



Document public



Recherche de la limite entre les bassins versants de la Charente et du Clain

Rapport final

BRGM/RP-55573-FR
Mars 2008



Recherche de la limite entre les bassins versants de la Charente et du Clain

Rapport final

BRGM/RP-55573-FR

Mars 2008

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2006 EAUF31

M. Thinon-Larminach

Avec la collaboration de

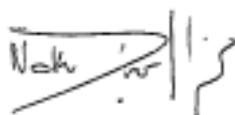
V. Ribot, N. Dorfliger, Ph. Subra, G. Karnay et F. Bichot

Vérificateur :

Nom : N. Dorfliger

Date : 13 novembre 2007

Signature :



Approbateur :

Nom : F. Bichot

Date : 30 novembre 2007

Signature :



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

Mots clés : Piézométrie, débitmétrie, traçages, bassin versant, Charente, Clain, Poitou-Charentes.

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

M. Thinon-Larminach avec la collaboration de V. Ribot, N. Dörfliger, G. Karnay et F. Bichot. 2008. Recherche de la limite entre les bassins versants de la Charente et du Clain. BRGM/RP-54-FR. 119 p., 77 ill., 5 annexes.

Référence photographie page de couverture : Source à Vaux (BRGM, 2006)

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

Synthèse

L'examen des débits du fleuve La Charente aux confins des départements de la Vienne et de la Charente montre l'existence d'apports souterrains importants de la nappe du Dogger. Les calcaires de l'interfluve Clain-Charente sont à l'origine d'un aquifère carbonaté dit karstique, néanmoins il ne s'agit pas d'un milieu karstique hétérogène dominé par des écoulements dans des conduits (comme le Karst de La Rochefoucauld en Charente). Dans le cas présent, l'évolution et le développement de la karstification sont limités, les écoulements y sont majoritairement "continus" avec quelques hétérogénéités locales (pertes...). Ce contexte induit des incertitudes dans la limite souterraine entre les deux bassins versants. Ces incertitudes ont des implications en matière de gestion des prélèvements, en particulier agricoles.

Les Agences de l'Eau Adour-Garonne et Loire-Bretagne ont souhaité une étude apportant des éléments permettant de venir en appui à la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau. Son application nécessite une précision de la limite des systèmes aquifères et des masses d'eau entre les bassins des deux Agences.

Le présent rapport concerne les 3 phases de l'étude :

- Phase 1 : réaliser une synthèse des documents et des données existantes et la compléter par des investigations de terrain ;
- Phase 2 : Mesures de terrains (piézométrie, analyses physico-chimiques, jaugeages en rivière et de sources) ;
- Phase 3 : Réalisation d'un multi-traçage (3 sites d'injection avec des produits différents) et suivi sur 10 points.

L'objectif de cette étude est de pouvoir, par l'amélioration de la connaissance des transferts de flux dans l'interfluve, proposer une limite entre les bassins versants de la Charente au sud et du Clain au nord.

Les phases 1 et 2 se sont déroulées simultanément d'avril à septembre 2006, elles ont permis de faire un état des connaissances sur l'interfluve Clain-Charente, d'acquérir des données complémentaires. La réalisation d'une campagne de traçages, phase 3, a eu lieu après une longue période sans précipitation. Trois points d'injections et dix points de suivis (4 automatiques et 6 manuels) ont été déterminés. Elle a permis de mettre en évidence la relation entre un point d'injection, gouffre, et six points de suivis (puits et sources). Les deux autres injections n'ont pas montré de sortie des traceurs aux points de suivis choisis. Le traçage positif a permis de déterminer la zone d'influence du traceur et le bassin d'alimentation du Clain et de la Charente pour la partie orientale de l'interfluve. Une limite aux bassins du Clain et de la Charente est proposée aux regards des résultats piézométriques et des traçages.

Sommaire

Synthèse	3
Sommaire	5
Liste des illustrations	6
Liste des annexes.....	9
1. Introduction	11
2. Contexte.....	13
2.1. GEOGRAPHIE	13
2.1.1. Topographie	13
2.1.2. Hydrographie.....	14
2.2. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE	22
2.2.1. Géologie.....	22
2.2.2. Hydrogéologie	26
2.2.3. Réseau de suivi piézométrique.....	28
2.3. INVENTAIRE DES SOURCES	29
2.4. INVENTAIRE DES MANIFESTATIONS KARSTIQUES.....	30
2.4.1. Méthodologie.....	30
2.4.2. Analyse	32
2.5. DONNEES SUR LES PRELEVEMENTS.....	36
2.6. DONNEES CLIMATIQUES SUR LA PERIODE MARS 2006 A JANVIER 2007.....	36
3. Mesures de terrain	39
3.1. MESURES PIEZOMETRIQUES.....	39
3.1.1. Dispositifs.....	39
3.1.2. Résultats	41
3.2. MESURES PHYSICO-CHIMIQUES	44
3.2.1. Dispositifs.....	44
3.2.2. Résultats	45

3.3. MESURES DE DEBIT	52
3.3.1. Dispositifs	52
3.3.2. Résultats	52
4. Traçages	59
4.1. METHODOLOGIE	59
4.1.1. Choix des points d'injection	59
4.1.2. Choix des points de suivi et équipement.....	59
4.1.3. Logistique	59
4.1.4. Protocole d'injection	59
4.2. RESULTATS DES ESSAIS DE TRAÇAGE	64
4.2.1. Condition météorologique.....	64
4.2.2. Résultats des traçages dans le puits à Brux et à Chaunay	64
4.2.3. Traçage dans le gouffre de la Chapelle-Bâton.....	66
4.3. SYNTHESE DES RESULTATS	70
5. Implications pour la connaissance de l'interfluve Clain-Charente	71
5.1. DELIMITATION DES BASSINS VERSANTS HYDROGEOLOGIQUES	71
6. Conclusions.....	75
7. Bibliographie	77

Liste des illustrations

Illustration 1 : Localisation géographique de l'interfluve Clain-Charente.....	12
Illustration 2 : Topographie de l'interfluve réalisée à l'aide du modèle numérique de terrain (pas de 50 m)	14
Illustration 3 : Photo du Clain à Joussé (avril et juillet 2006).....	15
Illustration 4 : La Charente à Saint-Pierre d'Excideuil (avril 2006)	17
Illustration 5 : Etat hydrologique de la Bouleure au pont du Coteau et à Vaux en juin 2006 (points intermédiaires "Chez Cormy" et "la Babinière").....	19
Illustration 6 : Le Bé à Archambaud (mai et juillet 2006).....	20
Illustration 7 : Log synthétique, carte géologique BRGM de Melle n°636 (1/50000). Dogger et Lias d'après le forage 06367X0137	24

Illustration 8 : Bathonien karstifié (Charroux).....	25
Illustration 9 : Callovien (Limalonges).....	25
Illustration 10 : Inventaire (non exhaustif) des principales cartes piézométriques du Dogger sur le secteur d'étude.....	27
Illustration 11 : Liste des piézomètres du Réseau Régional et d'ERM situés sur le secteur d'étude.....	28
Illustration 12 : Sources de Joussé, avril 06 (ci-dessus), de Vaux, mai 06 (ci-contre haut) et de Chanterane, avril 06 (ci-contre bas).....	30
Illustration 13 : Indices de karstification sur le domaine de l'interfluve Clain-Charente.....	31
Illustration 14 : Element karstique majeur : grotte de Belle Roche.....	32
Illustration 15 : Doline à Mouchedune (Vaux).....	33
Illustration 16 : Situation des dolines sur le fond géologique (légende géologique voir Annexe 1).....	33
Illustration 17 : Gouffres de Lafa (en haut) et des Chevreux (à droite) (photos juin 2006).....	35
Illustration 18 : Vallée de la Caillaude à Linazay (ci-dessus) et à Buisson l'Evêque (ci-contre) et Vallée de la Chaluppe (ci-dessous) (mai 06).....	35
Illustration 19 : Point d'eau sur l'interfluve Clain / Charente.....	37
Illustration 20 : Prélèvements sur l'année 2003.....	37
Illustration 21 : Evolution de la pluviométrie à la station de Couhé du 1 ^{er} janvier 2006 au 31 janvier 2007.....	38
Illustration 22 : Localisation des points du suivi piézométrique.....	40
Illustration 23 : Evolution piézométrique aux stations Régionales et ERM (janvier 06 à février 07).....	42
Illustration 24 : Evolution piézométrique aux capteurs enregistreurs BRGM.....	43
Illustration 25 : Localisation des points de suivis physico-chimiques (in situ et en labo).....	46
Illustration 26 : Température, évolution pour chaque point suivi.....	47
Illustration 27 : Conductivité, évolution pour chaque point de suivi.....	47
Illustration 28 : pH, évolution pour chaque point de suivi.....	48
Illustration 29 : Concentration en nitrates, pour chaque point de suivi.....	48
Illustration 30 : Concentration moyenne en nitrates sur la période de suivi.....	50
Illustration 31 : Comparaison des concentrations en nitrates évaluées sur le terrain et déterminées en laboratoire.....	51
Illustration 32 : Diagramme de Piper sur les analyses en laboratoire.....	51
Illustration 33 : La Caillaude aux Verdonnières (St-Macoux) en mai et août 2006.....	53
Illustration 34 : La Caillaude à Fayole (Saint-Saviol) en avril et mai 2006.....	53
Illustration 35 : Points du suivi des débits.....	54

Illustration 36 : Evolution des débits sur les bassins versants du Clain, Bouleure et Charente (ordonnées en log.).....	55
Illustration 37 : Le Bé à Sommières en mai et juillet 2006	56
Illustration 38 : La Bouleure à Brux en mai et juillet 2006	57
Illustration 39 : La Bouleure au Pont de Bert (Vaux) en mai et juillet 2006.....	57
Illustration 40 : La Bouleure au Pont de Vaux, en mai et septembre 2006	57
Illustration 41 : Localisation des trois points de traçages, des zones potentielles de sorties des traceurs et des dix points de suivis	58
Illustration 42 : Formule semi-développée de l'uranine	60
Illustration 43 : Formule semi-développée de l'éosine	60
Illustration 44 : Formule semi-développée de la sulforhodamine G	61
Illustration 45 : Caractéristiques des injections	62
Illustration 46 : Protocole prévisionnel d'échantillonnage.....	63
Illustration 47 : Evolution de la pluviométrie moyenne sur la zone d'étude du 1/11/06 au 12/1/07	65
Illustration 48 : Evolution du débit à la station de Petit Allier (Vivonne) sur le Clain	65
Illustration 49 : Evolution du débit à la station de Charroux sur la Charente	65
Illustration 50 : Source de Joussé en juillet 07 et lors de la sortie du traceur (uranine).....	66
Illustration 51 : Evolution de la concentration en uranine aux points de suivis automatiques (A3 : source des chauvauds, A4 : source de Fontegrive).....	67
Illustration 52 : Evolution du débit à Charroux et de la pluviométrie pendant la période de traçage.....	67
Illustration 53 : Evolution de la concentration en uranine aux points de suivis manuels (M2 : Puits Chez Rabois, M3 : Source de Joussé, M6 : Puits de Villeneuve).....	68
Illustration 54 : Evolution de la piézométrie aux points de suivi (M1 : Puits Chez Bernardeau, M2 : Puits de Chez Rabois, M4 : Puits de Chez Mérigeon, M5 : Puits de Sénillé, M6 : Puits de Villeneuve, A4 : Source de Fontegrive).....	68
Illustration 55 : Direction et sens d'écoulement à partir du traçage, vitesse de circulation	69
Illustration 56 : Synthèse des résultats issus du multi-traçage.....	70
Illustration 57 : Evolution de la position de la crête piézométrique entre avril et septembre 2006.....	72
Illustration 58 : Position des crêtes piézométriques sur le fond géologique (légende voir Illustration 56 et Annexe 1).....	72
Illustration 59 : Position du traçage positif par rapport à la zone de balancement de la crête	73
Illustration 60 : Proposition d'une nouvelle limite entre les bassins versants du Clain et de la Charente	74
Illustration 61 : Localisation des points nivelés sur la région de l'interfluve Clain-Charente	89

Illustration 62 : Nouveaux points nivelés.....	89
Illustration 63 : Evolution de la piézométrie à Le_Bé (en m NGF).....	90
Illustration 64 : Evolution piézométrique à Limalong (en m NGF)	90
Illustration 65 : Evolution piézométrique à Sauzé (en m NGF).....	91
Illustration 66 : Evolution piézométrique à StRomain (en m NGF)	91
Illustration 67 : Evolution de la piézométrie à la Bonnardelière (en m NGF).....	92
Illustration 68 : Evolution de la piézométrie aux enregistreurs automatiques (en m NGF)	92
Illustration 69 : Cartes piézométriques d'avril, mai, juin et juillet 2006	93
Illustration 70 : Cartes piézométriques de août et septembre 2006	94
Illustration 71 : Synthèse des analyses physico-chimiques in situ	99
Illustration 72 : Synthèse des analyses physico-chimiques en laboratoire.....	100
Illustration 73 : Synthèse des mesures et données de débitmétrie	103
Illustration 74 : Dispositif d'injection au puits de Chaunay de la sulforhodamine G et de l'eau pour l'effet de chasse.....	113
Illustration 75 : Dispositif d'injection au puits de Brux de l'éosine.....	113
Illustration 76 : Dispositif d'injection au gouffre de la Chapelle-Bâton de l'uranine et de l'eau pour l'effet de chasse.....	114
Illustration 77 : Suivi avec échantillonneur automatique à la source de Vaux et de St-Saviol.....	115
Illustration 78 : Calendrier de prélèvement	117

Liste des annexes

Annexe 1 Géologie de région étudiée et coupes.....	79
Annexe 2 Piézométrie	87
Annexe 3 Mesures physico-chimiques	95
Annexe 4 Mesures de Débit.....	101
Annexe 5 Traçages	105

1. Introduction

L'examen des débits du fleuve La Charente aux confins des départements de la Vienne et de la Charente montre l'existence d'apports souterrains importants de la nappe du Dogger. Les plateaux entre le Clain et la Charente sont karstifiés et la limite souterraine entre les deux bassins versants est incertaine. Ces incertitudes ont des implications en matière de gestion des prélèvements, en particulier agricoles.

Les Agences de l'Eau Adour-Garonne et Loire-Bretagne ont souhaité une étude pour préciser la délimitation entre les bassins versants du Clain et de la Charente pour venir en appui à la mise en œuvre des SAGEs (SAGE Clain et SAGE Charente, en cours de constitution), des SDAGEs et de la Directive Cadre sur l'Eau. La connaissance de la limite hydrogéologique entre ces deux bassins versants détermine les périmètres des SAGE, le contour des masses d'eau et même l'extension des deux grands bassins hydrographiques (Loire et Adour-Garonne).

Le présent rapport rend compte des 3 phases de l'étude :

Phase 1 :

Dans un premier temps la synthèse des documents et données existantes a été réalisée : géologie, débits, piézométries réalisées... Il s'agissait d'intégrer en particulier les travaux récents (inventaires, piézométries) de ERM et d'HYDROM/EAUCEA.

Cette collecte des informations existantes a été complétée par des visites et des inventaires de terrain intégrant le territoire entre le Clain au nord-est, la Bouleure à l'ouest et la Charente au sud :

- inventaire des sources, constitution de dossier descriptif,
- inventaire des manifestations karstiques (grottes, gouffres, dolines, vallées sèches, pertes de rivière...),

Lors de cette phase des contacts ont été pris avec les agriculteurs et leurs représentants, et avec les Syndicats AEP de manière d'une part de les informer de la démarche et d'autre part de collecter éventuellement des données complémentaires.

Phase 2 :

Cette phase correspond aux mesures de terrain, elles se sont déroulées parallèlement à la phase 1, chaque mois d'avril à septembre:

- suivi piézométrique,
- installation de 3 sondes automatiques de mesure des niveaux,
- des analyses physico-chimiques *in situ* (pH, température, conductivité, nitrates),
- des jaugeages mensuels en rivière et mesures de débit de sources,
- nivellement de 10 points (puits, source).

L'objectif de cette phase était de réaliser un suivi de terrain sur le cycle de vidange des aquifères, de manière à mieux comprendre le fonctionnement hydrogéologique.

Phase 3 :

Cette phase correspond à la réalisation et l'interprétation d'un multi-traçage.

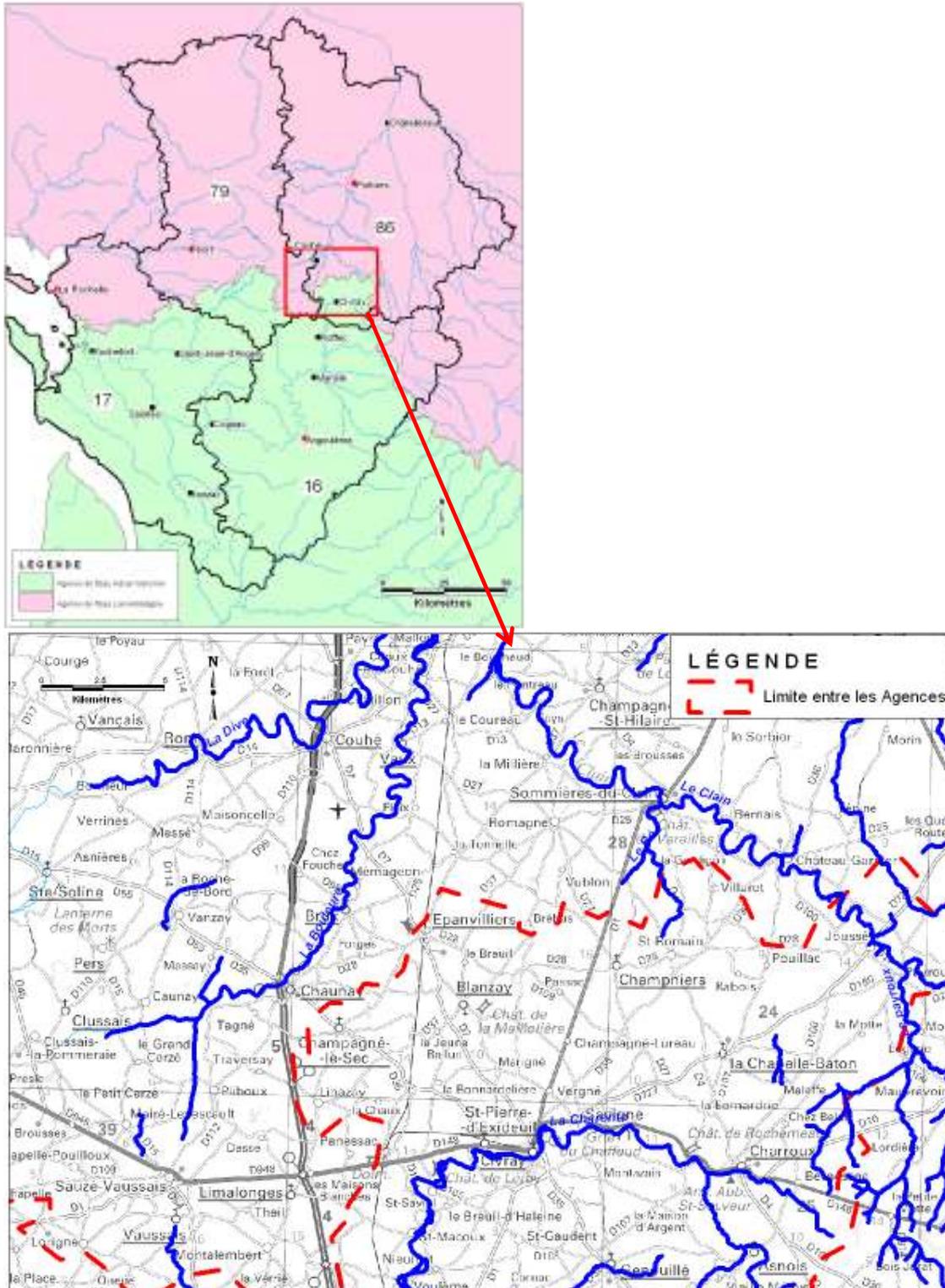


Illustration 1 : Localisation géographique de l'interfluve Clain-Charente

2. Contexte

2.1. GEOGRAPHIE

L'interfluve Clain-Charente se situe essentiellement dans le département de la Vienne, seule la marge sud-ouest est en Deux-Sèvres (Illustration 1).

Il s'étend sur une surface d'environ 600 km². Il est délimité :

- au Nord par la confluence entre la Bouleure et le Clain ;
- à l'Est le Clain et son affluent le Payroux ;
- au Sud la Charente ;
- à l'Ouest la Bouleure ;
- au Sud-ouest le horst de Montalembert et le synclinal de Lezay qui ferment le domaine.

L'interfluve Clain-Charente constitue la limite de territoire de deux Agences de l'Eau : au Nord, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, coté Clain et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne au Sud, côté Charente.

2.1.1. Topographie

L'interfluve présente un relief peu accidenté avec une différence d'altitude de 20 à 30 m entre les fonds des vallées et les plateaux. Le horst de Montalembert constitue le point culminant à une altitude de 186 m.

Deux régions se différencient :

- deux zones de plateaux, l'un situé entre Romagne et Vaux à une altitude moyenne de 140 m et l'autre, plus vaste, entre Charroux et Joussé, à une altitude d'environ 160 m ;
- une vaste dépression située au Sud-ouest marquée par de nombreuses vallées sèches, notamment la vallée de la Caillaude (Linazay, Saint Macoux) et la vallée de la Chaluppe (Saint Pierre d'Excideuil).

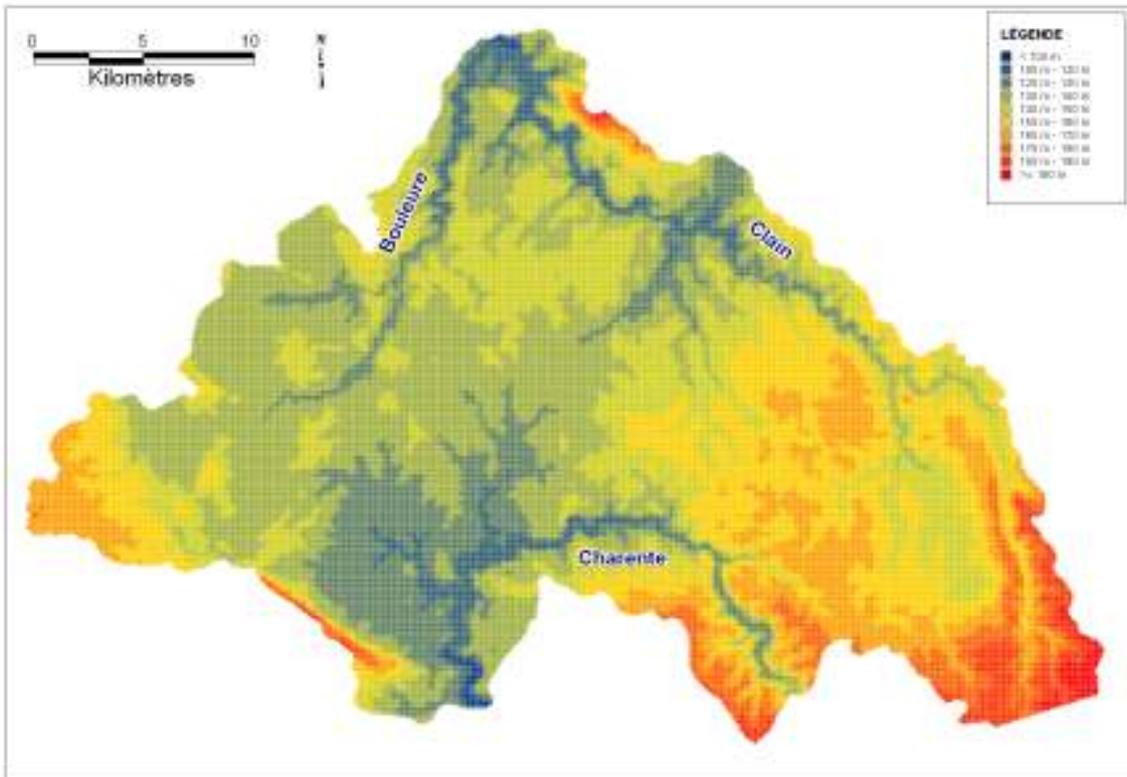


Illustration 2 : Topographie de l'interfluve réalisée à l'aide du modèle numérique de terrain (pas de 50 m)

2.1.2. Hydrographie

Le Clain au nord-est et la Charente au sud encadrent l'interfluve. Six autres rivières sont présentes sur le territoire d'étude.

a) Le Clain

Le Clain prend sa source à Hiesse au Nord-est du département de la Charente et se jette dans la Vienne à Cenon-Sur-Vienne (86). Le tronçon du Clain concerné par l'étude débute à sa confluence avec le Payroux, en aval du village de Payroux et se termine à la confluence avec la Bouleure à Voulon.

Le cours du Clain est particulièrement méandreux, il suit une direction Sud-est / Nord-ouest correspondant à une direction majeure de la fracturation régionale (direction Armoricaïne).

Le lit est composé d'argile et de sable jusqu'à Sommières puis d'un complexe alluvionnaire ; il repose principalement sur les formations du Bajocien (Dogger).

Sur ce tronçon le Clain reçoit les apports de quelques affluents dont le principal est le Bé en rive gauche. Le Clain bénéficie également des apports de la nappe du Dogger

par l'intermédiaire d'une vingtaine de sources en fond de vallée en rive gauche comme en rive droite. D'une manière générale cette nappe soutient efficacement l'étiage de la rivière et de ses affluents. Les mesures réalisées fin septembre 1995 (Vincent, 1998), en période d'étiage peu sévère ont montré que le débit fourni par la nappe Supra Toarcienne (Dogger) en aval de Sommières était de plus de 830 l/s, débit auquel il faut ajouter celui du Bé à Sommières qui était de plus de 270 l/s. Ainsi, les apports du Dogger entre Sommières et Vivonne représenteraient 65% du débit du Clain à Poitiers en période d'étiage.

Il n'existe pas de dispositif de mesure de débit en continu sur le tronçon considéré.



Illustration 3 : Photo du Clain à Joussé (avril et juillet 2006)

b) La Charente

La Charente est un fleuve qui prend sa source en Haute Vienne à Chéronnac et rejoint l'océan à Rochefort après avoir traversé les départements de la Charente, de la Vienne et de la Charente-Maritime. A son passage en Vienne, le fleuve dessine une boucle : schématiquement l'écoulement méandrique a une direction Sud/Nord jusqu'à Charroux, le cours prend ensuite une direction Est/Ouest puis une direction Nord/Sud à partir de Saint-Saviol.

Les barrages de Lavaud et Mas Chaban, situés dans le département de la Charente sur le cours amont, permettent une régulation des débits : soutient d'étiage (voir écrêtage de crue), de l'ordre de 23 millions de mètres cubes sont stockés.

Le cours de la Charente repose sur les formations de l'Infra-Toarcien jusqu'à Charroux puis sur les formations du Dogger. L'étude des débits, réalisé par Lemordant (2001) a permis de caractériser dans leurs grandes lignes les relations entre les aquifères et la Charente à son passage en Vienne. La nappe du Dogger alimente la rivière par l'intermédiaire de nombreuses sources situées en rive droite en fond de vallée entre Savigné et Saint-Macoux. Leur débit est parfois important : jusqu'à 70 l/s en période de hautes eaux pour un complexe de deux sources localisé à Saint-Pierre-d'Exideuil au débouché de la vallée sèche de la Chaluppe.

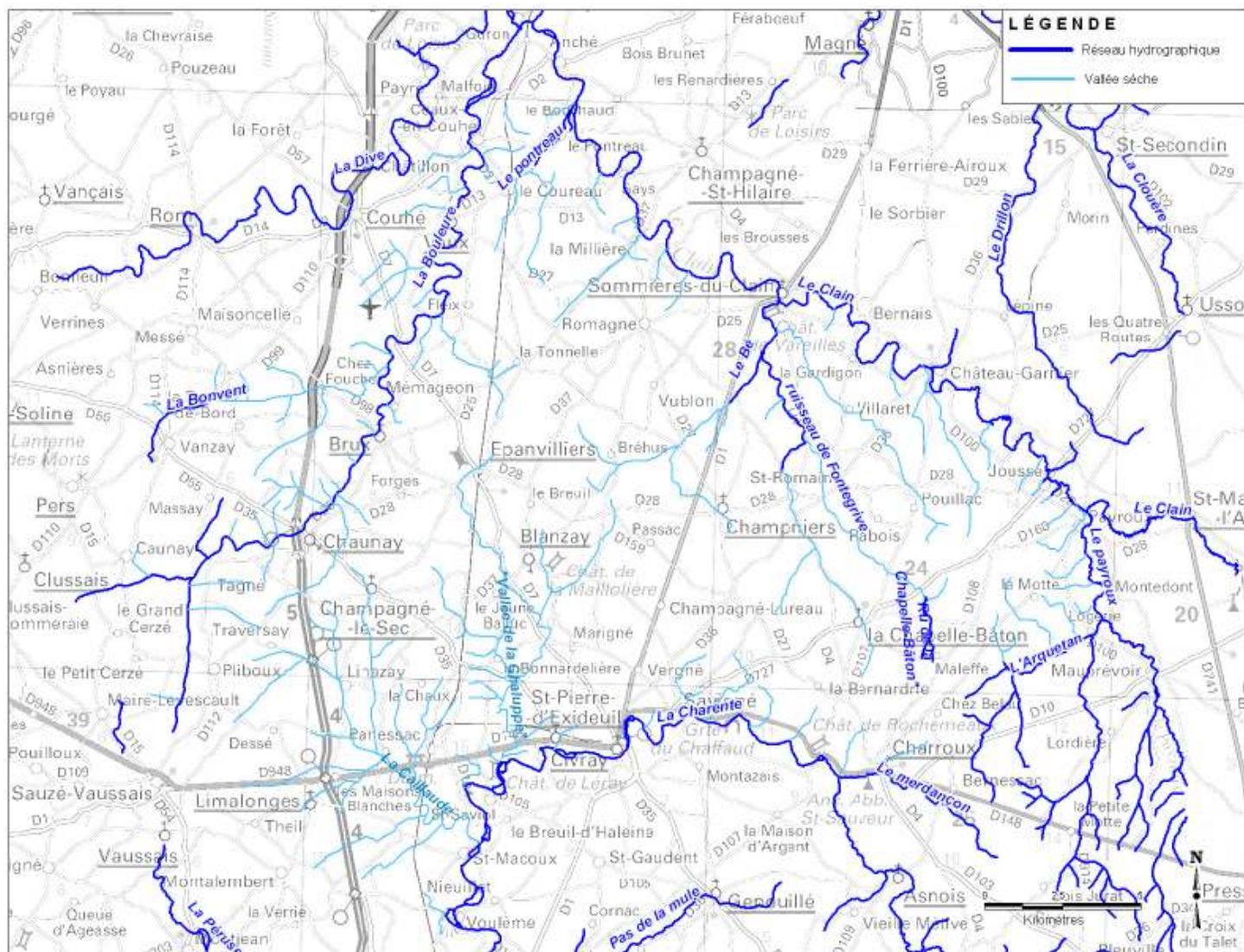


Illustration 4 : Réseau hydrographique permanent et temporaire



Illustration 5 : La Charente à Saint-Pierre d'Excideuil (avril 2006)

Les relations entre l'écoulement superficiel et souterrain sont particulièrement complexes. Elles fluctuent selon la situation temporelle et spatiale, elles concernent aussi bien la nappe du Dogger que celle de l'Infra-Toarcien :

- en période de hautes eaux une diminution de débit est parfois observée de l'amont vers l'aval entre Charroux et Saint-Saviol ce qui laisserait supposer l'existence de pertes dans le lit de la Charente.
- en période de basses eaux, une diminution de débit est constatée entre la station de Suris (située en Charente sur le cours amont) et la station de Charroux. Il semble donc que ce tronçon de la Charente fasse l'objet de pertes alimentant vraisemblablement l'aquifère de l'Infra-Toarcien. Par ailleurs, une baisse de débit entre la station de Saint-Saviol et la station d'Aunac (située en Charente plus en aval) est également observée sans que l'on sache s'il s'agit là de pertes karstiques ou de prélèvements agricoles.

Il existe deux stations hydrométriques gérées par la DIREN sur le secteur d'étude : Charroux et Saint-Saviol. Une troisième station située à Voulême a été désinstallée en 1996.

c) La Bouleure

Cette rivière prend sa source dans le département des Deux-Sèvres au Sud de la commune de Clussais-La-Pommeraiie. Le cours de la Bouleure suit sur une trentaine de kilomètres une direction Nord-est puis Nord et rejoint le Clain à Voulon. La Bouleure a pour principal affluent la Bonvent, qui la rejoint en rive gauche à hauteur du Roty (commune de Brux). Les écoulements de cet affluent sont également temporaires.

Ce cours d'eau à un régime hydraulique caractéristique des milieux karstiques. De nombreuses pertes sont en effet observées au travers du substrat marno-calcaire de la rivière entre Chaunay et Brux. Les quelques traçages qui ont été réalisés n'ont pas permis d'identifier la destination de ces pertes. Vincent (1998) suppose qu'une partie de ces eaux alimente la Dive ou la Sèvre-Niortaise via la nappe du Dogger, mais le cours aval de la Bouleure, voire la Charente sont aussi susceptibles de bénéficier de ces apports.

Le lit est formé d'alluvions fines, vases, sables, graviers sur un substrat marno-calcaire des formations de l'Oxfordien, du Callovien, du Bathonien et du Bajocien (d'amont en aval). A noter que la rivière, dans le cadre de son entretien, a subi un recalibrage à la pelle mécanique dans les années 1980 qui a très certainement augmenté le volume des pertes (par élimination des particules argileuses colmatant le fond du lit de la rivière).

Il existe deux stations hydrométriques qui ont relevé entre 1981 et 1988 le débit de la Bouleure, l'une à Caunay l'autre à Chaunay plus en aval. Actuellement il n'y a plus de suivi hydrométrique en continu de cette rivière.



Illustration 6 : Etat hydrologique de la Bouleure au pont du Coteau et à Vaux en juin 2006 (points intermédiaires "Chez Cormy" et "la Babinière")

d) Le Bé

Le Bé rejoint le Clain en rive gauche sur la commune de Sommières-du-Clain. L'écoulement de cette rivière s'effectue selon une direction Sud/Nord sur les formations du Bajocien.

La rivière draine la nappe du Dogger par l'intermédiaire de nombreuses sources disposées tout au long de son cours et de celui de son affluent le ruisseau de Fontgrive. Les sources principales sont situées aux lieux-dits de La Borichère (commune de Romagne), Puiraveau (commune de Saint-Romain) et Chanterane (commune de Sommières-du-Clain).

Le Bé a un régime hydrologique assez complexe. En période de hautes eaux son linéaire total (affluent compris) est d'environ 8 km. Durant l'étiage, les sources tarissent d'amont vers l'aval, et sur le ruisseau de Fontgrive certains tronçons tombent à sec. Par ailleurs, lorsque le déficit hydrique est important (1947 à 1951, 2005) l'écoulement superficiel peut également disparaître à l'aval en amont de la confluence avec le Clain. Lors de la sécheresse particulièrement sévère de 2005, le Bé s'est asséché sur presque tout son cours. Par ailleurs, il convient de noter l'importance du stockage naturel d'eau par le biais de l'importante végétation hydrophile qui se développe en bordure du cours, ou artificiel avec les nombreux barrages ou plan d'eau en dérivation. Les écoulements ont été largement artificialisés par la création de barrages.

Les vallées du Bé et de la Fontgrive sont situées dans le prolongement de vallées sèches qui peuvent très exceptionnellement être en partie réactivées par une remontée de la nappe à la faveur d'une période particulièrement humide.

Aucune station hydrométrique n'enregistre le débit du Bé.



Illustration 7 : Le Bé à Archambaud (mai et juillet 2006)

e) Le Payroux

Cette rivière prend sa source sur les contreforts du Massif Central au sud-est du département de la Vienne. Le bassin versant amont du Payroux est caractérisé par l'existence d'un réseau hydrographique particulièrement développé (ruisseau de l'Arguétan, du Maury, de la Grolière) alimenté par les nappes du socle et de l'Infra-Toarcien. La densité de drainage de 1,64 (valeur calculée) contraste avec ce que l'on observe sur les autres secteurs de l'interfluve.

A partir de sa confluence avec le Maury, le Payroux ne reçoit plus d'affluents et s'écoule selon une direction Sud/Nord pour rejoindre le Clain en rive gauche à l'aval de la commune de Payroux.

Il n'existe que peu de données sur ce cours d'eau qui en outre n'est pas doté de stations de jaugeage.

f) Ruisseaux de la Chapelle-Bâton

Il existe deux ruisseaux temporaires, alimentés par les précipitations, sur la commune de la Chapelle-Bâton. Ces cours d'eau sont typiques des milieux karstiques puisqu'ils n'ont pas d'exutoire et se perdent dans des gouffres. Ils sont canalisés en fossés et suivent une direction Nord à l'amont de vallées sèches rejoignant le réseau du Bé.

Un premier ruisseau passe par le bourg de la Chapelle-Bâton, il est ponctué d'au moins deux gouffres principaux. Ce premier ruisseau d'environ 1.5 km tombe très rapidement à sec.

Le deuxième ruisseau prend naissance aux alentours du lieu-dit Maleffe à environ 2,5 km au Sud-ouest du bourg de la Chapelle-Bâton. Il est représenté en pointillé sur la carte IGN et suit une direction Nord parallèlement au premier ruisseau sur environ 2 km.

g) Le Pontreau

Peu de données sont disponibles sur ce petit affluent du Clain qui se situe à l'extrémité septentrionale de l'interfluve. Ce ruisseau prend sa source au lieu-dit Mézachard (commune de Ceaux-en-Couhé) et se jette en rive gauche du Clain à hauteur du lieu-dit de Moisseau après environ 3 km de cours. Par ailleurs, d'après la carte IGN, il n'y a pas de source qui alimente le cours d'eau et sa partie amont n'est pas pérenne.

Les visites de terrain ont cependant permis de répertorier une source au lieu-dit Chante-Coucou (commune de Ceaux-en-Couhé).

La vallée assez encaissée de ce ruisseau a été artificialisée par la création d'étangs.

h) La Caillaude

Cet affluent de la Charente se situe au Sud-ouest de l'interfluve à l'aval d'une vallée sèche particulièrement ramifiée entre les communes de Linazay, Champagné-le-Sec, Limalonges et Saint-Saviol ainsi que sur la commune de Saint-Macoux pour sa partie pérenne.

Cette rivière est comparable au Bé dans son fonctionnement. En hautes eaux les vallées sèches sont réactivées et la Caillaude développe un linéaire d'une quinzaine de kilomètres avec comme affluents principaux les ruisseaux de Linazay et de Crousille. En amont de la confluence avec la Charente, la vallée est particulièrement encaissée et dessine de nombreux méandres. Cependant la majeure partie de la rivière est constituée de fossés, seul le cours permanent, d'environ 800 m peut s'apparenter à un cours d'eau avec un lit bien marqué. Sur cette partie aval ont été aménagés plusieurs plans d'eau. Le lit de la Caillaude repose sur les formations du Callovien et du Bathonien.

Il n'existe pas de station hydrométrique sur la Caillaude.

2.2. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE

L'interfluve Clain-Charente se situe au carrefour de quatre entités géologiques majeures :

- le Bassin Parisien au Nord-est ;
- le Massif Central au Sud-est ;
- le Bassin Aquitain au Sud-ouest ;
- le Massif Armoricain au Nord-ouest.

Situé dans le prolongement du seuil du Poitou, le socle du Massif Central se prolonge en profondeur sous les formations sédimentaires du Jurassique inférieur et moyen. Il s'agit principalement de terrains calcaires, parfois gréseux (Infra-Toarcien) ou carbonaté (Dogger) avec des intercalations marneuses (Toarcien). Des phénomènes de karstification ont affecté ces formations calcaires.

2.2.1. Géologie

a) Stratigraphie

La carte et les coupes géologiques sont reportées en Annexe 1.

Le socle cristallin est constitué de granitoïdes intrusifs à biotite et amphibole. Des leucogranites à biotite cataclasés et altérés peuvent être rencontrés à l'affleurement dans la vallée du Clain à sa confluence avec le Pontreau à la faveur du complexe de failles se rattachant à l'anticlinal de Champagné-St-Hilaire.

Marquant le début de la transgression du Mésozoïque, le Lias inférieur (Sinémuro-Hettangien) de 30 à 45 mètres de puissance est représenté par des argiles et des

dolomies sableuses puis des calcaires dolomitiques oolithiques ou micritiques. Cette formation affleure uniquement aux alentours de la confluence entre le Pontreau et le Clain.

Le Pliensbachien d'environ 10 à 20 mètres d'épaisseur correspond à des calcaires bioclastiques et des calcaires gréseux avec des intercalations marneuses. Ce n'est qu'à la faveur d'accident tectonique que cette formation est visible à l'affleurement : le sommet de l'horst de Montalembert, vallée du Clain en aval de Payroux (faille de Roche au Grand Chabanne), confluence du Pontreau avec le Clain (failles de Payré à Villemonnay).

Le Toarcien, formé de marnes et de calcaires argileux, atteint une vingtaine de mètres d'épaisseur. Cet horizon, assez homogène et constant, affleure dans les vallées : sur la Bouleure ponctuellement en aval de Ceaux-en-Couhé au lieu-dit Moisais, sur le Clain à partir de Payroux jusqu'à l'aval de Joussé ainsi qu'à Villemonnay. Le Toarcien affleure également à la faveur de l'horst de Montalembert.

L'Aalénien est constitué de calcaire fin, grenu ou graveleux. Dans la partie occidentale de l'interfluve il présente un faciès plus marneux difficile à différencier des marnes toarciennes. Cette formation présente d'importantes variations d'épaisseur : puissant d'une vingtaine de mètres au Nord il se réduit à environ 2 mètres à l'approche de la structure de Montalembert.

Le Bajocien forme une barre de calcaires bioclastiques ou dolomitiques ponctués de silex. Sa puissance est d'une vingtaine de mètres à l'Ouest au niveau du synclinal de Lezay et augmente vers l'Est jusqu'à 55 mètres. Cependant, dans la partie septentrionale de l'interfluve cet étage a été érodé d'une trentaine de mètres. Le Bajocien affleure dans les vallées du Clain, du Pontreau, de la Charente, du Payroux (à partir de Prémillant à l'aval de Brux), et du Bé aval, ainsi qu'au niveau des vallées sèches de la Millière et en amont du Pontreau.

Le Bathonien (Illustration 9) est constitué de calcaire à spongiaires, à punctuations rouille ou à silex. Sous le Callovien cet étage présente une épaisseur d'environ 12 à 30 mètres. Le Bathonien affleure dans les principaux réseaux hydrographiques fossiles : Caillaude, vallée de la Chaluppe (Saint-Pierre d'Excideuil), vallée de la Chapelle-Bâton, en amont de la vallée de la Millière. Il est visible également en bordure de vallée : sur le Clain à partir de Château-Garnier, sur le Bé, sur la Charente et sur la Bouleure de Brux à Prémillant ainsi que sur la bordure Nord de l'horst de Montalembert. Enfin, des affleurements apparaissent ponctuellement dans la partie médiane de l'interfluve entre la vallée du Bé et Savigné (Vant, Champniers, Bréhus...).

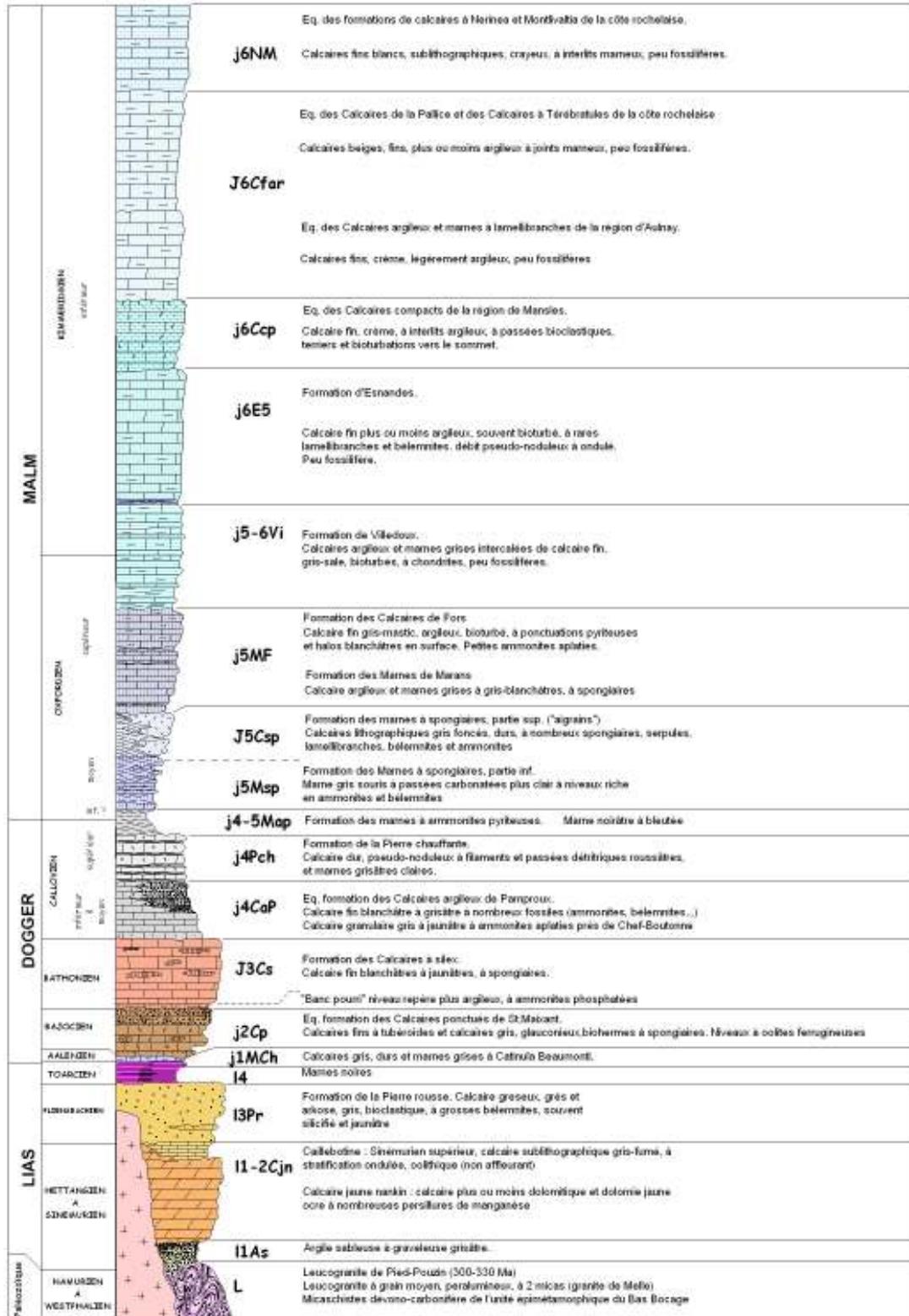


Illustration 8 : Log synthétique, carte géologique BRGM de Melle n°636 (1/50000). Dogger et Lias d'après le forage 06367X0137



Illustration 9 : Bathonien karstifié (Charroux)



Illustration 10 : Callovien (Limalonges)

Le Callovien (Illustration 10), de 35 à 50 mètres d'épaisseur à l'Ouest, est constitué de calcaires fins, un peu marneux voire argileux, riche en ammonites sauf dans la partie orientale du secteur d'étude qui est peu fossilifère. Il a été érodé dans la partie Nord et Ouest de l'interfluve. Il affleure dans la vallée de la Fontegrive (affluent du Bé). Il est surtout à l'affleurement entre la Charente, l'horst de Montalembert et le synclinal de Lezay.

D'une manière générale les formations du Jurassique moyen sont fissurées voire karstifiées.

Le Jurassique supérieur présente un faciès de marnes à spongiaires sur 45 mètres surmonté d'un ensemble carbonaté (Oxfordien supérieur) sur une cinquantaine de mètres d'épaisseur. Il affleure à la faveur du graben de Lezay.

La mer a quitté ce domaine à la fin du Jurassique, puis y est vraisemblablement revenue au début du Crétacé supérieur (transgression cénomaniennne) pour le quitter définitivement à la fin du Crétacé. Toutefois ce secteur ne semble pas avoir conservé de témoignage de cette histoire géologique.

L'ensemble des formations du Jurassique est en grande partie recouvert par un épandage argilo-sableux continental à nombreux silex remaniés ou à galet du Sidérolithique (Tertiaire).

Enfin, des alluvions anciennes quaternaires subsistent en terrasses peu étendues en bordure de la vallée de la Charente (épaisseur maximum de 5 mètres) et dans les vallées du Bé, du Clain et du Payroux.

b) Structuration et tectonique

Globalement, la couverture sédimentaire jurassique présente un pendage très faible en direction du Bassin Aquitain. Cette disposition monoclinale est interrompue par différents accidents tectoniques.

Dans le domaine de l'interfluve les formations sont largement affectées par de nombreuses failles. De direction principale Nord-armoricaine (N140) : des directions N60 sont aussi présentes.

Les principaux éléments structuraux et accidents sont du Nord au Sud : le horst de Champagné Saint-Hilaire en rive droite du Clain, le synclinal de Lezay et le horst de Montalembert entre la Charente et la Bouleure.

2.2.2. Hydrogéologie

Quatre aquifères se rencontrent dans le domaine d'étude : deux principaux, l'aquifère de l'Infra-Toarcien et l'aquifère du Dogger, et deux secondaires, l'aquifère de l'Oxfordien supérieur et l'aquifère alluvial.

a) Aquifère alluvial

Les systèmes alluviaux sont très peu développés dans les vallées. Ainsi, les alluvions de la Charente constituent un aquifère de 6 à 8 m d'épaisseur qui est exploité par des puits en aval de Civray. Il assure principalement la continuité entre l'aquifère du Dogger et les rivières.

b) Aquifère de l'Oxfordien supérieur

Cet aquifère libre est uniquement présent dans la partie amont du bassin de la Bouleure. Le débit potentiel des ouvrages varie de 4 l/s à 83 l/s (soit 15 m³/h à 300 m³/h) d'après Geoaquitaine (1993). Il alimente la nappe du Dogger à la faveur de failles (cf. gouffre de la Bonvent).

c) Aquifère du Jurassique Moyen (Dogger)

Sur l'ensemble du domaine cet aquifère est libre, à l'exception de l'extrême Ouest où il devient captif sous l'Oxfordien dans le synclinal de Lezay. D'une puissance importante, elle se réduit dans sa partie centrale à la faveur du bombement du seuil du Poitou. Cet aquifère est karstifié comme le montre l'inventaire des formes topographiques (Illustration 17). On ne connaît pas cependant de grands réseaux développés. Les cavités karstiques sont diffuses et, à quelques exceptions près, de petites dimensions.

La nappe du Dogger est la principale ressource en eau souterraine notamment pour l'irrigation. Malgré sa qualité moyenne vis-à-vis des nitrates notamment, elle est aussi exploitée pour l'Alimentation en Eau Potable.

Cet aquifère a fait l'objet de nombreuses investigations piézométriques (Illustration 11). Ces piézométries montrent :

- deux directions générales d'écoulement : en direction du Sud vers la Charente ou en direction du Nord vers le Clain, avec une crête piézométrique beaucoup plus marquée dans la partie Ouest entre la Charente et la Bouleure en période d'étiage ;
- l'existence d'un "plateau" piézométrique entre Blanzay et Epanvilliers ;
- des gradients hydrauliques très faibles de l'ordre de 1 à 2 ‰ aux environs de la Bouleure et dans le secteur de Blanzay (Betin et *al.*, 2000) alors qu'ils sont de l'ordre de 4 à 5 ‰ au niveau du Bé et dans la vallée de la Charente en amont de Civray ;
- un drainage de la nappe par les cours d'eau à l'exception de la Bouleure pendant l'étiage. En effet, à cette période la crête piézométrique est très peu marquée dans cette zone ce qui rend difficile son interprétation.

Dates de mesure (durée)	Secteur concerné	Remarques	Auteur(s)
Octobre 2005 (3 jours)	Partie centrale de l'interfluve	71 points (densité ≈ 0.25 pts/km ²)	Eaucéa, 2006
Octobre 2004 et mars 2004 (2 semaines à chaque fois)	Piézométrie régionale de la nappe du Dogger	Equidistance de 10 m entre les isopièzes	Marchais et <i>al.</i> , 2004
24 juin - 3 juillet 2002	Bassin Versant de la Charente en Vienne	205 points de mesures (densité ≈ 0.8 pts/km ²)	Vidiella et <i>al.</i> , 2003
22 au 26 février 1999	Crête piézométrique Clain-Charente	201 puits dont 79 nivelés (densité ≈ 1 pts/km ²)	Betin et <i>al.</i> , 2000
1 ^{er} au 5 septembre 1997	Interfluve Clain-Charente		Girardeau et <i>al.</i> , 1998
Juin-juillet 1993	Partie de l'interfluve dans les Deux Sèvres	Plus d'une centaine de points	Geoquitaine, 1993
18 au 30 août 1972	Carte Géologique de Civray		Sauret J.C., 1975

Illustration 11 : Inventaire (non exhaustif) des principales cartes piézométriques du Dogger sur le secteur d'étude

La productivité de l'aquifère du Dogger est très variable, elle dépend essentiellement de la fracturation et de la karstification (porosité matricielle et de fissures). Des débits supérieurs à 27 l/s (100 m³/h) ne sont pas rares. Dans le bassin du Bé ils peuvent même atteindre les 44 l/s (160 m³/h).

Quelques essais de pompage donnent une valeur moyenne de la transmissivité de 3.10^{-2} m²/s et un emmagasinement de 10^{-3} .

d) Aquifère de l'Infra-Toarcien

Un aquifère s'est développé dans les formations calcaires entre le socle cristallin et les marnes toarciennes : calcaires bioclastiques pliensbachiens, dolomies oolithiques hettangiennes et niveaux gréso-argileux. Il se rencontre à une profondeur en augmentation de l'est vers l'ouest : de 80 à 150 m. Il existe une relation hydraulique, à la faveur de failles, entre l'aquifère du Dogger et de l'Infra-Toarcien (Vincent, 1998 ; Géoaquitaine, 1993).

Cette nappe est relativement bien protégée vis à vis de la pollution. Elle constitue une ressource intéressante pour la production d'eau potable en dépit de concentrations en éléments indésirables (fluor) qui peuvent être parfois élevés. Dans ce cas, sa distribution pour l'AEP nécessite le mélange avec des eaux de la nappe du Dogger.

Les débits moyens des ouvrages captant l'Infra-Toarcien sont de l'ordre de 5.5 l/s à 14 l/s (20 à 50 m³/h). Les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère ne sont connues que ponctuellement lors d'essais de pompage de forages. La transmissivité est de l'ordre de 2.10⁻⁴m²/s et l'emmagasinement de 10⁻⁴ (Vincent, 1998 ; Fay de Lestrac et *al.*, 1993).

2.2.3. Réseau de suivi piézométrique

Nom Station	Indice BSS	X en L2Et m	Y en L2Et m	Altitude en m NGF	Commune	Aquifère capté
COUHE1	06126X0078	431993.74	2147417.05	112.133	Couhé	Dogger
LE_BE	06374X0041	445742.36	2140394.43	123.637	Romagne	Dogger
SAUZE	06376X0020	430216.34	2128475.06	129.337	Sauzé-Vaussais	Dogger
LIMALONG	06377X0030	434686.55	2127931.25	127.161	Limalonges	Dogger
STROMAIN	06381X0040	448573.75	2136265.59	137.552	Saint-Romain	Dogger
COUHE2	06126X0052	431990	2147380	112.4	Couhé	Infra-Toarcien
SAIZINES	06381X0033	449755.35	2135811.36	151.284	Saint-Romain	Infra-Toarcien
LACLIE	06381X0048	451528	2133840	161	La Chapelle-	Infra-Toarcien
LEMAIRE	06385X0069	449228	2130815	159.62	La Chapelle-	Infra-Toarcien
BONNARDELIERE	06373X0113	438650	2132391	117.5	Saint-Pierre	Dogger

Illustration 12 : Liste des piézomètres du Réseau Régional et d'ERM situés sur le secteur d'étude

L'Observatoire Régional de l'Environnement (ORE) gère sur le territoire régional plus d'une centaine de piézomètres. Neuf piézomètres automatiques (Illustration 12) sont situés dans la région de l'interfluve Clain-Charente. Les données des piézomètres sont accessibles sur le site de l'ORE.

Le bureau d'étude ERM a, par ailleurs, installé un capteur enregistreur dans un puits situé à la Bonnardelière, ce puits capte la nappe du Dogger.

Les battements annuels "naturels" de la nappe du Dogger sont de l'ordre de 5 à 10 m. L'analyse des chroniques piézométriques (Bichot et *al.*, 2005) montre la grande sensibilité de la nappe vis-à-vis des prélèvements. L'amplitude des niveaux peut atteindre 25 m sur les secteurs sollicités par l'irrigation (Géoaquitaine, 1993), notamment dans le secteur de la Bouleure et de la Dive du Sud. Sur certains secteurs, comme sur le Bé, une certaine inertie existe qui se traduit par un décalage dans le temps entre les pluies automnales et la remontée du niveau piézométrique.

2.3. INVENTAIRE DES SOURCES

Seules quelques sources étaient recensées dans la BSS¹. La lecture des cartes IGN au 1/25000 et les visites de terrains ont permis de compléter ces données. L'inventaire s'est limité à la rive droite de la Charente et de la Bouleure, la rive gauche du Payroux et du Clain. L'illustration 14 localise l'ensemble des sources inventoriées.

Un grand nombre de sources se situe à proximité de la confluence entre une vallée sèche et un cours d'eau.

Quatre secteurs principaux de zone d'émergence peuvent être identifiés :

- Vallée de la Charente : une quinzaine de sources sont visibles entre Charroux et Savigné ;
- Vallée du Payroux et du Clain : onze sources sont dénombrées depuis la confluence du Payroux avec le Maury jusqu'à l'amont de Château-Garnier ;
- Vallée du Bé : onze sources ont été recensées, au lieu-dit Chanterane, sur la commune de Sommières il existe un ensemble de 5 sources distantes de quelques mètres seulement ;
- Vallée de la Bouleure : sur la commune de Vaux 4 sources sont identifiées.

Les sources dans la vallée du Bé, du Payroux et du Clain sont des points d'émergence de la nappe du Dogger au contact des formations imperméables du Toarcien.

La majorité des sources identifiées n'a pas tari durant tout l'été 2006.

¹ BSS : Banque de données du sous-sol



Illustration 13 : Sources de Joussé, avril 06 (ci-dessus), de Vaux, mai 06 (ci-contre haut) et de Chanterane, avril 06 (ci-contre bas)

2.4. INVENTAIRE DES MANIFESTATIONS KARSTIQUES

2.4.1. Méthodologie

Les dolines, fossés d'effondrement et autres dépressions d'origine karstique avaient déjà fait l'objet d'un premier recensement (Marchais et *al.*, 2004) à partir des cartes IGN 1/25 000. Cet inventaire a été étoffé par des observations de terrain.

Les gouffres ont été recensés lors des visites de terrain.

Le réseau des vallées sèches a été tracé à l'aide des cartes IGN 1/25 000, du MNT² et affiné avec les observations de terrain.

L'ensemble de ces éléments géomorphologiques est représenté sur l'illustration 14.

² MNT : modèle numérique de terrain au pas de 50 m

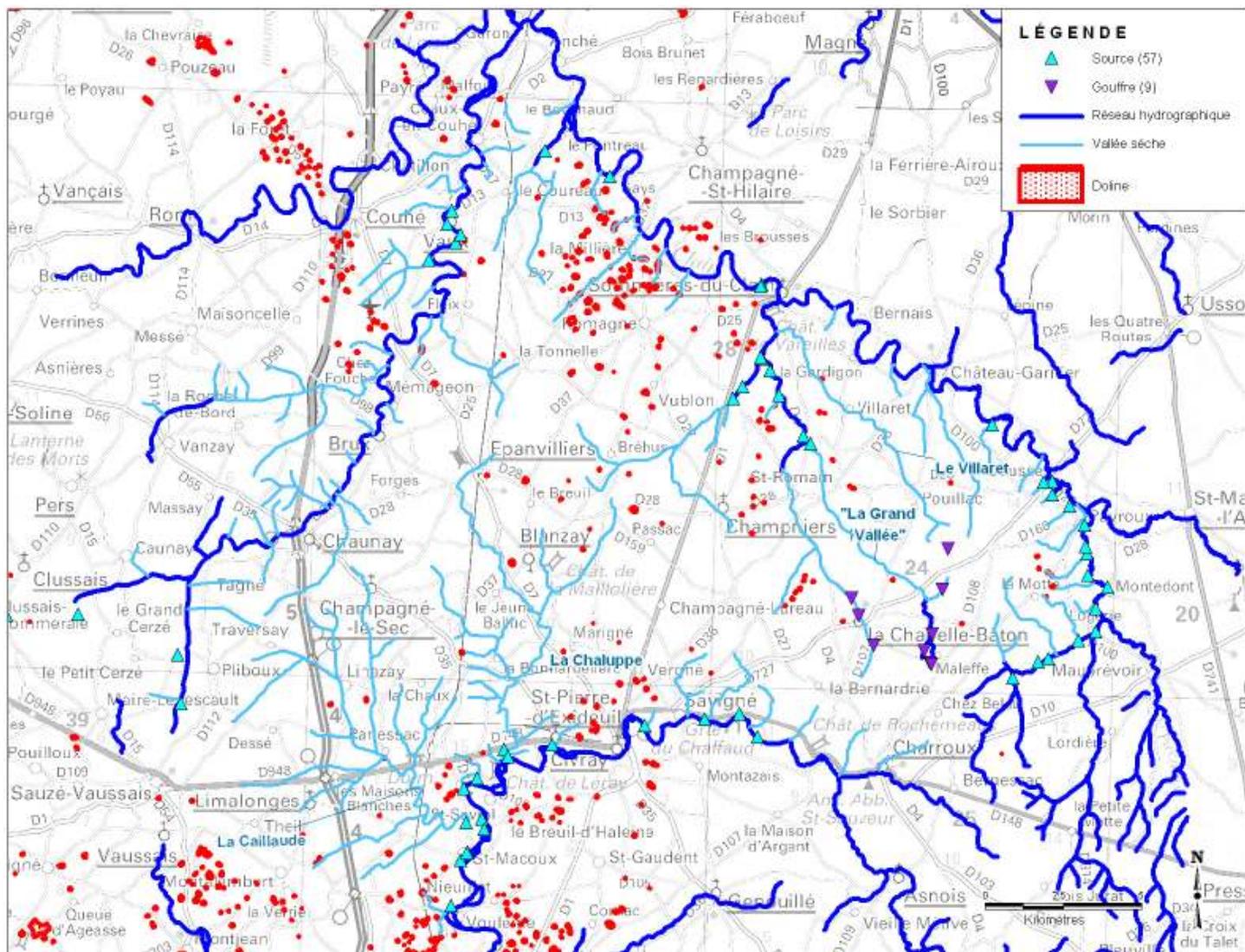


Illustration 14 : Indices de karstification sur le domaine de l'interfluve Clain-Charente



Illustration 15 : Element karstique majeur : grotte de Belle Roche

2.4.2. Analyse

a) Dolines

Les dolines sont irrégulièrement réparties sur l'interfluve. La zone au Nord de Romagne présente une forte densité de dépressions d'origine karstique. Une concentration importante de dolines aussi est présente au nord de Civray. Ces dépressions se dessinent bien dans les altérites sablo-argileuses coiffant les calcaires du Dogger.

En revanche, dans les terrains marneux de l'Oxfordien et du Callovien, ces manifestations karstiques sont rares : bassin de la Bouleure à l'amont de Mémageon, secteur de Champagne-le-sec.

Certaines dolines sont alignées selon une direction générale Sud-ouest / Nord-est, perpendiculaire à la direction majeure des failles.

La présence de dolines de tailles importantes, avec un diamètre pouvant aller à plus de 60 m et des profondeurs décamétriques, montre l'importance de la karstification des calcaires sous-jacents.

La localisation des dolines sur le fond géologique montre l'importance de couverture tertiaire dans l'effondrement des calcaires karstifiés sous-jacents.



Illustration 16 : Doline à Mouchedune (Vaux)

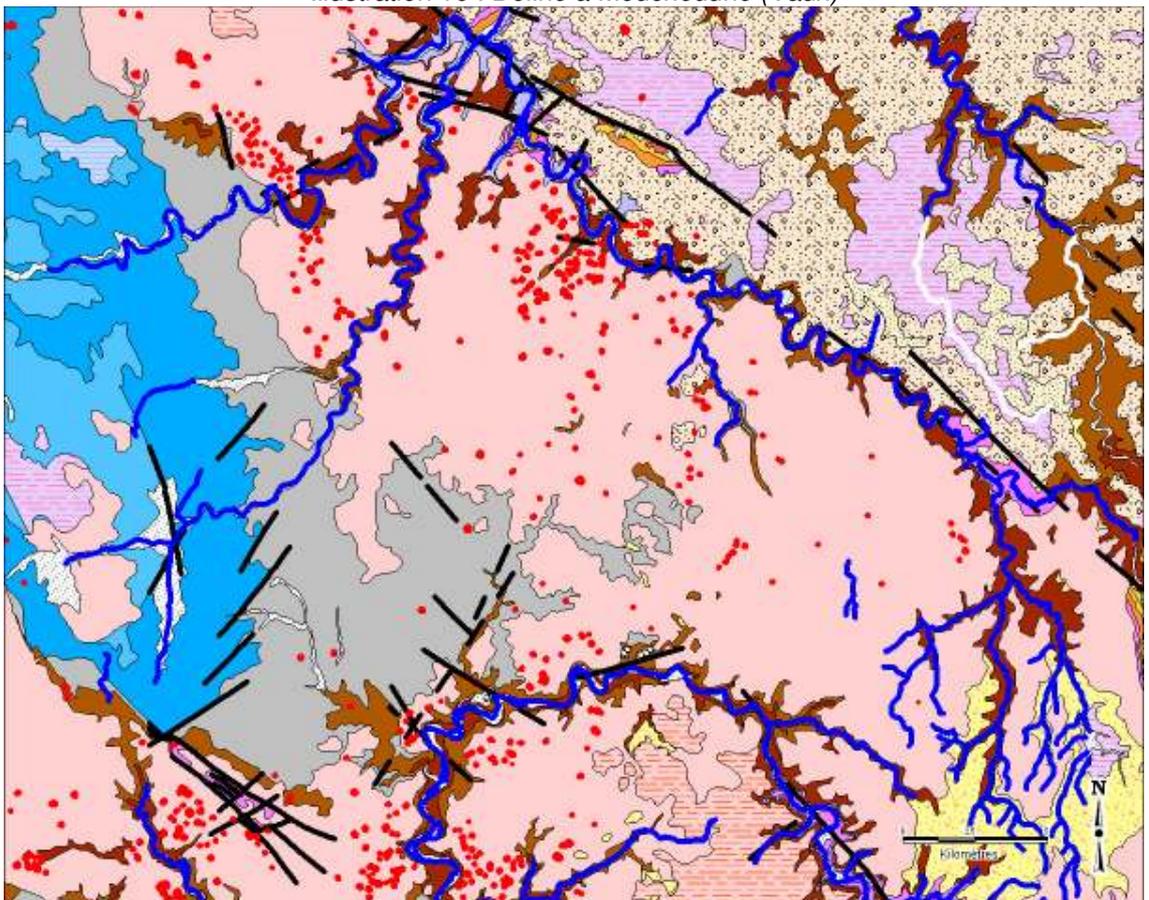


Illustration 17 : Situation des dolines sur le fond géologique (légende géologique voir Annexe 1)

b) Gouffres

Seuls deux gouffres étaient représentés sur les cartes IGN 1/25 000, les visites de terrains ont permis de recenser 7 gouffres et pertes.

L'ensemble des gouffres est localisé sur la commune de La Chapelle-Bâton. Huit gouffres sont aussi des pertes : situés dans le lit de deux ruisseaux non permanents, ils sont actifs dès la mise en eau de ces ruisseaux (Illustration 18).

Trois gouffres sont de petites tailles. Cependant, des gouffres de dimensions métriques (environ 10 mètres, profondeur supérieure à 2 mètres) montrent des traces d'une activité importante lors des crues de printemps (amas de troncs d'arbres).

c) Vallées sèches

Les vallées sèches sont des anciennes vallées qui ont été occupées et modelées par un cours d'eau, mais qui ne le sont plus ou qu'occasionnellement lors de crues exceptionnelles. Ce type de morphologie est typique des régions dominées par des calcaires karstifiés. Une vallée sèche se superpose en général à un réseau karstique en profondeur.

Le relevé des vallées sèches permet de préciser le réseau de drainage réel de l'interfluve (Illustration 14). Certains de ces cours d'eau temporaires se développent sur plusieurs dizaines de kilomètres. C'est le cas notamment de La Caillaude et de la Vallée de la Chaluppe qui rejoignent la Charente à Saint-Pierre d'Excideuil ainsi que de la Grande Vallée qui prend sa source à Maleffe et se jette dans le Bé (Illustration 19).

La présence de ponts et de buses sur certains cours témoignent de ces écoulements temporaires superficiels.



Illustration 18 : Gouffres de Lafa (en haut) et des Chevreux (à droite) (photos juin 2006)



Illustration 19 : Vallée de la Caillaude à Linazay (ci-dessus) et à Buisson l'Evêque (ci-contre) et Vallée de la Chaluppe (ci-dessous) (mai 06)



2.5. DONNEES SUR LES PRELEVEMENTS

A partir des données de la Banque de données du Sous-Sol, un inventaire des ouvrages prélevant dans les nappes souterraines dans la zone de l'interfluve a été réalisé (Illustration 20).

L'illustration 21 présente les volumes prélevés sur l'année 2003. Ces volumes ne sont pas exhaustifs.

Les points présentant les volumes les plus importants sont des ouvrages pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP). Près 2.5 millions de mètres cube ont été prélevés en 2003 pour l'AEP.

Les points prélevant pour l'irrigation sont plus nombreux ; leur prélèvement est principalement réalisé de juin à septembre. Individuellement chaque point prélève un volume moindre qu'un forage AEP. Au total, sur l'ensemble de l'année 2003, le volume prélevé pour l'irrigation est supérieur à 5 millions de mètres cubes (dont 41% sur le bassin de la Charente).

2.6. DONNEES CLIMATIQUES SUR LA PERIODE MARS 2006 A JANVIER 2007

Le mois de mars 2006 a vu un cumul de précipitations trois fois supérieur à la moyenne inter-annuelle (jusqu'à 179.5 mm relevés à la station de Mauprévoir).

Les mois d'avril, mai, juin 2006 ont été marqués par des précipitations largement inférieures aux normales saisonnières. Par ailleurs, l'élévation importante de températures au mois de juin 2006 a généré une E.T.P. (évapotranspiration potentielle, ETP) forte.

En juillet 2006, les quatre épisodes orageux successifs donnent un cumul pluviométrique mensuel supérieur à la moyenne. Néanmoins, leur répartition est très inégale, de 48.5 mm en un jour à Mauprévoir à 47 mm pour le mois à Civray (valeur inférieure à la moyenne mensuelle interannuelle relevée à cette station). Durant le mois d'août 2006, les précipitations ont été très variables. Les cumuls les plus importants sont compris entre 60 et 80 mm. Les températures étaient en baisse très sensible.

Septembre et octobre 2006 sont marqués par deux périodes très courtes de pluies avec des cumuls avoisinants les 80 à 120 mm et des températures très douces, supérieures aux normales saisonnières.

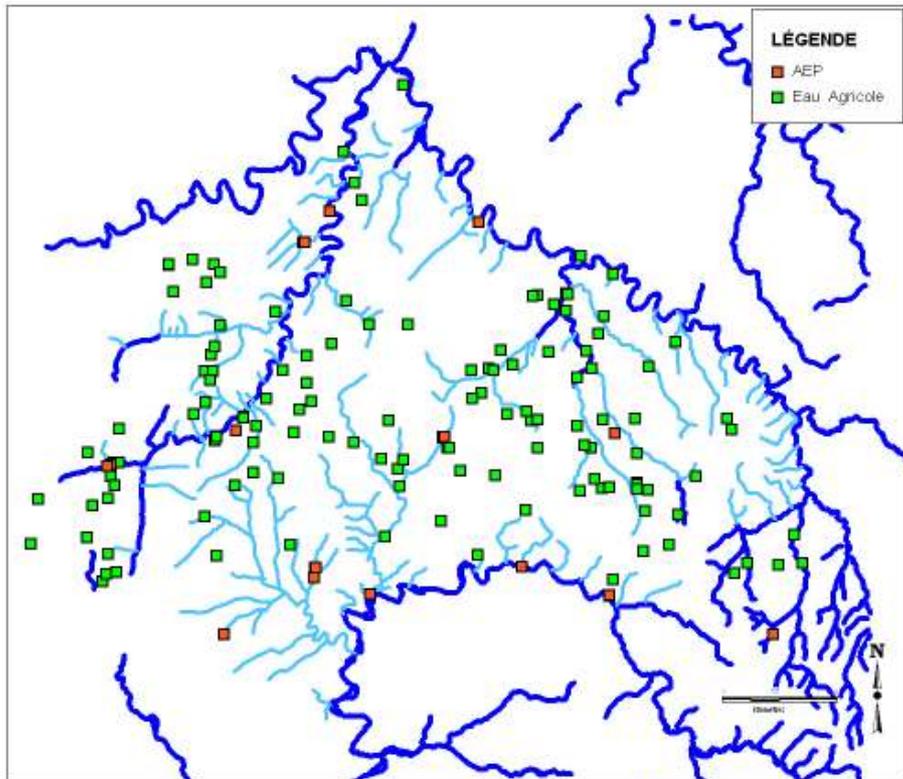


Illustration 20 : Point d'eau sur l'interfluve Clain / Charente

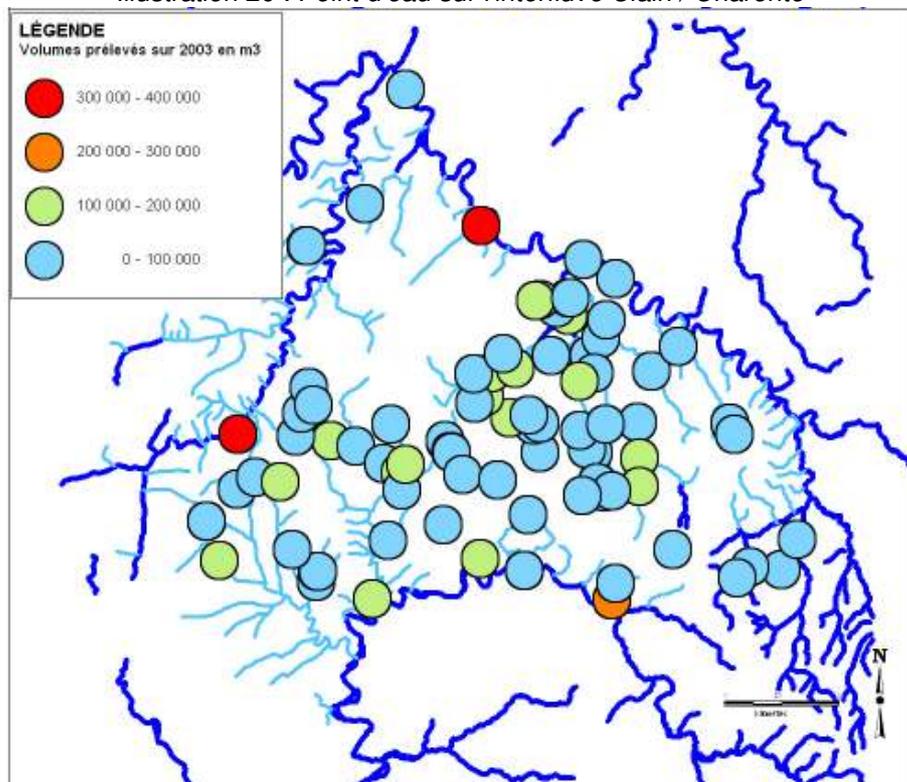


Illustration 21 : Prélèvements sur l'année 2003

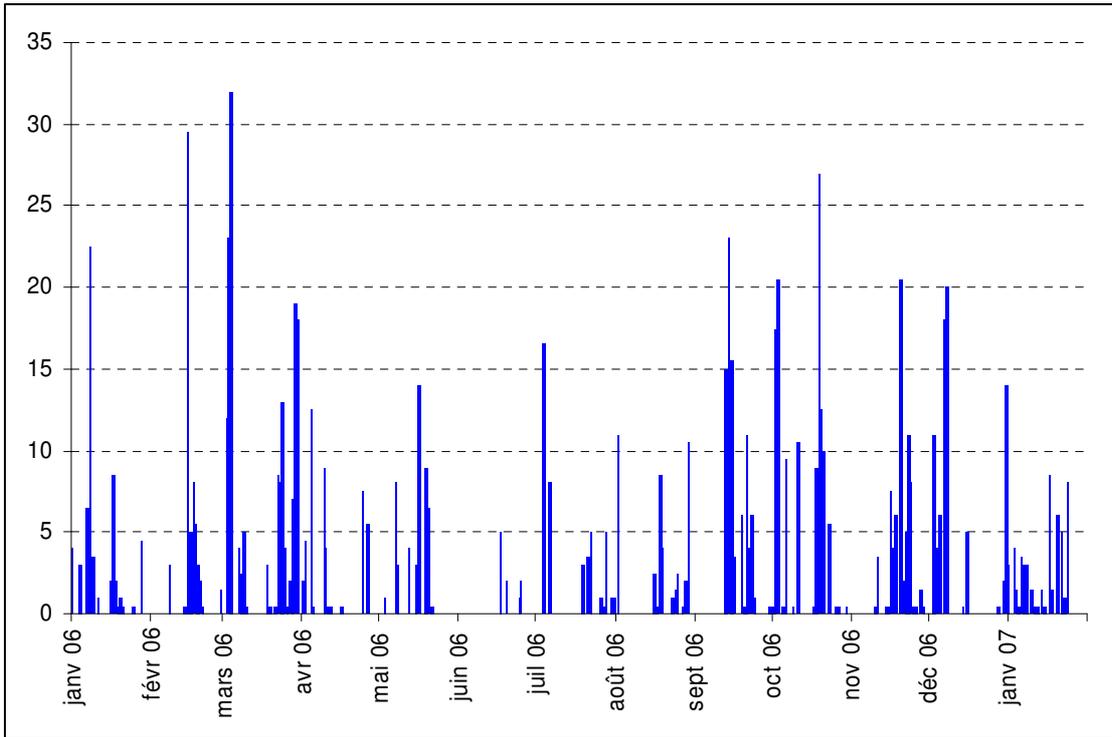


Illustration 22 : Evolution de la pluviométrie à la station de Couhé du 1^{er} janvier 2006 au 31 janvier 2007

L'automne 2006 a été le plus doux depuis plus de 60 ans.

A partir de la mi-novembre 2006, un phénomène de dépression généralisée a conduit à une période pluvieuse qui s'est poursuivie pendant la première décennie de décembre. La station de Couhé a été parmi les postes les plus arrosés du département. Dans le même temps après une période de douceur (températures supérieures d'une dizaine de degrés à la normale), une brusque chute des températures a été enregistrée après le 15 décembre 2006, notamment du 23 au 29 décembre 2006 avec des températures inférieures à -5°C.

Le Civraisien a enregistré un petit excédent pluviométrique en janvier 2007, les précipitations les plus conséquentes ayant eu lieu pendant la première décennie. Les vingt premiers jours de janvier 2007 ont été d'une très grande douceur (la température moyenne dépassant de 2 à 3 °C les températures moyennes).

3. Mesures de terrain

3.1. MESURES PIEZOMETRIQUES

3.1.1. Dispositifs

a) Nivellement de points

Un certain nombre de points avait été nivelé lors d'une étude précédente (Marchais, et *al.*, 2004). Dans le cadre de cette étude, comme prévu au programme, un nivellement de points de mesure a été effectué de manière à affiner la piézométrie.

Ce nivellement a été réalisé par la société S.C.P. Jean-Claude Moreau. Dix-sept points ont été nivelés. La liste des points précédemment nivelés ainsi que les nouveaux points sont reportés en Annexe 2.

b) Mesures manuelles

L'essentiel des relevés piézométriques a été réalisé sur des puits. La préférence a été donnée à des puits susceptibles de ne pas tarir et d'être le moins possible influencés par des prélèvements.

La communauté de commune "Cœur de Poitou" dans le cadre d'une problématique de remontée de nappe au niveau de la ZAC des Maisons Blanches réalise manuellement des relevés piézométriques mensuels sur 8 points. Elle a mis gracieusement à notre disposition ses relevés.

c) Mesures automatiques

Afin de compléter le dispositif de suivi en continu, le programme d'étude prévoyait l'installation de capteurs en continu. Trois sondes ont été installées dans des puits aux lieux-dits : Vergné, Varonnière sur la commune de Savigné et Chez Bouchet sur la commune de Romagne. Les points retenus ne sont *a priori* pas influencés par des prélèvements.

Une information a été faite auprès des habitants propriétaires des puits voisins et en direction des communes pour les informer de l'étude, éviter toute dégradation ou tout dérèglement du matériel.

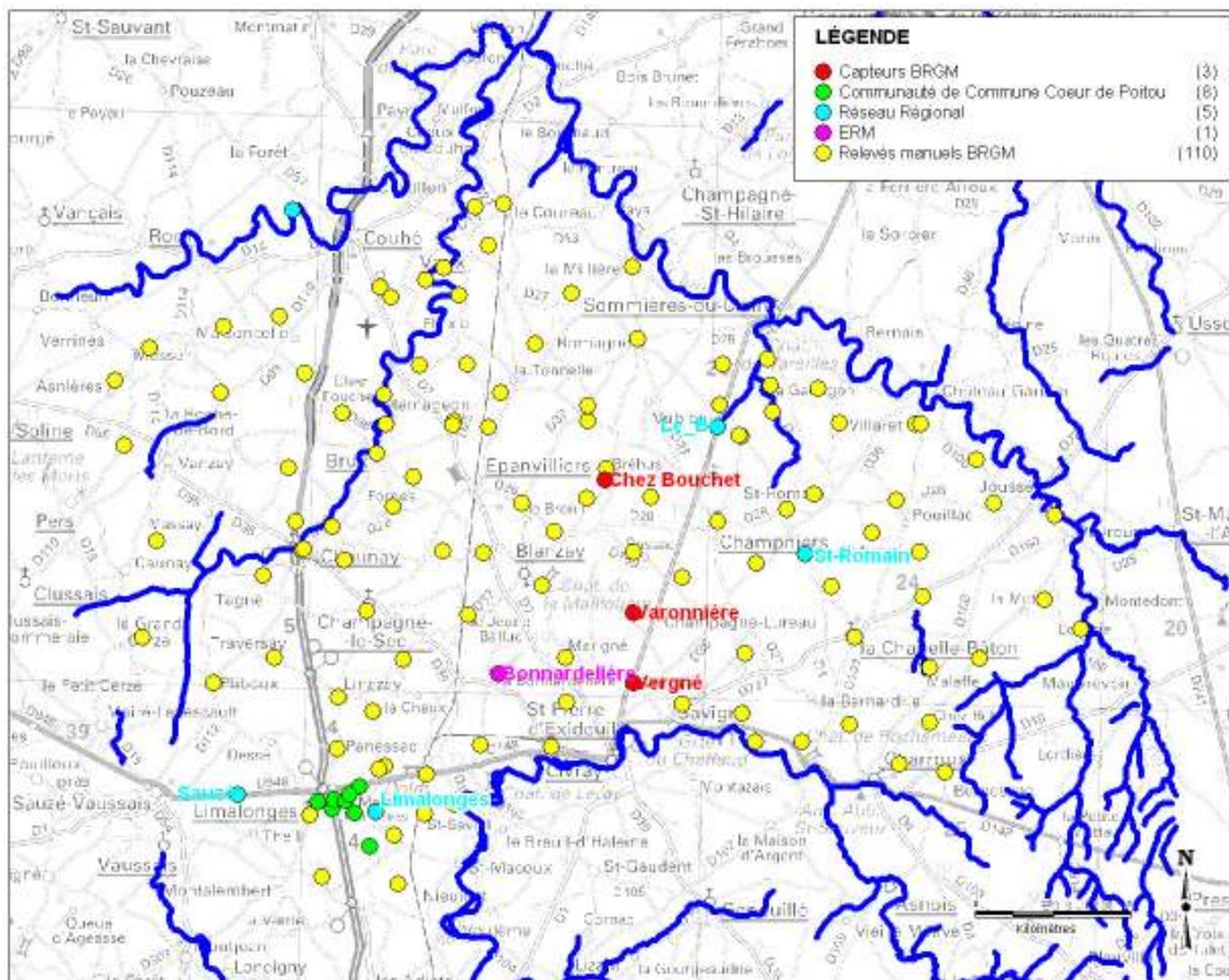


Illustration 23 : Localisation des points du suivi piézométrique

Les capteurs de pression sont de la marque IRIS modèle Madofil. Ils convertissent automatiquement la pression en profondeur, avec une précision centimétrique, la valeur obtenue est calculée à partir de la moyenne de quatre mesures effectuées selon l'intervalle du pas de temps des mesures (4 h). La récupération des données et le contrôle de la dérive ont été effectués chaque mois. Une différence de 7 cm mesurée en août à Vergné a donné lieu à une légère correction de la chronique piézométrique correspondante depuis juillet.

Les piézomètres de Vergné et la Varonnière ont été respectivement mis en place les 12 et 14 juin 2006, le capteur de Chez Bouchet a été installé le 20 juillet.

La piézométrie s'est aussi appuyée sur les mesures du Réseau Régional (5 points) ainsi que sur le point géré par la société ERM.

L'illustration 23 présente l'ensemble des points utilisés pour construire les cartes piézométriques.

3.1.2. Résultats

a) Enregistreurs en continu

• Enregistreurs du Réseau Régional et de la société ERM

L'évolution piézométrique aux piézomètres régionaux sur la totalité de leur période de mesures est reportée en Annexe 2.

Les enregistreurs du Réseau Régional et de la société ERM peuvent être divisés en deux groupes : l'un traduisant un aquifère peu transmissif où la porosité matricielle domine, l'autre traduisant le caractère karstique de l'aquifère.

Les piézomètres Le Bé et St-Romain traduisent le caractère peu transmissif de l'aquifère où la porosité matricielle est prépondérante sur la porosité de fissure : la mise en charge se fait plus lentement, la cote maximale n'est atteinte qu'en mai et la vidange se poursuit jusqu'en octobre voire novembre.

Les piézomètres de Sauzé, de Limalonges et de Bonnardelière présentent des augmentations de niveau d'eau de plusieurs mètres suite à des précipitations. Ainsi, l'augmentation du niveau d'eau à Limalonges est de plus de 10 mètres entre mi-janvier et fin mars pour une pluviométrie cumulée d'environ 200 mm. Cette augmentation est suivie par une décrue relativement lente sur plusieurs mois, traduisant la vidange naturelle des réserves stockées de l'aquifère. Ce comportement est différent des autres piézomètres, traduisant l'interception d'un plus grand nombre de fissures élargies par karstification par le piézomètre et une transmissivité un peu plus importante. La cote maximale est atteinte début avril et la cote minimum début septembre.

L'impact des pluies sur l'aquifère n'est donc pas comparable en tout point de l'aquifère. L'aquifère bien que dominé par des écoulements en milieu fissuré, homogène à l'échelle de l'ensemble de l'aquifère, peut présenter des hétérogénéités avec des secteurs de plus grande transmissivité, lorsque les piézomètres interceptent des conduits ou fissures élargies bien connectées entre eux. On peut remarquer que ces secteurs correspondent à la partie Sud-ouest de la zone d'étude, particulièrement affectés par des failles et situés dans le prolongement du bassin de Lezay.

Au printemps 2006, sous l'effet des importantes précipitations de mars 2006 (qui faisaient suite à plus de deux ans de déficit hydrique), une remontée de plusieurs mètres du niveau piézométrique a été observée en quelques jours sur la plupart des points.

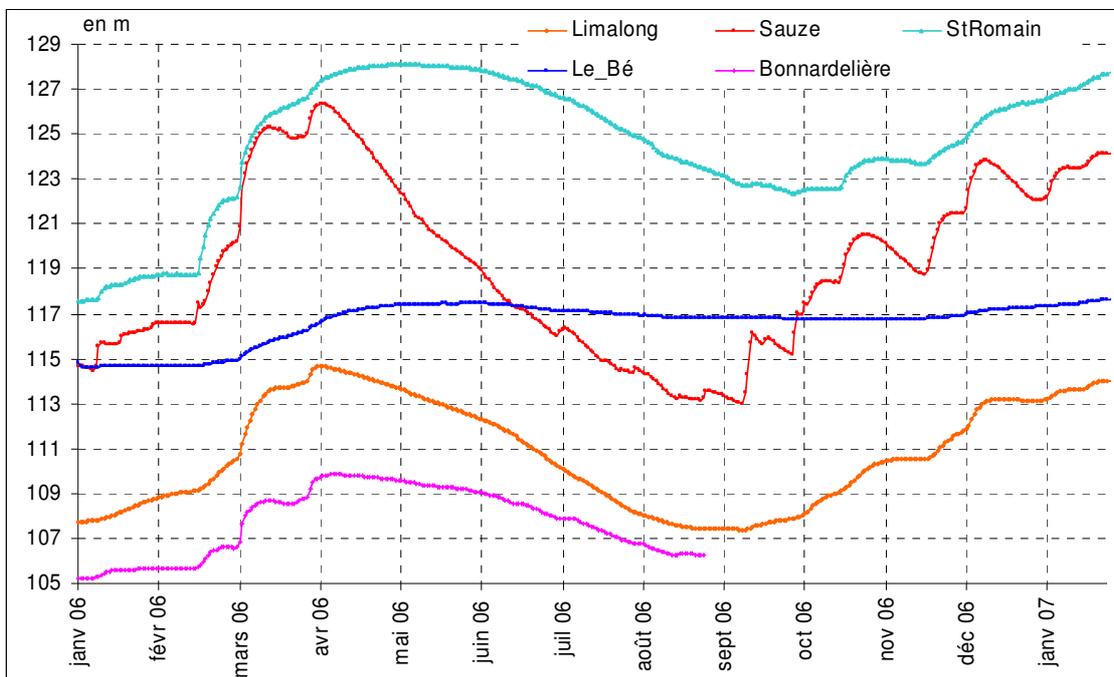


Illustration 24 : Evolution piézométrique aux stations Régionales et ERM (janvier 06 à février 07)

• **Enregistreurs mis en place dans le cadre de cette étude**

La vidange de l'aquifère est régulière et apparaît au premier abord identique aux trois capteurs. Néanmoins, le capteur Vergné réagit beaucoup plus rapidement aux pluies, avec des pics de quelques 30 cm. La relative linéarité des courbes traduit l'homogénéité du compartiment de l'aquifère et une vidange peu ou pas influencée par des prélèvements.

L'enregistrement au puits situé "Chez Bouchet" a été laissé malgré les problèmes d'enregistrements du capteur. Les niveaux enregistrés sur "la Varonnière" et "Chez Bouchet" sont très proches de ce que montrent les gradients piézométriques très faibles dans ce secteur, durant l'été 2006.

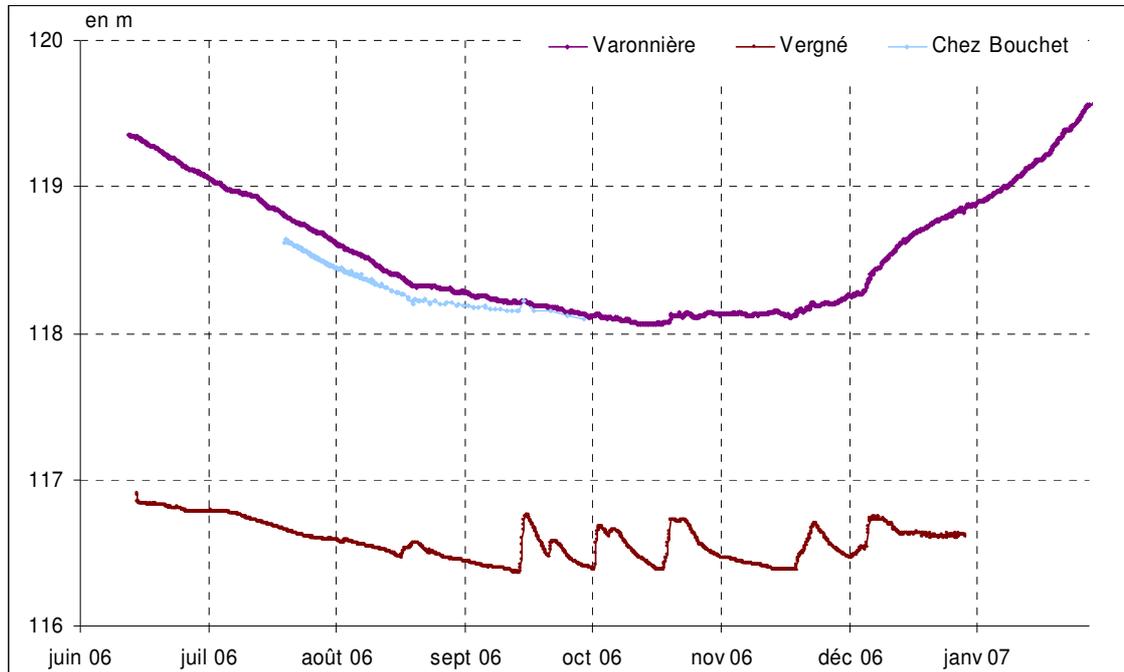


Illustration 25 : Evolution piézométrique aux capteurs enregistreurs BRGM

La comparaison de ces enregistrements avec les piézomètres régionaux (Illustration 69 de l'Annexe 2) montre qu'ils ont un comportement proche des piézomètres de Le_Bé et St Romain.

b) Cartes piézométriques mensuelles

Au total, plus de 120 points de mesures ont été suivis sur 6 mois (Illustration 23) et ont permis de dresser des cartes piézométriques. Les piézomètres suivis caractérisent un aquifère carbonaté fissuré et karstique, sans trop de grandes hétérogénéités au vu de l'analyse des suivis piézométriques sur plusieurs mois. Les cartes piézométriques dressées sont en cohérence avec ce type d'aquifère sans grands conduits karstiques.

La nappe est caractérisée par de faibles gradients hydrauliques, de l'ordre de 0.5 ‰ dans sa partie médiane (de Romagne à Brux). Dans le secteur de Romagne, la piézométrie de la nappe du Dogger montre une grande stabilité.

Un plateau piézométrique existe dans le secteur de Blanzay avec des gradients hydrauliques du même ordre de grandeur.

Les gradients hydrauliques sont plus élevés dans le secteur et avec des valeurs de l'ordre de 4 ‰ et même d'environ 8 ‰ à proximité du Payroux et du Clain.

La nappe est drainée par le Clain, la Charente et le Bé. La crête piézométrique, ne semble pas évoluer notablement durant l'étiage. D'une manière générale elle se dessine à partir du bourg de la Chapelle-Bâton, rejoint le bourg de Champniers, puis elle passe au Sud de Romagne et rejoint la vallée de la Bouleure.

En revanche, la piézométrie dans le bassin de la Bouleure présente une certaine évolution. A la fin de la période de hautes eaux (avril, mai) il est possible de définir une crête piézométrique entre la Bouleure et la Charente, la Bouleure venant alimenter la nappe. Par contre, pendant l'étiage, la nappe est complètement décrochée de la rivière qui est à sec jusqu'à Chaunay voir Brux. Le cours amont de cette rivière se superpose à peu près sur la crête piézométrique : en rive droite la nappe alimenterait la Charente, en rive gauche les écoulements seraient en direction de la Dive du Sud.

Sur la période de suivi, la vidange de l'aquifère a commencé à partir de la fin mai jusqu'à la fin du mois de juillet. Entre juillet et août les niveaux ont continué de baisser mais dans une moindre mesure.

Au mois de septembre des points ont vu leur côte continuer de diminuer alors que d'autres stagnaient voire remontaient, traduisant vraisemblablement l'arrêt des prélèvements agricoles.

Cependant, cette évolution n'est pas identique sur tout l'interfluve. Dans les secteurs de la vallée de la Caillaude (Champagné-le-Sec, La Couarde), du cours amont de la Bouleure (Villiers) un fort rabattement est observé avec une baisse d'une dizaine de mètres entre avril et août. A l'opposé, dans le bassin du Bé la diminution des niveaux durant l'étiage est inférieure au mètre.

La rapidité et l'intensité de la vidange dans le sud-ouest de l'interfluve sont liées à l'existence du réseau de vallées sèches de la Caillaude qui assure un drainage souterrain. L'importance de la karstification dans ce secteur est à mettre en relation avec la fracturation.

3.2. MESURES PHYSICO-CHIMIQUES

3.2.1. Dispositifs

Lors des campagnes de terrains, des points ont fait l'objet de mesures *in situ* de la température, de la conductivité, du pH et de la teneur en nitrates des eaux.

Les mesures physico-chimiques *in situ* (pH, conductivité, température et concentration en NO_3^-) ont été réalisées avec le multimètre modèle 430 portable Jenway, ou le combiné multi-paramètres Consort C933 Fisher Block Scientific et un réflectomètre Merck Rqflex2. La correction de température (25 °C) pour la conductivité est automatique.

Des points ont fait l'objet d'analyses en laboratoire (Laboratoire BRGM Orléans) pour compléter les mesures de terrain et permettre la comparaison.

3.2.2. Résultats

Vingt-cinq points ont fait l'objet de mesures. L'ensemble des mesures *in situ* est reporté en Annexe 3 - Illustration 72. Les analyses physico-chimiques en laboratoire font l'objet de l'illustration 73.

Une appréciation visuelle de la turbidité des rivières et sources montre une différence très importante et constante dans l'année :

- la rivière la Bouleure et ses sources ainsi que les sources sur le Bé de Chanterane sont limpides ;
- le Clain et la Charente sont affectés d'une certaine turbidité notamment après les pluies pour le Clain et l'été lors des lâchers sur la Charente amont.

• Température

D'une manière générale, les sources ont une température constante par rapport aux rivières, notamment la Charente qui a vu sa température s'élever jusqu'à 25°C en juillet (Illustration 27). Ceci est en partie expliqué par les apports d'eau des barrages à l'amont du cours.

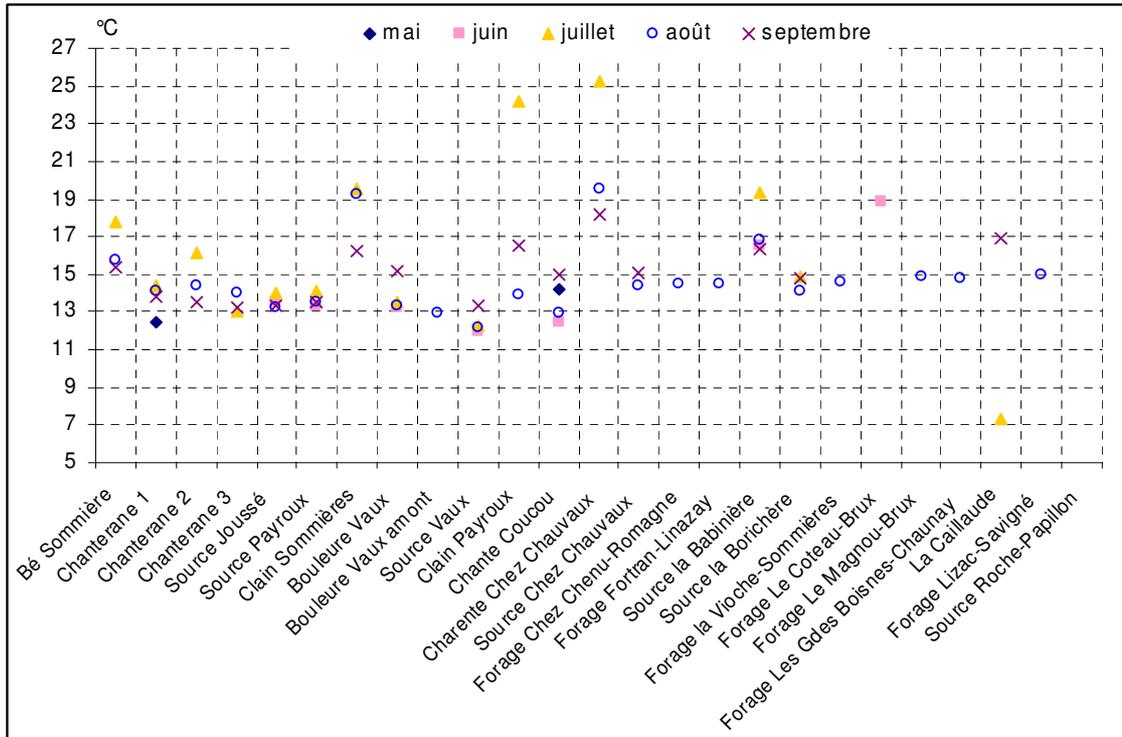


Illustration 27 : Température, évolution pour chaque point suivi

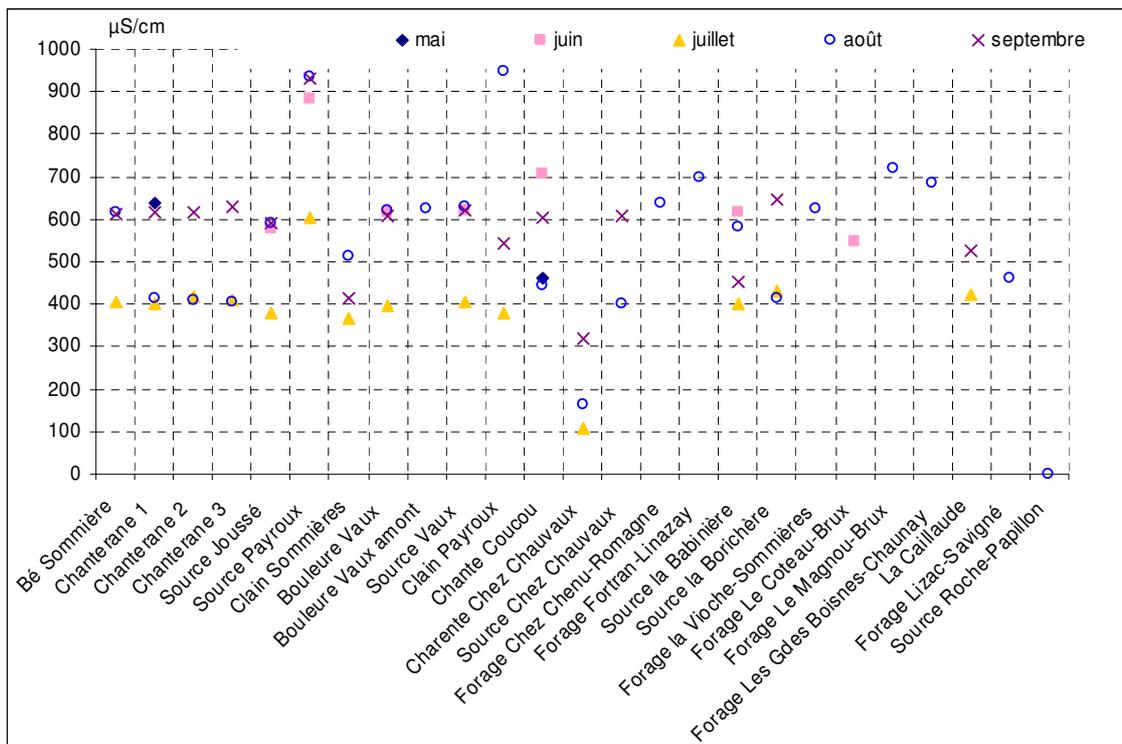


Illustration 28 : Conductivité, évolution pour chaque point de suivi

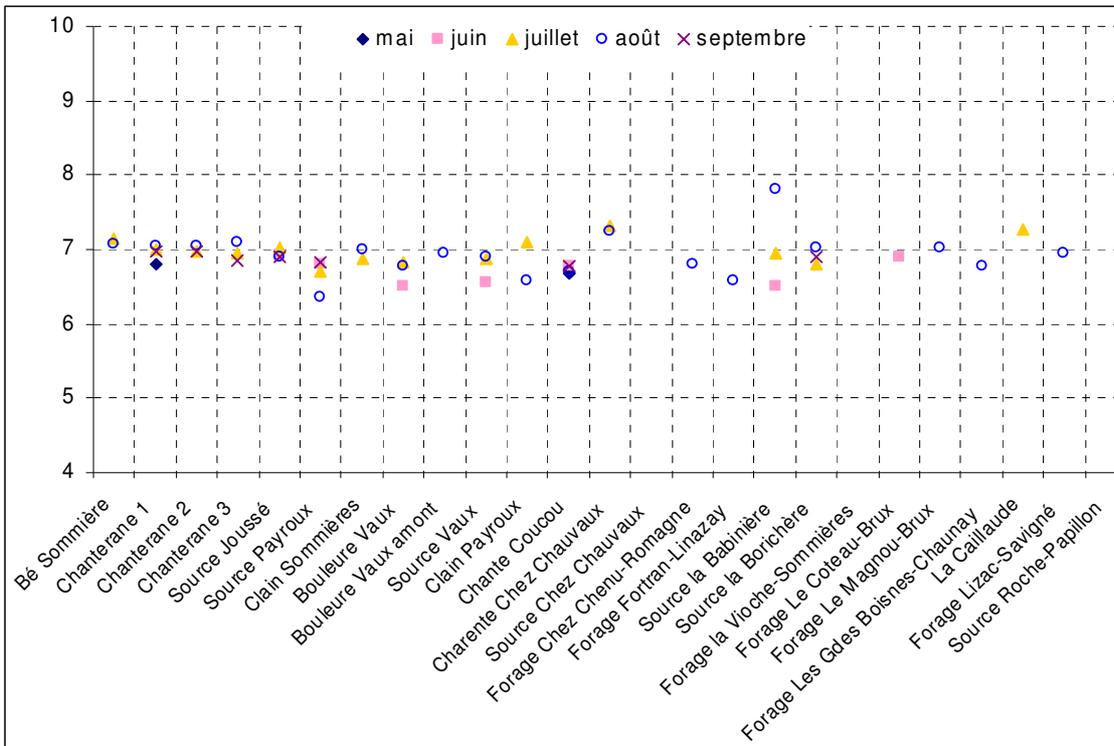


Illustration 29 : pH, évolution pour chaque point de suivi

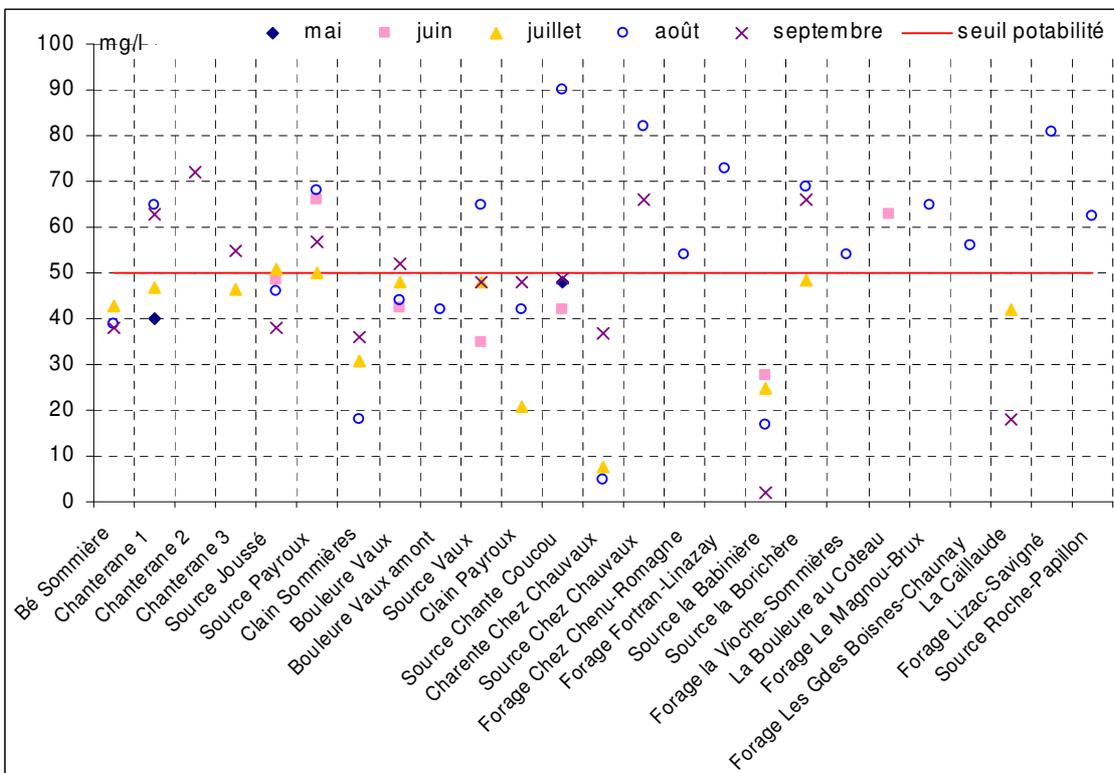


Illustration 30 : Concentration en nitrates, pour chaque point de suivi

A l'opposé de la Charente, la Bouleure a une température quasi constante de 12–13°C tout au long de l'année ce qui confirme les relations étroites de la rivière avec l'aquifère du Dogger.

• Conductivité

Les points mesurés (Illustration 28) présentent une conductivité évoluant entre 400 et 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Les valeurs de conductivité sont représentatives d'eaux naturelles provenant d'un aquifère carbonaté. Deux points présentent un caractère particulier : la source de Payroux avec une conductivité très élevée ($>$ à 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et la Charente avec une conductivité faible ($<$ à 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La valeur de la conductivité est à rapprocher de la minéralisation de l'eau. Les variations sensibles sur un même point entre les valeurs, notamment entre mai/juin et juillet peuvent en partie se corrélérer avec les variations des teneurs en nitrates.

• pH

Le pH mesuré se situe entre 6 et 8, ce qui correspond aux valeurs des eaux naturelles issues d'aquifère carbonaté.

• Nitrates

D'une manière générale, les concentrations les plus élevées ont été mesurées en août – septembre, lors de la période de basses eaux quand la dilution est la moindre. La concentration moyenne en nitrates est alors supérieure à 50 mg/l (Illustration 31).

Des points de suivis présentent une concentration en nitrates toujours inférieure à 50 mg/l³ : le Bé et le Clain à Sommières, le Clain à Payroux, la Charente à Chauvaux, les sources de Chante-Coucou et de la Babinière (bassin de la Bouleure), la rivière la Caillaude.

A l'inverse, des points présentent un $[\text{NO}_3^-]$ supérieure à 50 mg/l, comme la source de Payroux (bassin du Clain) et la source de la Borichère (bassin du Bé).

La comparaison des mesures de terrain avec les analyses de laboratoire montre une surévaluation des mesures de terrain d'environ 15% (Illustration 32).

• Faciès des eaux

Les eaux souterraines présentent un faciès bicarbonaté calcique (Illustration 33) caractéristique d'un aquifère carbonaté.

³ Seuil de 50 mg/l pour l'utilisation d'eaux souterraines pour l'alimentation en eau potable

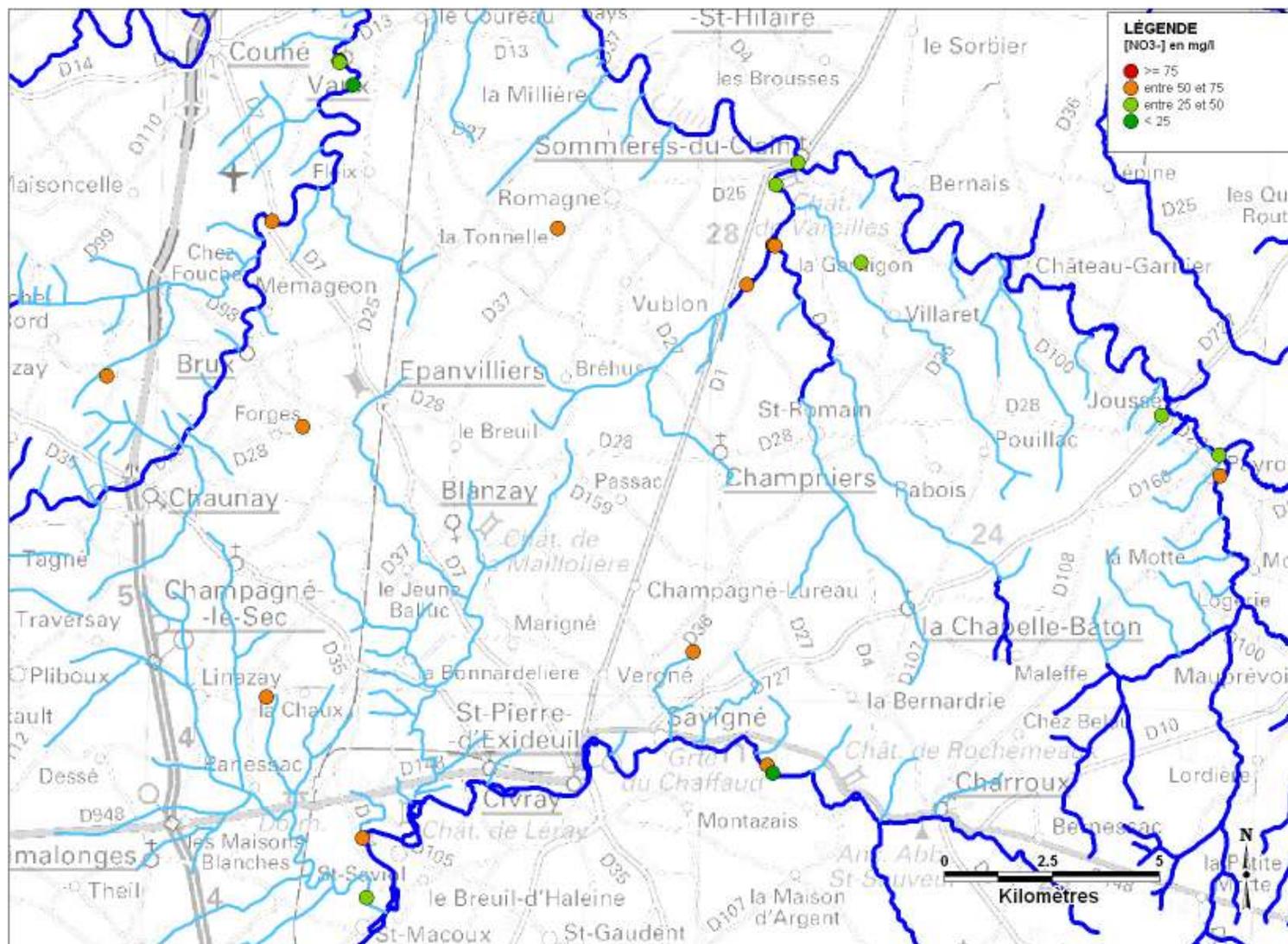


Illustration 31 : Concentration moyenne en nitrates sur la période de suivi

N ° BSS	commune	lieu-dit	origine	nature	[NO ₃] labo	[NO ₃] terrain	Différence
06127X0064	VAUX	Source la Babinière	la Bouleure	source	16.5	17	3%
06127X0065	CEAUX-EN-COUHE	source Chante Coucou	le Pontreau	source	67.8	90	25%
06127X0066	VAUX	Source Vaux	la Bouleure	source	52	65	20%
06128X0023	ROMAGNE	Forage Chez Chenu-Romagne	109A2	forage	68.2	54	-26%
06128X0055	SOMMIERES	Source Chanterane 1	La Fontgrive	source	55.2	65	15%
06372X0123	CHAUNAY	Forage Les Gdes Boisnes-Chaunay	109A2	forage	49	56	13%
06373X0079	BRUX	Forage Le Magnou-Brux	109A2	forage	50.4	65	22%
06374X0008	ROMAGNE	Source la Borichère	Le Bé	source	55.5	69	20%
06374X0010	SAVIGNE	Forage Lizac-Savigné	109A2	forage	64.2	81	21%
06377X0015	LINAZAY	Forage Fortran-Linazay	109A2	forage	61.6	73	16%
06377X0058	SAINT-SAVIOL	Source Roche-Papillon	La Charente	source	59.6	62.5	5%
06381X0032	SOMMIERES	Forage la Vioche-Sommières	109A2	forage	45	54	17%
06382X0040	JOUSSE	Source Joussé	Le Clain	source	42.6	46	7%
06382X0041	PAYROUX	Source Payroux	Le Clain	source	59.8	68	12%
06378X0085	SAVIGNE	Source Chez Chauvaux	La Charente	source	62.7	82	24%

Illustration 32 : Comparaison des concentrations en nitrates évaluées sur le terrain et déterminées en laboratoire

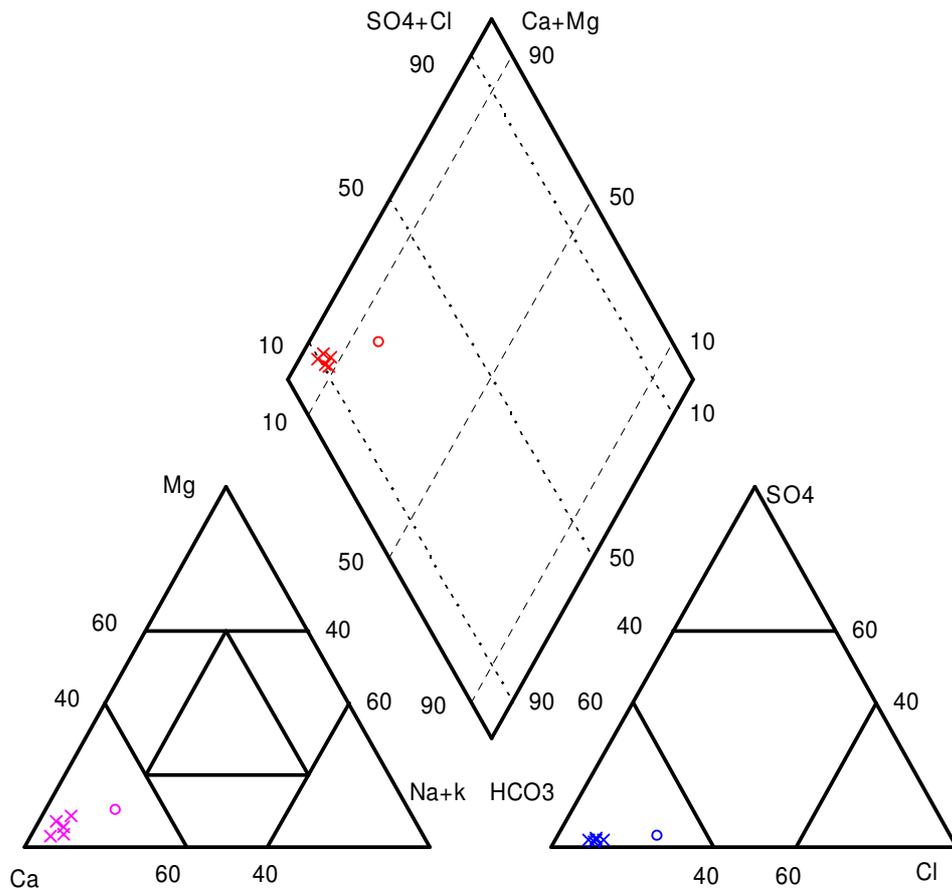


Illustration 33 : Diagramme de Piper sur les analyses en laboratoire

Seule, la source de Payroux (représentée avec un rond dans le diagramme de Piper) montre une évolution vers un pôle plus chloruré/magnésien. Situé à l'amont du bassin du Clain, dans une zone où affleure les calcaires marneux de l'Aalénien, ces caractéristiques physico-chimiques (température très constante, conductivité élevée, tendance chloruré/magnésienne) convergent pour indiquer des eaux de l'aquifère infra-toarcien. Une contribution de cette nappe est aussi vraisemblable pour la source de Joussé, située dans le même contexte géologique et qui présente des tendances magnésiennes marquées.

3.3. MESURES DE DEBIT

3.3.1. Dispositifs

Cinq campagnes de jaugeage ont été menées de mai à septembre. Parallèlement, un suivi visuel des écoulements a été effectué sur les rivières non pérennes : le Bé, la Bouleure et la Caillaude.

Les débits ont été déterminés par la méthode d'exploration du champ de vitesses. Les mesures de vitesses ont été réalisées au courantomètre (Marque OTT, Nautilus C2000 / sensa Z300), à l'exception des sources pour lesquelles la mesure a été réalisée avec un seau gradué et un chronomètre.

Au total, huit stations en rivière ont été suivies, auxquels s'ajoutent deux stations automatiques régionales et deux sources (Illustration 36).

Pour chaque lieu, à chaque mesure une fiche synthétise l'ensemble des informations : tracé de la section de jaugeage, valeur des vitesses mesurées, évaluation des débits, etc.

3.3.2. Résultats

Le tableau récapitulatif des valeurs de débits est reporté en Annexe 4.

L'étude de l'évolution des débits (Illustration 37, pour la commodité de la lecture les débits sont représentés sur une échelle logarithmique) montre que les régimes des rivières peuvent être dissociés en 3 groupes :

- sur la Charente, l'effet des lâchers des barrages⁴ est clairement perceptible, le débit de fin d'été est comparable voire supérieur à celui observé au printemps ;
- sur le Clain (et ses sources) et le Bé, la décrue est progressive. Les apports du Dogger (voir de l'Infra-Toarcien à Payroux) soutiennent les rivières ;
- sur la Caillaude et la Bouleure, deux régimes différents sont observés suivant la localisation :

⁴ Quelques kilomètres après sa source, en Charente limousine, deux barrages de soutien d'étiage ont été créés, il s'agit des barrages de Mas Chaban et Lavaud.

- sur la Caillaude et sur la Bouleure à l'amont de Vaux, la diminution du débit est très rapide et conduit à un assec de la rivière. Ce constat est à rattacher aux observations indiquant une baisse rapide de la piézométrie sur le secteur de ces cours d'eau. Les rivières apparaissent comme être un "trop plein" de nappe : à partir d'une certaine cote de la nappe, il y a apparition d'un niveau d'eau dans la rivière ;
- sur la Bouleure, approximativement à partir de Vaux, le régime est à rapprocher de celui du Clain, la nappe du Dogger soutient la rivière.



Illustration 34 : La Caillaude aux Verdonnières (St-Macoux) en mai et août 2006



Illustration 35 : La Caillaude à Fayole (Saint-Saviol) en avril et mai 2006

La vallée sèche en amont de la Caillaude était en eau jusqu'en amont du bourg de Limalonges en avril 2006, ce qui représentait un linéaire de plus de 10 km de cours.

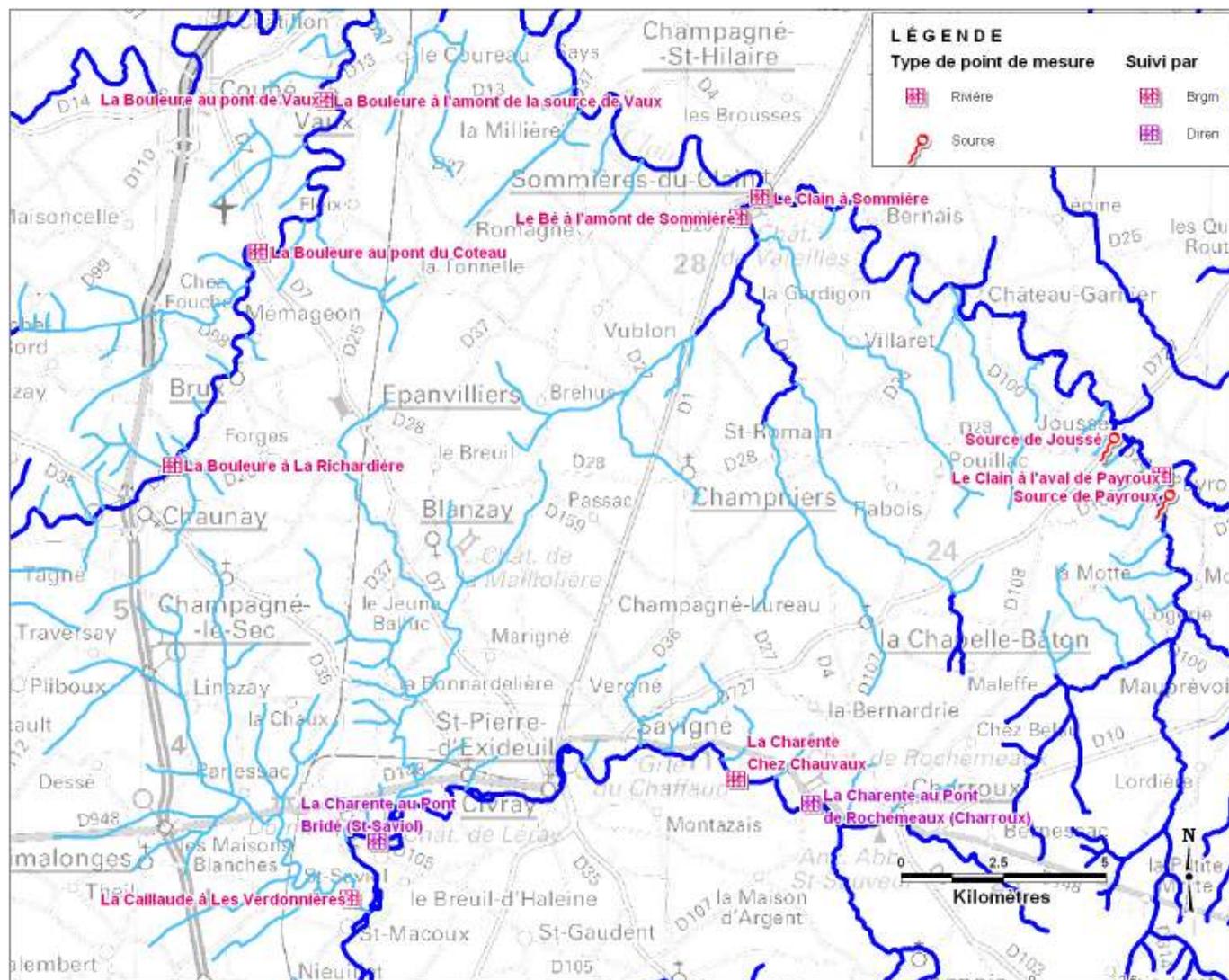


Illustration 36 : Points du suivi des débits

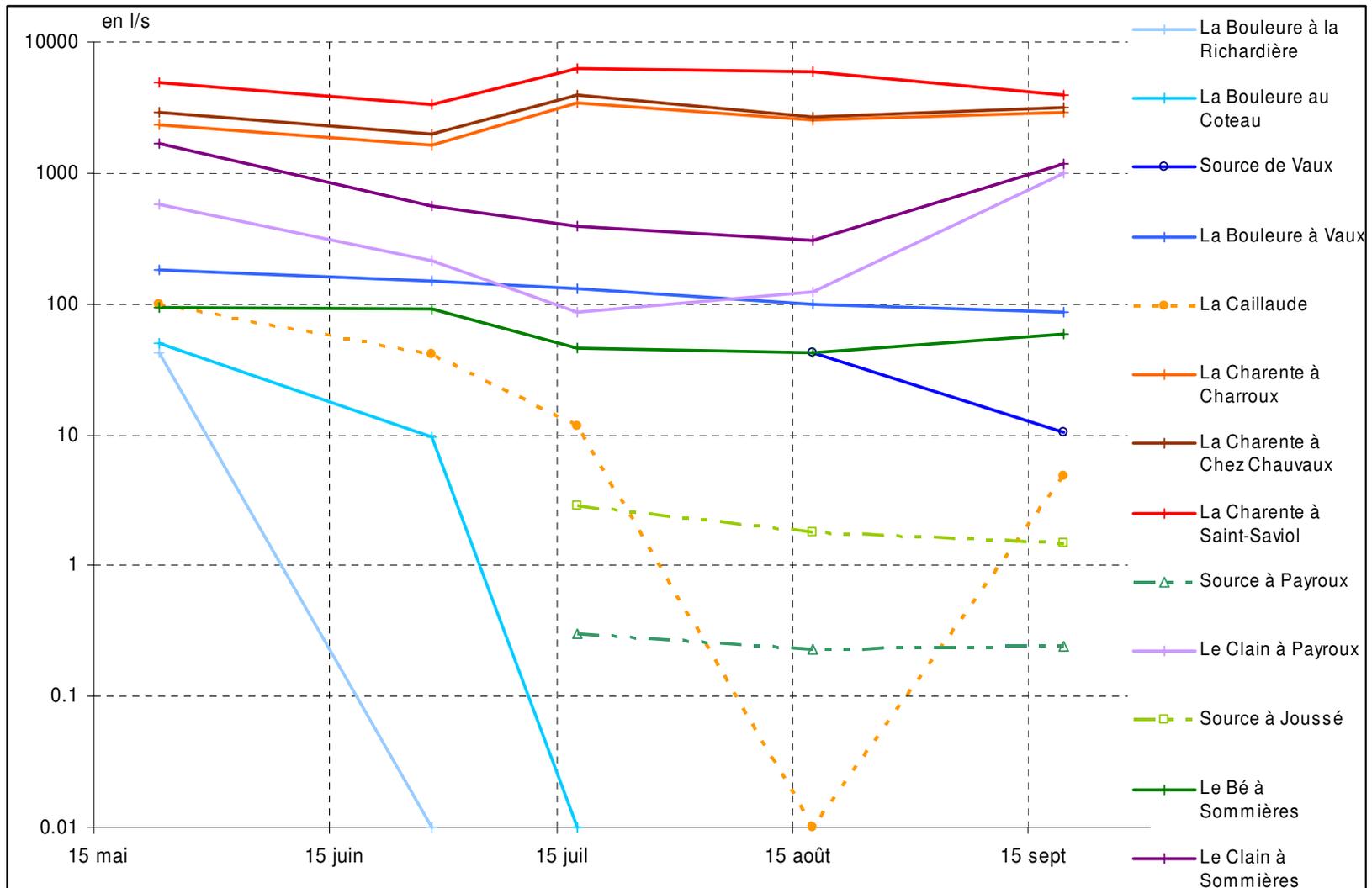


Illustration 37 : Evolution des débits sur les bassins versants du Clain, Bouleure et Charente (ordonnées en log.)

Le tarissement a été rapide, et dès le mois de juin l'émergence n'était plus qu'à environ 800 m de la Charente (Illustration 34). Aucune perte (ou gouffre) n'a été relevé : l'infiltration au travers du substrat s'effectue de manière continue et inversement. En août 2006, le débit était insuffisant pour réaliser une mesure sur tout le tracé.

Sur le Bé, d'avril à août 2006, le linéaire en eau a reculé de Fontegrive jusqu'à la zone humide de Puiraveau (commune de Saint-Romain) qui reste en eau grâce à un petit barrage. A l'aval de Puiraveau, le Fontgrive présentait certains tronçons à sec dès le mois d'avril. Les sources de Chanterane (commune de Sommières) et de la Borichère (commune de Romagne) permettent un état en eau tout au long de l'été du Bé. Soulignons dans ce secteur la grande stabilité du niveau piézométrique de la nappe du Dogger. Néanmoins, environ 300 m en amont de la confluence du Bé avec le Clain celui-ci présentait un assec à partir de la mi-juillet (Illustration 38). Le régime hydraulique du Bé est largement influencé par des facteurs anthropiques : manœuvre de vanne, petits barrages, prélèvements agricoles...



Illustration 38 : Le Bé à Sommières en mai et juillet 2006

En avril 2006, la Bouleure ne présente apparemment pas d'interruption de son cours. En mai, l'écoulement superficiel s'interrompt une première fois au lieu-dit du Roty (commune de Brux) sur environ un kilomètre et au niveau de Mouchedune (commune de Vaux) sur deux kilomètres.

A partir de juillet, la rivière est à sec jusqu'à la source de la Babinière (Vaux). Tout à l'amont du cours de la Bouleure, au niveau du pont de Moquerat (Caunay) un tronçon

en eau s'est asséché seulement en août, celui-ci est vraisemblablement alimenté par la nappe de l'Oxfordien.



Illustration 39 : La Bouleure à Brux en mai et juillet 2006



Illustration 40 : La Bouleure au Pont de Bert (Vaux) en mai et juillet 2006



Illustration 41 : La Bouleure au Pont de Vaux, en mai et septembre 2006

4. Traçages

4.1. METHODOLOGIE

4.1.1. Choix des points d'injection

Le but du multi-traçage est d'apporter des informations complémentaires sur la limite entre le bassin versant du Clain et celui de la Charente. La piézométrie de l'aquifère du Dogger a permis de délimiter la zone de partage des eaux : c'est au sein de cette zone que les points d'injection du multi-traçage ont été sélectionnés.

Le cahier des charges prévoyait 3 sites d'injections, chacun avec un traceur différent.

Le choix des sites a été conditionné par plusieurs facteurs :

- un accès facile pour le matériel et les intervenants (dont les pompiers) ;
- localiser les zones de pertes/gouffres de préférence pour un accès rapide à la zone saturée ;
- être en conditions hydrologiques favorables (période de recharge) ;
- essayer de réaliser une injection la plus courte possible pour éviter une dispersion du traceur dès l'entrée du système en provoquant un effet de chasse.

Une zone de gouffre/perte existe uniquement dans la partie orientale du domaine. Dans la partie occidentale, les traçages sont réalisés à partir de puits. Nous avons éliminé les forages agricoles comme points d'entrée, ceux-ci étant équipés de pompe, le forage est rarement facilement accessible.

Le choix final des points d'injections a été ainsi arrêté sur les trois points suivants :

- un gouffre situé sur la commune de la Chapelle-Bâton ;
- un puits situé sur la commune de Brux ;
- un puits situé sur la commune de Chaunay.

Ces trois points sont situés dans la zone de crête piézométrique définie par les piézométries (Illustration 42).

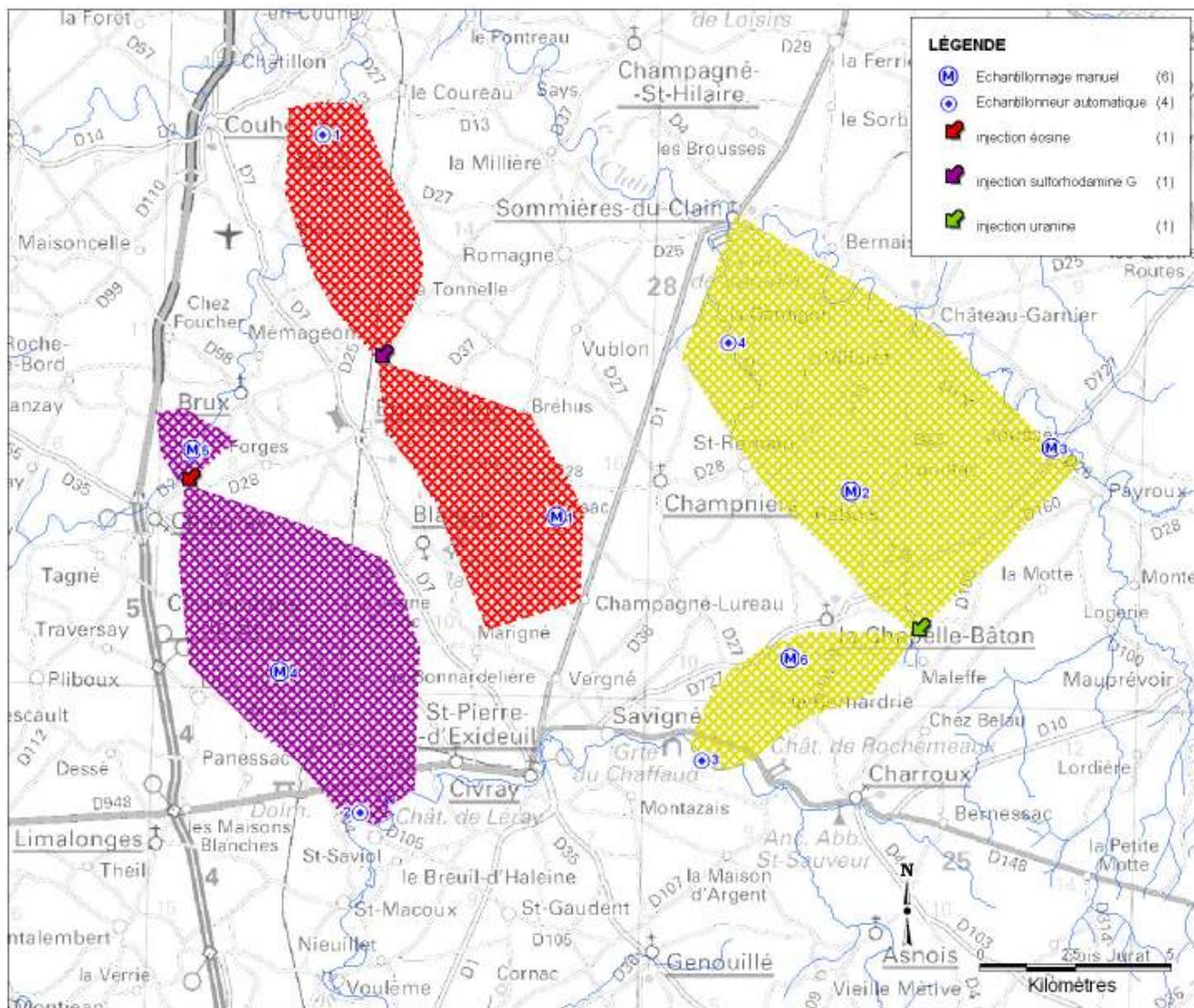


Illustration 42 : Localisation des trois points de traçages, des zones potentielles de sorties des traceurs et des dix points de suivis

4.1.2. Choix des points de suivi et équipement

En fonction de la localisation des points d'injection et suivant les directions d'écoulement tirées de la piézométrie établie, des points de suivis ont été déterminés.

Comme le définissait le cahier des charges, 4 points de suivis automatiques et 6 points de mesures manuelles ont été recherchés (Illustration 42).

Les points ont été choisis préférentiellement en fonction de leur facilité d'accès.

Les préleveurs automatiques ont été loués à la société Hydreka. Il s'agit de préleveurs automatiques de 24 flacons de 1000 ml.

4.1.3. Logistique

Dans un souci de transparence et d'information, l'ensemble des propriétaires des sources, des puits et de la parcelle supportant les points d'injection ou de suivi ont été informés. De la même manière, l'ensemble des communes, les syndicats d'eau potable, les préleveurs privés (laiteries, etc.) couvrant la zone des traçages a été prévenu. Un courrier expliquait le projet, sa durée, la non dangerosité des produits employés et prévenait de la coloration possible de l'eau.

4.1.4. Protocole d'injection

a) Choix des traceurs

Les traceurs retenus pour l'injection sont l'Uranine, la Sulforhodamine G et l'Eosine. Lors de la rédaction du cahier des charges, l'Iodure de potassium (KI) avait été proposé. A l'examen des conditions d'injection et sorties éventuelles du traceur, il est apparu que la distance séparant les sites n'était pas compatible avec l'utilisation de l'Iodure de potassium, celui-ci a donc été remplacé par l'Eosine.

• Uranine (ou fluorescéine disodique ou hydraulique)

C'est le traceur fluorescent le plus utilisé et le plus adéquat, en raison de sa très grande sensibilité de détection et de sa faible tendance à l'adsorption (Groupe de travail Traçage de la Société suisse d'hydrogéologie SSH, 2002). L'uranine est un sel de sodium de formule brute $C_{20}H_{10}O_5Na_2$ (Illustration 43) ; il émet dans les verts (longueur d'onde d'excitation et d'émission de 491 et 512 nm).

Sa fluorescence diminue faiblement au contact d'une phase carbonatée ($CaCO_3$), d'une phase argileuse ou d'une phase silicatée. Seul l'acide humique provoque une extinction quasi-totale de fluorescence, or le traceur ne séjourne pas dans l'horizon humifère d'un sol (Dessalles, 2001). Comme d'autres colorants fluorescents, l'uranine est sensible à la lumière. Néanmoins pour les traçages dans les eaux souterraines,

ceci ne joue un rôle qu'au niveau du prélèvement et de la conservation des échantillons. Dans les eaux acides de pH inférieur à 5.5, le risque d'adsorption de l'uranine augmente, de plus la fluorescence est fortement diminuée. L'uranine est également détruite en présence d'agents oxydants tels que le chlore, le dioxyde de chlore et l'ozone, substances fréquemment utilisées pour le traitement de l'eau potable.

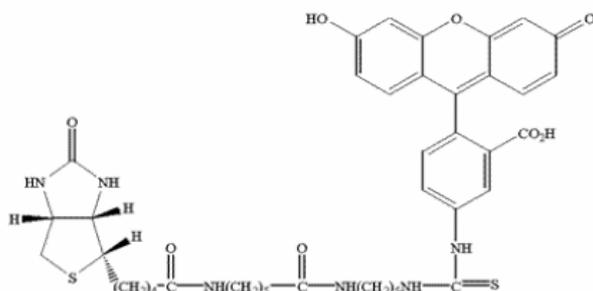


Illustration 43 : Formule semi-développée de l'uranine

• Eosine

La formule de l'éosine est $C_{20}H_8Br_4O_5$ (Illustration 44), elle est de couleur orange-rouge vif.

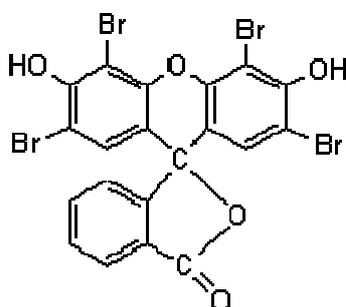


Illustration 44 : Formule semi-développée de l'éosine

C'est également un bon traceur même s'il montre une tendance à l'adsorption un peu plus grande que l'uranine. La mise en œuvre simultanée d'éosine et d'uranine peut conduire à des difficultés analytiques, car les deux colorants se gênent mutuellement lors de la mesure de fluorescence (Groupe de travail Traçage de la Société suisse d'hydrogéologie SSH, 2002). Ses longueurs d'onde d'excitation et d'émission sont de 514 et 536 nm.

• Sulforhodamine G (ou amidorhodamine G)

La sulforhodamine G $C_{25}H_{26}N_2O_7S_2$ (Illustration 45) appartient au groupe des rhodamines, qui sont plus ou moins soumises à une adsorption. Elle est néanmoins, couramment utilisée pour les traçages des eaux souterraines. Traceur émettant dans les rouges, ses longueurs d'onde d'excitation et d'émission sont de 530 et 551 nm.

Seule, la sulforhodamine G, inoffensive pour l'être humain, peut être utilisée comme traceur.

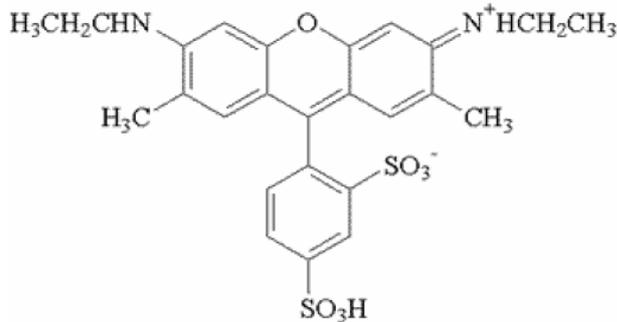


Illustration 45 : Formule semi-développée de la sulforhodamine G

b) Quantité de traceur

L'estimation de la quantité de traceur à injecter est conditionnant pour un essai de traçage : il faut en effet éviter de trop mettre de traceur ce qui chargerait inutilement les eaux et dans le même temps mettre peu de traceur risquerait de compromettre l'interprétation si les concentrations de sortie sont inférieures au seuil de détection des appareils.

Différentes méthodes existent pour déterminer les quantités de traceur (abaque de Marsaud, 1997 ; formules de l'UNESCO, 1973-1983 ; Groupe de travail Traçage SSH, 2002, U.S. EPA, 2003). Ces méthodes présentent toutes le désavantage d'avoir à estimer au moins un paramètre.

Deux formules sont présentées ci-dessous :

$$M = k \cdot (L / 10)$$

avec

- M masse de traceur à injecter (g)
- k coefficient (variant dans le cas d'un karst de 2 à 10)
- L distance entre points d'injection et de prélèvement (m)

Ou

$$M = \alpha \cdot L \cdot A$$

avec

- M masse de traceur à injecter (g)
- α facteur de correction du traceur (g/m) (1 pour uranine, 2 à 3 pour l'éosine, 2 pour la sulforhodamine G)
- L distance entre points d'injection et de prélèvement (m)
- A facteur d'ajustement aux conditions de l'aquifère (aquifère fissuré A = 0.2 et 2 ; aquifère karstique A = 0.2 et 1)

D'où les évaluations suivantes de traceurs avec les deux formules :

Eosine : de 1.9 kg à 9.5 kg (formule 1) et de 4.75 à 23.75 kg (formule 2)

Sulforhodamine G : de 1.2 à 6 kg (formule 1) et de 2.4 à 24 kg (formule 2)

Uranine : de 1.9 à 9.3 kg (formule 1) et de 1.9 à 18.6 kg (formule 2)

Dans le cas présent, les quantités retenues sont pour l'Eosine 8 kg, la Sulforhodamine G 10 kg et pour l'Uranine de 5 kg (Illustration 46).

c) Conditions d'injection

Les précipitations des mois de septembre et d'octobre n'étaient pas suffisantes pour avoir une saturation de la zone non saturée, de plus l'analyse de la piézométrie montrait que c'était encore la fin de la vidange de l'aquifère. Les traçages ont donc été décalés au mois de novembre lors de la reprise de la mise en charge de l'aquifère.

Les traceurs ont tous été préalablement dilués dans un volume d'eau et pré-conditionnés dans des bidons opaques à la lumière, afin d'éviter des pertes trop importantes de traceur au moment de l'injection du fait du caractère très volatil des colorants utilisés et stockés à proximité des points de traçage.

Lieu	X (en L2Et m)	Y (en L2Et m)	Type	Date et heure	Traceur	Quantité (en kg)	Volume d'eau de chasse (l)	Durée (min)
Chaunay	433286	2137174	puits	17/11/2006 10:45	éosine	8	4 000	25
Brux	438347	2140362	puits	17/11/2006 9:45	sulforhodamine G	10	4 000	30
Chapelle-Bâton	425411	2133268	gouffre	17/11/2006 14:00	uranine	5	4 000	40

Illustration 46 : Caractéristiques des injections

Les traçages ont tous eu lieu dans la journée du 17 novembre 2006. A notre connaissance aucun des points retenus n'avaient fait l'objet d'un traçage au préalable.

Le Service Départementale d'Incendie et de Secours de la Vienne a été sollicité pour la réalisation de « l'effet de chasse » dans les sites d'injection.

Pour éviter une trop grande dispersion des traceurs sur les parois des puits, un tube en PVC a été installé dans chaque puits jusqu'à la nappe. Un effet de chasse du puits vers l'aquifère a été réalisé par l'adjonction d'une grande quantité d'eau (4000 l) très rapidement. Le suivi avec une sonde piézométrique de l'évolution du niveau d'eau pendant l'adjonction de l'eau dans les puits a montré pour le puits de Chaunay que le niveau statique dans le puits ne variait quasiment pas pendant d'adjonction, ce qui semble montrer une bonne connexion du puits avec l'aquifère. Dans le cas du puits situé à Brux, le niveau est monté de 20 cm par rapport au niveau statique initial et il est rapidement redescendu à son niveau avant injection.

Le petit gouffre de la Chapelle-Bâton ne présentait aucun écoulement naturel lors de la réalisation du traçage. De la même manière que pour les injections en puits, un apport d'eau a été réalisé par les pompiers. L'ouverture et la profondeur du gouffre de la Chapelle-Bâton est très faible. Pour améliorer la descente du traceur vers la nappe et éviter sa dispersion en surface, un tube en PVC a été installé. La solution de traçage et l'injection de l'eau pour l'effet de chasse sont déversés dans le tube (Illustration 77). Lors de la réalisation, des précautions ont été prises, en effet un apport trop important conduisait au refus et à la remontée de liquide. L'injection du traceur et de l'eau a donc été faite lentement.

d) Protocole d'échantillonnage et d'analyse

Suivant le cahier des charges, le protocole d'échantillonnage (Illustration 47) a été mis en place, sa durée ne devant pas excéder 2 mois (8 semaines). Le suivi des points de surveillance (sources et puits) pour la restitution des traceurs a été assuré par le technicien du BRGM, Philippe Subra, par Vincent Ribot, stagiaire du DESS Ingénierie de l'Eau de l'Institut EGID de l'Université de Bordeaux III, Angélique Laffond; stagiaire du Master Professionnel M2 – Géo technologie Environnementale de l'Université de Poitiers, et l'aide bénévole de Monsieur Checkett pendant la semaine de Noël.

	Nombre prévisionnel d'échantillon	
Semaine	Préleveurs automatiques (4)	Prélèvements manuels (6 sites)
0 (blancs)	1 éch. par préleveurs = 4	1 éch. par site = 6
1	12 éch/ j = 336	1 éch / j = 42
2	6 éch/j = 168	1 éch / j = 42
3	4 éch/j = 112	1 éch / j = 42
4	1 éch/j = 28	1 éch / j = 42
5	1 éch/j = 28	1 éch / j = 42
6	1 éch/j = 28	1 éch / j = 42
7	1 éch/j = 28	1 éch / j = 42
8	1 éch/j = 28	1 éch / j = 42
Total	648 échantillons	342 échantillons
	990 échantillons	

Illustration 47 : Protocole prévisionnel d'échantillonnage

L'Annexe 5 donne le calendrier du travail sur le terrain. Il est à noter que suite aux premiers résultats, les prélèvements manuels ont été allégés la semaine 52, seul le point M4 a été prélevé, ceci a été rendu possible grâce à l'implication et au bénévolat du propriétaire de ce puits.

Parallèlement aux prélèvements d'échantillons l'ensemble des puits suivis a fait l'objet d'un suivi quotidien de mesure du niveau d'eau.

Les analyses d'eau ont été confiées au bureau d'étude ERM comme sous-traitant. Les analyses ont été réalisées avec un spectrofluorimètre (Fluoromax III). Le seuil de détection est de $0.1 \mu\text{g/l}$.

4.2. RESULTATS DES ESSAIS DE TRAÇAGE

4.2.1. Condition météorologique

Suite aux conditions météorologiques, les traçages ont donc été décalés autant que possible.

L'illustration 48 représente l'évolution de la pluviométrie de novembre à janvier. Les valeurs de pluie sont une moyenne calculée à partir des stations de Couhé, Ferrière et Civray qui encadrent la zone d'étude.

Sur la période du 1^{er} novembre 2006 au 12 janvier 2007, la hauteur de pluie cumulée est de 177.9 mm à Civray, 174 mm à Couhé et 180.5 mm à Ferrière.

Deux périodes successives de pluie ont été enregistrées : du 16 novembre au 16 décembre puis à partir du 30 décembre jusqu'au 12 janvier.

Il faut noter que les deux stations de mesure du débit (Petit Allier sur le Clain et Charroux sur la Charente) (Illustration 49 et Illustration 50) ne présentent pas une augmentation des débits après le début des pluies du mois de novembre. Ce n'est qu'après le 20 novembre que le débit des rivières augmente.

A la fin du mois de décembre, les températures basses (inférieures à zéro) ont perturbé les préleveurs automatiques et quelques échantillons n'ont pas été prélevés (9 répartis sur les 4 préleveurs automatiques).

4.2.2. Résultats des traçages dans le puits à Brux et à Chaunay

La Sulphorodamine G et l'Eosine n'ont pas été détectés sur aucun des points de suivis aussi bien coté Clain que coté Charente. Les chroniques des spectres (Annexe 5) le confirment.

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer l'absence de restitution :

- le traceur a pu être piégé dans le puits (probable dans le cas du puits de Chaunay, concentration significative relevée plusieurs semaines après le traçage) ;
- le gradient piézométrique de la nappe était insuffisant ;
- la quantité de traceur injectée est insuffisante, le facteur de dilution du traceur dans la nappe est plus élevé que prévu ;
- les points de sortie suivis ont été mal choisis.

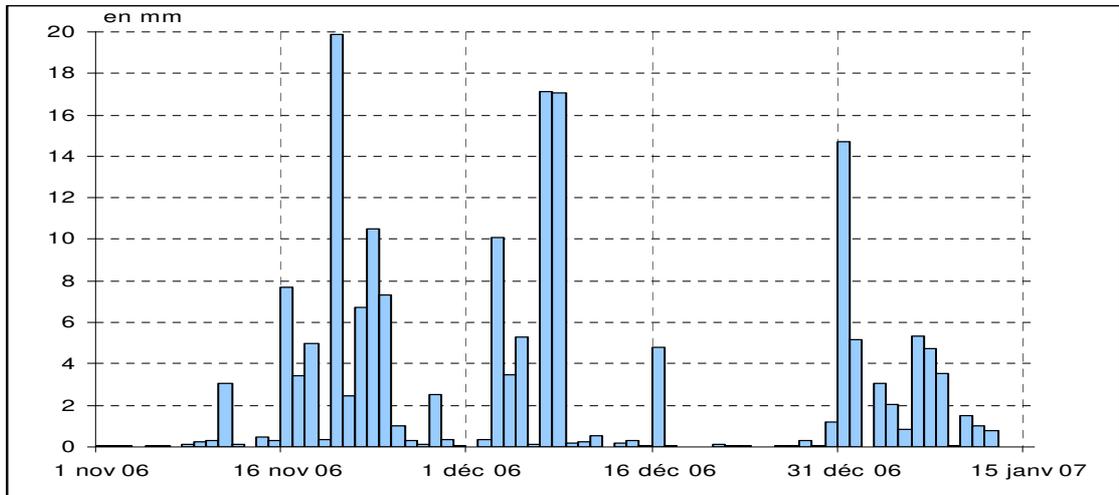


Illustration 48 : Evolution de la pluviométrie moyenne sur la zone d'étude du 1/11/06 au 12/1/07

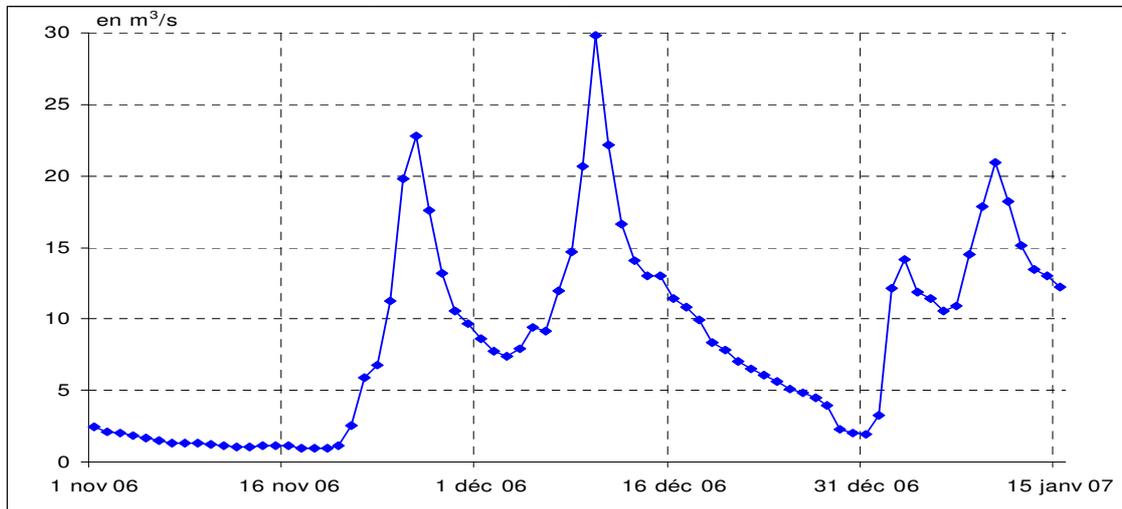


Illustration 49 : Evolution du débit à la station de Petit Allier (Vivonne) sur le Clain

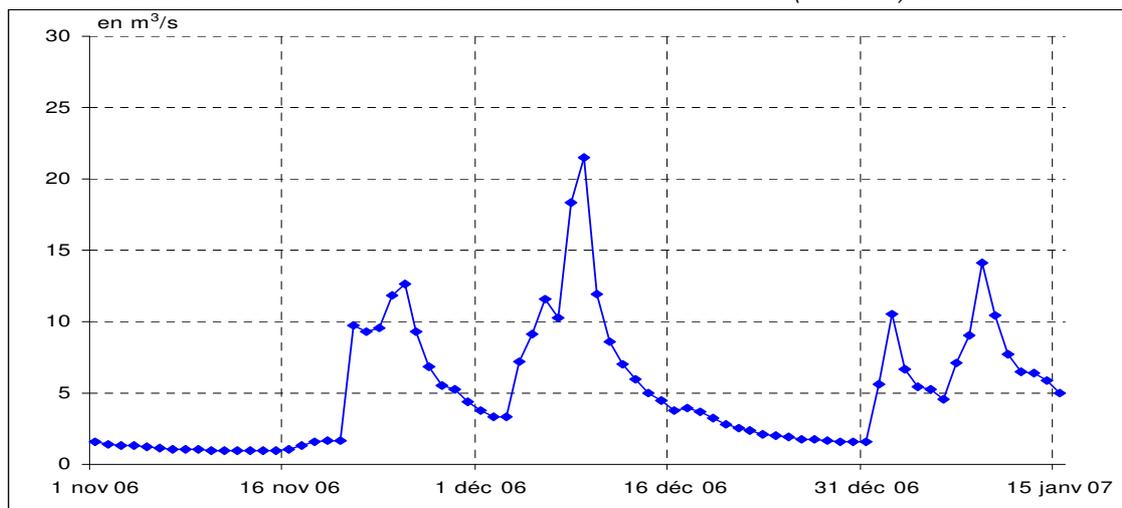


Illustration 50 : Evolution du débit à la station de Charroux sur la Charente

4.2.3. Traçage dans le gouffre de la Chapelle-Bâton

L'uranine a été détecté dans tous les points suivis (Illustration 52) mais les dates d'apparition ne sont pas simultanées.



Illustration 51 : Source de Jossé en juillet 07 et lors de la sortie du traceur (uranine)

Le traceur est sorti très rapidement à la source sur la Charente situé aux Chauvauds, le premier pic le plus important est apparu 4 jours après le traçage (Illustration 52). Situé à une distance de plus de 6 km du point de traçage, la vitesse de transfert a été rapide de l'ordre de 67 m/h (vitesse calculée au début de l'apparition du traceur). Le même jour le traceur a été détecté (Illustration 54) dans le bassin du Clain à la source de Jossé (vitesse de déplacement du traceur de l'ordre de 62.6 m/h) et au lieu-dit de Rabois (vitesse de 42 m/h). L'évolution de la concentration à la source de Jossé est à relier à la pluviométrie : se sont les fortes périodes de pluie qui font migrer le traceur.

Ce n'est que 384 h après le traçage (3 décembre 2006) que le traceur commence à être détecté à la source de Fontgrive (Romagne) ; le pic de concentration est le 8 décembre 2006 soit 21 jours après le traçage (soit une vitesse de 18 m/h). La concentration en uranine a été mesurée au puits situé à Villeneuve (La Chapelle-Bâton), sans réelle évolution importante. La sortie du traceur est estimée vers 21 jours après le traçage (soit une vitesse de 6 m/h). L'évolution de la piézométrie à ce point n'évolue quasiment pas pendant toute la durée du suivi du traçage : le transfert d'eau dans ce compartiment du réservoir apparaît différent, alors que le traceur est sorti à la source plus au sud rapidement (4 jours).

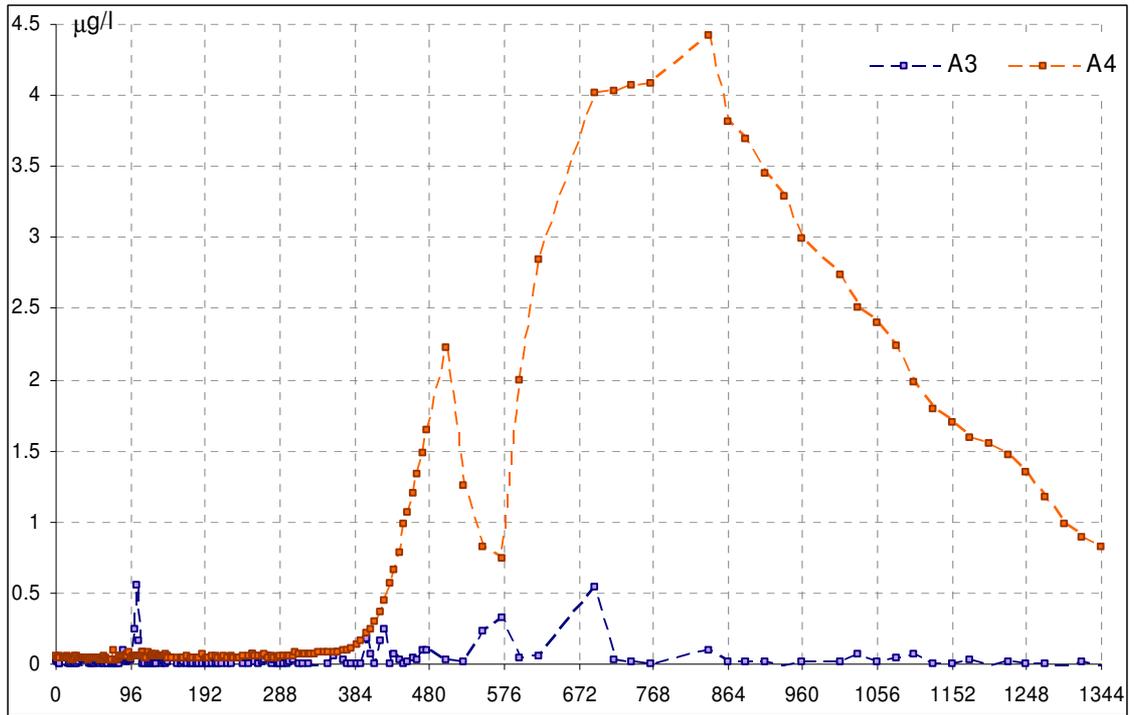


Illustration 52 : Evolution de la concentration en uranine aux points de suivis automatiques (A3 : source des chauvauds, A4 : source de Fontegrive)

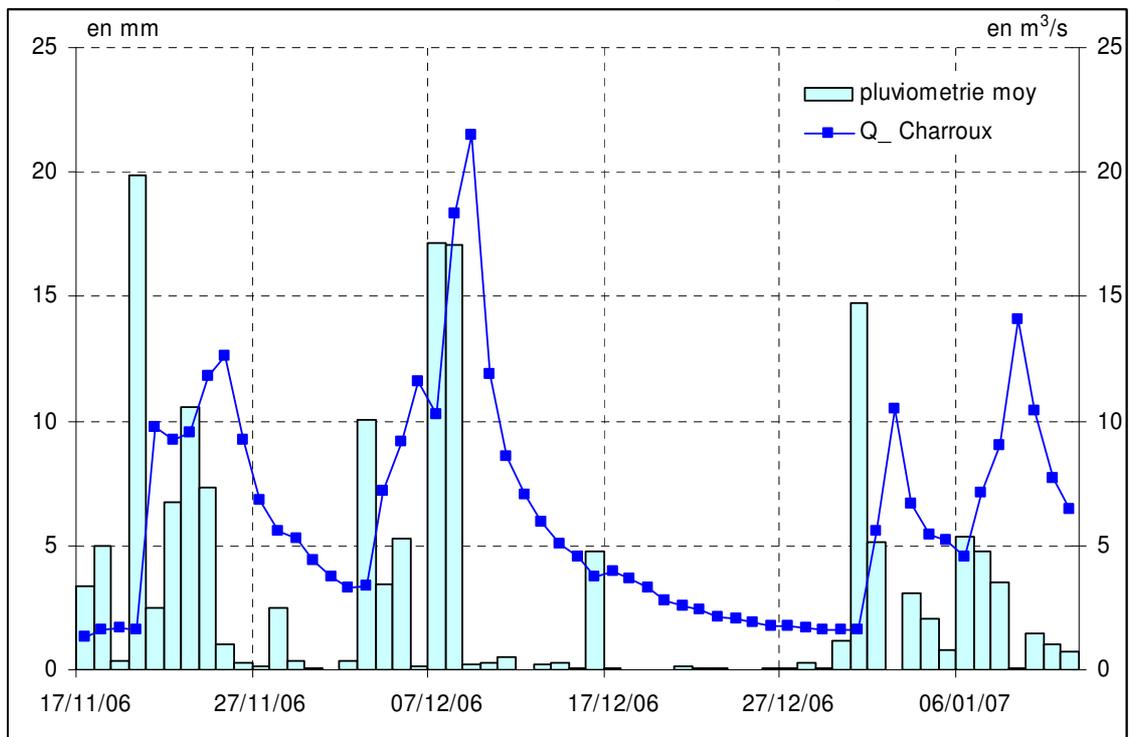


Illustration 53 : Evolution du débit à Charroux et de la pluviométrie pendant la période de traçage

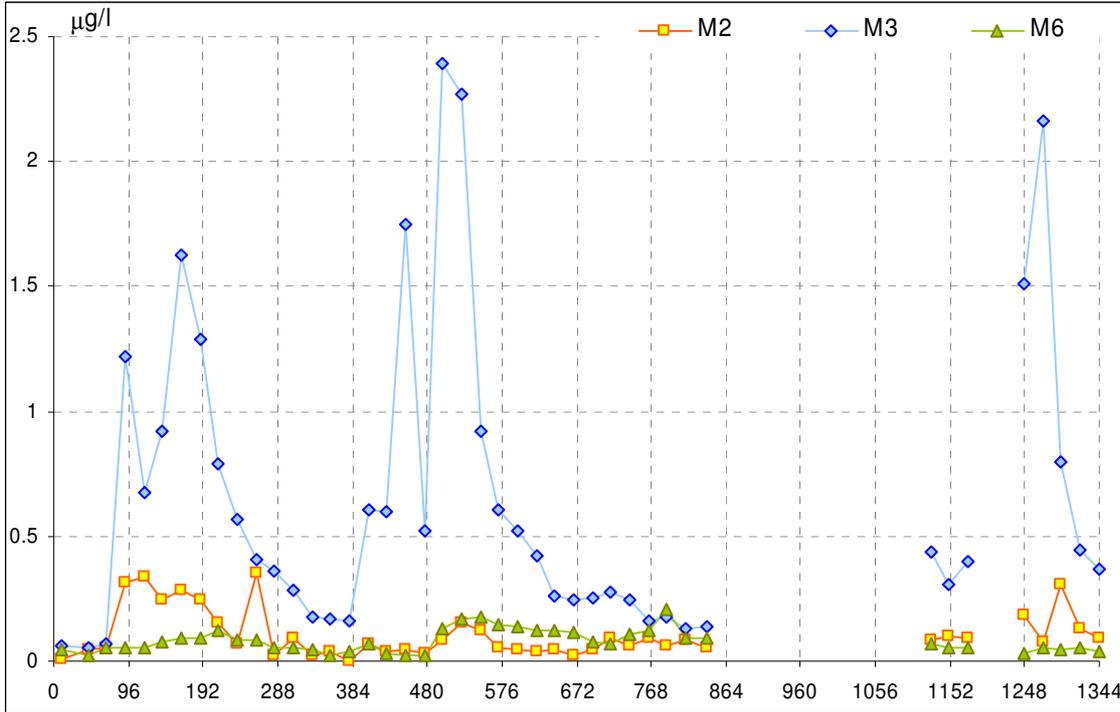


Illustration 54 : Evolution de la concentration en uranine aux points de suivis manuels (M2 : Puits Chez Rabois, M3 : Source de Joussé, M6 : Puits de Villeneuve)

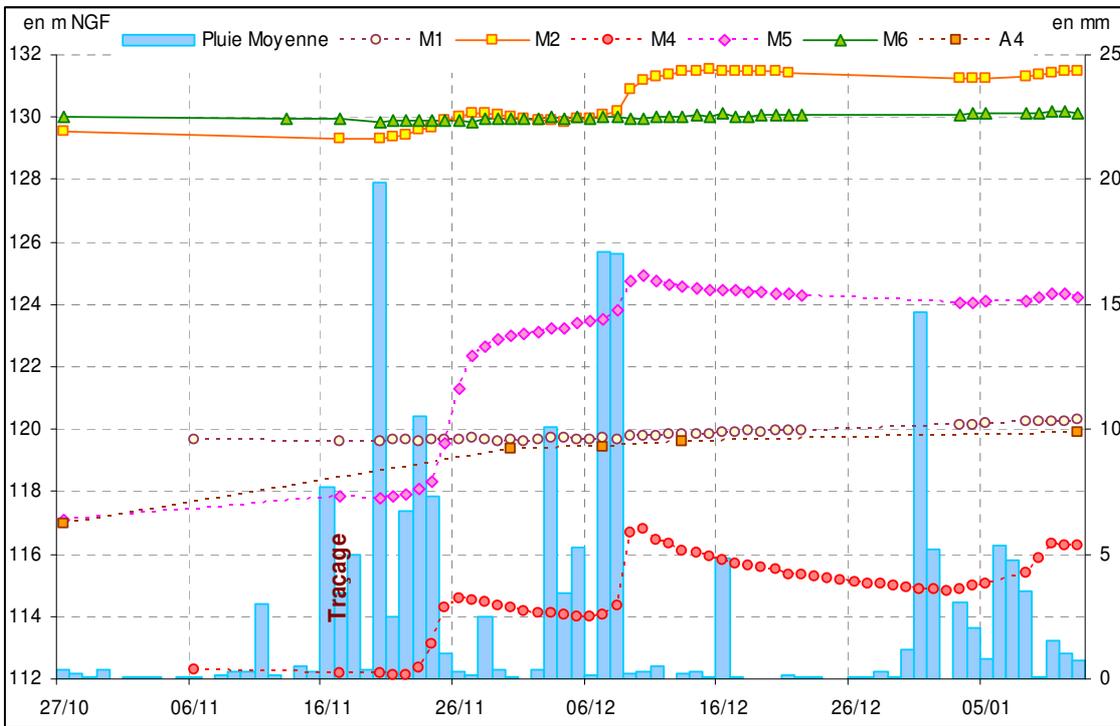


Illustration 55 : Evolution de la piézométrie aux points de suivi (M1 : Puits Chez Bernardeau, M2 : Puits de Chez Rabois, M4 : Puits de Chez Mériageon, M5 : Puits de Sénillé, M6 : Puits de Villeneuve, A4 : Source de Fontegrive)

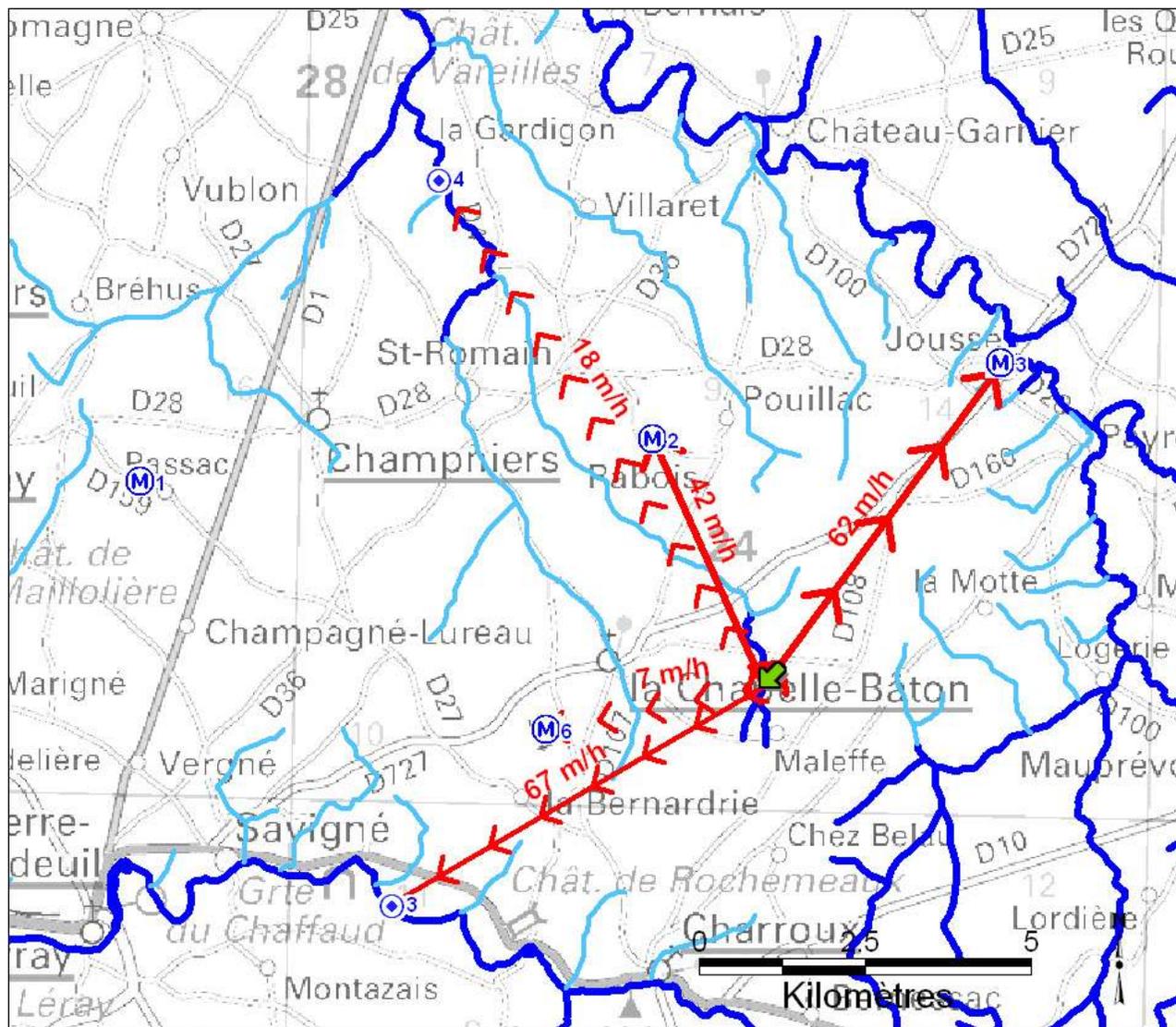


Illustration 56 : Direction et sens d'écoulement à partir du traçage, vitesse de circulation

Le gouffre, de la Chapelle Baton est donc connecté aussi bien avec le Clain qu'avec la Charente. Néanmoins les temps de transferts du traceur montrent des variations qui doivent être dues à une compartimentation du réservoir, avec des axes d'écoulement préférentiel.

L'ensemble des directions d'écoulement de l'uranine avec les vitesses de déplacement sont reportées sur l'illustration 56.

4.3. SYNTHÈSE DES RESULTATS

L'illustration 57 synthétise les données et résultats du multi-traçage. Ce multi-traçage a été réalisé après la période d'étiage, lors du début de mise en charge de l'aquifère. En effet, le parallèle avec la pluviométrie montre une corrélation importante entre un phénomène pluvieux et l'arrivée du traceur.

Type du point d'injection	Point de suivi	Distance (en km)	Temps de transit (en h) ⁵	Vitesse de transit (m/h) ⁶
Puits de Brux	M1 Chez Bernardeau	6.17	-	-
	A1 Source de Vaux	6.08	-	-
Puits de Chaunay	M5 Puits de Sénillé	0.90	-	-
	M4 Puits de Chez Mériageon	5.50	-	-
	A2 Source de St-Saviol	9.74	-	-
Gouffre de La Chapelle-Bâton	M2 Puits de Chez Rabois	4.05	96	42.3
	M3 Source de Joussé	6.01	96	62.6
	M6 Puits de Villeneuve	3.32	504	6.59
	A3 Source de Chauvauds	6.45	96	67.16
	A4 Source de Fontgrive	9.05	504	17.94

Illustration 57 : Synthèse des résultats issus du multi-traçage

Le débit des sources de Chauvaud et de Fontgrive n'étant pas mesurable, le taux de restitution du traceur n'a pu être déterminé. Le débit de la source de Joussé ayant été mesuré durant l'été 2006, le taux de restitution a été évalué à 5%⁷ ce qui est peu important.

⁵ Temps au moment du pic de concentration

⁶ Vitesse calculée lors du début de l'apparition du traceur

⁷ Hypothèse de calcul : volume d'aquifère de 1728 m³ estimé seulement avec le volume d'eau écoulé à la source entre l'injection et l'arrivée du traceur.

5. Implications pour la connaissance de l'interfluve Clain-Charente

Les investigations réalisées confirment le caractère karstique de l'interfluve. L'aquifère du Jurassique moyen est hétérogène. L'inertie de la nappe est plus importante dans le secteur du Bé (Romagne – Champniers), avec un emmagasinement plus important et une vidange assez régulière, que dans le secteur Bouleure et Charente où la recharge et la vidange sont rapides. Au fil de la vidange les apports de la nappe du Dogger ont tendance à s'orienter préférentiellement vers le bassin de la Charente.

Le multi-traçage montre des vitesses de transferts qui peuvent être rapides dans la partie Est du domaine. La zone de gouffre de la Chapelle-Bâton serait se situer sur la crête entre le bassin versant du Clain et de la Charente. Le gouffre tracé est bien connecté à l'aquifère, en période de hautes eaux il est un point d'entrée préférentiel pour les eaux.

5.1. DELIMITATION DES BASSINS VERSANTS HYDROGEOLOGIQUES

Les crêtes piézométriques déduites des cartes piézométriques que nous avons réalisées évoluent dans un "bandeau" de 3 kilomètres au maximum (Illustration 58). L'évolution à l'Est n'est pas la même qu'à l'Ouest.

C'est vers la Bouleure que les modifications sont les plus importantes. En hautes eaux la Bouleure contribue à l'alimentation de la nappe qui est, coté Charente, principalement drainée au droit des vallées sèches de Champagné-le-sec et Blanzay. Ce secteur est un axe de drainage privilégié du fait d'une karstification plus importante facilitée par des failles et des fractures. En été, la Bouleure s'assèche progressivement entre la source de la Babinière (Vaux) et Chaunay, et la crête piézométrique de la nappe du Dogger coïncide à peu près avec l'axe de la vallée. En amont de Chaunay l'assèchement est plus tardif dû aux apports de la nappe du Jurassique supérieur. Du fait de ces apports, les piézométries de la nappe du Dogger reste élevée dans ce secteur.

Dans le secteur central Romagne-Champniers les gradients piézométriques sont faibles et la piézométrie apparaît assez stable depuis le printemps jusqu'à la fin de l'été. La nappe demeure alimentée vraisemblablement par les stocks d'eau emmagasinées par la couverture d'altérites sablo-argileuses des calcaires du Dogger. Durant l'été toutefois, l'axe de drainage correspondant aux vallées sèches de Champagné-le-sec / Blanzay semble progresser vers le nord.

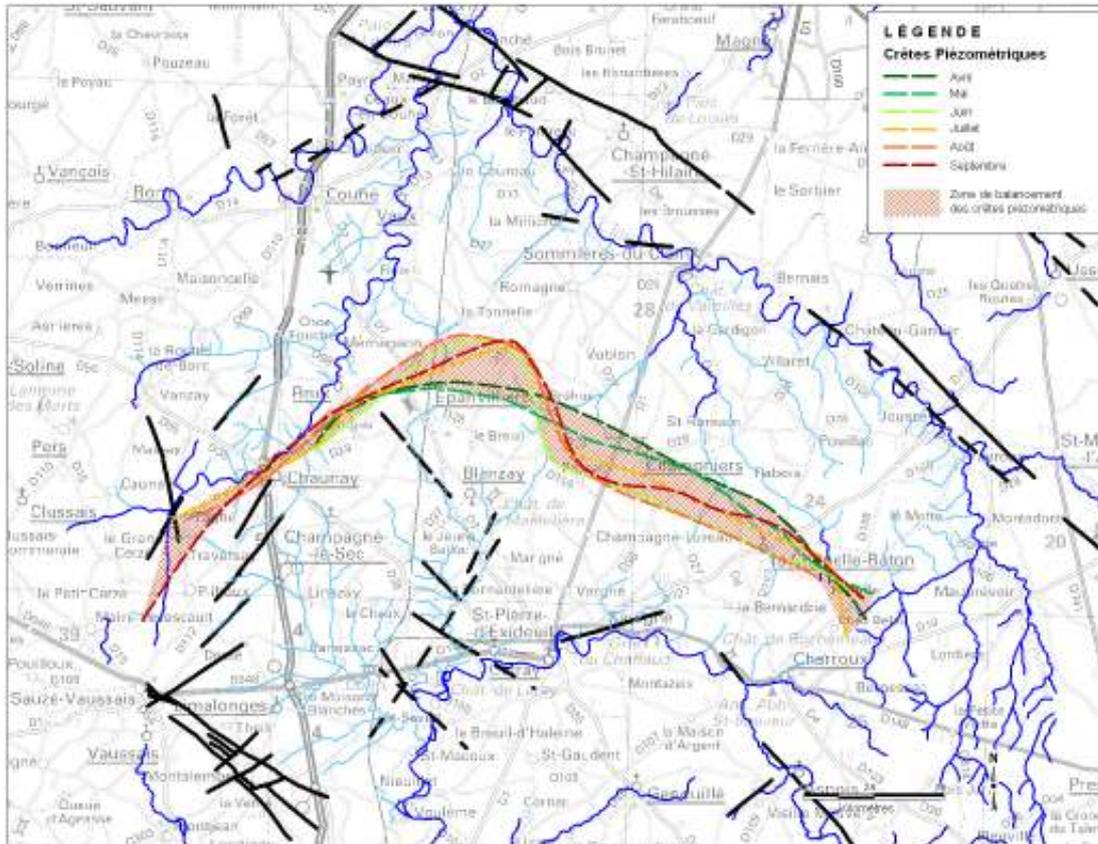


Illustration 58 : Evolution de la position de la crête piézométrique entre avril et septembre 2006

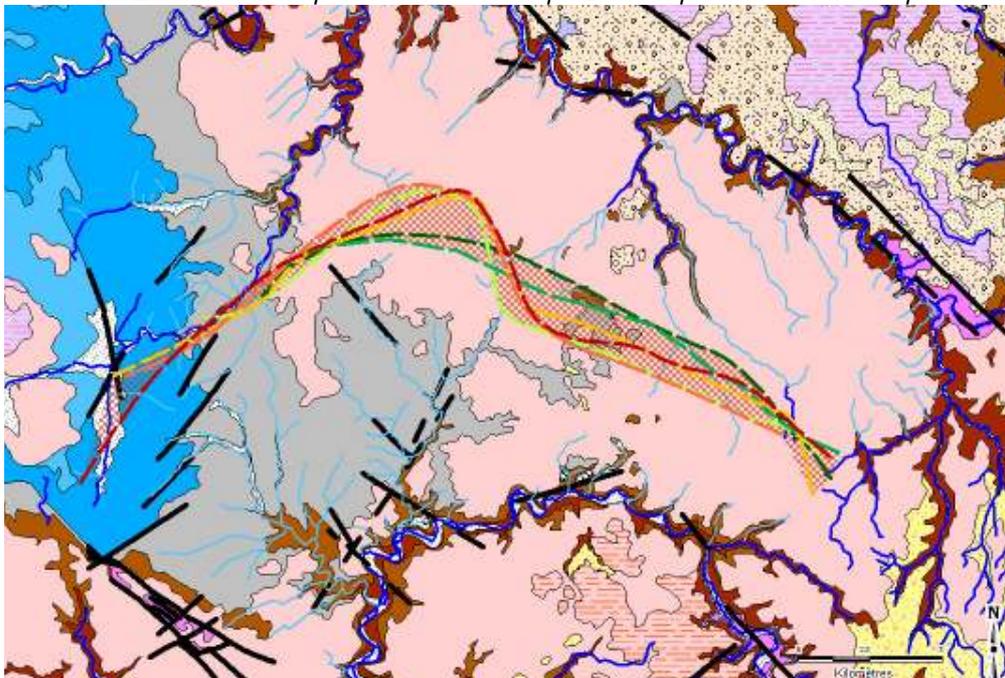


Illustration 59 : Position des crêtes piézométriques sur le fond géologique (légende voir Illustration 58 et Annexe 1)

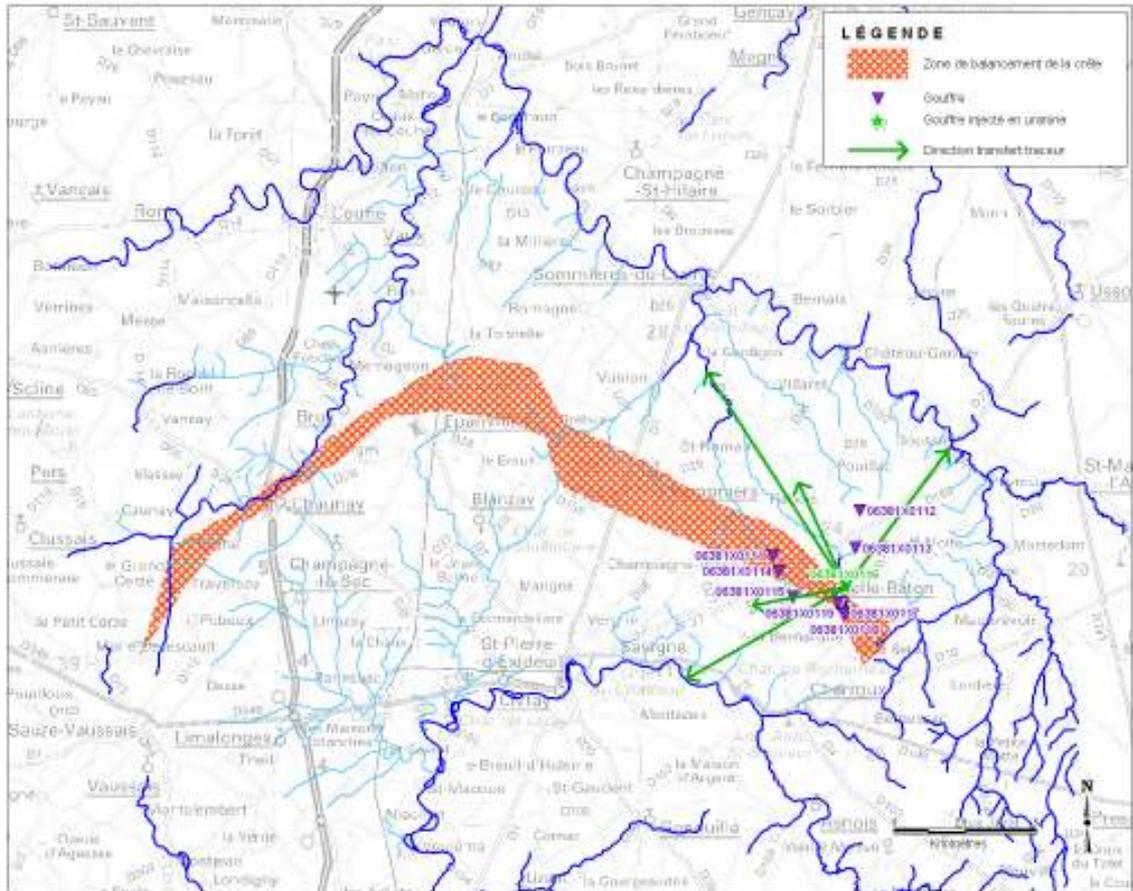


Illustration 60 : Position du traçage positif par rapport à la zone de balancement de la crête

Le gouffre de la Chapelle-Bâton où l'uranine a été injectée est situé en position septentrionale par rapport à la zone de balancement des crêtes piézométriques. Le fait qu'à partir de ce point d'injection, l'uranine est aussi bien été détectée au Nord qu'au Sud montre que ce gouffre est "sur" la crête piézométrique entre le bassin versant du Clain et de la Charente.

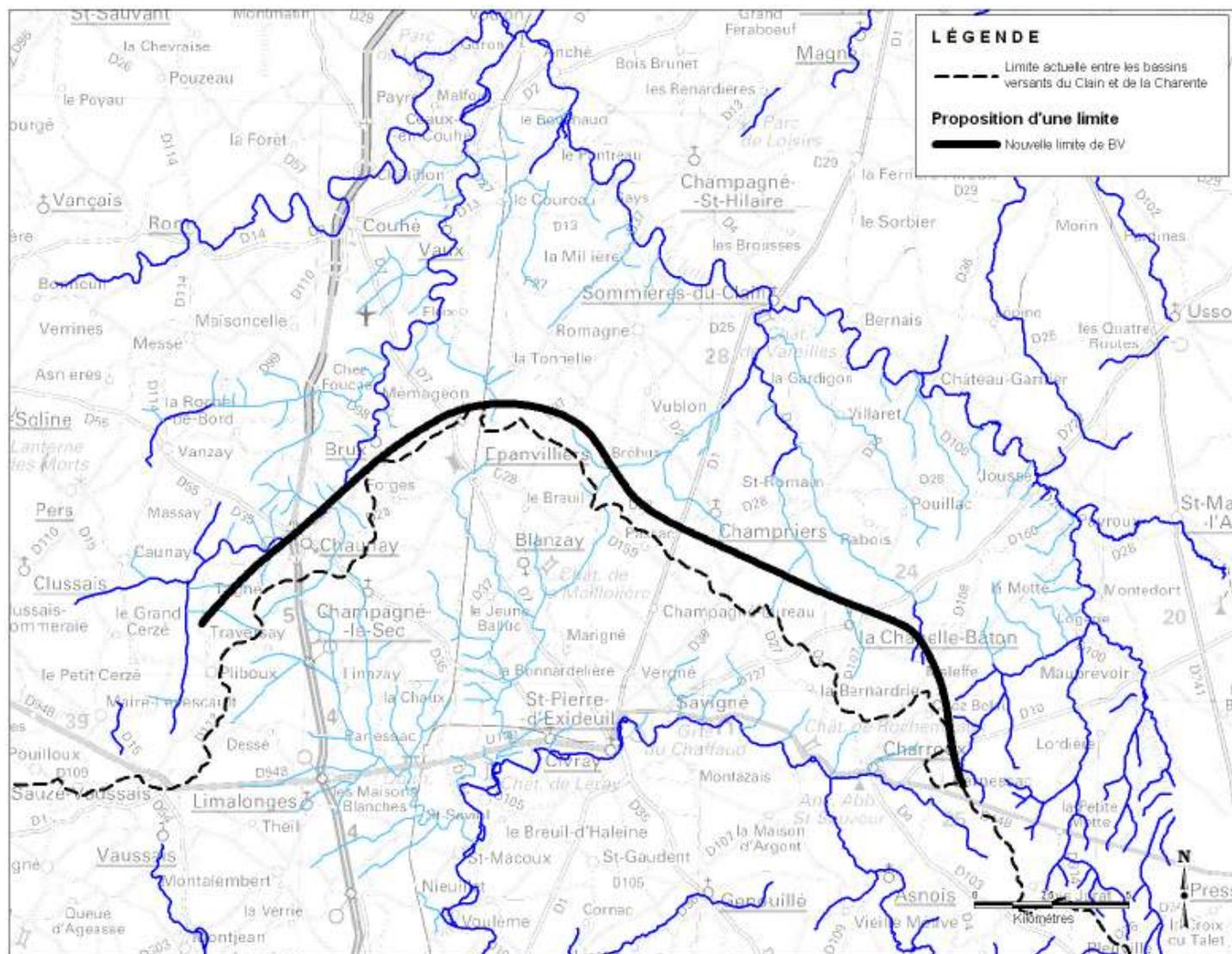


Illustration 61 : Proposition d'une nouvelle limite entre les bassins versants du Clain et de la Charente

6. Conclusions

Ce travail permet de mieux comprendre le fonctionnement de la nappe du Dogger dans la région de l'interfluve Clain-Charente dans le Sud de la Vienne.

Le traçage positif dans l'Est de la zone d'étude, met en évidence des vitesses rapides, des compartiments plus karstifiés que d'autres, des axes préférentiels d'écoulement. L'absence de résultats pour deux traçages ne démontre pas la non-connectivité entre les points choisis ; elle peut venir d'une rétention du traceur, d'une dilution importante ou encore d'un piégeage du traceur...

La proposition de limite entre le bassin du Clain et de la Charente s'appuie sur l'ensemble des éléments collectés. La limite est d'une manière générale décalée vers le nord, l'extension du bassin de la Charente était sous-évaluée. La Bouleure contribue non seulement majoritairement au débit du Clain, mais aussi en partie à travers la nappe du Dogger au débit de la Charente. La limite doit donc passer sur le cours de la Bouleure (entre Chaunay et Brux).

Un travail spécifique sur la Bouleure pourrait être envisagé pour mieux comprendre ses zones de pertes et de résurgences et pour préciser la limite Ouest.

Enfin, il convient d'informer les partenaires locaux de la zone d'influence mise en évidence à partir du gouffre de La Chapelle-Bâton. Cette zone de gouffres est un point préférentiel d'entrée des eaux en direction de l'aquifère du Dogger, sa préservation pour éviter toute pollution importante apparaît nécessaire. Par ailleurs, de manière générale, dans la zone de l'interfluve, les concentrations en nitrates, avec des teneurs avoisinant ou dépassant le seuil de potabilité, dans les eaux souterraines, montrent la sensibilité de l'aquifère face aux pollutions.

7. Bibliographie

Betin N. Bremand N. Marchand D. et Girardeau F. 2000. Démarche de Progrès – Programme 1999 / ANNEE 1999 RAPPORT FINAL. ERM. Chambre d'agriculture de la Vienne.

Bichot F., Thinon-Larminach M., Touchard F., D. 2005. Synthèse hydrogéologique par bassins versants de la Région Poitou-Charentes / Relations nappes-rivières. BRGM/RP 53767 FR.

Bonnet M., Lallemand-Barrès A. 1972. Détermination des paramètres des aquifères à l'aide de traceurs. BRGM/72SGN017AME. 28 p.

Bouchet C. 1990. Conseils pratiques pour la réalisation de traçages. Détermination des paramètres hydro dispersifs d'un aquifère. BRGM/R31547. 61 p.

Daudin G. 2002. Création de réserves de substitution destinées à l'irrigation agricole / Schéma Directeur du Bassin du Clain / Rapport final. ERM Association des Irrigants de la Vienne (ADIV). RE 218.

Dessales Y. 2001. Apport des traceurs à la connaissance des eaux souterraines. Mémoire DESS Qualité et Gestion de l'Eau. Université de Picardie. 78 p.

Eaucéa. 2006. Mesures piézométriques durant l'étiage 2005 / Interprétation hydrologique du Dogger Civraisien entre Clain et Charente. Institution interdépartementale pour l'aménagement du fleuve Charente et de ses affluents ; Février 2006.

Fay de Lestrac H., Joubert J. M. 1993. Etude de l'aquifère Infra-Toarcien de la région de Civray / modélisation numérique pour la gestion des ressources en eaux. BRGM/R 37823.

Géoaquitaine. 1993. Etude hydrologique du Sud Est des Deux-Sèvres. Syndicat des Eaux de Lorné, Maire-Levescault, Rom, Sauzé-Vaussais. Tome 1. DDAF des Deux-Sèvres ; Octobre 1993. RE 697.

Girardeau F., Bremand N., Nicaud D. 1998. Etude des prélèvements agricoles dans l'aquifère supratoarcien du bassin du Clain / Campagne de mesures piézométriques du 1^{er} au 5 septembre 1997. ERM. Chambre d'agriculture de la Vienne.

Groupe de travail *Traçage* de la Société suisse d'hydrogéologie **SSH**. 2002. utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie. Guide pratique. Rapports de l'OFEG, Série Géologie N°3 – Berne, 2002. 77 p.

Lemordant Y. 2001. Bassin de la Charente dans le département de la Vienne – Relations nappe-rivière. BRGM/NT01POC13. 14p.

Marchais E., Bichot F. 2006. CPER 2000-2006 Référentiel Piézométrique phase 4 / Piézométrie de l'aquifère de l'Infra-Toarcien. BRGM/RP 54838 FR.

Marchais E., Bichot F. 2004. CPER 2000-2006 Référentiel Piézométrique phase 3 / Piézométrie de l'aquifère du Dogger. BRGM/RP 53847FR.

Ribot V. 2006. Recherche de la limite entre les bassins versants de la Charente et du Clain. Mémoire de DESS, EGID, Bordeaux III. 59p.

Sauret J.C. 1975. Carte piézométrique. BRGM.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2003. Tracer-test planning using the efficient hydrologic tracer-test design (EHTD) program. National center for environmental Assessment, Washington, D.C.; EPA/600/R-03/034. 175 p.

Vidiella A., Boulais A., Compère F. 2006. Démarche de Progrès – Programme 2005 / Bassin du Clain, Bassin de la Dive du Nord, Bassin de la Charente. Chambre d'Agriculture de la Vienne. ERM 06 100 RES 174. 61 p.

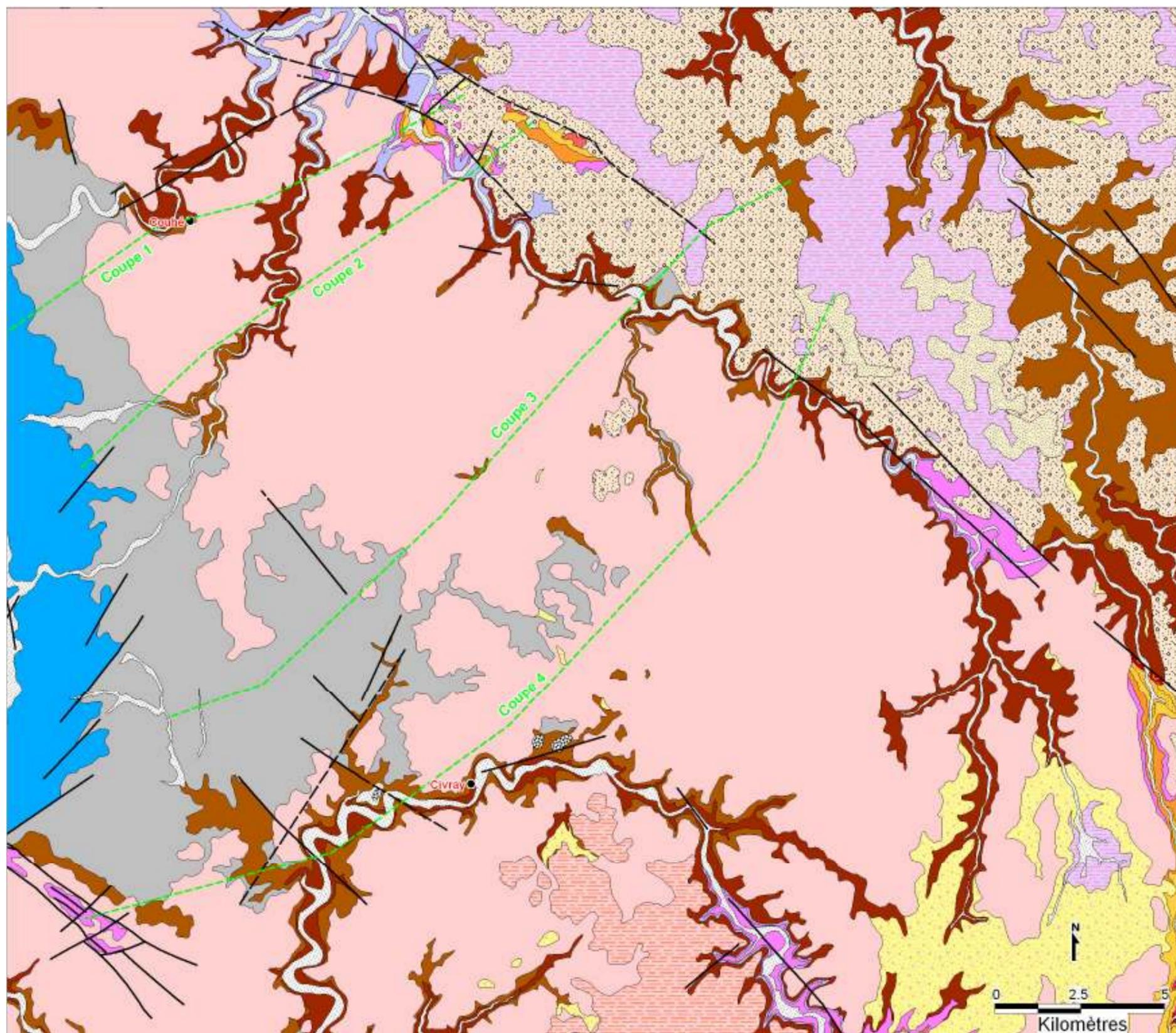
Vidiella A., Compère F., Bremand N. 2003. Démarche de Progrès – Programme 2002 / Bassin du Clain et Secteur de la Pallu / Bassin de la Dive du Nord (dans le département de la Vienne) / Bassin de la Charente (dans le département de la Vienne). E.R.M. Chambre d'agriculture de la Vienne.

Vidiella A. 2001. Etude d'incidence d'un prélèvement d'eau souterraine à des fins agricoles. Cuma du "Pont de Savigné" – Forage "les Parelles" à Savigné 86400. E.R.M. janvier 2001. RE 212.

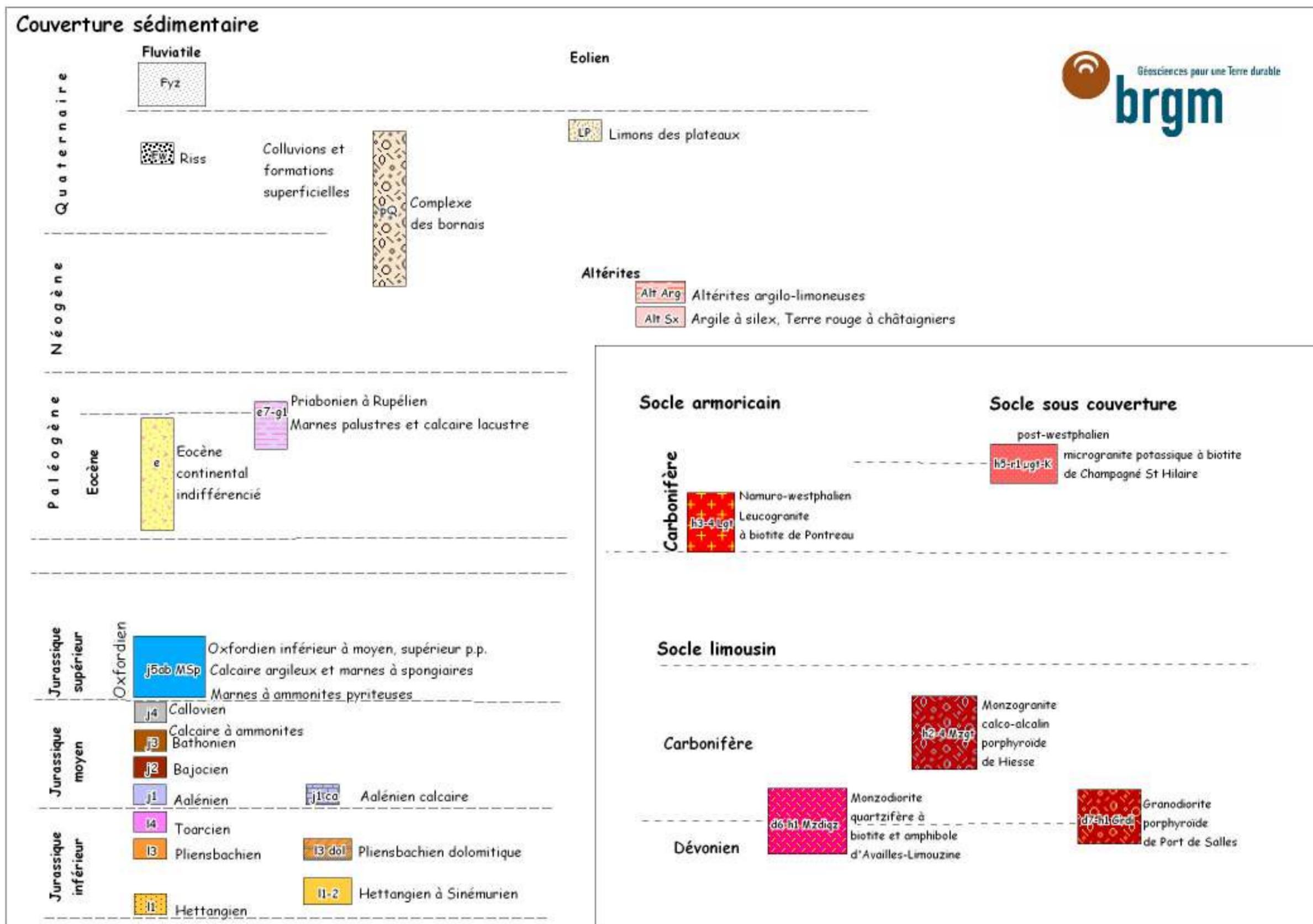
Vincent M. 1998. Etat des connaissances dans le bassin du Clain (région Poitou-Charentes). Agence de l'Eau Loire Bretagne ; Mai 1998. BRGM-R40055.

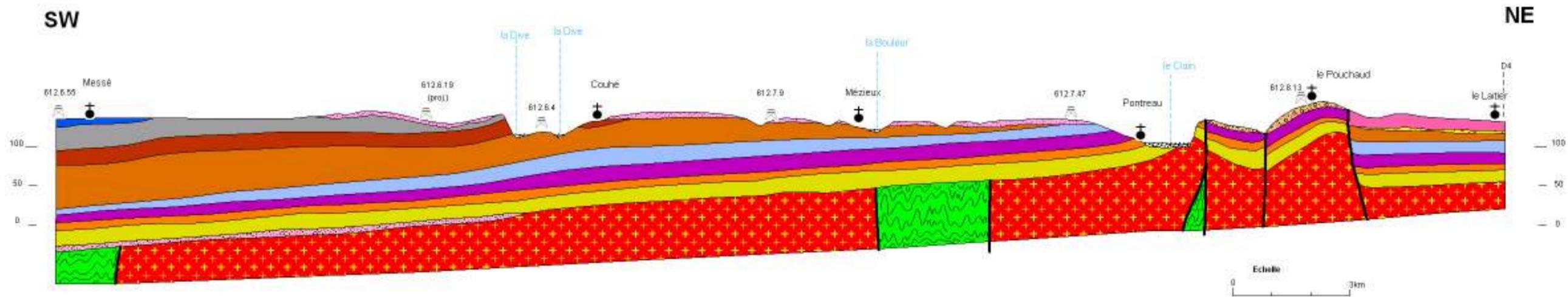
Annexe 1

Géologie de région étudiée et coupes

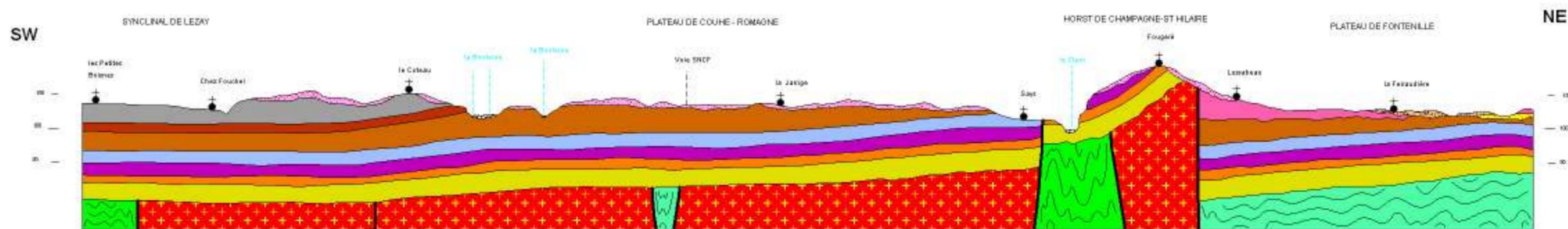


Carte géologique et positions des coupes





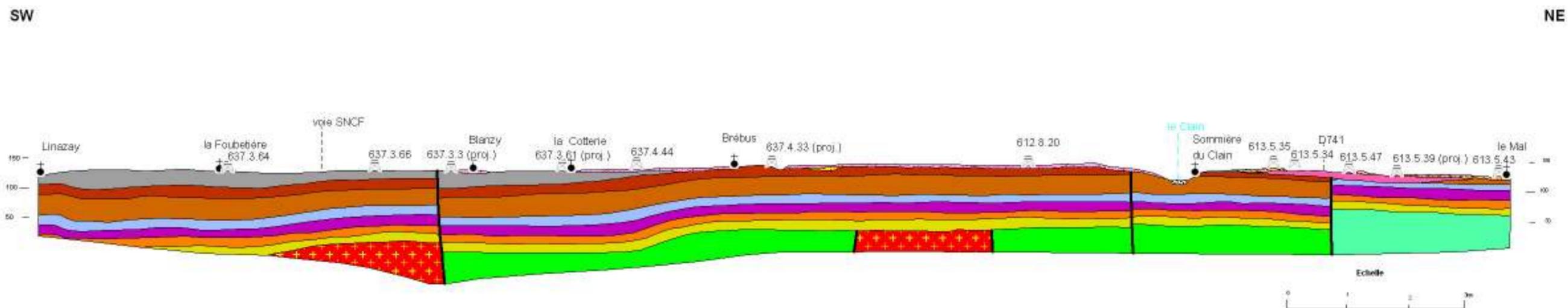
Coupe 1



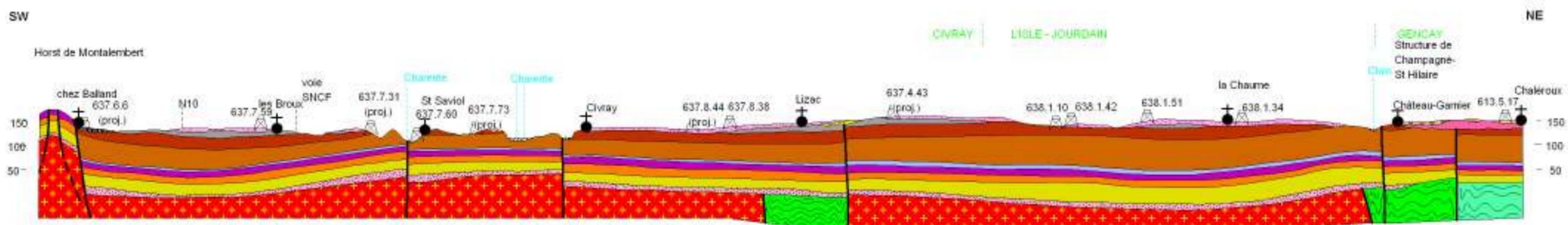
Coupe 2

LEGENDE :

	Alluvions récentes		Miocène à Quaternaire Complexe des Bornais		Oxfordien		Aalénien		Sinémuro-Hettangien		Dévono-Dinantien (380 - 345 Ma) Granodiorites, tonalites, diorites calco-alkalins
	Altérites		Oligocène Argiles et calcaires lacustres		Calcaires argileux et marnes à spongiaires Callovien		Calcaire dolomitique fin à silex gris Toarcien		Dolomie grise à passées oolitiques et gréseuses Hettangien inférieur		Terrains métamorphiques Unité Supérieure des Gneiss
	Limon des plateaux		Eocène sablo-argileux		Calcaire fin fossilifère Bathonien		Marne noire pyriteuse et calcaire argileux gris Pliensbachien		Sable, graviers, grès et argiles		Terrains métamorphiques Unité Supérieure Epimétamorphique
					Calcaire bioclastique ponctué à silex Bajocien		Calcaire bioclastique et gréseux Calcaire dolomitique à silex noirs				



Coupe 3



Coupe 4

LEGENDE :

Alluvions récentes	Miocène à Quaternaire Complexe des Bornais	Oxfordien	Aalénien	Sinémuro-Hettangien	Dévono-Dinantien (380 - 345 Ma) Granodiorites, tonalites, diorites calco-alcalins
Altérites	Oligocène Argiles et calcaires lacustres	Callovien	Calcaire dolomitique fin à silex gris Toarcien	Dolomie grise à passées oolitiques et gréseuses Hettangien inférieur	Terrains métamorphiques Unité Supérieure des Gneiss
Limon des plateaux	Eocène sablo-argileux	Calcaire fin fossilifère Bathonien	Marne noire pyriteuse et calcaire argileux gris Pliensbachien	Sable, graviers, grès et argiles	Terrains métamorphiques Unité Supérieure Epimétamorphique
		Calcaire bioclastique ponctué à silex Bajocien	Calcaire bioclastique et gréseux		
		Calcaire dolomitique à silex noirs			

Annexe 2

Piézométrie

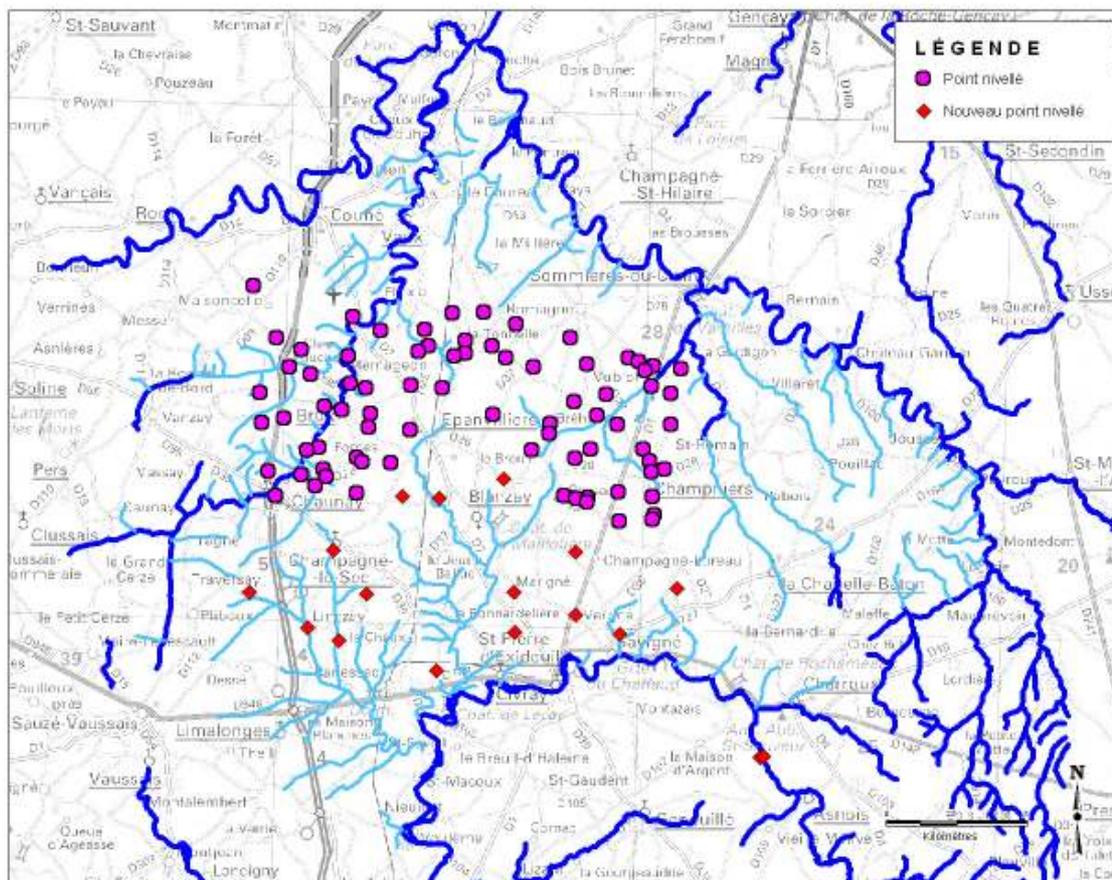


Illustration 62 : Localisation des points nivelés sur la région de l'interfluve Clain-Charente

N_	X	Y	Z	Mesure	Date	Désignation, Descriptif, Remarque
8.86	449580.02	2126979.85	123.302	0	20060727	Forage : Dessus cuvelage
9.86	449733.13	2127017.93	119.476	0	20060727	Niveau de l'eau de la Charente
16.86	438172.11	2136318.06	131.564	0	20060803	Puits, dessus de la margelle
17.86	436854.64	2136361.87	133.944	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
18.86	434382.68	2134424.74	130.953	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
19.86	440449.57	2136994.49	131.267	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
20.86	446626.71	2133052.56	146.106	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
21.86	443031.31	2134363.75	140.803	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
22.86	438073.03	2130107.05	127.884	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
23.86	433461.22	2131642.4	122.394	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
24.86	435567.38	2132866.82	131.997	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
25.86	440872.12	2131488.84	134.222	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
26.86	440842.93	2132938.17	122.672	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
27.86	443024.92	2132117.03	137.78	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
28.86	444611.75	2131423.41	134.044	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
29.86	431401.26	2132909.3	135.073	0	20060720	Puits, dessus de la margelle
30.86	434597.37	2131190.61	121.369	0	20060720	Puits, dessus de la margelle

Illustration 63 : Nouveaux points nivelés

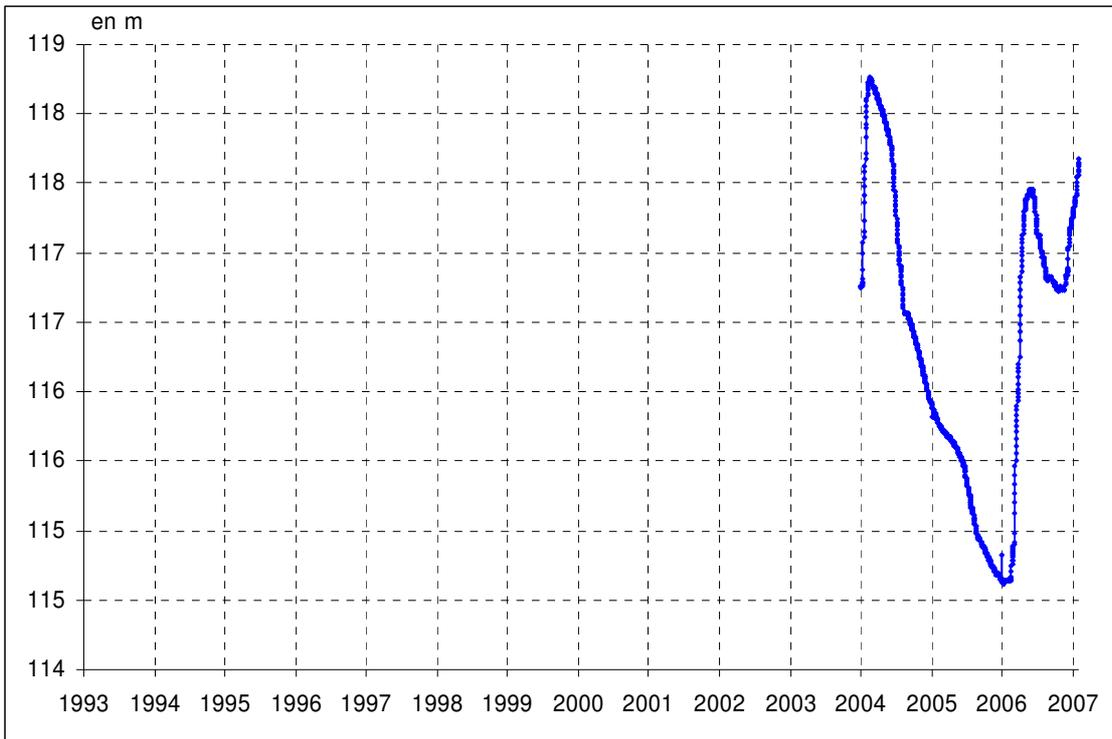


Illustration 64 : Evolution de la piézométrie à Le_Bé (en m NGF)

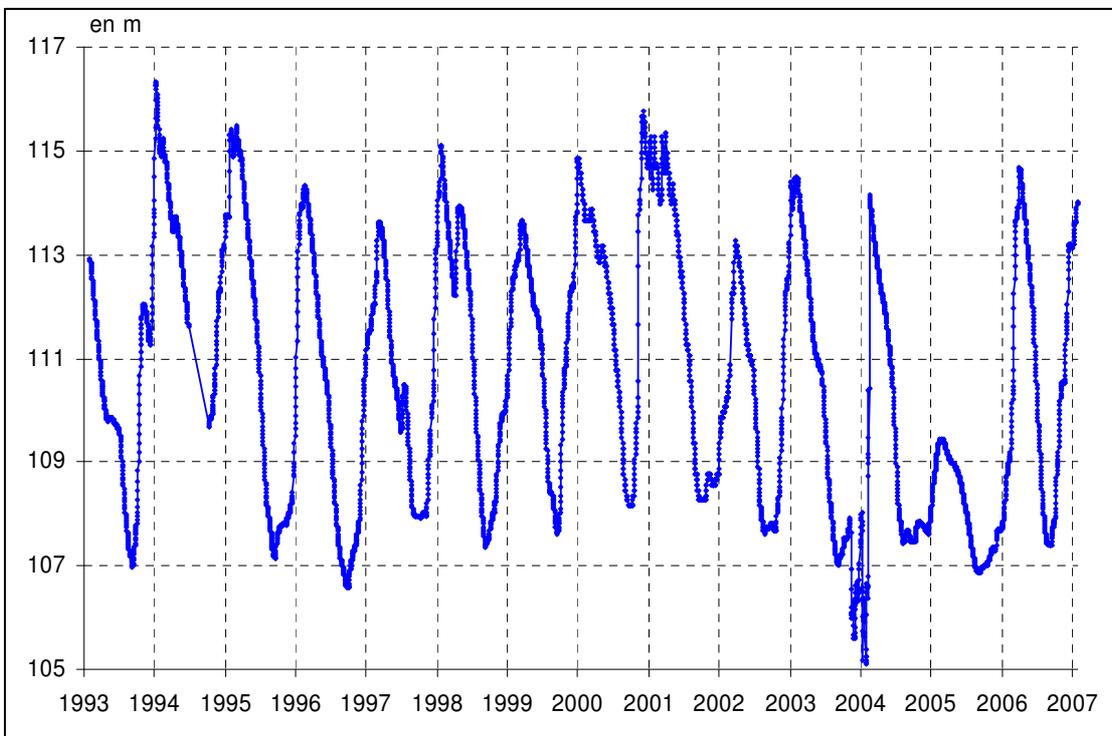


Illustration 65 : Evolution piézométrique à Limalong (en m NGF)

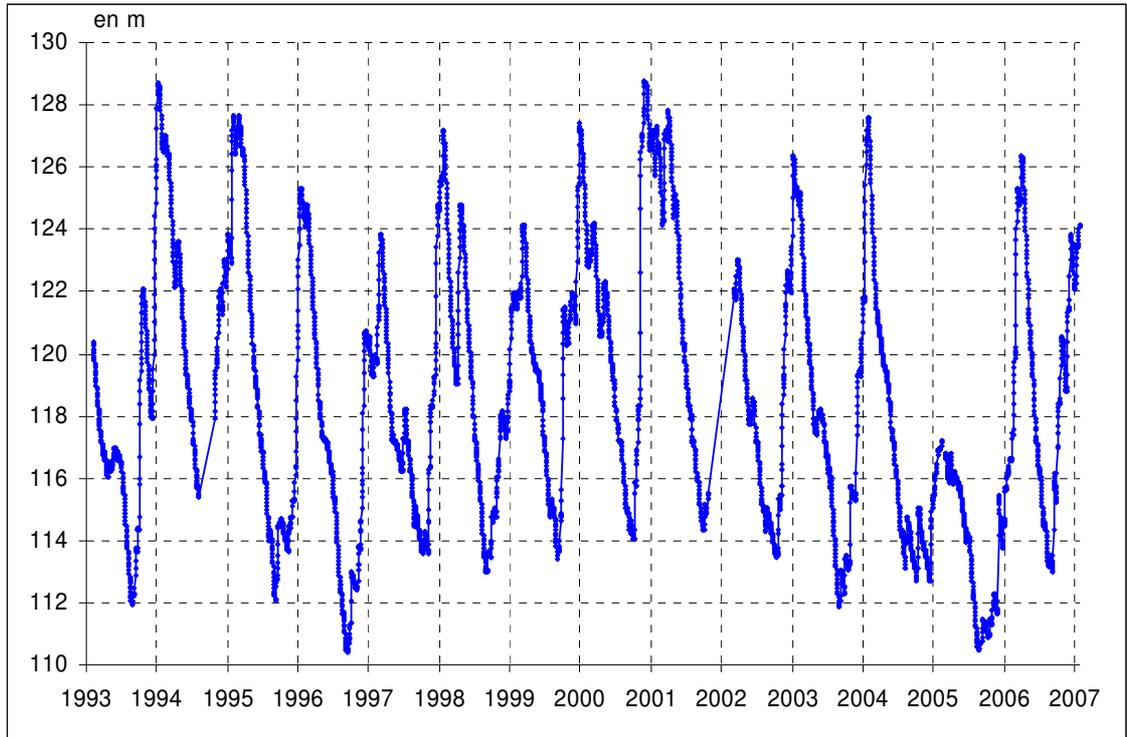


Illustration 66 : Evolution piézométrique à Sauzé (en m NGF)

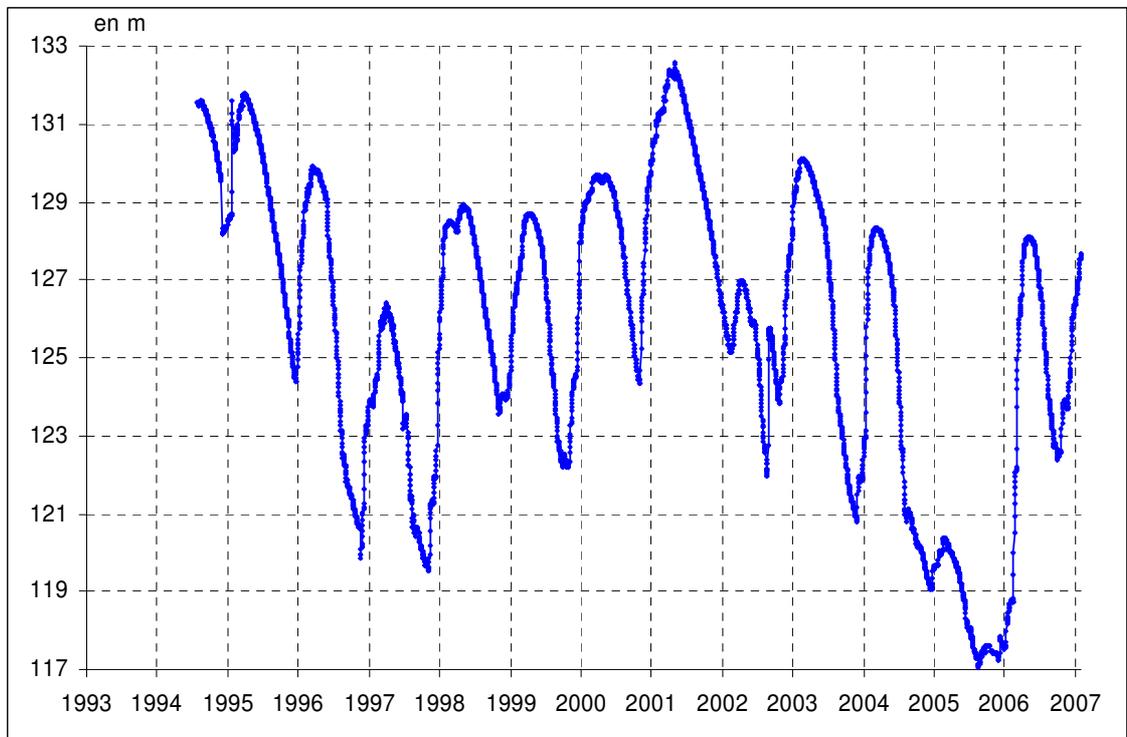


Illustration 67 : Evolution piézométrique à StRomain (en m NGF)

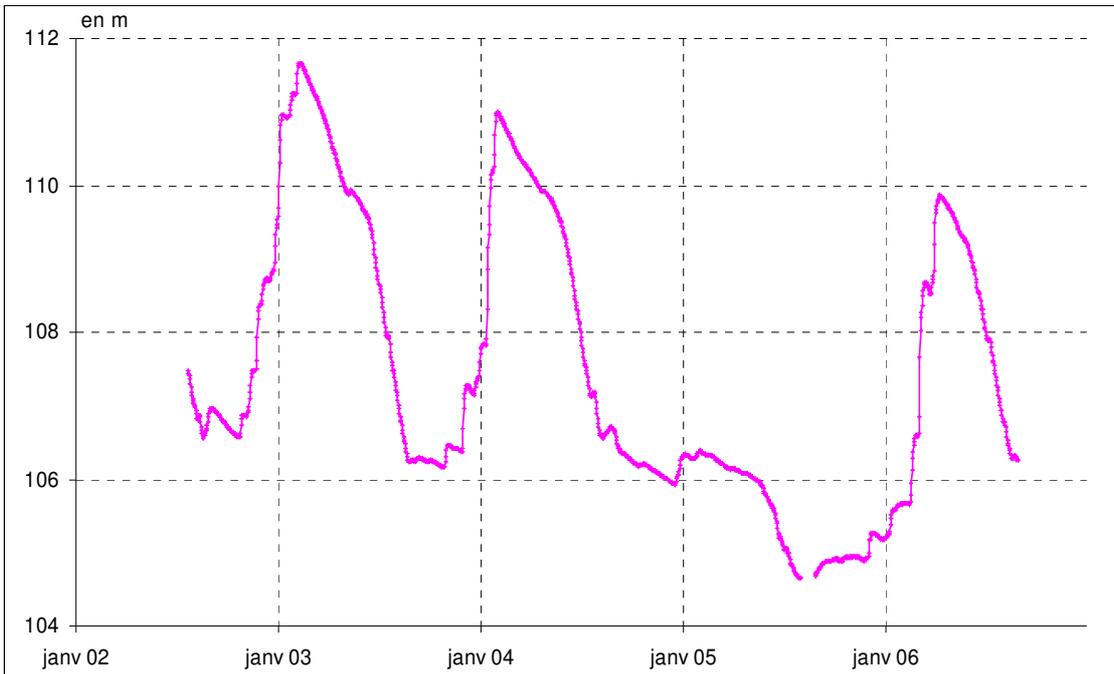


Illustration 68 : Evolution de la piézométrie à la Bonnardelière (en m NGF)

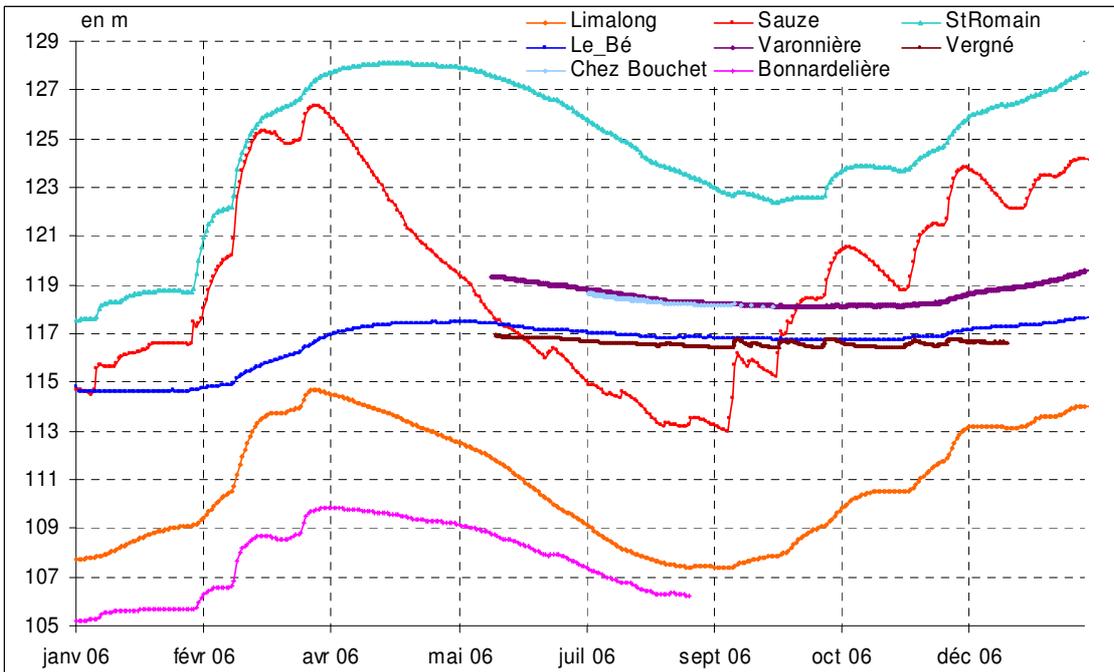


Illustration 69 : Evolution de la piézométrie aux enregistreurs automatiques (en m NGF)

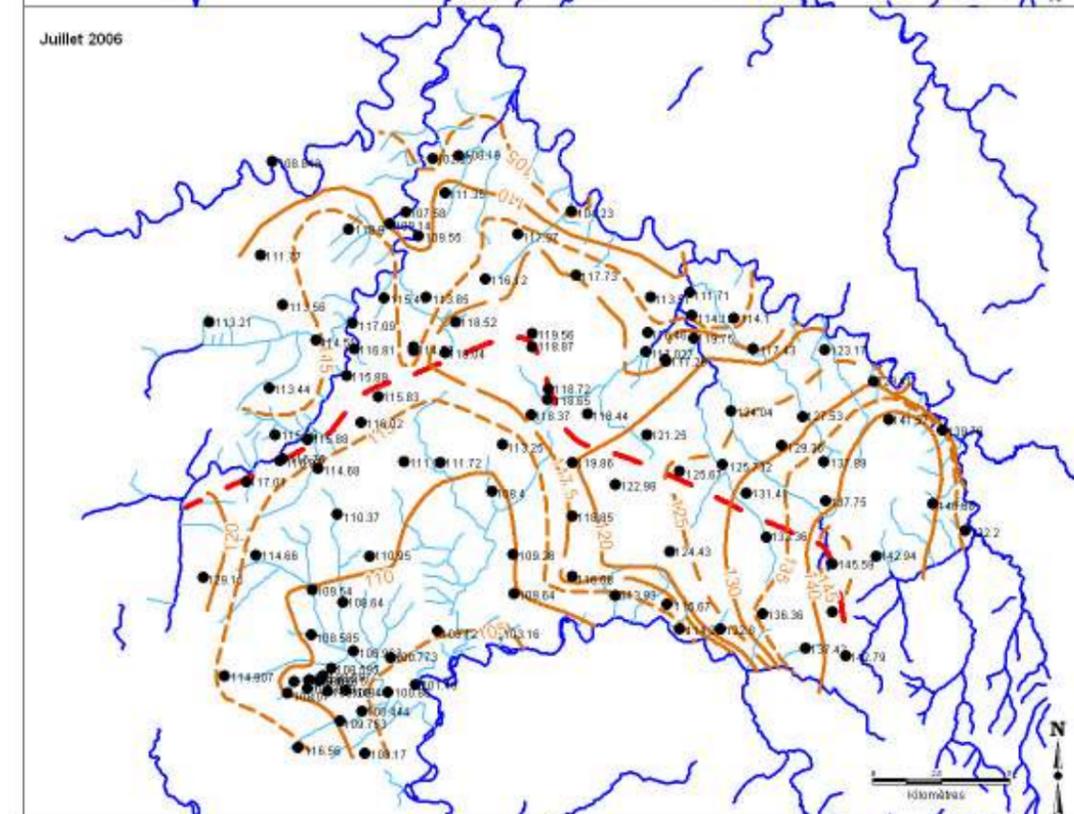
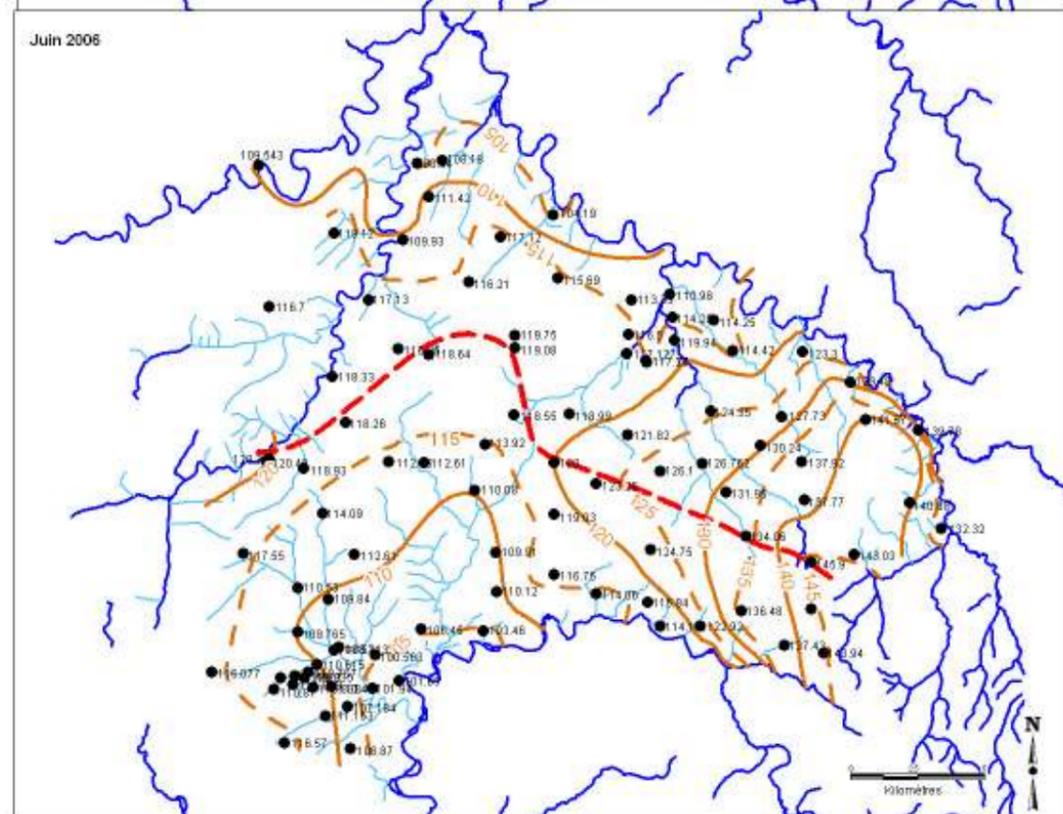
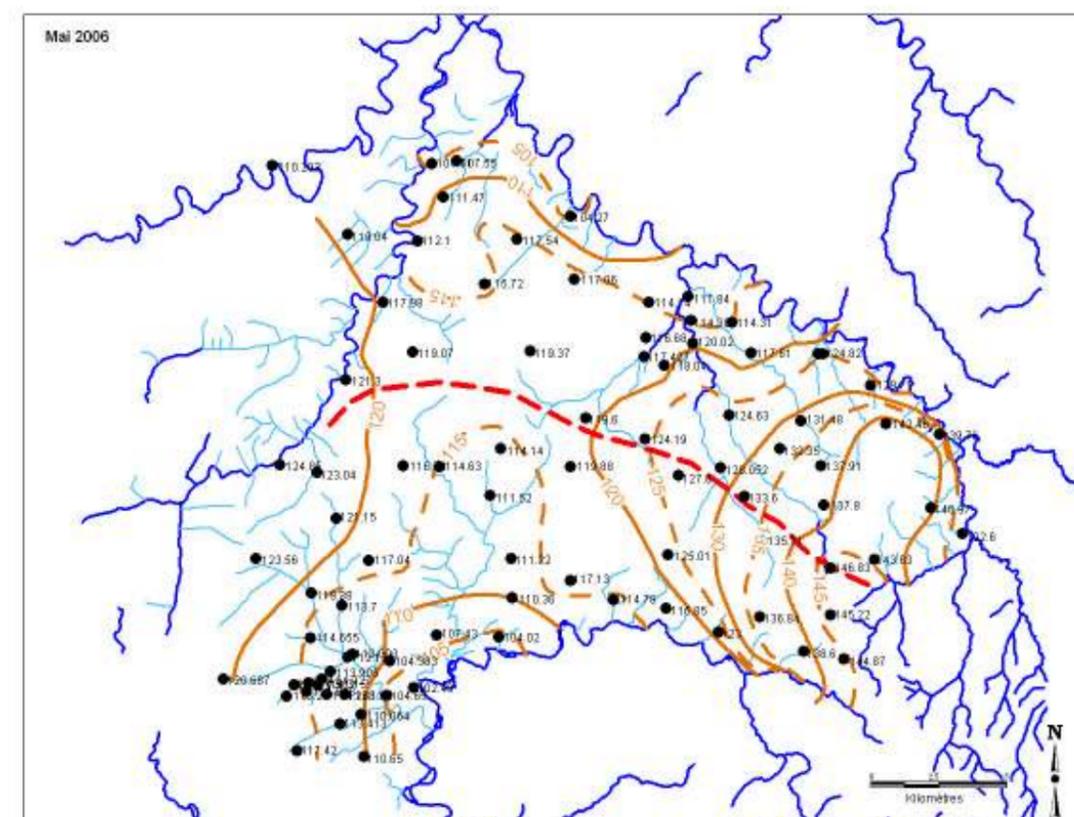
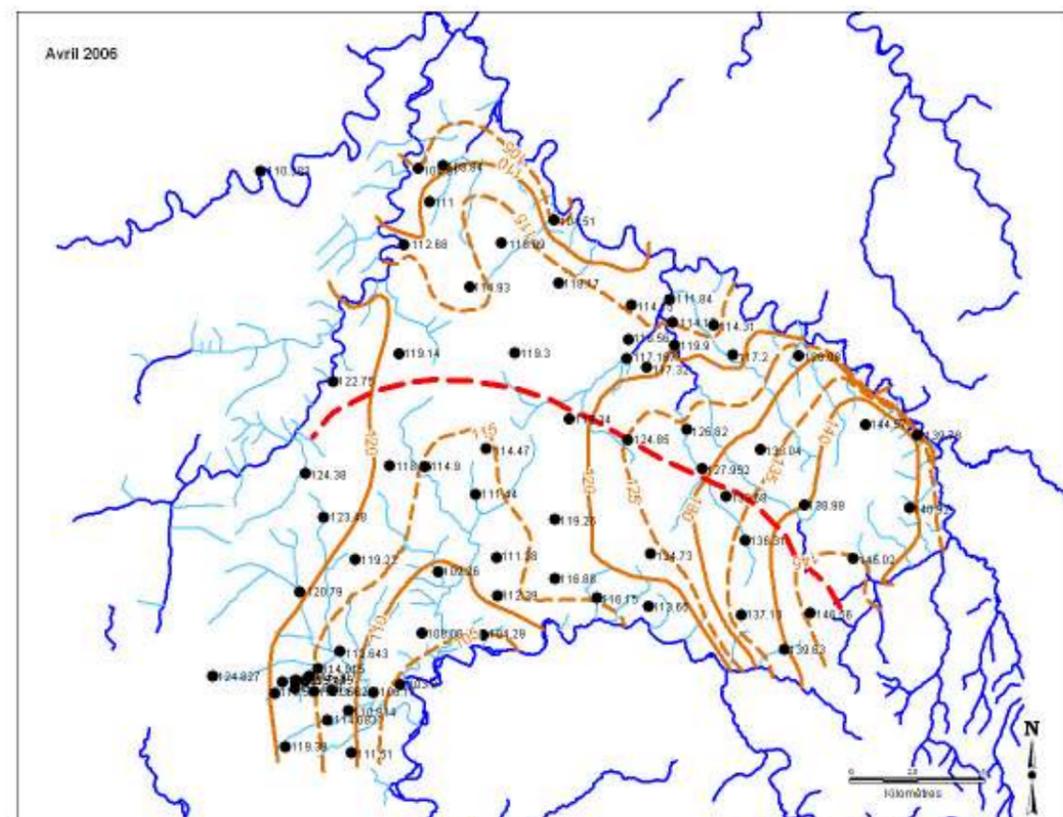


Illustration 70 : Cartes piézométriques d'avril, mai, juin et juillet 2006

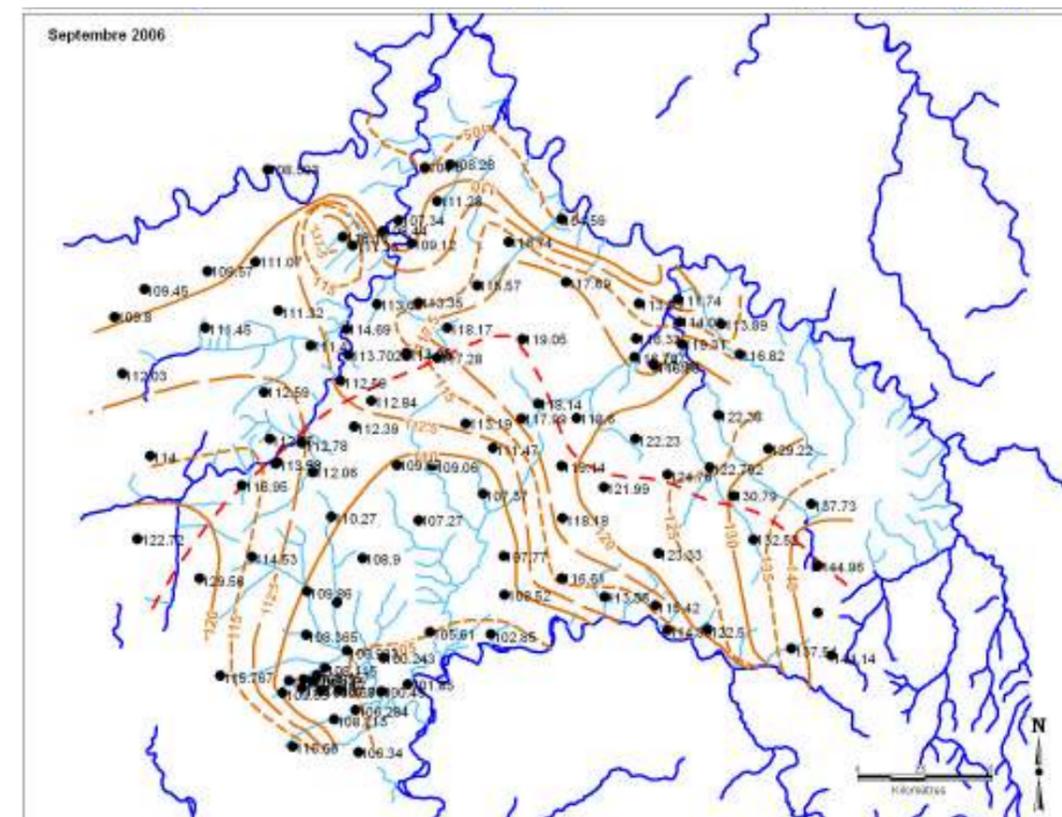
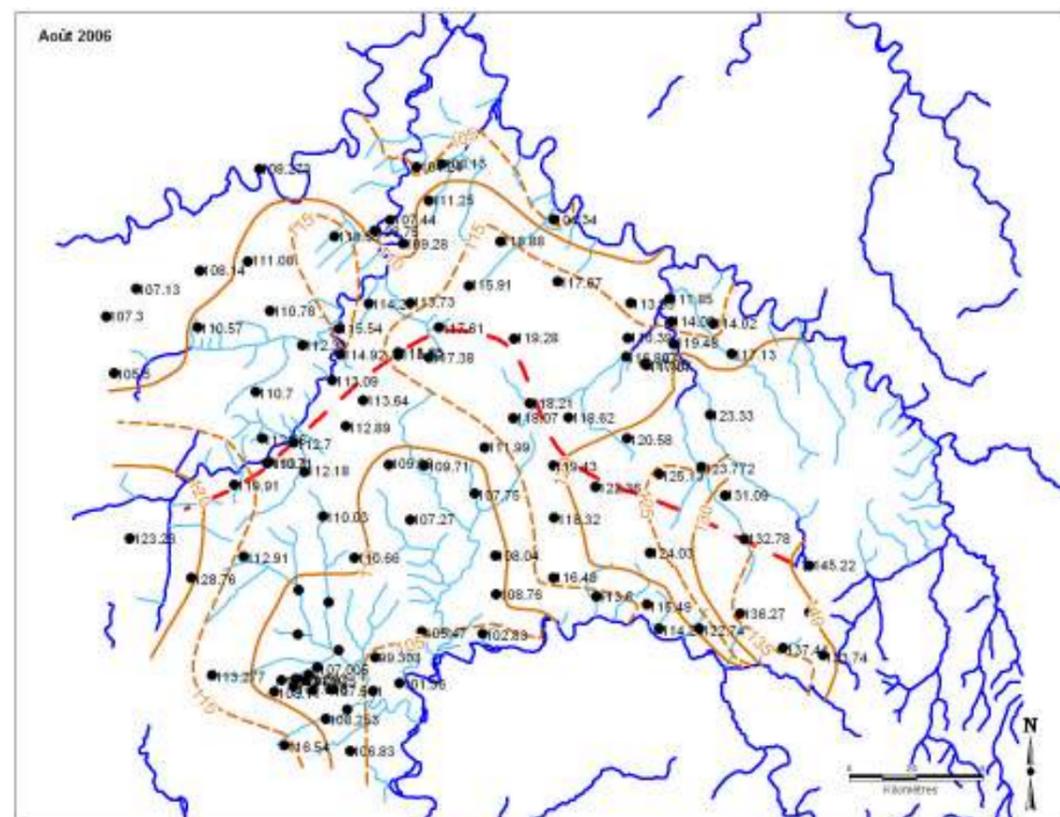


Illustration 71 : Cartes piézométriques de août et septembre 2006

Annexe 3

Mesures physico-chimiques

n° BSS	Commune	Lieu-dit	rivière / aquifère	objet	localisation / propriétaire ouvrage	X (en L2Et en m)	Y (en L2Et en m)	Z en m	date	heure	NO ₃ ⁻ mg/l	pH	Cond μS/cm	T °C	Remarques
	BRUX	le Coteau	la Bouleure	rivière	En aval du Pont du Coteau / station de jaugeage	435 308	2 142 598	119	04/07/2006	20 h	62.7	6.91	548	18.9	analyse effectuée le soir prélèvements conservés dans glacière / très peu d'écoulement traces d'eutrophisation
06373X0079	BRUX	Le Magnou	109A2	forage	GROLLIER Louis-Marie / Le Magnou	436 027	2 137 854	133	21/08/2006	15 h	65	7.02	719	14.9	échantillons envoyés en laboratoire
06127X0065	CEAUX-EN-COUHE	Chante Coucou	le Pontreau	source	à gauche de la route 200 m avant Chante Coucou	440 069	2 148 627	109	15/06/2006	14 h	48	6.68	460	14.2	située sous la route ancien dispositif de captage
06127X0065	CEAUX-EN-COUHE	Chante Coucou	le Pontreau	source	à gauche de la route 200 m avant Chante Coucou	440 069	2 148 627	109	04/07/2006	21 h	42	6.78	706	12.5	analyse effectuée le soir prélèvements conservés dans glacière / source équipée d'une pompe manuelle / jms tarie entre 1999 et 2005 / seul source visible du Pontreau
06127X0065	CEAUX-EN-COUHE	Chante Coucou	le Pontreau	source	à gauche de la route 200 m avant Chante Coucou	440 069	2 148 627	109	23/08/2006	14 h	90	6.7	445	12.9	échantillons envoyés en laboratoire
06127X0065	CEAUX-EN-COUHE	Chante Coucou	le Pontreau	source	à gauche de la route 200 m avant Chante Coucou	440 069	2 148 627	109	14/09/2006	16 h	49	6.78	605	15	temps couvert / pH non stable
06372X0123	CHAUNAY	Les Grandes Boisnes	109A2	forage	PANNETIER Daniel ou Francis / La Charonnière	431 479	2 139 024	133	22/08/2006	10 h	56	6.78	685	14.8	échantillons envoyés en laboratoire
06382X0040	JOUSSE	Bourg	Le Clain	source	près du lavoir	455 991	2 138 104	140	04/07/2006	13 h	48.5	6.93	578	13.5	analyse effectuée le soir prélèvements conservés dans glacière
06382X0040	JOUSSE	Bourg	Le Clain	source	près du lavoir	455 991	2 138 104	140	19/07/2006	11 h 40	51	7.02	379	14	temps orageux / analyse effectuée le soir prélèvements conservés dans glacière
06382X0040	JOUSSE	Bourg	Le Clain	source	près du lavoir	455 991	2 138 104	140	23/08/2006	11 h 30	46	6.91	591	13.2	échantillons envoyés en laboratoire
06382X0040	JOUSSE	Bourg	Le Clain	source	près du lavoir	455 991	2 138 104	140	14/09/2006	14 h 30	38	6.9	592	13.3	temps couvert / pH non stable /
06377X0015	LINAZAY	Fortran	109A2	forage	CHAUVERGNE Jean-Luc / Chez Dorange	435 192	2 131 614	125	21/08/2006	14 h	73	6.58	697	14.5	échantillons envoyés en laboratoire
06382X0041	PAYROUX	Bourg	Le Clain	source	dans jardin public derrière l'église	457 345	2 136 724	130	04/07/2006	12 h	66	6.81	884	13.3	analyse effectuée le soir prélèvements conservés dans glacière
06382X0041	PAYROUX	Bourg	Le Clain	source	dans jardin public derrière l'église	457 345	2 136 724	130	19/07/2006	11 h 10	50	6.71	603	14.1	temps orageux / analyse effectuée le soir prélèvements conservés dans glacière
06382X0041	PAYROUX	Bourg	Le Clain	source	dans jardin public derrière l'église	457 345	2 136 724	130	23/08/2006	11 h	68	6.37	936	13.5	échantillons envoyés en laboratoire
06382X0041	PAYROUX	Bourg	Le Clain	source	dans jardin public derrière l'église	457 345	2 136 724	130	14/09/2006	15 h	57	6.82	931	13.5	temps couvert / pH non stable /
	PAYROUX	Bourg aval	Le Clain	rivière	en amont du pont à l'aval du bourg / station de jaugeage	457 321	2 137 194	128	19/07/2006	10 h 10	21	7.1	380	24.2	
	PAYROUX	Bourg aval	Le Clain	rivière	en amont du pont à l'aval du bourg / station de jaugeage	457 321	2 137 194	128	17/08/2006	14 h 30	42	6.57	947	13.9	pluie
	PAYROUX	Bourg aval	Le Clain	rivière	en amont du pont à l'aval du bourg / station de jaugeage	457 321	2 137 194	128	19/09/2006	16 h	48	x	541	16.5	
06128X0023	ROMAGNE	Chez Chenu	109A2	forage	BIBAULT Claude / Chez Chenu	441 947	2 142 420	140	17/08/2006	14 h	54	6.8	639	14.5	échantillons envoyés en laboratoire
06374X0008	ROMAGNE	La Borichère	Le Bé	source	200 m en aval pont route de la Rochemairant	446 342	2 141 127	112	19/07/2006	12 h 30	48.5	6.8	430	14.9	prélèvement effectué à 20 cm de la surface fond situé à plus d'un mètre
06374X0008	ROMAGNE	La Borichère	Le Bé	source	200 m en aval pont route de la Rochemairant	446 342	2 141 127	112	23/08/2006	17 h	69	7.03	413	14.1	échantillons envoyés en laboratoire / prélèvement effectué à 20 cm de la surface fond situé à plus d'un mètre
06374X0008	ROMAGNE	La Borichère	Le Bé	source	200 m en aval pont route de la Rochemairant	446 342	2 141 127	112	14/09/2006	12 h	66	6.89	646	14.8	temps pluvieux / pH non stable / prélèvement effectué à 40 cm, fond à 2 m
	SAINT-MACOUX	Les Verdonnières	La Caillaude	rivière	à 50 m en amont de la D 103 / station jaugeage	437 503	2 126 990	100	17/07/2006	16 h 20	42	7.28	421	7.3	faible écoulement / ombragé / développement algale
	SAINT-MACOUX	Les Verdonnières	La Caillaude	rivière	à 50 m en amont de la D 103 / station jaugeage	437 503	2 126 990	100	18/09/2006	15 h 30	18	x	527	16.9	faible écoulement / ombragé
06377X0058	SAINT-SAVIOL	Roche-Papillon	La Charente	source	au bord de la route menant au moulin	437 423	2 128 362	101	23/08/2006	18 h	62.5	x	x	x	échantillons envoyés en laboratoire / faible débit alimentant le lavoir provenant de la Charente
	SAVIGNE	Chez Chauvaux	La Charente	rivière	en amont source des Chauvaux / station de jaugeage	446 947	2 129 853	116	17/07/2006	17 H 30	7.5	7.33	105.7	25.3	

n° BSS	Commune	Lieu-dit	rivière / aquifère	objet	localisation / propriétaire ouvrage	X (en L2Et en m)	Y (en L2Et en m)	Z en m	date	heure	NO ₃ ⁻ mg/l	pH	Cond μS/cm	T °C	Remarques
	SAVIGNE	Chez Chauvaux	La Charente	rivière	en amont source des Chauvaux / station de jaugeage	446 947	2 129 853	116	17/08/2006	16 h 30	5	7.24	163	19.5	
	SAVIGNE	Chez Chauvaux	La Charente	rivière	en amont source des Chauvaux / station de jaugeage	446 947	2 129 853	116	19/09/2006	15 h	37	x	318	18.2	temps couvert
06385X0110	SAVIGNE	Chez Chauvaux	La Charente	source	à droite du chemin partant du village vers la Charente	448 816	2 130 040	116	23/08/2006	13 h	82	x	399	14.4	échantillons envoyés en laboratoire
06378X0085	SAVIGNE	Chez Chauvaux	La Charente	source	à droite du chemin partant du village vers la Charente	446 816	2 130 040	116	19/09/2006	12 h	66	x	606	15.1	temps couvert
06374X0010	SAVIGNE	Lizac	109A2	forage	PORTEJOIE Philippe / Lizac	445 094	2 132 667	145	23/08/2006	14 h	81	6.95	460	15	échantillons envoyés en laboratoire
	SOMMIERES	Bois du Château	Le Bé	rivière	jardin le plus en amont / station de jaugeage	447 014	2 143 437	114	18/07/2006	11 h 20	43	7.14	407	17.8	
	SOMMIERES	Bois du Château	Le Bé	rivière	jardin le plus en amont / station de jaugeage	447 014	2 143 437	114	17/08/2006	12 h 30	39	7.08	617	15.8	
	SOMMIERES	Bois du Château	Le Bé	rivière	jardin le plus en amont / station de jaugeage	447 014	2 143 437	114	19/09/2006	17 H 30	38	x	610	15.4	
06128X0055	SOMMIERES	Chanterane 1	La Fontgrive	source	source équipée d'une pompe manuelle amont confluence avec le Bé	446 953	2 142 048	115	16/06/2006	12 H	40	6.81	640	12.5	
06128X0055	SOMMIERES	Chanterane 1	La Fontgrive	source	source équipée d'une pompe manuelle amont confluence avec le Bé	446 953	2 142 048	115	19/07/2006	13 h 40	47	7	400	14.4	temps orageux / analyse effectuée le soir prélèvements conservés dans glacière
06128X0055	SOMMIERES	Chanterane 1	La Fontgrive	source	source équipée d'une pompe manuelle amont confluence avec le Bé	446 953	2 142 048	115	23/08/2006	15 h 30	65	7.04	413	14.1	échantillons envoyés en laboratoire
06128X0055	SOMMIERES	Chanterane 1	La Fontgrive	source	source équipée d'une pompe manuelle amont confluence avec le Bé	446 953	2 142 048	115	14/09/2006	11 h	63	6.97	618	13.8	temps pluvieux / pH non stable
	SOMMIERES	Chanterane 2	La Fontgrive	source	source dans marre récemment creusée à côté pompe manuelle	446 958	2 142 046	115	19/07/2006	14 h	0	6.97	416	16.1	temps orageux / analyse effectuée le soir prélèvements conservés dans glacière
	SOMMIERES	Chanterane 2	La Fontgrive	source	source dans marre récemment creusée à côté pompe manuelle	446 958	2 142 046	115	23/08/2006	14 h	x	7.05	408	14.4	
	SOMMIERES	Chanterane 2	La Fontgrive	source	source dans marre récemment creusée à côté pompe manuelle	446 958	2 142 046	115	14/09/2006	11 h	72	6.97	617	13.5	temps pluvieux / pH non stable / prélèvement effectué à 1 m, fond à 2 m
	SOMMIERES	Chanterane 3	La Fontgrive	source	source en amont pompe manuelle située sous un saule / localisation précise difficile	446 995	2 142 019	115	19/07/2006	14 h 20	46.5	6.96	408	13	temps orageux / analyse effectuée le soir prélèvements conservés dans glacière / prélèvement des nitrate effectuée le lendemain au fond de la rivière
	SOMMIERES	Chanterane 3	La Fontgrive	source	source en amont pompe manuelle située sous un saule / localisation précise difficile	446 995	2 142 019	115	23/08/2006	14 h 20	x	7.09	407	14	
	SOMMIERES	Chanterane 3	La Fontgrive	source	source en amont pompe manuelle située sous un saule / localisation précise difficile	446 995	2 142 019	115	14/09/2006	11 h	55	6.86	629	13.2	temps pluvieux / pH non stable / prélèvement effectué au fond (80 cm)
	SOMMIERES	Bourg	Le Clain	rivière	en amont du pont à l'aval du lavoir / station de jaugeage	447 533	2 143 936	110.5	18/07/2006	9 h 30	31	6.87	365	19.5	
	SOMMIERES	Bourg	Le Clain	rivière	en amont du pont à l'aval du lavoir / station de jaugeage	447 533	2 143 936	110.5	17/08/2006	11 h	18	7	512	19.2	eau trouble
	SOMMIERES	Bourg	Le Clain	rivière	en amont du pont à l'aval du lavoir / station de jaugeage	447 533	2 143 936	110.5	20/09/2006	10 h	36	x	413	16.2	
06381X0032	SOMMIERES	La Vioche	109A2	forage	PICAUD Jean-François /	448 996	2 141 635	134	23/08/2006	10 h	54	x	623	14.6	échantillons envoyés en laboratoire / valeur aberrante de pH
	VAUX	Bourg	la Bouleure	rivière	amont RD pont de Vaux amont source rive droite	436 863	2 146 282	108	30/06/2006	13 h	42.6	6.5	616	13.2	

n° BSS	Commune	Lieu-dit	rivière / aquifère	objet	localisation / propriétaire ouvrage	X (en L2Et en m)	Y (en L2Et en m)	Z en m	date	heure	NO ₃ ⁻ mg/l	pH	Cond μS/cm	T °C	Remarques
06127X0065	VAUX	Bourg	la Bouleure	source	Source sur la Bouleure amont RD pont de Vaux / source située au milieu d'une marre / localisation précise difficile	436 883	2 146 301	108	30/06/2006	12 h 30	35	6.55	620	12	ombragé
	VAUX	Bourg	la Bouleure	rivière	amont RD pont de Vaux amont source rive droite	436 863	2 146 282	108	17/07/2006	13 h	48	6.82	398	13.5	
06127X0065	VAUX	Bourg	la Bouleure	source	Source sur la Bouleure amont RD pont de Vaux / source située au milieu d'une marre / localisation précise difficile	436 883	2 146 301	108	17/07/2006	13 h 20	48	6.87	405	12.3	mesure effectuée en aval de la mare formée par la source / ombragé
	VAUX	Bourg	la Bouleure	rivière	amont RD pont de Vaux amont source rive droite	436 863	2 146 282	108	21/08/2006	12 h	44	6.78	620	13.3	fond caillouteux
	VAUX	Bourg	la Bouleure	rivière	amont RD pont de Vaux amont station précédente	436 883	2 146 251	108	21/08/2006	12 h 15	42	6.95	626	12.9	recherche d'éventuels apports dans légère couche de vase sur le fond caillouteux
06127X0066	VAUX	Bourg	la Bouleure	source	Source sur la Bouleure amont RD pont de Vaux / source située au milieu d'une marre / localisation précise difficile	436 883	2 146 301	108	21/08/2006	12 h 30	65	6.91	629	12.2	échantillons envoyés en laboratoire / ombragé
	VAUX	Bourg	la Bouleure	rivière	amont RD pont de Vaux amont source rive droite	436 863	2 146 282	108	18/09/2006	12 h	52	x	609	15.2	
06127X0065	VAUX	Bourg	la Bouleure	source	Source sur la Bouleure amont RD pont de Vaux / source située au milieu d'une marre / localisation précise difficile	436 883	2 146 301	108	18/09/2006	12 h 30	48	x	621	13.3	mesure effectuée en aval de la mare formée par la source / ombragé
06127X0064	VAUX	la Babinière	la Bouleure	source	100 m aval source de la Babinière	437 198	2 145 740	108	30/06/2006	15 h	27.75	6.5	618	16.5	première source alimentant la Bouleure à cette époque / faible écoulement / ombragé
06127X0064	VAUX	la Babinière	la Bouleure	source	100 m aval source de la Babinière	437 198	2 145 740	108	17/07/2006	15 h	25	6.96	403	19.3	première source alimentant la Bouleure à cette époque / faible écoulement / ombragé
06127X0064	VAUX	la Babinière	la Bouleure	source	100 m aval source de la Babinière	437 198	2 145 740	108	21/08/2006	17 h	17	7.8	584	16.8	échantillons envoyés en laboratoire / première source alimentant la Bouleure à cette époque / faible écoulement / ombragé
06127X0064	VAUX	la Babinière	la Bouleure	source	100 m aval source de la Babinière	437 198	2 145 740	108	22/09/2006	10 h 30	2	x	451	16.3	première source alimentant la Bouleure à cette époque / faible écoulement / ombragé

Illustration 72 : Synthèse des analyses physico-chimiques in situ

Annexe 4

Mesures de Débit

Indice BSS	type	BV ou Rivière	Lieu-dit	Commune	X Lambert II	Y Lambert II	campagne 1		campagne 2		campagne 3		campagne 4		campagne 5	
							Date de mesure	Débit de la section (l/s)	Date de mesure	Débit de la section (l/s)	Date de mesure	Débit de la section (l/s)	Date de mesure	Débit de la section (l/s)	Date de mesure	Débit de la section (l/s)
06315X0085	aflt d'eau	Le Clain	Bourg	Sommières	447 533	2 143 936	22/05/2006	1693.818	28/06/2006	557.3515	18/07/2006	391.19	17/08/2006	308.915	20/09/2006	1168.0775
06382X0048	aflt d'eau	Le Clain	Bourg aval	Payroux	457 321	2 137 194	29/05/2006	567.6225	28/06/2006	212.3625	19/07/2006	85.281	17/08/2006	124.7895	19/09/2006	982.681
06128X0061	aflt d'eau	Le Bé	Le Bois du Château	Sommières	447 014	2 143 437			29/06/2006	92.3738	18/07/2006	45.602	17/08/06	42.246	19/09/06	58.1246
06378X0093	aflt d'eau	La Charente	Chez Chauvaux	Savigné	446 947	2 129 853	23/05/2006	2941.961	28/06/2006	1982.47	17/07/2006	3921.935	17/08/2006	2711.35	19/09/2006	3115.8088
06377X0126	aflt d'eau	La Caillaude	Les Verdonnières	Saint-Macoux	437 503	2 126 990	23/05/2006	99.83	29/06/2006	41.604	18/07/2006	11.5792	17/08/2006	0	18/09/2006	4.829
06127X0078	aflt d'eau	La Bouleure (aval)	Bourg	Vaux	436 864	2 146 312	24/05/2006	180.4312	29/06/2006	149.6515	17/07/2006	128.838	17/08/2006	98.5795	18/09/2006	85.986
06127X0080	aflt d'eau	La Bouleure	Le Coteau	Brux	435 296	2 142 607	24/05/2006	50.21225	29/06/2006	9.632	17/07/2006	0	17/08/2006	0	18/09/2006	0
06372X0137	aflt d'eau	La Bouleure	La Richardière	Chaunay	433 202	2 137 451	24/05/2006	42.69925	29/06/2006	0	17/07/2006	0	17/08/2006	0	18/09/2006	0
06382X0040	source	Le Clain	Bourg	Joussé	455 991	2 138 104					18/07/2006	2.9	17/08/2006	1.8	14/09/2006	1.5
06382X0041	source	Le Clain	Bourg	Payroux	457 345	2 136 724					18/07/2006	0.3	17/08/2006	0.23	14/09/2006	0.24
06127X0079	aflt d'eau	La Bouleure (amont)	Bourg	Vaux	436 881	2 146 267							18/08/2006	56.602	18/09/2006	75.627
Autres débits :																
06377X0127	aflt d'eau	La Charente	Pont Bridé	Saint-Saviol	438 180	2 128 360	23/05/2006	4830	28/06/2006	3302	17/07/2006	6270	17/08/2006	5858	19/09/2006	3970
06385X0111	aflt d'eau	La Charente	Pont de Rochemeaux	Charroux	448 760	2 129 280	23/05/2006	2320	28/06/2006	1617	17/07/2006	3393	17/08/2006	2561	19/09/2006	2880
06127X0066	source	La Bouleure	Bourg	Vaux	436 883	2 146 301							17/08/2006	41.9775	18/09/2006	10.359

Illustration 74 : Synthèse des mesures et données de débitmétrie

Annexe 5

Traçages

FICHE TECHNIQUE

FLUORESCÉINE

SN CONC

COLOREY
 11 Chemin de la Rivière
 F-69290 GREZIEU LA
 VARENNE
 Tél : 33.(0)4.78.57.88.89
 Fax : 33.(0)4.78.57.88.80
 E-Mail : contact@colorey.com

Nature Chimique :

- Nom Chimique : 2-(3-oxo-6-oxydioxanthène-9-yl) benzoate de disodium
- Formule Chimique : $C_{20}H_{10}O_5Na_2$
- Classe : xanthène ; colorant acide (anionique)
- Autre dénomination : uranine
- Masse Moléculaire : 376,28 g/mol

Nomenclature :

- COLOR INDEX : Acid Yellow 73
- N° de Constitution : 45350
- EINECS / ELINCS : 208-253-0
- CAS : 518-47-8
- Colorant agréé pour tout produit cosmétique (champ d'application 1) : N° INCI : CI 45350
Restriction : la dose de colorant ne doit pas excéder 6% du produit fini (législation CE)
- USA : D&C Yellow N°8
- Conforme à la norme jouets EN 71-3 (*teneur en métaux lourds*)

Principales Caractéristiques :

- **Aspect :** poudre brun « rouille », hygroscopique (= craint l'humidité → bien refermer les emballages après chaque utilisation).
- **Masse volumique apparente :** 0,45 g/cm³
- **Teneur en colorant :** 75% minimum
- **Couleur en solution aqueuse, à 25 mg/l :** solution jaune fluo, fluorescence verte
 L'effet « fluorescent » est fonction de la concentration en colorant ; toutefois, au-delà d'une certaine dose, cette fluorescence tend à disparaître. Un dosage d'environ 5 à 10 mg/l permet d'obtenir une fluorescence satisfaisante.
 Ce colorant se comporte comme un « système duplex » : il absorbe l'énergie solaire jusqu'à environ 5 000 Angströms, et réémet dans une bande de fréquence étroite, autour de 5 300 Angströms, assez près du maximum de sensibilité de l'œil humain. Plus précisément, la Fluorescéine est constituée d'une molécule capable de réémettre une lumière fluorescente verte (à 525 nm) lorsqu'elle est excitée par une lumière bleue (à 485 nm).
- **Longueur d'onde dominante :** environ 540 nm
- **Solubilité dans l'eau :** environ 700 g/l à 20°C
- **Taux d'insolubles dans l'eau :** 0,5% maximum
- **pH (à 20°C) :** environ 7-9, en solution aqueuse à 10 g/l
- **Solubilité dans les solvants :** Méthanol : légèrement soluble
 Ethanol : environ 10 g/l
 Acétone : très légèrement soluble
- **Solidité aux bases :** assez bonne
 Ammoniaque pure : solution jaune vif fluorescent, stable 1 mois minimum

Ammoniaque diluée (pH = 13) : solution jaune vif fluorescent, stable 1 mois minimum

Soude pure : solution jaune rosé, non fluorescente; devient rose-grisâtre, en quelques heures

Soude diluée (pH = 13) : solution jaune vif fluorescent, stable 1 mois minimum

- **Solidité à la lumière** : la coloration disparaît assez rapidement lorsque la solution est exposée à la lumière, et, notamment, si le pH est légèrement acide.

- **Décoloration des solutions** : En milieu oxydant : l'ajout d'eau de Javel (35 à 40 ml) permet de décolorer une solution à 0,1 g/l de colorant.

En milieu réducteur : l'ajout d'hydrosulfite de soude (jusqu'à 20 g/l) ne permet pas de décolorer totalement une solution à 0,1 g/l de colorant.

- **Température de décomposition** : > 350°C

- **Température de fusion** : > 250°C

- **Teneur en composés organiques volatiles (à 150°C)** : 3.2 %

- **Teneur en métaux lourds** : Arsenic : < 1 ppm

Plomb : < 1 ppm Zinc : < 10 ppm

Sélénium : < 1 ppm Baryum : < 17 ppm

Cadmium : < 1 ppm Antimoine : < 20 ppm

Chrome : < 7 ppm Mercure : < 1 ppm

- **Teneur en amines aromatiques** : < 200 ppm

- Délai de péremption : **5 ans, en emballages hermétiquement clos, à l'abri de l'humidité, du gel et de la chaleur.**

Principaux domaines d'application :

- **Hydrologie** : repérage des cours d'eau ou des fuites dans les canalisations, mesures du débit de rivières, repérage des courants marins... (*environ 10 mg/l*)

La Fluorescéine est un traceur de référence, qui peut être utilisé en faible concentration, avec un appareil de mesure de précision adéquat ; en revanche, ce colorant est difficilement utilisable en eaux acides, en raison de la perte de fluorescence, mesurée par un fluorimètre.

Par ailleurs, ce traceur étant sensible à l'exposition lumineuse, il faut donc le maintenir hors de la lumière, afin d'éviter toute dégradation.

Notes : • *Aucune écotoxicité n'a été mise en évidence à partir des tests réalisés sur divers poissons ; les résultats disponibles dans la littérature sur les daphnies, confirment ces conclusions.*

Ce traceur peut être employé dans les eaux souterraines sans précaution particulière.

• *Ne pas introduire près des captages d'eau potable.*

- **Coloration de fontaines, bassins...** (*dosage : 1 à 2 g /10 m³, pour une profondeur de 1 m*)

- **Coloration de produits cosmétiques** (savons...) ; la quantité de colorant ne doit pas excéder 6% du produit fini (législation CE).

- **Coloration de produits chimiques, produits d'entretien...**

- **Effets spéciaux**, en lumière du jour ou UV.

Note : *La Fluorescéine ne tache pas le marbre, ni le béton ou les matériaux comme la porcelaine. Des traces de ce colorant s'éliminent facilement à l'aide d'eau javellisée ou d'un détergent commercial alcalin.*

Date : 2 juin 2006

FICHE TECHNIQUE

SULPHORHODAMINE G

(AMIDORHODAMINE G)

COLOREY

11 Chemin de la Rivière
F-69290 GREZIEU LA VARENNE
Tél : 33.(0)4.78.57.88.89
Fax : 33.(0)4.78.57.88.80
E-Mail : contact@colorey.com

Nature Chimique :

- Nom Chimique : hydrogène-9-(2,4-disulfonatophényl)-3,6-bis(éthylamino)-2,7-diméthylxanthylium, sel de monosodium
- Formule Chimique : $C_{25}H_{26}N_2O_7S_2 \cdot Na$
- Classe : xanthène ; colorant anionique
- Masse molaire : 553,61 g/mol

Nomenclature :

- COLOR INDEX : Acid Red 50
- N° de Constitution : 45220
- EINECS / ELINCS : 227-528-6
- CAS : 5873-16-5
- Colorant admis uniquement pour les produits cosmétiques destinés à n'entrer qu'en bref contact avec la peau (*champ d'application 4*).
N° INCI : C.I. 45220

Principales Caractéristiques :

- **Aspect :** poudre rouge homogène.
- **Granulométrie :** Résidus au tamis 80 Mesh : > 95%
- **Taux d'humidité :** < 5%
- **Couleur en solution :**
 - à 10 g/l : solution non limpide, rouge bleuté profond
 - à 1 g/l : solution non limpide, rouge-orangé terne, avec des reflets jaune-orangé
 - à 0,1 g/l : solution légèrement trouble, rose bleuté vif, fluorescence jaune-orangé
 - à 0,01 g/l : solution limpide, rose bleuté clair, fluorescence jaune-orangé
- **Longueur d'onde dominante :** 529 nm
- **Solubilité dans l'eau :**
 - environ 5 g/l à température ambiante (20°C)
 - 10 g/l à 90°C
- **Taux de matières insolubles (dans l'eau) :** < 0,5%
- **pH (à 20°C) :**
 - Solution à 10 g/l : pH = 9,21
 - Solution à 1 g/l : pH = 8,67
 - Solution à 0,1 g/l : pH = 8,58
- **Solubilité dans les solvants :**
Très légèrement solubles dans les alcools et cétones.
- **Solidité à la lumière, sur textile :**
(échelle des Bleus, de 1 à 8)
 - Ton pastel : 2
 - Ton moyen : 3
 - Ton foncé : 3-4
- **Solidité aux bases :** 3 (échelle de 1 à 5)

- Décoloration des solutions :

Milieu oxydant : l'ajout d'eau de Javel (environ 5 à 10 ml/l) provoque, en quelques heures, la décoloration totale d'une solution à 0,1 g/l de colorant.

Milieu réducteur : l'ajout d'hydrosulfite de soude (jusqu'à 10 g/l) n'altère que très légèrement la coloration d'une solution de colorant à 0,1 g/l.

- Délai de péremption : 5 ans, en emballages hermétiquement clos, à l'abri de l'humidité, du gel et de la chaleur.

Principaux domaines d'application :

- Industrie textile (laine, soie, viscose...), colorations des cuirs et peaux, du papier...

- Hydrologie, mesure du débit des cours d'eau, repérage de fuites dans les canalisations...

NOTE : Toxicité

D'après une étude, réalisée sous l'égide du Ministère de l'Environnement allemand, en 1996, la Sulphorhodamine G ne présente aucun indice de toxicité ; les tests de génotoxicité, effectués sur des bactéries de type *Salmonella*, ainsi que les analyses cytogéniques, se sont révélés négatifs.

De même, les tests réalisés sur les poissons n'ont démontré aucune écotoxicité.

Cette non-toxicité, combinée à une fluorescence importante et une faible adsorbabilité, font de la Sulphorhodamine G le seul traceur, parmi les rhodamines (Sulphorhodamine B, Rhodamine B, Rhodamine 6G), pouvant être utilisé dans les traçages, où la restitution risque de s'effectuer en un point de captage pour la production d'eau potable.

Date : 6 février 2003

FICHE TECHNIQUE

EOSINE YB

COLOREY

11 Chemin de la Rivière
F-69290 GREZIEU LA VARENNE
Tél : 33.(0)4.78.57.88.89
Fax : 33.(0)4.78.57.88.80
E-Mail : contact@colorey.com

Nature Chimique :

Nom Chimique : 2-(2,4,5,7-tétabromo-6-oxido-3-oxoxanthène-9-yl) benzoate de disodium
Formule Chimique : $C_{20}H_8Br_4O_5 \cdot 2Na$
Classe : Xanthène ; colorant anionique
Masse Molaire : 693,88 g/mol

Nomenclature :

COLOR INDEX : Acid Red 87
N° de Constitution : 45380
EINECS / ELINCS : 241-409-6
CAS : 17372-87-1

Colorant pouvant être admis pour tout produit cosmétique (*champ d'application 1*) :
N° INCI : C.I. 45380

Restriction : teneur maximale de 1% en fluorescéine et de 2% en monobromofluorescéine.

→ **Nous consulter pour la fourniture de la référence agréée pour « usage cosmétique ».**

USA : D&C Red N° 22

Colorant conforme à la norme jouets EN71-3 (*teneur en métaux lourds*).

Principales Caractéristiques :

- **Aspect :** poudre brun-orangé
- **Nuance :** rose saumoné fluorescent
(teinte légèrement plus vive, plus jaune, sous éclairage artificiel)
- **Densité (à 20°C) :** 1,2 g/cm³
- **Couleur en solution :** (fluorescence jaune-orangé sous éclairage ultraviolet)
 - à 10 g/l : solution rouge-marron foncé
 - à 1 g/l : solution orange-rouge vif, limpide
 - à 0,1 g/l : solution jaune d'or / orangé, vif, limpide
 - à 0,01 g/l : solution rose orangé fluorescent, clair, limpide
- **Solubilité dans l'eau :** 500 g/l à 20°C
600 g/l à 90°C
- **Allongement d'une solution aqueuse à 50 g/l :**
 - avec glycol : jusqu'à 100 % minimum
 - avec méthanol : jusqu'à 100 % minimum
- **Taux d'insolubles dans l'eau :** 1% maximum
- **Taux d'humidité :** 5% maximum

- **pH (à 20°C) :**
 - Solution aqueuse à 10 g/l : pH = 7,48
 - Solution aqueuse à 1 g/l : pH = 7,12
 - Solution aqueuse à 0,1 g/l : pH = 7,04

- Solubilité dans les solvants :

Méthanol :	40 g/l	Alcool Benzylque :	4-5 g/l
Ethanol :	30 g/l	Trichloroéthylène :	0,1 g/l
MPG :	5 g/l	Acétate d'Ethyle:	< 1 g/l
Acétone:	≤ 1 g/l	Toluène :	insoluble
White Spirit :	insoluble	Essence de Térébenthine :	insoluble

- Solidité à la lumière, sur textile :
(échelle des Bleus, de 1 à 8)

Ton pastel :	1
Ton moyen :	2
Ton foncé :	3

- Solidité aux acides :

Milieu acide sulfurique concentré : solution jaune

Milieu acide sulfurique dilué : solution orangé

- Solidité aux bases : 3 (échelle de 1 à 5) → résistance moyenne aux alcalis

- Décoloration des solutions :

En milieu oxydant : 5 ml/l d'eau de Javel suffisent à décolorer totalement une solution de colorant à 0,1 g/l, en quelques heures.

En milieu réducteur : la coloration d'une solution à 0,1 g/l de colorant n'est que légèrement altérée par ajout d'hydrosulfite de soude (jusqu'à 10 g/l).

- Altération au lavage (textile) : 3 (échelle de 1 à 5)

- Altération alcaline (textile) : 1 (échelle de 1 à 5)

- Altération acide (textile) : 2 (échelle de 1 à 5)

- Rongabilité (textile) : faible

- Action des métaux (textile) :

Cuivre : nuance un peu plus bleue

Chrome : RAS

Fer : nuance plus bleue, plus terne

- Maximum d'absorption : environ 515 nm

- Délai de péremption : 5 ans, en emballages hermétiquement clos, à l'abri de l'humidité, du gel et de la chaleur.

Principaux domaines d'application :

- Teinture de la soie, de la laine et du polyamide (ton pastel : 0,5% - ton foncé : 2%)

- Impression textile (laine, soie)

- Teinture de plumes

- Encres aqueuses, encre pour réglures

- Coloration du papier dans la masse, au trempé (papier crépon), par pulvérisation

- Coloration de produits cosmétiques (0,001 à 1 g/l)

ATTENTION ! Nous consulter pour la fourniture de la référence agréée pour la coloration de produits cosmétiques.

- Coloration de produits chimiques, produits d'entretien... (0,1 à 2 g/l)

Date : 12 décembre 2005

Dispositifs d'injection pour le multi-traçage :



Illustration 75 : Dispositif d'injection au puits de Chaunay de la sulforhodamine G et de l'eau pour l'effet de chasse



Illustration 76 : Dispositif d'injection au puits de Brux de l'éosine



Illustration 77 : Dispositif d'injection au gouffre de la Chapelle-Bâton de l'uranine et de l'eau pour l'effet de chasse



Illustration 78 : Suivi avec échantillonneur automatique à la source de Vaux et de St-Saviol

	Préleveur automatique	Prélèvement manuel	Murielle		Philippe		Vincent		Angélique ou propriétaire
			auto	manuel	auto	manuel	auto	manuel	manuel
mercredi 15 novembre 2006	prélèvement des blancs		X					X	
jeudi 16 novembre 2006									
vendredi 17 novembre 2006	TRACAGES	1	Mise en fonctionnement des préleveurs auto						
samedi 18 novembre 2006		2		X					
dimanche 19 novembre 2006	relevé 1	3	X	X					
lundi 20 novembre 2006		4					X	X	
mardi 21 novembre 2006	relevé 2	5	X	X			X	X	
mercredi 22 novembre 2006		6					X	X	
jeudi 23 novembre 2006	relevé 3	7	X				X	X	
vendredi 24 novembre 2006		8					X	X	
samedi 25 novembre 2006		9					X	X	
dimanche 26 novembre 2006		10					X	X	
lundi 27 novembre 2006	relevé 4	11	X	X	X	X			
mardi 28 novembre 2006		12					X	X	
mercredi 29 novembre 2006		13				X			
jeudi 30 novembre 2006		14					X	X	
vendredi 1 décembre 2006	relevé 5	15			X	X			
samedi 2 décembre 2006		16					X	X	
dimanche 3 décembre 2006		17		X					
lundi 4 décembre 2006		18					X	X	
mardi 5 décembre 2006		19				X			
mercredi 6 décembre 2006		20				X			
jeudi 7 décembre 2006	relevé 6	21			X	X	X	X	
vendredi 8 décembre 2006		22					X	X	
samedi 9 décembre 2006		23					X	X	
dimanche 10 décembre 2006		24					X	X	
lundi 11 décembre 2006		25				X			
mardi 12 décembre 2006		26				X			
mercredi 13 décembre 2006		27				X			
jeudi 14 décembre 2006		28				X			
vendredi 15 décembre 2006		29				X			
samedi 16 décembre 2006		30		X					
dimanche 17 décembre 2006		31		X					
lundi 18 décembre 2006		32		X					
mardi 19 décembre 2006		33		X					
mercredi 20 décembre 2006		34		X					
jeudi 21 décembre 2006		35		X					
vendredi 22 décembre 2006	relevé 7	36	X	X					
samedi 23 décembre 2006		37							X
dimanche 24 décembre 2006		38							X
lundi 25 décembre 2006		39							X
mardi 26 décembre 2006		40							X

	Préleveur automatique	Prélèvement manuel	Murielle		Philippe		Vincent		Angélique ou propriétaire
			auto	manuel	auto	manuel	auto	manuel	manuel
mercredi 27 décembre 2006		41							
jeudi 28 décembre 2006		42							
vendredi 29 décembre 2006		43							
samedi 30 décembre 2006		44							
dimanche 31 décembre 2006		45							
lundi 1 janvier 2007		46							
mardi 2 janvier 2007		47							
mercredi 3 janvier 2007		48							
jeudi 4 janvier 2007		49							
vendredi 5 janvier 2007		50							
samedi 6 janvier 2007		51							
dimanche 7 janvier 2007		52							
lundi 8 janvier 2007		53							
mardi 9 janvier 2007		54							
mercredi 10 janvier 2007		55							
jeudi 11 janvier 2007		56							
vendredi 12 janvier 2007	relevé 10	57							

Illustration 79 : Calendrier de prélèvement



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Poitou-Charentes
La Gibauderie
11 allée de la Providence
86000 – Poitiers - France
Tél. : 05 49 38 15 38