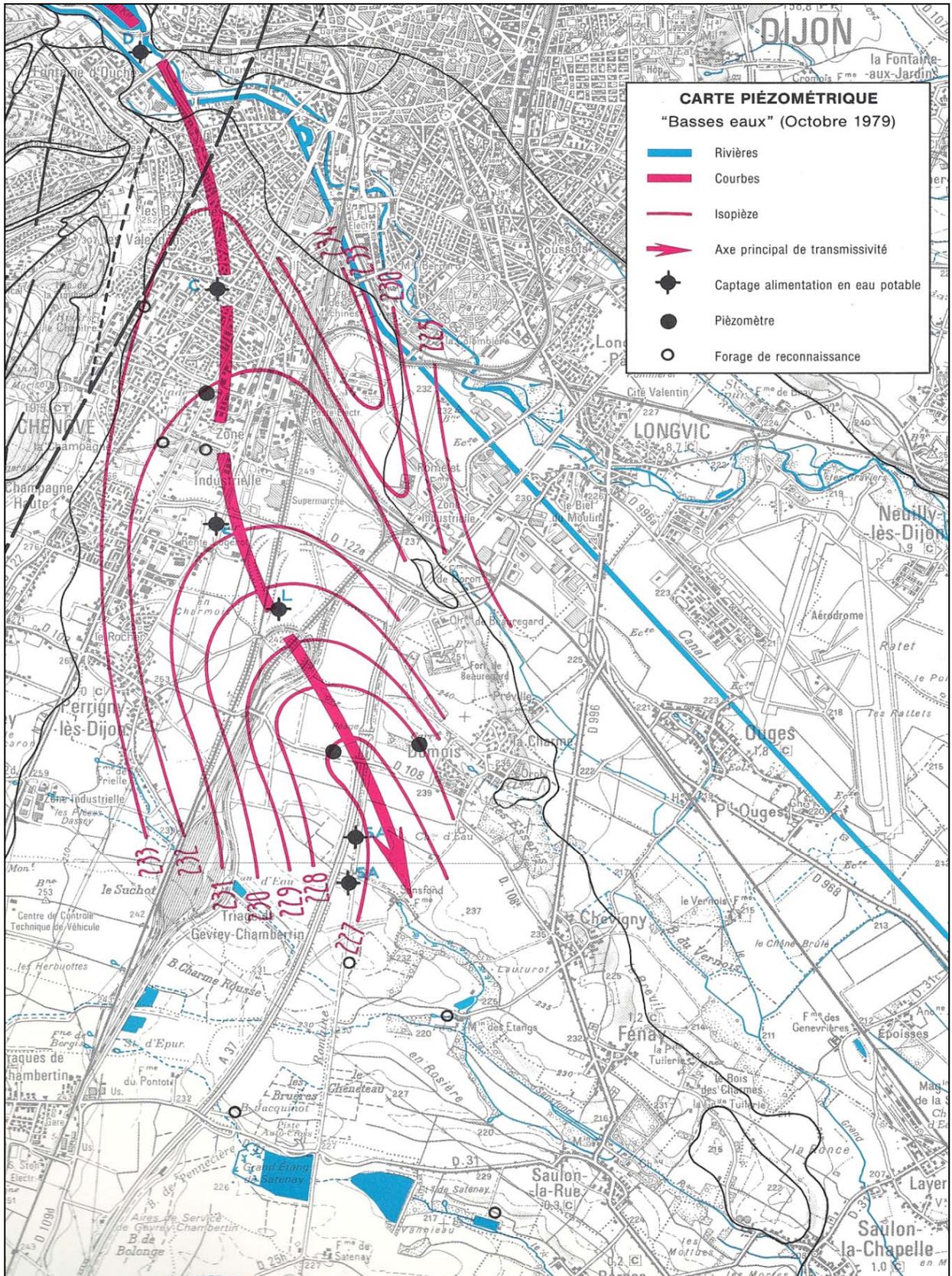


Une carte piézométrique est proposée (cf. figure ci-dessous).

On y voit que la nappe superficielle présente bien plusieurs exutoires :

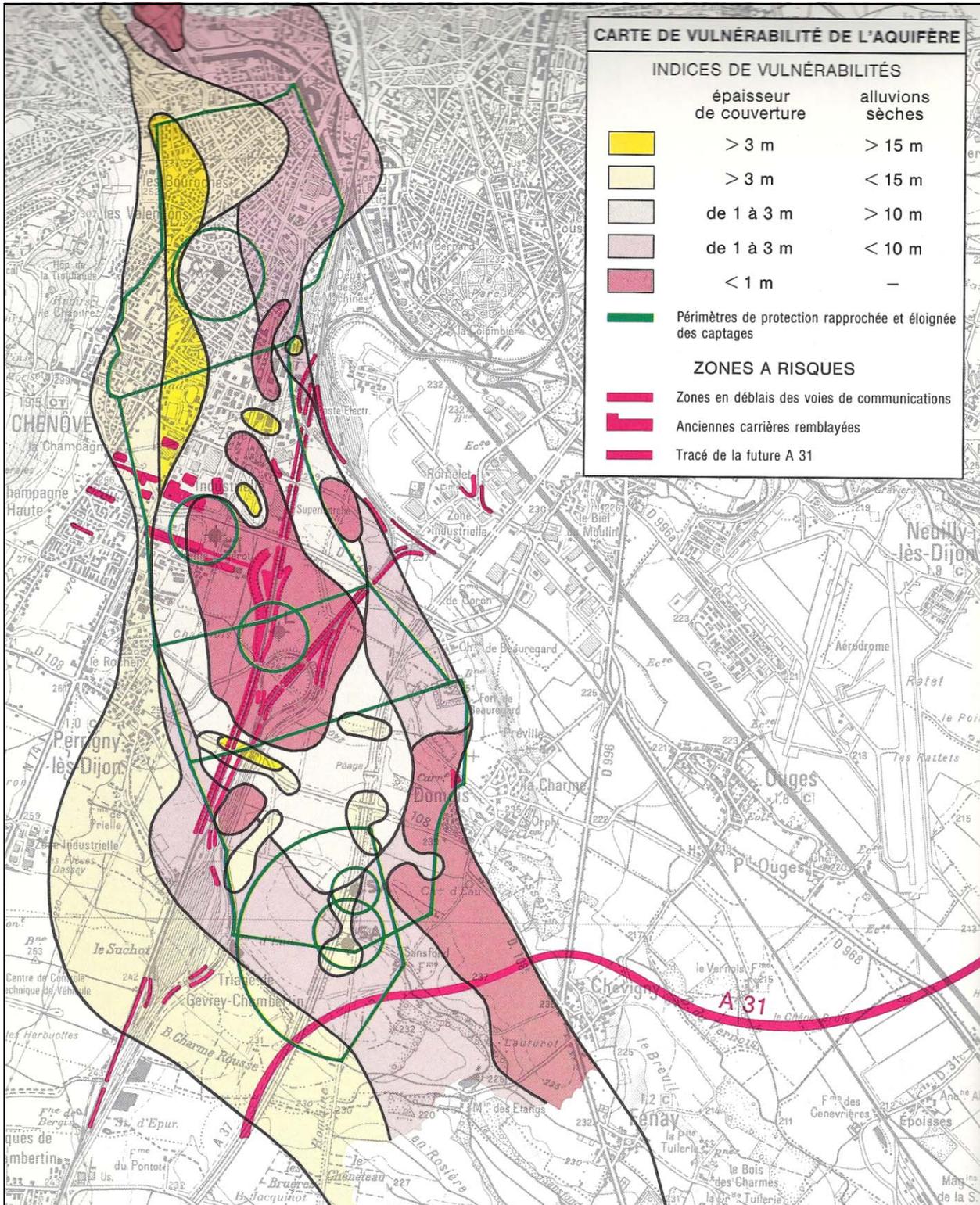
- ▶ Source de Sansfond.
- ▶ Sources secondaires du cours d'eau Sansfond.
- ▶ Émergences de l'étang de Satenay ?

Figure 11 : Carte piézométrique réalisée en 1979 (d'après SMAESAD, 1987)



Concernant les aspects qualitatifs, les auteurs proposent une carte de vulnérabilité basée sur les épaisseurs de couverture et les épaisseurs d'alluvions sèches.

Figure 12 : Carte de vulnérabilité (d'après SMAESAD, 1987)



Les auteurs présentent les résultats d'une approche géochimique des eaux de la nappe (suivi des variations en tritium et en oxygène 18). Les vitesses d'écoulement sont estimées entre 10 et 20 mètres par jour. Le taux de renouvellement de l'aquifère serait compris entre 2 et 4 ans. Ils estiment aussi sur la base de ces résultats, une participation du débouché de la vallée de l'Ouche entre 15 et 30% et une participation des eaux de pluie comprise entre 60 et 80%.

Les auteurs proposent un bilan issu d'une modélisation de la nappe en régime permanent sur les bases d'observations réalisées entre 1980 et 1984 :

Entrées :

- ▶ Infiltration des eaux météoriques : 295 l/s.
- ▶ Alimentation par le Lac Kir : 60 l/s.

Sorties :

- ▶ Pompages : 120 l/s (pour un volume prélevé annuel de 3,7 M m<sup>3</sup>)
- ▶ Source Sansfond : 140 l/s.
- ▶ Source des Etangs : 70 l/s.
- ▶ Écoulement vers l'aval (exutoire profond) : 25 l/s.

Ils en déduisent un volume prélevable de 4,6 M m<sup>3</sup> supplémentaire en réservant un débit minimal de 90 l/s à la Sansfond. Les auteurs insistent sur le caractère relatif de ce bilan : il est construit à partir d'un état moyen.

Ils présentent ensuite les résultats des modélisations, dont le contenu est détaillé dans le chapitre relatif aux modélisations de la nappe.

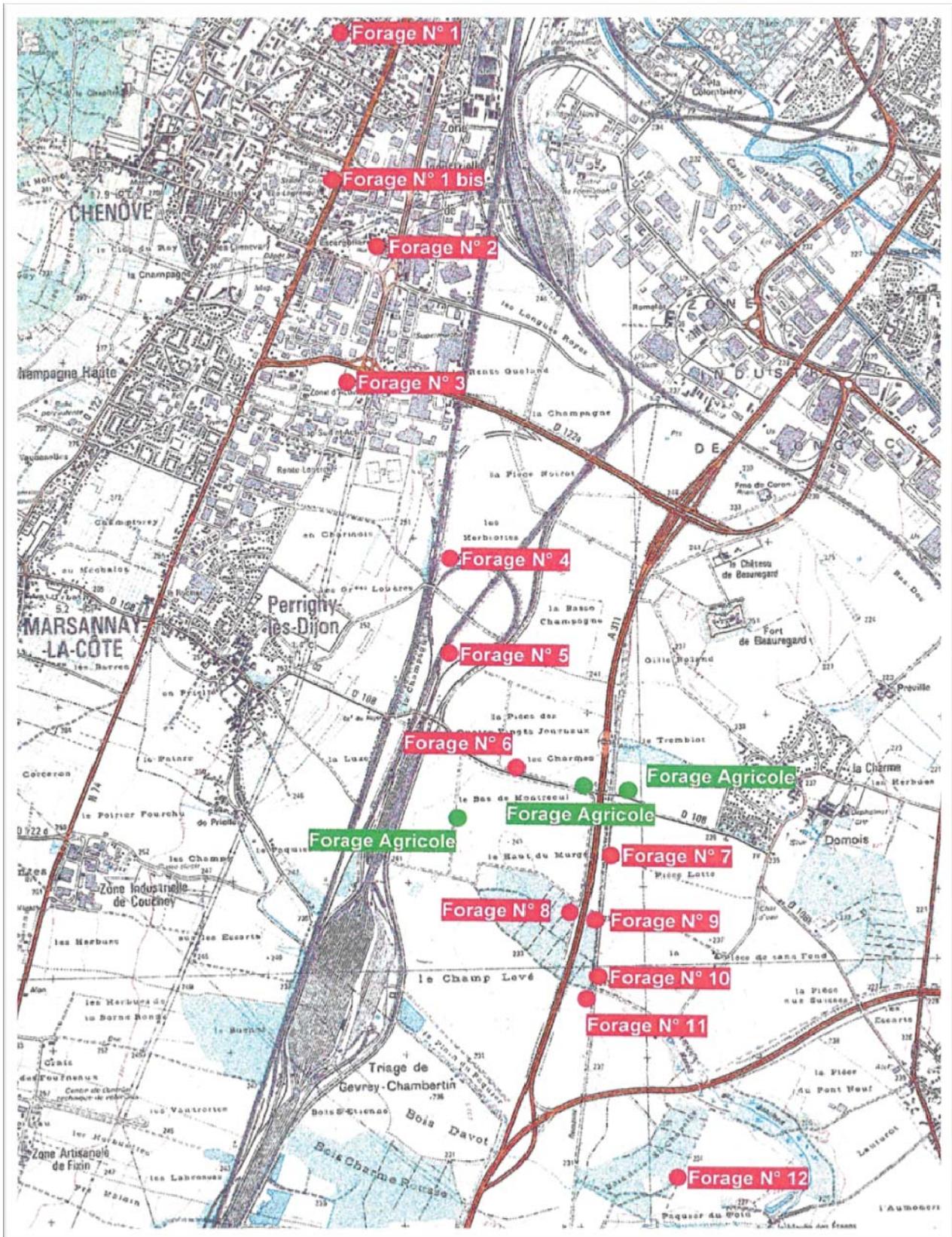
### **2.2.1.3 Inventaire des forages profonds de la nappe de Dijon Sud (DIREN, 1999)**

La DIREN a procédé à un inventaire des forages susceptibles de recouper les deux nappes. Les moyens suivants ont été utilisés :

- ▶ Recherche dans la documentation existante.
- ▶ Exploitation de la BSS du BRGM.
- ▶ Reconnaissances de terrain.

Les auteurs recensent 15 ouvrages dont 3 agricoles ; le rapport ne donne aucune information sur les forages agricoles.

Figure 13 : Coupes géologiques longitudinale et transversale (d'après SMAESAD, 1987)



Ils sont présentés dans le tableau ci-après :

<u>Numéro</u>	<u>Nom</u>	<u>Utilisation</u>	<u>Profondeur</u>	<u>Equipement</u>	<u>Etat</u>	<u>A reboucher OUI ou NON</u>
<u>Forage n°1</u>	SAPE Chenove	Captage A.E.P	50 m	Dans une seule nappe	En activité	NON
<u>Forage n°1 bis</u>	Gendarmerie	Piézomètre	45 m	Dans une seule nappe	Piézomètre	NON
<u>Forage n°2</u>	Merck-Sharp		31 m en 1965, recreusé à 45 m en 1972	Le forage devrait être crépiné dans les deux nappes		A priori OUI, (à confirmer auprès de l'exploitant)
<u>Forage n°3</u>	S.I.C.O.D.I (Forages de la Rente Logerot)	Captage A.E.P	60 m	Crépiné dans les deux nappes	En activité	OUI
<u>Forage n°4</u>	Forage Longvic F1	Piézomètre	36 m (52 m à l'origine)	Crépiné uniquement dans la nappe supérieure	Piézomètre	Déjà rebouché
	Forage Longvic F2	Captage A.E.P	55 m	Crépiné uniquement dans la nappe profonde	En activité	NON
<u>Forage n°5</u>	Forage "Perrigny-Raquette"	Suivi piézométrique de la nappe profonde	60 m	Crépiné uniquement dans la nappe profonde	Piézomètre	NON
<u>Forage n°6</u>	Forage "Base aérienne 102"	Suivi piézométrique de la nappe superficielle	36 m (71 m à l'origine)	Crépiné uniquement dans la nappe supérieure	Piézomètre	Déjà rebouché
<u>Forage n°7</u>		Piézomètre	55 m		Piézomètre	OUI
<u>Forage n°8</u>	Forage BRGM	Recherche d'eau	72 m	Crépiné dans les deux nappes	Abandonné	OUI
<u>Forage n°9</u>	Saulon Nord	Captage A.E.P. + 1 Piézomètre	55 m	Le puits est rebouché, il est remplacé par un forage profond. Un piézomètre est crépiné dans les deux nappes	En activité	Reboucher le piézomètre
<u>Forage n°10</u>		Piézomètre	49 m		Piézomètre	OUI
<u>Forage n°11</u>	Saulon Sud	Captage A.E.P. + 1 Piézomètre	55 m	Piézomètre crépiné dans les deux nappes. Forage crépiné uniquement dans la nappe superficielle.	En activité	Reboucher le piézomètre
<u>Forage n°12</u>	FENAY le Paquier du Potu	Captage A.E.P	60 m	Uniquement dans la nappe profonde.	En activité	NON

Le rapport propose en annexe le détail stratigraphique de ces ouvrages.

#### **2.2.1.4 Diagnostic de l'Agence de l'Eau (1999)**

On y trouve les informations suivantes :

- ▶ Les auteurs insistent sur le caractère hétérogène du réservoir : hétérogénéité spécifique des matériaux, notamment entre les bordures et le remplissage central, hétérogénéité entre partie libre et captive.
- ▶ Le niveau de la nappe est fortement influencé par les précipitations efficaces.
- ▶ Les auteurs proposent les modalités d'alimentation suivantes : infiltrations des eaux météoriques pour 295 l/s, apports de la nappe alluviale de l'Ouche pour 60 l/s, infiltrations des eaux de ruissellement issues de la Côte (pas de données).
- ▶ Les auteurs reprennent les données de vulnérabilité sur l'épaisseur de couverture. Ils insistent sur la forte vulnérabilité des sites d'anciennes carrières ou des déblais de voies de communication (A31 et voies ferrées).
- ▶ Une synthèse sur la qualité des eaux est proposée. La source de la Sansfond est caractérisée par des teneurs élevées en nitrates. Les données DDASS de 1992 à 1998 montrent des non conformité récurrentes en phytosanitaires (triazines) et micropolluants organiques (solvants chlorés) sur les captages de Chenôve, Marsannay la Côte, Longvic, Saulon la Chapelle (nappe profonde et nappe superficielle) et Paquier du Potu. Les teneurs en solvant chlorés sont plus importantes et plus régulières sur la source de la Sansfond que sur les puits AEP. Notons l'absence de pollution phytosanitaire sur le puits de Paquier de Potu. Les teneurs en triazines sont plus fortes dans la nappe superficielle que dans la nappe profonde ; les solvants chlorés sont plus présents en profondeur (forte densité).

#### **2.2.1.5 Synthèse SMAESAD (2001)**

C'est un rapport de situation sur la nappe de Dijon Sud. On y trouve un état des lieux aussi bien technique qu'administratif (structures de gestion et informations relatives au SDAGE).

On y trouve les informations techniques nouvelles suivantes :

- ▶ A l'aval de Noiron, deux forages ont recoupé la nappe profonde (piézomètres DIREN de Noiron et la forêt d'Izeure). Les niveaux semblent moins productifs, sans qu'il soit possible de dire si cela découle d'une évolution vers l'aval ou parce que les ouvrages sont excentrés par rapport à l'axe du surcreusement.

#### **2.2.1.6 Synthèse ANTEA (2002)**

L'étude confiée à ANTEA comporte 3 étapes :

- ▶ Phase 1 : synthèse des connaissances sur la nappe.
- ▶ Phase 2 : diagnostic technique, juridique et institutionnel.
- ▶ Phase 3 : plan d'action pluriannuel.

Le rapport de phase 1 présente un état des lieux que l'on peut considérer comme exhaustif sur les informations géologiques et hydrogéologiques relatives à la nappe de Dijon Sud :

- ▶ Liste de l'ensemble des puits, forages ou sondages de plus de 20 m de profondeur, pouvant apporter une information sur la géologie de la nappe (exploitation de la BSS, étude documentaire et enquête auprès de 70 entreprises de forage). Les caractéristiques des ouvrages ne sont pas présentées dans le rapport.

- ▶ Les auteurs notent que depuis la synthèse de 1987, il y a eu peu d'apports fondamentaux sur la géométrie de la nappe. Ils confirment la structure proposée dans les synthèses antérieures : nappe superficielle, couche moutarde, nappe profonde (avec un aquifère profond moins transmissif que l'aquifère superficiel). Les auteurs ne proposent pas de report cartographique des zones investiguées, notamment à l'aide de la géophysique.
- ▶ Les auteurs donnent sur les coupes transversales et longitudinales les transmissivités mesurées sur les ouvrages équipant la nappe superficielle comme la nappe profonde. Les sources des paramètres hydrodynamiques proposées ne sont pas reportées dans le rapport.
- ▶ Liste et caractéristiques des captages AEP : Chèvre Morte, puits de Chenôve, puits de la Rente Logerot, puits de Longvic, puits de Perrigny-les-Dijon, forage du Paquier du Potu.
- ▶ Prélèvements AEP (1985-2000), agricoles (1997-2001) et industriels en m<sup>3</sup>/an.
- ▶ Piézométrie enregistrée sur les piézomètres Gendarmerie, BA102-Nouveau et P88-SAPRR, Raquette, Noiron et Izeure, Féney et BA102-Ancien.
- ▶ Données sur la qualité des eaux sur les puits AEP : nitrates, pesticides, COHV et BTEX, hydrocarbures, HAP et métaux.
- ▶ Historique des pollutions connues.

De plus, les auteurs proposent des compléments cartographiques essentiels :

- ▶ Extension de la nappe profonde et de la nappe superficielle.
- ▶ Coupes géologiques schématiques : 1 longitudinale et 4 transversales.
- ▶ Localisation des captages AEP et périmètres de protection associés.
- ▶ Localisation des points de prélèvements.
- ▶ Carte d'évolution des prélèvements.
- ▶ Carte des pollutions historiques.

Plus précisément, et dans le cadre de notre étude, les informations suivantes méritent d'être soulignées :

- ▶ Les auteurs évoquent la possibilité d'alimentation de la nappe profonde sur son bord Ouest par les conglomérats oligocènes : " Au droit du débouché des combes les plus importantes, ces marnes sont remplacées par des conglomérats perméables pouvant permettre un transit d'eau. Cela pourrait être le cas à Marsannay, à la sortie des combes du Pré et des Grands Vaux. Un schéma similaire pourrait se reproduire au débouché d'autres combes importantes (Combe Pévenelle à Marsannay, Combe Laveau à Fixin et, peut être, Combe Lavaux à Gevrey-Chambertin)." Plus au Sud, "une possibilité d'écoulement est apportée par la diffusion latérale ou aval dans des niveaux plus perméables des marnes de Bresse (intercalaires sableux ou calcaires lacustres) et par une réalimentation d'aquifères plus proches de la surface (St Cosme ?) par drainance ascendante. Notons qu'une zone plus perméable au sein de l'Oligocène, permettant un éventuel écoulement vers l'Est, a été identifiée par géophysique dans l'axe Barges – Saulon la Chapelle - Tart le Haut."
- ▶ Le graphique de synthèse des infiltrations et de prélèvements montre des évolutions de nappe inattendues. On note en effet des augmentations du niveau de nappe durant des années déficitaires en pluie efficace et marquées par des prélèvements importants (1983, 1985, de 1990 à 1995, 1998, 1999,.....). Rappelons que la pluie efficace est estimée à partir de la station météorologique de Dijon-Longvic.

Le rapport de phase 2 apporte des informations utiles sur les modalités de recharge de la nappe en proposant une synthèse des ouvrages d'infiltration présents sur le secteur d'étude (ainsi qu'une carte de localisation) :

- ▶ Bassins d'infiltration (réseau ferré SNC peut être assimilé à des zones d'infiltration préférentielle, bassins autoroutiers, bassins liés à des zones industrielles). Si les bassins ont bien été identifiés et caractérisés en terme de traitement des eaux pluviales, le rapport ne présente pas d'estimation des surfaces d'alimentation de ces ouvrages.
- ▶ Puisards. Ils sont difficiles à recenser et la liste proposée dans le rapport ne se prétend pas exhaustive.

Le rapport apporte donc peu d'informations utiles pour quantifier les ordres de grandeur des flux entrants dans la nappe. Il insiste sur les aspects qualitatifs ; la présence de nombreux points d'infiltrations des eaux pluviales rend très vulnérables les captages de la Rente Logerot et de Longvic.

Les auteurs proposent aussi dans ce rapport un recensement approfondi des activités susceptibles de présenter un risque de pollution pour la nappe :

- ▶ ICPE soumises à autorisation
- ▶ ICPE soumises à déclaration
- ▶ Transformateurs au PCB
- ▶ Activités économiques
- ▶ Stations services
- ▶ Décharges et carrières.

La localisation des sources de pollution potentielle a été systématiquement reportée sur fond cartographique.

Les auteurs proposent une carte de risque basée :

- ▶ La carte de vulnérabilité proposée en 1986 (CPFG).
- ▶ Un deuxième critère de notation basée sur le tracé des zones d'appel des captages AEP.

Ils définissent ainsi une carte de risque à l'échelle de l'aquifère.

Le rapport de phase 3 présente peu d'informations d'ordre géologique ou hydrogéologique. Notons toutefois les recommandations d'études techniques ou de travaux, qui éclairent sur les lacunes de connaissance de la nappe de Dijon Sud :

- ▶ Tracé de nouvelles cartes piézométriques. Les cartes disponibles sont jugées lacunaires.
- ▶ Détermination des caractéristiques de chaque unité aquifère (secteur rente Logerot, Longvic et Saulon).
- ▶ Etude sur l'origine des pesticides et des nitrates.
- ▶ Réalisation de piézomètres de contrôle et acquisition de nouvelles données sur les caractéristiques de la nappe en dehors de l'axe.
- ▶ Amélioration de la collecte des eaux pluviales.
- ▶ Diagnostic puis élimination des fuites sur les réseaux d'eau potable et d'eaux usées.
- ▶ Mise en conformité des ouvrages captant les deux aquifères.

### 2.2.1.7 Synthèse SMAESAD (2002)

On y trouve les informations suivantes :

- ▶ A l'aval de Noiron, deux forages ont recoupé la nappe profonde (piézomètres DIREN de Noiron et la forêt d'Izeure). Les niveaux semblent moins productifs, sans qu'il soit possible de dire si cela découle d'une évolution vers l'aval ou parce que les ouvrages sont excentrés par rapport à l'axe du surcreusement.
- ▶ Les nappes superficielles et profondes seraient indépendantes approximativement à partir des captages de la Rente Logerot.
- ▶ Les exutoires proposées pour la nappe superficielle sont la source de Sansfond et les étangs de Satenay.
- ▶ La dernière carte piézométrique date de 1987 et est centrée sur l'axe de surcreusement. Elle est jugée peu satisfaisante.

### 2.2.1.8 Synthèse BRGM sur les ressources patrimoniales départementales et régionales (Jauffret, 2003 ; Jauffret et al. 2009)

Jauffret (2003) propose une synthèse détaillée de l'aquifère de Dijon Sud. On y trouve les informations suivantes, utiles à notre étude :

- ▶ C'est la nappe profonde qui doit être considérée comme ressource patrimoniale.
- ▶ L'alimentation de la nappe est "vraisemblablement assurée aussi depuis l'ouest par les calcaires jurassiques comme le laissent penser des mesures récentes". Ces mesures récentes ne sont pas précisées.
- ▶ Hypothèse d'une drainance de l'aquifère superficiel par l'aquifère profond.

De plus, concernant les interactions entre les aquifères de plaine et les karsts bordiers, ce rapport mentionne :

- ▶ Le rôle certain de l'alimentation de la nappe des vignobles (secteur de Beaune) par les karts jurassiques (nappe captive artésienne) ; notons aussi que le débit d'alimentation est estimé entre 10 et 100 l/s. La vidange de cette nappe se fait à 90% par des exutoires profonds inconnus.

L'auteur propose le même schéma hydrogéologique pour la nappe du Meuzin (secteur de Nuits-Saint-Georges).

Notons que ce schéma hydrogéologique est aussi observé sur l'aquifère plio-quadernaire de la Tille (Clair et Puisségur, 1976) : surcreusement dans les sédiments oligocènes avec un approfondissement rapide vers l'aval (210 m NGF à Fouchanges, 182 m NGF à Arc sur Tille). Selon ces auteurs, le niveau de base de ce paléo réseau hydrographique serait situé très en dessous de la plaine alluviale actuelle de la Saône.

## 2.2.2 Modélisations

### 2.2.2.1 Modélisation École national Supérieure des Mines de Paris (Combes, 1985)

A partir de la synthèse hydrogéologique proposée par CPGF, il a été construit un modèle discrétisé au moyen de 658 mailles carrés. Les tailles des mailles sont de 500, 250 et 125 m de côté. L'aquifère est considéré comme monocouche et la nappe est libre.

Les conditions aux limites ont été définies de la manière suivante :

- ▶ Flux nuls sur les bordure Est et Ouest (hypothèse implicite d'absence d'échanges avec les karsts bordiers).
- ▶ Charge fixe de 240 m NGF au niveau du contact avec la nappe alluviale de l'Ouche.
- ▶ Charge fixe à 207 m à l'aval (secteur de Noiron).
- ▶ Charge fixe sur la Sansfond.

Le modèle intégrait les prélèvements par pompage (1974--1984).

L'alimentation par infiltration des eaux météoriques est estimée à partir de la méthode de Penman qui donne une lame infiltrée en fonction de la pluviométrie et de l'ETP mesurés sur une station météorologique. Notons la succession de trois années sèches de 1971 à 1973 : 67, 90 et 56 mm de pluie efficace. Pour caler leur modèle, les auteurs introduisent un facteur de surface par maille pouvant varier de 0 (sols imperméables) à 4 (mailles bordières avec surestimation des apports pour prendre en compte indirectement le ruissellement sur les coteaux et les probables alimentations souterraines).

Le modèle a initialement été calé en régime permanent sur les bases d'observations réalisées entre 1980 et 1984. Cela permettait d'estimer le bilan suivant :

Entrées :

- ▶ Infiltration des eaux météoriques : 292 l/s.
- ▶ Alimentation par le Lac Kir : 60 l/s.

Sorties :

- ▶ Pompages : 114 l/s.
- ▶ Source Sansfond : 140 l/s.
- ▶ Source des Étangs : 78 l/s.
- ▶ Écoulement vers l'aval (exutoire profond) : 15 l/s.

Puis un calage en régime transitoire a été réalisé au pas de temps mensuel sur la période 1980/1984.

La note de situation au 20 avril 1985 fait apparaître deux difficultés :

- ▶ Représentation des résurgences en aval de la Sansfond dont les débits ne sont pas connus.
- ▶ Anomalies dans les restitutions des débits de Sansfond. Le modèle indique un étiage plus marqué en 1981 qu'en 1980 alors que les observations montrent le contraire. Les auteurs discutent leurs hypothèses de modalités de recharge de la nappe.

Plusieurs simulations ont été réalisées à partir du modèle calé :

- ▶ Etude de l'effet d'un pompage supplémentaire de 100 m<sup>3</sup>/h à Longvic en pluviométrie moyenne. Selon le modèle, un tel pompage provoquerait un rabattement maximum de 70 cm centré sur l'ouvrage et son influence se ferait sentir sur la totalité de la nappe. Il entraînerait une diminution des débits de l'ordre de 10% sur les principaux exutoires superficiels.
- ▶ Etude de l'effet d'un pompage supplémentaire de 100 m<sup>3</sup>/h à Longvic en pluviométrie déficitaire (épisode sec de 1971 à 1975). Selon le modèle, un tel pompage conduirait une diminution des débits de l'ordre de 65% pour la Sansfond et de 25% pour la source des Moulins des Etangs. On observe un minima théorique de 7 l/s à l'automne 1974 pour une telle hypothèse.
- ▶ Simulation de l'injection continue d'un polluant dans la nappe. Elle est faite avec les hypothèses de faible dispersion et d'absence d'interaction entre la matrice et le polluant. Si le point d'injection est situé sur le chenal conducteur, on observe un nuage très étendu au bout de 30 mois. (panache de plusieurs km de long). Si le polluant est introduit à la périphérie de l'aquifère, sa propagation est de l'ordre de quelques centaines de mètres au bout de 30 mois.

La synthèse réalisée en 1987 par le SMESAD reprend les résultats de cette modélisation.

### **2.2.2.2 Modélisation en régime transitoire 1986-1992 (SMAESAD, 1993)**

C'est la reprise d'une modélisation réalisée sous le logiciel NEWSAM, en collaboration avec l'ENSMP. L'aquifère est considéré comme monocouche et la nappe est semi-captive. Les tailles des mailles sont de 500, 250 et 125 m de côté. Les paramètres hydrodynamiques implémentés dans le modèle ne sont pas précisés dans ce document.

Le modèle avait été initialement calé en régime permanent sur les bases d'observations réalisées entre 1980 et 1984. Notons que les auteurs prenaient en compte un échange avec les karts jurassiques, mais de façon indirecte en augmentant les volumes infiltrés.

Le modèle a été développé pour réaliser des simulations en régime transitoire.

Ces simulations intègrent les prélèvements AEP entre 1985 et 1991. Ils sont estimés entre 23 000 m<sup>3</sup>/jour en 1986 et 24 000 m<sup>3</sup>/j en 1991. Les prélèvements industriels (420 m<sup>3</sup>/j) et agricoles (entre 500 et 1000 m<sup>3</sup>/j) ont aussi été pris en compte.

Les précipitations efficaces varient de 0 à 100 mm/mois. Une analyse fine de la pluviométrie est proposée. Elle permet de caractériser une année sèche par des précipitations efficaces de l'ordre de 90 mm/an (soit 84 l/s pour la nappe), une année moyenne par des précipitations efficaces de 180 mm/an (soit 172 l/s pour la nappe) et une année humide par 295 mm/an, soit une alimentation équivalente de 280 l/s.

Le calage a été effectué sur trois chroniques piézométriques : Gendarmerie de Chenôvre, forage BA102, piézomètre de Fenay.

A partir du modèle calé, les auteurs proposent 3 simulations conditionnelles :

- ▶ Succession de trois années sèches (pluie efficace de 38 mm/an). Elle se traduirait par une baisse de la piézométrie d'environ 3 m à l'amont et d'un mètre dans l'aval de la Sansfond. Le débit de cette dernière chuterait alors à 10 l/s.
- ▶ Succession de trois années moyennes (alimentation de 180 mm/an) : la piézométrie est stable et le débit de la Sansfond varie en fonction des saisons de 50 à 130 l/s.
- ▶ Augmentation des pompages de 25% avec une pluviométrie moyenne. Elle se traduirait par une baisse lente mais continue et de la piézométrie et du débit de la Sansfond. On diminue alors les réserves de la nappe.

## 2.2.3 Études sur le karsts bordiers

### 2.2.3.1 Mise en évidence d'une alimentation des aquifères de plaine par les massifs karstiques de bordure (thèse de P. Corbier, 1999)

Cette thèse propose un travail d'investigation détaillé sur le fonctionnement hydrogéologique des karsts situés en bordure Ouest du bassin bressan, sur des latitudes comprises entre Dijon et Beaune.

L'auteur propose une vaste description des éléments suivants :

- ▶ Contexte du secteur d'étude (géographie, géomorphologie, géologie, hydrogéologie).
- ▶ Bilan hydrologique (étude des précipitations, étude des débits, bilan).
- ▶ Approche du comportement hydrogéologique des karsts (analyses hydrodynamiques sur les débits des exutoires, analyses hydrogéochimiques et isotopiques, analyse de la fracturation, traçages, prospection sismique).

Sans reprendre de manière exhaustive les informations riches et variées apportées par ce travail, les éléments suivants, utiles dans le contexte de notre étude, méritent d'être soulignés :

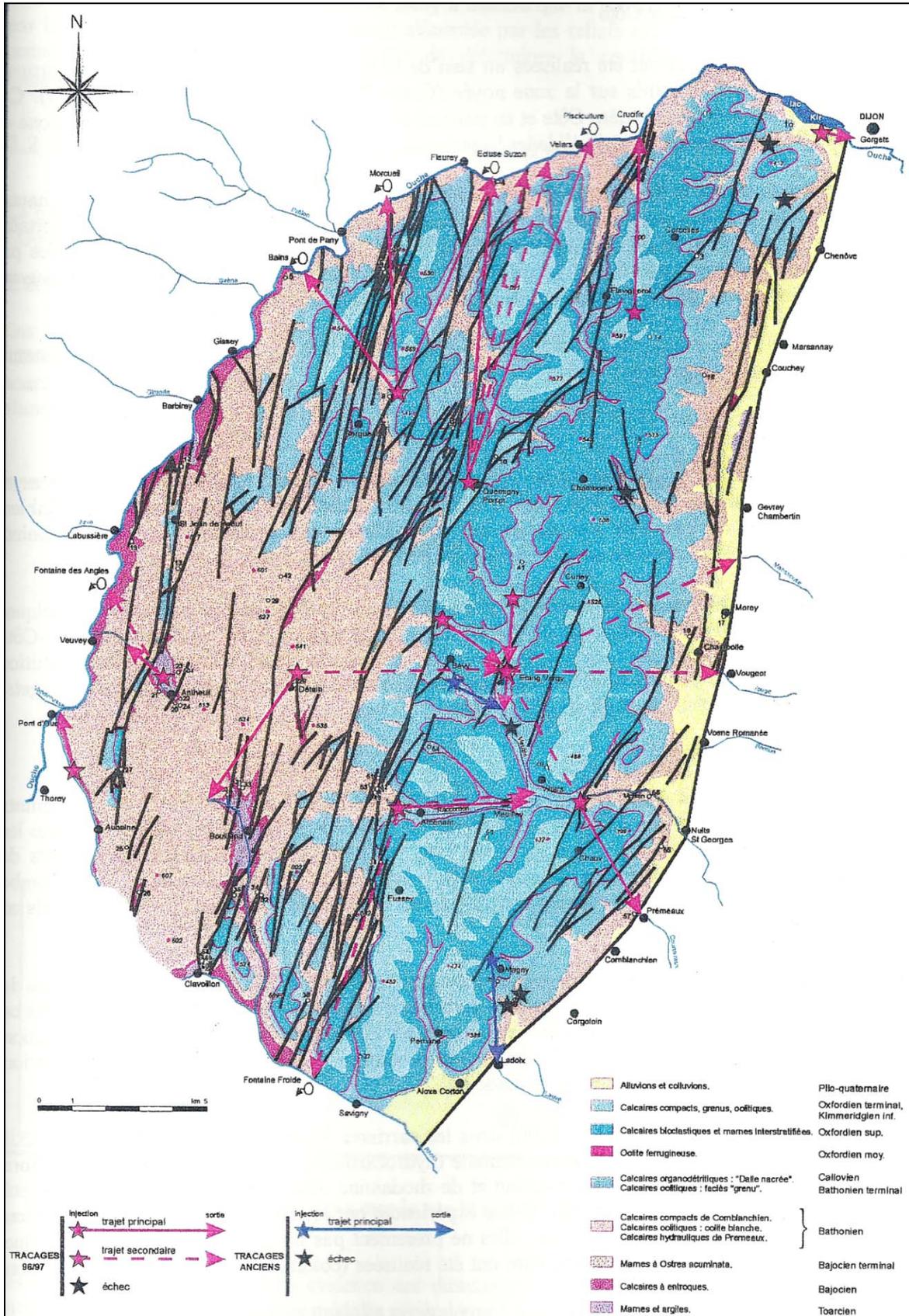
- ▶ Contexte géographique : la superficie des karsts étudiés est de l'ordre de 500 km<sup>2</sup>. Ils sont structurellement bien délimités : Ouche au Nord et à l'ouest, plaine à l'Est, formations de socle au Sud. Les altitudes varient entre 300 et 650 m NGF.
- ▶ Contexte sédimentaire : on peut en première approximation schématiser les séries comme un épais ensemble carbonaté allant du Bajocien au Kimméridgien. On trouve des bancs de marnes épais au sein de l'Oxfordien, susceptibles de réduire les infiltrations des séries du Jurassique supérieur vers celles du jurassique inférieur. Il en résulte le schéma hydrogéologique suivant : infiltration importante dans les séries du Jurassique supérieur, apparition de sources au toit de l'Oxfordien, ruissellement puis ré-infiltration dans l'aquifère du Jurassique inférieur.
- ▶ Contexte tectonique : les systèmes de failles sont principalement orientés de N-S à N040. Le pendage moyen est vers le Sud-ouest.
- ▶ Contexte géomorphologique : on note la présence de nombreuses vallées sèches et de multiples indices karstiques (environ 0,3 indice par km<sup>2</sup>). Le réseau de drainage serait d'âge plio-miocène, c'est à dire pour partie contemporain de la mise en place des formations graveleuses de l'aquifère de Dijon sud.
- ▶ L'étude des pluies a porté sur les mesures de trois stations situées sur le karst : Savigny-Les-bains (237 m NGF), Détain-et-Bruant (588 m NGF) et Aubaine (329 m NGF). Les moyennes annuelles sont respectivement de 741 mm, 995 mm et 821 mm. Sur les trois stations, on observe des années humides caractérisées par une pluviométrie supérieure à 1 000 mm avec une récurrence de l'ordre de 10 ans.
- ▶ L'étude des débits a porté sur les quinze sources du massif. Cinq d'entre elles (Vouge, Meuzin, Lauve, Rhoïn, Antheuil) ont été équipées de stations hydrométriques et suivies en 1996 et 1997. Les résultats sont exprimés en débit moyen mensuel; les débits moyens annuels varient de 500 l/s (Vouge) à 50 l/s (Antheuil). Pour les autres sources, les débits ont été reconstitués.
- ▶ L'approche du bilan s'appuie sur l'estimation des pluies efficaces. L'approche de l'évapotranspiration potentielle (ETP) a été réalisée selon la méthode de Penman (données Météo-France de la station météorologique de Dijon-Longvic). L'attribution d'une réserve utile équivalente de 30 mm permet, en connaissant P et ETP, de calculer une lame d'eau infiltrée sur un pas de temps mensuel. On obtient ainsi une pluie efficace annuelle de l'ordre de 375 mm. En comparant les flux sortants à partir des débits des sources et les flux entrants, l'auteur met en évidence un déficit d'écoulement au niveau des sources d'environ 250 mm, soit 125 millions de m<sup>3</sup> par an ou 4 m<sup>3</sup>/s en terme de débit fictif. L'auteur mentionne toutes les approches réalisées pour estimer le soutien des karsts au débit de l'Ouche qui convergent vers une valeur moyenne de 2 à 2,5 m<sup>3</sup>/s. Cela laisse un déficit de 65 à 80 millions de m<sup>3</sup> qui transitent vers des secteurs non identifiés.

Les informations sur le comportement hydrogéologique des karsts sont les suivantes :

- ▶ Le module moyen d'infiltration est estimé à 12 l/s/km<sup>2</sup>. On peut juger cette valeur comme forte. Elle permet d'estimer un cumul d'environ 170 km<sup>2</sup> pour les aires d'alimentation des sources des massifs (à comparer aux 500 km<sup>2</sup> de l'impluvium).
- ▶ L'étude des paramètres physico-chimiques des eaux de source a permis de montrer que les aquifères étudiés sont superficiels (mode de drainage de type jurassien) et que le degré de karstification fonctionnelle du massif est faible. Ce qui renforce l'hypothèse systèmes de drainage hérités du Pliocène avec des exutoires profonds mais masqués par des dépôts postérieurs.
- ▶ De 1996 à 1999, seize expériences de traçages ont été menées sur le secteur d'étude. Les traçages réalisés dans la partie Nord du massif montrent des vitesses élevées et homogènes (de 60 à 100 m/h) avec des taux de restitution importants (de 20 à plus de 70%); ces traçages ont permis de constater que ni le canal ni l'Ouche ne font barrages aux écoulements (avec donc une remise en cause évidente du bilan proposé). Les traçages réalisés sur le Pied de côte à l'Ouest de Dijon ont tous été marqués par l'absence de restitution des traceurs aux points de surveillance (absence de lien hydrauliques ou forte dilution des marqueurs ?).
- ▶ L'étude sismique a porté sur l'aquifère dit de la plaine de Nuits-Saint-Georges. L'interprétation hydrogéologique du profil montre que les calcaires du Dogger sont situés entre les marnes du Lias et de l'Oligocène. Ils sont probablement en charge et le trop-plein devrait logiquement s'évacuer par les zones les plus perméables : les niveaux grossiers de l'Oligocène ou les zones broyées associées aux failles. Les deux sources interceptées par le profil se situent ainsi au droit de zones faillées.
- ▶ Les cartes piézométriques des aquifères de la plaine de Nuits et de Vignoles présentent des isopièzes parallèles à la Côte indiquant des transferts d'eau du karst vers la plaine.

L'auteur conclut son étude par "le massif de la Côte et de l'Arrière Côte joue donc un rôle très important dans l'alimentation des aquifères bressans puisqu'il en serait le mode principal."

Figure 14 : Carte de synthèse des tracages réalisés sur les karsts de bordure (d'après P. Corbier, 1999)



### 2.2.3.2 Etude du bassin versant de la source de la Bornue (Mesnier, 2000)

L'étude réalisée par Mesnier (2000) apporte de nombreuses informations utiles pour la compréhension du comportement des karsts de bordure :

- ▶ La source est captée pour l'alimentation en eau potable. Il est indiqué qu'elle est contaminée par des produits phytosanitaires : herbicides (terbuthylazine, simazine, diuron et terbuméton) et fongicides (oxadixyl) en 1998 et 1999.
- ▶ Seules trois sources donnent naissance à des rivières, correspondant ainsi à une nappe jurassique pérenne : la Bornue, la Vouge et le Meuzin. Les cotes des sources alimentant ces cours d'eau sont respectivement 235, 240 et 315 m NGF. Notons que le Meuzin est caractérisé par des zones de pertes.
- ▶ Des écoulements du karst vers les aquifères de plaine sont intégrés dans le schéma de principe proposé.

Figure 15 : Délimitation du bassin versant de la Bornue (Mesnier, 2000)

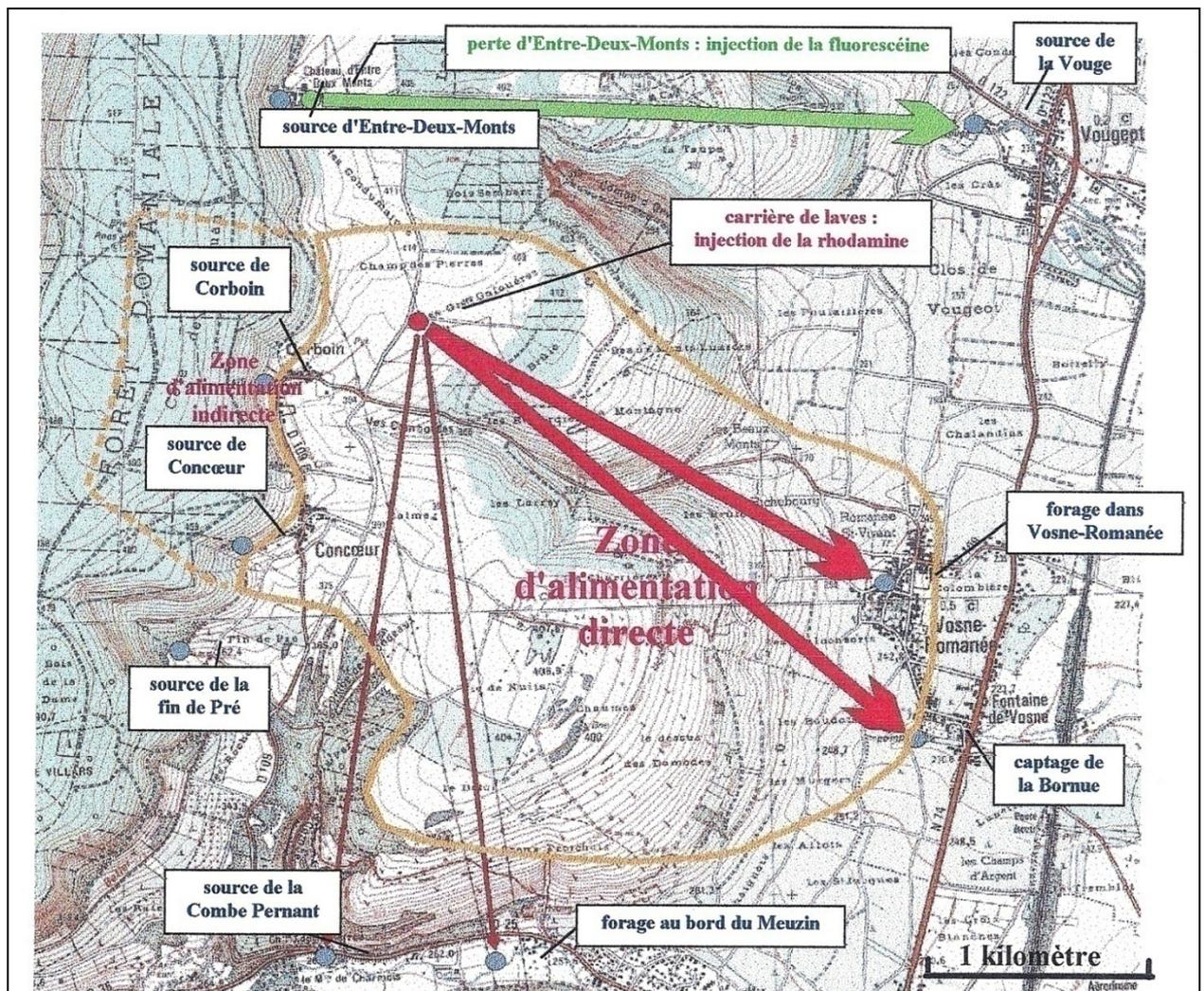
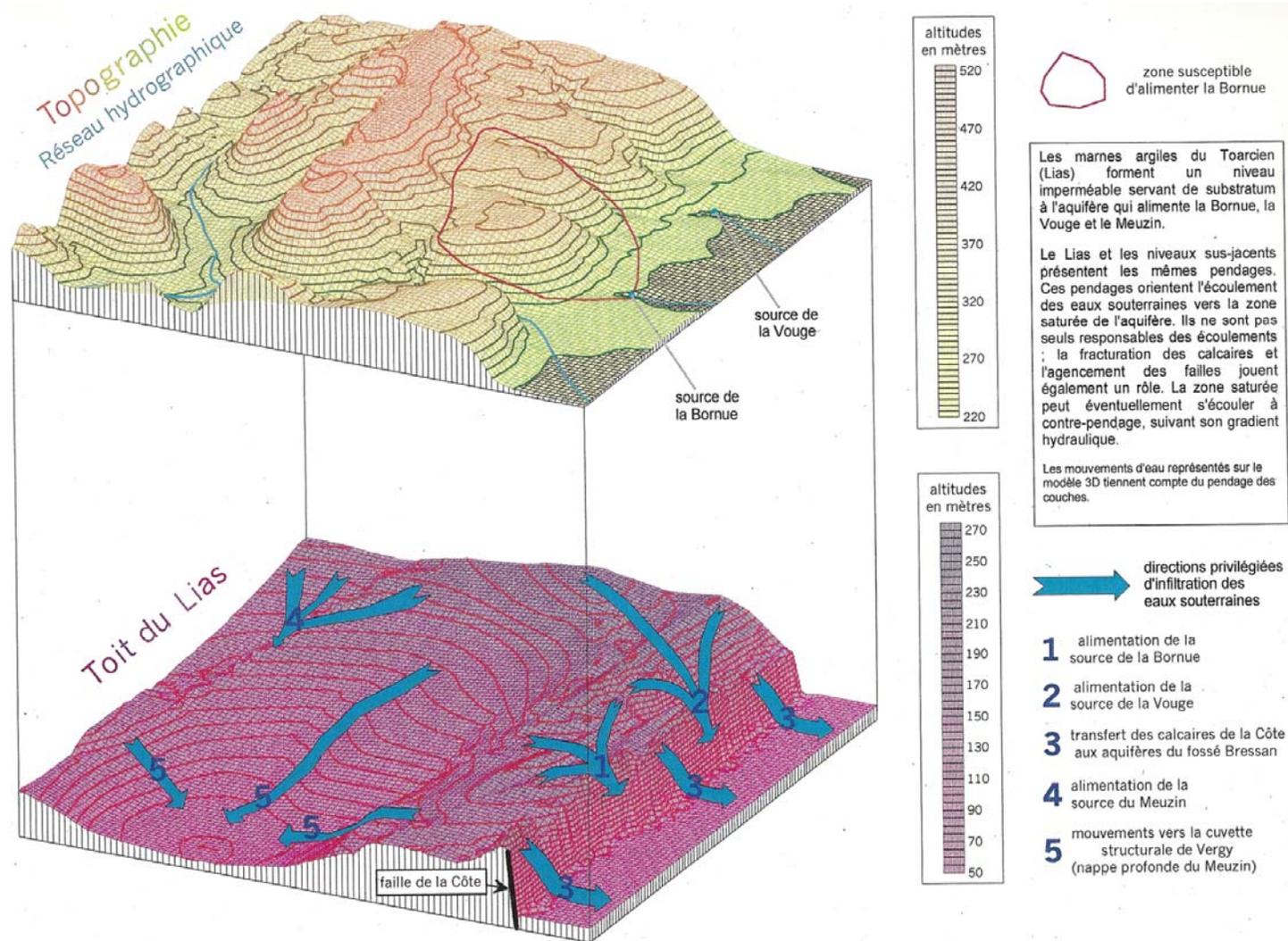


Figure 16 : Schéma de principe des aquifères karstiques bordiers (Mesnier, 2000)



- ▶ La source de la Bornue n'est pas positionnée au contact Jurassique/Oligocène mais au sein des conglomérats oligocènes, illustrant ainsi leur rôle de relais hydraulique.
- ▶ Afin de circonscrire le bassin d'alimentation de la source, une campagne de traçage a été réalisée (en basses eaux). Entre un des points d'injection et la source de la Vouge, une vitesse de 8 m/h a été estimée. De plus, les résultats permettent de définir assez précisément un bassin versant pour la source de la Bornue. Son aire est d'environ 7 à 8 km<sup>2</sup>.
- ▶ La présence des produits phytosanitaires s'explique par la présence de grandes cultures ainsi que de vignes sur le bassin d'alimentation.

### 2.2.3.3 Etude préalable à la détermination des périmètres de protection du captage de Vosne-Romanée (2010)

Le captage correspond à un puits installé sur une zone de résurgence à une côte d'environ 232 m NGF. La zone d'émergence est située dans les formations conglomératiques oligocènes mais son comportement karstique indique un relais dans ces formations des circulations des karts bordiers.

Des traçages attestent de ce comportement hydrogéologique.

La résurgence est caractérisée par une forte variabilité de débit. De novembre 1996 à avril 1997, les auteurs enregistrent un débit compris entre 80 et 100 l/s ; puis le débit décroît régulièrement de mai 1997 à octobre 1997 où il n'est plus que quelques l/s.

Il s'agirait ainsi d'une source de débordement de l'aquifère karstique.

### 2.2.3.4 Etudes BRGM

Dans le cadre de ses missions usuelles, le service géologique régional du BRGM est amené à donner des avis techniques argumentés dans le cadre de projet d'aménagements du territoire. Un certain nombre d'études apportent des informations intéressantes sur le comportement hydrogéologique des aquifères karstiques jurassiques de la Côte.

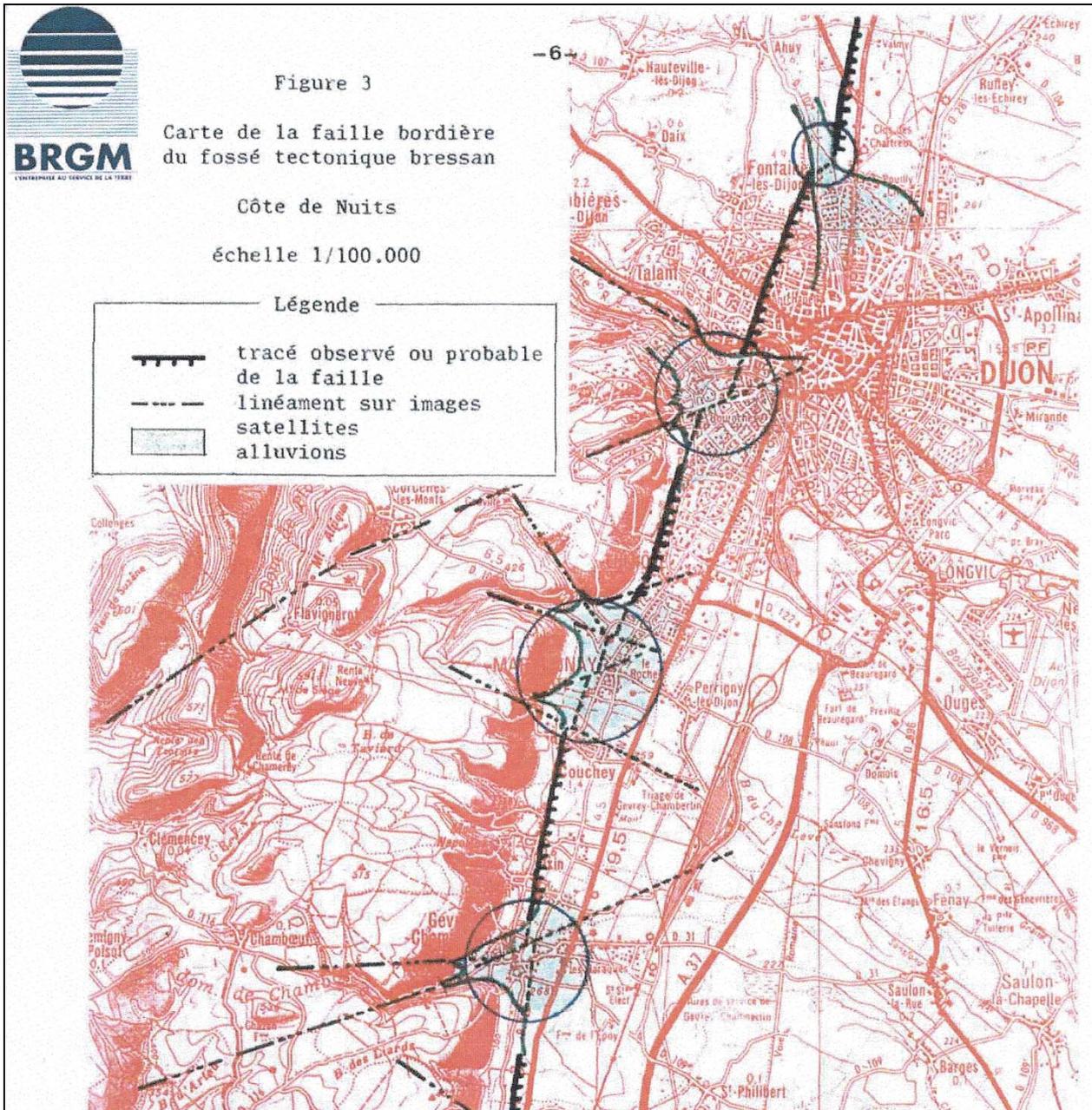
Citons :

- ▶ Liaison intercommunale nord-ouest de l'agglomération dijonnaise. Etude d'impact sur les eaux superficielles et souterraines (Jucker et Rémond, 1993).
- ▶ Recherche de sites de décharges pour produits inertes autour de Dijon. Avis sur les premiers sites sélectionnés par le district (Remond, 1987).
- ▶ Projet de chauffage géothermique de l'Hôpital Général de Dijon (Rémond et Tournaye, 1980).
- ▶ Sources, système aquifère et thermalisme de la Côte d'or, de Dijon à Chagny. Possibilités de venues sous-alluviales (Rémond et Levêque, 1991).

On y trouve les éléments d'information suivants, utiles à notre étude :

- ▶ Le niveau de base dans le karst est donné par la côte de l'Ouche (240 m au niveau du lac Kir). Le battement du niveau d'eau entre hautes et basses eaux serait au maximum de l'ordre de 10 mètres dans le réseau actif ; il est tamponné avec la proximité de l'Ouche (inférieur à 3 m dans le secteur de Plombières).
- ▶ Les venues sous alluviales seraient concentrées au droit des combes qui seraient des zones d'érosion préférentielle, liées à la présence de zones faillées. Des zones d'anomalies thermiques observées forment des indices probables de ces venues sous alluviales ; elles ont été observées à l'aval du champ captant de Chèvre Morte, dans le secteur de Marsannay et de Gevrey Chambertin.

Figure 17 : Zone d'anomalie thermique positive pouvant indiquer des venues sous alluviales (Rémond et Levêque 1991)



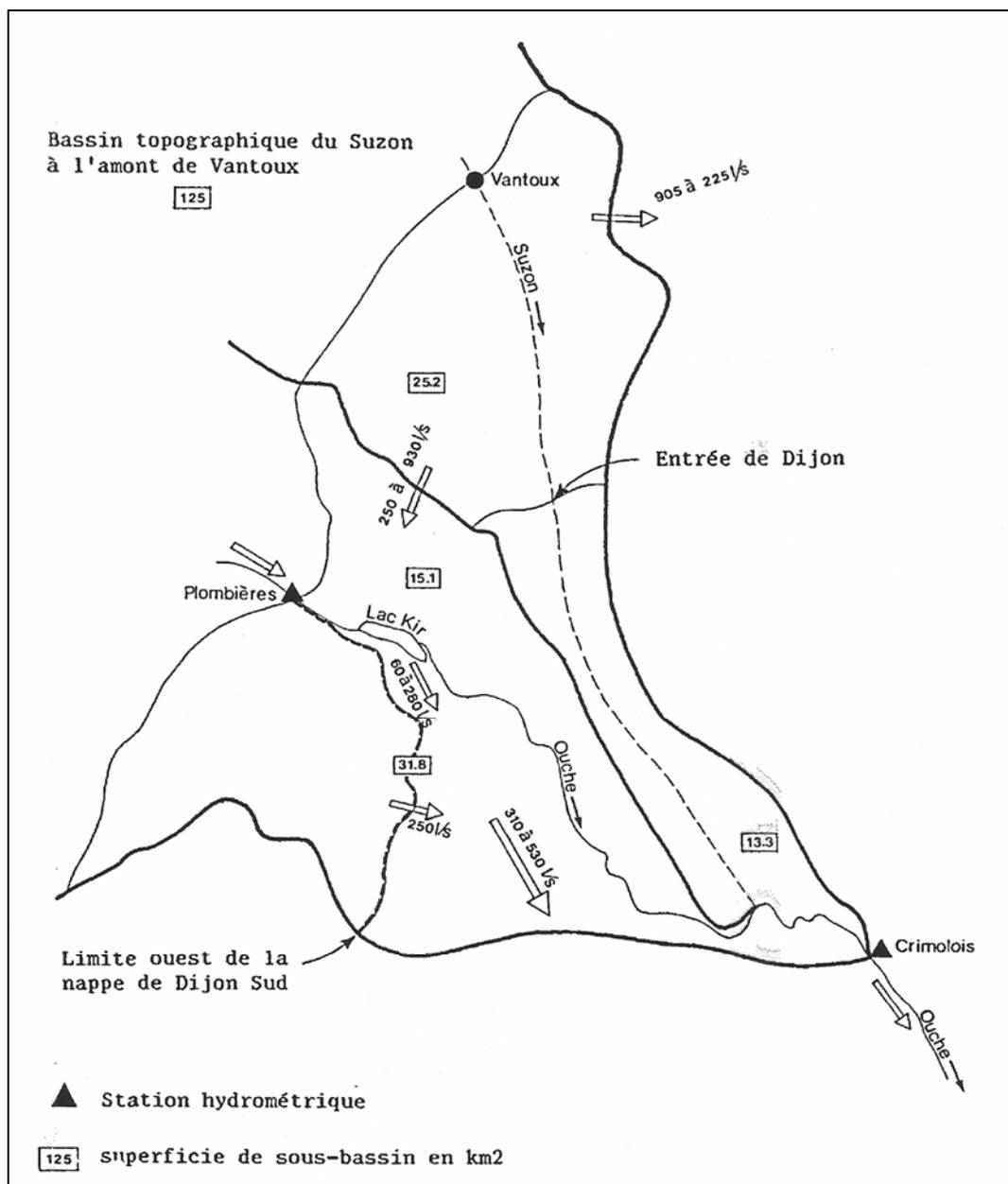
- ▶ Une estimation de l'alimentation du karst par les eaux météoriques a été réalisée en compilant 27 années de mesures. On estime ainsi que 20% de la pluie participe à l'alimentation du karst (environ 150 mm/an), et ce sur seulement 3 mois (décembre, janvier et février).
- ▶ Le karst donne lieu à trois types de sources sur sa bordure Est : source de débordement au contact Jurassique-oligocène, sources en amont au droit de certaines zones faillées karstifiées, soit plus à l'aval dans les conglomérats oligocènes.

De plus, une étude approfondie a aussi été réalisée sur les aquifères karstiques alluviaux de la vallée de Suzon (Cornet et Rémond, 1990). Cette étude exhaustive donne quelques ordres de grandeur utiles pour comprendre les phénomènes hydrogéologiques dans les karts :

- ▶ Les débits spécifiques des sources varient de 5 à 11 l/s/km<sup>2</sup>.
- ▶ Connaissant les débits d'écoulement et la piézométrie (i moyen de 0.3%), les auteurs estiment une perméabilité en grande de l'ordre de 10<sup>-3</sup> m/s.
- ▶ Les "sorties" des aquifères karstiques vers les aquifères de plaine sont estimées à 20 à 60% du bilan.

Les auteurs proposent le schéma suivant. Les alimentations de l'aquifère de Dijon Sud par les aquifères karstiques de bordure sont estimées à 250 l/s.

Figure 18 : Localisation et évaluation des transferts de débit souterrain sur le bassin topographique différentiel de l'Ouche entre Plombières et Crimolois (d'après Cornet et Rémond 1990)



## 2.2.4 Etudes diverses

### 2.2.4.1 Carte géologique au 1 : 50 000 de Gevrey-Chambertin

Rémond et al. (1972) notent que si l'orohydrographie d'ensemble dans les reliefs jurassiques est liée à l'effondrement bressan, la direction des vallées dépend étroitement de la structure de détail. Le tracé de l'Ouche en est une bonne illustration.

Ils font aussi les remarques suivantes d'ordre hydrogéologique :

- ▶ Présence de karsts dans les calcaires bajociens, dont le mur imperméable est constitué des argiles du Toarcien. Les auteurs identifient une seule et même unité aquifère allant du Bajocien au Kimméridgien. Les quelques couches argileuses ou marneuses, intercalées dans cette série, ne sont pas parfaitement imperméables en raison de la fracturation des matériaux. Elles peuvent localement donner lieu à des nappes perchées temporaires. Ces niveaux sont identifiés : niveaux marneux de l'oxfordien, niveaux de marnes du bathonien supérieur,... (cf. description stratigraphique des terrains). On doit donc considérer cette accumulation comme une seule unité aquifère mais avec une forte hétérogénéité verticale qui va induire une complexité des écoulements en zone non saturée et donc des phénomènes de recharge. Les auteurs observent que la disposition des cavités connues, majoritairement orientées sur les failles N-S, semble prouver que le creusement du karst est postérieur à la phase de l'Oligocène terminal ; il aurait dû commencer au Miocène.
- ▶ Les auteurs donnent de nombreuses informations sur la nappe de Dijon Sud. Elle serait alimentée par l'infiltration des eaux de pluie, par l'Ouche et sa nappe alluviale en amont mais aussi par le karst jurassique. La puissance de la nappe varie de 15 m au niveau de Dijon à près de 45 m à la Rente Logerot. La piézométrie de la nappe suivrait approximativement la topographie : gradient d'ensemble vers le Sud-Est de 240 à 225 m NGF. Au Sud-Est de Perrigny, il semblerait que les alluvions deviennent plus fines et se colmatent en profondeur.
- ▶ Les marnes et conglomérats oligocènes sont décrits comme imperméables en grand. Les auteurs signalent des observations locales d'artésianisme et de passées perméables. Les recouvrements pliocènes (marnes et argiles, avec lentilles sableuses) sont globalement aussi imperméables.
- ▶ Les relations entre le karst jurassique et les sédiments du complexe bressan sont décrites comme complexes. Suite aux rejets normaux des failles bordières, les séries perméables des formations carbonatées jurassiques forment la limite Ouest des séries hétérogènes du Tertiaire et du Quaternaire. Les eaux karstiques peuvent alors connaître des destinations variées : circulations méridiennes le long des zones faillées, alimentation des alluvions quaternaires ou alimentation des passées conglomératiques oligocènes ?

### 2.2.4.2 Etude sur les impacts des travaux en déblai de l'A31 sur les débits de la Sansfond

En 1988, lors de la construction de l'autoroute de contournement de Dijon, la nappe de Dijon Sud a été mise à jour par des travaux de déblai effectués entre la source principale et Chevigny. Un certain nombre d'étude a été réalisé afin de définir les impacts de ces travaux sur le débit de la Sansfond (SRAE, 1989 ; Bouchet, 1989; Marguet, 1990).

Ils montrent un drainage de la nappe conséquent lors des travaux avec un débit dérivé vers la vallée de l'Ouche de l'ordre de 20 à 25 l/s (soit 20 à 25% du débit naturel de la Sansfond). Ce constat a entraîné la mise en place de confortement pour augmenter l'étanchéité des zones de déblai et un suivi a été organisé pour valider l'efficacité des confortements. Les documents consultés montrent un bon dimensionnement avec un retour à des débits "normaux" pour la Sansfond.

Le suivi piézométrique réalisé à cette occasion a permis de mettre en évidence que lors des périodes d'étiage, c'est la rivière qui alimente la nappe en aval de la zone de résurgence.

### 2.2.4.3 Etude de la contamination par les nitrates (CPFG, 1984)

Il s'agit d'une étude de synthèse sur les données de teneurs en nitrates récoltés sur les ouvrages AEP mais aussi sur six points de suivi supplémentaires : puits SICODI, puits de Saulon, puits de Chenôvre, source Sansfond, lac kir et un égout (pas de localisation).

Les analyses ont porté sur les différentes formes d'azote minéral mais aussi sur le rapport isotopique N15/N14.

L'étude a été complétée par des prélèvements étagés en pompage sur le forage de Longvic pour mettre en évidence une éventuelle stratification de la contamination, puis par une campagne de prélèvements simultanés de 126 mesures dans la zone non saturée.

Les principaux résultats utiles à notre étude, sont les suivants :

- ▶ Les zones de teneur inférieure à 50 mg/l sont situées soit sur les bordures Ouest de la nappe, soit au Nord du forage de Longvic.
- ▶ Dans le secteur au Nord du forage de Longvic, les stocks de nitrates dans la zone non saturée varient de 50 kg/ha à 800 kg/ha dans les 5 premiers mètres de sol. Plus au Sud, dans certains secteurs la situation est jugée préoccupante avec des stocks dépassant 2 tonnes par hectare soit dix fois l'apport annuel classique de fertilisant. Le stock moyen évalué entre le forage de Longvic et la source de la Sansfond est de l'ordre de 1,3 t/ha.
- ▶ On n'observe pas de stratification des teneurs en nitrate dans la zone saturée au niveau du forage de Longvic.

### 2.2.4.4 Etude sur la vulnérabilité de la nappe de Dijon Sud (CPFG, 1992)

À la demande du SMAESAD, CPFG a entrepris la mise en place d'un réseau de surveillance et d'alerte de la nappe de Dijon Sud. Six piézomètres de contrôles ont été placés entre 100 et 130 m en amont des captages AEP (estimation du temps de transfert de l'ordre de 15 jours).

Six traçages en vraie grandeur (longue durée) et cinq en moyenne grandeur (courte durée) ont été ensuite réalisés. Parallèlement, des traçages à impulsion unique ont été testés.

Sur la base ces résultats, le modèle hydro dispersif de 1989 a été calé. Les auteurs proposent ensuite cinq scénarios de pollution, exploités à l'aide du modèle calé.

### 2.2.4.5 Etude du champ captant des Gorgets (Amiot, 1999) :

Le champ captant des Gorgets est particulièrement intéressant pour l'étude de la nappe de Dijon Sud car il est situé près de la zone d'alimentation de la nappe par celle de l'Ouche. De plus, de nombreux forages sont implantés dans les calcaires jurassiques et apportent des informations sur les propriétés hydrodynamiques de cette formation.

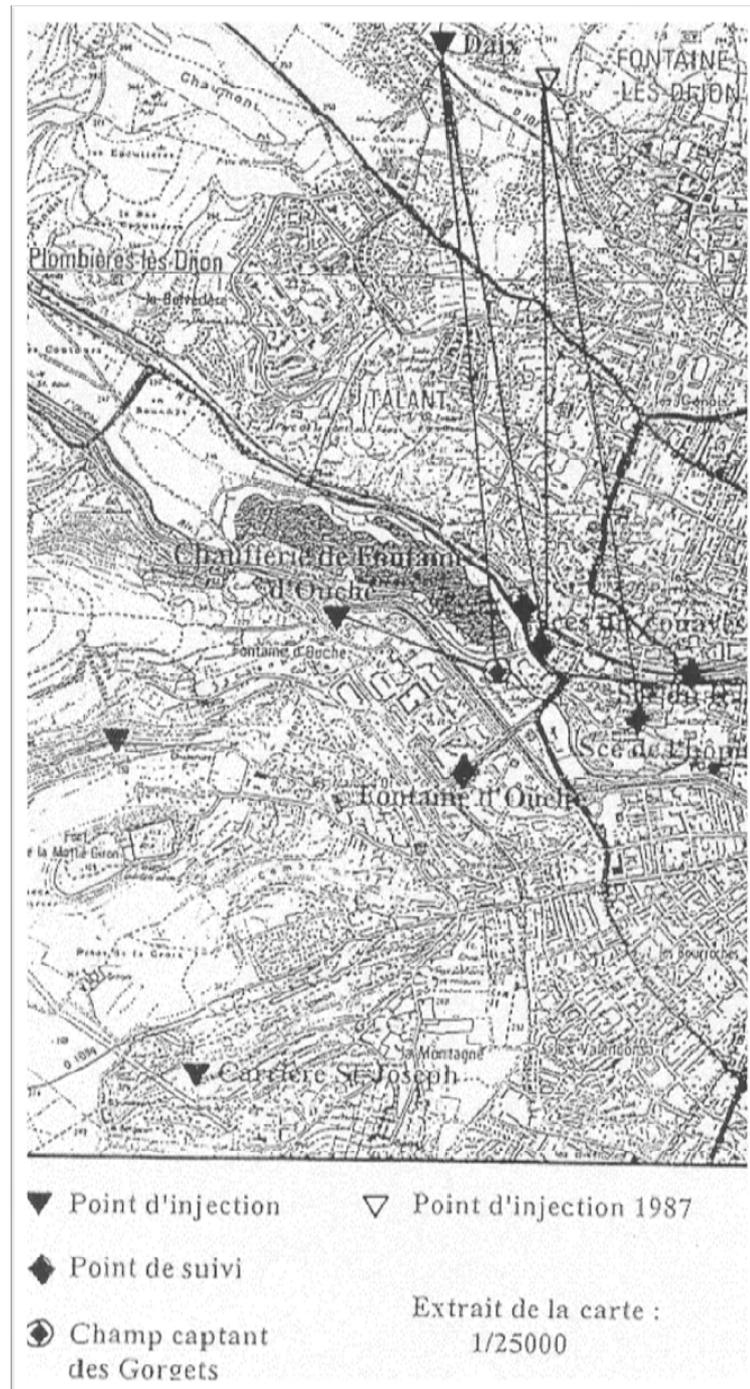
La situation hydrogéologique au droit du champ captant est décrite comme particulièrement complexe : présence de deux aquifères majeurs et nombreuses interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

On y trouve les informations suivantes :

- ▶ L'aquifère alluvial est constitué par des graviers ou des galets calcaires de taille variable, mais souvent de taille pluri centimétrique, liés par une matrice sableuse ou argilo-sableuses jaune. La proportion plus ou moins importante d'argiles conditionne évidemment la perméabilité locale.
- ▶ Le karst soutient le débit de l'Ouche entre Pont-de-Pany et Plombières-les-Dijon à hauteur de 2 m<sup>3</sup>/s.

- ▶ On aurait la majeure partie du temps une alimentation de la nappe par la rivière Ouche.
- ▶ Absence supposée d'échanges entre le lac Kir et les nappes, suite à l'envasement de la retenue.
- ▶ En amont de Dijon, le canal de Bourgogne est alimenté par des infiltrations en provenance de la nappe karstique. Au droit de champ captant, des puits proches du canal restent secs, ce qui témoignerait de l'absence de pertes dans la nappe alluviale.
- ▶ De nombreux traçages ont été réalisés dans ce secteur. Les vitesses de restitution dans le karst sont élevées : de 10 à 70 m/h. Notons que seuls deux expériences n'ont pas permis de constater une restitution des substances traçantes : injection de 5 kg de naphthionate dans la Combe St Joseph et injection de 5 kg d'éosine sur le versant rive droite de la combe à la Serpent. C'est un indice supplémentaire pour une communication masquée entre karst jurassique et aquifère de Dijon Sud (cf. figure ci-dessous).
- ▶ Au repos, la nappe oscille entre 235 et 238 m NGF. Les observations montrent que les niveaux piézométriques sont équivalents dans les calcaires et les alluvions. Les variations piézométriques sont caractéristiques de l'influence du karst.
- ▶ Les pompages d'essai ont permis d'estimer des transmissivités comprises entre  $10^{-3}$  et  $4 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s pour les forages implantés dans les alluvions, et entre 1 et  $3 \cdot 10^{-2}$  pour les forages implantés dans les calcaires.
- ▶ Les analyses d'eau sont similaires pour les eaux en provenance des alluvions que celles pour les eaux prélevées dans la nappe karstique. Les teneurs en nitrate sont toujours inférieures à la norme.

Figure 19 : Carte de synthèse des tracés réalisés dans le secteur du champ captant des Gorgets (d'après Amiot, 1999)



### 2.2.4.6 Aide à la décision pour les captages du syndicat Mixte du dijonnais (2003)

Cette note de synthèse présente les éléments suivants :

- ▶ Résumé de la synthèse ANTEA (2003).
- ▶ Synthèse des caractéristiques des ouvrages : camps captant de Chenôvre, Longvic et du SICODI.
- ▶ Proposition de scénarios de gestion.

On y trouve une estimation des pertes sur réseau :

- ▶ Commune de Chenôvre : rendement brut de 66%, sur une production globale de 1,7 Mm<sup>3</sup>; Soit un volume retourné à la nappe de l'ordre de 560 milliers de m<sup>3</sup>.
- ▶ Commune de Longvic : rendement brut de 83%, sur une production globale de 0,9 Mm<sup>3</sup>; Soit un volume retourné à la nappe de l'ordre de 150 milliers de m<sup>3</sup>.
- ▶ Réseau du SICODI : rendement brut de 64%, sur une production globale de 0,7 Mm<sup>3</sup>; Soit un volume retourné à la nappe de l'ordre de 250 milliers de m<sup>3</sup>.

Soit un volume de pertes sur les réseaux que l'on peut estimer être de l'ordre de 1 M m<sup>3</sup> par an.

Avec une surface urbanisée de l'ordre de 10 km<sup>2</sup> pour les aires concernées par ces trois réseaux, ces infiltrations correspondent à l'équivalent de 100 l infiltré par m<sup>2</sup>, soit l'équivalent d'une infiltration efficace de 100 mm par an.

## 2.2.5 Base de Données du Sous-Sol

Des recherches effectuées dans la Banque de Donnée du Sous-Sol éditée par le BRGM nous ont permis de recueillir certains renseignements sur l'hydrogéologie du secteur d'étude.

Ces recherches n'ont pas eu comme objectif de réaliser un doublon par rapport au travail de synthèse proposé par ANTEA (2003) que l'on peut juger relativement exhaustif (recensement systématique des forages profonds de plus de 20 mètres). Nous avons axé nos recherches sur les formations méritant quelques compléments d'informations :

- ▶ Formations oligocènes en écran entre les karst ordiers les séries graveleuses.
- ▶ Formations oligocènes formant la bordure Est des aquifères superficiels et profonds.

### 2.2.5.1 Oligocène en bordure Ouest

Il y a peu de forages profonds implantés dans l'Oligocène formant écran entre l'aquifère de Dijon Sud et le karst :

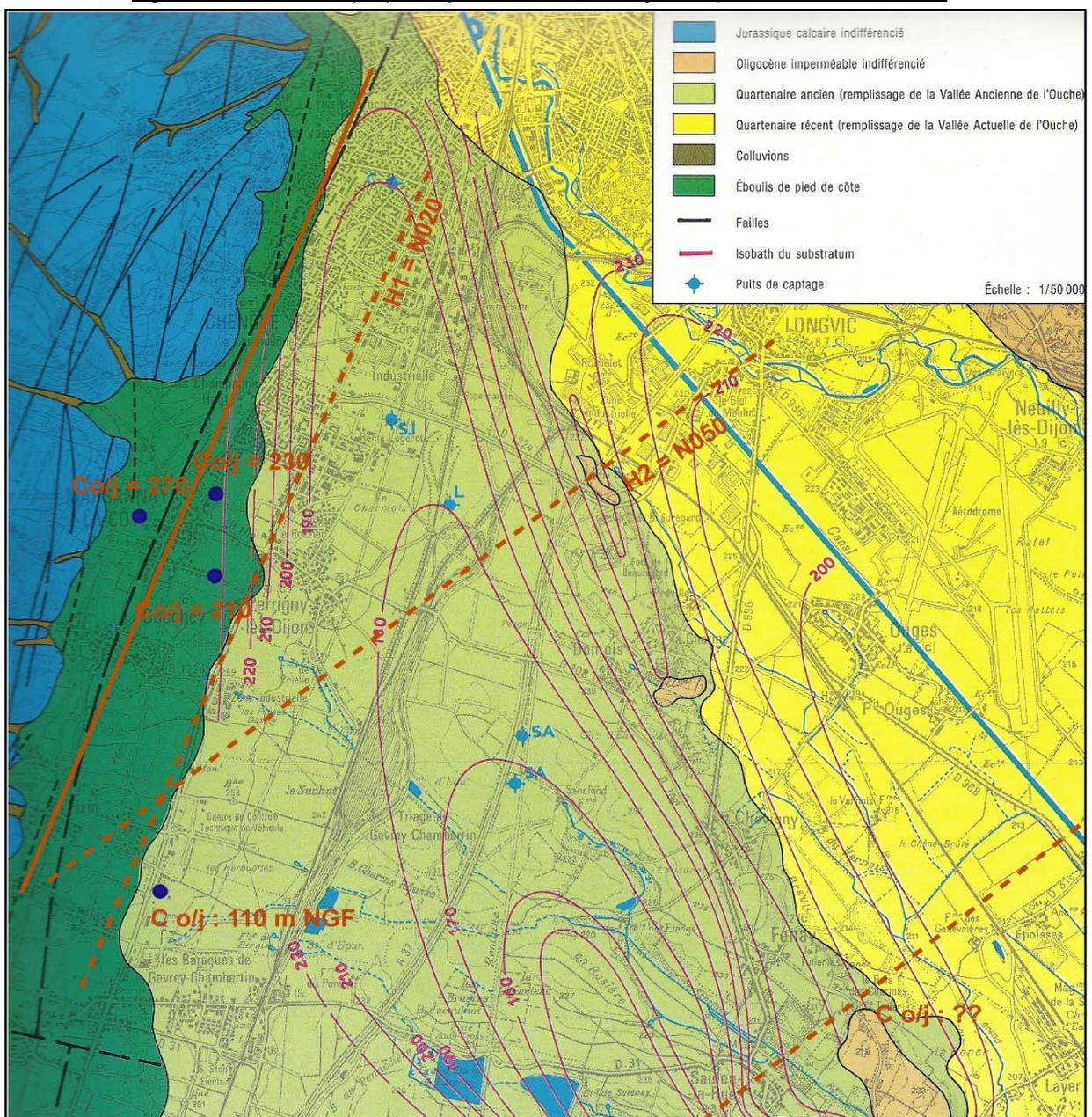
- ▶ Absence de données entre la zone des trois Gorgets et Marsannay.
- ▶ Les données sur les trois forages recensés par ANTEA (2003) sur la commune de Marsannay donnent quelques informations intéressantes :
  - En allant d'Ouest en Est, on observe un approfondissement du contact Oligocène-Jurassique : de 273 puis 230 et 210 m NGF (structure en gradin). Rappelons qu'à cette latitude, le mur du surcreusement plio-quadernaire se situe vers 190 m NGF. Ce qui implique un contact direct entre les séries plio-quadernaires et les calcaires jurassiques de la zone des trois Gorgets jusqu'à Couchey.
  - Les trois forages sont renseignés en terme de niveau statique : le niveau est compris entre 255 et 260 m NGF.

- Plus au Sud, les seules données intéressantes concernent un forage réalisé en 2002. Il est localisé en bordure de la RN74, au niveau de Fixin. Profond de 240 mètres, il recoupe les séries jurassiques vers 110 m NGF, ce qui laisse supposer la présence d'un nouveau gradin orienté N020 entre Couchey et Fixin. Le niveau statique, relatif au karst, est de 255 m NGF.

Ces données montrent des niveaux piézométriques de l'ordre de 260 m NGF dans les séries jurassiques en contact avec la nappe de Dijon Sud. Rappelons que les sources de débordement sont étagées plus au Sud autour de 240 m NGF et de 250 m NGF plus au Nord.

Les altitudes de contact Oligocène-Jurassique permettent de mieux contraindre la structure en gradins effondrés vers l'est des structures jurassiques. On observe un premier gradin autour de 270 m NGF. Puis, un second autour de 210 m NGF dont la limite orientale est incertaine (faille N020 ou faille N050 ?). Puis un troisième vers 110 m NGF dont on peut supposer que sa limite orientale correspond à la faille N050 bordière majeure observée dans le secteur de Beaune, et le prolongement devrait idéalement passer vers Saulon la Rue.

Figure 20 : Structure proposée pour les structures jurassiques sous recouvrement



Ce schéma montre que, du lac Kir jusqu'au Sud de Perrigny-les-Dijons, le surcreusement met en contact les séries Plio-quadernaires avec les séries Oligocènes.

### 2.2.5.2 Oligocène au Sud de Saulon la Rue

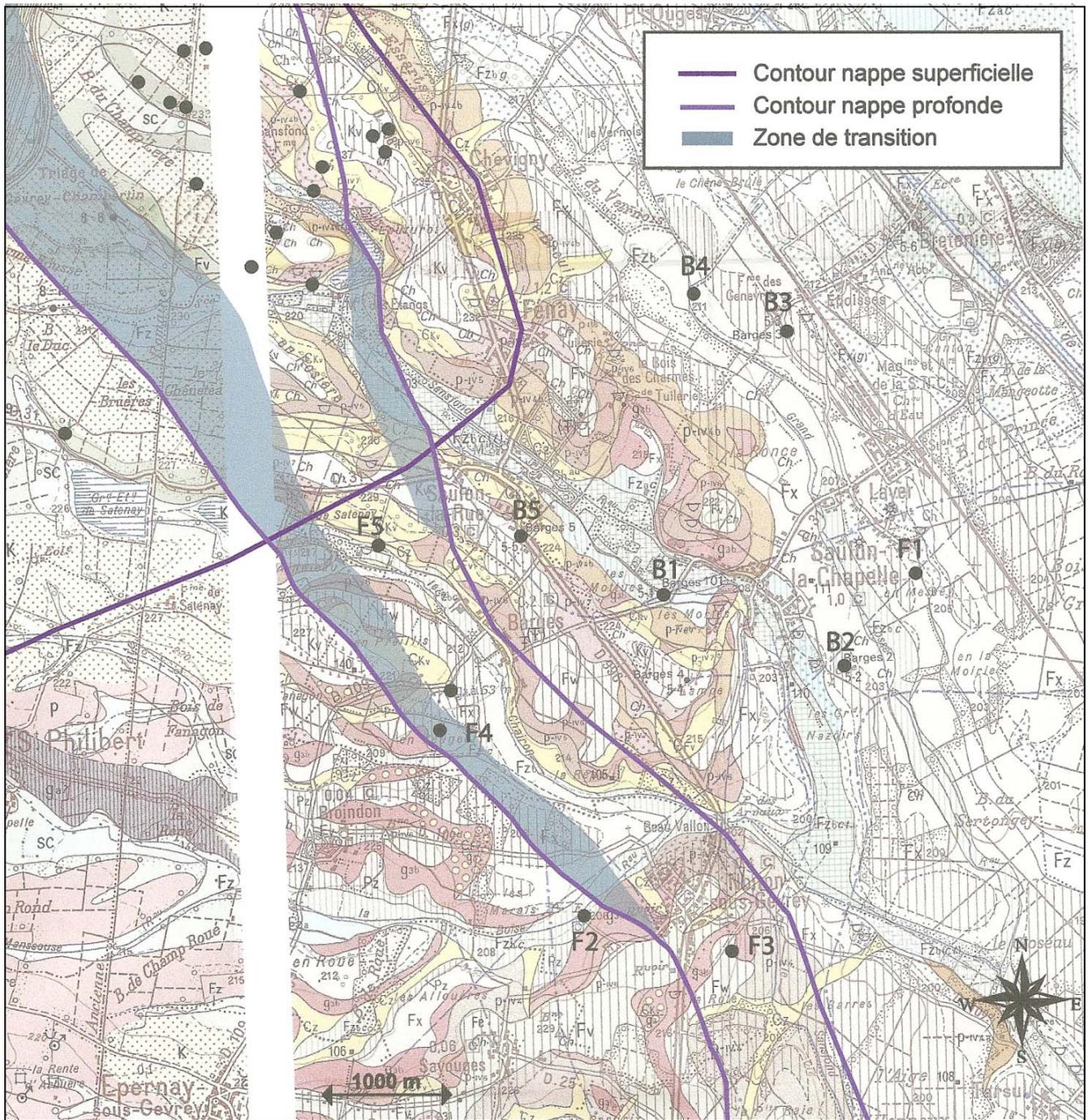
Les données de forage profond sur ce secteur sont limitées :

- ▶ Pour les forages proposés dans la synthèse ANTEA (2003), les coupes lithologiques associées montrent un substratum oligocène aux remplissages graveleux. Le contact entre ces séries s'étage entre 150 et 130 m NGF. Le substratum oligocène est systématiquement décrit comme composé de marnes et de passées calcaires. Pour le F2, un test de pompage a été réalisé ; un débit de production de 80 m<sup>3</sup>/h a été estimé par le foreur.
- ▶ Le secteur de Barges a fait l'objet d'une prospection pétrolière dans les années 1950. Cinq forages profonds ont été réalisés (B1 à B5, de 400 à 1 150 m de profondeur). Ils présentent tous la même séquence stratigraphique : sables et graviers du sol à 20/30 m de profondeur, puis Oligocène épais entre 200 et 300 m d'épaisseur avec des séries alternant marnes, marnes sableuses, calcaires marneux et calcaires crayeux (plus localement, présence de conglomérats). Ces séries sont donc recoupées entre 200 et -100 m NGF. Elles forment l'encaissant du surcreusement plio-quadernaire. Notons l'approfondissement progressif du contact Oligocène/substratum (Eocène ou Jurassique) de -10 m NGF à B1 à -100 m NGF à B2. Les forages pétroliers, forés en boue rotary, ne font l'objet d'aucune observation hydrogéologique.

Insistons sur l'absence de forages sur le secteur directement au Sud de l'aquifère superficiel (secteur allant de St Philibert à Broindon).

Notons la présence d'un autre forage pétrolier sur la commune d'Echenon en bord de Saône. Profond de plus de 1 000 m, il recoupe un Oligocène composé de marnes argileuses, de calcaires argileux et de calcaires lacustres entre 150 et -100 m NGF.

Figure 21 : Forages profonds recensés sur le secteur Sud



## 2.3 DONNEES DISPONIBLES

### 2.3.1 Climatologie

Les données de climatologie seront fournies par METEO FRANCE.

Il s'agit des données de pluviométrie et d'ETP, à un pas de temps mensuel, et sur l'ensemble du secteur d'étude (y compris les plateaux que forment à l'Ouest du secteur d'étude les karst bordiers), et ce de 1970 à 2010.

Il est prévu d'avoir les données des stations météorologiques suivantes :

- ▶ Les-Grèves.
- ▶ Barrage.
- ▶ Dom.-Epoisses.
- ▶ Le Bourg
- ▶ Port du Canal.
- ▶ Les Crais.
- ▶ La-Belle-Idée.
- ▶ Les Castors.
- ▶ Dijon-Longvic.
- ▶ Les Brules-Enita.
- ▶ Abbaye de Cîteaux.
- ▶ Route de Rouvres.
- ▶ Romanée St Vivant.

Ces données seront traitées selon une méthode de spatialisation, ce qui permettra d'obtenir une vision discrétisée des pluies mensuelles à l'échelle du secteur d'étude.

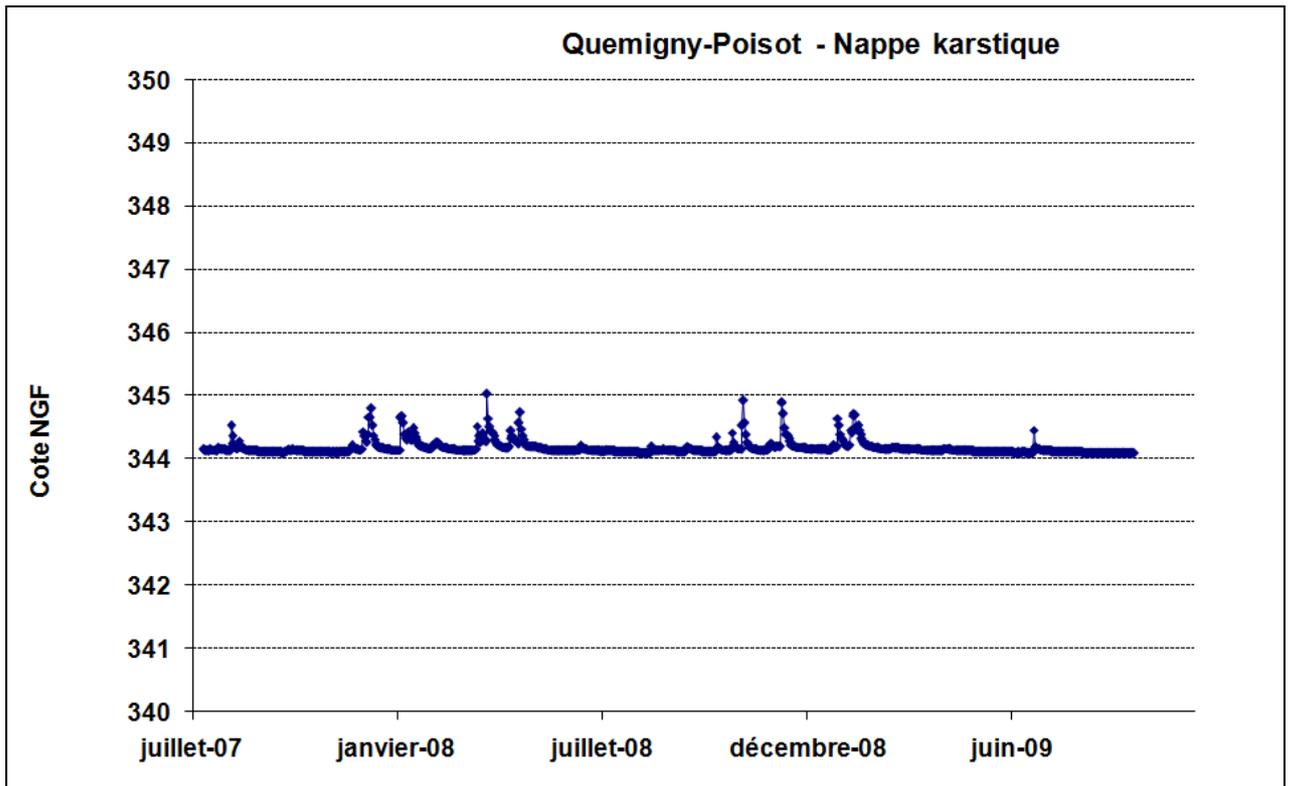
De plus, l'infiltration efficace sera fournie par l'application du modèle pluie-débit GR2M. En effet, ce modèle propose un calcul du débit de ruissellement en fonction de la pluie et de l'ETP. Ce calcul estime ainsi de façon indirecte une lame d'eau infiltrée vers les nappes ; cette estimation peut être jugée comme robuste car elle s'appuie sur des données d'entrée mesurées (P et ETP) et sur une phase de calage basée sur l'exploitation des données de ruissellement (Q rivières), mesurées en différents points du bassin versant.

### 2.3.2 Données piézométriques

#### 2.3.2.1 Karsts bordiers

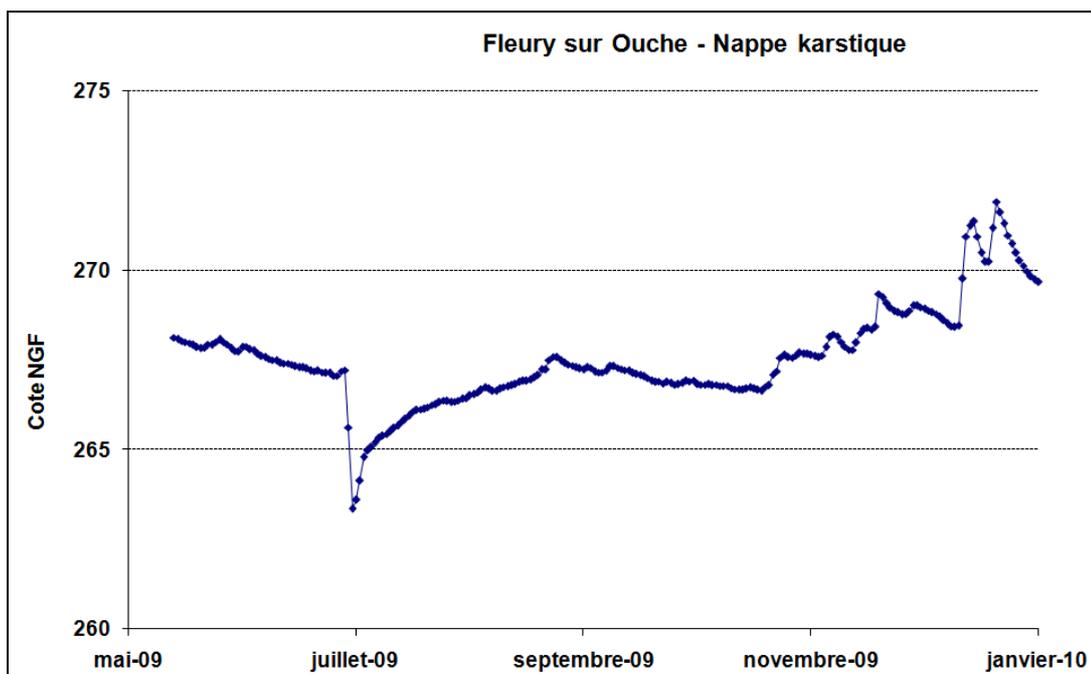
Les données de piézométrie enregistrées sur les karsts bordiers sont susceptibles de donner des informations utiles pour appréhender les échanges potentiels avec les formations de plaine.

Le piézomètre de Quemigny-Poisot, implanté dans les massifs qui bordent à l'Ouest la nappe de Dijon Sud, montre une piézométrie moyenne autour de 344 m NGF. Elle est remarquable de par son absence de variations saisonnières ; on observe remontées piézométriques de faible amplitude et de faible durée, qui pourraient être causés par des événements pluvieux significatifs.



Le piézomètre de Fleury sur Ouche, implanté à proximité du cours d'eau, présente une piézométrie caractéristique d'une nappe en relation avec un cours d'eau (altitude du cours vers entre 265 et 270 m NGF dans le secteur).

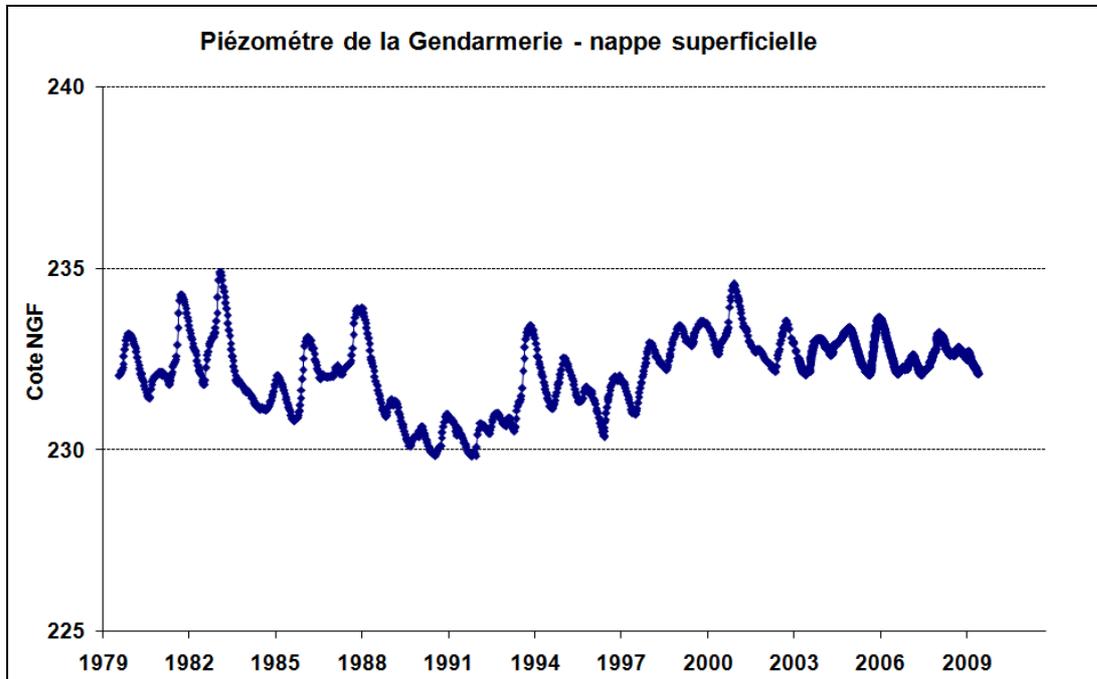
En 2009, la piézométrie est caractéristique d'une période de basses eaux ; on observe une remontée significative de la piézométrie en 2010 qui pourrait indiquer une mise en charge du karst.



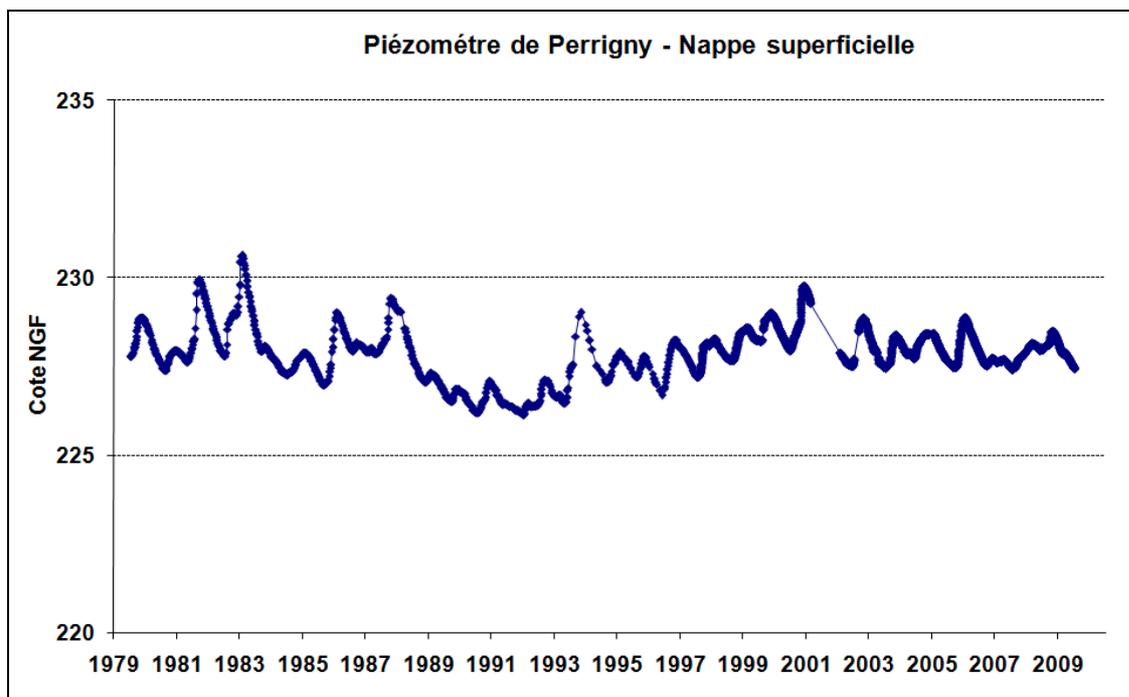
### 2.3.2.2 Nappe superficielle

La piézométrie de la nappe superficielle est enregistrée depuis 1979 sur 3 piézomètres.

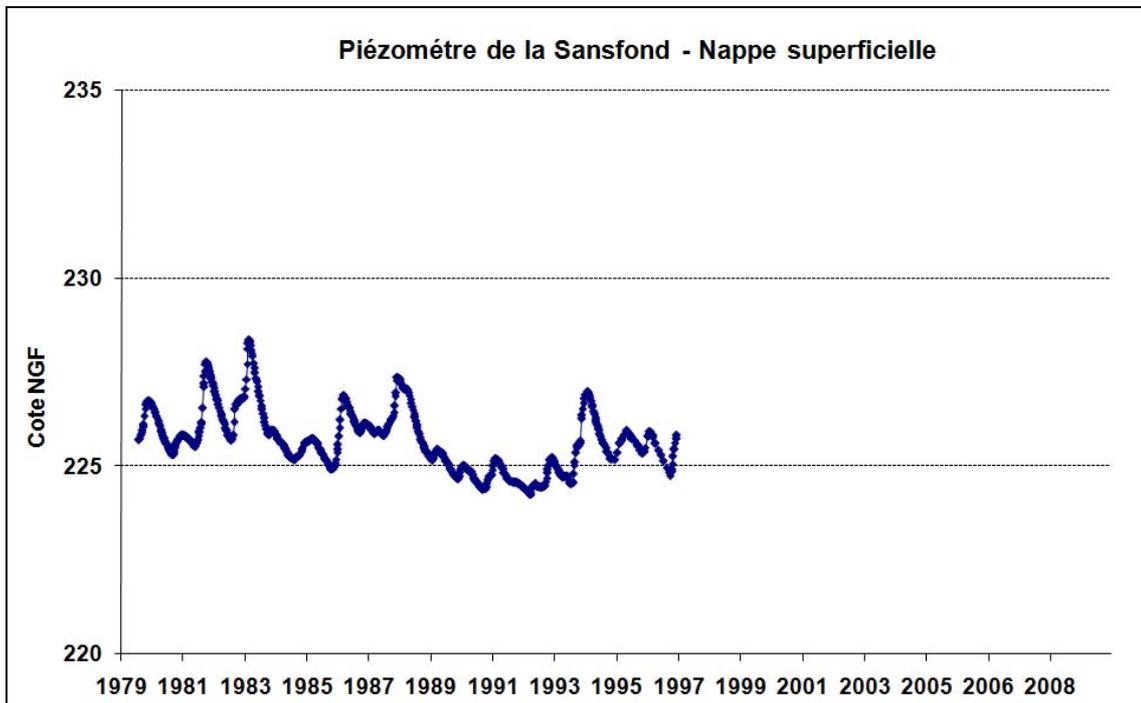
le piézomètre de la Gendarmerie montre des variations comprises entre 230 et 235 m NGF, avec des minima enregistrés entre 1990 et 1995.



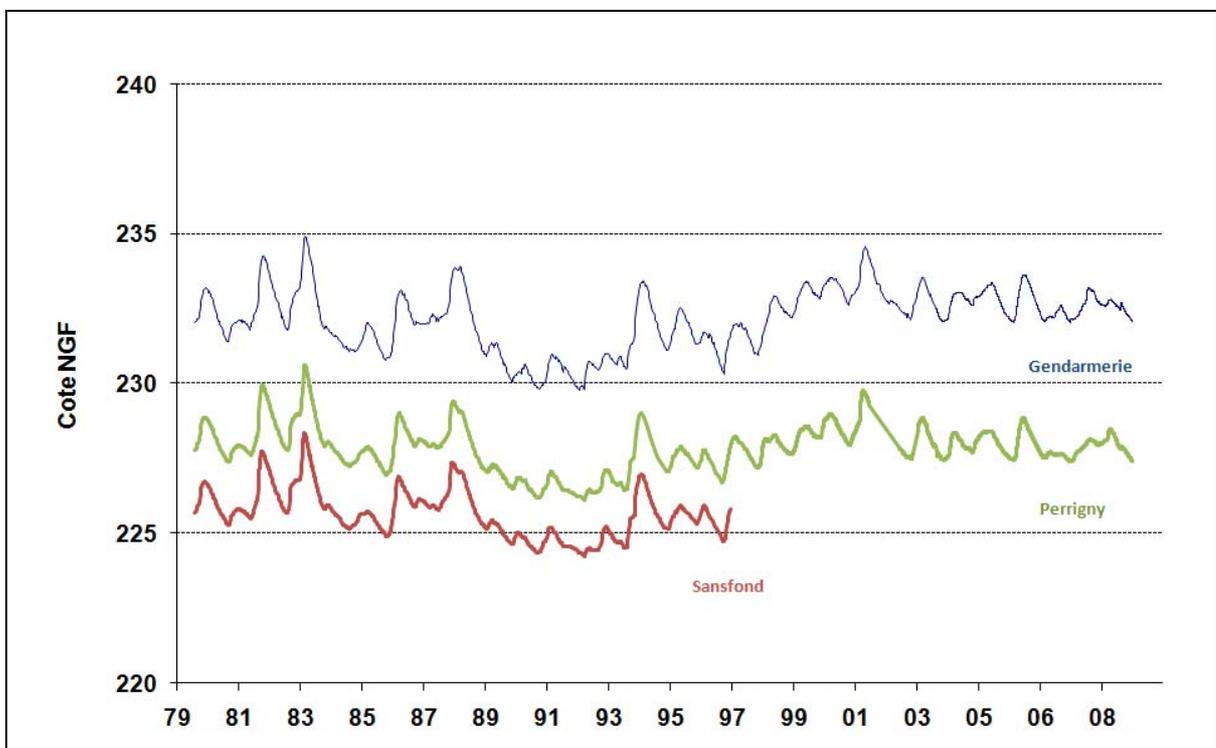
Le piézomètre de Perrigny présente les mêmes tendances :



Le suivi du piézomètre de la Sansfond a été interrompu en 1997 :



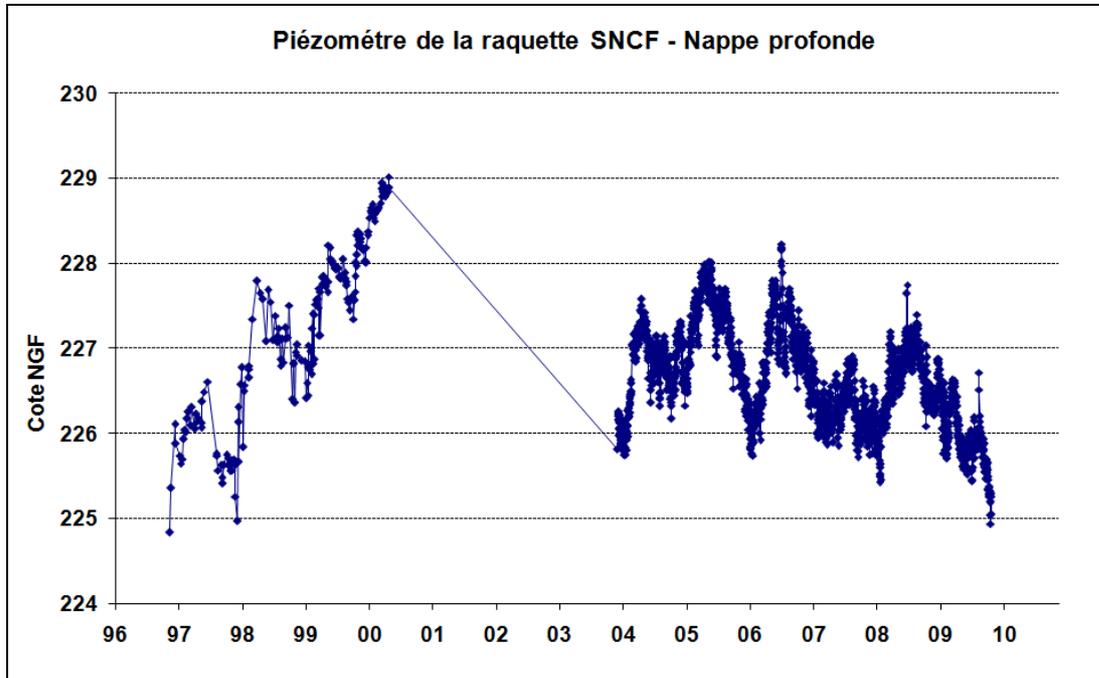
On insistera sur l'excellente corrélation des données enregistrées. Les variations enregistrées en un point de la nappe sont généralement observées sur l'ensemble des piézomètres. Ce qui montre bien le caractère global des variations enregistrées.



### 2.3.2.3 Nappe profonde

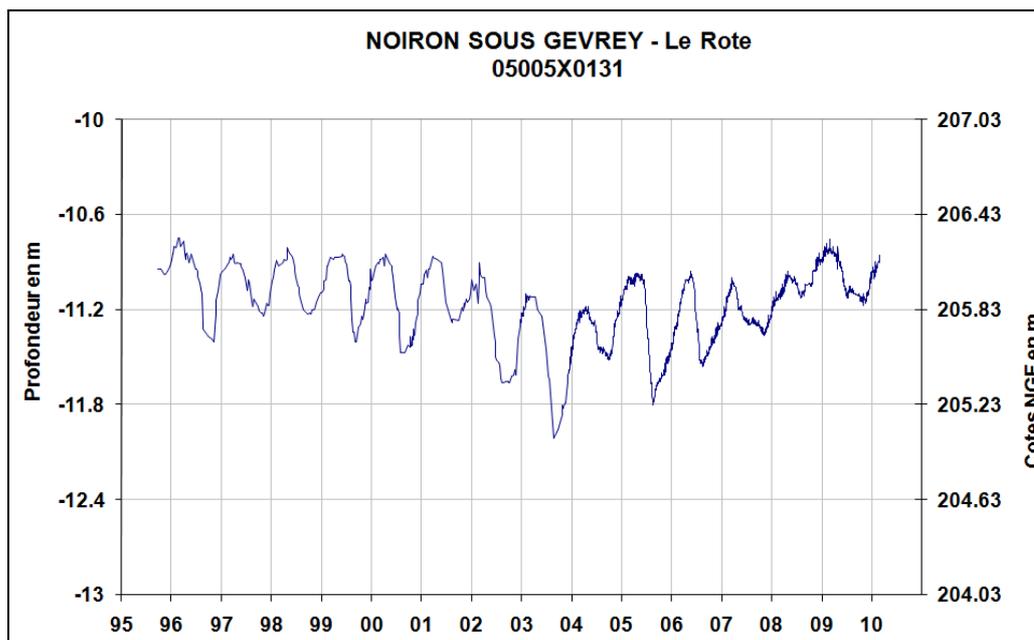
Le piézomètre dit de la raquette SNCF montre des variations significatives du niveau piézométrique :

- ▶ Variations intra-annuelles d'une amplitude variant de 100 à 200 cm.
- ▶ variations inter-annuelles très marquées : de 226 à 229 m NGF de 1996 à 2000, absence de données de 2000 à fin 2003, puis tendance faible mais régulière à la baisse.



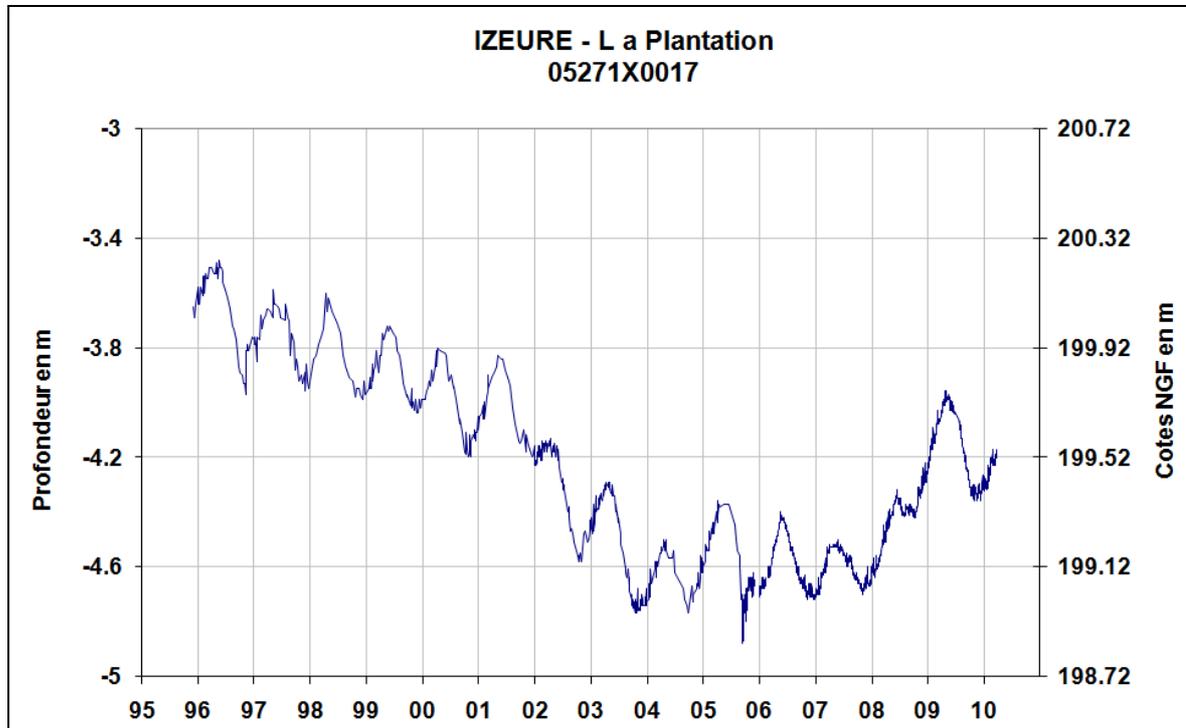
Le piézomètre de Noiron-sous-Gevrey montre de faibles variations du niveau piézométrique :

- ▶ Variations interannuelles de l'amplitude de l'ordre de 50 cm.
- ▶ Baisse continue mais faible (environ 60 cm) du niveau piézométrique de 1995 à 2003 puis remontée faible et continue de 2003 à 2010.



On observe les mêmes tendances sur le piézomètre d'Izeure :

- ▶ Variations interannuelles de l'amplitude de l'ordre de 40 cm.
- ▶ Baisse continue mais faible (environ 100 cm) du niveau piézométrique de 1995 à 2003 puis remontée faible et continue de 2003 à 2010.



### 2.3.3 Données de débit

Nous disposons pour cette étude des données mensuelles de débit mesurées sur la zone de résurgence de la Sansfond depuis 1982.

### 2.3.4 Données de prélèvements par pompage

Ces données font l'objet d'un rapport spécifique (rapport commun avec l'étude des Volumes prélevables de du bassin de la Vouge).

### 3. ELEMENTS D'ORIENTATION

#### 3.1 AVIS SOMMAIRE SUR L'ETENDUE DES CONNAISSANCES

Sans revenir sur le détail des connaissances acquises sur l'aquifère de Dijon Sud, les points suivants méritent d'être soulignés :

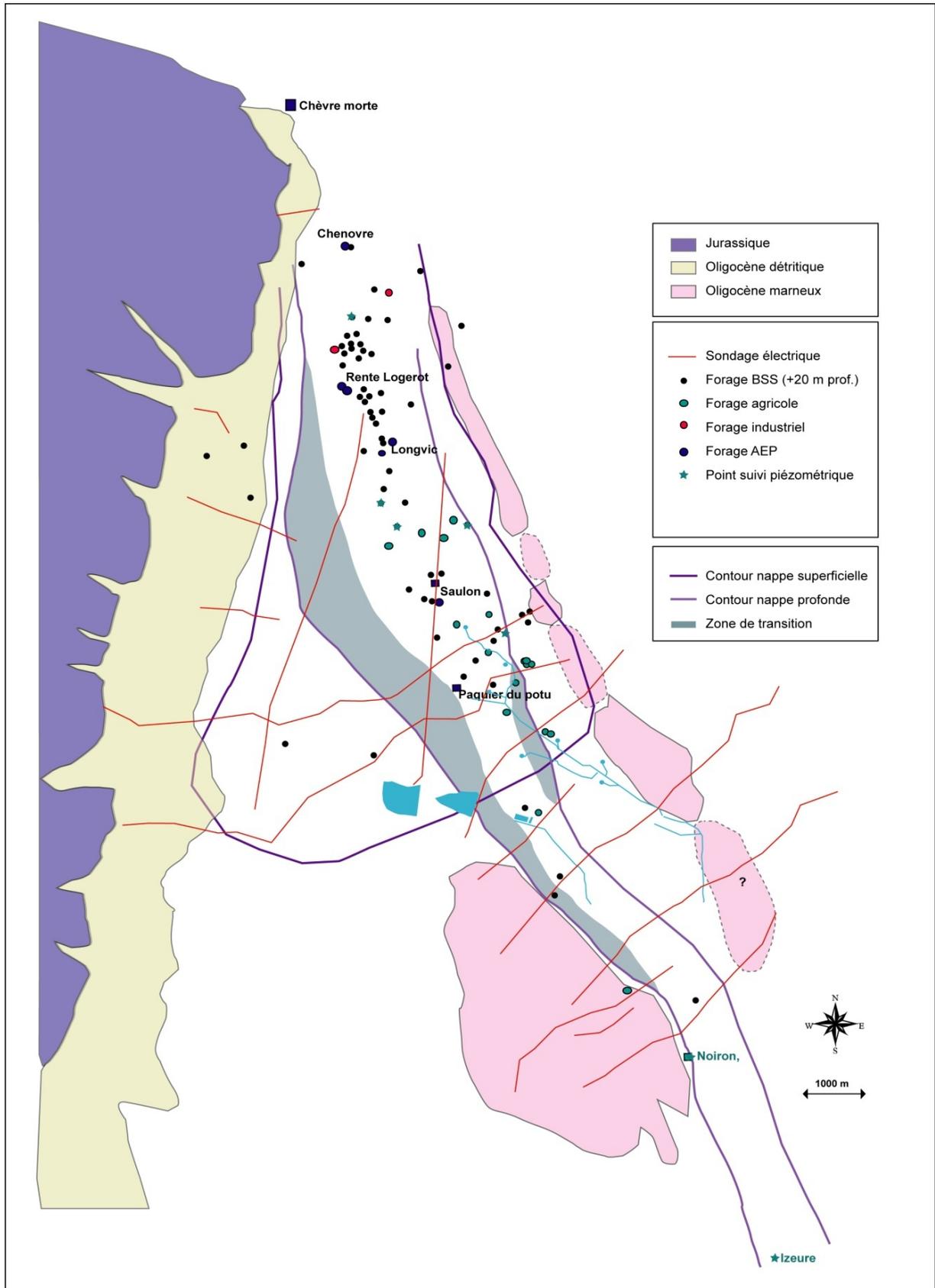
(1) Cet aquifère a fait l'objet d'études répétées et complémentaires tant sur sa structure que sur son comportement hydrogéologique. On dispose ainsi de nombreuses données de qualité :

- ▶ Forages renseignés en grande densité sur certains secteurs.
- ▶ Prospections géophysiques bien réparties sur l'aquifère.
- ▶ Suivis piézométriques pluri-annuels sur plusieurs points, tant sur la nappe superficielle que sur la nappe profonde.
- ▶ Suivi des débits dans la zone de résurgence de la Sansfond.
- ▶ Données météorologiques sur de nombreuses stations.

(2) Cet aquifère a déjà fait l'objet d'une première démarche de modélisation. Cela permet d'avoir une première estimation du bilan en grande masse.

(3) Cet aquifère a fait l'objet de nombreuses synthèses, depuis la première produite par le BRGM en 1975 jusqu'à celle proposée par ANTEA en 2002. A ce sujet, on peut considérer cette dernière synthèse comme exhaustive et de qualité. Nous proposons donc de nous appuyer sur cette synthèse pour la construction du modèle numérique : limites de l'aquifère, coupes structurales, nature des encaissements,....

Figure 22 : Synthèse des informations disponibles sur la nappe de Dijon Sud



Les principaux point méritant une discussion sont les suivants :

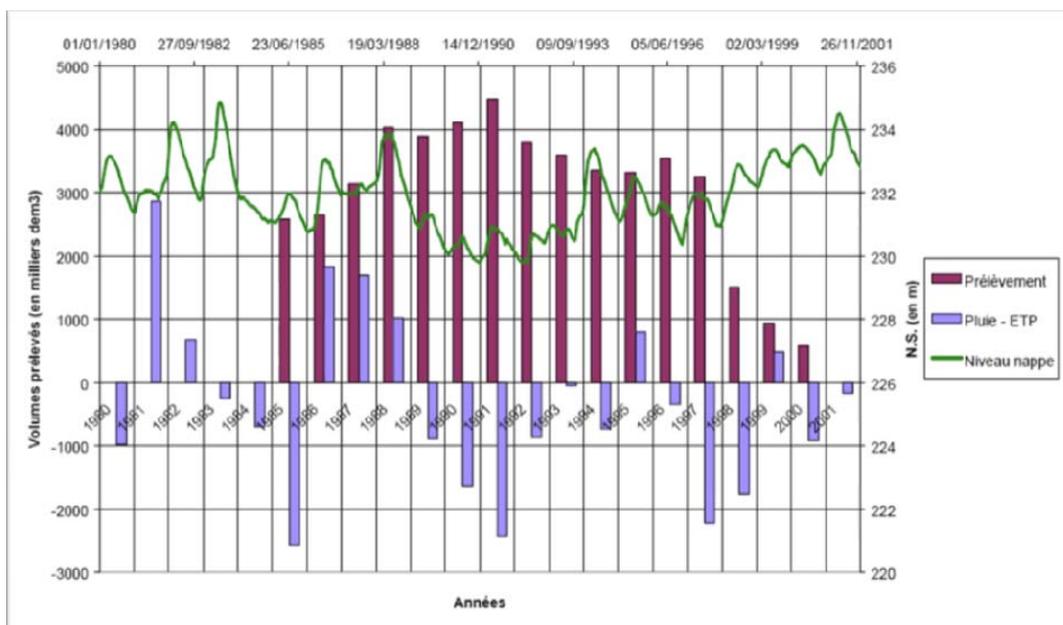
(a) Estimation de la pluie efficace (lame d'eau s'infiltrant dans la zone non saturée qui participera in fine à la recharge de la nappe). C'est une donnée essentielle pour la compréhension des phénomènes mais, malheureusement, son estimation nécessite l'emploi de méthodes approximatives. On observe ainsi des estimations sensiblement variables d'une étude à l'autre en fonction des méthodes de calcul utilisées. À ce sujet, précisons que toutes les études consultées se basent sur l'exploitation des données météorologiques récoltées sur la seule station de Dijon-Longvic.

(c) Degré d'idéalisation de l'aquifère. Les données de forage permettent d'estimer le fort degré d'idéalisation des séries aquifères. Dans le détail, les séries recoupées se composent toujours d'une alternance d'horizons plurimétriques graveleux, de sables argileux et de niveaux franchement argileux. C'est leur proportion qui est variable et qui détermine leur idéalisation.

(b) Rôle des karsts bordiers. A notre sens, leur contribution a été sous-estimée, voire négligée, dans certaines approches antérieures. Il existe pourtant de nombreuses évidences qui tendent à montrer que les alimentations cachées de la nappe par les karts de bordure seraient essentielles dans la compréhension des phénomènes hydrogéologiques à l'échelle de l'aquifère :

- ▶ Argument hydrologique : entre la source de la Vouge et celle de Fontaine d'Ouche, on remarque l'absence d'émergences karstiques significatives.
- ▶ Argument structural : il est prouvé que les calcaires jurassiques probablement karstifiés sont en contact direct ou indirect avec les séries graveleuses de l'aquifère de Dijon sud.
- ▶ Argument hydrogéologique : P. Corbier (1999) a mis en évidence un déficit d'écoulement fictif de l'ordre de  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  dans le bilan des karsts de bordure. Notons de plus, qu'il est difficile d'expliquer les variations piézométriques observées sans une alimentation cachée. En effet, on note des augmentations de niveau piézométrique certaines années caractérisées par une augmentation de prélèvements et par une absence de pluie efficace (cf. figure ci-dessous). A ce sujet, rappelons que la majorité des études ou synthèses se base uniquement sur les données météorologiques de Dijon-Longvic, qui ne sont en rien représentatives des conditions climatiques observées sur les plateaux karstiques d'une altitude comprise entre 300 et 600 m NGF.

Figure 23 : Evolution des prélèvements, de la piézométrie et de la pluie efficace de 1980 à 2000 (d'après rapport ANTEA 2002)



## 3.2 ELEMENTS CERTAINS

La plupart des limites de l'aquifère sont bien définies. Nous reprendrons donc les limites proposées dans le rapport de synthèse d'ANTEA (2002) :

- ▶ Limite Nord de l'aquifère se fait par le contact avec la nappe alluviale de l'Ouche.
- ▶ Limite Ouest correspond au contact direct ou indirect avec les karsts bordiers.
- ▶ Limite Est jusqu'à Barges : contact avec les séries globalement imperméables de l'Oligocène.
- ▶ Limite Sud-Ouest (St Philibert à Broindon) qui correspond à un contact avec les séries globalement imperméables de l'Oligocène.

Reste une incertitude forte sur la géométrie de la nappe profonde en aval de Barges. Ce point est discuté ci-dessous.

Les éléments suivants paraissent aussi suffisamment documentés pour être considérés comme des éléments certains dans la démarche de modélisation :

- ▶ Modalités d'infiltration des eaux météoriques qui seront définies implicitement par le modèle pluie-débit. C'est un point important : la réalisation préalable d'un modèle maillé de type pluie-débit sur l'impluvium de l'aquifère devrait permettre de réduire de façon significative les incertitudes sur ce paramètre clé pour le comportement hydrogéologique de l'aquifère.
- ▶ Chroniques des prélèvements et de débit à l'exutoire de l'aquifère superficiel.
- ▶ Paramètres hydrodynamiques de l'aquifère superficiel. Les données sont nombreuses et elles montrent une bonne homogénéité, qui semble suffisante à l'échelle de la problématique posée.

## 3.3 ELEMENTS INCERTAINS

Cette première partie de l'étude a permis de mettre en évidence les éléments incertains suivants :

- ▶ Géométrie du surcreusement profond au-delà de Barges. Les données géophysiques sont alors plus "ambigües" et il nous semble plus délicat de proposer une géométrie et donc un exutoire pour la nappe profonde.
- ▶ Paramètres hydrodynamiques de la couche moutarde. Nous n'avons pas trouvé de valeurs à rattacher à ces séries. La question de leur degré d'imperméabilité doit donc être posée.
- ▶ Paramètres hydrodynamiques des séries détritiques de l'Oligocène. Il existe quelques essais d'eau mais ces séries sont par nature trop hétérogènes pour que la représentativité de ces essais soit forte. Il nous faut donc considérer ces paramètres comme inconnus.
- ▶ Paramètres hydrodynamiques de l'aquifère profond. Les mesures sont plus rares que pour l'aquifère superficiel ; elles sont de plus concentrées dans l'axe du surcreusement. Nous ne disposons pas d'assez de données pour proposer une distribution de perméabilités à l'échelle de la nappe profonde.
- ▶ Piézométrie et paramètres hydrodynamiques des karsts bordiers : les données disponibles sont trop rares et trop réduites temporellement pour permettre de proposer un modèle conceptuel sur les variations piézométriques dans ces aquifères (moyenne, tendance sur le long terme, saisonnalité, existence de phénomènes de crues souterraines,...). De plus, ce type d'aquifère se caractérise par une très forte hétérogénéité des écoulements ; il est délicat de déterminer des paramètres hydrodynamiques pour un volume rocheux équivalent. Les quelques données disponibles sur les valeurs de perméabilité (champ captant des Gorgets) sont insuffisantes pour proposer une distribution des paramètres à l'échelle de cet aquifère.

## 3.4 STRATEGIE DE MODELISATION

Au vu des éléments certains et incertains caractérisant la nappe de Dijon Sud, nous proposons une stratégie de modélisation basée sur quatre phases.

### 3.4.1 Construction du modèle

Au vu des incertitudes sur la structure et l'extension de la nappe profonde au Sud de Noiron, nous proposons de modéliser le système hydrogéologique sur un domaine de 7 km de large sur 12 km de long (soit 84 km<sup>2</sup>). Le coin Nord-Ouest correspondra à la limite entre la nappe de la Vouge et celle de l'Ouche, au Sud du champ captant des Gorgets et le coin Sud-Est à la commune de Barges. La géométrie de l'aquifère plus au Sud est trop incertaine pour pouvoir être modélisée.

En vertical, le modèle devra représenter une tranche de terrain allant de 240 m NGF (toit de l'aquifère superficiel dans le secteur au Sud des Gorgets) à 140 m NGF (mur de l'aquifère profond à Barges).

Nous proposons un maillage fin du modèle contraint par la règle de proportionnalité suivante :  $\Delta X = 10 \times \Delta Z$ . Ce pourrait être un maillage du type :

- ▶  $\Delta Z = 20$  m.
- ▶  $\Delta X = 200$  m.
- ▶  $\Delta Y = 200$  m.

Sous réserve d'une conclusion positive aux premiers tests de stabilité numérique, qui seront réalisés pour tester la faisabilité d'un tel maillage.

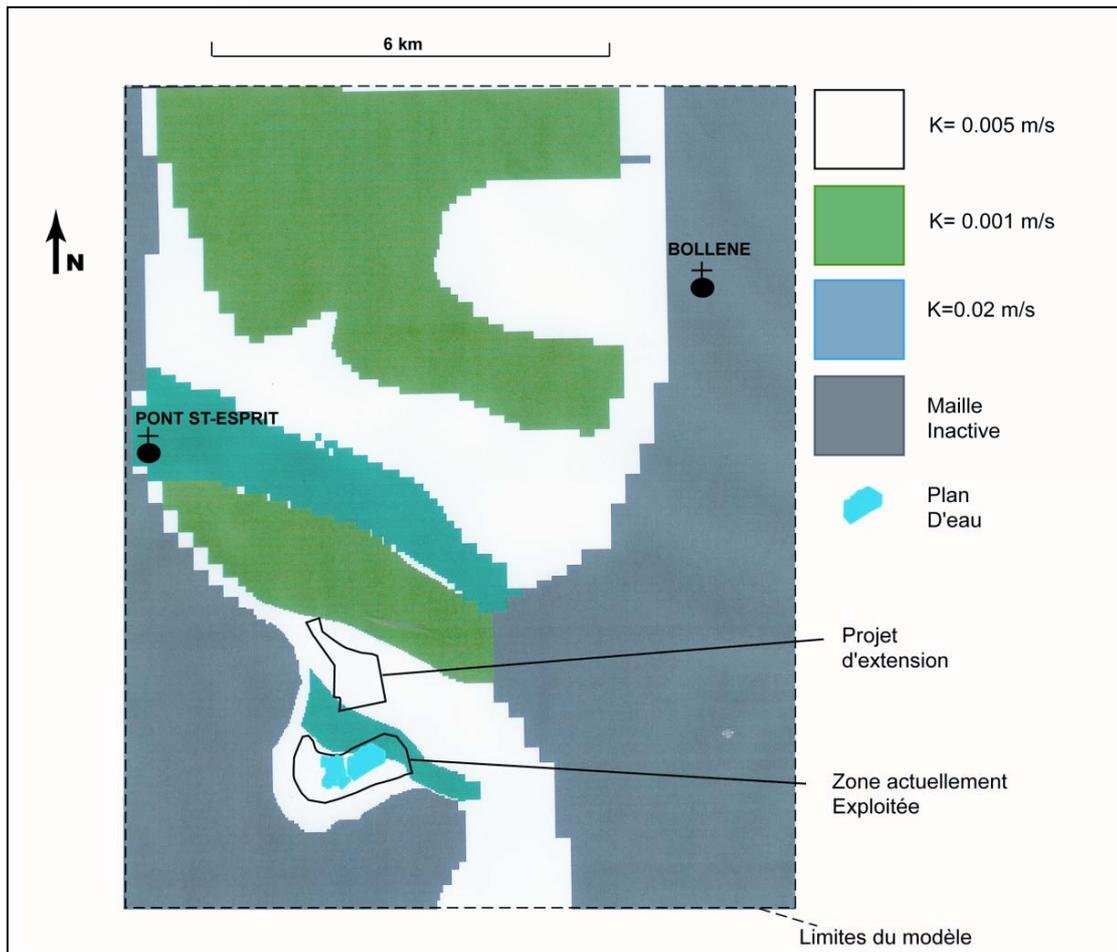
Au vu des échelles caractéristiques de la problématique posée (échelle spatiale de l'ordre de l'aquifère, comportement moyen à l'échelle mensuelle), il paraît acceptable de reproduire le degré d'idéalisation généralement proposé pour l'aquifère de Dijon Sud : nappe superficielle séparée d'une nappe plus profonde par une couche peu perméable (couche moutarde).

Ainsi, le domaine sera divisé/simplifié en plusieurs catégories de potentiel aquifère :

- ▶ Aquifère superficiel.
- ▶ Couche moutarde.
- ▶ Aquifère profond.
- ▶ Oligocène marneux.
- ▶ Oligocène détritique.
- ▶ Formations carbonatés du Jurassique.

Précisons que cette démarche, basée sur un découpage de l'aquifère en unité élémentaire de 200x200x20 m, et sur l'attribution à ces volumes de paramètres hydrodynamiques moyens, est une démarche forcément simplificatrice. Elle permettra de reproduire ou d'explorer des comportements hydrogéologiques relevant d'une certaine échelle. Tous les phénomènes significatifs d'une échelle plus fine ne pourront pas être représentés dans leur détail et leur complexité, en particulier la forme du cône de rabattement induit par un champ captant. Il en est de même pour la représentation de l'exutoire de la nappe superficielle (zone complexe de résurgences de la Sansfond), dont le comportement et le débit seront réduits à une seule maille de manière arbitraire.

Figure 24 : Exemple de distribution spatiale des perméabilités



Enfin, les conditions aux limites certaines seront introduites :

- ▶ Conditions à charge constante sur le contact Ouche/Vouge (arbitrage à valider avec le BE en charge de l'étude sur l'Ouche).
- ▶ Conditions à charge variable sur la limite sud de la nappe profonde (données piézométrie de Noiron).
- ▶ Absence d'écoulement au contact avec les formations marneuses de l'Oligocène.
- ▶ Modalités d'infiltration des eaux météoriques définies implicitement par le modèle pluie-débit.
- ▶ Distribution des points de prélèvements (avec un débit moyen annuel estimé à partir des chroniques disponibles).
- ▶ Paramètres hydrodynamiques de l'aquifère superficiel.
- ▶ Paramètres hydrodynamiques de l'Oligocène marneux que l'on supposera imperméable en grand.

### 3.4.2 Analyses de sensibilité : notion de plan d'expérience

Une fois le modèle construit, nous réaliserons une série de tests paramétriques pour appréhender la sensibilité du modèle aux principales inconnues identifiées :

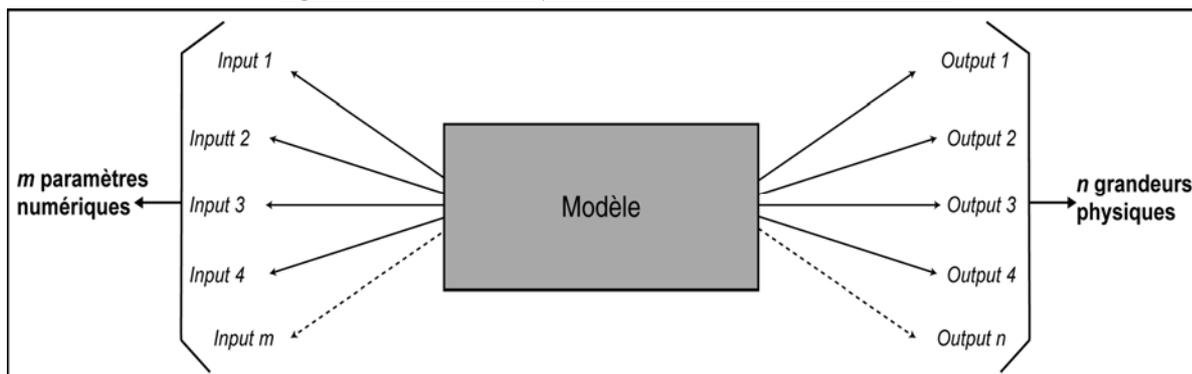
- ▶ Paramètres hydrodynamiques de la couche moutarde.
- ▶ Paramètres hydrodynamiques des séries détritiques de l'Oligocène.
- ▶ Paramètres hydrodynamiques de l'aquifère profond.
- ▶ Paramètres hydrodynamiques des karsts bordiers.
- ▶ Charge dans les karsts bordiers : condition à charge variable ou constante ?

Chaque inconnue sera étudiée en prenant deux ou trois valeurs hypothèses dans la limite des valeurs probables.

Les analyses de sensibilité utilisent un formalisme classique typique des plans d'expériences. D'une manière schématique, un modèle peut être décrit comme une boîte noire qui va produire un nombre  $n$  de paramètres de sortie (output) en fonction des  $m$  paramètres d'entrée (input) qui lui seront soumis.

Dans cette étude, les input et les output seront respectivement désignés comme paramètres numériques et grandeurs physiques.

Figure 25 : Schéma simplifié du fonctionnement d'un modèle



La démarche d'analyse de la sensibilité grandeurs physiques simulées par les modèles aux paramètres numériques peut être décomposée en quatre étapes :

- ▶ *Définition des ordres de grandeur des paramètres numériques.* Le modèle analysé est un modèle déterministe. Les paramètres numériques sur lequel il est basé ont donc une signification physique, ce qui autorise une détermination a priori des valeurs minimales et maximales qu'ils sont susceptibles de prendre.
- ▶ *La définition de niveaux d'intensité.* La comparaison des effets des différents paramètres numériques sur les grandeurs physiques simulées, nécessite le recours à une notation basée sur la notion d'intensité de paramètre. Cette dernière repose arbitrairement sur les conventions suivantes : un paramètre présente une intensité de 1 lorsqu'il est égal à sa valeur minimale potentielle, une intensité de 2 lorsqu'il est égal à une valeur intermédiaire de l'intervalle, une intensité de 3 lorsqu'il est égal à sa valeur potentielle maximale.
- ▶ *Les simulations proprement dites.* Les simulations sont réalisées pour chacune des combinaisons possibles des intensités de paramètres. Par exemple, l'analyse de sensibilité d'un modèle utilisant 5 paramètres numériques définis par 2 niveaux d'intensité, nécessitera la réalisation d'un nombre de simulation de  $2^5 = 32$  simulations.
- ▶ *La détermination des effets.* Afin d'analyser quantitativement le degré d'influence de chacun des paramètres numériques, une analyse globale de la variance doit être réalisée. Il s'agira alors de définir les out-puts significatifs et d'étudier leur sensibilité aux combinaisons testées.

Ce type d'approche permet de statuer sur la sensibilité du modèle aux paramètres inconnus et sur leurs éventuelles interactions. C'est une phase indispensable pour contraindre la phase de calage de façon rationnelle.

### 3.4.3 Phase de calage

Nous réaliserons alors un premier calage en régime permanent sur une situation moyenne de la nappe (année de référence à déterminer).

Puis, un calage en régime transitoire sera proposé sur les séries mesurées mensuelles de 2003 à 2009.

### 3.4.4 Phase de validation

Une phase de validation sera alors mise en œuvre pour tester la robustesse du modèle. Cette validation du modèle se fera sur les séries mensuelles disponibles dans les années 1990/2000. Lorsque les données mensuelles ne seront pas disponibles, nous proposerons un schéma d'extrapolation basée sur les observations mensuelles disponibles de 2003 à 2009.

## 4. REFERENCES DOCUMENTAIRES

**Agence de l'Eau, Rhône Méditerranée Corse, 1999** – Connaissance et gestion des ressources en eaux souterraines dans les régions karstiques. Guide technique n°3, 42 p.

**Agence de l'Eau, Rhône Méditerranée Corse, 1999** – Etude diagnostic des rivières et nappes atteintes par la pollution toxique dans le bassin RMC. La nappe alluviale de Dijon. Rapport BURGEAP/BRLi. 18 p. +annexes.

**Amiot M., 1999** - Détermination des périmètres de protection du champ captant des Gorgets (Dijon). Avis de l'hydrogéologue agréé. Rapport 26 p. + annexes.

**Bouchet C., 1989** - Avis sur la baisse des débits de la rivière Sansfond observée entre janvier et mars 1989. Rapport BRGM 8 p.

**Brière G., 1982** – Introduction à l'analyse géostatistique sur les clichés aériens de la fracturation des magasins aquifères en roches fissurées. Thèse, Université Montpellier II.

**Chambre d'agriculture de Bourgogne, 1994** - Bassin de la Vouge, Côte d'Or. L'eau et ses usages. Synthèse des connaissances et propositions d'actions.69 p.

**Chambre d'agriculture de Bourgogne, 1994** - Bassin de la Vouge, Côte d'Or. Cartes. Synthèse des connaissances et propositions d'actions.69 p.

**Combes P., 1985** - Etude quantitative sur modèle mathématique de la nappe de Dijon Sud. Situation au 20.04.85. Rapport ENSMP et CPGF. 20 p.

**Combes P., 1985** - Etude quantitative sur modèle mathématique de la nappe de Dijon Sud. Rapport ENSMP. 18 p. + annexes.

**Corbier Pauline, 2000** - Mise en évidence d'une alimentation des aquifères poreux plio-quaternaires par les massifs karstiques de bordure, Etude des relations entre la côte et l'arrière-côte dijonnaises et la plaine de Bresse, Thèse Université de Bourgogne, 187 pages + annexes.

**Cornet J., Rémond C., 1990** - Etude du bassin karstique du Suzon (21) ; relations hydrauliques avec les bassins latéraux. sites de forages. Rapport BRGM, 62 p. + annexes.

**CPFG, 1978** - Nappe de Dijon Sud. Etude hydrogéologique. 1ère phase. Rapport d'étude 28 p. + annexes.

**CPFG, 1980** - Nappe de Dijon Sud. Etude hydrogéologique. Rapport d'étude 60 p. + annexes.

**CPFG, 1984** - Etude de la contamination par les nitrates de la nappe de Dijon Sud. Rapport d'étude, 18 p. + annexes.

**CPFG, 1986** - Etude géophysique. Nappe de Dijon Sud. rapport d'étude, 49 p. + annexes.

**CPFG, 1986** - Etude de vulnérabilité de la nappe de Dijon-Sud. Rapport d'étude, 18 p.

**CPFG HORIZON, 1992** - Vulnérabilité de la nappe de Dijon Sud. Mise en place d'un réseau de surveillance et d'alerte. réalisation de traçages longue durée et single pulse. calage du modèle de transfert de polluant. Rapport d'étude. 12 p. + annexes.

**Cremille L., Toubin J., 1980** - Zone industrielle de Dijon-Longvic. Surveillance des variations physico-chimiques de la nappe alluviale. Période de septembre 1979 à mars 1980. Rapport BRGM. 12 p. + annexes.

**Direction Régionale de l'Environnement Bourgogne, 1999** - Inventaire des forages profonds de la nappe de Dijon Sud.

**Jauffret D., 2003** - ressources patrimoniales en eau souterraine dans le département de la Côte d'Or. Rapport BRGM RP 52 156, 60 p.

**Jauffret D., Legrand C., Coueffe R., Tourlière B., 2009** - Etude des ressources en eau profonde du fossé de la Saône en Bourgogne et en Franche-Comté. Rapport final. Rapport d'étude BRGM/RP-56538-FR.

**Jucker et Rémond, 1993** - Liaison intercommunale nord-ouest de l'agglomération dijonnaise. Etude d'impact sur les eaux superficielles et souterraines. Rapport BRGM 43 p. + annexes.

**Lienhardt M.J., Rémond C., 1972** - Synthèse des connaissances acquises sur le système aquifère de la région sud de Dijon en vue de la protection de la nappe phréatique. rapport n°1. Document BRGM. 43 p. + annexes et cartes.

**Marguet T., 1990** - Résultats du programme de surveillance de la nappe de Dijon Sud au droit de l'autoroute A31 de janvier à mars 1990. Rapport BRGM. 6 p. + annexes.

**Mesnier Geoffrey, 2000** - Etude du bassin versant de la source karstique de la Bornue (Vosne-Romanée), Rapport de Maîtrise Université de Franche-Comté, 25 pages.

**Petit Christophe, 1993** - Un bassin d'avant-pays de type pelliculaire : la Bresse au Plio-pléistocène, Thèse Université de Bourgogne, 348 pages.

**Pointet T., 1975** - Synthèse des connaissances acquises sur le système aquifère de la région sud de Dijon en vue de la protection de la nappe phréatique. rapport n°2 : zone de Chenove. Document BRGM. 43 p. + annexes et cartes.

**Rat P., Contini D., Courel L., Menot J.C., Pascal A., Thierry J., Tintant H., 1989** - Notice explicative de la feuille Dijon au 1/250 000. Document BRGM. 66 p.

**Razack M., 1986** - Approche probabiliste de l'étude en sub-surface de la géométrie des réservoirs fissurés. Effet de l'échelle d'investigation. Hydrogéologie, n°2 , p. 215-230.

**Rémond C., Lefavrais-Raymond A., Rat P., Vogt J., 1972** - Notice explicative de la feuille Gevrey-Chambertin au 1/50 000. Document BRGM. 33 p.

**Rémond, 1987** - Recherche de sites de décharges pour produits inertes autour de Dijon. avis sur les premiers sites sélectionnés par le district. Rapport BRGM 4 p. + annexes.

**Rémond et Tournaye, 1980** - Projet de chauffage géothermique de l'Hôpital Général de Dijon. Rapport BRGM 31 p. + annexes.

**Rémond et Levêque, 1991** - Sources, système aquifère et thermalisme de la Côte d'or, de Dijon à Chagny. Possibilités de venues sous-alluviales. 9 p. + annexes.

**Service Régional de l'Aménagement des Eaux, 1989** - Nappe de Dijon Sud. Impact des travaux autoroutiers sur la source de la sansfond. Première estimation des débits dérivés aux dépens de la source. Rapport technique, 7 p. + annexes.

**Syndicat Mixte d'Alimentation en Eau du Sud de l'Agglomération Dijonnaise (SMAESAD), 1987** - La nappe de Dijon Sud, 24 pages.

**Syndicat Mixte d'Alimentation en Eau du Sud de l'Agglomération Dijonnaise (SMAESAD), 1993** - Nappe de Dijon Sud (21), Etude de risques liés au projet de plate-forme de transport combiné, 49 pages.

**Syndicat Mixte d’Alimentation en Eau du Sud de l’Agglomération Dijonnaise (SMAESAD), 1993**  
- Vulnérabilité de la nappe de Dijon Sud. Modélisation en régime transitoire 1986-1992. rapport CPGF Horizon. 23 p.

Syndicat Mixte d’Alimentation en Eau du Sud de l’Agglomération Dijonnaise (SMAESAD), 2001 - La nappe phréatique de Dijon Sud, 12 pages + annexes.

**Syndicat Mixte d’Alimentation en Eau du Sud de l’Agglomération Dijonnaise (SMAESAD), 2002**  
- Etude stratégique préalable à l’élaboration d’un contrat pour la nappe de Dijon Sud, Synthèse des phases 1 et 2, 12 pages.

**Syndicat Mixte d’Alimentation en Eau du Sud de l’Agglomération Dijonnaise (SMAESAD), 2002**  
- Etude relative aux orientations stratégiques à l’horizon 2010. Phase 1 : synthèse des connaissances sur la nappe. Rapport ANTEA, 35 pages + annexes.

**Syndicat Mixte d’Alimentation en Eau du Sud de l’Agglomération Dijonnaise (SMAESAD), 2002**  
- Etude relative aux orientations stratégiques à l’horizon 2010. Phase 2 : diagnostic technique, juridique et institutionnel. Rapport ANTEA, 42 pages + annexes.

**Syndicat Mixte d’Alimentation en Eau du Sud de l’Agglomération Dijonnaise (SMAESAD), 2002**  
- Etude relative aux orientations stratégiques à l’horizon 2010. Phase 3 : Plan d’action pluriannuel. Rapport ANTEA, 11 pages + annexes.

**Syndicat Mixte d’Alimentation en Eau du Sud de l’Agglomération Dijonnaise - (SMAESAD), 2003**  
- Nappe de Dijon Sud : Ensemble, préservons notre ressource, Plaquette d’information, 8 pages.

**Syndicat Mixte des Eaux de Vosne-Romanée, 2010-** Etude préalable à la détermination des périmètres de protection. captage de Vosne-Romanée. Rapport CPGF HORIZON, 31 p. +annexes.

**Syndicat Mixte Dijonnais, 2003** - Nappe de Dijon Sud : exploitation des captages. Elaboration d’un outil d’aide à la décision. Rapport SOGREAH. 17 p. + annexes.

**Syndicat Mixte d’Alimentation en Eau du Sud de l’Agglomération Dijonnaise (SMAESAD), 2003**  
- Contrat de nappe 2003-2010, 75 pages.