Bureau d'études
d'ingénierie,
conseils, services

DÉPARTEMENT DE LA LOIRE

ETUDE HYDROGÉOLOGIQUE DE DÉFINITION DE L'AIRE D'ALIMENTATION DES 8 CAPTAGES AEP DE LA VALLÉE DU RHÔNE - CANTON DE PÉLUSSIN

PHASES 1 & 2 : COLLECTE, ACQUISITION, EXPLOITATION DES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES ET TRAVAIL DE TERRAIN & INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES, DÉLIMITATION DE L'AIRE D'ALIMENTATION DES CAPTAGES ET DÉFINITION DE LA MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTAPE 3

Sciences Environnement

SEPT. 2012 - 11-342 - VERSION 1.0

Ce dossier a été réalisé par : Sarah LEFEBVRE – Hydrogéologue, Chargée d'études

Sciences Environnement

Antenne de Saint-Etienne

Pour le compte de : Syndicat de Production du Canton de Pélussin.

SOMMAIRE

1 Note sommaire de présentation....9
2 Descriptif des ressources....11
2.1 Plaine Nord....11
2.2 Plaine Sud....11
3 Qualité de l'eau....13
3.1 Paramètres généraux....13
3.2 Pollutions diffuses....14
4 Connaissance des ressources....17
4.1 Contexte géologique....17
4.2 Contexte hydrogéologique....18
4.3 Contexte hydrologique....24
4.4 Zone d'alimentation des ressources....25
4.5 Description de l'occupation du sol....33
5 Investigations complémentaires....34
5.1 Délimitation de l'AAC....34
5.2 Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque....34
5.3 Pollution aux pesticides....35
6 Vulnérabilité du BAC....36
6.1 Choix de la méthode....37
6.2 Coteaux magmatiques et métamorphiques....43

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Plan de situation.....10
Figure 2: Planche photographique.....12
Figure 3: Diagramme de Piper.....13
Figure 4: Concentration en Piperonil butoxide au puits Jassoux 2.....15
Figure 5: Utilisations du Piperonil butoxide.....16
Figure 6: Contexte géologique.....19
Figure 7: Contexte hydrogéologique.....21
Figure 8: Points de prélèvements.....22
Figure 9: Résultats des analyses isotopiques.....23
Figure 10: Aire d'Alimentation des Captages.....27
Figure 11: AAC Plaine Nord.....29
Figure 12: AAC Plaine Sud.....31

INDEX DES TABLES

Tableau 1: Indices de Vulnérabilité....38
Tableau 2: Indice P – Pluie efficace....39
Tableau 3: Nature du sol....39
Tableau 4: Indice S – Sol....40
Tableau 5: Indice S – Couverture protectrice....40
Tableau 6: Indice I – Infiltration efficace....41
Tableau 7: Indice H – Epaisseur de la zone non saturée....42
Tableau 8: Indice K – Perméabilité de l'aquifère....43
Tableau 9: Combinaison de deux facteurs....44
Tableau 10: Proximité du réseau hydrographique....45
Tableau 11: Nature de l'occupation du sol....45
Tableau 12: Indice 1 – Accessibilité du milieu aquatique....45
Tableau 13: Sensibilité des sols à la battance....46
Tableau 14: Capacité des sols à ruisseler en fonction du mode d'occupation du sol....46
Tableau 15: Indice 2 – Etat de la surface....46
Tableau 16: Indice 3 – Intensité de la pente....47
Tableau 17: Substratum géologique....47
Tableau 18: Nature du sol....48
Tableau 19: Sols....48
Tableau 20: Indice 4 – Substratum géologique et Sols....48

1 NOTE SOMMAIRE DE PRÉSENTATION

Les huit captages de la Vallée de Rhône / Canton de Pélussin (figure 1), exploités par le SI Rhône Pilat, le SI Fontaine de l'Oronge, le SI Bessey Roisey Malleval, le SI Canton de Pélussin et la commune de Saint-Pierre-de-Boeuf, ont été classés comme prioritaires au titre du SDAGE Rhône Méditerranée pour le critère pesticides.

En effet, le dispositif réglementaire défini par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 a créé un nouvel outil de protection des ressources en eau utilisées pour l'alimentation en eau potable. Il permet la création de zones de protection des aires d'alimentation des captages, sur lesquelles doivent être mis en œuvre des programmes d'action visant à lutter contre les pollutions diffuses.

Le programme d'action visant à la délimitation des Bassins d'Alimentation des Captages (BAC) constitue en la réalisation d'une cartographie de vulnérabilité intrinsèque du BAC qui, croisée avec une cartographie des principales pressions polluantes, doit aboutir à la délimitation de zones à risques de pollutions diffuses.

Dès lors, la réalisation d'un diagnostic détaillé des pressions polluantes sur ces zones à risques doit permettre l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan d'action de restauration de la qualité de la ressource en eau.

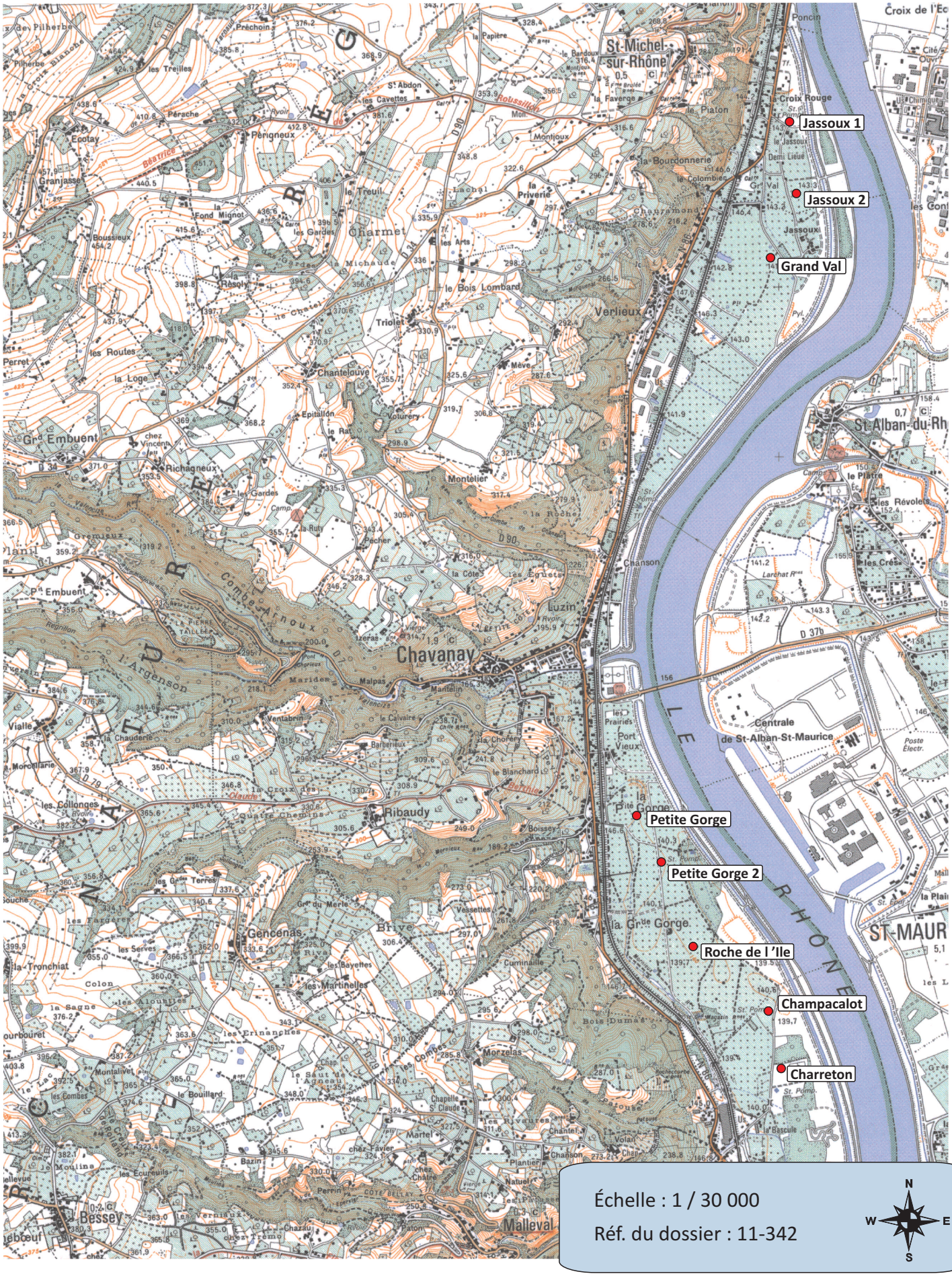
En effet, ces captages présentent des traces régulières de pesticides depuis plusieurs années.

Par ailleurs, le puits Jassoux 2 est, quant à lui, régulièrement impacté par des teneurs importantes en Piperonil butoxide.

Sciences Environnement

Plan de situation

Figure 1


Jassoux 1
Jassoux 2
Grand Val
Petite Gorge
Petite Gorge 2
Roche de l'Ile
Champacalot
Charreton
St-Michel-sur-Rhône
Chavanay
St-Alban-du-Rh
Centrale de St-Alban-St-Maurice
ST-MAUR
Gencenas
Bessey
Malleval
Verlieux
Charmet
Ribaudy
Luzin
Chanson
Croix de l'Ec
Croix Rouge
Poncin
Piaton
Montjoux
Triolet
Chantelouve
Montélier
Gr^d Embuent
P^t Embuent
Richagneux
Ecotay
Granjasse
Pérache
Périgneux
Boussieux
Vialle
Les Collonges
Colon
Les Martinelles
Les Erinanches
Morzelas
Cumiaille
Les Prairies
Port Vieux
Les Crés
Le Plâtre
Les Révoles
Les Cavettes
Les Treilles
Les Routes
Les Gardes
Les Arts
Le Bois Lombard
Le Treuil
Le Fond Mignot
Le Rat
Epitallon
Coluréry
Mève
Les Eguets
Le Calvaire
Barberieux
Ventabrin
Malpas
Mantelin
Marides
Izeras
Le Blanchard
Les Bayettes
Les Alouettes
Les Serves
Les Terres
Les Fargeres
Le Bouillard
Montalivet
Les Combes
Les Ecureuils
Les Vernaux
Chazau
Chez Tremo
Le Moulins
Bazin
Perrin
Chez Xavier
Chez Chaire
Chapelle St Claude
Le Saut de l'Agneau
Les Rivieres
Chantel
Volay
Plantier
Natuel
Les Parrons
Le Bascule
Bois Dumas
Le Grd Gorge
Le Pté Gorge
Le Piton
Le Jassoux
Demi Lieue
Gr Val
Jassoux
Les Colombier
Chaumond
La Bourdonnerie
La Priverie
Lachal
Le Chatel
Le Rat
Les Routes
Perret
They
Pilherbe
Les Cavettes
St Abdon
Roussillon
Bêtrice
Le Rhône
Le Rhône
Le Rhône

2 DESCRIPTIF DES RESSOURCES

Une visite des ouvrages et de leur environnement a été effectuée pour chacun des ouvrages. De nombreuses photographies ont alors été réalisées (figure 2).

Excepté le captage de Champacalot qui est géré par la société SCEI, les autres puits sont gérés par la SAUR.

2.1 Plaine Nord

Trois des huit captages se situent sur la Plaine Nord : Jassoux 1 et Jassoux 2 sur la commune de Saint-Michel-sur-Rhône et Grand Val sur la commune de Chavanay.

A noter, le puits de Grand Val n'est, à ce jour, pas exploité. Ce nouvel ouvrage a été réalisé par le SI Canton de Pélussin.

2.2 Plaine Sud

Les cinq autres ouvrages se situent sur la Plaine Sud : Petite Gorge, Petite Gorge 2 et Roche de l'Isle sur la commune de Chavanay et Champacalot et Charreton sur la commune de Saint-Pierre-de-Boeuf.

Sciences Environnement

Planche photographique

Figure 2

Réf. du dossier : 11-342

3 QUALITÉ DE L'EAU

3.1 Paramètres généraux

Les analyses courantes réalisées par les services sanitaires de la Loire font apparaître que l'eau produite par les différents captages de la Vallée du Rhône / Canton de Pélussin a la même signature physico-chimique et se révèle globalement de bonne qualité.

Les eaux distribuées pour l'alimentation en eau potable des communes alentours présentent les caractéristiques générales suivantes :

- Elles sont bicarbonatées calciques.
- Elles sont moyennement minéralisées.
- Elles sont moyennement dures à dures.
- Le pH est légèrement basique.

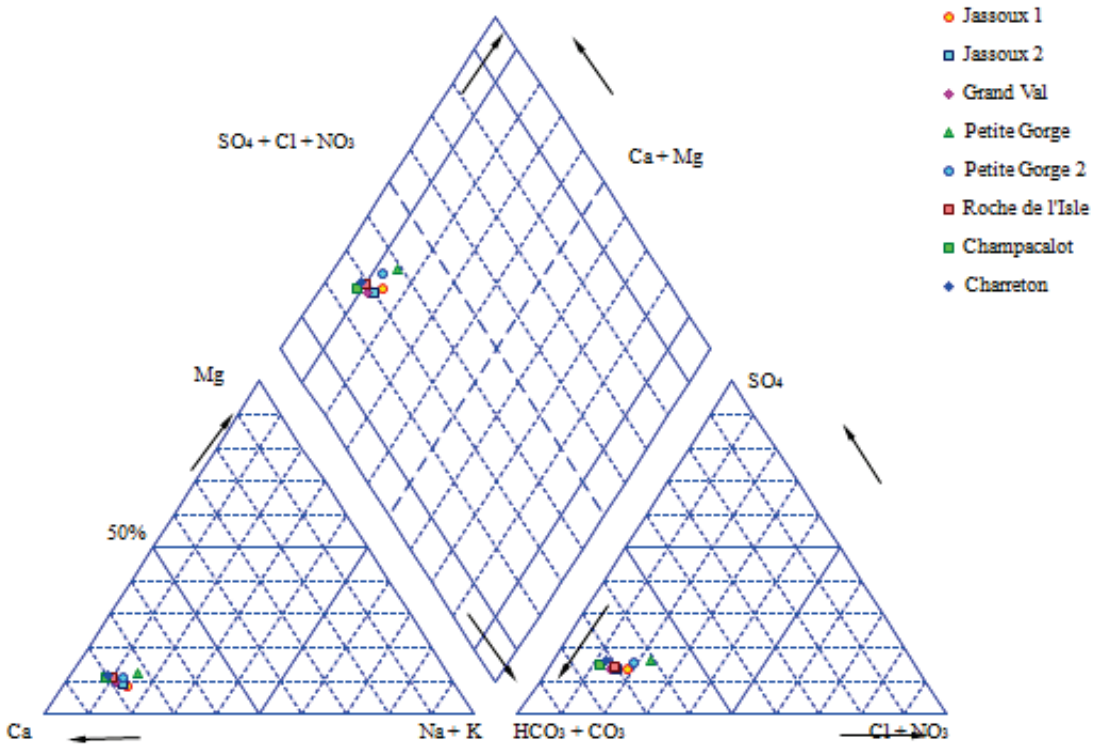


Figure 3: Diagramme de Piper

Les paramètres bactériologiques et physico-chimiques sont généralement conformes aux normes en vigueur.

Une ancienne pollution au tétrachloréthylène est à noter sur Jassoux 1 et Jassoux 2.

Concernant les puits de la Plaine Sud, certains révèlent périodiquement des teneurs importantes en fer et/ou manganèse.

3.2 Pollutions diffuses

3.2.1 Nitrates

Les captages de la Vallée du Rhône / Canton de Pélussin présentent des teneurs en nitrates montrant une influence agricole.

Cependant, les valeurs relevées restent bien en-deçà des limites de qualité :

- 8 à 12,8 mg/L sur la plaine Nord.
- 9,6 à 22,6 mg/L sur la plaine Sud.

3.2.2 Pesticides

Ces ressources en eau potable présentent régulièrement des traces de différents pesticides (atrazine, simazine, chlortoluron, diuron, bentazone, amidosulfuron, 2,4-MCPB…), restant en concentration relativement faible.

Elles sont généralement témoins d'une activité agricole présente sur les zones d'alimentation des captages.

Ces traces ont d'ores-et-déjà été détectées sur les puits : Jassoux 1, Jassoux 2, Roche de l'Ile et Champacalot.

Elles correspondent à différents herbicides couramment utilisés sur le maïs, les vignes, les fruitiers…

Plus spécifiquement, des teneurs importantes en Piperonil butoxide sont détectées périodiquement sur le puits Jassoux 2 (figure 4).

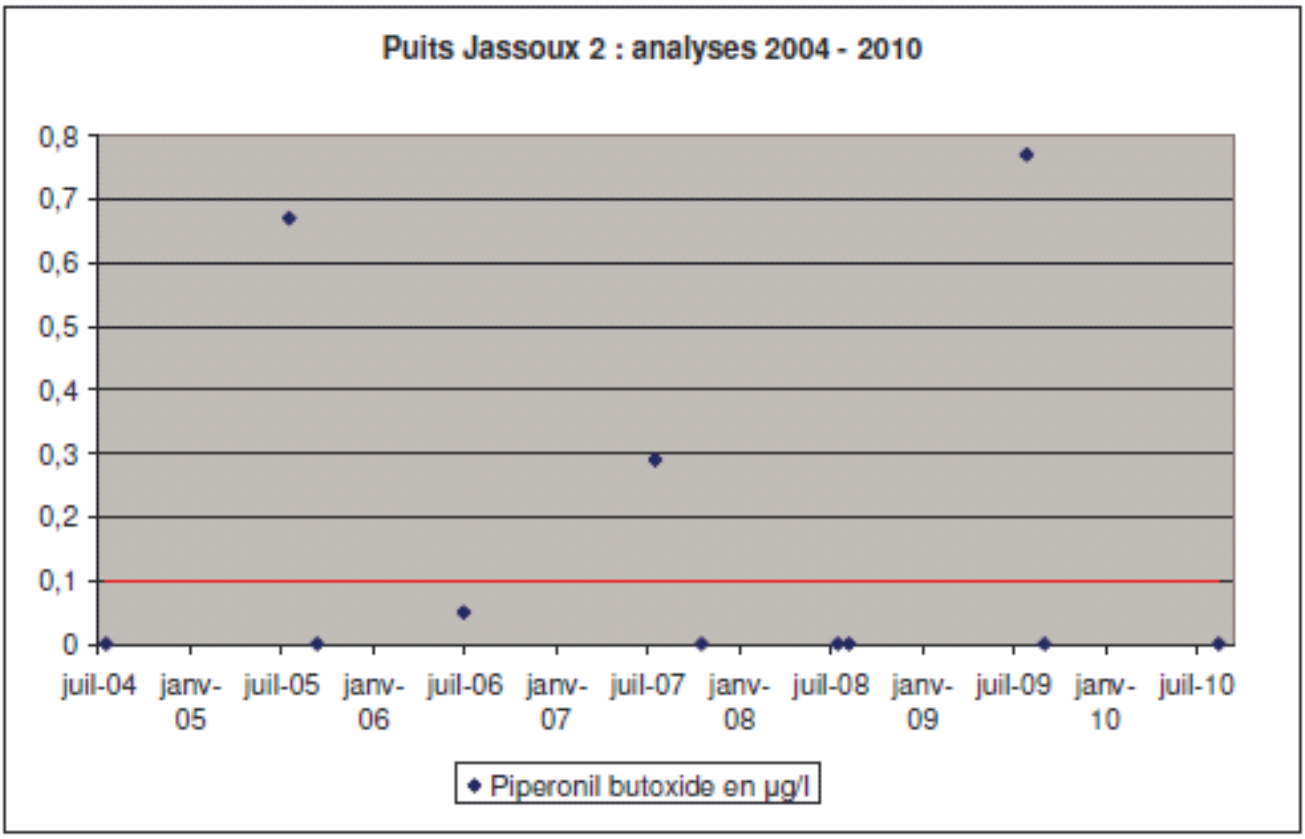


Figure 4: Concentration en Piperonil butoxide au puits Jassoux 2

Le Piperonil Butoxide ou PBO est un synergisant très souvent employé dans les insecticides.

Toujours autorisé en agriculture biologique, le PBO soulève depuis très longtemps une certaine polémique.

La fiche d'hygiène et sécurité (FDS) de ce produit permet d'avoir déjà une idée de la toxicité de ce produit à l'état pur :

- R23 R24 R25 : Toxique par inhalation, par contact avec la peau et en cas d'ingestion.
- R40 : Effet cancérogène suspecté: preuves insuffisantes.
- R50/53 : Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

Un synergisant est un produit chimique ajouté aux pesticides pour accroître la toxicité des ingrédients actifs rendant ainsi le pesticide plus mortel, mais il peut également compromettre les mécanismes de détoxication des espèces non ciblées, y compris les humains.

Son action est de ralentir la dégradation des produits chimiques toxiques dans les insectes.

Ce mécanisme permet de maintenir le pesticide dans sa forme toxique pendant de plus longues périodes.

Une forte dose de PBO rend un organisme temporairement vulnérable à une variété de produits chimiques toxiques qui seraient facilement toléré.

Le PBO inhibe également la dégradation des produits chimiques toxiques dans la faune et le sol. Sa concentration est généralement entre cinq à dix fois celle du pesticide.

Le Piperonil butoxide est employé avec divers insecticides, notamment pour le traitement de parties aériennes, des denrées entreposées, des locaux de stockage ou encore des bâtiments d'élevage (figure 5).

Insecticide	
Traitement des parties aériennes	
Butoxide de Pipéronyle (+ Roténone + Pyrèthre)	pucerons
Traitement des denrées entreposées	
Butoxide de Pipéronyle (+ Deltaméthrine)	alucite, charançons, silvains, tribolium
Butoxide de Pipéronyle (+ Pyréthrines)	traitement insecticide des locaux et produits récoltés
	traitement des grains contre alucites, charançons, silvains, tribolium
Traitement des locaux de stockage	
Butoxide de Pipéronyle (+ Depalléthrine + Perméthrine)	désinsectisation des locaux de stockage et des matériels de transport des Produits d'Origine Animale et Végétale
Butoxide de Pipéronyle (+ Esbiothrine)	traitement des parois de locaux de stockage de Produits d'Origine Animale
Butoxide de Pipéronyle (+ Pyréthrines)	traitement insecticide des locaux de stockage des Produits d'Origine Végétale, des matériels de stockage et de transport des Produits d'Origine Végétale
Traitement des bâtiments d'élevage)	
Butoxide de Pipéronyle (+ Bioresméthrine + Depalléthrine)	désinsectisation des logements d'animaux domestiques, des matériels d'élevage, des locaux servant à la préparation de l'alimentation

Figure 5: Utilisations du Piperonil butoxide

4 CONNAISSANCE DES RESSOURCES

4.1 Contexte géologique

La zone concernée par l'étude se trouve en rive droite du Rhône et repose sur les formations alluvionnaires du fleuve (figure 6).

Ces alluvions sont constituées de petits galets et de graviers calcaires à matrice sableuse et reposent sur le substratum qui est constitué au droit de la zone de formations pliocènes (argiles bleues).

Ces formations recouvrent le socle qui est constitué de granites à biotites et/ou muscovite et d'anatexites à cordiérite et/ou silimanite.

Le versant de la plaine alluviale est la retombée orientale du massif du Pilat.

Il est principalement constitué de granite à biotite, mais aussi d'anatexites à silimanites et/ou cordiérites. Quelques filons de quartz sont visibles en amont de la plaine alluviale.

Les puits se situent dans les alluvions.

La coupe lithologique générale des puits est la suivante :

- 0 à 1-2 m : Couverture argilo-sableuse.
- 1-2 à 20-25 m : Alluvions.
- sup 20-25 m : Substratum argileux.

L'épaisseur des alluvions varie localement sur la plaine.

Elles contiennent une nappe puissante (15-20 m d'alluvions saturées en eau).

4.2 Contexte hydrogéologique

Les cartes piézométriques du secteur montrent un écoulement de la nappe globalement du Nord-Ouest vers le Sud-Est (figure 7).

La nappe est alimentée à la fois par le Rhône/le contre-canal et par les versants.

Elle est de type libre à semi-captive.

Les alluvions sont parcourues par des chenaux de fortes perméabilités correspondant aux anciens lits majeurs.

Ainsi, les perméabilités varient de 4.10^{-3} m/s à 1.10^{-5} m/s.

Afin de confirmer la participation de l'eau des ruisseaux dans la recharge de la nappe alluviale, des analyses isotopiques ont également eu lieu (figure 8).

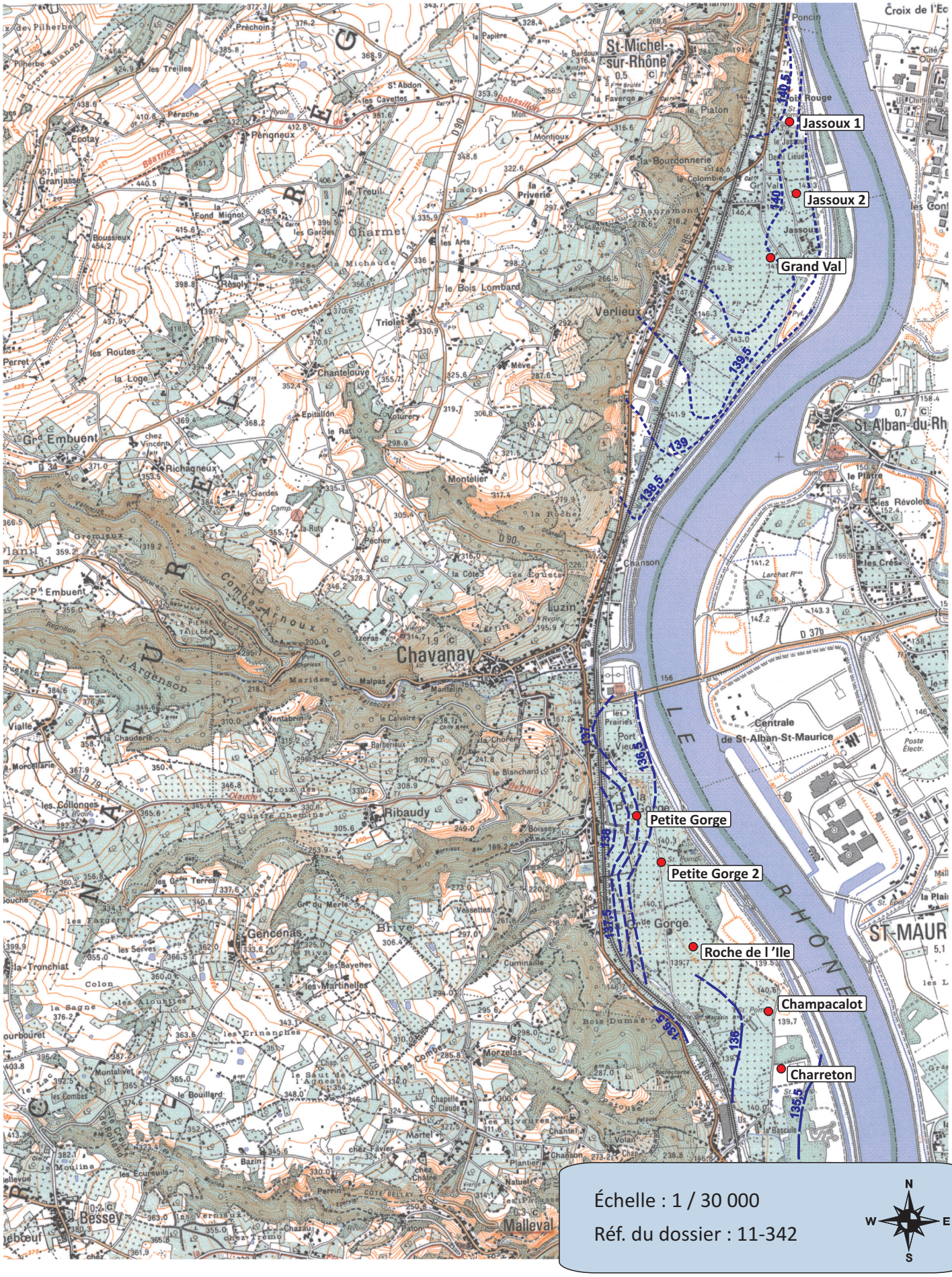
Les résultats de ces analyses montrent deux comportements différents entre les plaines Nord et Sud (figure 9).

En effet, les échantillons de la plaine Nord sont très proches de ceux du Rhône, tandis que les échantillons de la plaine Sud sont proches de ceux des différents ruisseaux provenant des coteaux.

Sciences Environnement

Contexte hydrogéologique

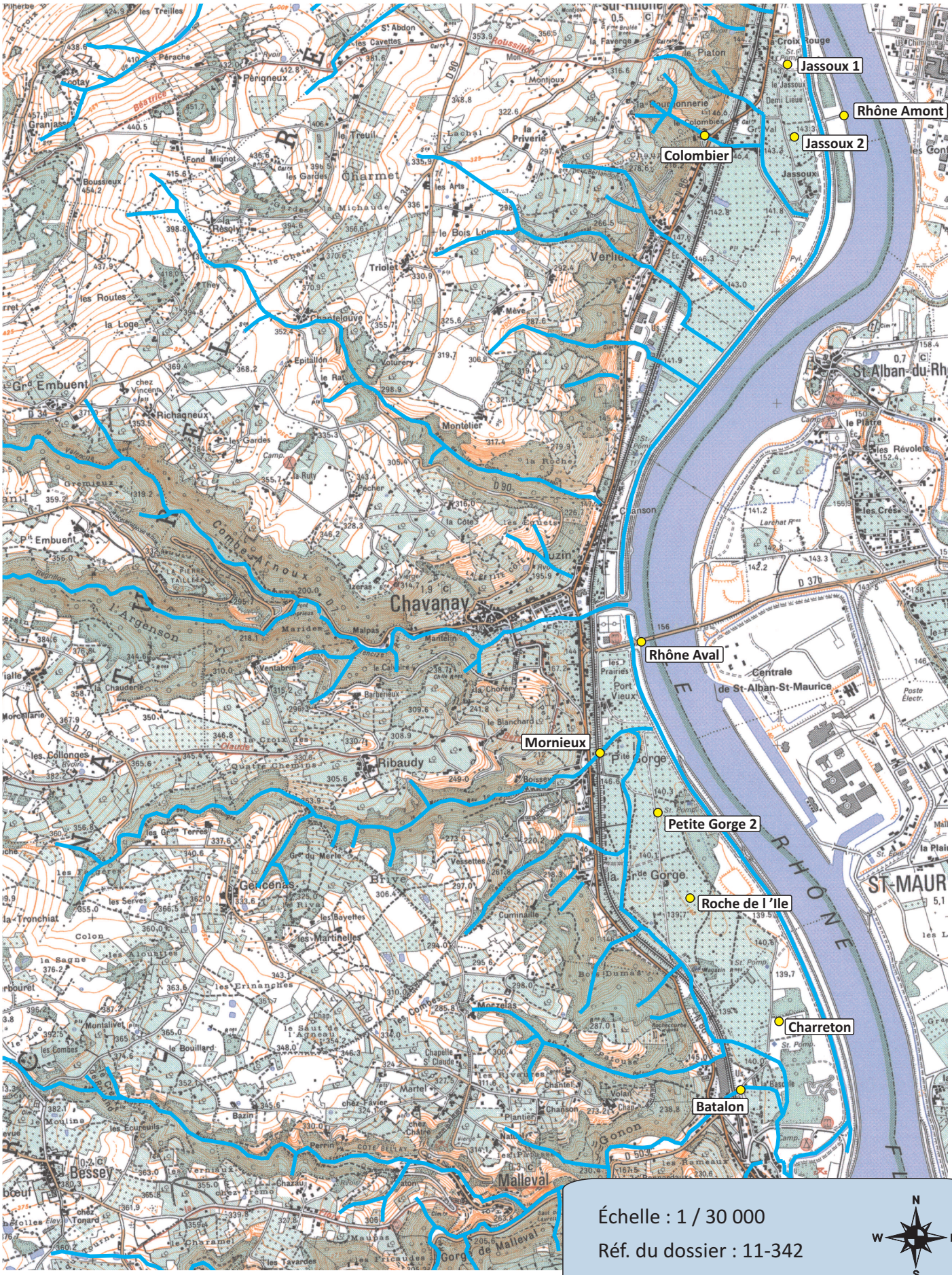
Figure 7


Jassoux 1
Jassoux 2
Grand Val
Petite Gorge
Petite Gorge 2
Roche de l'Ile
Champacalot
Charreton
St-Michel-sur-Rhône
Chavanay
Verlieux
St-Alban-du-Rh
Centrale de St-Alban-St-Maurice
ST-MAUR
Gencenas
Bessey
Malleval
Charmet
Chantelouve
Ribaudy
Brive
Luzin
Chanson
Montélier
Triolet
Perrat
Gr^d Embuent
P^t Embuent
Richagneux
Ecotay
Granjasse
Pérache
Périgneux
Boussieux
Vialle
Les Collonges
Colon
Les Combes
Les Erinanches
Les Alouettes
Les Martinelles
Les Bayettes
Les Serves
Les Fargeres
Les Terres
Les Routes
Les Treilles
Les Cavettes
Les Gardes
Les Arts
Les Prairies
Les Crés
Les Révoles
Le Bois Lombard
Le Treuil
Le Piaton
Le Plâtre
Le Bouillard
Le Moulins
Le Sautel
Le Calvaire
Le Blanchard
Le Chorey
Le Rat
Le Pecher
Le Calvaire
Le Bois Dumas
Le Bas Gorge
Le Rhône
Le Bas Gorge
Le Bas Gorge
Le Bas Gorge

Sciences Environnement

Points de prélèvements

Figure 8

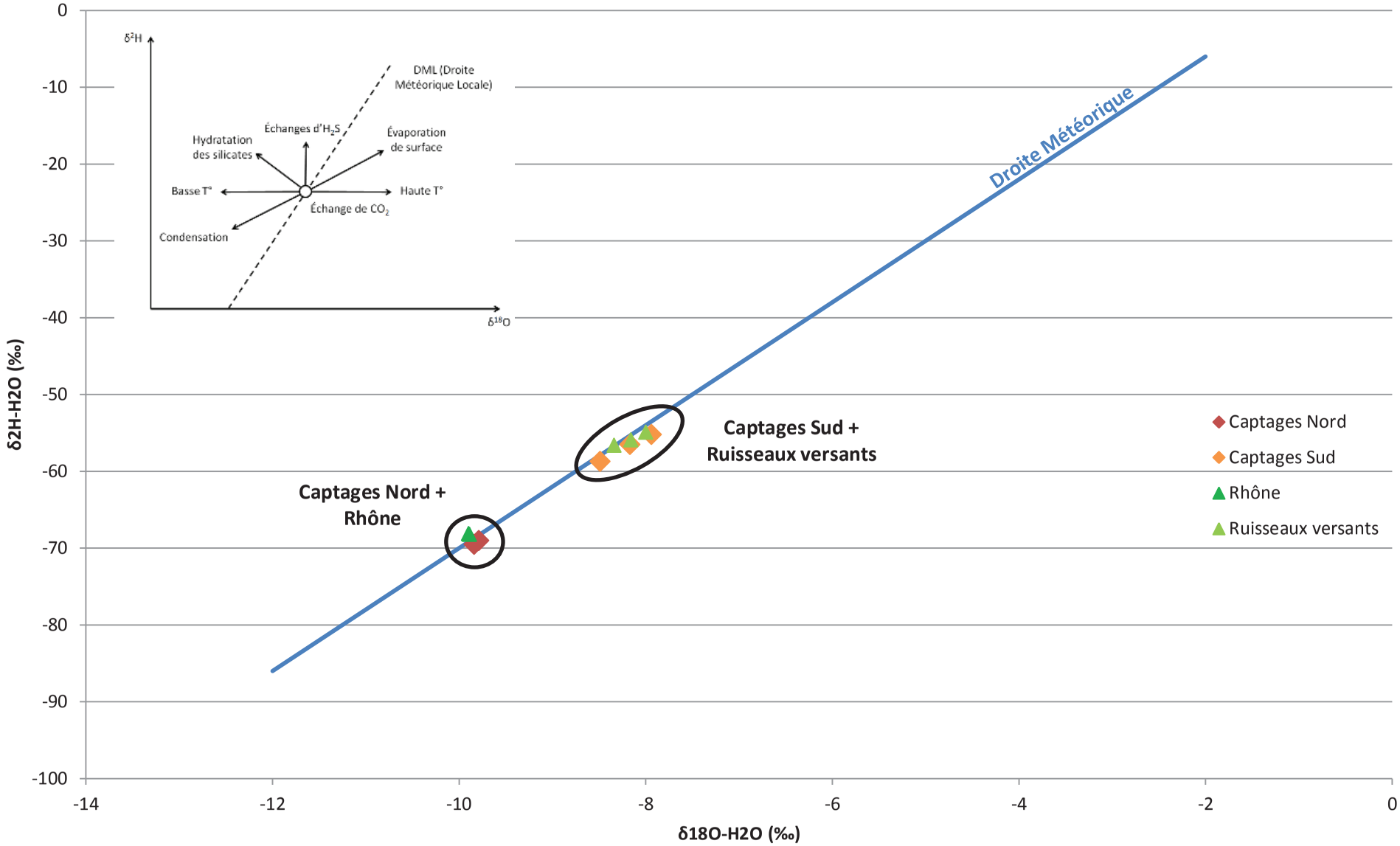


Échelle : 1 / 30 000

Réf. du dossier : 11-342

N
W
E
S

Figure 9 : Résultats des analyses isotopiques



4.3 Contexte hydrologique

Le secteur d'études est principalement marqué par le fleuve Rhône, circulant du Nord vers le Sud.

Localement, le fleuve a été chenalisé par la CNR dans le cadre de la construction du barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf.

Le fleuve, porté artificiellement en élévation, ne peut plus qu'alimenter la nappe. La fonction de drainage est dévolue au contre canal.

Le contre-canal draine les eaux superficielles locales qui ne peuvent plus atteindre le fleuve perché dans son chenal et fixe le niveau de la nappe, l'empêchant d'affleurer la surface du sol.

Il a le rôle d'exutoire de la région. Il reçoit les eaux du versant, de la nappe, de même que celles du Rhône s'étant infiltrées par les berges et le fond de la retenue.

Perpendiculairement à ces écoulements, de nombreux ruisseaux descendent des coteaux par des ravins étroits. En arrivant au niveau de la plaine alluviale, ils participent à l'alimentation de la nappe alluviale.

En période d'étiage, la plupart des ravins sont secs.

4.4 Zone d'alimentation des ressources

4.4.1 Définitions

Le bassin d'alimentation de captage est la zone regroupant la totalité des écoulements d'eau, souterrains et superficiels, qui participe à l'alimentation en eau en un point précis. Ce dernier peut être une source ou un forage et est appelé captage.

Un bassin d'alimentation de captage est une vision en trois dimensions de l'alimentation en eau de ce dernier et un système souterrain et de surface avec un fonctionnement précis (sens d'écoulement des eaux, perméabilité, coefficient d'emmagasinement, etc.).

La connaissance que l'on a de ce bassin au démarrage de l'étude en est sa délimitation hydrologique, c'est-à-dire une vision plane des écoulements des eaux vers le captage.

Il s'agit donc principalement des écoulements superficiels. Le bassin hydrologique peut également être appelé bassin versant.

La projection en surface de ce système à plusieurs dimensions est le bassin hydrogéologique appelé également Bassin d'Alimentation de Captage (BAC). Dans de nombreux cas, le bassin hydrologique et le bassin hydrogéologique sont les mêmes à quelques variations près en limites extérieures.

Un captage est un point de prélèvement dans un volume d'eau défini. Ce volume est appelé nappe d'eau souterraine et peut avoir diverses caractéristiques. Sa répartition peut varier dans une année ou à l'échelle de plusieurs années. Cette variation se fait dans un aquifère.

Un aquifère est une couche de terrain ou une roche, suffisamment poreuse (qui peut stocker de l'eau) et perméable (où l'eau circule librement), pour contenir une nappe d'eau souterraine. En résumé, l'aquifère est le contenant et la nappe est le contenu.

Pour comprendre le fonctionnement d'une nappe et son aquifère, il faut étudier la géologie du secteur d'étude (= bassin hydrologique), son hydrogéologie, sa géomorphologie, la pédologie et l'occupation des sols. Il s'agit de comprendre et de croiser tous les paramètres qui peuvent avoir une influence sur la circulation et la qualité de l'eau captée.

4.4.2 Limites des BAC

Les Aires d'Alimentation des Captages de la Vallée du Rhône/Canton de Pélussin ont pu être déterminées grâce à la géologie, à la topographie, aux cartes piézométriques et à l'hydrologie du secteur (figures 10, 11 et 12).

Ces BAC se situent globalement en direction de l'Ouest par rapport aux ouvrages, s'étendant sur les plaines alluviales et remontant sur les coteaux en suivant les ruisseaux les alimentant.

Deux BAC ont été délimités, distinguant plaine Nord et plaine Sud.

Par ailleurs, un BAC plus vaste a également été délimité pour les ouvrages de la plaine Sud, prenant en compte l'alimentation du ruisseau de la Valencize.

Ce BAC a est différencié du précédent car, pour une recharge modérée de la plaine Sud, la superficie du BAC est multiplié par 4.

La vulnérabilité intrinsèque sur ce BAC pourra être cartographié tout en gardant à l'esprit que son influence est moindre sur la plaine alluviale Sud.

La superficie des différents BAC est la suivante :

- Plaine Nord : 447,6 ha.
- Plaine Sud : 1143,2 ha.
- Plaine Sud totale : 4878,1 ha.

Les puits sont également en partie alimentés par le Rhône.

La totalité du bassin versant du Rhône devrait donc être considéré mais paraît difficile.

De nombreux SDAGE, SAGE ou contrats de rivières existent déjà ou sont en cours d'élaboration afin de préserver, voir d'améliorer, la qualité des cours d'eau et notamment du Rhône.

4.5 Description de l'occupation du sol

Les zones d'alimentation définies sont occupées par :

- des zones urbanisées,
- des zones boisées,
- des zones de culture.

4.5.1 Zones urbanisées

Les particuliers peuvent utilisés des pesticides dans leur jardin et potager.

Les linéaires de réseaux (routiers et ferroviaires) sont désherbés régulièrement.

4.5.2 Zones boisées

Eventuellement, utilisation de certains produits de traitement du bois.

4.5.3 Zones de culture

Utilisation de fongicides, insecticides, acaricides, herbicides.

Maintien d'un cahier avec dates de traitement, molécules utilisées, quantité…

Visiblement, pas d'insecticides sur les vignes contrairement aux fruitiers mais le Piperonil butoxide n'apparaît pas.

5 INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES

5.1 Délimitation de l'AAC

Concernant la délimitation de l'Aire d'Alimentation de Captage, celle-ci ne nécessite pas d'investigations complémentaires.

En effet, les puits exploitent la nappe alluviale du Rhône, laquelle est alimentée par le Rhône, le contre-canal (lui-même en grande partie alimenté par le Rhône), la pluie et les versants (via les ruisseaux et les écoulements de sub-surface).

L'Aire d'Alimentation des Captages de la vallée du Rhône du Canton de Pélussin, à proprement dit, s'étend sur l'intégralité du bassin versant du Rhône en amont des puits. De nombreux SDAGE, SAGE ou contrats de rivières existent déjà ou sont en cours d'élaboration afin de préserver, voir d'améliorer, la qualité des cours d'eau et notamment du Rhône.

Plus localement, l'Aire d'Alimentation des Captages s'étendra en partie sur la plaine alluviale et en partie sur les versants situés à l'Ouest de celle-ci.

5.2 Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque

Concernant la cartographie de la vulnérabilité intrinsèque, certains éléments, notamment la pédologie, n'ont que des données grossières et imprécises.

Afin d'avoir de meilleures connaissances de la texture, du pourcentage de cailloux, de la nature et de la profondeur du sol, quelques journées de sondage pédologique à la tarière manuelle ont été réalisées.

En effet, le sol constitue, ou non, une couverture protectrice contre la pollution de l'aquifère sous-jacent.

Une meilleure connaissance de celui-ci permettra de mieux appréhender la vulnérabilité intrinsèque recherchée.

Les reconnaissances pédologiques de terrain permettront une cartographie plus fine de ce paramètre lors de la troisième phase.

5.3 Pollution aux pesticides

Concernant la pollution aux pesticides, les analyses régulièrement effectuées par l'ARS restent peu nombreuses (1 à 2 fois par an sur chacun des puits).

Il a semblé intéressant de multiplier les analyses tant au niveau de la fréquence que géographiquement.

En effet, les concentrations en pesticides ne sont connues qu'au niveau des puits AEP ce qui ne permet pas la visualisation d'une potentielle source de pollution localisée.

De plus, une fréquence d'analyses plus importante permettra de voir s'il existe des fluctuations de la pollution ou si celle-ci est lissée, nous donnant des informations sur la ou les sources de pollution.

Le programme d'analyses prévu est le suivant :

- Une analyse complète tous les trois mois sur chacun des sept puits équipé (Grand Val non équipé) sauf trimestre du contrôle sanitaire.

- Une analyse du groupe de molécules auquel appartient le Piperonil butoxide tous les mois sur Jassoux 2, sauf les mois d'analyses complètes.

- Une campagne de prélèvement de vingt échantillons dans les ruisseaux, puits, canal... aux environs de Jassoux 2 pour analyse du groupe de molécules auquel appartient le Piperonil butoxide, uniquement en cas de détection de Piperonil butoxide sur Jassoux 2.

6 VULNÉRABILITÉ DU BAC

Dans le domaine de la qualité des eaux souterraines, la vulnérabilité d'un aquifère peut être définie, dans un sens large, comme sa plus ou moins grande capacité de défense face à un processus de contamination.

Il existe deux types particuliers de vulnérabilité, la vulnérabilité intrinsèque et la vulnérabilité spécifique.

La vulnérabilité intrinsèque est déterminée sans considération des attributs et du comportement de polluants particuliers alors que la vulnérabilité spécifique se réfère à un polluant particulier, une classe de contaminant ou une activité humaine particulière.

Dans notre cas, il s'agira donc d'une étude de la vulnérabilité intrinsèque, qui est le terme utilisé pour représenter les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques naturelles qui déterminent la sensibilité des eaux souterraines à la contamination par les activités humaines ou encore pour représenter les caractéristiques géologiques, hydrogéologiques, climatologiques et de végétation naturelles qui déterminent la sensibilité des eaux souterraines à la contamination par les activités humaines.

6.1 Choix de la méthode

Il existe différentes méthodes de réalisation de carte de vulnérabilité, celles-ci dépendent principalement des types d'aquifères rencontrés.

Dans le cadre de la réalisation de l'étude la vulnérabilité pour les Bassins d'Alimentation des Captages de la Vallée du Rhône – Canton de Pélussin, deux méthodes seront utilisées :

- Celle présentée dans le guide méthodologique du BRGM « Délimitation des bassins d'alimentation des captages et cartographie de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses » de septembre 2007, s'adaptant particulièrement à la nappe se développant sur les plaines alluviales.

- Une combinaison de celle présentée dans le guide méthodologique du CEMAGREF « Délimitation des aires d'alimentation de captages en eaux de surface et caractérisation de leur vulnérabilité vis à vis des pollutions agricoles diffuses par les pesticides » version provisoire de 2011 avec la méthode SIRIS (Système d'Intégration des Risques par les Scores) fréquemment utilisée dans les études BAC dans les cas où entre en jeu le ruissellement, comme cela est le cas sur les coteaux alimentant les plaines alluviales.

6.1.1 Plaines Alluviales

Cette méthode permet d'évaluer la vulnérabilité intrinsèque en se basant sur plusieurs paramètres :

- Pluie efficace, P.
- Sol, S.
- Infiltration efficace, I.
- Epaisseur de la zone non saturée, H.
- Perméabilité de l'aquifère, K.

Chaque paramètre est cartographié avec un index. Un facteur de pondération est ensuite appliqué aux différents paramètres afin de relativiser leur importance respective en termes de vulnérabilité.

La formule de calcul utilisé est la suivante : **Vulnérabilité = 0,1 P + 0,25 S + 0,3 I + 0,2 H + 0,15 K**

La valeur finale de vulnérabilité varie entre 0 (vulnérabilité minimale) et 4 (vulnérabilité maximale).

Valeurs Indice	Classe	Vulnérabilité
3,2 – 4	4	Très élevée
2,4 – 3,19	3	Élevée
1,6 – 2,39	2	Modérée
0,8 – 1,59	1	Faible
0 – 0,79	0	Très faible

Tableau 1: Indices de Vulnérabilité

• Pluie efficace, P

Ce paramètre est à élaborer à partir de la pluviométrie, de l'évapotranspiration (ETP) et de la réserve utile (RU) des sols.

Sa discrétisation à l'échelle d'un bassin d'alimentation de quelques km² parait difficile à réaliser, notamment du point de vue de l'ETP et probablement aussi de la pluviométrie.

L'existence d'une cartographie de la RU des sols semble être le facteur permettant le cas échéant de présenter des variations de la pluie efficace.

En l'absence d'éléments permettant une discrétisation de la pluie efficace, on pourra considérer sa valeur constante sur l'ensemble de la zone et la calculer à partir des données disponibles aux stations Météo France les plus représentatives du secteur.

Valeurs de l'indice	Pluies efficaces P (mm)
4	> 300
3	200 - 300
2	100 - 200
1	50 - 100
0	< 50

Tableau 2: Indice P – Pluie efficace

• Sol, S

Ce paramètre prend en compte la couverture pédologique et son comportement hydrodynamique.

La classification repose d'une part sur la distinction entre un sol sur roche saine ou un sol sur horizon géologique protecteur et sur la texture et le pourcentage de cailloux, sa nature ainsi que son épaisseur.

		Texture		
		Argile	**Limon**	**Sable**
% cailloux	**0-15 %**	1	1	2
	15-60 %	1	2	3
	> 60 %	2	3	3

Tableau 3: Nature du sol

		Nature du sol			
		inconnue	**1**	**2**	**3**
Épaisseur	**> 100 cm**	S1	S1	S2	S3
	20-100 cm	S2	S2	S3	S4
	0-20 cm	S3	S3	S4	S4
	nulle	S4	S4	S4	S4

Tableau 4: Indice S – Sol

Caractéristiques				**Caractéristiques**				**Indice**
Sol sur matrice nue ou avec un horizon géologique faiblement protecteur (éboulis, alluvions)				**Sol sur horizon géologique important de faible conductivité hydraulique** (argiles, argiles marneuses, conglomérats et brêches massifs)				
Nature de sol inconnue	Nature de sol connue			Nature de sol inconnue	Nature de sol connue			
	1	2	3		1	2	3	
	-	-	-	Couverture protectrice > 5 m (avec sol ou non)				S0
Épaisseur >100 cm	Épaisseur >100 cm	-	-	Couverture protectrice 1 à 5 m ou > 1 m avec un sol de texture inconnue ou de type 1 > 20 cm				S1
Épaisseur 20-100 cm	Épaisseur 20-100 cm	Épaisseur >100 cm	-	Épaisseur 0-20 cm	Épaisseur 0-20 cm	Épaisseur 20-100 cm	-	S2
Épaisseur 0-20 cm	Épaisseur 0-20 cm	Épaisseur 20-100 cm	Épaisseur >100 cm	Absence totale de sol	Absence totale de sol	Épaisseur 20-100 cm	Épaisseur 0-100 cm	S3
Absence totale de sol	Absence totale de sol	Épaisseur 0-20 cm	Épaisseur 0-100 cm	-	-	-	-	S4

Tableau 5: Indice S – Couverture protectrice

• Infiltration efficace, I

L'Indice de Développement et de Persistance des Réseaux (IDPR) permet de rendre compte de façon indirecte de la capacité intrinsèque des formations géologiques présentes en surface ou en sub-surface à laisser infiltrer ou ruisseler les eaux de pluie.

L'indice est constitué par comparaison du réseau hydrographique existant avec un réseau hydrographique reconstitué à partir des pentes. Il inclut donc l'impact de la topographie dans la partition de la pluie efficace.

Valeurs de l'indice	IDPR
4	0 - 400
3	400 - 800
2	800 - 1200
1	1200 - 1600
0	1600 - 2000

Tableau 6: Indice I – Infiltration efficace

• Epaisseur de la zone non saturée, H

Dans un milieu continu ou assimilé continu, la vulnérabilité de l'aquifère diminue avec la profondeur à laquelle il se trouve.

L'épaisseur de la zone non saturée est calculée comme étant la distance entre la surface du sol et le niveau de la nappe pour un aquifère libre. Dans un aquifère captif, c'est la distance entre la surface et le toit de l'aquifère qui est à considérer.

En présence de plusieurs cartes piézométriques, on utilisera de préférence les cartes de « hautes eaux » qui fourniront la vision la plus pessimiste du degré de protection de l'aquifère du point de vue de ce paramètre.

Valeurs de l'indice	Epaisseur ZNS H (m)
4	< 2
3	02/05/12
2	01/05/20
1	20 - 50
0	> 50

Tableau 7: Indice H – Epaisseur de la zone non saturée

• Perméabilité de l'aquifère, K

Ce paramètre prend en compte la capacité de l'aquifère à laisser circuler l'eau. Ce paramètre est intégré dans la mesure où l'enjeu considéré est la qualité de l'eau pompée au niveau de l'ouvrage.

De fait, cela suppose un écoulement dans l'aquifère.

En l'absence de valeurs de perméabilités disponibles sur la zone d'étude, celles-ci pourront être évaluées à partir de gammes théoriques proposées dans des ouvrages généralistes d'hydrogéologie. L'objectif consiste avant tout à mettre en évidence des zones plus perméables que d'autres : on est essentiellement sur une approche relative.

Les valeurs de perméabilité à privilégier sont celles issues des essais de pompage. Les perméabilités issues d'un modèle hydrodynamique sont à manier avec précaution car elles sont souvent utilisées comme paramètre de calage du modèle.

Valeurs de l'indice	Perméabilité K (m/s)
4	$> 10^{-3}$
3	10^{-4} - 10^{-3}
2	10^{-5} - 10^{-4}
1	10^{-7} - 10^{-5}
0	$< 10^{-7}$

Tableau 8: Indice K – Perméabilité de l'aquifère

6.2 Coteaux magmatiques et métamorphiques

Cette combinaison de méthodes permet d'évaluer la vulnérabilité intrinsèque en se basant sur plusieurs facteurs :

- Accessibilité du milieu aquatique, 1.
- Etat de la surface, 2.
- Intensité de la pente, 3.
- Substratum géologique et Sols, 4.

Des classes sont définies pour chaque facteur. Ces classes, définies sur 2, 3 ou 4 niveaux, sont notées :

o : non défavorable.

m : moyennement défavorable.

d : défavorable.

D : très défavorable.

Il sera possible de combiner deux facteurs de même nature ou de même effet.

		Facteur 1			
		o	**m**	**d**	**D**
Facteur 2	**o**	o	m	d	D
	d	d	md	2d	dD

Tableau 9: Combinaison de deux facteurs

Avec par ordre croissant de pénalisation : o < m < d < D < md < 2d < dD.

Cette méthode permet par la suite d'associer les différents facteurs, sans pondération.

Les résultats de cette cartographie sont ensuite classés en façon à pouvoir être comparés avec la première méthode de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque, sur les plaines alluviales.

Ainsi, les valeurs vulnérabilité varieront entre 0 (vulnérabilité minimale) et 4 (vulnérabilité maximale).

• Accessibilité du milieu aquatique

La contamination des eaux de surface par les pesticides est très dépendante de la distance séparant le lieu d'application du ruisseau collecteur.

Cette classe combine deux critères « proximité du réseau hydrographique » et « existence d'une zone boisée ».

Ce dernier critère étant introduit afin de pondérer la proximité du milieu aquatique par l'effet tampon et parfois l'effet de phytorémédiation de la zone boisée.

Indice	Proximité du réseau hydrographique (m)
D	< 50
d	50 - 100
m	100 - 200
o	> 200

Tableau 10: Proximité du réseau hydrographique

Indice	Nature de l'occupation du sol
d	non boisée
o	boisée

Tableau 11: Nature de l'occupation du sol

Combinaison des modalités :

		Proximité du réseau hydrographique			
		o	**m**	**d**	**D**
Nature de l'occupation du sol	**o**	o	m	d	D
	d	d	md	2d	dD

Tableau 12: Indice 1 – Accessibilité du milieu aquatique

• Etat de la surface

Il s'agit de l'état de surface et de son aptitude à laisser ruisseler l'eau en surface.

L'évaluation de la sensibilité de la surface au ruissellement intègre deux critères : la sensibilité des sols au phénomène de battance et la traduction de l'occupation des sols en termes de coefficient de ruissellement.

Indice	IB
d	> 1,3 ou « zone de non sol »
m	1 – 1,3
o	< 1

Tableau 13: Sensibilité des sols à la battance

Indice	Cr
D	> 0,5
d	0,3 – 0,5
m	0,1 – 0,3
o	< 0,1

Tableau 14: Capacité des sols à ruisseler en fonction du mode d'occupation du sol

Combinaison des modalités :

		Capacité des sols à ruisseler en fonction du mode d'occupation du sol			
		o	**m**	**d**	**D**
Sensibilité des sols à la battance	**o**	o	m	d	D
	m	m	d	md	mD
	d	d	md	2d	dD

Tableau 15: Indice 2 – Etat de la surface

• Intensité de la pente

L'intensité des pentes influence directement les écoulements superficiels.

Une pente abrupte favorise et accélère les écoulements superficiels et les phénomènes de ruissellement, tandis qu'une pente douce ou nulle donne à l'eau le temps d s'infiltrer entièrement ou pour partie dans les sols.

Indice	Intensité de la pente (°)
D	> 7
d	3 - 7
m	1,5 - 3
o	< 1,5

Tableau 16: Indice 3 – Intensité de la pente

• Substratum géologique et Sols

La nature du substratum géologique ainsi que les paramètres pédologiques des sols vont influencés l'infiltration et le ruissellement des eaux.

Indice	Substratum géologique
D	substratum schisteux
d	substratum granitique
m	substratum sédimentaire (hors alluvions)
o	alluvions

Tableau 17: Substratum géologique

		Texture		
		Argile	**Limon**	**Sable**
% cailloux	**0-15 %**	1	1	2
	15-60 %	1	2	3
	> 60 %	2	3	3

Tableau 18: Nature du sol

		Nature du sol			
		inconnue	**1**	**2**	**3**
Épaisseur	**> 100 cm**	o	o	m	d
	20-100 cm	m	m	d	D
	0-20 cm	d	d	D	D
	nulle	D	D	D	D

Tableau 19: Sols

Combinaison des modalités :

		Substratum géologique			
		o	**m**	**d**	**D**
Sols	**o**	o	m	d	D
	m	m	d	md	mD
	d	d	md	2d	dD
	D	D	mD	dD	2D

Tableau 20: Indice 4 – Substratum géologique et Sols