SIEP Dombes-Saône

## Captages de Massieux

# DELIMITATION ET DEFINITION DU FONCTIONNEMENT DU BASSIN D'ALIMENTATION DES CAPTAGES DE MASSIEUX

## RAPPORT FINAL

Étude 10-013A/01

Mai 2011

CPGF-HORIZON
Centre-Est
"Le Rivet" 5 allée du Levant - 38300 BOURGOIN-JALLIEU
Tél. : 04 74 18 32 47 - Fax : 04 74 18 32 58
www.cpgf-horizon-ce.com
eau environnement géophysique...

QPQiBi
L'INGENIERIE QUALIFIÉE
CERTIFICAT N° 08 06 1986

# SOMMAIRE

**1 Préambule ..... 6**

**2 But de l'étude et moyens mis en œuvre ..... 7**
2.1 But de l'étude ..... 7
2.2 Moyens mis en œuvre ..... 8

**3 Description des captages de Massieux ..... 9**
3.1 Description technique ..... 9
3.2 Débits d'exploitation et potentiel ..... 10
3.2.1 Débits d'exploitation ..... 10
3.2.2 Débits potentiels ..... 10
3.3 Situation administrative ..... 11
3.4 Qualité des eaux ..... 12
3.4.1 Généralités ..... 12
3.4.2 Puits Médian ..... 13
3.4.3 Puits Nord ..... 15
3.4.4 Puits Sud ..... 17
3.4.5 Conclusions partielles ..... 19

**4 Contextes géographique, hydrologique et hydroclimatique ..... 20**
4.1 Contexte géographique ..... 20
4.2 Contexte hydrologique ..... 20
4.2.1 La Saône ..... 21
4.2.2 Le Grand Rieu ..... 22
4.2.3 Risque inondation ..... 23
4.3 Bilan hydroclimatique ..... 24
4.3.1 Généralités ..... 24
4.3.2 Principe du bilan hydroclimatique ..... 24
4.3.3 Résultats ..... 26

**5 Contexte géologique ..... 28**
5.1 Contexte régional ..... 28
5.2 Contexte local ..... 28
5.2.1 Coupes de forages ..... 29
5.2.2 Couverture ..... 30
5.2.3 Toit du substratum ..... 31
5.2.4 Investigations complémentaires ..... 31

**6 Contexte hydrogéologique ..... 35**
6.1 Aquifères en présence ..... 35
6.1.1 Les nappes alluviales ..... 35
6.1.2 La nappe des cailloutis de la Dombes ..... 35
6.1.3 La nappe glaciaire ..... 36
6.1.4 La nappe mio-pliocène ..... 36
6.2 Caractéristiques de la ressource exploitée à Massieux ..... 37
6.2.1 Caractéristiques générales ..... 37
6.2.2 Caractéristiques hydrodynamiques ..... 37
6.2.3 Caractéristiques hydrodispersives ..... 38
6.2.4 Piézométrie ..... 38
6.2.5 Relation nappe / Saône ..... 39
6.2.6 Relation nappe/ Grand Rieu ..... 39

**7 Modélisation hydrogéologique ..... 40**
7.1 But de la modélisation ..... 40
7.2 Principe de la modélisation ..... 40
7.3 Conditions aux limites ..... 41
7.4 Paramètres de calage ..... 41
7.4.1 Perméabilité ..... 42
7.4.2 Topographie du substratum ..... 42
7.4.3 Alimentation de la nappe ..... 42
7.4.4 Relation nappe-Saône ..... 42
7.4.5 Relation nappe-Grand-Rieu ..... 42
7.5 Simulation de calage du modèle ..... 43
7.6 Simulations d'alimentation ..... 43
7.6.1 Colmatage de la Saône ..... 43
7.6.2 Simulation de l'influence des futurs régimes de pompages ..... 45

**8 Bassin d'alimentation ..... 46**

**9 Etude environnementale ..... 47**
9.1 Généralités ..... 47
9.2 Protection naturelle de la nappe ..... 47
9.3 Occupation des sols ..... 47
9.3.1 Activités agricoles ..... 48
9.3.2 Industries ..... 48
9.3.3 Infrastructures ..... 49
9.3.4 Zones urbaines ..... 51
9.3.5 Assainissement ..... 51
9.3.6 Fossés et réseau hydrographique ..... 51
9.3.7 Décharge ..... 52
9.4 Suivi agronomique ..... 52
9.5 Concentrations en nitrates dans les eaux ..... 53
9.5.1 Mesures de juin 2010 ..... 53
9.5.2 Mesures de novembre 2010 ..... 54

**10 Analyse multicritère ..... 56**
10.1 Principes de l'analyse multicritère ..... 56
10.2 Délimitation de la zone d'étude ..... 57
10.3 Critères retenus ..... 57

10.3.1 L'hydrogéologie et la géologie ..... 57
10.3.2 L'occupation des sols ..... 60
10.3.3 Les écoulements superficiels ..... 61
10.3.4 La topographie ..... 61
10.4 Résultats et zonage des risques ..... 62
10.4.1 Carte de vulnérabilité ..... 62
10.4.2 Carte des risques ..... 62
10.5 Conclusion partielle ..... 64

**11 Conclusions et recommandations ..... 65**
11.1 Rappel du contexte ..... 65
11.2 Bassin d'alimentation ..... 66
11.3 Résultats de la hiérarchisation des risques ..... 66
11.4 Orientations ..... 67

# FIGURES

Figure 01 Carte de situation générale
Figure 02 Localisation du champ captant de Massieux
Figure 03 Contexte géologique
Figure 04 Coupe géologique du bassin d'alimentation des captages de Port-Masson
Figure 05 Contexte géologique local
Figure 06 Carte d'implantation des mesures géophysiques
Figure 07 Coupes d'interprétation des panneaux
Figure 08 Coupes d'interprétation des sondages électriques
Figure 09 Carte hydrogéologique de la nappe des cailloutis de la Dombes
Figure 10 Esquisse piézométrique de juin 2010
Figure 11 Modélisation hydrogéologique : Limite du modèle et conditions aux limites
Figure 12 Modélisation hydrogéologique : Carte des perméabilités et piézométrie de calage
Figure 13 Modélisation hydrogéologique : Tests de colmatage de la Saône
Figure 14 Modélisation hydrogéologique : Impact hydrodynamique du pompage à 600 $m^3$/h sur le champ captant
Figure 15 Coupe schématique de synthèse
Figure 16 Carte d'occupation des sols (juin 2010) et synthèse des risques de pollutions potentielles
Figure 17 Cartes des concentrations en nitrates
Figure 18 Analyse multicritère : Distance aux captages
Figure 19 Analyse multicritère : Aquifères
Figure 20 Analyse multicritère : Epaisseur de la zone non saturée (ZNS)
Figure 21 Analyse multicritère : Qualité de la couverture
Figure 22 Analyse multicritère : Epaisseur de l'aquifère
Figure 23 Analyse multicritère : Perméabilité de l'aquifère
Figure 24 Analyse multicritère : Occupation des sols
Figure 25 Analyse multicritère : Ecoulements superficiels
Figure 26 Analyse multicritère : Topographie
Figure 27 Analyse multicritère : Carte de vulnérabilité intrinsèque
Figure 28 Analyse multicritère : Carte des risques

# ANNEXES

Annexe 01 : Coupes techniques des puits de Massieux

Annexe 02 : Synthèse des analyses réalisées pour le champ captant de Massieux par l'ARS de l'Ain

Annexe 03 : Synthèse de la Qualité de la Saône à Saint-Bernard

Annexe 04 : Synthèse de la Qualité du Grand Rieu à Civrieux et Massieux

Annexe 05 : Données Météo France de 2000 à 2009 – station de Marlieux

Annexe 06 : Bilan hydroclimatique annuel de 2000 à 2009 – station de Marlieux

Annexe 07 : Mesures électromagnétiques et esquisse du mur de la couverture

Annexe 08 : Esquisse du toit du substratum de l'aquifère

# 1

# Préambule

CPGF-HORIZON Centre-Est a été mandaté par le Syndicat des Eaux Dombes-Saône pour délimiter le bassin d'alimentation des captages de Massieux et définir son fonctionnement hydrogéologique (cf. figure 01).

La présente étude est réalisée par :

- Mademoiselle Emilie BROUILLOUX, ingénieur hydrogéologue, pour l'enquête de terrain, l'interprétation des données et la rédaction du rapport ;
- Monsieur Frank LENCLUD, Directeur de CPGF-HORIZON Centre-Est, pour la supervision de l'étude.

# 2

# But de l'étude et moyens mis en œuvre

## 2.1 But de l'étude

Le Syndicat Intercommunal des Eaux Dombes-Saône regroupe 24 communes au sud-ouest du département de l'Ain. Sa production d'eau est assurée par 5 ressources : les captages de Massieux, de Civrieux, de Trévoux, de Monthieux et de Tramoyes. La population desservie en eau potable par le syndicat s'élève à environ 41 000 personnes, pour une production annuelle d'environ 3 257 100 $m^3$ (données S.I.E Dombes-Saône de 2009). Le captage de Massieux produit environ 1 330 000 $m^3$ d'eau par an (données de 2009).

La présente étude concerne le champ captant de Massieux, situé en rive gauche de la Saône, sur le territoire de la commune de Massieux au lieu-dit de Port-Masson. Celui-ci est inscrit comme « captage prioritaire » dans le SDAGE Rhône-Méditerranée.

Le champ captant de Massieux est situé en bord de Saône, au lieu-dit Port-Masson, sur le bassin hydrographique du ruisseau du Grand Rieu.

D'un point de vue environnemental, la zone d'étude est plutôt agricole à proximité des captages, et très urbanisée plus en amont (zone industrielle, centre ville de Massieux, autoroute A46). Les teneurs élevées en manganèse imposent le traitement des eaux avant distribution qui est assuré par une station de traitement biologique, d'une capacité de traitement de 600 $m^3$/h.

Ces données sont à préciser afin de définir l'origine des pollutions chroniques et de mettre en place une stratégie visant à protéger, voire à restaurer la qualité de la ressource en eau exploitée par le syndicat à Massieux.

L'objet de la présente étude est de délimiter et de définir le fonctionnement du bassin d'alimentation du captage de Massieux (phases 1 et 2), d'effectuer une cartographie de la vulnérabilité intrinsèque du BAC et de croiser celle-ci avec les principales pressions polluantes, pour obtenir les zones à risque de pollutions diffuses (phase 3). Cette cartographie permettra d'identifier les secteurs à enjeux pour la restauration et/ou la préservation de la qualité des eaux brutes du captage.

## 2.2 Moyens mis en œuvre

L'étude du bassin d'alimentation du champ captant de Massieux a compris :

- Une synthèse bibliographique détaillée, comprenant les ouvrages suivants :
  - ✓ « Rapport du Président sur le prix et la qualité du service public « eau potable » - année 2009 » - Syndicat Intercommunal de Distribution d'Eau Potable Dombes-Saône – juin 2010 ;
  - ✓ « Rapport annuel du délégataire – 2008 –Service de l'eau – Syndicat Intercommunal des Eaux Dombes-Saône » par S.D.E.I. – 2009 ;
  - ✓ Rapports d'expertises - B. CHATAGNON et H. MARGALHAN-FERRAT – Juin 2000 à Novembre 2003 ;
  - ✓ « Impacts potentiels de la décharge de Massieux sur les captages du S.I.E. Dombes-Saône » - Etude HORIZONS n°HC75 – Novembre 1 998 ;
  - ✓ « Champ captant de Port-Masson – Etude hydrogéologique » - ANTEA – Novembre 1997 ;
  - ✓ « Etude de vulnérabilité des captages de Massieux (Port-Masson) (Ain) » - Etude HORIZONS n°V5113 – Août 1995 - Février 1996 ;
  - ✓ « Synthèse hydrogéologique de la Dombes » par BURGEAP – Août 1995 ;
  - ✓ Consultation des différentes bases de données disponibles en ligne (BSS, SANDRE, ADES, BASOL, BASIAS…).
- Une prospection géophysique sur la zone d'étude (panneaux électriques et sondages électriques) ;
- Un levé environnemental et hydrogéologique afin de cartographier l'occupation des sols, les différentes pressions polluantes et zones à risques, ainsi que les points d'accès aux eaux souterraines de la zone d'étude.

Des compléments d'informations ont également été collectés auprès des différents organismes compétents :

- Services déconcentrés de l'Etat (DDT, DDASS,…)
- Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse (http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/) ;
- BASOL/BASIAS : sites et sols pollués (http://basol.ecologie.gouv.fr) ;
- CARTORISQUE : risques naturels (dont inondations) (http://cartorisque.prim.net).

# 3

# Description des captages de Massieux

Les ouvrages de la zone de captage de Massieux sont référencés dans la BSS (Banque de Données du Sous-Sol) du BRGM sous les codes 06746X0031 (Puits 2 - nord), 06746X0032 (Puits 1 - médian) et 06746X0089 (Puits 3 – sud).

## 3.1 Description technique

La zone de captage a été créée en 1970, avec la réalisation des puits Médian et Nord. Le puits sud a été réalisé en 1994 afin d'augmenter le potentiel de production du champ captant (cf. figure 02).

Les **3 puits ont une profondeur moyenne de 14 à 16,50 m/sol,** et sont équipés de barbacanes cylindriques en PVC. Chaque puits dispose d'une pompe immergée de 200 $m^3$/h, avec limitateur de débit (30 kW) (150 $m^3$/h pour les puits Médian et Nord, et 180 $m^3$/h pour le puits Sud).

Les coupes techniques des puits sont placées en annexe 01.

Des travaux de fonçage de drains rayonnants sur le puits Médian ont été réalisés entre janvier et mars 2010. Au total, **5 drains ont été foncés dans le puits Médian** et leur réalisation a été suivie de pompages de développement et d'une acidification des drains. Ces travaux ont permis d'augmenter significativement la capacité de production du puits qui pourrait être équipé d'une pompe plus puissante tout en préservant la pérennité de l'ouvrage ; la mise en place d'une pompe de 300 $m^3$/h est envisageable.

**Le puits Nord a également été équipé de 6 drains rayonnants** à la fin de l'année 2010 (travaux suivis de pompages de développement et d'une acidification des drains). Dans sa nouvelle configuration, l'équipement de ce puits pour un pompage proche de 300 $m^3$/h devrait également être envisageable (ce potentiel étant à confirmer par essai de pompage en période de basses eaux).

La station de traitement est équipée avec :

- 4 filtres de démanganisation biologique de capacité de 200 $m^3$/h chacun (capacité de traitement totale de 600 $m^3$/h) ;
- 1 chloration gazeuse automatique de l'eau asservie au volume ;
- 1 bâche de reprise de 300 $m^3$ ;
- 2 pompes de reprise de 250 $m^3$/h et 1 pompe de 400 $m^3$/h, qui permettent de refouler les eaux vers le réservoir de Chatagnier (capacité de 1 500 $m^3$) ;
- 1 compteur en sortie de station par débitmètre électromagnétique.

# 3.2 Débits d'exploitation et potentiel

## 3.2.1 Débits d'exploitation

En 2009, la production annuelle du champ captant de Port Masson s'élève à 1 330 000 $m^3$ (production cumulée des 3 puits, absence de données individuelles).

La production annuelle varie selon les saisons, avec en moyenne :

- 127 000 $m^3$ produits par mois en été avec des pics de production journalière de l'ordre de 5 300 $m^3$/j ;
- 103 000 $m^3$ produits par mois en hiver.

Les volumes produits sont repartis sur les 3 puits, qui sont chacun équipés de pompes de capacité de 200 $m^3$/h avec un limitateur de débit (150 $m^3$/h pour les puits Médian et Nord, et 180 $m^3$/h pour le puits Sud).

## 3.2.2 Débits potentiels

Les travaux réalisés en 2010 sur les puits Médian et Nord, ont permis d'améliorer significativement la capacité de production de ces ouvrages.

Les débits d'exploitation maximaux des 3 ouvrages ont été estimés à partir d'essais par paliers réalisés sur les puits (en 1995 sur le puits Sud et en 2010 sur les puits Médian et Nord).

D'après l'interprétation des essais de pompages, en limitant les rabattements entre 1,20 et 2,30 m, les débits d'exploitation pourraient être les suivants :

| Ouvrages | Rabattements maximaux | Débits d'exploitation maximale |
|---|---|---|
| Puits Nord à drains et à barbacanes | 1,20 m | ≈ 300 $m^3$/h<br>À vérifier en basses eaux |
| Puits Médian à drains et à barbacanes | 2,30 m | > 300 $m^3$/h |
| Puits Sud à barbacanes | 1,75 m | ≈ 200 $m^3$/h |

Dans leur nouvelle configuration, les puits Médian et Nord de Port-Masson pourraient donc être équipés de pompes plus puissantes tout en préservant la pérennité des ouvrages. En effet, la mise en place de pompes de 300 $m^3$/h (avec un rabattement maximal de l'ordre de 2,50 m sur le puits Médian) pourrait être tout à fait envisageable.

## 3.3 Situation administrative

Les captages de Port Masson ont fait l'objet d'un premier arrêté interpréfectoral en date du **8 septembre 2000**, définissant les périmètres de protection et les prescriptions associées, et autorisant à « prélever aux trois points de captage de Massieux, un **débit total et maximal de 600 $m^3$/h** ».

Pour tenir compte des décisions juridictionnelles, l'arrêté du **10 août 2007** modifie l'article 12 de l'arrêté du 8 septembre 2000 en ce qui concerne les prescriptions du périmètre de protection rapprochée ainsi que son article 19 sur la mise en compatibilité du POS de Massieux.

# 3.4 Qualité des eaux

## 3.4.1 Généralités

Les chroniques de qualité présentées ci-dessous sont issues des données disponibles dans la base de données sur les eaux souterraines ADES et des données de l'ARS de l'Ain (ancienne DDASS).

La synthèse des données sur la qualité des eaux du suivi de la DDASS de l'Ain pour le champ captant de Massieux est placée en annexe 02.

L'eau est moyennement minéralisée (conductivité ≈ 600 µS/cm), dure (TH moyen entre 25 et 30°F), de pH neutre et de faciès physico-chimique à dominante bicarbonatée calcique.

Des **concentrations très importantes en manganèse** sont observées sur le puits sud et essentiellement sur les puits nord et médian, et des traces de fer sont mesurées ponctuellement sur les eaux brutes des trois ouvrages. La présence de fer et de manganèse témoigne de **conditions réductrices**, qui ont pour effet de réduire les nitrates. Paradoxalement, des nitrates sont tout de même rencontrés dans les eaux de ces ouvrages, alors qu'en présence de manganèse, les teneurs en nitrates sont généralement nulles. Ce phénomène est directement lié à une alimentation de la nappe par des eaux très chargées en nitrates, probablement en provenance des versants (où les activités agricoles sont importantes).

Sur le plan bactériologique, l'eau captée est de bonne qualité. Néanmoins, quelques dépassements ponctuels sont observés sur les eaux brutes. Les eaux brutes subissant une désinfection avant distribution, la qualité bactériologique de l'eau distribuée est conforme aux limites de qualité.

Du point de vue des pesticides, certaines substances sont détectées dans les eaux, les plus fréquemment détectées étant l'atrazine et le déséthylatrazine. L'atrazine et d'autres herbicides dérivés de la famille des triazines sont interdits à la commercialisation depuis le 30 septembre 2002 et leur usage est interdit depuis le 1er octobre 2003. Commercialisées depuis 1962, les triazines ont été essentiellement utilisées pour désherber les maïs. En 1999, l'atrazine a servi au désherbage de 80 % des surfaces de maïs (source « Le Bulletin des Agriculteurs »). D'autres matières actives de la famille des triazines (simazine, terbuthylazine, cyanazine, etc.) étaient utilisées pour le désherbage de la vigne, des arbres fruitiers et des cultures légumières.

Le sous-produit de dégradation de l'atrazine, le déséthylatrazine est encore fréquemment retrouvé dans les eaux souterraines. La présence de l'une de ces deux molécules dans les eaux souterraines montre que les pratiques culturales ont un impact sur la qualité de la ressource.

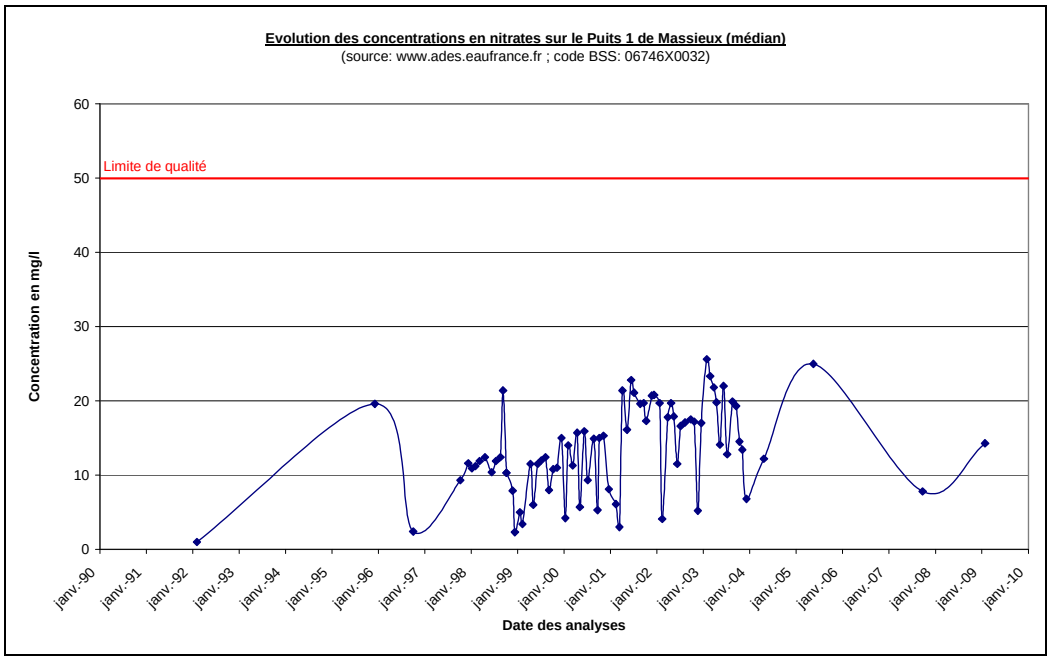
Dans les paragraphes suivants, des chroniques de qualité ont été tracées individuellement pour les trois ouvrages, pour les paramètres nitrates, fer et manganèse et pour l'atrazine et le déséthylatrazine.

## 3.4.2 Puits Médian

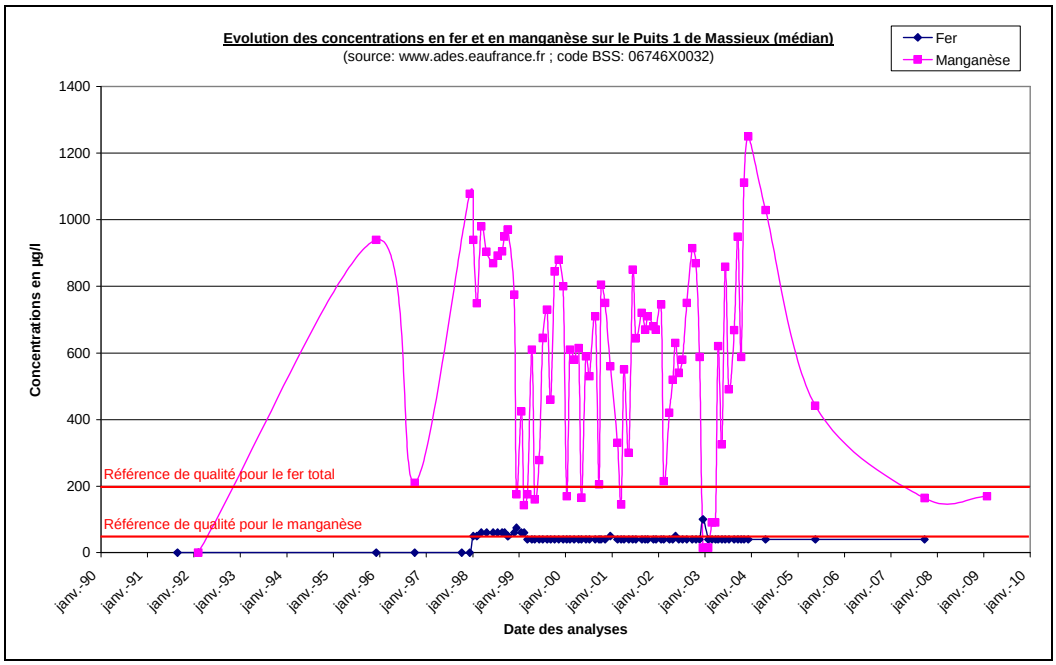
Remarque : pour la DDASS, le puits Médian est référencé « Puits de Massieux n°2 (centre) ».

### 3.4.2.1 Nitrates

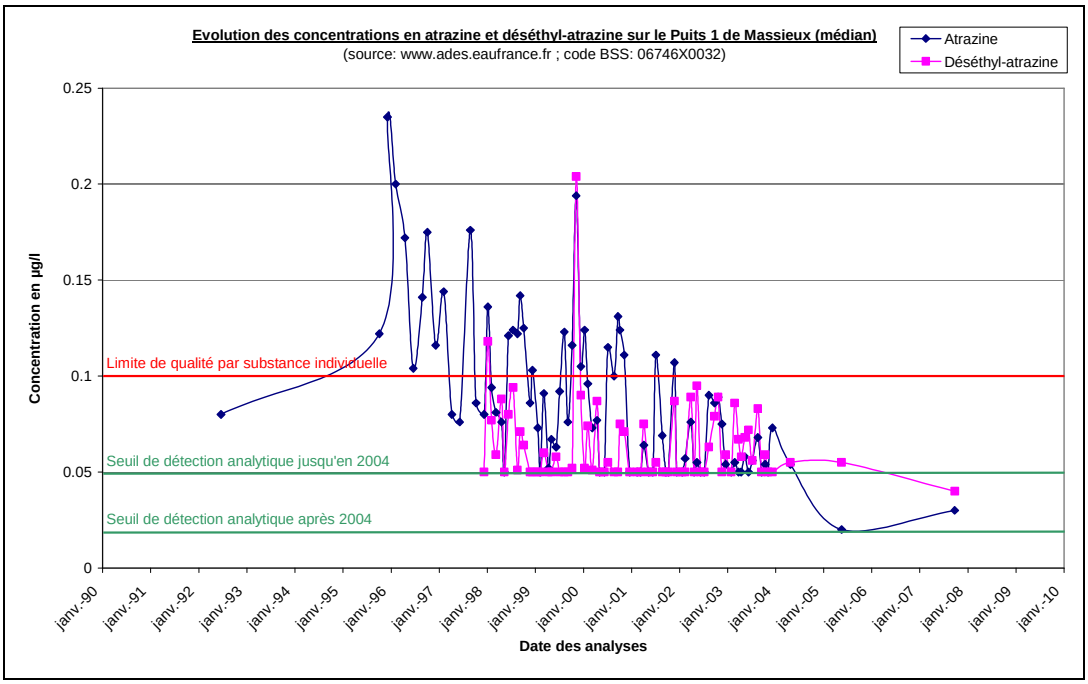
Aucun dépassement de la limite de qualité n'a été observé pour les nitrates (limite à 50 mg/l – Code de la Santé publique pour les eaux destinées à la consommation humaine). Les variations sont importantes pour ce paramètre (entre 1 et 25,6 mg/l) et une saisonnalité des concentrations n'est pas à exclure.




### 3.4.2.2 Fer et manganèse



### 3.4.2.3 Pesticides




Aucune trace de simazine, de diméthénamide, de métolachlore ou de terbuthylazine n'a été détectée dans les eaux brutes.

La simazine a été détectée 6 fois en 1996 et 2000 à des concentrations comprises entre 0,020 et 0,060 µg/l, et n'a plus été détectée depuis.

Le déséthyl-terbuthylazin a été détecté 3 fois en 2002 et 2003 à des concentrations comprises entre 0,161 et 0,236 µg/l.

On constate la décroissance des teneurs en atrazine et déséthyl-atrazine entre 1996 et 2008.

### 3.4.2.4 Analyses d'eaux du puits Médian en 2010

- Analyses du 14 janvier 2010 – avant fonçage des drains :

L'analyse avant travaux montrait l'absence de contamination bactériologique de l'eau.

On notait un pH de 7,2, une turbidité assez forte de 3,8 NTU et 2 mg/l de matières en suspension à mettre en relation avec la prolifération de bactéries ferro-manganiques sous forme de flocs. Le fer était présent avec une concentration de 0,013 mg/l et le manganèse de 0,75 mg/l.

- Analyses du 26 mars 2010 – après fonçage des drains :

Cette analyse RPM a été réalisée sur un prélèvement effectué en fin de pompage de 24 heures à 300 $m^3$/h. Elle montrait également l'absence de contamination bactériologique de l'eau. Le pH mesuré sur le terrain est neutre 7,15 et la température de l'eau de 13,5 °C. Il s'agit d'une eau principalement bicarbonatée calcique, assez minéralisée (687 µS/cm). **La turbidité est inférieure au seuil de mesure.** Ce qui montre l'efficacité des travaux et du traitement réalisés.

L'eau est dure (TH 33,1°F et TAC : 24,9 °F.

On note une présence importante de manganèse (0,82 mg/l) d'ammonium (0,26 mg/l) et d'arsenic (14 µg/l), témoignant d'un milieu réducteur et mal oxygéné. Ces éléments sont traités à la station.

On note également **une teneur en nitrates très élevée (23,8 mg/l) confirmant au débit de 300 $m^3$/h une très forte sollicitation du versant (et non de la Saône)**. Les teneurs en chlorures et en sulfates montrent également l'influence agricole du versant.

On a noté sur cette analyse un indice hydrocarbures de 1 mg/l juste à la limite de qualité des eaux brutes fixée par l'arrêté du 11 janvier 2007.

- Analyse du 31 mars 2010 :

La présence d'hydrocarbures sur l'analyse précédente a conduit à la réalisation d'une autre série d'analyses réalisées sur un échantillon prélevé le 31 mars 2010.

A la demande de l'ARS, ont également été analysés les micropolluants organiques et métalliques, les solvants halogénés, trialométhanes, les composés organo-halogénés volatils, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les pesticides et les poly chloro-bromo biphényls.

On constate l'absence de contamination par des hydrocarbures.

Ont été détectés des pesticides, mais avec des concentrations conformes aux exigences de qualité sur des eaux de consommation :

- 0,004 µg/ de 2,4 D aryloxyacides ;
- 0,006 µg/l d'atrazine
- 0,003 µg/l de désopropyl atrazine
- 0,02 µg/l de déséthyl atrazine
- 0,001 µg/l de déséthyl terbuthylazine
- 0,003 µg/l de simazine
- 0,001µg/l de terbuméton
- 0,003 µg/l de tébuconazole
- 0,003 µg/l de norfluazon

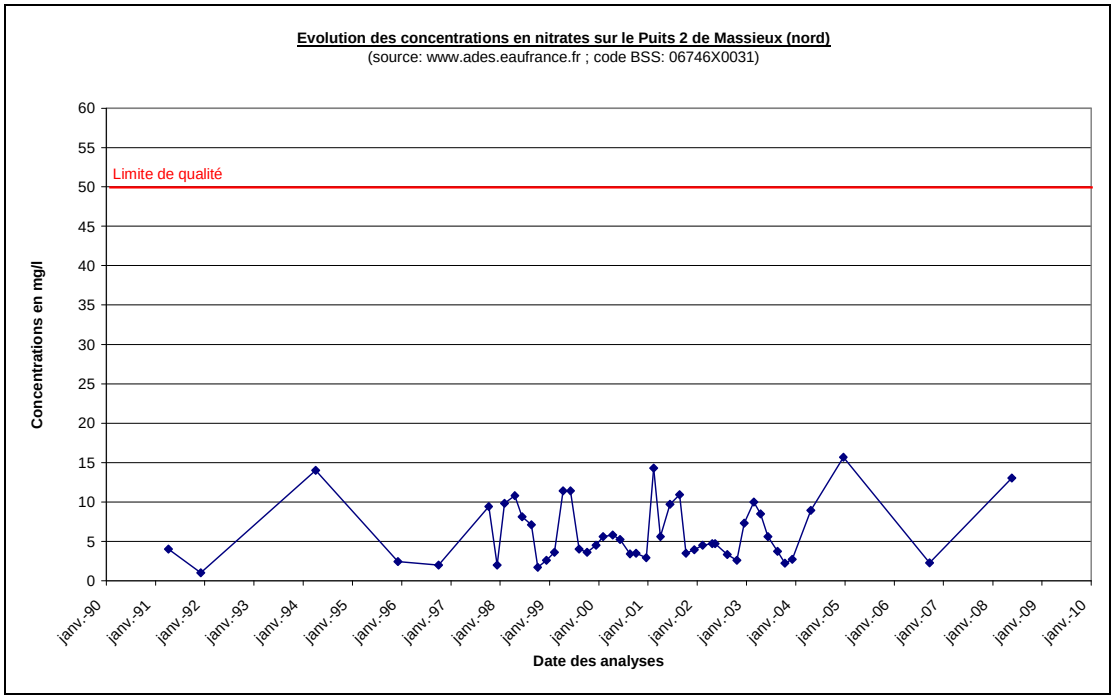
## 3.4.3 Puits Nord

Remarque : pour la DDASS, le puits Nord est référencé « Puits de Massieux n°1 (Nord) ».

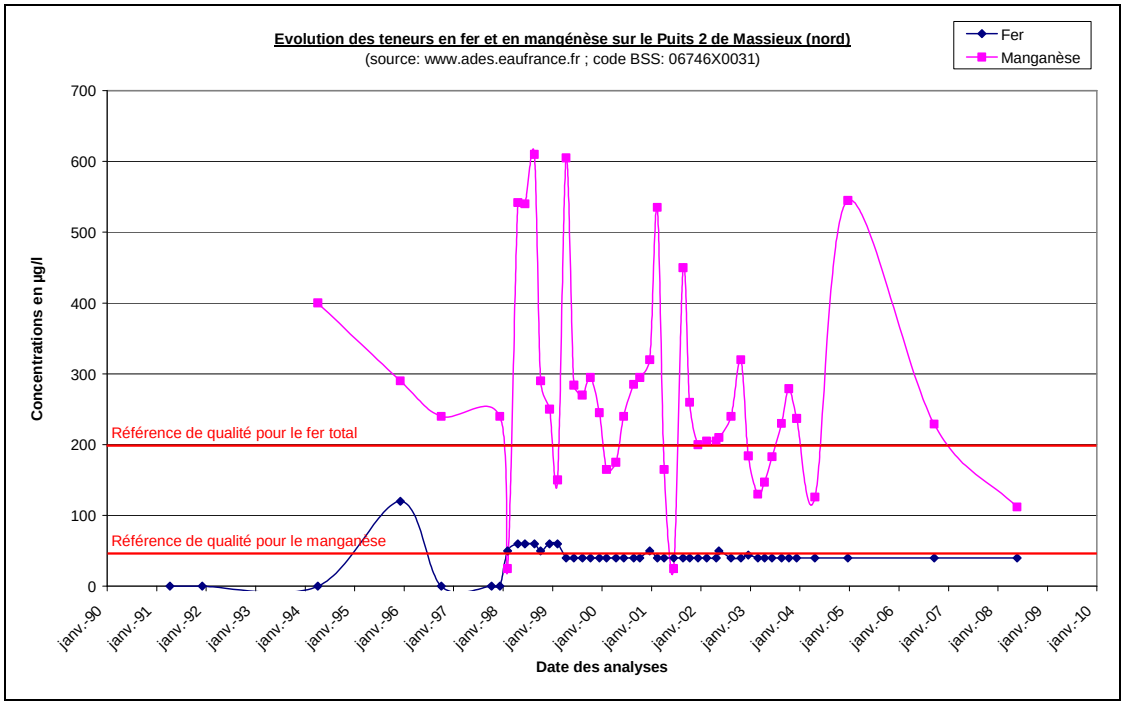
### 3.4.3.1 Nitrates

Aucun dépassement de la limite de qualité n'a été observé pour les nitrates (limite à 50 mg/l – Code de la Santé publique pour les eaux destinées à la consommation humaine).

Les variations sont importantes pour ce paramètre (entre 3 et 15 mg/l) et une saisonnalité des concentrations n'est pas à exclure.

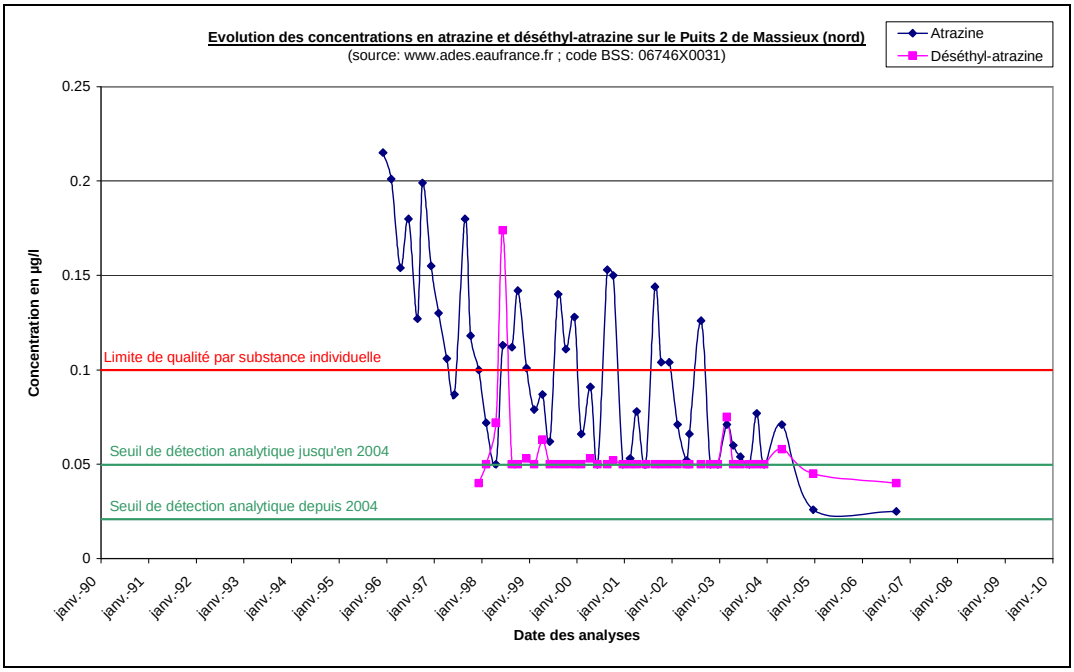



### 3.4.3.2 Fer et manganèse



### 3.4.3.3 Pesticides

De nombreux dépassements de la limite de qualité ont été observés pour l'atrazine et la déséthylatrazine sur les eaux brutes du puits Nord. Nous observons néanmoins une diminution progressive des concentrations qui sont inférieures aux limites de qualité par substance individuelle (Code de la Santé Publique – eaux destinées à la consommation humaine) depuis 2003.



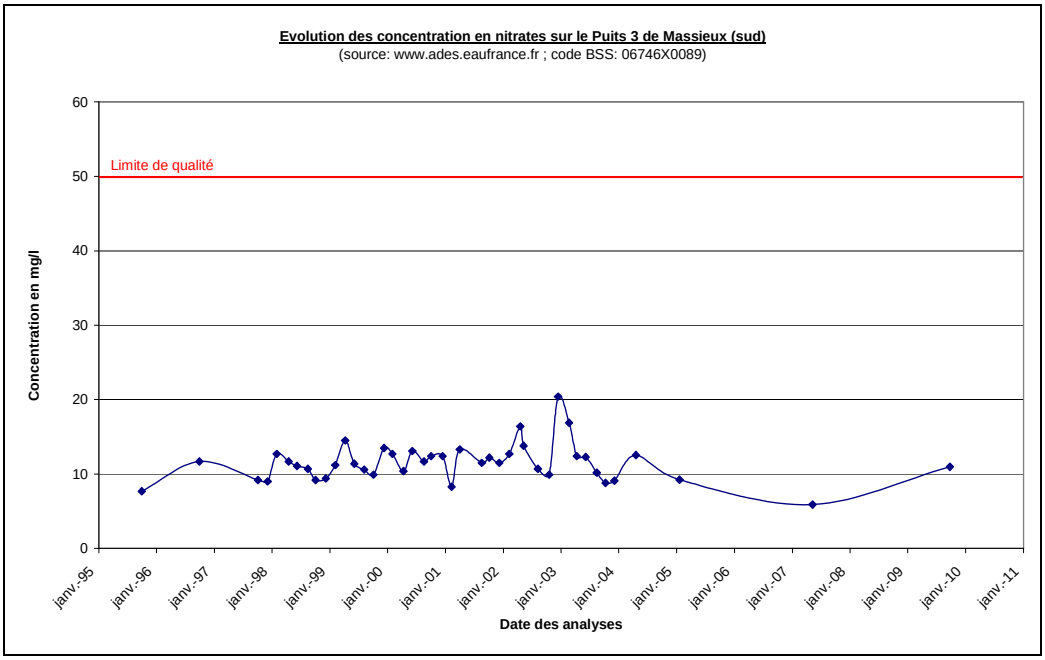

Aucune trace de simazine, de diméthénamide, de métolachlore, de simazine, de terbuthylazine ou de déséthyl- terbuthylazin n'a été détectée.

## 3.4.4 Puits Sud

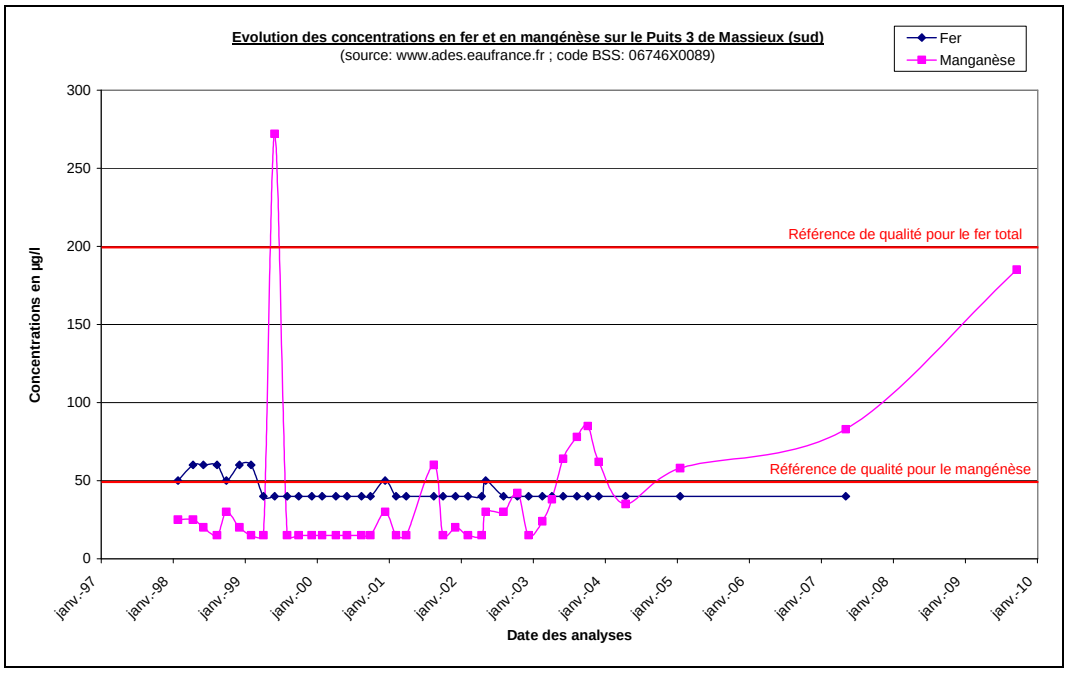
Remarque : pour la DDASS, le puits Sud est référencé « Puits de Massieux n°3 (Sud) ».

### 3.4.4.1 Nitrates

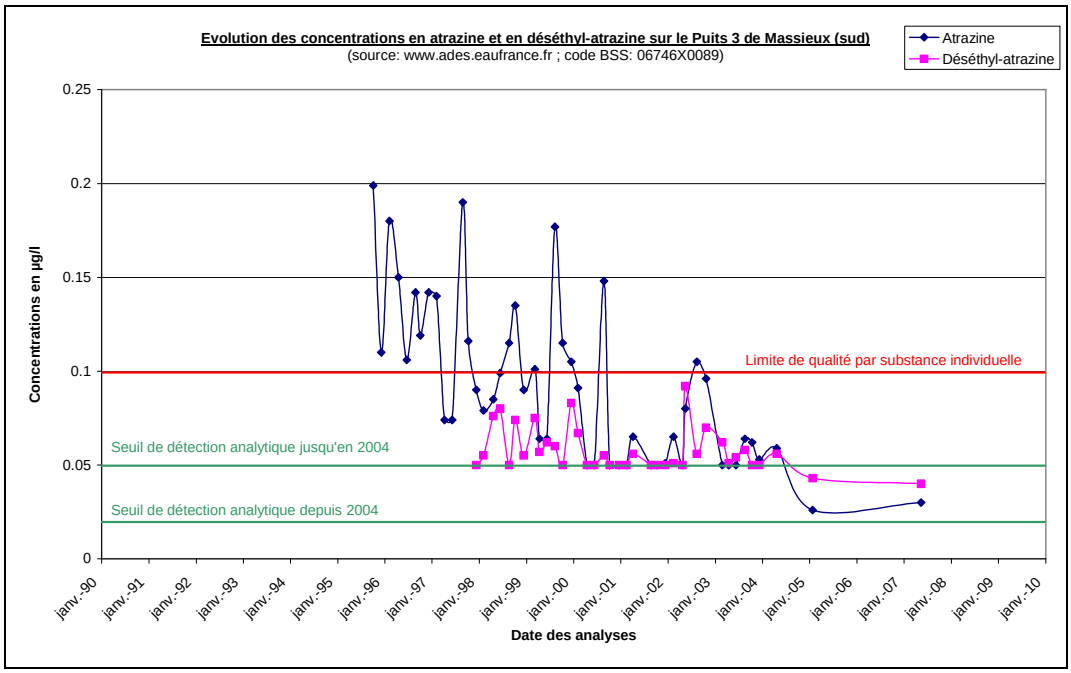
Aucun dépassement de la limite de qualité n'a été observé pour les nitrates (limite à 50 mg/l – Code de la Santé publique pour les eaux destinées à la consommation humaine). Les variations sont importantes pour ce paramètre (entre 5,9 et 20,4 mg/l) et une saisonnalité des concentrations n'est pas à exclure.




### 3.4.4.2 Fer et manganèse



### 3.4.4.3 Pesticides




Aucune trace de simazine, de diméthénamide, de métolachlore, de terbuthylazine ou de déséthyl- terbuthylazin n'a été détectée dans les eaux brutes du puits sud.

La simazine a été détectée 3 fois en 1996 et 1997 à des concentrations comprises entre 0,030 et 0,060 µg/l, et n'a plus été détectée depuis.

## 3.4.5 Conclusions partielles

La chimie des eaux est particulièrement marquée par des concentrations en fer et manganèse importantes, liées au contexte réducteur du champ captant. La particularité de cette zone de captage est également de présenter des teneurs en nitrates notoires (de 10 à 15 mg/l), ce qui est paradoxal dans un contexte réducteur, mais qui s'explique par une forte alimentation en provenance du versant avec des eaux très chargées en nitrates (jusqu'à 100 mg/l). La dénitrification ne peut pas se faire complètement.

Les teneurs les plus élevées ont été mesurées lors du pompage à 300 $m^3$/h sur le puits Médian après fonçage des drains, ce qui démontre l'importance des apports du versant dans l'alimentation.

On notera enfin la décroissance des teneurs en pesticides (atrazine et déséthylatrazine) sur les 3 puits depuis 1996 et jusqu'à nos jours. Ces composés ont cependant été remplacés par d'autres molécules plus insidieuses et difficilement détectables (plus grand nombre de molécules utilisées dans des quantités plus faibles individuellement, ce qui les rend difficilement détectables lors des analyses (concentration < seuil de détection analytique)).

# 4

# Contextes géographique, hydrologique et hydroclimatique

## 4.1 Contexte géographique

La zone d'étude se situe sur la bordure occidentale de la région de « la Dombes », qui désigne la région comprise entre Bourg-en-Bresse et Lyon.

La topographie locale, constituée de légères dépressions, et la faible perméabilité des formations superficielles ont permis la création de nombreux étangs artificiels, dont la répartition actuelle a été entièrement modelée par les activités humaines.

Géographiquement la région de la Dombes est divisée en quatre domaines :

- Le domaine bressan au nord, qui correspond à l'extension maximale des moraines, situé à une latitude proche de celle de Bourg-en-Bresse ;
- A l'ouest, la vallée de la Saône et la « Côtière », relief qui assure la liaison entre le plateau de la Dombes et la dépression de la vallée de la Saône ;
- Le relief de la « Côtière de la Dombes » qui constitue une limite nette au sud et au sud-est, qui sépare la Dombes des vallées du Rhône et de l'Ain ;
- Les reliefs du Revermont et du Bugey, à l'ouest, qui correspondent aux premiers chaînons jurassiens.

La zone d'étude est implantée dans la partie ouest de la région de la Dombes, dans la vallée de la Saône et sur la « Côtière » qui est localement entaillée par la vallée du Grand Rieu. Elle se situe à environ 20 km au nord de Lyon et environ 40 km au sud-ouest de Bourg-en-Bresse, en rive gauche de la Saône.

## 4.2 Contexte hydrologique

La zone de captage de Massieux est située au bord de la Saône (rive gauche), sur le bassin hydrographique du ruisseau du Grand Rieu qui borde l'ouest du champ captant.

La Saône est présente à une centaine de mètres à l'ouest des puits.

Les informations hydrologiques relatives à la zone d'étude dans le référentiel de la DCE sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

| Entité | Code | Nom |
|---|---|---|
| Bassin versant | FRD02 | Le Rhône, la Saône, le Doubs, l'Isère, la Durance et Crau |
| Bassin versant RNDE | BVRN3330604 | La Saône du Doubs à Lyon |
| Région hydrographique | RHYD333U | La Saône |
| Zones hydrographiques | ZHYD333U470 | La Saône, du Formans inclus au Grand Ruisseau |
| | ZHYD333U471 | La Saône du Grand ruisseau inclus au ruisseau des Echets |
| Masse d'eau | FRDR1807b | La Saône de Villefranche-sur-Saône à la confluence avec le Rhône |
| | FRDR11969 | Le Grand Rieu |
| Cours d'eau | U---0000 | La Saône |
| | U4710500 | Le Grand Ruisseau (ou le Grand Rieu) |

## 4.2.1 La Saône

### 4.2.1.1 Qualité de l'eau

La station de suivi de la qualité de la Saône la plus proche est située à Saint-Bernard, environ 10 km en amont de la zone d'étude (code station : 06053800 – *« La Saône à Saint-Bernard »*).

Les résultats de l'évaluation annuelle de la qualité suivant le SEQ Eaux superficielles (Système d'Evaluation de la Qualité des eaux superficielles) ont été placés en annexe 03.

Les dernières analyses disponibles datent de 2007, elles indiquent une qualité de l'eau très bonne à médiocre selon les paramètres :

- une qualité médiocre vis-à-vis des particules en suspension et des pesticides sur eaux brutes ;
- une qualité moyenne vis-à-vis des nitrates, des micropolluants et des HAP ;
- une qualité bonne pour les paramètres restants.

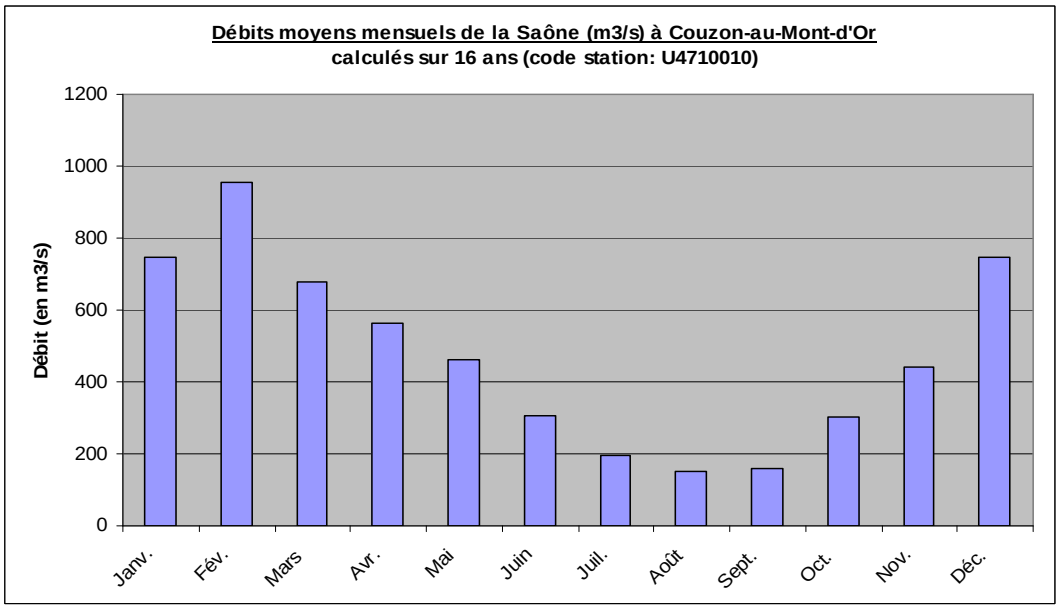
La concentration moyenne de l'eau en **nitrates est de 11 mg/l**. L'évolution des concentrations en nitrates pour cette station de suivi est récapitulée dans le tableau suivant.

| Localisation | Code Station | Date d'analyse | Concentration en nitrates en mg/l |
|---|---|---|---|
| **Saint-Bernard** (amont) | 6053800 | 12/02/2007 | 19.1 |
| | | 16/04/2007 | 9.8 |
| | | 11/06/2007 | 8.6 |
| | | 20/08/2007 | 8.3 |
| | | 08/10/2007 | 9.7 |
| | | 03/12/2007 | 11.6 |

(*Source : www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr*)

#### 4.2.1.2 Débit du cours d'eau

Le suivi du débit de la Saône est relevé à Couzon-au-Mont-d'Or (station la plus proche de la zone d'étude - code station : U4710010), située environ 7 km en aval de Massieux. Le suivi des débits permet d'observer le comportement de la rivière, avec les basses eaux entre juillet et septembre et les hautes eaux entre décembre et mars.




### 4.2.2 Le Grand Rieu

#### 4.2.2.1 Qualité de l'eau

La qualité physico-chimique du Grand Rieu est suivie par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse à Civrieux (codes stations : 06058400 et 06058420) et à Massieux (codes stations : 06058440 et 0658460). Les dernières données disponibles datent de 2005.

L'évaluation de la qualité des eaux réalisée par l'Agence de l'Eau à partir du SEQ Eaux superficielles (annexe 04) indique une mauvaise qualité de l'eau vis-à-vis des nitrates, des matières azotées et des particules en suspension. La qualité est moyenne vis-à-vis des matières phosphorées et des matières organiques et oxydables.

Le tableau suivant rassemble les données disponibles sur les concentrations en nitrates dans les eaux du Grand Rieu.

| Localisation | Code Station | Date d'analyse | Concentration en nitrates en mg/l |
|---|---|---|---|
| **Civrieux** (amont) | 6058400 | 26/07/2005 | 52 |
| | | 20/10/2005 | 27,7 |
| | 6058420 | 26/07/2005 | 41,9 |
| | | 20/10/2005 | 27,3 |
| **Massieux** (aval) | 6058460 | 26/07/2005 | 37,9 |
| | | 20/10/2005 | 37,2 |
| | 6058440 | 21/07/1999 | 32,1 |

(*Source : www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr*)

Les analyses réalisées à Civrieux en juillet 2005, indiquent des concentrations en nitrates de 42 et 52 mg/l. Les analyses réalisées à Massieux en juillet 2005 montrent une concentration en nitrates de 37 mg/l. D'après les données disponibles, une saisonnalité des concentrations en nitrates n'est pas exclure.

Ces teneurs sont le reflet des concentrations susceptibles d'être apportées par le versant.

Au cours de l'année 2010, nous avons réalisé des analyses nitrates sur le cours d'eau en juin et en novembre. Les résultats d'analyses indiquent des concentrations plus faibles que ce qui a été observé par l'Agence de l'Eau en 1999 et 2005 :

- 25,5 mg/l au niveau du champ captant à Massieux en juin ;
- 22,9 mg/l au niveau du captage de Civrieux en juin et 21,2 mg/l en novembre.

#### 4.2.2.2 Débit du cours d'eau

Nous disposons uniquement des mesures de débits ponctuelles réalisées à Civrieux et à Massieux en 2005, qui sont récapitulées dans le tableau suivant.

| Localisation | Code Station | Date d'analyse | Débit en m3/s |
|---|---|---|---|
| **Civrieux** (amont) | 6058400 | 26/07/2005 | 0,001 |
| | | 20/10/2005 | 0,002 |
| | 6058420 | 26/07/2005 | 0,002 |
| | | 20/10/2005 | 0,004 |
| **Massieux** (aval) | 6058460 | 26/07/2005 | 0,015 |
| | | 20/10/2005 | 0,065 |

(*Source : www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr*)

### 4.2.3 Risque inondation

La zone de captage de Massieux est située à proximité immédiate de la Saône, elle est située en zone inondable.

Aucune information sur l'existence d'un Plan d'Exposition aux Risques d'Inondation (P.E.R.I) sur la commune de Massieux, pour la Saône ou le ruisseau du Grand Rieu, n'est indiquée sur le portail CARTORISQUE (site d'information et de connaissance du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire).

# 4.3 Bilan hydroclimatique

## 4.3.1 Généralités

Les données climatiques mensuelles moyennes de précipitations et de températures des dix dernières années (de 2000 à 2009) ont été acquises auprès de Météo France, pour la station de Marlieux (code Météo France : 01235002), environ 25 km au nord-est de Massieux et à une altitude de 273 m (représentatives des bassins versants de Massieux et de Civrieux).

Les données brutes communiquées par Météo France sont placées en annexe 05.

Il est à noter que ces données incluent l'année de sècheresse exceptionnelle de 2003. Ceci nous a permis de comparer le bilan hydroclimatique moyen des 10 dernières années à un bilan hydroclimatique d'année sèche.

Le tableau suivant résume les précipitations et de températures moyennes annuelles, ainsi que les calculs d'ETP qui en résultent :

**Marlieux (273 m)**

| | **2000** | **2001** | **2002** | **2003** | **2004** | **2005** | **2006** | **2007** | **2008** | **2009** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **P** (mm) | 843,1 | 893,8 | 957,0 | 721,0 | 798,6 | 663,6 | 825,0 | 883,1 | 937,2 | 743,0 |
| **T** (°C) | 12,1 | 11,5 | 11,9 | 12,4 | 11,3 | 11,2 | 12,0 | 11,6 | 11,4 | 11,5 |
| **ETP** (mm) | 635,4 | 616,3 | 653,1 | 654,0 | 609,7 | 608,8 | 636,2 | 620,3 | 610,7 | 619,1 |
| **Qs** ($l/s/km^2$) | 8,2 | 10,5 | 7,3 | 6,5 | 7,3 | 7,3 | 5,9 | 7,9 | 9,9 | 7,0 |

Durant la période 2000-2009, la moyenne annuelle des précipitations s'élève, sur le secteur d'étude, à 825 mm. Elle varie entre un minimum d'environ 660 mm en 2005 et un maximum d'environ 940 mm en 2008.

La température annuelle moyenne est de 11,7°C, avec un pic à 12,4°C en 2003, et un minimum à 11,2°C en 2005.

L'ETP (Evapotranspiration potentielle) annuelle moyenne, calculée d'après les données de Météo France, est de 620 mm.

## 4.3.2 Principe du bilan hydroclimatique

Réaliser un bilan hydroclimatique sur un bassin versant consiste à dresser le bilan des entrées et des sorties d'eau de ce système. Il peut se résumer par la relation suivante :

$$P = ETR + Q$$

Avec : P = précipitations (mm) ;
ETR = évapotranspiration réelle (mm) ;
Q = pluie efficace correspondant à la somme de R (ruissellement) + I (infiltration) ;
P constituant le terme entrant (E) et ETR, I et R constituant les termes sortants (S).

Ce bilan peut se révéler:

- équilibré, si (E) = (S) ;
- déficitaire, si (E) < (S), ce qui se traduira par un appauvrissement de la réserve globale en eau ;
- ou enfin excédentaire, si (E) > (S), ce qui permettra une recharge des nappes.

Le calcul du bilan hydroclimatique nécessite, en premier lieu, d'estimer l'évapotranspiration réelle (ETR). Celle-ci se détermine à partir des valeurs mensuelles de d'ETP et de la pluviométrie P.

On admet que les premières couches du sol et du sous-sol contiennent un stock optimum d'eau (soit la portion de réserve hydrique mobilisable, RFU) qu'il faut reconstituer avant qu'il puisse y avoir ruissellement, et dont une partie est mobilisée par l'ETP en cas de déficit pluviométrique.

Plusieurs cas de figure se posent :

- Si P > ETP, on admet qu'il y a suffisamment d'eau disponible, et dès lors ETR=ETP ;
- Si P < ETP, on admet que toute la pluie est reprise par l'évaporation. La valeur d'ETR se situera alors entre la valeur d'ETP (valeur maximale), et la valeur des précipitations (valeur minimale). C'est ensuite la réserve hydrique mobilisable stockée dans le sol, la RFU, qu'il faut estimer et qui déterminera la valeur définitive de l'ETR.

La RFU dépend des caractéristiques du sol ; elle a été fixée à une valeur moyenne de 100 mm.

A partir des valeurs de P et de RFU, sont calculées des valeurs de pluie efficace ou débit d'écoulement Q et Q3, exprimées en lame d'eau en mm et en l/s/km$^2$.

Le débit Q (mm) est calculé sur la base des précipitations et de la RFU du mois (m-1).

Le débit Q3 (mm) est calculé en répartissant sur 3 mois la pluie efficace, en additionnant 50 % de l'écoulement du mois (m0), 30 % de l'écoulement du mois précédent (m-1) et 20 % de l'écoulement d'il y a deux mois (m-2).

Enfin, le débit spécifique Qs (l/s/km²) traduit la valeur de débit Q rapportée à la surface du bassin versant. Il est estimé de la manière suivante :

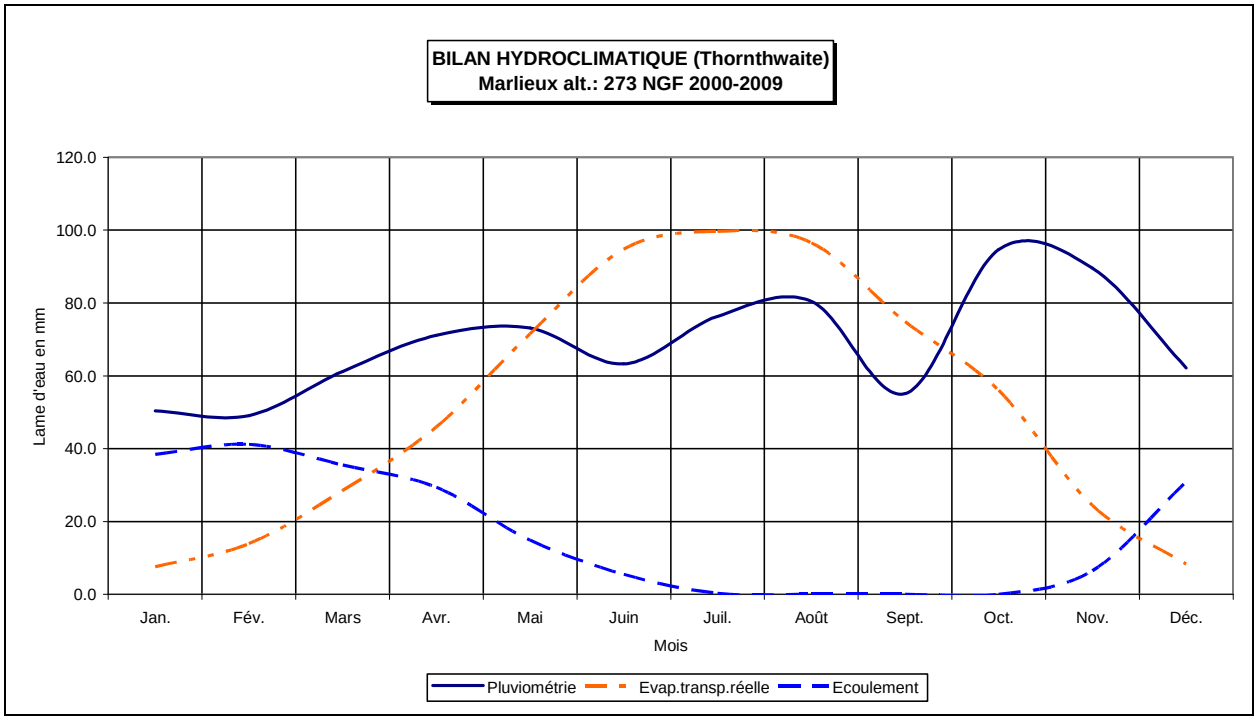
$$Qs = \frac{Q3 \times 10^6}{(\text{nb jours dans le mois}) \times 24 \times 3600}$$

### 4.3.3 Résultats

Le tableau suivant présente le bilan hydroclimatique à l'échelle mensuelle, calculé à partir des valeurs mesurées entre 2000 et 2009 :

BILAN HYDROCLIMATIQUE — Station : MARLIEUX (273 m) — Année : 2000-2009 — RFU init 100

| Mois | Jan. | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pluvio.(mm) | 50.4 | 49.1 | 61.2 | 71.1 | 73.1 | 63.3 | 76.3 | 80.5 | 55.1 | 94.7 | 89.5 | 62.2 | 826.5 |
| Temp(degC) | 2.7 | 4.4 | 7.7 | 11.1 | 15.7 | 19.6 | 20.4 | 19.8 | 16.3 | 13.0 | 6.8 | 2.9 | 11.7 |
| ETP(mm) | 7.6 | 13.9 | 28.5 | 46.0 | 71.5 | 94.8 | 99.7 | 96.5 | 74.9 | 56.0 | 24.4 | 8.3 | 622.1 |
| RFU | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 68.5 | 45.1 | 29.0 | 9.2 | 47.9 | 100.0 | 100.0 | |
| ETR(mm) | 7.6 | 13.9 | 28.5 | 46.0 | 71.5 | 94.8 | 99.7 | 96.5 | 74.9 | 56.0 | 24.4 | 8.3 | 622.1 |
| Q(mm) | 42.8 | 35.2 | 32.7 | 25.1 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.1 | 53.9 | 204.4 |
| Q3(mm) | 38.4 | 41.2 | 35.5 | 29.4 | 14.9 | 5.5 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.5 | 30.9 | 202.6 |
| Qs(l/s/km2) | 14.3 | 17.0 | 13.3 | 11.3 | 5.6 | 2.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 11.5 | 6.5 |




Des bilans ont été calculés pour toutes les années de 2000 à 2009 (cf. annexe 06).

**Avec une pluviométrie annuelle moyenne de 820 mm, la pluie efficace est de l'ordre de 200 mm, ce qui représente un débit spécifique de 6,5 l/s/km$^2$ pour l'année moyenne 2000-2009.**

Pour l'année dite « sèche » de 2003, la pluviométrie a été de 720 mm et la pluie efficace de l'ordre de 200 mm (Qs = 6,5 l/s/km$^2$). Localement, l'année 2005 a donc été une année plus sèche que 2003, avec une pluviométrie de l'ordre de 660 mm et une pluie efficace de l'ordre de 210 mm (Qs = 7,3 l/s/km$^2$) et l'année 2006, bien que plus arrosée que 2003 (825 mm de précipitations), présente un bilan plus maigre avec une pluie efficace de 200 mm, et un débit spécifique (Qs) de seulement 5,9 l/s/km$^2$.

Sur ces 10 années, la pluie efficace a fluctué entre 190 mm (2004) et 325 mm (2008).

Les précipitations moyennes étant inférieures à l'évapotranspiration (ETR) moyenne entre juin et septembre, la réserve (RFU) est sollicitée du mois de juin jusqu'au mois de septembre. Ceci a pour effet de ralentir les écoulements, qui deviennent très faibles entre juillet et octobre.

**On retiendra un débit spécifique moyen de l'ordre de 6,5 l/s/km² qui se répartira entre ruissellement et infiltration.**

Le Grand Rieu collecte quasiment l'ensemble des écoulements du bassin versant (à l'exception de petits fossés en bords de Saône). Nous pouvons donc estimer le volume d'eau disponible pour l'infiltration (recharge de la nappe exploitée à Port Masson) en déduisant au débit spécifique du bassin versant, le débit du Grand Rieu à Port Masson (afin d'être dans les conditions les plus pessimistes nous utiliserons le débit maximal connu, soit 0,065 m³/s).

| **Exploitation des données hydroclimatiques pour le bassin versant du Grand Rieu** | |
|---|---|
| Surface du Bassin versant du Grand Rieu | 18,4 km² |
| Qs du bassin versant | 6,5 l/s/km² |
| Débit et Qs du Grand Rieu | 65 l/s |
| | 3,5 l/s/km² |
| Débit disponible pour l'infiltration (= Qs – débit du Grand Rieu) | 3 l/s/km² |
| | 55 l/s |
| | 200 m³/h |
| | **4 800 m³/j** |

En période estivale (production maximale), la production moyenne du champ captant est de l'ordre de 4 100 m³/j, avec des pics de production à 5 300 m³/j.

Ces informations nous montrent que **l'infiltration qui s'effectue sur le bassin versant du Grand Rieu suffirait à couvrir la production moyenne actuelle du champ captant en période estivale**.

Toutefois, compte tenu du contexte hydrogéologique local, l'alimentation de l'aquifère est soutenue par la **Saône et sa nappe d'accompagnement** (dans des proportions d'environ 20 % pour le débit de pointe actuel de 5 300 m³/j), ainsi que par la **nappe des cailloutis de la Dombes**.

Remarque : Dans le cadre de l'étude du bassin d'alimentation du captage de Civrieux, un bilan hydroclimatique mixte a été réalisé à partir des données climatiques mensuelles moyennes 2000-2009 de la station de Marlieux pour les températures et de la station de Civrieux (code Météo France : 01105001 - Station Météo France de type manuelle - précipitations uniquement, pas de mesure de température en temps réel) pour les précipitations.
Le débit spécifique moyen calculé était de **8,4 l/s/km².**
En réalisant le même calcul que précédemment, le débit disponible pour l'infiltration serait de 325 m³/h, soit **7 800 m³/j**.

# 5

# Contexte géologique

## 5.1 Contexte régional

D'un point de vue géologique, la zone d'étude peut être séparée en deux domaines distincts :

- **Le Plateau de la Dombes à l'est,** qui appartient à l'extrémité méridionale de la grande dépression tertiaire de la Bresse. Il est constitué d'une « *ossature caillouteuse continue* » (cailloutis et sables ferrugineux des Dombes ; dont l'épaisseur est supérieure à 30 m au niveau de Civrieux) qui repose soit sur les sables pliocènes (Sables de Trévoux) soit, dans la majorité des cas, sur des argiles appartenant au complexe des Marnes de Bresse. Le plateau est recouvert de moraines (dépôts glaciaires) qui sont elles-mêmes recouvertes d'une couverture quasiment continue de limons. La présence de ces limons en surface a permis la mise en place des étangs de la Dombes. Ce plateau est limité à l'ouest par le talus de la « Côtière » ;

- **La vallée de la Saône à l'ouest,** où sont présentes les alluvions anciennes, récentes et actuelles de la Saône qui s'étagent en terrasses alluviales.

D'un point de vue structural, les terrains en présence sont relativement meubles et ils n'ont pas été affectés par une tectonique cassante. Le pendage global de la formation des cailloutis de la Dombes est orienté en direction du nord et de l'ouest.

La figure 03 présente le contexte géologique de la zone d'étude.

## 5.2 Contexte local

La zone de captage de Port-Masson est installée dans le lit majeur de la Saône.

Ces alluvions sont constituées de haut en bas par la série suivante :

- Une couverture argilo-limoneuse ou argilo-sableuse de 1 à 5 m d'épaisseur selon les secteurs ;

- Des formations sablo-graveleuses, pouvant présenter des intercalations de niveaux plus argileux ; elles sont rencontrées jusqu'à 15 à 17 m de profondeur ;

- Un substratum qui peut être directement argileux ou bien présenter tout d'abord un faciès à dominance sableuse (fin Tertiaire) ; il est rencontré jusqu'à 20 à 25 m de profondeur.

Au niveau de Port-Masson, l'alluvionnement est relativement complexe et entrecroise les alluvions de la vallée du Grand Rieu à l'alluvionnement de la Saône. Les alluvions récentes du Grand Rieu (Fz), reposent elles-mêmes sur un cône de déjection torrentiel (Nx) et sur des formations glaciaires (dépôts morainiques - Gx). En amont, sous la couverture limoneuse et morainique, les cailloutis et sables ferrugineux de la Dombes (Fv) sont présents et alimentent le cône de déjection torrentiel. Les cailloutis et sables ferrugineux de la Dombes, constituent la « très haute terrasse Villafranchienne », qui correspond donc à l'encaissant de l'ensemble du système aquifère.

Afin d'améliorer nos connaissances sur le contexte géologique local, et notamment pour préciser l'agencement des différentes couches géologiques entre-elles, nous avons réalisé une **coupe géologique théorique entre la Saône et le plateau de la Dombes**, en passant par les champs captant de Massieux et de Civrieux. Cette coupe est présentée en figure 04.

Ce schéma de la géologie locale montre que l'alimentation en eaux de la zone de captage de Massieux peut être largement dépendante des apports de versant, et notamment des apports provenant des cônes de déjections qui remplissent la vallée du Grand Rieu, ainsi que des apports par la nappe des cailloutis.

Les formations mio-pliocènes, qui constituent le substratum de l'aquifère, présentent des niveaux à dominance sableuse qui peuvent constituer une ressource en eau intéressante (niveau rencontré entre 146,40 m NGF et 121,40 m NGF sur le forage de 71 m réalisé par Cristalline à Genay).

### 5.2.1 Coupes de forages

De nombreux sondages et forages ont été réalisés au niveau de la zone d'étude, entre la Saône, le Grand Rieu et l'autoroute. Leur implantation est reportée sur la figure 05.

Les coupes de forage montrent que l'épaisseur de couverture argilo-limoneuse varie entre 1 et 5 m, et le substratum des formations sablo-graveleuses n'a généralement pas été atteint. Les marnes bleues mio-pliocènes ont uniquement été atteintes sur les sondages :

- S27, à 18 m de profondeur ;
- S30, à 17 m de profondeur ;
- S05, à 19,9 m de profondeur ;
- S01 et S02, à 20 m de profondeur ;
- S04, à 19,5 m de profondeur.

Des intercalations de niveaux à dominance argileuse de quelques mètres d'épaisseur ont été parfois rencontrées.

### 5.2.2 Couverture

Lors de l'étude HORIZONS de 1996 (Etude n°V5113), une campagne de prospection électromagnétique a été réalisée entre la Saône et la route D933, et entre Port-Masson et le lieu-dit « Aigue Passée » au sud du Grand Rieu. Le résultat de cette prospection est placé en annexe 07.

La gamme des conductivités traduit les variations du recouvrement et le passage progressif d'une couverture peu épaisse et/ou sableuse (conductivité faible de 5 à 10 millimhos/m) à une couverture épaisse (> 4 m) et argileuse (conductivité élevée > 20 millimhos/m).

*« On distingue deux zones fortement conductrices :*

- ***Le secteur situé au sud du lieu-dit « Aigue Passée »** : à proximité de ce secteur, mais sur une aire moins conductrice (15 à 20 millimhos/m), le sondage P3-02 montrait la présence d'une couverture argilo-limoneuse sur une épaisseur de 3,70 m. On peut supposer ici une couverture de même nature, mais plus épaisse.*

- ***Le secteur de la gravière, situé au nord de la zone de captage** : les plus fortes conductivités (>30 millimhos/m) pourraient mettre en évidence la nature argileuse des matériaux de décharge (stériles) ou encore la forte minéralisation de l'eau retenue sur le site. Les conductivités comprises entre 20 et 30 millimhos:m traduisent la présence d'une couverture argileuse reconnue sur les sondages S3 (4 m), S4 (3 m + 2 m de sable limoneux), S6 (4,50 m) et S7 (3,50 m) de la campagne de septembre 1995.*

*A contrario, on peut décrire deux grandes zones résistantes, traduisant la présence d'une couverture peu épaisse ou peu argileuse, et par là même n'assurant qu'une protection peu efficace vis-à-vis de pollutions superficielles :*

- ***A l'intérieur du périmètre immédiat et au sud de celui-ci, sur la rive gauche du Grand Rieu :** sur ce dernier site, trois forages ont été réalisés en 1965. Les épaisseurs de couverture reconnues sont de 2,10 m (SM1), 1,40 (SM2) et 0,90 (SM3). Les sondages électriques 31 et 32 de la campagne de septembre 1995 confirment la faible épaisseur de couverture et sa nature plutôt sableuse ($\rho$ = 70 à 120 $\Omega$.m).*

- ***Une vaste zone résistante se développe également vers le nord-est de la zone de captage en direction du versant :** cette zone est recoupée totalement par l'autoroute A46 et est également occupée par deux zones résidentielles qui jusqu'à un passé encore récent n'étaient pas reliées à l'assainissement collectif.*

*De façon générale, les plages vertes (à l'exception de la décharge) de la figure V5113-03 assureraient une protection passive de la nappe, assez efficace, alors qu'au droit des plages jaunes et ocre, les transferts du milieu superficiel vers la nappe seraient facilités. De plus, sur une grande partie de ces plages, la nappe peut passer d'une situation captive à libre. »*

### 5.2.3 Toit du substratum

La campagne de prospection électrique de septembre 1995 avait permis d'affiner la géométrie des alluvions entre le versant et la Saône (cf. annexe 08). On constate un approfondissement progressif du substratum du versant vers les captages, puis une remontée significative avec une réduction de la résistivité des alluvions en direction de la berge de la Saône. La couverture est ici plus épaisse et plus argileuse (conductrice).

Le substratum des alluvions est constitué soit par des argiles, soit par des niveaux sableux présents jusqu'à une profondeur de 20 à 22 m. L'esquisse du toit du substratum, dressée suite à ces résultats, montre un axe de surcreusement orienté nord-est / sud-ouest, partant au nord de Port Masson, passant sous la station de pompage et obliquant vers le sud à partir du ruisseau du Grand Rieu.

Une prospection par panneaux électriques a été réalisée par SEGG (de décembre 2000 à avril 2001) sur le champ captant et ses environs. Celle-ci a été couplée à une prospection par sondages électriques menée par Géo-Investigations en août 2001, ces prospections ont permis de confirmer l'existence de cet axe de surcreusement mais également d'identifier d'autres chenaux également orientés du nord-est vers le sud-ouest.

Les chenaux principaux sont reportés sur la figure 05.

La ligne de puits de Port-Masson semble avoir été positionnée au droit d'une remontée du substratum. Ces puits, d'une profondeur de 15 à 16 m/sol, sont très probablement ancrés dans le substratum. Les piézomètres réalisés en 1996 montraient tous des profondeurs de substratum plus élevées (de 18 à plus de 20 m).

Préalablement au fonçage de drains réalisé sur le puits médian, une prospection géophysique par panneaux électriques a été réalisée début 2010 sur le champ captant et les résultats confirment que deux axes de surcreusement passeraient de part et d'autre de la ligne des puits.

### 5.2.4 Investigations complémentaires

Dans le cadre de la phase 2 de l'étude, des investigations géophysiques ont été réalisées entre le champ captant de Massieux et le captage de Civrieux, afin de préciser l'agencement ainsi que les relations possibles entre les formations alluviales, les cônes de déjection et les formations mio-pliocènes sous-jacentes. L'implantation de ces mesures est reportée sur la figure 06.

#### 5.2.4.1 Principe

La prospection électrique est une méthode non destructive permettant de déterminer indirectement la structure et la qualité des terrains.

Le principe de la méthode électrique est basé sur l'identification des couches de terrains par leur résistivité. Celle-ci varie en fonction de deux paramètres principaux :

- ✓ ***la nature lithologique :*** plus un terrain est argileux, plus sa résistivité sera faible. Ainsi, un sable argileux sera plus conducteur qu'un sable propre ou qu'un grès, un calcaire compact sera plus résistant qu'un calcaire fissuré ou altéré ;

- ✓ ***la teneur en eau et la minéralisation de l'eau :*** un terrain saturé en eau sera beaucoup plus conducteur qu'un terrain sec, plus l'eau d'imbibition sera minéralisée et plus le terrain sera conducteur. La présence d'un fluide très minéralisé dans un terrain rendra celui-ci très conducteur.

Ainsi, en fonction du contexte géologique, nous pouvons, à partir des valeurs de résistivité, déterminer la nature lithologique des terrains rencontrés. La détermination de ces résistivités se fait à partir de l'interprétation des sondages électriques. Cette interprétation aboutit à la détermination d'une coupe géoélectrique du terrain en résistivités, suivant la profondeur.

Exemples de valeurs de résistivités de quelques terrains, exprimées en ohms.mètres :

- ✓ Couverture argilo-sableuse : 25 à 60 Ω.m (conductrice, peu résistante) ;
- ✓ Marnes et argiles : < 25 Ω.m (conductrices à très conductrices) ;
- ✓ Formations sableuses : 60 à 150 Ω.m (semi-résistantes à résistantes) ;
- ✓ Graviers : 150 à 3 500 Ω.m (résistants).

### 5.2.4.2 Etalonnage

Dans le contexte géologique précédemment décrit, les terrains peuvent se traduire par :

- ✓ Couverture et formations argilo-sableuses : 50 à 200 Ω.m (conductrices à semi-résistantes) ;
- ✓ Alluvions sablo-graveleuses sèches : 500 à 800 Ω.m (résistantes) ;
- ✓ Alluvions sablo-graveleuses saturées : 300 à 350 Ω.m (résistantes) ;
- ✓ Substratum : 15 à 75 Ω.m (conducteur à semi-résistant).

Les résultats des sondages électriques ont été étalonnés par rapport aux coupes géologiques observées sur les piézomètres réalisés à Civrieux en 2010. Le tableau suivant présente la correspondance entre la coupe géologique observée et les résultats du sondage électrique réalisé au même emplacement.

**Tableau 1 : Etalonnage réalisé entre un sondage électrique et une coupe géologique vérifiée**

| Profondeur | Coupe géologique de Pz5 | Résistivités mesurées sur SE17 |
|---|---|---|
| 0 - 1,30 m | Terre végétale et couverture argilo-sableuse | 70 Ω.m |
| 1,30 – 8,50 m | Galets avec matrice argilo-sableuse | 100 Ω.m |
| 8,50 – 18,50 m | Argile | 30 Ω.m |
| 18,50 – 24,50 m | Graviers/galets dans matrice sableuse **Hors d'eau** | 500 Ω.m |
| 24,50 – 40 m | Graviers/galets dans matrice sableuse **En eau** | 300 Ω.m |
| > 40 m | Substratum | 50 Ω.m |

### 5.2.4.3 Panneaux longitudinaux

Une série de panneaux longitudinaux (Panneaux M01, M02 et M03) a été réalisée avec une orientation ouest/est, parallèlement au sens d'écoulement du Grand Rieu. L'implantation et les coupes d'interprétation des panneaux électriques sont présentées sur la figure 07a.

Les coupes d'interprétation de ces mesures confirment les éléments décrits sur la coupe géologique, nous observons ainsi :

- En limite ouest du panneau M03 ; des formations résistantes à dominante sablo-graveleuse correspondant à des **alluvions fluvio-glaciaires** (cône de déjection), celles-ci atteignent déjà une profondeur d'environ 10 m à l'ouest de ce panneau ;
- Le **substratum argileux de la vallée du Grand Rieu**, et dont l'épaisseur moyenne diminue d'est en ouest : elle atteint environ 40 m au droit du panneau M01, puis 20 m au niveau du panneau M02 et une dizaine de mètres au niveau du panneau M03 ;
- Des formations plus résistante en surface, dont l'épaisseur moyenne est de 5 à 10 m et dont épaisseur plus importante à l'est (panneau M01) ; celles-ci peuvent correspondent au **cône de déjection et aux alluvions récentes du Grand Rieu** ;
- Les formations **mio-pliocènes à dominante sableuse**, qui sont captées par Cristalline entre 146 et 121 m NGF.

Dans cette configuration, il semble que l'aquifère des alluvions récentes, exploité à Massieux, soit généralement séparé des formations mio-pliocènes par un niveau à dominance argileuse d'une dizaine de mètres d'épaisseur. L'alimentation en eau des alluvions récentes par les formations mio-pliocènes semble uniquement permise au niveau de la limite amont des alluvions récentes où les deux formations sont séparées par un niveau légèrement moins argileux.

### 5.2.4.4 Panneaux transversaux

Une série de panneaux transversaux (panneaux M05, M06 et M07) a été réalisée avec une orientation nord-nord-ouest/sud-sud-est, perpendiculairement au sens d'écoulement du Grand Rieu. L'implantation et les coupes d'interprétation des panneaux électriques sont présentées sur la figure 07b.

Les coupes d'interprétation montrent :

- Sur le panneau M05, la même succession que sur les panneaux longitudinaux : alluvions récentes du Grand Rieu / substratum argileux / formations sableuses mio-pliocènes ;
- Sur le panneau M06, sur la moitié nord du panneau (qui longe le cours du Grand Rieu), nous observons en profondeur la présence de formations plio-quaternaires très résistantes (probablement sablo-graveleuses) ;
- Sur le panneau M07 : des alluvions récentes du Grand Rieu surmontent leur substratum argileux.

### 5.2.4.5 Sondages électrique

Sept sondages électriques ont également été réalisés sur la zone d'alimentation des puits de Massieux. Le résultat de ces mesures est présenté sous forme de 3 coupes d'interprétation sur la figure 08.

Les coupes d'interprétation montrent :

- Sur la coupe 1 : la continuité des cailloutis de la Dombes, d'une épaisseur de 15 à 20 m, jusqu'à ce qu'ils soient érodés par la vallée de la Saône, au droit de laquelle le sondage n°36 indique des formations à dominante argileuse ; les sondages n°31 et n°35 indiquent la présence (en surface) de formations fluvio-glaciaires, potentiellement aquifères (résistivité de 300 Ω.m) ;

- Sur la coupe 2 : la continuité des cailloutis de la Dombes de 10 à 20 m d'épaisseur, entaillés par la vallée du Grand Rieu ; les cailloutis sont présents à faible profondeur sur les plateaux (5 à 10 m) et sont affleurants sur les pentes ;

- Sur la coupe 3 : les cailloutis sont toujours présents, mais des formations fluvio-glaciaires, potentiellement aquifères (résistivité de 300 à 500 Ω.m) font leur apparition sur les zones de plateaux.

# 6

# Contexte hydrogéologique

## 6.1 Aquifères en présence

Quatre types d'aquifères sont identifiés dans la région de la Dombes. Ceux-ci sont décrits ci-dessous.

La zone de captage de Massieux est implantée sur les alluvions récentes de la Saône (Fz), reposant elles-mêmes sur un cône de déjection torrentiel (Nx) et sur des formations glaciaires (dépôts morainiques - Gx). Sous la couverture limoneuse et morainique des versants, les cailloutis et sables ferrugineux de la Dombes (Fv) sont présents et alimentent le cône de déjection torrentiel.

### 6.1.1 Les nappes alluviales

Plusieurs nappes alluviales sont présentes dans la région de la Dombes (Saône, Rhône, Ain, Grand Rieu…).

La zone de captage est implantée au droit des alluvions récentes de la Saône, elle exploite la nappe d'accompagnement de cette rivière.

Dans le référentiel du SANDRE (service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau), l'entité hydrogéologique exploitée à Massieux est référencée ainsi :

- Code dans le référentiel des masses d'eau : 151e
- Libellé de l'unité hydrogéologique : Dombes Sud – Plaine de la Saône Sud

Et du point de vue de la DCE, la masse d'eau est référencée :

- n°FRDG305 : « Alluvions de la Saône entre le confluent du Doubs et les Monts d'Or + Alluvions de la Grosnes »

### 6.1.2 La nappe des cailloutis de la Dombes

Cet aquifère est le seul à être continu sous le plateau de la Dombes. Il constitue une ressource d'intérêt régional et la majorité des forages d'exploitation de la région de la Dombes sollicitent cette ressource.

La synthèse hydrogéologique de la Dombes réalisée par BURGEAP en 1995, a permis d'identifier au sein de cet aquifère, quatre principaux bassins versants hydrogéologiques :

- Un bassin « Veyle – Reyssouze », avec un écoulement piézométrique orienté vers le nord ;
- Un bassin « Chalaronne », avec un écoulement orienté vers le nord-ouest ;
- Un bassin « Dombes sud », avec un écoulement orienté vers le sud ;
- Un bassin « Dombes ouest » où le sens d'écoulement de la nappe des cailloutis s'oriente vers l'ouest et le sud-ouest, en direction de la Saône.

**La zone d'étude se situe sur le bassin hydrogéologique « Dombes Ouest ».**

La figure 09 présente l'hydrogéologie de la nappe des cailloutis (piézométrie et limite des bassins versants hydrogéologiques) d'après la synthèse hydrogéologique de la Dombes réalisée en 1995.

Avec un sens d'écoulement général orienté vers l'ouest et le sud-ouest, la nappe des cailloutis arrive à son exutoire « en surplomb » par rapport à la vallée de la Saône. Le raccordement entre les deux aquifères s'effectue par l'intermédiaire du cône de déjection rissien. L'écoulement de la nappe peut alors se faire selon trois modes :

- Un raccordement de la nappe des cailloutis avec le cône de déjection (écoulement continu) ;
- Des sources (situation observée à Civrieux) ;
- Un cours d'eau qui en entaillant la « Cotière » peut drainer la nappe (le Grand Rieu est dans ce cas).

### 6.1.3 La nappe glaciaire

Cette appellation correspond à la ressource contenue dans les formations morainiques. Il ne s'agit pas d'une nappe « continue », mais de petits réservoirs aquifères locaux. Les formations morainiques étant très hétérogènes, ces petits aquifères s'établissent au droit de lentilles à dominante sablo-graveleuse.

### 6.1.4 La nappe mio-pliocène

Les formations mio-pliocènes (marnes bleues et sables) peuvent constituer localement une ressource intéressante en exploitant des nappes contenues dans les intercalations sableuses. Cette ressource est plus intéressante au nord de la zone d'étude, dans la région de la Bresse.

# 6.2 Caractéristiques de la ressource exploitée à Massieux

## 6.2.1 Caractéristiques générales

La zone de captage de Massieux est implantée sur les alluvions récentes de la Saône. Les études hydrogéologiques précédentes (avec modélisation mathématique) ont montré que **les puits de Massieux ne sollicitent pas majoritairement la Saône mais sa nappe d'accompagnement et les apports en eaux souterraines depuis le versant**.

Au droit du champ captant, la nappe alluviale est captive sous une couverture argilo-limoneuse de surface, puis en direction du versant, elle se retrouve rapidement dans des conditions de nappe libre (cf. § 5.2.2. Couverture).

## 6.2.2 Caractéristiques hydrodynamiques

Les résultats des essais de pompage de 1995 sont récapitulés dans le tableau suivant :

| Ouvrages | K (m/s) | T (m²/s) | Rayon d'influence (m) | | Coefficient d'emmagasinement (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Rivière | Versant | |
| **Puits Nord** | $2.10^{-3}$ à $5.10^{-3}$ | $20.10^{-3}$ à $67.10^{-3}$ | > 200 | 500 | 0,04 |
| **Puits Médian** | $2,5.10^{-3}$ | $40.10^{-3}$ | | 200 | 0,14 |
| **Puits Sud** | $6,5.10^{-3}$ | $40.10^{-3}$ à $60.10^{-3}$ | | 300 | 0,045 |

*« Les très faibles coefficients d'emmagasinement sont liés à l'état de captivité de la nappe sur les trois puits. Les surabattements très importants rencontrés sur les P1 (Médian) et P2 (Nord) confirment le colmatage de ces ouvrages, surtout en ce qui concerne le puits P1 Médian.* ***Les rayons d'influence étaient très nettement plus importants que ne le laisserait supposer la proximité de la Saône, celle-ci est très probablement colmatée.***

***Un pompage de quatre jours*** *a été réalisé afin de mener les essais de traçage dont il sera fait état plus loin. […]. Cet essai de longue durée, qui pourrait être apparenté à un régime de pompage permanent, permet de dresser l'allure du cône d'influence lié à l'exploitation des puits P1 et P2 à 150 $m^3$/h chacun (figure V5113-06****). Ce cône présente une très forte anisotropie vers le versant. Ceci confirme la part prépondérante jouée par celui-ci et par la nappe proprement dite dans l'alimentation du captage. A contrario, la Saône semble de ce fait très colmatée.*** *»*

### 6.2.3 Caractéristiques hydrodispersives

Le traçage radial convergent réalisé en 1996 a permis d'estimer les caractéristiques hydrodispersives de l'aquifère :

- Porosité cinématique : 3,8 %
- Dispersivité longitudinale : 4,33 m

### 6.2.4 Piézométrie

Nous avons réalisé une campagne piézométrique au cours du mois de juin 2010.

Celle-ci a été complétée (mesures complémentaires de phase 2) par la recherche de points d'eau complémentaires et un nivellement de l'ensemble des points d'eau recensés et de la ligne d'eau du Grand Rieu.

L'esquisse piézométrique réalisée suite à l'interprétation des mesures réalisées est présentée en figure 10. Celle-ci montre :

- L'existence de plusieurs aquifères distincts : la nappe des alluvions récentes (exploitée par le champ captant de Port Masson), la nappe des cailloutis et sables ferrugineux de la Dombes (exploitée à Civrieux), des nappes contenues dans les alluvions fluvio-glaciaires et les dépôts morainiques (souvent perchées et de faible extension). Sur l'esquisse piézométrique, les niveaux piézométriques de la nappe des alluvions récentes ont été corrélés à certains niveaux piézométriques mesurés sur le versant (nappes fluvio-glaciaires et morainiques) et le niveau piézométrique de la nappe de cailloutis (plus profond) a également été reporté ;
- Le sens d'écoulement général des eaux souterraines s'effectue de l'est vers l'ouest, du plateau de la Dombes vers la Saône ;
- Le gradient piézométrique diminue significativement entre la route D933 et la Saône ; il passe d'environ 2 % sur le versant à environ 0,3 % sur la plaine alluviale proprement dite ;
- En remontant sur le bassin versant du Grand Rieu, la plupart des points d'eau recensés correspondent à des aquifères perchés (les niveaux piézométriques mesurés ne se corrélant pas avec les autres points disponibles et présentant des cotes bien supérieures aux cotes attendues) ;
- Le Grand-Rieu draine les eaux souterraines sur la partie amont du bassin versant, jusqu'à la route D141 ; en aval, entre la D141 et la Saône ; les relations entre nappe et rivière sont moins évidentes et le ruisseau peut être colmaté et déconnecté par rapport à la nappe ;
- Au niveau du champ captant, la forme des isopièzes qui se développent en direction du versant, correspondant à une phase de pompage, permet de confirmer que les puits sont alimentés par le versant mais ne permet pas de s'avancer sur la contribution de la Saône.

## 6.2.5 Relation nappe / Saône

Lors de l'étude hydrogéologique de 1996, HORIZONS a réalisé un traçage global entre la Saône et les captages, afin de préciser les relations entre la rivière et la nappe en conditions de pompage.

Ces essais ont permis de conclure que **les berges de la Saône sont plus colmatées sur la moitié nord du champ captant et un peu plus perméables sur la moitié sud**. Ces observations étaient de plus bien corroborées avec celles des mesures électromagnétiques.

L'approche faunistique, réalisée lors de la même étude, avait confirmé que la zone d'étude correspondait à celle ***« d'une rive colmatée et d'une berge désoxygénée en conséquence de ce colmatage »***. Cette situation explique donc directement les conditions réductrices qui sont observées sur les eaux du champ captant.

De plus, les teneurs en nitrates mesurées dans le puits Médian (23 mg/l) alors que la concentration moyenne de la Saône en nitrates est proche de 10 mg/l et dépasse rarement 18 mg/l, confirment que l'alimentation du champ captant n'est pas assurée majoritairement par la rivière.

## 6.2.6 Relation nappe/ Grand Rieu

D'après les études précédentes, au niveau de la plaine alluviale, les berges et le fond du ruisseau sont colmatés. Celui-ci serait «en position perchée par rapport à la nappe » et il n'y aurait pas d'échanges hydrauliques entre les deux milieux.

Afin de déterminer si le Grand Rieu pouvait alimenter la nappe, des investigations ont été menées en 2002 et 2003 (traçage EKS en 2002 et analyses physico-chimiques des eaux) mais celles-ci n'ont pas permis de mettre en évidence une alimentation du Rieu vers la nappe.

Le nivellement de la ligne d'eau du Grand Rieu, en phase 2 de l'étude, n'a pas permis de déterminer si le Grand Rieu pouvait alimenter la nappe, mais il a permis d'observer que celui-ci draine les eaux souterraines sur la partie amont du bassin versant et jusqu'aux environs de la route RD 141.

# 7

# Modélisation hydrogéologique

## 7.1 But de la modélisation

Une reprise et une extension en direction du versant du modèle hydrogéologique réalisé en 1996 ont été effectuées, afin de tester les hypothèses d'alimentation du champ captant par le versant et la Saône. Le principe de la modélisation et les résultats obtenus sont décrits ci-dessous.

## 7.2 Principe de la modélisation

Le principe de toute modélisation numérique consiste à diviser une zone d'intérêt en mailles, soit un ensemble de petits volumes élémentaires à incrémenter, sur lesquels sont ensuite appliquées les équations de base de l'écoulement en milieu poreux.

Le logiciel de modélisation hydrogéologique, SAGA-HORIZON, que nous avons utilisé, permet de calculer les écoulements dans un système aquifère. Il est basé sur la méthode de calcul des différences finies.

En hydrogéologie, la démarche de modélisation peut être décomposée en deux étapes :

- Une première étape dite de « calage », qui consiste à reproduire par le calcul les écoulements observés dans la réalité, à un moment donné, et ce, en faisant varier les différents paramètres intervenant dans les équations fondamentales.

  Dans le cas présent, le calage a consisté à utiliser les données géologiques et hydrogéologiques recueillies pour restituer « mathématiquement » une piézométrie de référence comparable à celle identifiée sur le terrain. Cette phase de calage consiste donc à fixer les paramètres caractérisant la configuration de l'aquifère et plus généralement, ses propriétés, déterminantes pour l'organisation et le fonctionnement local des écoulements ;

- Une fois le calage effectué, des simulations peuvent être réalisées en faisant varier les paramètres d'entrée de manière à se placer dans les conditions d'un scénario prédéfini. Cette démarche permet ainsi une approche prévisionnelle du contexte hydrogéologique.

La zone modélisée a été discrétisée en mailles de 25 m de côté, resserrées en mailles de 12,5 m X 12,5 m au droit de la zone de captage. Le maillage final est composé de 25 607 mailles actives (176 lignes et 194 colonnes).

## 7.3 Conditions aux limites

Les limites du modèle correspondent à :

- ✓ La Saône à l'ouest ;
- ✓ La limite des cailloutis de la Dombes à l'est ;
- ✓ Les limites sud et nord ont été choisies en fonction de la distance au champ captant et de la piézométrie locale.

Le calage a été réalisé en régime permanent sur une situation piézométrique de moyennes eaux (juin 2010).

L'aquifère modélisé représente le système aquifère des alluvions récentes de la Saône et du Grand Rieu et des cônes de déjections présents dans la vallée du Grand Rieu.

L'option retenue pour cette étude est un modèle monocouche avec une nappe libre.

Les conditions aux limites sont de 3 types :

1. Conditions de potentiel imposé : la cote de la nappe est imposée et le modèle calcule le flux nécessaire pour maintenir la nappe à cette cote. Cette condition a été utilisée sur la limite ouest du modèle pour simuler les échanges entre de la nappe et la Saône.
2. Conditions de flux imposé : le flux traversant la maille est imposé dans le modèle et le programme calcule le potentiel induit par ce flux. Ce type de condition a été imposé à l'ensemble des mailles de la zone modélisée, pour traduire la pluie efficace (précipitations totales diminuées de l'évapotranspiration), évaluée à environ 200 mm/an (Donnée issue du bilan hydroclimatique pour une année moyenne et confirmée par la bibliographie).
3. Conditions de potentiel imposé avec un flux contrôlé : il s'agit de limites mixtes avec un potentiel imposé et un flux transitant entre la nappe et le cours d'eau contrôlé par un coefficient de transfert. Ces conditions correspondent à des mailles de drain, elles ont été utilisées pour modéliser les mailles correspondant au Grand Rieu, en faisant varier le coefficient de transfert selon les secteurs (échanges possibles ou non entre la nappe et le cours d'eau).

Les limites du modèle et les conditions aux limites du modèle sont représentées sur la figure 11.

## 7.4 Paramètres de calage

Le calage du modèle se fait en ajustant des paramètres hydrodynamiques caractérisant la nappe, afin de restituer la piézométrie la plus proche possible de celle mesurée sur le terrain.

### 7.4.1 Perméabilité

La perméabilité caractérise le volume d'eau que l'on peut faire passer dans une section unitaire en un temps donné.

D'après les données bibliographiques existantes, nous avons retenu (cf. figure 12):

- ✓ une perméabilité de $6{,}5.10^{-3}$ m/s (23,4m/h) sur la bordure des cailloutis et sables ferrugineux de la Dombes ;
- ✓ une perméabilité de $1.10^{-3}$ m/s (3,6 m/h) pour les alluvions fluvio-glaciaire rissiennes (Nx) ;
- ✓ une perméabilité de $1{,}5.10^{-3}$ m/s (5,4 m/h) pour les alluvions de basses terrasses (Jy) ainsi que pour le cône de déjection torrentiel qui tapisse la vallée du Grand Rieu ;
- ✓ une perméabilité de $1.10^{-3}$ m/s (3,6m/h) à $6{,}5.10^{-3}$ m/s (23,4m/h) pour les alluvions récentes (Fz). Les plus fortes perméabilités ont été retenues pour le secteur à l'aval, au lieu-dit « La Richassière ».

### 7.4.2 Topographie du substratum

La cote du substratum des alluvions a été établie d'après les résultats de la carte du toit du substratum, réalisée par HORIZONS lors de l'étude de 1995.

Elle est comprise entre 153 m NGF en bordure de Saône et 225 m NGF en bordure est de la zone modélisée, soit au niveau de la zone de captage de Civrieux.

### 7.4.3 Alimentation de la nappe

L'alimentation de la nappe par les pluies efficaces est de l'ordre de 200 mm/an pour une année moyenne. Cette données a été transformée en flux ($2{,}3.10^{-5}$ $m^3/h/m^2$) et appliquée à toutes les mailles « banales » du modèle.

Les apports moyens en provenance des versants ont été estimés par le calage du modèle.

### 7.4.4 Relation nappe-Saône

D'après les études précédentes et les mesures de terrain réalisées, les berges de la Saône sont relativement colmatées. Il est à noter que les mesures réalisées ont montré que les berges de la Saône sont plus colmatées sur la moitié nord du champ captant et un peu plus perméables sur la moitié sud.

La perméabilité sur les mailles correspondantes aux berges de la Saône a été ajustée de manière à obtenir une piézométrie comparable à celle observée en juin 2010.

### 7.4.5 Relation nappe-Grand-Rieu

Le Grand Rieu a été pris en compte dans le modèle en lui appliquant des conditions de potentiel imposé avec un flux contrôlé, afin que le cours d'eau ait la possibilité de drainer la nappe dans les zones où les échanges entre la nappe et la rivière sont permises.

# 7.5 Simulation de calage du modèle

Le calage du modèle est l'étape durant laquelle nous essayons de rapprocher au mieux la piézométrie calculée par le modèle de celle que nous avons pu mesurer sur le terrain. Pour cela, nous pouvons jouer sur certains paramètres du modèle comme la perméabilité ou la cote du mur de l'aquifère.

Lors du calage, nous avons utilisé les niveaux d'eau relevés en juin 2010, qui correspondent à une période de moyennes eaux.

La piézométrie de calage est présentée sur la figure 12. Elle a été comparée à l'esquisse piézométrique réalisée en juin 2010.

Ces résultats montrent que le modèle est correct par rapport aux valeurs réelles.

De plus, le gradient de la nappe est bien reproduit dans le modèle, ce qui montre que le comportement des eaux souterraines dans le modèle se rapproche de la réalité.

# 7.6 Simulations d'alimentation

## 7.6.1 Colmatage de la Saône

Afin de tester l'effet du colmatage de la Saône sur la piézométrie, nous avons réalisé des tests de sensibilité du modèle vis-à-vis du degré de colmatage de la rivière. Pour cela, nous nous sommes référés aux mesures réalisées en 1996 et nous avons retenu le comportement du piézomètre S 05 comme point de comparaison, en utilisant la différence de nappe mesurée en période de pompage sur P1 et P2 (pompage à 150 $m^3$/h sur chacun des puits) et en période de nappe au repos (sans pompage) dans les mêmes conditions que lors des essais longue durée réalisés sur les puits en 1996.

Le rabattement observé lors des essais de 1995 sur le piézomètre S 05 était de 0,37 m.

Les tests de colmatage des berges de Saône réalisés, nous permettent de confirmer que pour reproduire un comportement de l'aquifère au plus proche de ce qui a pu être observé, il est nécessaire de colmater les berges avec une perméabilité de l'ordre de $2{,}5.10^{-5}$ m/s au niveau du champ captant.

Les résultats des trois simulations réalisées pour tester le degré de colmatage de la Saône sont présentés sur la figure 13 et dans les tableaux ci-après.

**Scénario n°1 : Saône décolmatée**

| | |
|---|---|
| Perméabilité des berges de la Saône (en m/s) | Identique aux perméabilités des mailles de bordure |
| Rabattement calculé sur le piézomètre S 05 (en m) | 0,16 m |
| Etendue maximale du cône de rabattement (rabattement ≥ 0,10 m) | 400 m |
| Pourcentage d'alimentation des puits provenant de la Saône | 50 % |

**Scénario n°2 : Saône moyennement colmatée**

| | |
|---|---|
| Perméabilité des berges de la Saône (en m/s) | Entre $2,5.10^{-5}$ m/s (au niveau du champ captant) et $1,25.10^{-4}$ m/s |
| Rabattement calculé sur le piézomètre S 05 (en m) | 0,39 m |
| Etendue maximale du cône de rabattement (rabattement ≥ 0,10 m) | 700 m |
| Pourcentage d'alimentation des puits provenant de la Saône | 18 % |

**Scénario n°3 : Saône très colmatée**

| | |
|---|---|
| Perméabilité des berges de la Saône (en m/s) | Entre $5,5.10^{-7}$ m/s (au niveau du champ captant) et $5.10^{-6}$ m/s |
| Rabattement calculé sur le piézomètre S 05 (en m) | 0,55 m |
| Etendue maximale du cône de rabattement (rabattement ≥ 0,10 m) | 1 100 m |
| Pourcentage d'alimentation des puits provenant de la Saône | < 1 % |

Nous pouvons observer que **le scénario 2 est celui qui se rapproche le plus du rabattement réellement observé** sur le piézomètre S 05. Nous retiendrons donc ces conditions de colmatage et d'apports de la Saône comme calage de notre modèle.

Dans ces conditions, nous pouvons observer que le cône de rabattement se développe à l'intérieur du périmètre de protection éloigné, il dépasse seulement la limite nord, sur environ 150 m au lieu-dit « Les Chanayron ».

## 7.6.2 Simulation de l'influence des futurs régimes de pompages

Nous avons utilisé le modèle afin de simuler l'influence d'un futur régime de pompage maximum possible sur le champ captant (après les travaux de fonçage de drains sur le puits nord), c'est-à-dire 600 $m^3$/h pompés sur les deux puits à drains (centre et nord) en simultané (soit 2 X 300 $m^3$/h).

La figure 14 présente la piézométrie influencée par ce régime de pompage et la différence de nappe par rapport à la piézométrie au repos.

Dans cette configuration, **le modèle indique qu'environ 30 % de l'alimentation des puits provient de la Saône**. Il est à noter que la Saône n'apporte pas plus d'eau pour la même section de berges, mais c'est la longueur de berges sollicitée par le champ captant qui devient plus importante.

Le cône de rabattement engendré par les pompages s'étend en direction du versant et de la plaine alluviale au nord-est du champ captant. Son étendue maximale est d'environ 1 000 m. Le rabattement prévisionnel calculé au niveau du piézomètre S 05 est d'environ 0,85 m.

Dans ces conditions de pompage, le cône de rabattement se développe essentiellement à l'intérieur du périmètre de protection éloigné dont il dépasse la limite nord, sur environ 300 m au lieu-dit « Les Chanayron ».

# 8
# Bassin d'alimentation

Bien que le champ captant de Massieux exploite la nappe des alluvions récentes, le contexte hydrogéologique local montre que des apports importants peuvent provenir du versant et de la nappe des cailloutis de la Dombes. En effet, au niveau de la zone d'étude, la nappe des cailloutis arrive « en surplomb » par rapport à la vallée de la Saône, le raccordement entre les deux aquifères s'effectue par l'intermédiaire du cône de déjection rissien qui constitue un des exutoires de la nappe des cailloutis.

Si une limite amont au bassin d'alimentation des captages devait être établie en tenant compte des apports de la nappe des cailloutis, elle devrait être placée très en amont sur le plateau de la Dombes, au droit de la limite du bassin hydrogéologique tracée lors de la synthèse hydrogéologique de la Dombes (BURGEAP 1995), soit environ 28 km en amont du champ captant, à proximité de la commune de Chalamont (cf. figure 09).

Afin que des actions puissent être mises en place, nous retiendrons seulement le bassin versant topographique du Grand Rieu comme bassin d'alimentation du champ captant de Port Masson. Ce choix est d'autant plus justifié que les risques majeurs pour la qualité des eaux de Port-Masson sont situés sur ce bassin (activités agricoles en amont immédiat de la zone de captage, zone fortement urbanisée en amont, autoroute, activités agricoles importantes sur le bassin versant du Grand Rieu en amont du centre urbanisé de Massieux).

De plus, les fortes concentrations en nitrates mesurées en amont immédiat du champ captant ont une origine locale. Elles sont directement liées aux activités agricoles conduites entre la route D933 et la Saône. Les apports potentiels de la nappe des cailloutis étant plutôt de l'ordre de 30 mg/l et ceux des formations mio-pliocènes inférieurs à 5 mg/l.

La modélisation permet de montrer que la zone d'appel des puits (cf. figure 14) s'étend en direction du versant et de la plaine alluviale vers le nord du champ captant. La zone d'appel est entièrement incluse dans le bassin versant du Grand Rieu, il n'est pas nécessaire d'étendre le bassin d'alimentation plus au nord sur la plaine alluviale.

Dans l'hypothèse de débits de pompage plus soutenus, dans la limite de 600 $m^3$/h (débit autorisé par la DUP et débit maximal soutenu par la station de traitement), soit 14 400 $m^3$/jour, **l'alimentation des puits serait assurée :**

- **par la pluie efficace s'infiltrant sur le bassin versant du Grand Rieu (environ 30 à 50 %) ;**
- **par les apports de la Saône (environ 30 %) ;**
- **par les apports de versant issus de la nappe des cailloutis (environ 20 à 40 %) ;**
- par des apports potentiels des formations sableuses mio-pliocènes sous-jacentes (non quantifiables).

Une coupe schématique de synthèse est présentée en figure 15.

# 9

# Etude environnementale

## 9.1 Généralités

La vulnérabilité d'une zone de captage destinée à l'alimentation en eau potable de la collectivité dépend de plusieurs facteurs liés, d'une part au milieu naturel et d'autre part, à l'impact de l'activité humaine.

Concernant le milieu naturel, la nature et l'épaisseur des formations superficielles sont des facteurs essentiels, L'activité humaine se traduit, quant à elle, par l'occupation agricole des sols, le type d'urbanisation, mais également les activités artisanales et industrielles.

## 9.2 Protection naturelle de la nappe

La protection naturelle de la nappe est fonction de la qualité de la couverture, elle dépend donc de la nature et de l'épaisseur des formations superficielles argilo-limoneuses. Plus la couverture sera épaisse et de nature argileuse et plus la protection de la nappe vis-à-vis des pollutions de surface sera efficace.

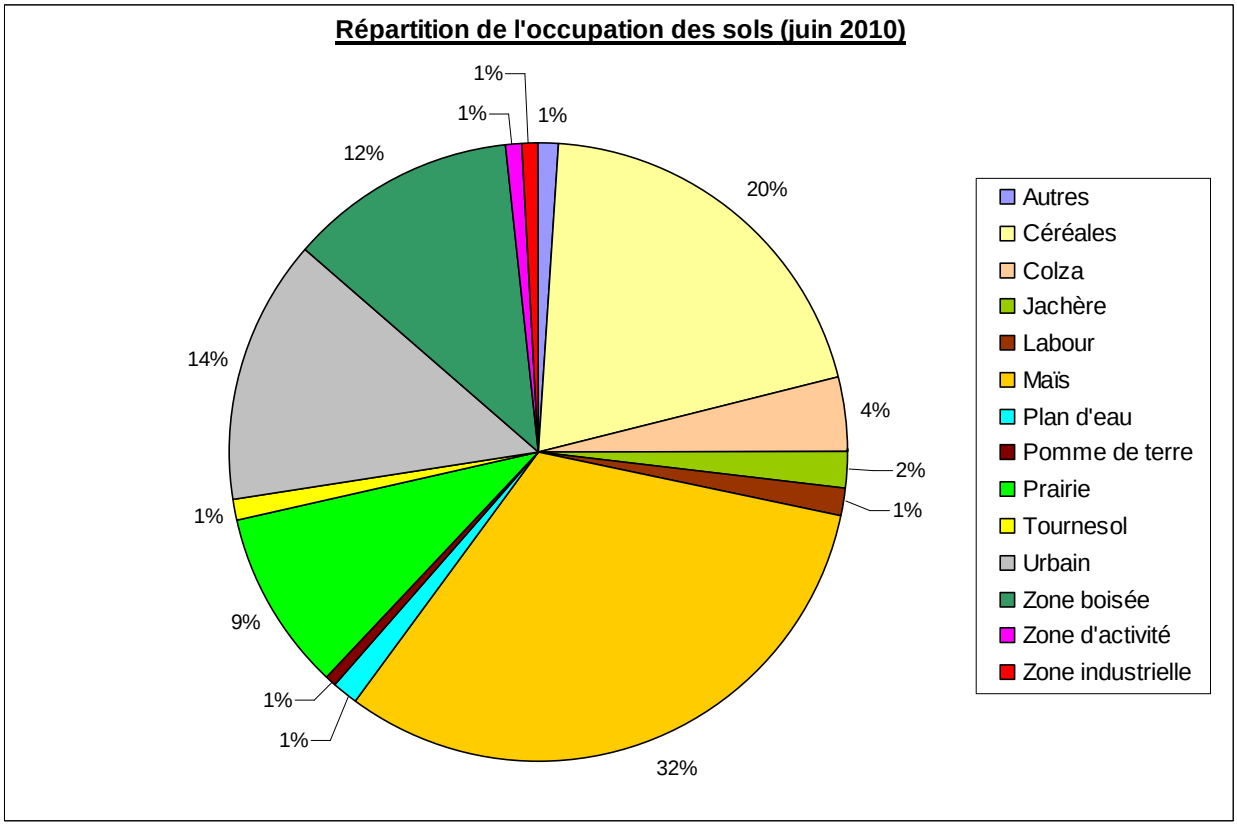
La qualité de la couverture est bien connue en amont immédiat du champ captant (cf. §.5.2.2), mais en amont de la D933 nous ne disposons pas de données qui nous permettent d'évaluer la protection de l'aquifère.

## 9.3 Occupation des sols

L'occupation des sols a été relevée en juin 2010 sur la zone d'étude par CPGF-HORIZON Centre-Est, elle est présentée en figure 16.

Elle a été dressée pour une surface englobant la totalité du bassin versant du Grand Rieu.

Le graphique, page suivante, présente la répartition des surfaces en fonction de l'occupation des sols qui a été relevée (statistiques réalisées pour les parcelles comprises sur le bassin versant du Grand Rieu sens strict).




## 9.3.1 Activités agricoles

Le bassin d'alimentation des captages est à dominance urbaine et agricole.

Les surfaces dédiées à l'agriculture couvrent environ 70 % de la surface totale du bassin versant.

Le secteur d'étude est essentiellement occupé par des cultures (59%) qui sont majoritairement des céréales et du maïs. Les zones urbaines occupent 14 % des surfaces étudiées, les zones boisées 12 % et les prairies et les jachères occupent environ 11 % de l'espace restant.

L'environnement proche des puits de Massieux, entre la Saône et la route D933, est occupé essentiellement par des cultures (céréales et maïs).

Les facteurs à risques pour la qualité de la ressource sont directement liés aux apports d'engrais et de produits phytosanitaires sur les cultures et éventuellement de fertilisants sur les prairies.

## 9.3.2 Industries

La zone d'étude est implantée sur un secteur proche d'une vaste zone industrielle qui s'étend sur la commune de Genay, sur les bords de Saône en aval du champ captant. De par sa position en aval des puits, la zone industrielle de la commune de Genay représente un risque de pollution limité pour la qualité des eaux exploitées à Massieux. Seules les entreprises recensées sur la zone d'alimentation du captage peuvent nuire à la qualité des eaux exploitées.

Aucun site classé « Installation Classée pour la Protection de l'Environnement » n'est recensé sur les communes de Civrieux, de Massieux et de Parcieux. A contrario, sur la commune de Genay, on dénombre 10 sites Installations Classées pour la Protection de l'Environnement ; ceux-ci ainsi que leur régime Seveso sont listés dans le tableau suivant :

| Nom de l'établissement | Commune | Régime SEVESO |
|---|---|---|
| BASF Agri-Production | Genay | Seuil A.S. |
| BOUHEY T.P. | Genay | Non Seveso |
| COATEX (Usine 1 Lumière) | Genay | Seuil A.S. |
| COATEX (Usine 2 Ampère) | Genay | Seuil Bas |
| EXTRASYNTHESE | Genay | Non Seveso |
| GENAY AUTO PIECES | Genay | Non Seveso |
| GROUPE LEPINE | Genay | Non Seveso |
| ITW BAILLY COMTE | Genay | Non Seveso |
| ROXANE NORD | Genay | Non Seveso |
| UNIVAR Genay | Genay | Seuil A.S |

Remarque :

Une pollution des sols et de la nappe, aux triazines et acides phénoxy, a été détectée en 1993 au droit du site BASF Agri-production, qui se trouve en limite sud du bassin d'alimentation. La source de pollution était liée à la présence de fuites sur des canalisations enterrées au droit d'une station de traitement des eaux de lavage. Des travaux de réhabilitation ont été réalisés entre 1994 et 1996.

## 9.3.3 Infrastructures

### 9.3.3.1 L'autoroute

L'autoroute A46 passe à proximité du champ captant de Massieux, environ 300 m au nord du puits nord.

Les comptages routiers réalisés en 2007 sur la section d'autoroute A46 « Genay – Les Echets » indiquent un débit journalier moyen de 40 346 véhicules dont 15,50% de poids lourds (source : Conseil Général de l'Ain).

La proximité de l'autoroute constitue un risque de pollution chronique (usages de pesticides et de sel pour l'entretien de l'autoroute) ou accidentelle (renversement d'hydrocarbures ou de substances chimiques dangereuses) important pour la qualité des eaux du champ captant. Cet axe routier est néanmoins équipé dans ce secteur de murs anti-bruit qui limitent également le risque de renversement en contrebas de la chaussée.

Du point de vue des pollutions chroniques, l'autoroute A6 fait probablement l'objet d'un désherbage chimique et nous retiendrons également l'utilisation de sel en période hivernale. Ce dernier influe sur la solubilisation des métaux lourds.

Aucune aire de stationnement autoroutier n'est présente sur la zone d'étude.

Il existe deux bassins d'orage sur la zone d'étude, qui recueillent les eaux de pluies de l'autoroute A6. L'exutoire de ces bassins est le Grand Ruisseau (ruisseau du Grand Rieu) qui se jette dans la Saône. Pour le linéaire d'autoroute rencontré sur la zone d'étude, il est probable qu'une partie des eaux de pluies soient également rejetées dans de simples fossés. Les eaux de ruissellement sont donc rejetées sur le bassin d'alimentation des puits de Massieux.

Il faut également noter que l'autoroute A6 fait l'objet d'un projet d'élargissement de 2 X 2 voies à 2 X 3 voies entre les communes d'Anse et de Genay. Le bassin d'alimentation du champ captant de Massieux est donc concerné par ce projet. Les travaux devraient avoir lieux entre début 2013 et fin 2014. Durant la phase de travaux, il sera nécessaire d'élaborer un plan de prévention des risques adapté afin de faire face à toute pollution accidentelle, des sols ou des eaux souterraines, pouvant se propager en direction des captages.

#### 9.3.3.2 Voie ferrée et ligne TGV

La voie Lyon-Trévoux qui traverse la commune de Massieux est actuellement abandonnée.

La ligne TGV qui traverse la commune de Civrieux est exploitée pour le transport de voyageurs et de messagerie postale, mais aucun transport de trains de marchandises ou de matières dangereuses n'emprunte cette voie. Sur la commune de Civrieux, le nombre de trains moyens par jour en 2009, dans les 2 sens confondus, était de :

- 2 frets / jour ;
- 184 TGV / jour ;
- 2 circulations diverses / jour (trains vides ou matériel moteur circulant seul).

La circulation maximale, (dans les 2 sens confondus, au niveau de la commune de Civrieux est de 216 trains / jour (le 22 juin 2010).

La maintenance des voies est effectuée par les traitements suivants :

- Ligne LGV, sur la commune de Civrieux, reçoit un traitement sur pistes (largeur de 2, 50 m), de PISTOL EV (Bayer) à 7l/ha (composition : 250 g/l de glyphosate et 40 g/l de DFF sans classement toxicologique) ;
- La ligne 887000, sur la commune de Massieux, reçoit sur voie, banquette et piste du WEEDAZOL TL (Nurafarm) à 15 l/ha (composition : 240 g/l d'aminotriazole).

#### 9.3.3.3 Routes

Les comptages routiers effectués sur les principales routes présentes sur le bassin d'alimentation des captages sont rassemblés dans le tableau suivant :

| Route | D 66 | D 66E | D 43 | D 933 |
|---|---|---|---|---|
| Commune | Civrieux | Massieux | Civrieux | Parcieux |
| Année du comptage | 2005 | 2006 | 2005 | 2007 |
| Nombre de véhicules (% de poids lourds, si disponible) | 7 370 | 2 090 | 5 760 | 14 490 (dont 3,7 % PL) |

*(Source : Conseil Général de l'Ain)*

L'axe routier principal passant à proximité des captages de Massieux est la route D 933, située environ 800 m en amont des puits. Le trafic routier journalier est important sur cet axe et sa position en amont par rapport aux captages en fait une zone sensible vis-à-vis du risque de transfert de pollution (chronique ou accidentelle) vers les puits.

### 9.3.4 Zones urbaines

Les agglomérations de Massieux et de Genay s'étendent en amont du champ captant.

Ces vastes zones urbanisées peuvent constituer des sources de pollutions diffuses non négligeables, notamment vis-à-vis des produits phytosanitaires (désherbants, anti-moisissures, pesticides horticoles divers à usage des particuliers…) utilisés par les particuliers et les collectivités, ainsi que vis-vis des hydrocarbures (fuite de cuves à fuel…).

Compte tenu du contexte urbain en amont du champ captant, la réalisation d'une étude sur l'utilisation de produits phytosanitaires en zone non agricole pourrait apporter des renseignements complémentaires sur le risque de pollution diffuse des eaux souterraines, ainsi que sur les moyens de préventions adaptés (plans de désherbage pour les communes, techniques alternatives et sensibilisation de la population aux bonnes pratiques en matière d'utilisation de produits phytosanitaires).

### 9.3.5 Assainissement

Environ 1 km au nord de la zone de captage, en bord de Saône, se trouve la station d'épuration de Massieux-Reyrieux-Parcieux (traitement biologique par boues activées) d'une capacité de traitement de 10 000 équivalents habitants. Le milieu de rejet des eaux après traitement est la Saône. D'après le portail d'informations sur l'assainissement communal, au 31 décembre 2010 cette station était conforme en équipement et en performance.

Une seconde station d'épuration est présente sur la commune de Civrieux, plus de 6 km en amont de la zone de captage, dimensionnée pour 1 500 équivalents habitants, il s'agit d'un traitement biologique par boues activées avec un prétraitement des eaux usées. Le milieu de rejet des eaux traitées est le Grand Rieu. D'après le portail d'informations sur l'assainissement communal, au 31 décembre 2010 cette station était conforme en équipement et en performance.

Remarque :

Un projet de création d'une nouvelle station d'épuration performante (capacité : 26 000 équivalents habitants) en remplacement de l'actuelle station d'épuration de Massieux, et qui remplacerait les stations de Saint-Bernard, Trévoux et Massieux, est en cours d'élaboration. Le chantier de construction pourrait débuter en 2011, sous réserve de la faisabilité technique et financière du projet.

### 9.3.6 Fossés et réseau hydrographique

Sur le bassin d'alimentation des captages de Port Masson, le réseau hydrographique est bien développé et il existe également un important réseau de fossés de drainage (drainage urbain et agricole).

Le drainage des pollutions d'origine urbaine et/ou agricole est ainsi facilité. En effet, les rivières et les fossés peuvent concentrer les pollutions (notamment les produits phytosanitaires) et permettre leur ré-infiltration vers les eaux souterraines. Ils constituent donc un vecteur de pollution et présentent un risque notable pour la qualité des eaux souterraines quand ils sont situés dans la zone d'appel des puits de Massieux.

### 9.3.7 Décharge

Une ancienne décharge est présente au nord du champ captant de Massieux, il s'agit d'une ancienne gravière remblayée. Le site a été réhabilité en 2006 et ne présente plus de risque de pollution pour le champ captant.

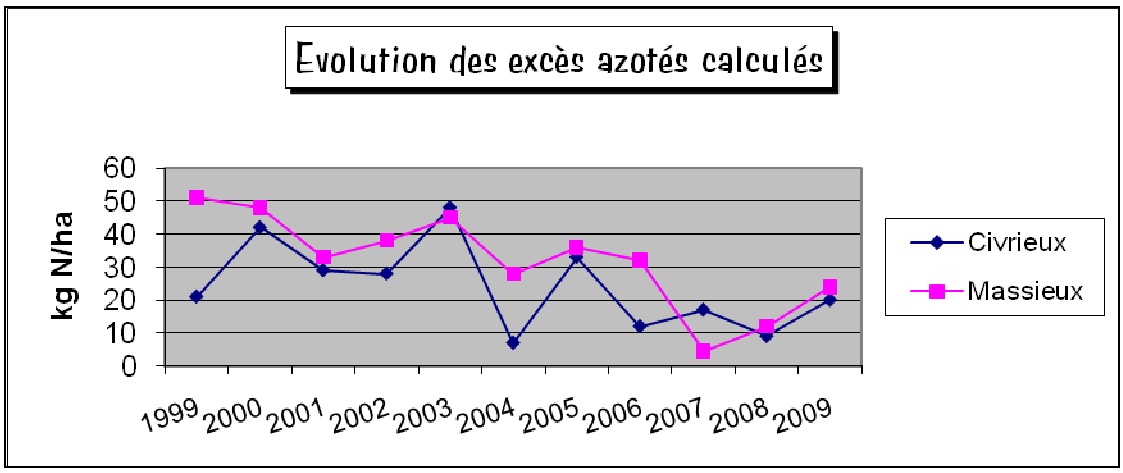
## 9.4 Suivi agronomique

Depuis 1999, un suivi agronomique annuel est réalisé sur une partie des parcelles comprises dans les périmètres de protection rapprochée / éloignée des captages de Massieux.

Les calculs des bilans azotés effectués pour les 11 années de suivi déjà réalisé, montrent :

- Une baisse des excès d'azote en 2004, en raison de conditions météorologiques favorables à des rendements élevés ;
- Une augmentation en 2005, suivie d'une baisse en 2006 et 2007 ;
- Une augmentation importante des excès azotés en 2009 avec des rendements affectés par la sécheresse.

**Figure 1 : Evolution des excès azotés sur les parcelles des périmètres de protection rapprochée des zones de captage de Civrieux et Massieux**
(Source : Ager-Conseil ; suivi agronomique de 2009)




Globalement, une baisse des excès azotés est observée. Les efforts effectués pour l'amélioration des pratiques agricoles dans le périmètre de protection rapprochée des captages de Massieux sont à poursuivre.

# 9.5 Concentrations en nitrates dans les eaux

## 9.5.1 Mesures de juin 2010

Lors de la phase 1 de l'étude et afin d'avoir un premier aperçu des concentrations en nitrates sur le bassin d'alimentation présumé des puits de Massieux, nous avons réalisé en juin 2010 des analyses physico-chimiques sommaires (pH, Conductivité et nitrates) sur différents points d'eau du bassin versant.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau suivant.

| Points d'eau analysés | pH | Conductivité (µS/cm) | Concentration en nitrates en mg/l |
|---|---|---|---|
| Puits Centre | 7,26 | 862 | 8,36 |
| Puits Nord | 7,41 | 706 | < 1 |
| Puits Sud | 7,30 | 831 | < 1 |
| SO1 | 6,99 | 851 | 38,7 |
| SO5 | 6,93 | 869 | 36,1 |
| SO7 | 7,04 | 782 | 15,8 |
| S10 | 6,91 | 861 | 37,4 |
| S11 | 6,90 | 892 | **53,2** |
| S18 | 7,23 | 700 | **96,8** |
| S21 | 6,91 | 777 | 14,1 |
| S27 | 6,92 | 828 | 15,4 |
| S30 | 7,60 | 539 | 18,5 |
| Source de Civrieux | 6,95 | 615 | **28,2** |
| Puits du Bry à Civrieux | 7,07 | 953 | **54,6** |
| Forage à Pouilleux | 7,20 | 597 | **30,4** |
| Le Grand Rieu à Massieux | 8,17 | 663 | 25,5 |
| Le Grand Rieu à Civrieux | 7,71 | 632 | 22,9 |

*En **GRAS** : Concentrations correspondantes à la nappe des cailloutis*
*En **ROUGE** : Concentrations supérieures à 50 mg/l*

L'examen des concentrations en nitrates dans l'espace montre les éléments suivants :

- Selon l'aquifère concerné :
    - La nappe alluviale exploitée au niveau du champ captant de Massieux présente des concentrations en nitrates qui diminuent significativement entre le versant et la Saône (de 97 mg/l à moins de 1 mg/l de nitrates). Ceci est à rapprocher des conditions de milieu nappe-libre (conditions oxydantes) côté versant, et nappe captive (conditions réductrices) au niveau du champ captant en bordure de Saône;
    - La nappe des cailloutis (captage de Civrieux et forage de Pouilleux) : concentration en nitrates proche de 30 mg/l ;

- Des aquifères morainiques « perchés », comme c'est le cas pour la ressource captée par le puits du Bry, qui présentent des concentrations en nitrates importantes (> 50 mg/l).

- Des concentrations en nitrates dans les eaux du Grand Rieu avoisinant 25 mg/l.

## 9.5.2 Mesures de novembre 2010

Lors de la phase 2 de l'étude, une campagne de prélèvements complémentaires portant sur un plus grand nombre de points de mesure a été réalisée. Les concentrations en nitrates, le pH et la conductivité mesurés sur les différents points d'eau en novembre 2010 sont rassemblés dans le tableau suivant.

| Points d'eau analysés | pH | Conductivité (µS/cm) | Concentration en nitrates en mg/l |
|---|---|---|---|
| Puits Nord | 7.35 | 572 | 2.7 |
| Puits Centre | 7.36 | 587 | 7.6 |
| Puits Sud | 7.21 | 563 | 3.3 |
| PZ3 | 7.2 | 677 | 9.4 |
| S01 | 7.25 | 726 | 37.7 |
| S03 | 7.05 | 761 | 1.2 |
| S04 | 7.5 | 535 | 2.4 |
| S05 | 7.05 | 813 | 40.0 |
| S06 | 7.47 | 546 | 4.5 |
| S07 | 7.42 | 575 | 5.6 |
| S10 | 7.28 | 748 | 38.6 |
| S11 | 7.13 | 826 | **59** |
| S13 | 7.55 | 530 | 1.6 |
| S18 | 7.39 | 755 | **126** |
| S21 | 7.17 | 743 | 24.3 |
| S27 | 7.57 | 655 | 8.2 |
| S28 | 7.25 | 745 | 1.3 |
| S30 | 7.8 | 489 | 19.9 |
| Puits mairie | 7.19 | 896 | 51 |
| Source AEP Civrieux | 7.06 | 592 | **28.4** |
| PZ 1 Civrieux | 6.78 | 485 | **55** |
| PZ 2 Civrieux | 7.4 | 703 | **37.2** |
| PZ 4 Civrieux | 7.4 | 411 | **1.2** |
| PZ 5 Civrieux | 7.77 | 381 | **1.4** |
| PZ 6 Civrieux | 7.24 | 578 | **28.6** |
| Forage Pouilleux | 7.5 | 578 | **28.4** |
| Source Civrieux centre | 7.06 | 764 | 47.1 |
| Puits du château de Montribloud (puits de la ferme) | 7.25 | 232 | 13.7 |
| Puits à Saint-Jean-de-Thurigneux (SJ1) | 7.5 | 392 | 21.3 |
| Grand Rieu à Civrieux | 8.04 | 584 | 21.2 |

*En **GRAS** : Concentrations correspondantes à la nappe des cailloutis*
*En **ROUGE** : Concentrations supérieures à 50 mg/l*

La figure 17, présente les concentrations en nitrates de novembre 2010 de façon cartographique.

L'examen des concentrations en nitrates dans l'espace confirme les éléments suivants :

- Selon l'aquifère concerné :
    - La nappe alluviale exploitée au niveau du champ captant de Massieux présente toujours les mêmes caractéristiques vis-à-vis des concentrations en nitrates, qui diminuent significativement entre le versant et la Saône (de 126 mg/l à 1,2 mg/l de nitrates). Ceci est à rapprocher des conditions de nappe libre (conditions oxydantes) côté versant et de nappe captive (conditions réductrices) au niveau du champ captant en bordure de Saône ;
    - La nappe des cailloutis (captage de Civrieux, Pz6 et forage de Pouilleux), dont la concentration se maintient au voisinage de 30 mg/l, à l'exception des piézomètres Pz4 et Pz5 où des conditions de nappe captive induisent une réduction des nitrates ;
    - Des aquifères « perchés » contenus dans les formations fluvio-glaciaires (cônes de déjection) et dans les formations morainiques, qui présentent des concentrations en nitrates variables (de 13,7 mg/l au château de Montribloud à 55 mg/l sur le piézomètre Pz1 de Civrieux).
- Les concentrations en nitrates mesurées dans les eaux du Grand Rieu sont proches de celles observées en juin 2010, entre 20 et 25 mg/l.

# 10

# Analyse multicritère

## 10.1 Principes de l'analyse multicritère

L'analyse multicritère repose sur la hiérarchisation et la pondération de différents critères en fonction de leur importance relative par rapport au problème posé, dans notre cas il s'agira de la vulnérabilité des eaux souterraines. Cette technique nous permettra ainsi d'établir une cartographie simplifiée de la vulnérabilité de la nappe à proximité des captages de Massieux.

Neuf paramètres ont été retenus pour cette analyse. Ils ont été regroupés suivant quatre grands ensembles, que nous avons considérés comme les principaux paramètres susceptibles de conditionner la vulnérabilité des ouvrages AEP :

| Ensembles | Pondération des ensembles | Paramètres | Pondération des paramètres dans chaque ensemble |
|---|---|---|---|
| Hydrogéologie / Géologie | 50% | Distance aux puits AEP | 25% |
| | | Aquifères | 15% |
| | | Epaisseur de la ZNS | 15% |
| | | Qualité de la couverture | 15% |
| | | Epaisseur de l'aquifère | 15% |
| | | Perméabilité de l'aquifère | 15% |
| Environnement | 30% | Occupation des sols | 100% |
| Hydrographie | 15% | Ecoulements superficiels | 100% |
| Géographie | 5% | Topographie | 100% |

Le bassin versant a été discrétisé suivant un maillage suffisamment fin (50 m X 50 m), choisi en fonction de la répartition des données disponibles et permettant d'apprécier les variations de chacun des paramètres retenus.

Chaque maille a ensuite été incrémentée, pour chacun des paramètres, par une valeur comprise entre 1 et 5 correspondant à une classe de qualité. La légende, présentée ci-après, est la même pour tous les paramètres.

| Classe de qualité | |
|---|---|
| 1. Très défavorable | |
| 2. Défavorable | |
| 3. Moyennement favorable | |
| 4. Favorable | |
| 5. Très favorable | |

Les gammes de valeurs attribuées aux 5 classes de qualité sont détaillées dans les paragraphes qui suivent, pour chacun des paramètres impliqués dans l'analyse multicritère.

Ces gammes ont été établies sur la base d'une étude bibliographique.

*Remarque :* l'ensemble de la zone retenue couvre une superficie d'environ 18 $km^2$, et les données disponibles y sont réparties de manière non homogène. La zone située entre la Saône et la route D 933 est la mieux renseignée, elle correspond à la zone d'investigation de l'étude hydrogéologique de 1996.

## 10.2 Délimitation de la zone d'étude

L'aire d'alimentation des captages de Massieux retenue pour l'analyse multicritère correspond au bassin versant du Grand Rieu.

La zone analysée couvre ainsi une superficie d'environ 18 $km^2$, discrétisée en mailles de 50 m x 50 m.

## 10.3 Critères retenus

### 10.3.1 L'hydrogéologie et la géologie

#### 10.3.1.1 La distance aux captages

Ce critère conditionne le temps de transit entre la maille considérée et la zone de captage. Plus le temps de transfert est important, plus les risques de contamination sont réduits (dilution du polluant, dégradation, …).

La répartition de ce critère est présentée sur la figure 18. Les classes de qualité attribuées sont les suivantes :

| Classes de qualité | | |
|---|---|---|
| Très défavorable | 0 – 1 km | |
| Défavorable | 1 – 2,5 km | |
| Moyennement favorable | 2,5 – 5 km | |
| Favorable | 5 – 7,5 km | |
| Très favorable | > 7,5 km | |

### 10.3.1.2 Aquifères

La carte de synthèse de ce paramètre est présentée en figure 19. Les classes de qualité attribuées sont les suivantes :

| Classes de qualité | | |
|---|---|---|
| Très défavorable | Alluvions récentes de la Saône | |
| Défavorable | - | |
| Moyennement favorable | Aquifères fluvioglaciaires et cailloutis de la Dombes | |
| Favorable | - | |
| Très favorable | - | |

### 10.3.1.3 Epaisseur de la ZNS

L'épaisseur de la zone non saturée (ZNS) correspond à la profondeur de la nappe par rapport à la surface. Ce paramètre conditionne le temps de transit entre la surface et l'aquifère. Ainsi, plus la nappe est profonde, moins les risques sont élevés.

La carte de répartition est présentée sur la figure 20.

| Classes de qualité | | |
|---|---|---|
| Très défavorable | 0 – 5 m | |
| Défavorable | 5 – 10 m | |
| Moyennement favorable | 10 – 15 m | |
| Favorable | 15 – 20 m | |
| Très favorable | > 20 m | |

Pour la plaine alluviale, ce critère a été attribué à partir des relevés piézométriques effectués en juin 2010.

Pour la zone en amont de la plaine alluviale, et compte tenu de l'hétérogénéité des profondeurs relevées (liée à la présence de petites nappes perchées dans les alluvions fluvio-glaciaires et les moraines), nous avons choisi d'attribuer un critère de profondeur moyennement favorable.

#### 10.3.1.4 Qualité de la couverture

La carte de répartition de la qualité de la couverture est présentée sur la figure 21. Pour le secteur compris entre le champ captant et la route D 933, elle a été incrémentée à partir de la carte de prospection EM 31.

En dehors de ce secteur et en absence de données de terrain, nous avons choisi d'attribuer un critère moyennement favorable.

| Classes de qualité | Conductivités en millimhos/m | |
|---|---|---|
| Très défavorable | 5 à 10 | |
| Défavorable | 10 à 15 | |
| Moyennement favorable | 15 à 25 | |
| Favorable | 25 à 30 | |
| Très favorable | < 30 | |

#### 10.3.1.5 L'épaisseur d'aquifère

La carte d'épaisseur d'aquifère est présentée sur la figure 22. Les valeurs ont été incrémentées à partir des coupes de forages et des données issues des prospections géophysiques réalisées sur la zone d'étude.

Les classes attribuées en fonction de l'épaisseur d'aquifère, sont les suivantes :

| Classes de qualité | | |
|---|---|---|
| Très défavorable | 0 – 5 m | |
| Défavorable | 5 – 10 m | |
| Moyennement favorable | 10 – 15 m | |
| Favorable | 15 – 20 m | |
| Très favorable | > 20 m | |

Les coupes géologiques des forages présents sur le champ captant de Massieux montrent une épaisseur de formations aquifères comprise entre 10 et 15 mètres.

Le secteur amont a été incrémenté avec un critère de vulnérabilité moyen à très favorable en amont (épaisseur importante de l'aquifère des cailloutis) et un critère défavorable au niveau de la vallée du Grand Rieu en aval du captage des sources de Civrieux (secteur où les cailloutis ont été érodés par le Grand Rieu).

#### 10.3.1.6 La perméabilité de l'aquifère

La carte de perméabilité de l'aquifère est présentée sur la figure 23.

D'après les données bibliographiques existantes, nous avons retenu :

| Classes de qualité | Formations géologiques | Perméabilités équivalentes | |
|---|---|---|---|
| Très défavorable | Cailloutis de la Dombes | > $5.10^{-3}$ m/s | |
| Défavorable | Alluvions récentes Fz | $5.10^{-3}$ – $1,6.10^{-3}$ m/s | |
| Moyennement favorable | Cône de déjection<br>Alluvions de basses terrasses Jy,<br>Alluvions fluvio-glaciaires Nx | 0,3. $10^{-3}$ - $1,6.10^{-3}$ m/s | |
| Favorable | - | $0,3.10^{-3}$ – $10^{-4}$ m/s | |
| Très favorable | - | < $10^{-4}$ m/s | |

### 10.3.2 L'occupation des sols

La répartition de l'occupation des sols a été élaborée sur la base de notre relevé de terrain de juin 2010. Les résultats sont présentés sur la figure 24. Les classes de qualité ont été définies de la manière suivante :

| Classes de qualité | | |
|---|---|---|
| Très défavorable | Zones Industrielles, cultures sensibles (maïs), autoroute A6, bassins autoroutiers, station essence, STEP, voie TGV | |
| Défavorable | Cultures céréalières, zones urbanisées, zones commerciales, camping et axes routiers, | |
| Moyennement favorable | Hameaux dispersifs | |
| Favorable | Pâturages | |
| Très favorable | Prairies et forêts | |

### 10.3.3 Les écoulements superficiels

Plusieurs cas de figure ont été distingués et attribués à des classes de qualité, suivant qu'il y ait ou non présence d'un écoulement superficiel, et suivant que ce dernier soit ou non en relation avec la nappe. La synthèse des connaissances sur le bassin versant laisse supposer que le réseau hydrographique est globalement perché par rapport à l'aquifère alluvial. La vulnérabilité de ce dernier par rapport aux pollutions de surface parait donc faible. Néanmoins il existe des échanges entre l'aquifère alluvial et la Saône.

Les classes de qualité retenues sont les suivantes et sont cartographiées sur la figure 25 :

| Classes de qualité | | |
|---|---|---|
| Très défavorable | Réseau hydrographique en relation avec la nappe | |
| Défavorable | - | |
| Moyennement favorable | Présence de réseau hydrographique<br>Relations avec la nappe : inconnues | |
| Favorable | - | |
| Très favorable | Absence de réseau hydrographique ou réseau hydrographique déconnecté de la nappe | |

### 10.3.4 La topographie

Le dernier paramètre pris en compte dans cette analyse multicritère est le relief, qui influe sur le ruissellement superficiel et l'infiltration.

La répartition spatiale des pentes du bassin versant est présentée sur la figure 26. Elle a été incrémentée à partir des cartes IGN couvrant le bassin versant au 1/25 000$^{ème}$.

| Classes de qualité | | |
|---|---|---|
| Très défavorable | 0 - 1% | |
| Défavorable | 1 – 5 % | |
| Moyennement favorable | 5 – 10 % | |
| Favorable | 10 – 15% | |
| Très favorable | >15% | |

Les problèmes de qualité des eaux rencontrés sur ce bassin versant proviennent essentiellement des zones cultivées et peuvent potentiellement provenir de la zone urbaine et industrielle en amont du champ captant.

Ainsi, sur ce bassin versant, le risque provient d'abord des eaux qui s'infiltrent au droit des cultures et des secteurs sensibles. Les zones présentant les pentes les plus faibles seront donc codées comme étant les plus défavorables car il s'agit des zones les plus sensibles à l'infiltration.

# 10.4 Résultats et zonage des risques

## 10.4.1 Carte de vulnérabilité

Une première carte a été réalisée pour appréhender la vulnérabilité intrinsèque du milieu, hors activité humaine (paramètre « occupation des sols »). Les facteurs de pondération ont été revus en conséquence et sont présentés dans le tableau suivant :

| Ensembles | Pondération des ensembles | Paramètres | Pondération des paramètres dans chaque ensemble |
|---|---|---|---|
| Hydrogéologie / Géologie | 70% | Distance aux puits AEP | 25% |
| | | Aquifères | 15% |
| | | Epaisseur de la ZNS | 15% |
| | | Qualité de la couverture | 15% |
| | | Epaisseur de l'aquifère | 15% |
| | | Perméabilité de l'aquifère | 15% |
| Hydrographie | 20% | Ecoulements superficiels | 100% |
| Géographie | 10% | Topographie | 100% |

Les résultats de cette analyse multicritère sont présentés en figure 27. Ils mettent en évidence la sensibilité naturelle de l'aquifère hors occupation des sols et influence humaine. Nous en retiendrons les points suivants :

- **La vulnérabilité intrinsèque** du milieu est importante sur la partie aval du bassin versant, **entre la Saône et la route D433 ;**
- Au-delà de ce secteur, la vulnérabilité devient moyenne à faible ;
- Dans la partie amont du bassin versant, les zones sensibles sont essentiellement liées au **réseau hydrographique** où la vulnérabilité est de classe moyenne.

## 10.4.2 Carte des risques

La carte de synthèse des risques présentée en figure 28, prend en compte l'occupation des sols et les activités humaines.

Elle a été obtenue par pondération des 9 paramètres sur chacune des mailles de la zone d'étude (cf. paragraphe 10.1), et donne ainsi une note environnementale globale à chaque maille de la zone d'étude.

Le tableau suivant présente la surface du bassin versant impactée par chacune des classes de risques :

| Classe de risque | Nombre de mailles | Surface ($km^2$) | Pourcentage du Bassin versant |
|---|---|---|---|
| 1 - Très important | 0 | 0 | 0 % |
| 2 – Important | 649 | 1,62 | 9 % |
| 3 – Moyen | 5 253 | 13,13 | 71 % |
| 4 – Faible | 1 464 | 3,66 | 20 % |
| 5 - Très faible | 0 | 0 | 0 % |
| Total | 7 373 | 18,43 | 100 % |

Les classes de risque « très important » et « très faible » ne sont plus représentées. Aucun risque majeur ne se dégage de l'analyse multicritère, mais aucune zone n'apparaît totalement dégagée de risques.

L'introduction de l'occupation des sols et de l'influence anthropique dans l'analyse multicritère met en évidence les points suivants :

- **La partie aval du bassin versant présente les risques les plus importants pour la qualité des eaux souterraines** (risque moyen à important). En effet, l'occupation des sols joue un rôle particulièrement important, avec des pressions agricoles, industrielles et urbaines fortes qui peuvent entrainer un déclassement par rapport à la carte de vulnérabilité ;
- Les secteurs présentant une occupation des sols favorable sont reclassés par rapport à leur note de vulnérabilité intrinsèque. C'est le cas notamment pour le périmètre immédiat autour des puits qui est maintenu en prairie, ainsi que pour les zones de prairies et de forêts présentes sur le bassin versant ;
- Les éléments qui montrent le plus de risques pour la qualité de l'eau sont :
    - Les zones cultivées en amont des puits et jusqu'au lieu-dit « Le Vicard » ;
    - La zone artisanale et industrielle de Massieux ;
    - L'autoroute ;
    - Le réseau hydrographique quand il est couplé à une occupation des sols défavorable.

## 10.5 Conclusion partielle

Le bassin d'alimentation des puits de Massieux présente une **vulnérabilité forte dans la plaine alluviale**, entre la Saône et la route D433. Au-delà de ce secteur, la vulnérabilité devient moyenne à faible.

Dans la partie amont du bassin versant, les zones sensibles sont essentiellement liées au **réseau hydrographique** et donc aux secteurs de vallées où la vulnérabilité est de classe moyenne.

Du point de vue des risques, **l'aval du bassin versant présente des risques plus élevés pour la qualité des eaux souterraines**. L'occupation des sols joue un rôle particulièrement important, avec des pressions agricoles, industrielles et urbaines fortes qui peuvent entrainer un déclassement par rapport à la carte de vulnérabilité.

Les éléments qui montrent le plus de risques pour la qualité de l'eau sont :

- Les zones cultivées en amont des puits et jusqu'au lieu-dit « Le Vicard » ;
- La zone artisanale et industrielle de Massieux ;
- L'autoroute ;
- Le réseau hydrographique quand il est couplé à une occupation des sols défavorable.

La comparaison des cartes de vulnérabilité et de risques montre que certaines zones sensibles d'un point de vue géologique, hydrogéologique et géographique, bénéficient d'une occupation des sols favorable par la présence de **zones boisées ou de prairies**, qui limitent le **risque de contamination directe** de la nappe. Ce constat confirme la nécessité de **préserver ces espaces tampons**, garant d'une meilleure qualité des eaux souterraines.

# 11

# Conclusions et recommandations

## 11.1 Rappel du contexte

Le champ captant de Massieux est situé en rive gauche de la Saône, sur le territoire de la commune de Massieux au lieu-dit « Port-Masson ». Celui-ci est inscrit comme « captage prioritaire » dans le SDAGE Rhône-Méditerranée.

Les contextes géologique et hydrogéologique locaux sont relativement complexes avec la présence de plusieurs formations aquifères juxtaposées et/ou superposées. Bien que le champ captant de Massieux exploite la nappe des alluvions récentes de la Saône, des apports importants peuvent provenir du versant (apports des cônes de déjections de la vallée du Grand Rieu et de la nappe des cailloutis). Les formations mio-pliocènes, qui constituent le substratum de l'aquifère, présentent des niveaux à dominante sableuse qui peuvent également constituer une ressource en eau intéressante.

La modélisation a montré que dans l'hypothèse de débits de pompage plus soutenus, dans la limite de 600 $m^3$/h (débit autorisé par la DUP et débit maximal soutenu par la station de traitement) soit 14 400 $m^3$/jour, **l'alimentation des puits serait assurée :**

- par **la pluie efficace** s'infiltrant sur le bassin versant du Grand Rieu (environ **30 à 50 %**) ;
- par les apports de **la Saône** (environ **30 %**) ;
- par les apports de versant issus de **la nappe des cailloutis** (environ **20 à 40 %**) ;
- par des apports potentiels des formations sableuses mio-pliocènes sous-jacentes (non quantifiables).

La chimie des eaux est particulièrement marquée par des concentrations en fer et manganèse importantes, liées au contexte réducteur du champ captant. La particularité de cette zone de captage est également de présenter des teneurs en nitrates notoires (de 10 à 15 mg/l), ce qui est paradoxal dans un contexte réducteur mais qui s'explique par une forte alimentation en provenance du versant avec des eaux très chargées en nitrates (jusqu'à 100 mg/l à l'entrée orientale de la zone de captage). La dénitrification ne se ferait donc pas complètement.

## 11.2 Bassin d'alimentation

Si une limite amont au bassin d'alimentation des captages devait être établie en tenant compte des apports de la nappe des cailloutis, elle devrait être placée très en amont sur le plateau de la Dombes, au droit de la limite du bassin hydrogéologique tracée lors de la synthèse hydrogéologique de la Dombes (BURGEAP 1995), soit environ 28 kilomètres en amont du champ captant, à proximité de la commune de Chalamont.

Afin que des actions puissent être mises en place, nous retiendrons uniquement **le bassin versant topographique du Grand Rieu comme bassin d'alimentation du champ captant de Port Masson**. Ce choix est d'autant plus justifié que les risques majeurs pour la qualité des eaux de Port-Masson sont situés sur ce bassin (activités agricoles en amont immédiat de la zone de captage, zone fortement urbanisée en amont, autoroute, activités agricoles importantes sur le bassin versant du Grand Rieu en amont du centre urbanisé de Massieux).

De plus, les fortes concentrations en nitrates mesurées en amont immédiat du champ captant ont une origine locale. Elles sont directement liées aux activités agricoles conduites entre la route D933 et la Saône. Les apports potentiels de la nappe des cailloutis étant plutôt de l'ordre de 30 mg/l et ceux des formations mio-pliocènes inférieurs à 5 mg/l.

La modélisation permet de confirmer que la zone d'appel des puits s'étend en direction du versant et de la plaine alluviale vers le nord du champ captant.

## 11.3 Résultats de la hiérarchisation des risques

Le bassin d'alimentation des puits de Massieux présente une **vulnérabilité forte dans la plaine alluviale**, entre la Saône et la route D433. Au-delà de ce secteur, la vulnérabilité devient moyenne à faible.

Dans la partie amont du bassin versant, les zones sensibles sont essentiellement liées au **réseau hydrographique** et donc aux secteurs de vallées où la vulnérabilité est de classe moyenne.

Du point de vue des risques, **l'aval du bassin versant présente des risques plus élevés pour la qualité des eaux souterraines**. L'occupation des sols joue un rôle particulièrement important, avec des pressions agricoles, industrielles et urbaines fortes qui peuvent entrainer un déclassement par rapport à la carte de vulnérabilité.

Les éléments qui montrent le plus de risques pour la qualité de l'eau sont :

- Les zones cultivées en amont des puits et jusqu'au lieu-dit « Le Vicard » ;
- La zone industrielle / artisanale de Massieux ;
- L'autoroute ;
- Le réseau hydrographique quand il est couplé à une occupation des sols défavorable.

## 11.4 Orientations

**La préservation de la qualité des eaux souterraines au niveau du champ captant passe par une meilleure gestion des fertilisations azotées et des apports en produits phytosanitaires** sur son bassin d'alimentation, et plus particulièrement sur les secteurs où la vulnérabilité intrinsèque du bassin d'alimentation apparaît la plus élevée (plaine alluviale).

Des **mesures agro-environnementales** devront être mises en place, sur une surface plus étendue que la surface actuellement suivie. Cette zone devra correspondre aux parcelles cultivées entre l'amont immédiat des puits et le lieu-dit « Le Vicard ». Les mesures prises pourront correspondre à :

- L'interdiction d'épandage de produit organique, surtout liquide, de fientes et de produits phytosanitaires dans un rayon de 500 m au contact du périmètre de protection immédiate ;
- Des plans d'actions de bonnes pratiques agricoles, qui seront définis par la réalisation d'un **diagnostic agricole**, réalisé suite à l'étude de définition du bassin d'alimentation des captages.
    - ✓ Limitation de la fertilisation azotée ;
    - ✓ Réduction des doses homologuées d'herbicides ;
    - ✓ Remise en herbe ;
    - ✓ Conversion à l'agriculture biologique.

Compte tenu de la forte urbanisation en amont du champ captant, nous préconisons également la réalisation :

- D'un **diagnostic des utilisations de produits phytosanitaires en milieu non agricole** : ce diagnostic devra s'intéresser aux pratiques mises en œuvre pour l'entretien de l'autoroute, des routes départementales et communales, des infrastructures diverses, mais aussi aux pratiques des particuliers (afin de les sensibiliser au bon usage de ces produits).
- De **plans de désherbage communaux** afin de :
    - ✓ cartographier les zones à risques (élevés à faibles) où l'usage de désherbants serait à proscrire afin de ne pas nuire à la qualité des eaux souterraines mais aussi des eaux superficielles ;
    - ✓ définir des objectifs d'entretien et les méthodes les plus adaptées en fonction du risque ;
- La **mise en place de techniques alternatives au désherbage chimique** selon des **plans de gestion différenciée**, définis en fonction des plans de désherbage, notamment pour l'entretien des zones imperméables et perméables, la gestion des milieux herbacés, le fleurissement alternatif, la gestion des espèces indésirables, la préservation de la faune en ville, l'entretien et la plantation d'arbres en ville.

SIEP Dombes-Saône

# Captages de Massieux

# FIGURES

Étude 10-013A/01

Mai 2011

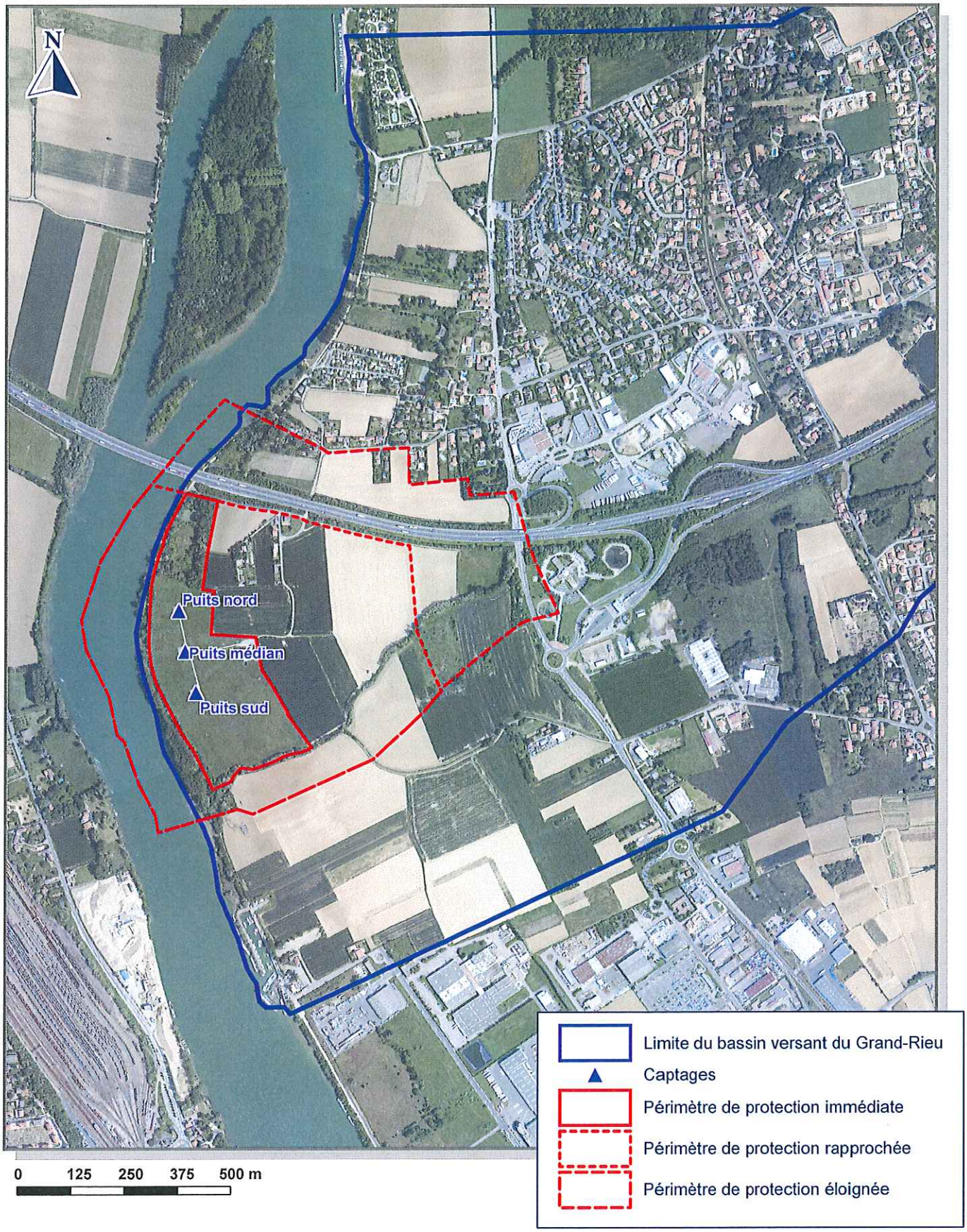
CPGF-HORIZON
Centre-Est
"Le Rivet" 5 allée du Levant - 38300 BOURGOIN-JALLIEU
Tél. : 04 74 18 32 47 - Fax : 04 74 18 32 58
www.cpgf-horizon-ce.com
eau environnement géophysique...
OPQIBI
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
CERTIFICAT N° 08 06 1986

# CARTE DE SITUATION GÉNÉRALE

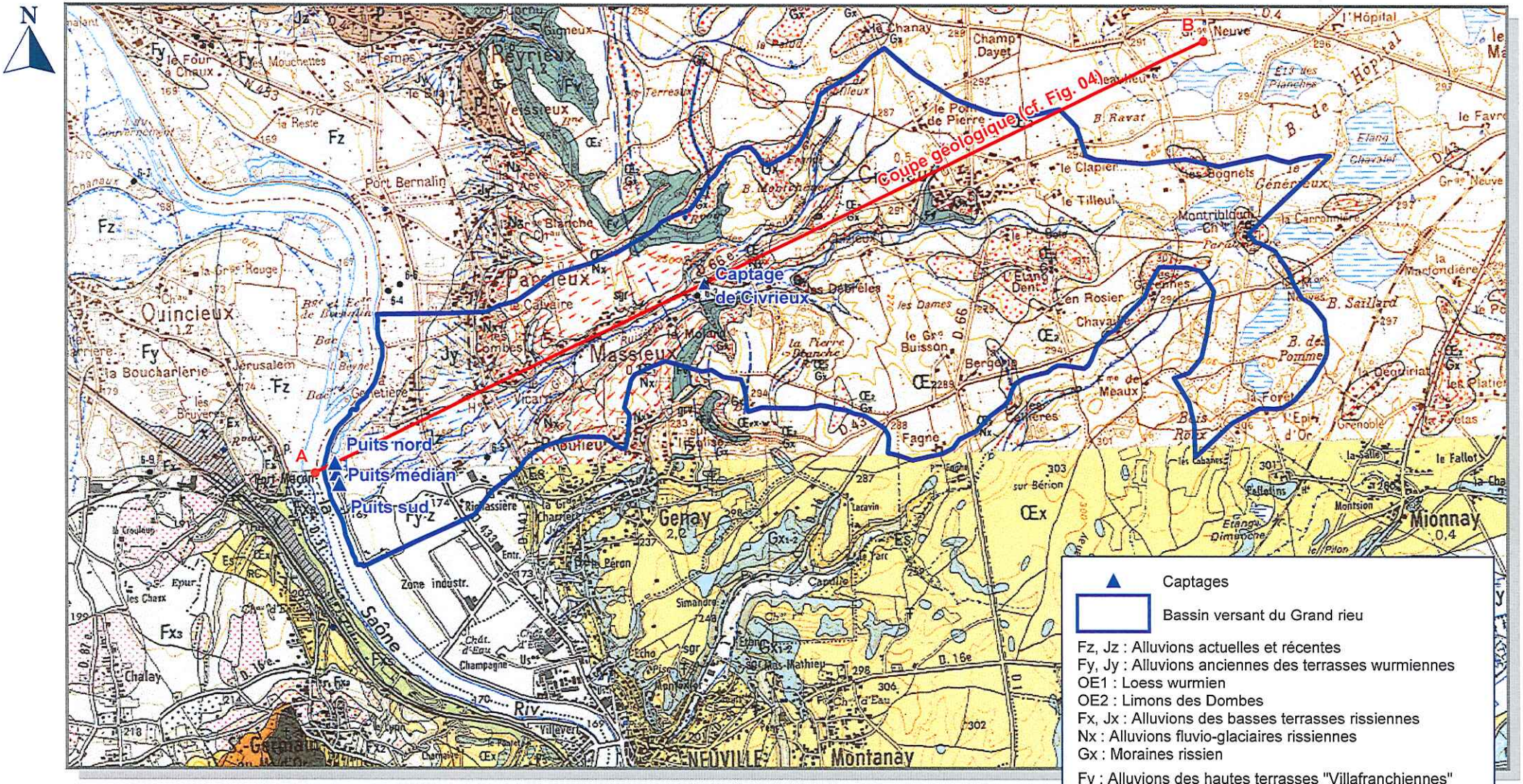




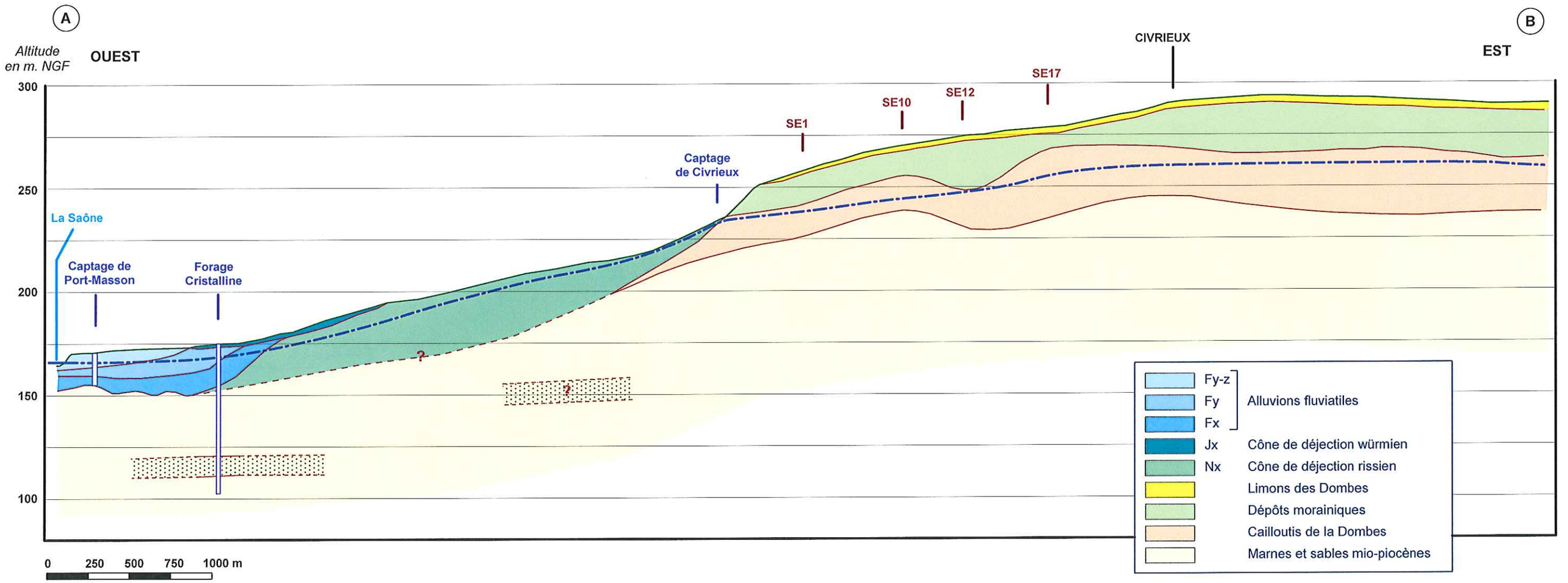

# LOCALISATION DU CHAMP CAPTANT DE MASSIEUX



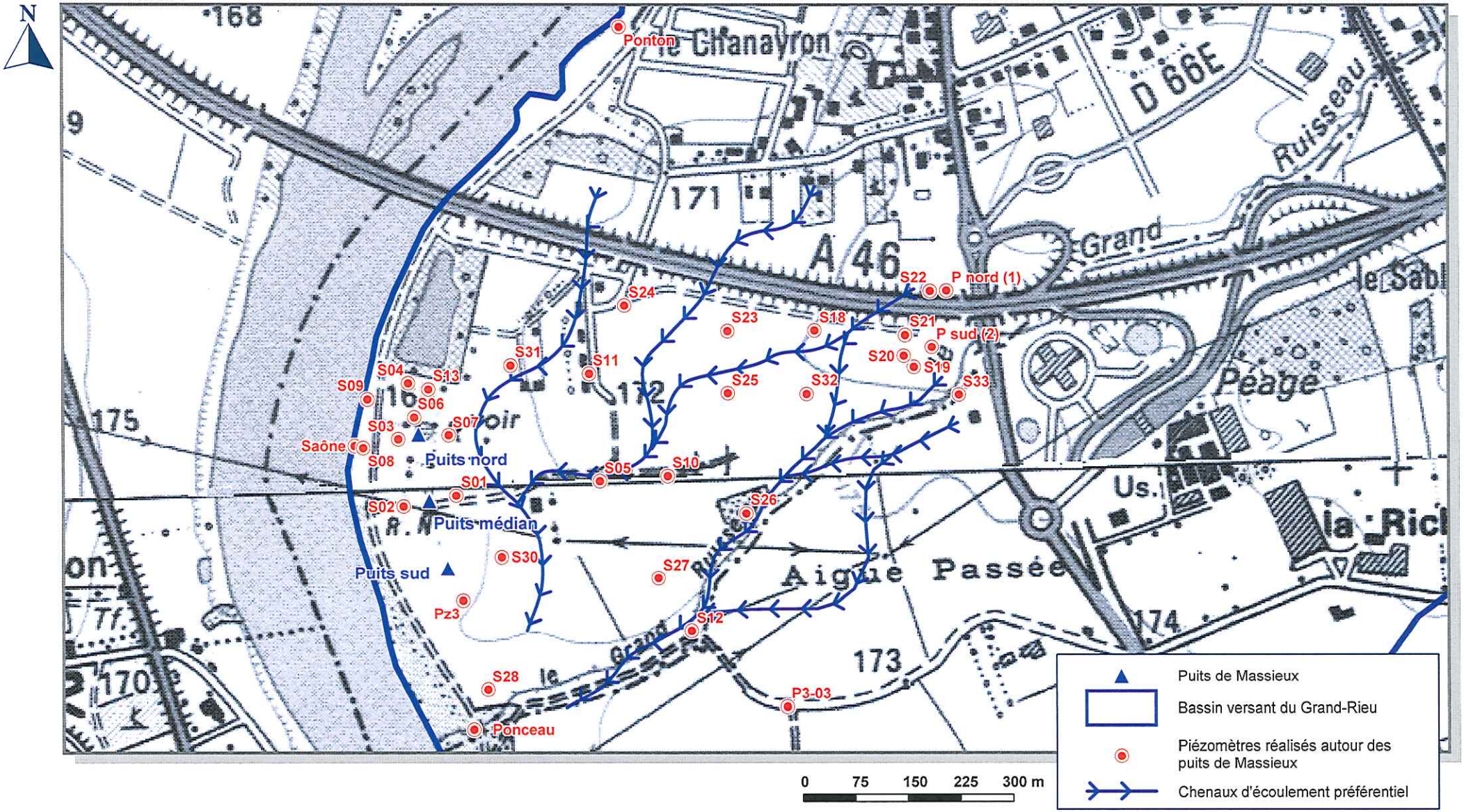
## CONTEXTE GEOLOGIQUE
## (Extrait des cartes géologiques au 1/50 000 de Villefranche-sur-Saône et de Lyon)



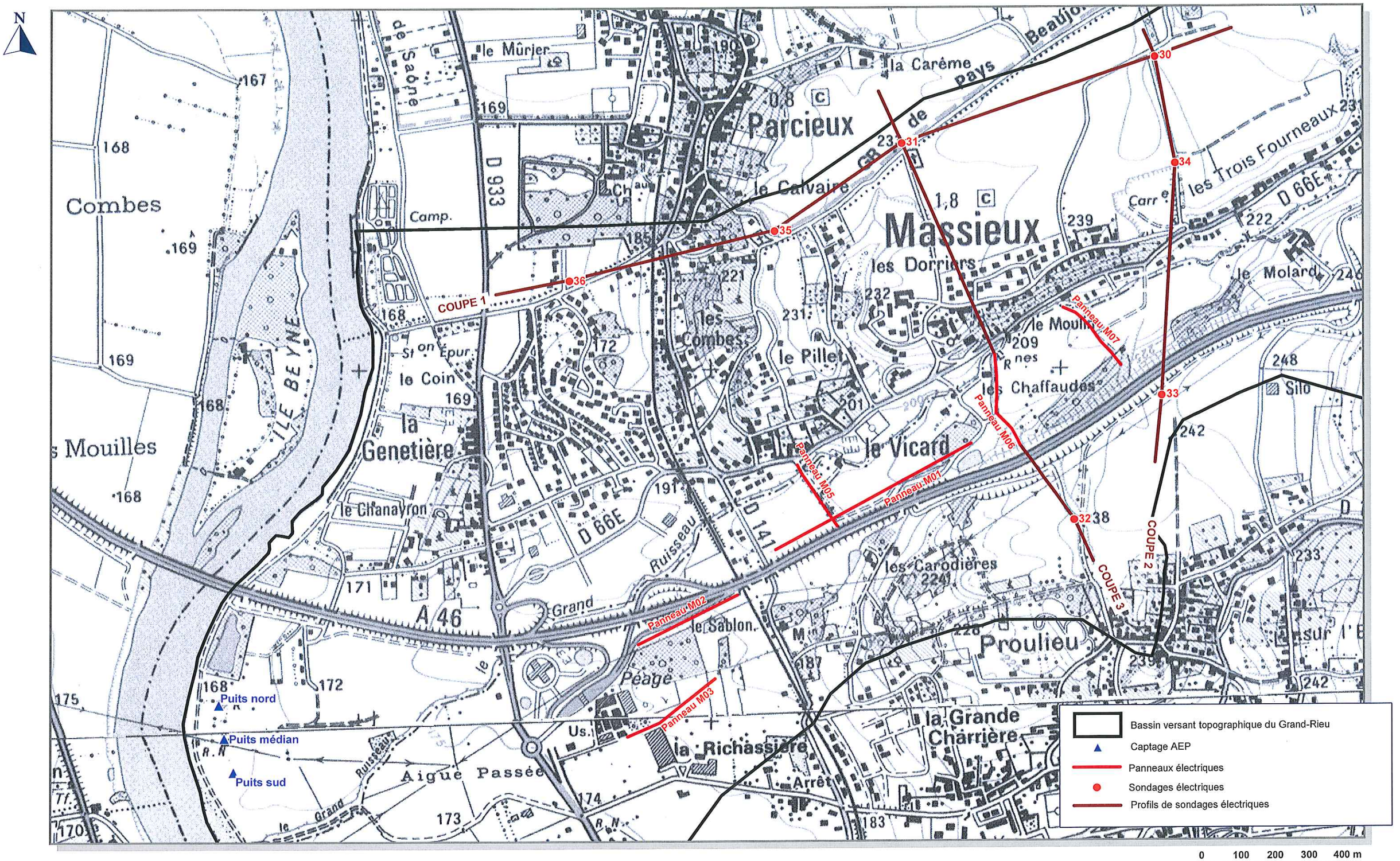
# COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE DU BASSIN D'ALIMENTATION DES CAPTAGES DE PORT-MASSON



## CONTEXTE GEOLOGIQUE LOCAL

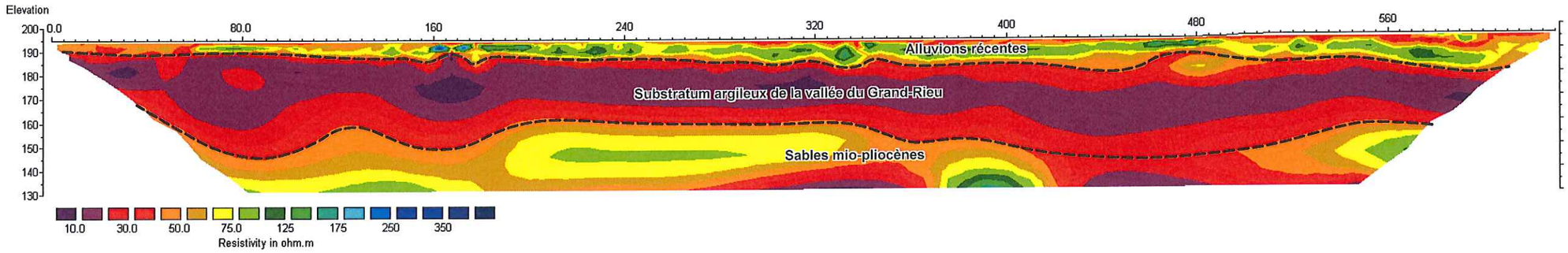


## IMPLANTATION DES MESURES GEOPHYSIQUES

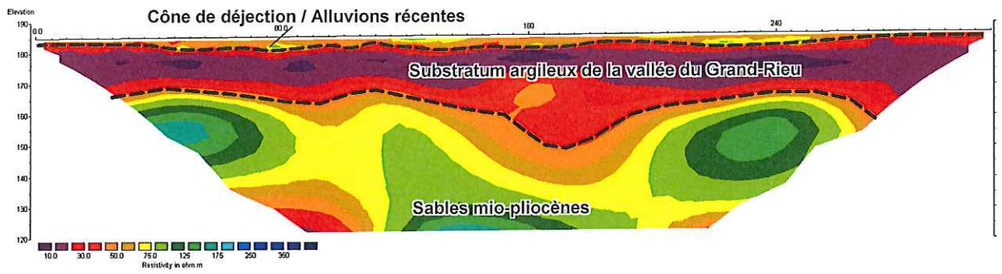


# RESULTATS DES PANNEAUX ELECTRIQUES

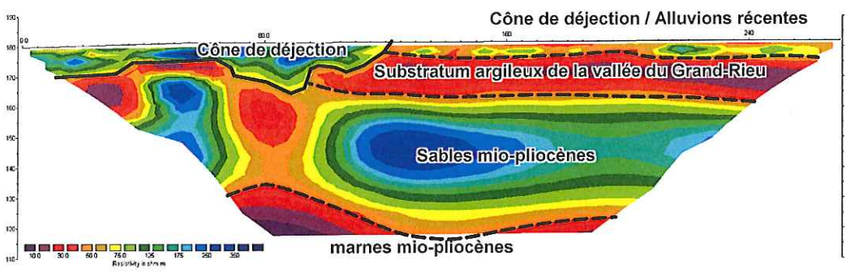
## PANNEAU M01

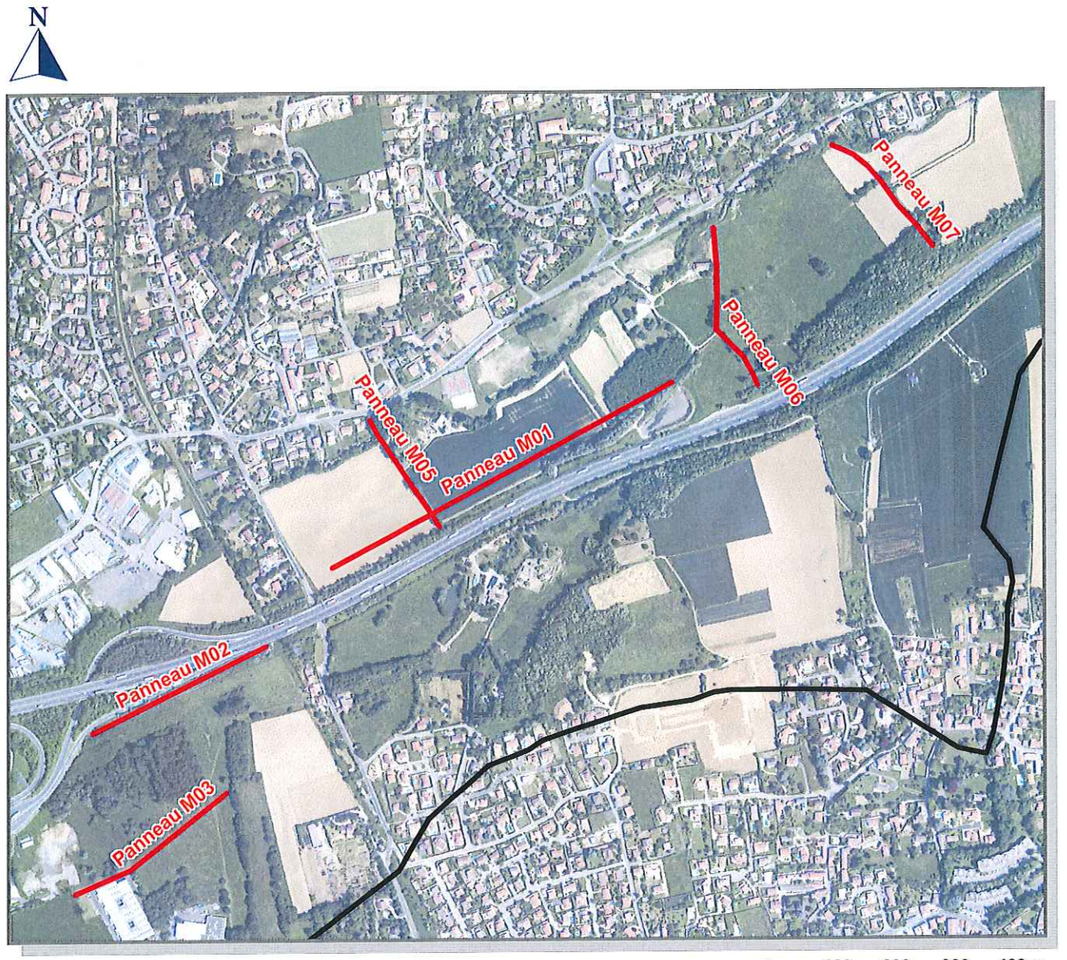



## PANNEAU M02

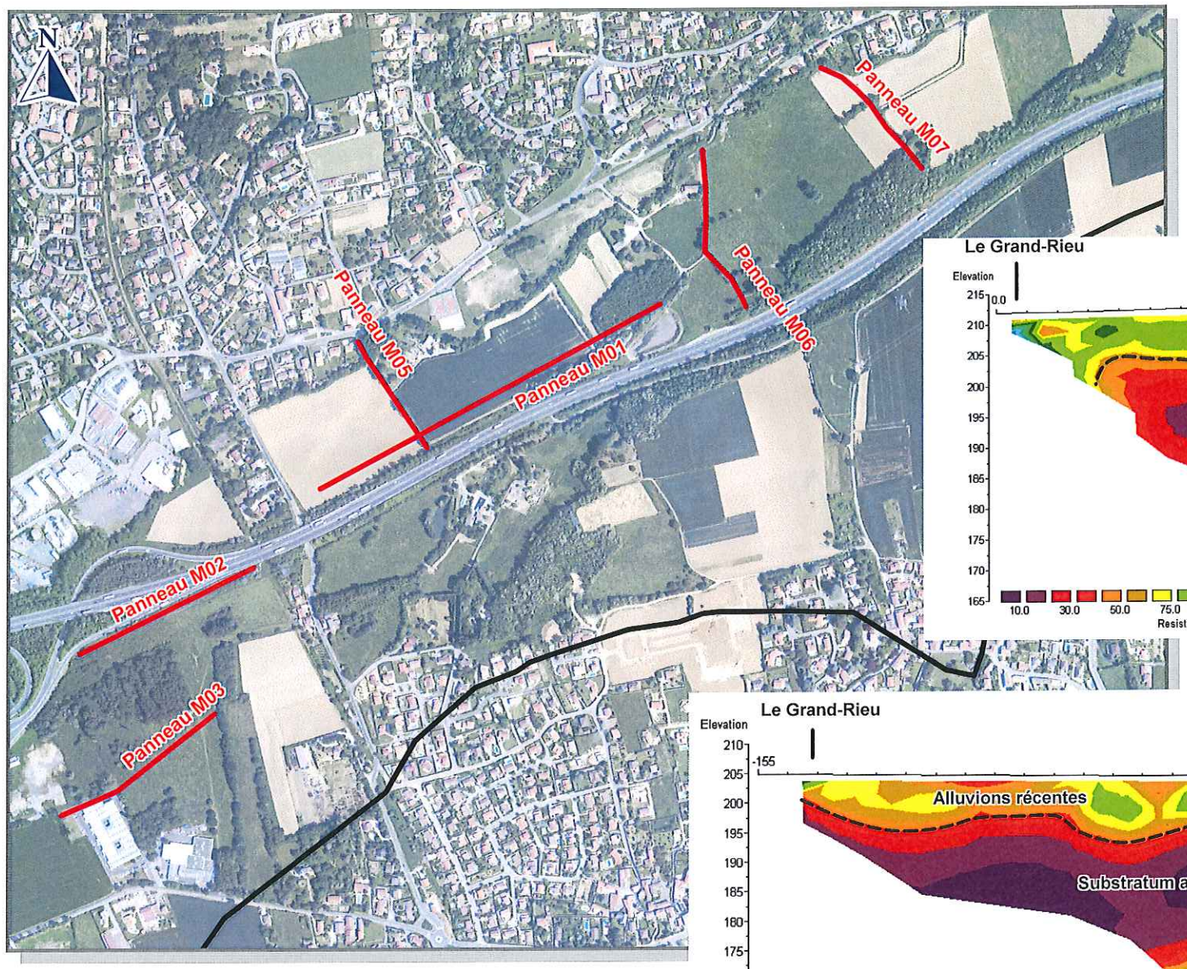



## PANNEAU M03

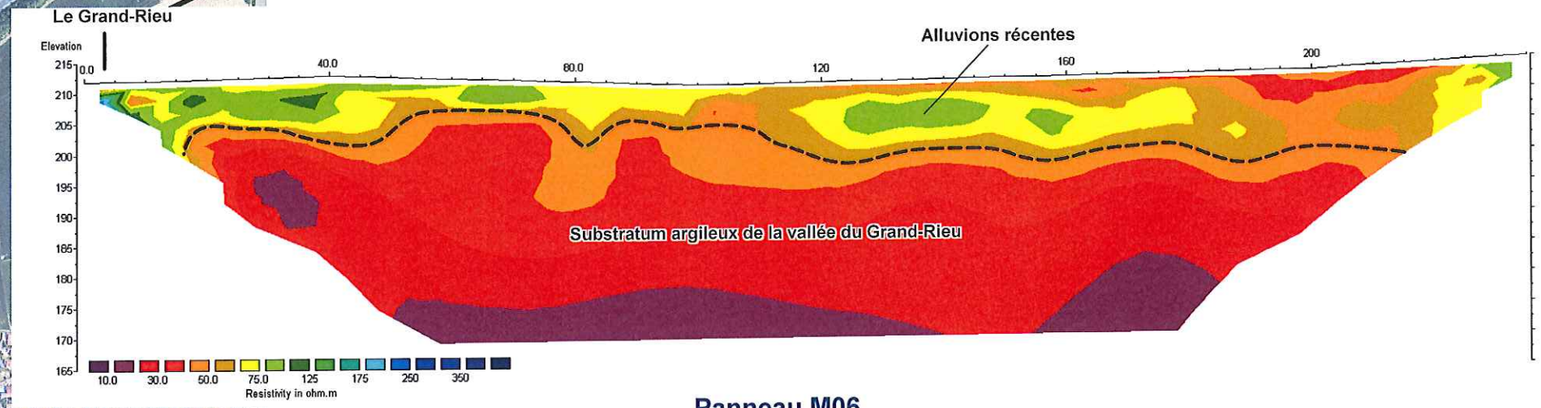


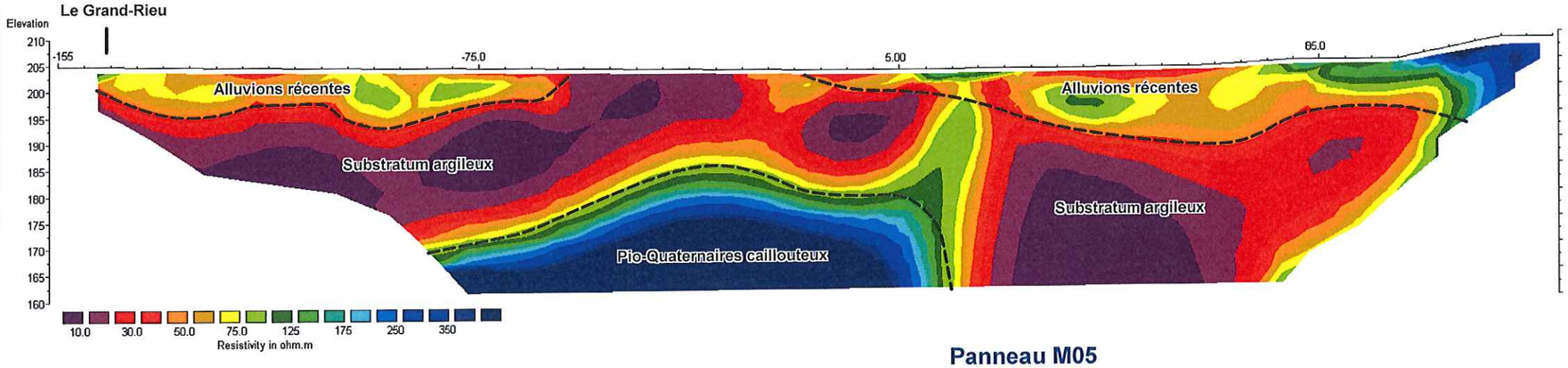
# RESULATS DES PANNEAUX ELECTRIQUES



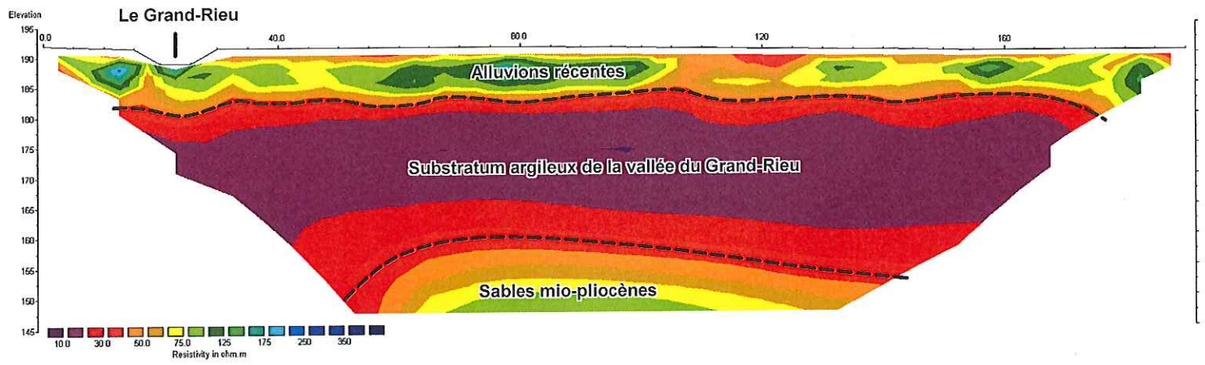

## Panneau M07




## Panneau M06




## Panneau M05

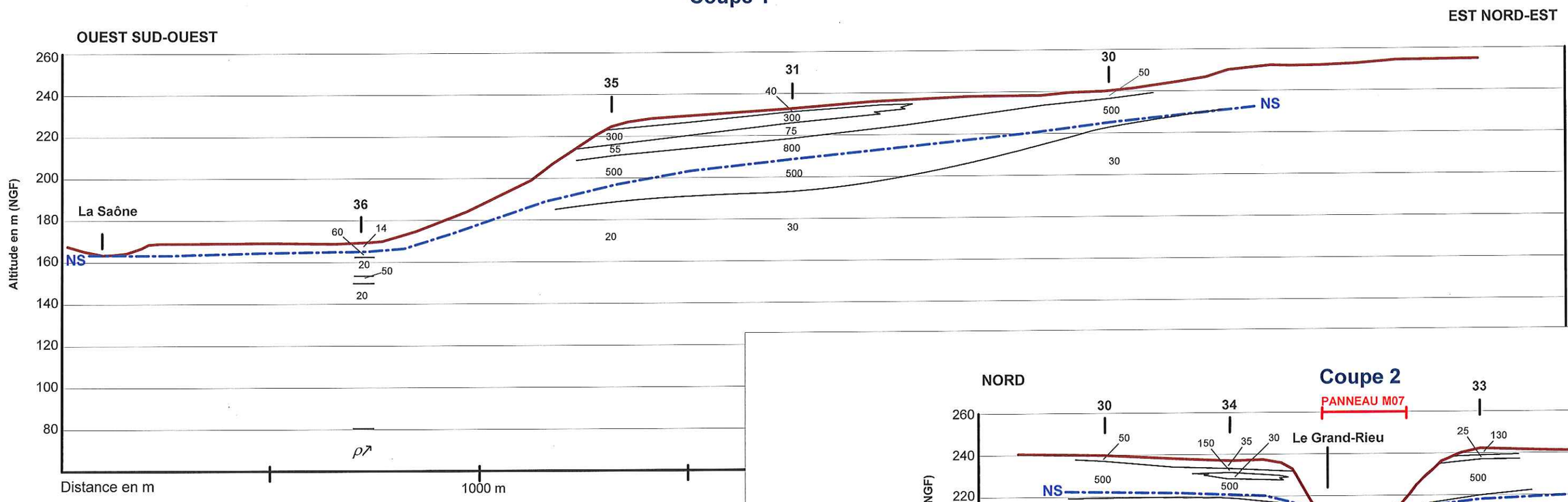



Bassin versant du Grand-Rieu

Panneaux électriques

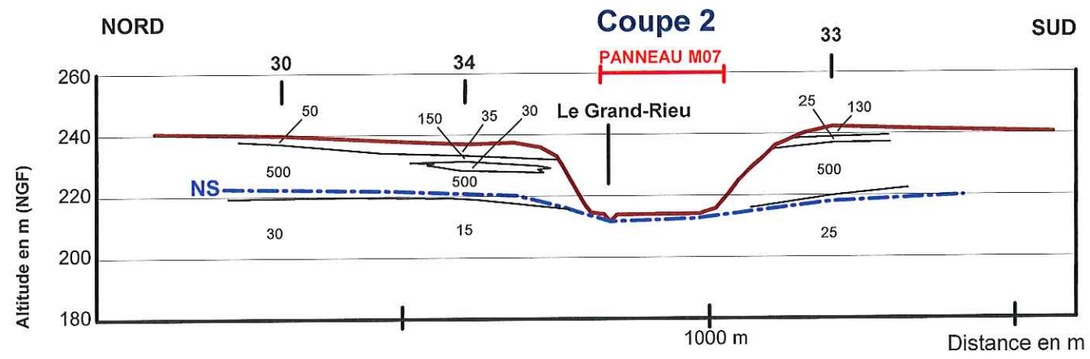
# COUPES D'INTERPRETATION DES SONDAGES ELECTRIQUES

## Coupe 1

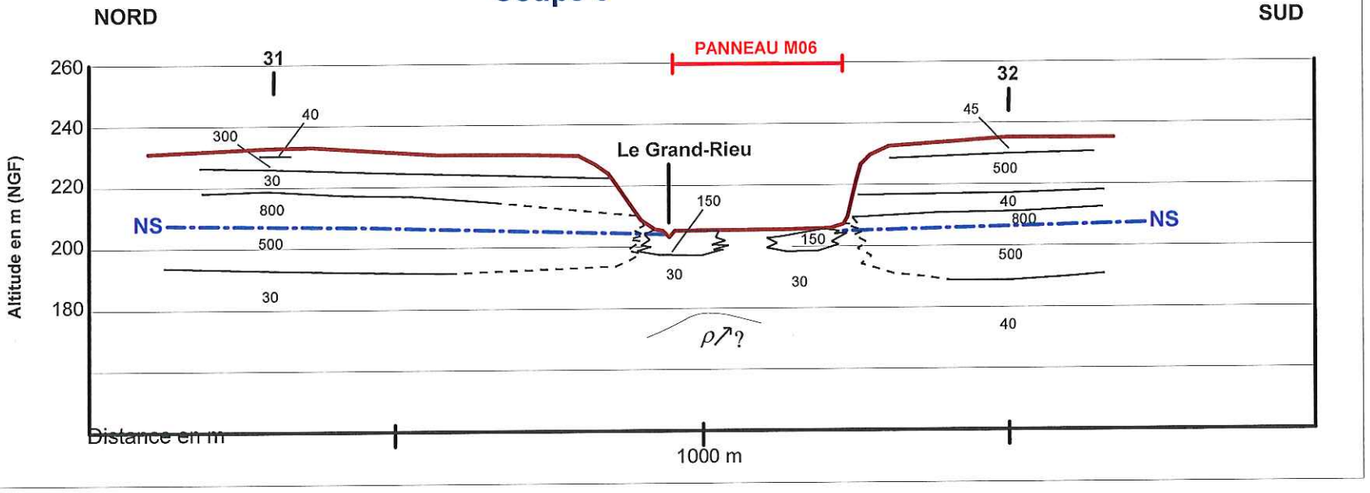



Les résistivités sont exprimées en ohms-mètres

## Coupe 2




## Coupe 3



# CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE LA NAPPE DES CAILLOUTIS DE LA DOMBES

