



EAU DE PARIS

DIRECTION DE LA RESSOURCE EN EAU ET DE LA PRODUCTION

DOSSIER D'ENQUETE PUBLIQUE

**Déclaration d'utilité publique des périmètres de protection
des sources de la Vigne
(Département d'Eure-et-Loir)**

PIECE N° 4

Etude d'environnement

EAU DE PARIS

SOURCES DE LA VIGNE

Etude préalable à la DUP des périmètres
de protection des sources de la Vigne (28) –
Etude d'environnement



Phase 1 : Contexte naturel et délimitation
du bassin d'alimentation

Sommaire

I Préambule	7
I.1 Introduction	7
I.2 Objectifs	7
I.3 Bibliographie	8
II Contexte climatique	10
II.1 Données pluviométriques sur le bassin	10
II.2 Précipitations sur 30 ans	10
H.2.1 Résultats Pluviométrie à la station de Rueil-la-Gadelière.....	13
III Contexte hydrologique	14
III.1 Réseau hydrologique et objectifs de qualité des cours d'eau	14
III.1.1 Réseau hydrographique.....	14
III.1.2 Fonctionnement de l'Avre et de ses affluents - Débits.....	17
III.1.3 Objectifs de qualité.....	20
III.2 Plans d'eau	20
III.3 SAGE de l'Avre	24
III.3.1 Objectifs et avancements.....	24
III.3.2 Constats et réponses des études en cours aux enjeux prioritaires.....	24
IV Contexte géologique	27
IV.1 Lithologie	27
IV.2 Structure	28
IV.3 Karstification de la craie	29
IV.4 Coupe des forages proches des sources	30
V Contexte pédologique	35
V.1 Pédologie	35
V.1.1 Introduction.....	35
V.1.2 Cartographie des sols : méthodologie et résultats.....	35
V.2 Drainage	42
V.2.1 Département de l'Eure.....	42
V.2.2 Département de l'Eure-et-Loir.....	42
V.2.3 Département de l'Orne.....	43
V.2.4 Visite de terrain.....	43

VI Contexte hydrogéologique	45
VI.1 Données générales – accès à la nappe	45
VI.1.1 Rappel du contexte général.....	45
VI.1.2 Fonctionnement de l'aquifère du Turonien	45
VI.1.3 Description des points d'absorption et des sources.....	47
VI.1.4 Piézométrie.....	50
VI.1.5 Epaisseur des argiles à silex.....	53
VI.1.6 Ouvrages.....	54
VI.2 Circulations d'eau et traçages	61
VI.2.1 Données disponibles.....	61
VI.2.2 Contexte des expériences.....	63
VI.2.3 Analyse des traçages.....	64
VI.3 Conclusion	87
VII Conclusion de la phase 1	89
VII.1 Contexte géologique et hydrogéologique	89
VII.2 Traçages	89
VII.3 Bilan	90

Liste des tableaux

Tableau 01 :Calcul de la RU	13
Tableau 02 :Calcul de l'ETR	13
Tableau 03 :Calcul de la pluie efficace	13
Tableau 04 :Pluies efficaces mensuelles pour les 5 dernières années	14
Tableau 05 :Relations entre pluies efficaces et précipitations.....	15
Tableau 06a :Réseau hydrologique de l'Avre et de ses affluents.....	16
Tableau 06b :Linéaire du réseau hydrologique de l'Avre et de ses affluents.....	17
Tableau 07 :Recensement des plans d'eau du bassin d'alimentation des sources de la Vigne.	23
Tableau 08 :Caractéristiques des principaux plans d'eau	25
Tableau 09 :Description des sources de la Vigne.....	50
Tableau 10 :Mode d'alimentation en eau potable des communes concernées par le bassin d'alimentation des sources de la Vigne.....	57
Tableau 11 :Caractéristiques des ouvrages d'eau potable.....	59
Tableau 12 :Prélèvement d'eau en 2005 pour l'industrie et l'irrigation sur le bassin de la Vigne	60
Tableau 13 :Répartition des points d'injection sur le bassin des sources de la Vigne	64
Tableau 14 :Situation des points d'injection vis-à-vis des cours d'eau.....	64
Tableau 15 :Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source d'Erigny	67
Tableau 16 :Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source d'Erigny	67
Tableau 17 :Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source de Graviers	69
Tableau 18 :Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source de Graviers	70
Tableau 19 :Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source de Foisys	71
Tableau 20 :Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source de Foisys	72
Tableau 21 :Traçages positifs et incertains renseignés suivis aux sources du Nouvet	74
Tableau 22 :Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis aux sources du Nouvet	74
Tableau 23 :Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source Rivière.....	76
Tableau 24 :Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source Rivière.....	77
Tableau 25 :Traçages positifs et incertains renseignés suivis au Trou d'eau	78
Tableau 26 :Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis au Trou d'eau	79
Tableau 27 :Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source de Petit Launay	80
Tableau 28 :Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source de Petit Launay.	80
Tableau 29 :Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source des Trois Mulets.....	81

Tableau 30 :Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source des Trois Mulets.	82
Tableau 31 :Exemples de temps et de vitesses de transfert sur le bassin d'alimentation	84
Tableau 32 :Calcul du débit d'entrée	88
Tableau 33 :Calcul du débit de sortie.....	89

Table des illustrations

Figure 1 : Localisation des stations climatiques et des stations de mesures de débits.....	11
Figure 2 : Pluies efficaces mensuelles au cours de la période 2003-2007 à Rueil	14
Figure 3 : Représentation des pluies efficaces au cours de la période 2003-2007 à Rueil	15
Figure 4 : Réseau hydrographique du bassin de la Vigne	18
Figure 5 : Contexte hydrologique du secteur de Beaulieu de l'année 2006	21
Figure 6 : Objectif de qualité des cours d'eau.....	22
Figure 7 : Coupe schématique du contexte hydrogéologique des sources de la Vigne.....	31
Figure 8 : Coupe du forage 02153X2003 de Bas-église à Rueil	33
Figure 9 : Coupe du forage 02153X2027 de la Varenne à Rueil	34
Figure 10 : Coupe du forage 02153X2002 du moulin à Rueil	35
Figure 11 : Coupe des forages réalisés depuis la galerie de la source Rivière (Rueil).....	36
Figure 12 : Exemple de contact entre le plateau et les vallées des cours d'eau temporaires.....	39
Figure 13 : Exemple de plateau érodé.....	39
Figure 14 : Coupe schématique du mode d'alimentation et de fonctionnement du bassin des sources de la Vigne.....	48
Figure 15 : Coupe schématique de l'émergence-type des sources de la Vigne.....	51
Figure 16 : Contextes climatique et hydrologique des campagnes piézométriques de 1990 et 1991	54

Table des annexes

(Recueil séparé)

ANNEXE 1 : Carte de localisation du bassin d'étude et des sources de la Vigne

ANNEXE 2 : Hydrologie – plans d'eau

ANNEXE 3 : Contexte géologique

ANNEXE 4 : Localisation des zones d'engouffrement

ANNEXE 5 : Contexte pédologique : typologie des sols

ANNEXE 6 : Argiles à silex

ANNEXE 7 : Cartes piézométriques de hautes et basses eaux (étude Burgeap, 1991)

ANNEXE 8 : Cartographie de la zone non saturée (ZNS)

I Préambule

I.1 Introduction

Les sources de la Vigne constituent un enjeu stratégique dans la mesure où elles contribuent fortement à l'alimentation en eau potable de la ville de Paris, principalement dans sa partie Ouest. Les sources de la Vigne et du Breuil sont associées aux champs captants de Montreuil-(28) et Vert-en-Drouais (28) pour alimenter l'aqueduc de l'Avre. La capacité de l'aqueduc de 160 000 m³/j est limitée à 100 000 m³/j depuis la mise en place de la station de traitement de Saint-Cloud. Sur les cinq dernières années, la contribution des sources de la Vigne est de 30 000 m³/j en moyenne malgré une autorisation d'exploitation pour l'ensemble Vigne-Breuil de 110 000 m³/j.

Un premier rapport hydrogéologique de M.ALCAYDE, hydrogéologue agréé en 1980 propose une première délimitation des périmètres de protection, en tenant compte des zones d'alimentation du karst. La décision du conseil supérieur d'hygiène publique en mars 1986 confirme la décision de mettre en place les périmètres de protection proposés en 1980 et ajoute des périmètres satellites situés aux lieux-dits « Vau Renard », « la Courangère », « Haut Chevrier », « Bertin-la-rangée », « le Boulay Saint Clair », « le Bois Spert ». Le périmètre éloigné proposé en 1980 est requalifié en « zone sensible ».

Le problème de la protection de la ressource vis à vis des nombreuses bêtes et points d'infiltration a fait l'objet d'un rapport de M.MAGET, hydrogéologue agréé, en juin 2007. Les servitudes associées aux délimitations proposées étant difficiles à mettre en œuvre sur le terrain et nécessitant un travail complémentaire de terrain, des études plus fines ont été engagées et un nouvel avis hydrogéologique a été sollicité par Eau de Paris, afin de travailler plus finement sur des solutions de protection. Ces travaux ont abouti à un nouvel avis de Mme JOURNE, hydrogéologue agréée, en 2022.

Cartes 01a et 01b en annexe 1 : localisation du bassin et des sources de la Vigne

I.2 Objectifs

L'étude présentée ici a pour objectif d'élaborer les éléments techniques spécifiques à la préparation du dossier de DUP des périmètres de protection des captages, en particulier la préparation des éléments liés à la connaissance du milieu naturel et de l'environnement des captages permettant à l'hydrogéologue agréé de finaliser son expertise. Elle comportait initialement en parallèle une étude environnementale et de vulnérabilité du bassin d'alimentation des captages permettant à EAU DE PARIS de définir une stratégie d'actions préventives à mettre en place sur les zones les plus vulnérables du bassin. Seuls les éléments de cette partie conduisant à la délimitation de l'aire d'alimentation des captages, sur laquelle s'appuient les périmètres de protection éloignée, sont présentés ici.

La première phase de cette mission consiste à synthétiser et étudier le contexte naturel du bassin des sources de la Vigne des points de vue climatique, pédologique, géologique et hydrogéologique. Le calcul du bilan des sources permettra de valider l'étendue du bassin d'alimentation à prendre en compte dans la phase suivantes de l'étude phase 2 : étude environnementale des zones les plus vulnérables).

I.3 Bibliographie

Plusieurs études ont déjà été réalisées sur le secteur et offrent une bonne base de travail :

- Rapport BRGM de 1972 concernant le fonctionnement du karst et l'impact de travaux de recalibrage effectués sur plusieurs ruisseaux (Buternay, Roule-Crotte, Lamblore et son affluent le Pipe-Souris, la Meuvette).
- Etude hydrogéologique du système aquifère des sources de la Vigne et du Breuil – BURGEAP - 1991. Cette étude aborde le fonctionnement du système Avre- aquifère karstique-sources de la Vigne et du Breuil et reprend notamment les différents traçages réalisés sur le secteur.
- Bilan hydrologique des sources de la Vigne par M.SOUCHET (CRECEP) en 2005. Ce bilan concerne le bassin d'alimentation des sources de la Vigne ainsi qu'une partie du bassin de la Meuvette. Le rapport recense l'ensemble des traçages réalisés entre 1887 et 2006 (tableau actualisé en oct. 2006).

Afin de mener à bien ces objectifs, EAU DE PARIS nous a fourni plusieurs documents :

- SCAN25 IGN (BD Topo) ;
- Carte de localisation des ouvrages ;
- Avis de l'hydrogéologue agréé M.MAGET, 2007 qui a plus tard été complété par celui de Mme Journé ;
- Protection des captages de la Ville de Paris dans la région de la Ferté-Vidame (28), Despres N. et Martins C. BRGM, 1972 ;
- Cartes piézométriques du Conseil Général d'Eure-et-Loir ;
- Rapport de Burgeap, 1991 ;
- Bilan hydraulique des sources de la Vigne, CRECEP, 2005 ;
- Tableau récapitulatif des expériences de traçage ;
- Carte des zones drainées, Chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir, 1993 ;
- Carte de localisation des bandes enherbées sur les parcelles sous contrat avec EAU DE PARIS ;
- Etude ASTER ;
- Photographies aériennes (BD Ortho) ;
- Rapport EAU DE PARIS sur les caractéristiques générales des ouvrages, leur exploitation et la qualité de l'eau prélevée, juillet 2008 ;
- Tableaux des relevés pluviométriques journaliers de janvier 1990 à juin 2008 ;
- Tableaux des débits des Vignes de la sources : relevés du débit global par quinzaine de 1897 à 2006 et relevés journaliers des débits de chaque source de 2008 à 2021 ;
- Photocopies de cartes au 1/25 000 avec indication de bétouilles et tableau récapitulatif.

Nous avons complété cette liste par :

- Atlas hydrogéologique de l'Eure ;
- Etude CGG de la Craie (CG28) ;

- Données climatologiques (Précipitations, Températures, Rayonnement global) acquises auprès de Météo France ;
- SAGE de l'AVRE obtenu auprès du SIVA ;
- Objectifs de qualité des cours d'eau ;
- Débits de l'Avre à Acon et Saint-Christophe-sur-Avre (BD HYDRO) ;
- Liste des plans d'eau (Eure-et-Loir et Orne), DDAF 28 et 61 ;
- Inventaire des indices karstiques (DIREN Basse-Normandie) ;
- Informations concernant les captages d'eau potables, agricoles et industriels, DDASS 27, 28 et 61 et DDAF 28 et 61, collectivités ;
- Volumes d'eau prélevés en 2020 (AEP, industrie, agriculture) pour les départements Eure, Eure-et-Loir (AESN Nanterre) et Orne (AESN Caen) ;
- Données RPG, chambre d'agriculture Eure-et-Loir ;
- Informations des banques de données Infoterre, Ades, Hydro.

II Contexte climatique

II.1 Données pluviométriques sur le bassin

Plusieurs stations météorologiques sont implantées sur le bassin d'étude. (*Cf. figure 1* ci-après) Elles n'enregistrent pas les mêmes données et n'ont pas toutes le même historique.

- Station de Moussonvilliers (27) : enregistrement des précipitations uniquement, station relativement récente (2021).
- Station de Saint Christophe-sur-Avre : mesures de la pluviométrie et de la température depuis 2018
- Station manuelle de Rueil la Gadelière (28), installée dans l'enclos des sources : relevé quotidien des précipitations et températures par EAU DE PARIS, données fournies à Météo France. Cette station est un peu plus « fraîche » que la station automatique en raison de son implantation près de la rivière en fond de vallée.

Dans le cadre de l'étude, les informations demandées concernent :

- les précipitations depuis 30 ans : disponibles uniquement sur la station météo France de Rueil (sources);

II.2 Précipitations sur 30 ans

Les précipitations disponibles depuis 1971 (soit 51 ans) proviennent de la station Météo France située dans l'enceinte close des sources.

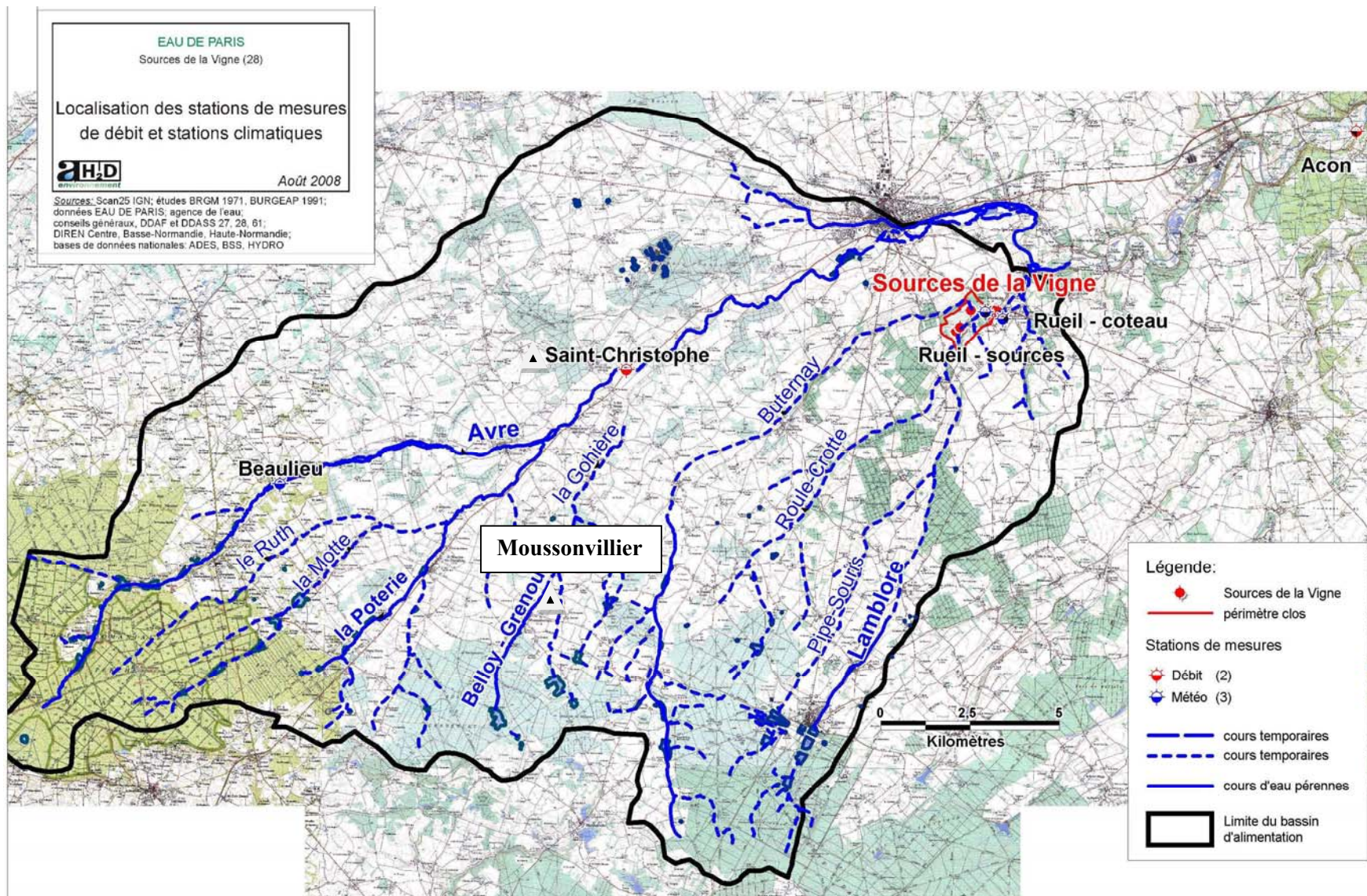


Figure 1 : Localisation des stations climatiques et des stations de mesures de débits

Sur la période 1971-2021 à Rueil, les cumuls de pluie mensuels sont compris entre 1,2 et 181,6 mm, la moyenne est de 54 mm (écart-type de 30 mm). Les valeurs journalières sont très disparates, le maximum atteint sur la période est de 62 mm.

Au cours de la dernière décennie, les années 2012 à 2014 étaient pluviométriquement excédentaires (cumuls annuels compris entre 761 et 861 mm) tandis que les années 2019 et 2020 étaient plus sèches (cumuls annuels de 530 mm).

II.2.1 Résultats Pluviométrie à la station de Rueil-la-Gadelière

Les résultats des Pluies efficaces calculées de façon mensuelle sont rappelés ci-après.

Tableau 04 : Pluies mensuelles (mm) pour les 5 dernières années.

Mois	2017	2018	2019	2020	2021
Janvier	36,6	92	43,2	29,7	59,9
Février	50,00	32,50	34,00	77,80	39,90
Mars	75,0	60,4	34,6	49,4	24,0
Avril	6,6	33,2	23,0	22,0	38,1
Mai	96,9	89,6	59,2	18,8	67,0
Juin	46,6	83,8	35,8	45,7	95,2
Juillet	78,3	32,0	22,4	8,6	59,3
Août	79,6	33,8	22,8	26,4	36,4
Septembre	73,3	11,8	14,0	31,4	23,4
Octobre	19,6	23,2	101,0	83,6	95,3
Novembre	42,4	63,0	76,2	20,0	36,9
Décembre	94,6	56,4	64,6	121,5	73,4

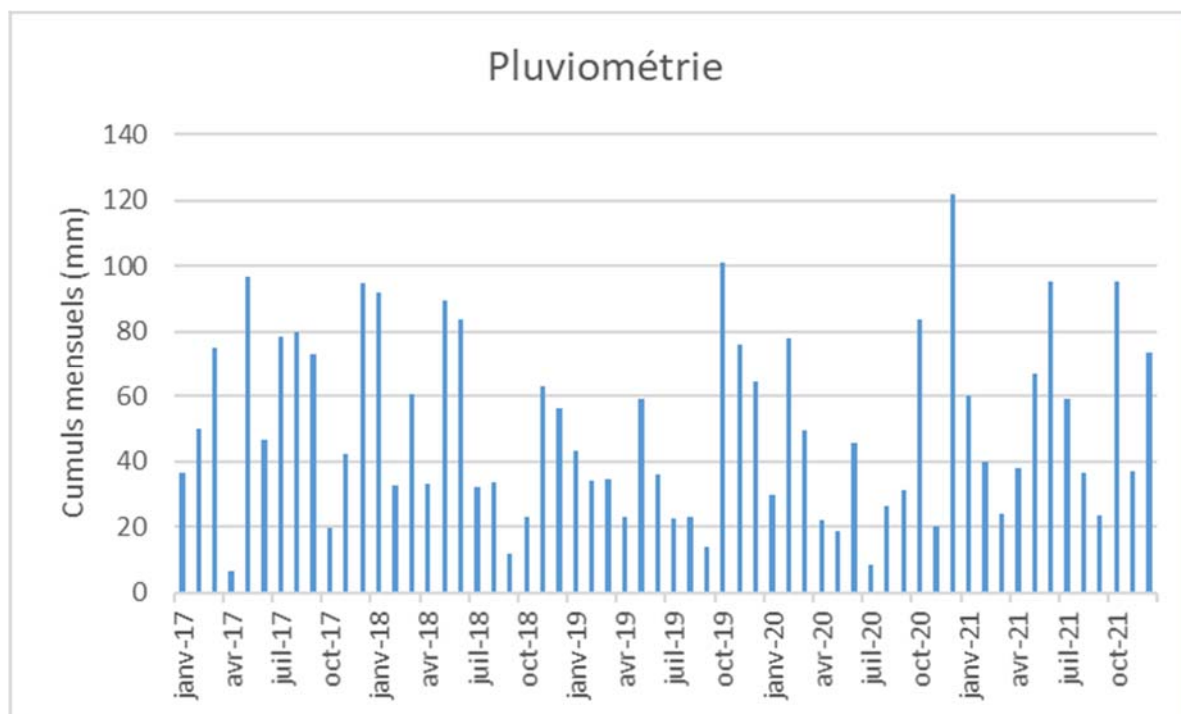


Figure 2 : Pluviométrie mensuelle au cours de la période 2017-2021 à Rueil-La-Gadelière

III Contexte hydrologique

III.1 Réseau hydrologique et objectifs de qualité des cours d'eau

III.1.1 Réseau hydrographique

Le bassin d'étude des sources de la Vigne est très proche de l'ensemble formé par le bassin topographique de la rivière de la Vigne dont le point d'exutoire se situe au niveau des sources de la Vigne et par le bassin topographique amont de l'Avre jusqu'à Verneuil.

Ce bassin d'étude, d'une superficie de 375 km², est drainé par un réseau hydrographique dense mais en grande majorité temporaire à l'exception de l'Avre. (Cf. **tableau 6 et figure 4** ci-après).

Tous les cours d'eau s'écoulent du Sud/Sud-Ouest vers le Nord-Est.

L'Avre s'écoule dans la partie Ouest du bassin d'étude jusqu'à Verneuil. En aval de Verneuil, son cours s'infléchit nettement vers l'Est en direction de l'Eure dans lequel il se jette au Nord de Dreux.

L'Avre reçoit les eaux de plusieurs affluents essentiellement en rive droite au niveau du bassin d'étude. Son écoulement est permanent jusqu'à l'amont de Verneuil, il est ensuite soutenu par le bras forcé de l'Iton, dérivation d'une partie de ce cours d'eau dont le bassin s'étend au Nord-Ouest de la zone d'étude.

Le tableau ci-après recense les cours d'eau du bassin d'étude de l'Ouest vers l'Est, de l'amont vers l'aval, les cours d'eau pérennes sont indiqués en gras.

Tableau 06a : Réseau hydrologique de l'Avre et de ses affluents.

Rivière « P'Avre »	Rivière « P'Avre »				Rivière « P'Avre »	Rivière « P'Avre »
« la Neigerie »						
« le Ruth »		« la Motte »	Rivière de Saint-Maurice	Rivière de Saint-Maurice		
« Sainte-Nicole »	devient « la Motte »					
« la Poterie »	« la Poterie »					
« le Charencey »						
ru						
« le Belloy »	devient « la Grenouille »	« la Grenouille »	« Gohière »	(se perd à l'Est d'Armentière, n'atteint pas l'Avre)		
ru issu de l'étang du Haut Plan						
« la Gohière »						
« bois de la Milasse »						
ru						
« la Moinerie »	devient « Buternay »	« Buternay »	« Buternay »			
« Roule-Crotte »	« Roule-Crotte »					
ru						
« Pipe-Souris »	« Lamblore »	« Lamblore »	« Lamblore »			
« Lamblore »						
« le Nouvet »						
« la Renauderie »						
					Rivière « la Vigne »	

Tableau 06b : Linéaire du réseau hydrologique de l'Avre et de ses affluents.

Cours d'eau	Orne	Eure	Eure et Loir	Total
Rivière « l'Avre »	16,24 km	17,92 km		34,16 km
« la Neigerie »	2,64 km			
« le Ruth »	9,5 km			
« Sainte-Nicole », devient « la Motte »	11,28 km			
« la Poterie » - « Saint Maurice »	8,93 km	0,9 km		9,83 km
« le Charencey »	5,77 km			
ru	3,66 km			
« le Belloy » devient « la Grenouille »	7,18 km			
ru issu de l'étang du Haut Plan	4,1 km			
« la Gohière »	4,79 km	4,53 km		9,32 km
« bois de la Milasse »			2,73 km	
ru			2 km	
« la Moinerie » - « Buternay »			21,64 km	
« Roule-Crotte »			9,46 km	
ru			3,4 km	
« Pipe-Souris »			8,56 km	
« Lamblore »			13,49 km	
« le Nouvet »			1,95 km	
« la Renauderie »			2,80 km	
Total	74,09 km	23,35 km	66,03 km	163,47 km

Les linéaires de cours d'eau présentés ci-dessus concernent les principaux cours d'eau pérennes et temporaires du bassin. Les nombreux petits rus et fossés ne sont pas représentés.

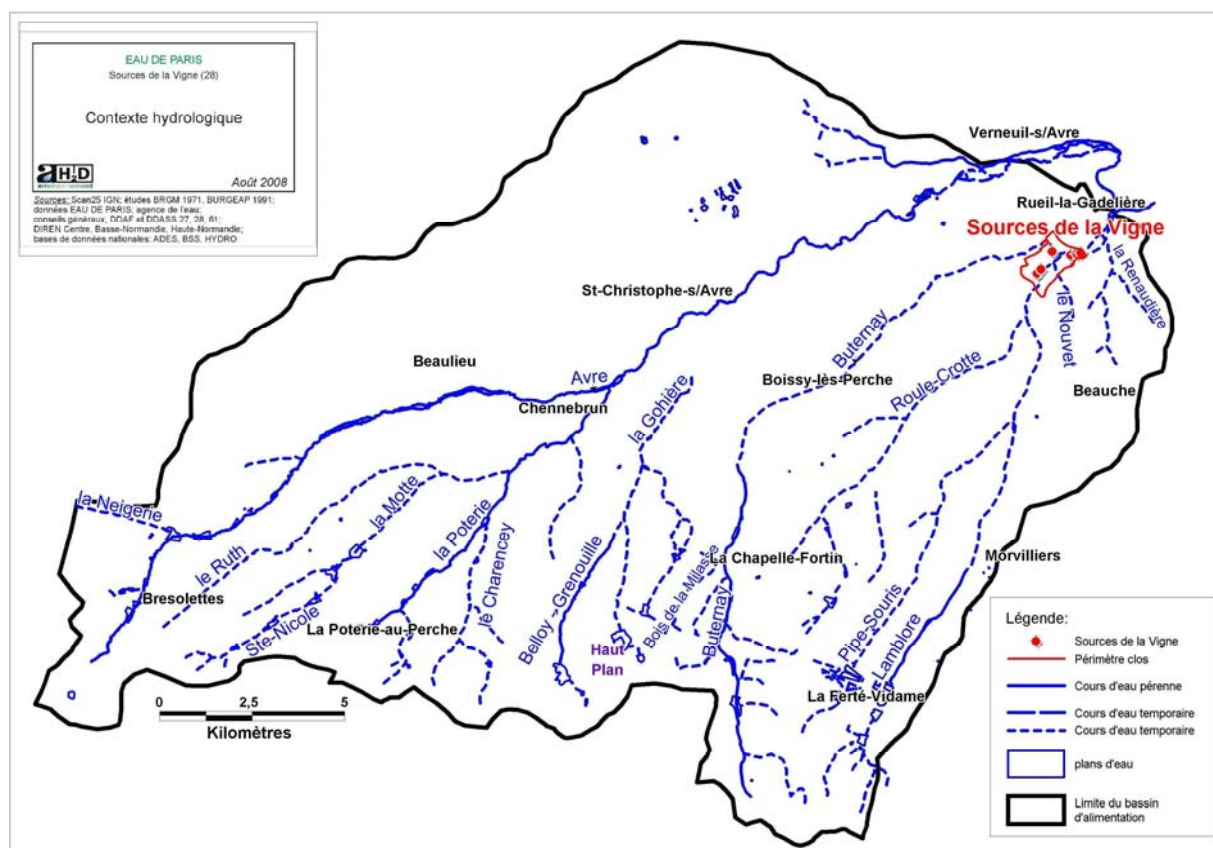


Figure 4 : Réseau hydrographique du bassin de la Vigne

Dans les secteurs Sud et Est du bassin d'étude, de nombreux petits rus très temporaires peuvent alimenter les différents cours d'eau en période pluvieuse. Les principaux apparaissent sur la cartographie du réseau hydrographique ci-dessus.

Seul l'Avre et la Poterie (qui devient la rivière Saint-Maurice après avoir reçu le ruisseau de la Motte) sont pérennes sur la totalité de leur cours.

Le Belloy (qui devient le ruisseau de la Grenouille après avoir traversé l'étang du Bourg en amont de Moussonvilliers) devient temporaire au niveau du hameau du Souci au Nord de Moussonvilliers.

Le Buternay (qui s'appelle ruisseau de la Moinerie en amont de l'étang du Buternay) devient temporaire au niveau du lieu-dit « la Bruyère » au Sud de Rohaire.

Le Lamblore est pérenne entre la Ferté-Vidame et le lieu-dit « Haut Chevrier » au Sud de Morvilliers, au-delà le cours d'eau devient temporaire.

Les tronçons à écoulement permanent sont bien connus. En revanche, les écoulements des cours d'eau temporaires varient dans le temps en fonction des conditions hydro-climatiques. Peu d'informations sont disponibles sur ce point, exception faite de la rivière de la Gohière qui n'atteint pas la vallée de l'Avre. L'étude Burgeap de 1991 relève les zones de disparitions des cours d'eau lors de leurs campagnes en novembre 1990 et mars 1991, mais ces informations sont trop ponctuelles dans le temps pour être extrapolées.

III.1.2 Fonctionnement de l'Avre et de ses affluents - Débits

III.1.2.1 Fonctionnement

Le réseau hydrographique formé par l'Avre et ses affluents apparaît au niveau des massifs forestiers qui occupent la partie sommitale du bassin au Sud : forêt domaniale du Perche et de la Trappe, Bois de Charencey, forêt de la Ferté-Vidame.

Les différents cours d'eau et nombre de petits rus affluents y prennent naissance, par ruissellement ou à la faveur de sources issues principalement des Sables du Perche. Certains de ces cours d'eau sont pérennes, la plupart restent temporaires. Ces secteurs forestiers sont caractérisés par un profil de petit ruisseau naturel atténué par les plans d'eau aménagés dans les vallées et parfois directement dans le lit des cours d'eau.

Cette première zone est limitée à l'aval par une seconde ligne de sources selon un axe Randonnai, St-Maurice, la Bruyère, Nord de Morvilliers. Ces sources sont liées à une épaisseur restreinte de l'aquifère turonien et permettent un débordement de la nappe en période de hautes eaux. (*Cf. carte* géologique en annexe 3)

A partir de ces zones, le profil des cours d'eau s'adoucit, la pente des vallées devient plus faible. Celles-ci sont parsemées de nombreuses pertes (gouffres, avens, bétoires, zones d'infiltrations, lits poreux) c'est la zone d'alimentation du karst sous-jacent. L'eau des sources et des cours d'eau s'y engouffre et alimente ainsi l'aquifère karstique de la craie turonienne. Cette zone concerne essentiellement la partie Nord et Est du bassin (*Cf. carte* des points d'engouffrement en annexe 6).

Par le passé, certaines zones d'infiltration ont fait l'objet de travaux d'aménagement (curage et calibrage des cours d'eau, canalisation de ruisseau, obstruction de bétoires, portion de lit cimenté) dans le but de soutenir l'écoulement des cours d'eau. Ces actions, se sont révélées être relativement inefficaces (réapparition des bétoires ou formation de nouvelles à proximité, évacuation de la couche imperméable mise en place lors de crues, dégradation de l'effet de filtration des argiles et limons retirés lors d'opérations de curage). Seuls l'Avre et son affluent le ruisseau de la Poterie restent pérennes sur l'ensemble du bassin. L'Avre reçoit en outre le soutien d'une partie des eaux de l'Iton déviées par le bras forcé de l'Iton à Verneuil en aval du bassin d'alimentation des sources. Les autres cours d'eau deviennent temporaires et disparaissent durant une bonne partie de l'année sur la partie aval ou la totalité de leur linéaire. Le ruisseau de la Gohière n'atteint d'ailleurs jamais la vallée de l'Avre.

L'exutoire du système karstique alimenté par les pertes des cours d'eau est constitué par la vallée de l'Avre en aval de Verneuil qui s'oriente alors vers l'Est. Il se caractérise par une ligne de sources importantes : source de Gonord au Sud-Ouest de Verneuil, source Poellay, du Chêne, de Lesieurs à l'Est, source du Breuil, de Lavalette, des Trois mulets, de Petit Launay au Nord de Rueil la Gadelière et les sources de la Vigne.

III.1.2.2 Débits

Deux stations de mesures des débits de l'Avre sont implantées dans le secteur de la Vigne: (*Cf. figure 1* chapitre II.2)

- l'une à Saint-Christophe sur Avre : au tiers aval du bassin, à 8 km au Sud-Ouest de Verneuil et 10 km à l'Ouest des sources de la Vigne ;
- l'autre à Acon, à 12 km en aval des sources vers le Nord-Est.

Les caractéristiques de l'Avre à la station de Saint-Christophe sont les suivantes :

- le bassin versant s'étend sur 109 km² ;
- les débits de l'Avre sont enregistrés depuis 2005 ;
- sur la période 2005-2021, la période sèche s'étend de juin à octobre, des périodes sèches peuvent également être observées en hiver . Le débit moyen journalier minimal enregistré est de 0 l/s le 27/07/2006, cet épisode d'assèchement de l'Avre a été très court puisque son débit était supérieur à 5 l/s 2 jours auparavant et 2 jours plus tard. Le débit maximal enregistré est de 10 100 l/s le 13/06/2018. (Cf. *figure 5* ci-après)

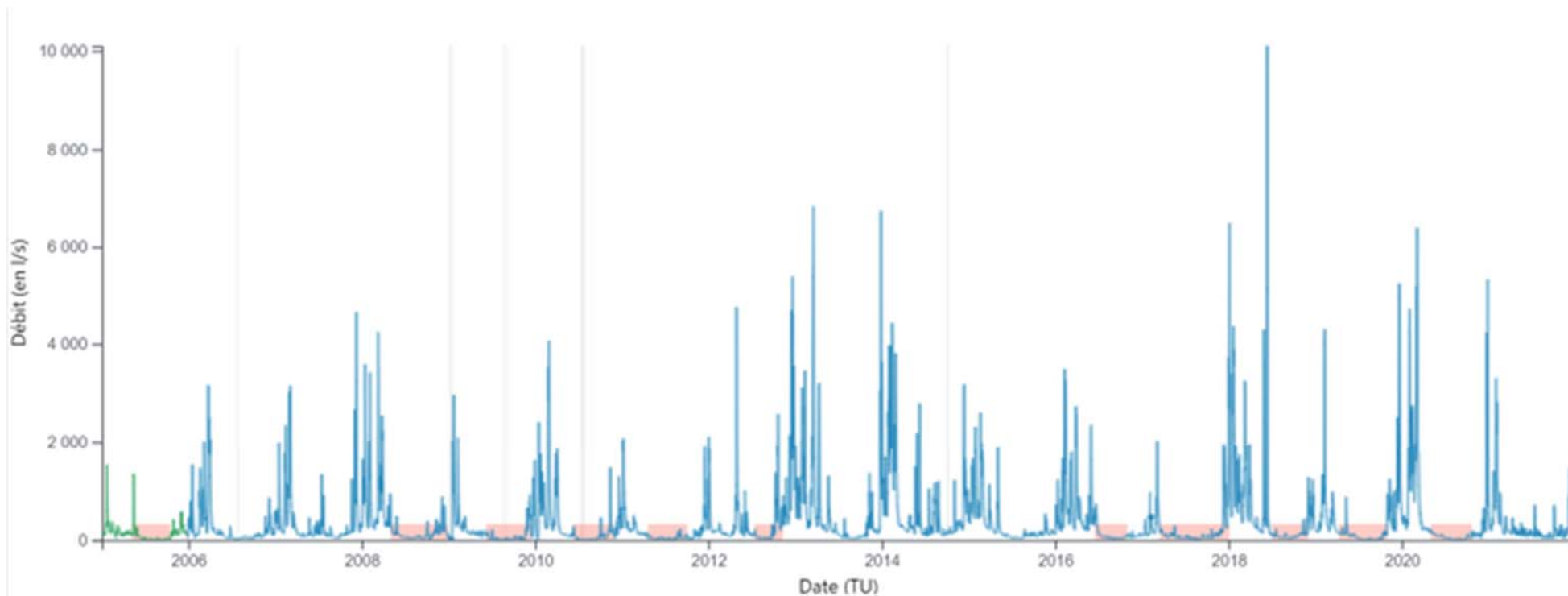
Les caractéristiques de l'Avre à la station d'Acon sont les suivantes :

- le bassin versant s'étend sur 495 km² ;
- les débits de l'Avre sont enregistrés depuis 1972, certaines années, les débits ont été corrélés avec les stations voisines ;
- sur la période 1972-2021, la période sèche s'étend de mai-juin jusqu'à septembre-octobre, quelques périodes sèches peuvent également être observées en hiver selon les années et la pluviométrie.
- Le débit minimal enregistré est de 509 l/s le 23/08/1998.
- Les débits journaliers de basses eaux calculés pour cette station à différentes fréquences : fréquence biennale : 1 300 l/s, fréquence quinquennale sèche : 980 l/s.
- Le débit maximal enregistré est de 22 400 l/s le 13/01/1993.
- Les débits journaliers de crues ont été calculés pour cette station à différentes fréquences : crue de retour biennal : 10 400 l/s ; retour quinquennal : 14 900 l/s ; retour décennal : 18 000 l/s ; retour cinquantennal : 24 400 l/s.

Le régime de l'Avre est très influencé par le karst sous-jacent. L'évolution des débits au cours de l'année et la réaction à la pluviométrie sont caractéristiques d'un domaine karstique. En période de forte pluviométrie, le débit de l'Avre augmente très vite et peut atteindre des valeurs très élevées (le débit peut se trouver multiplié par 5 en quelques jours comme en janvier 1975 par exemple). Ces crues ne durent pas et le débit de l'Avre entame rapidement sa décrue selon une courbe de tarissement spécifique au contexte karstique. En dehors d'hiver exceptionnels comme celui de 2000-2001, ces épisodes de crues concernent des périodes de quelques jours à une semaine.

Les périodes où sont observés ces pics de forts débits se situent plutôt en hiver, la période sèche a lieu de juin à septembre, mais peut se prolonger l'hiver si la pluviométrie s'avère insuffisante (hiver 91/92 avec peu de précipitations de octobre 91 à mars 92).

Figure 5 : Débit moyen journalier de l'Avre à Saint Christophe sur Avre (2005-2021)



III.1.3 Objectifs de qualité

Seul l'Avre fait l'objet d'un objectif de qualité défini. Il est classé en catégorie 1B jusqu'à Verneuil-sur-Avre, en aval il est classé en catégorie 2 jusqu'à Rueil et sa confluence avec la rivière de la Vigne. Il est alors classé à nouveau 1B vers l'aval.

Les autres cours d'eau ne font pas l'objet d'une classification dans le cadre des objectifs de qualité.

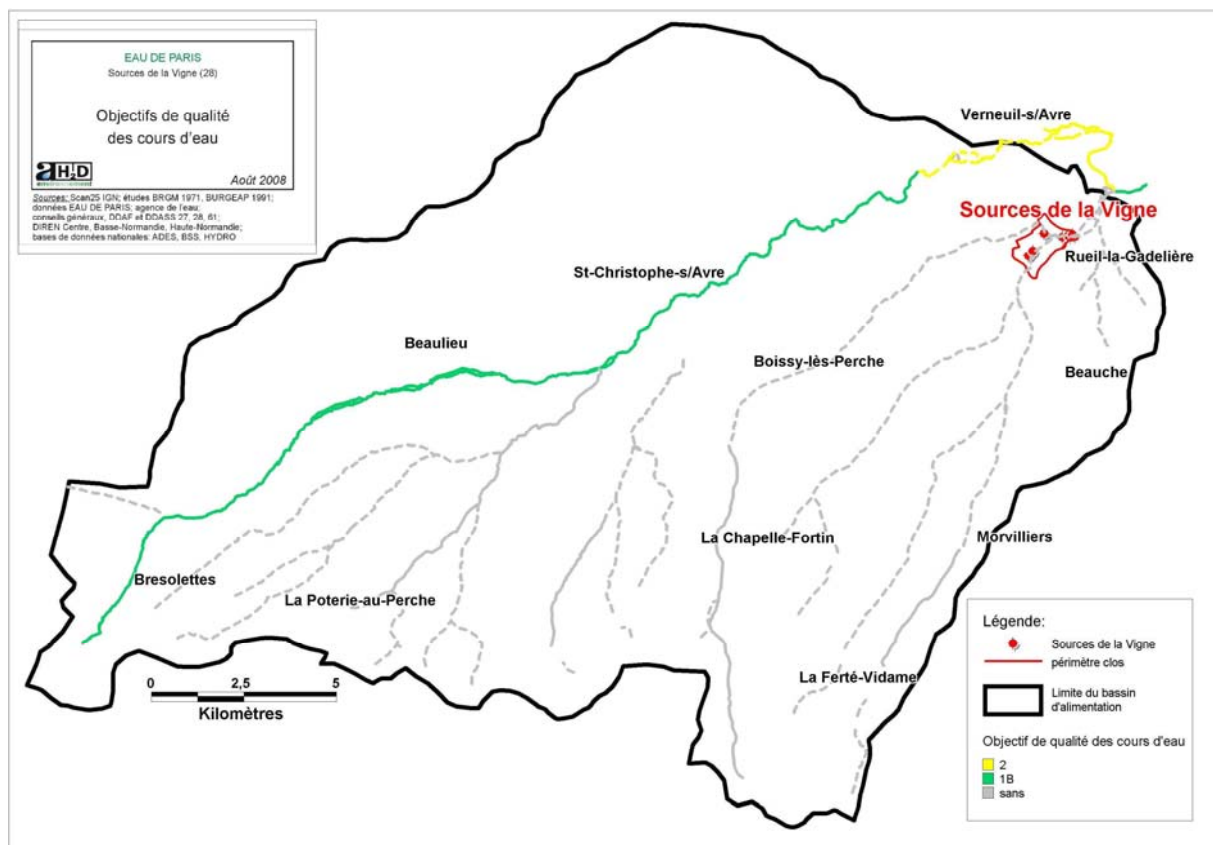


Figure 6 : Objectif de qualité des cours d'eau

III.2 Plans d'eau

Plusieurs types de plans d'eau ont été recensés sur le bassin d'étude : (*Cf. cartes en annexe 2*)

- les retenues collinaires : de très petite taille (souvent moins de 500 m²), non connectées directement à un cours d'eau ; un très petit nombre d'entre elles sont connues des services administratifs, toutes ne figurent pas sur les cartes au 1/25 000 et ne sont pas toujours clairement repérables sur les photographies aériennes ; elles ne peuvent faire l'objet d'un recensement pertinent ;
- les plans d'eau de loisirs : regroupés en limite des communes de Pullay et Les Barils, ce sont des plans d'eau d'agrément pour un village de vacances ;
- les plans d'eau liés aux cours d'eau : ce sont les plus importants, ils ont été aménagés dans les vallées voire directement dans le lit des cours d'eau et se trouvent tous dans la moitié Sud du bassin d'étude.

A l'exception d'un groupe de plan d'eau en amont de Verneuil au niveau de la source Gonord, ces plans d'eau sont tous situés en tête de bassin versant. Leur superficie varie de

400 m² à quelques hectares. Les plus vastes sont l'étang du Haut Plan (13,4 ha) à Moussonvilliers et celui du Belloy (13,7 ha) à Marchainville, la majorité se situe entre 0,5 et 1 ha.

Le tableau ci-après recense les principaux étangs implantés dans le lit des cours d'eau. Ce recensement se veut le plus exhaustif possible.

Tableau 07 : Recensement des plans d'eau du bassin d'alimentation des sources de la Vigne.

Nom du plan d'eau	Commune	Cours d'eau concerné	Superficie du plan d'eau
Etang du gré	Bresolettes	Avre	5,738 ha
Etang du Cachot	Bresolettes	Avre	1,871 ha
Belle Fausse	Bresolettes	Avre	1,326 ha
la Poimarrie	Bresolettes	Avre	1,044 ha
Etang de la Forge	Bresolettes	Avre	2,752 ha
Etang de Conturbie	Randonnai	Avre	9,077 ha
Château les Etangs	Randonnai	Avre	6,953 ha
Etang des Gaillons	Randonnai	Avre	2,346 ha
La Cernetterie	Randonnai	Avre	2,159 ha
Groupe des étangs de France	Verneuil sur Avre	Avre	8 étangs de 0,1 à 1,5 ha, total : 5,21 ha
Etang de Sainte-Nicole	La Poterie-au-Perche	Sainte-Nicole	1,649 ha
Etang de Monsuette	La Poterie-au-Perche	Sainte-Nicole	4,844 ha
Etang de Fortibert	La Poterie-au-Perche	Sainte-Nicole	4,314 ha
Etang de Rudelande	La Poterie-au-Perche	Sainte-Nicole	5,749 ha
Etang de la Motte-rouge	La Poterie-au-Perche	La Motte	9,007 ha
Etang de Malnoë	L'Hôme-Chamondot	Charencey	0,892 ha
La Heunière	L'Hôme-Chamondot	Charencey	0,680 ha
Château Guimandière	La Ventrouze	La Poterie	0,434 ha
Château Guimandière	La Ventrouze	La Poterie	1,112 ha
Bourg	La Poterie-au-Perche	La Poterie	1,729 ha
Marmenson	Saint-Maurice les Ch.	La Poterie	1,5 ha
Gentilly	Saint-Maurice les Ch.	La Poterie	1,592 ha
Moulin de Villedieu	Saint-Maurice les Ch.	La Poterie	0,486 ha
Plan d'eau communal	Saint-Maurice les Ch.	La Poterie	1,912 ha
Amont Belloy	Marchainville	Belloy	0,587 ha
Etang du Belloy	Marchainville	Belloy	13,7 ha
Bourg	Moussonvilliers	Belloy	1,454 ha
Bois de la Milasse	Moussonvilliers	Affluent Grenouille	2,707 ha
Etang du Haut Plan	Moussonvilliers	Affluent Grenouille	13,44 ha
Etang de la Farlade	Moussonvilliers	La Gohière	4,333 ha
Etang de la Gohière	Moussonvilliers / La Chapelle-Fortin	La Gohière	2,433 ha
Bois brûlé	La Chapelle-Fortin	Affluent la Gohière	1,161 ha
Etang Neuf	La Ferté-Vidame / Marchainville	La Moinerie	9,145 ha
Etang du Buternay	La Ferté-Vidame	Buternay	5,257 ha

Nom du plan d'eau	Commune	Cours d'eau concerné	Superficie du plan d'eau
Le petit Bouvier	La Chapelle-Fortin	Buternay	2,349 ha
Etang de Prémontoux	La Chapelle-Fortin	Affluent Roule-Crotte	5,273
Bois des cordes	La Chapelle-Fortin	Affluent Roule-Crotte	0,81 ha
L'Epinay	La Chapelle-Fortin	Affluent Roule-Crotte	0,726 ha
Etang de Bourg Neuf	La Ferté-Vidame	Pipe-Souris	4,655 ha
Bassins de Mousseuses	La Ferté-Vidame	Pipe-Souris	5,285 et 4,674 ha
Etang de la Harasserie	La Ferté-Vidame	Lamblore	5,001 ha
Etang du Milieu	La Ferté-Vidame	Lamblore	5,440 ha
Etang de Gautres	La Ferté-Vidame	Lamblore	6,665 ha
L'Octogone	La Ferté-Vidame		0,6 ha
Château (bassin Est)	La Ferté-Vidame	Lamblore	2,908 ha

Il s'agit le plus souvent de plans d'eau privés, certains ont un usage destiné à la pisciculture. Les données sur les usages et les modes de gestion sont quasiment inexistantes. Les quelques informations disponibles sont synthétisées dans le tableau ci-après, elles concernent la commune de La Ferté-Vidame (28) et le département de l'Orne.

Tableau 08 : Caractéristiques des principaux plans d'eau.

Plan d'eau	Alimentation	Gestion	Rejet	Usage
Bassin Sud de Mousseuse (La Ferté-Vidâme)	Ecoulement des fossés de la forêt, ruissellement et fossé de l'étang le bled	Vidange tous les 5 ans (novembre – 10 à 15 jours), surverse hivernale	Dans le bassin Nord et dans le ruisseau Pipe-Souris	Pêche à la ligne
Bassin Nord de Mousseuse (La Ferté-Vidâme)	Ruissellement et bassin Sud de Mousseuse	Vidange tous les ans (novembre – 10 jours), surverse hivernale	ruisseau Pipe-Souris	Agrément et paysage
Etang de Gautres (La Ferté-Vidâme)	Ruissellement	Vidange tous les ans (8 jours), surverse hivernale	Plan d'eau aval	Agrément et paysage
Etang du Bourg (La Ferté-Vidâme)	Ruissellement	Vidange tous les ans (8 jours), surverse hivernale	Ruisseau le Lamblore	Agrément et paysage
Etang du milieu (La Ferté-Vidâme)	Ruissellement, fossé sans vie piscicole possible, fossé d'un plan d'eau supérieur (étang de la Harrasserie)	Vidange tous les 2-3 ans (décembre-janvier, 10 jours), surverse hivernale, trop-plein : déversoir grille en dérivation	Dans un fossé sans vie piscicole et dans l'Etang de Gautres	Chasse, défense-incendie, agrément et paysage
Etang de l'Octogone (La Ferté-Vidâme)	Ruissellement et fossé sans vie piscicole possible	Vidange tous les 3-4 ans (janvier-février, 3 jours), surverse hivernale, trop-plein : déversoir avaloir en pierre	Fossé sans vie piscicole	défense-incendie, agrément et paysage, pisciculture
Etang de la Harrasserie (La Ferté-Vidâme)	Ruissellement et fossé sans vie piscicole possible	Vidange tous les 2-3 ans (décembre-janvier, 10 jours), surverse hivernale, trop-plein : déversoir grille en dérivation	Dans un fossé sans vie piscicole et dans l'Etang du milieu	Chasse, défense-incendie, agrément et paysage, pisciculture
Etang de la Pistollerie (La Ferté-Vidâme)	Ruissellement et fossé sans vie piscicole possible	Vidange tous les 2-3 ans (janvier-février, 4 jours), surverse hivernale	Dans un fossé sans vie piscicole et dans l'Etang de la Harrasserie	défense-incendie, agrément et paysage, pisciculture
Etang du Bourg neuf (La Ferté-Vidâme)	Ruissellement et fossé sans vie piscicole possible	Vidange irrégulière et surverse hivernale	Fossé sans vie piscicole	défense-incendie, agrément et paysage
Etang du Haut Plan (Moussonvilliers)	ruissellement			Piscicultures
Etang du Bourg (Moussonvilliers)	Ruissellement et ruisseau du Belloy		Ruisseau du Belloy	Enclos piscicole
Etang Ste-Nicole (La Poterie-au-Perche)	Ruisseau Ste-Nicole		aucun	Pisciculture
Etang la Motte Rouge (La Poterie-au-Perche)	Ruissellement et ruisseau Ste-Nicole		Ruisseau de la Motte	Pisciculture
Etang des Gaillons (Randonnai)	Ruissellement et rivière de l'Avre		Rivière de l'Avre	Pisciculture
Etang le Cachot (Bresolettes)	Ruissellement et rivière de l'Avre	Vidange en novembre 2003	Rivière de l'Avre	
Etang la Forge (Bresolettes)	Ruissellement et rivière de l'Avre	Sédiments pollués, vigilance des services de l'état et risques pour la ressource en cas d'intervention	Rivière de l'Avre	Pisciculture

III.3 SAGE de l'Avre

Le SAGE ou Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux ou SAGE est un document élaboré par une Commission Locale de l'Eau (CLE) (art. L212-3 à L 212-7 du code de l'Environnement) qui fixe les objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection quantitative et qualitative des ressources en eau superficielle et souterraine, des écosystèmes aquatiques, ainsi que les objectifs de préservation des zones humides à l'échelle du bassin versant.

Le SAGE de l'Avre concerne le bassin versant de l'Avre dans son ensemble, c'est-à-dire de sa source dans la Forêt domaniale du Perche et de la Trappe à Bresolles jusqu'à sa confluence avec l'Eure au Nord de Dreux.

Il a été initié par le Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de l'Avre (SIVASMAVA) et est porté par le département de l'Eure en réponse aux inondations de 1993-1995 et à leurs importants dommages. Initié en mars 1995, son périmètre a été validé en mai 1999 et la commission locale formée en février 2002.

III.3.1 Objectifs et avancements

Les objectifs majeurs du SAGE sont :

- la lutte contre les inondations ;
- la protection des ressources en eau potable ;
- la protection des milieux naturels.

Aujourd'hui, le SAGE de l'Avre est en cours.

Un état des lieux de l'ensemble du bassin versant sous ses différents aspects et de ses problématiques a été publié en septembre 2006.

Un diagnostic dressé en mai 2007 s'attache pour chaque grand thème : « ressource en eau potable », « inondations », « qualité des milieux aquatiques et humides » à mettre en relief les constats de la situation actuelle et les enjeux prioritaires qui s'en dégagent. Ces données permettront de définir les scénarii de la stratégie de gestion du bassin dans tous ces domaines.

III.3.2 Constats et réponses des études en cours aux enjeux prioritaires

III.3.2.1 Ressources en eau

Concernant la ressource en eau, les grandes lignes du constat à l'échelle du bassin versant total de l'Avre sont les suivantes :

- une nappe productive mais sous tension (pluviométrie – capacité de recharge de la nappe – volumes prélevés) ;
- une qualité qui se dégrade (turbidité, pression anthropique : produits azotés et phytosanitaires) ;
- une protection des captages limitée (procédures réglementaires en cours, mais peu sont achevées) ;
- une distribution non sécurisée et une gestion durable qui fait défaut (très nombreuses structures de production et/ou distribution, nombreuses communes avec seulement une seule ressource et peu d'interconnexion d'où absence de solution de secours).

Les enjeux prioritaires identifiés sont les suivants :

- E1. Assurer une gestion globale et durable de la ressource ;
- E2. Sécuriser la distribution en eau potable ;
- E3. Lutter contre les pollutions accidentelles (urbaines et industrielles) ;
- E4. Lutter contre les pollutions diffuses.

➔ La mise en place des périmètres de protection de captage pour les sources de la Vigne et la finalisation de la procédure engagée entre dans la réponse à ces enjeux prioritaire (E3). Cette étude y participe.

III.3.2.2 Ruissellements

Concernant les inondations, les grandes lignes du constat à l'échelle du bassin versant total de l'Avre sont les suivantes :

- impact des dernières crues : en 1993, 1995 (ruissellement important) et 2001 (remontée de nappe) ;
- une évolution inquiétante du mode d'occupation des sols (transformation des prairies en cultures) ;
- une gestion des rejets pluviaux qui fait défaut ;
- une gestion parfois inadaptée des ouvrages ;
- une vulnérabilité à maîtriser et à cibler ;
- une gestion de crise à améliorer et une culture du risque à développer.

Les enjeux prioritaires identifiés sont les suivants :

- E5. Limiter l'Aléa « ruissellement » ;
- E6. Limiter l'Aléa « débordements de rivière » (faciliter l'écoulement, limiter les apports directs à l'Avre) ;
- E7. Contrôler et réduire la vulnérabilité ;
- E8. Une gestion de crise à améliorer et une culture du risque à développer.

➔ Les informations apportées par les différentes études réalisées sur le bassin des sources de la Vigne et contribuant à l'amélioration de la compréhension du fonctionnement du système karstique, réservoir de la ressource d'eau potable, peuvent apporter une meilleure connaissance du territoire concerné dans différents domaines.

Ces études concernent en particulier :

- la compréhension des interactions eaux de surface – eaux souterraines ;
- le fonctionnement du karst du bassin de la Vigne avec notamment les connexions existantes entre les différents points d'engouffrement et les sources en aval, le mode de fonctionnement de ces connexions en terme de temps et vitesse de transfert ainsi que la relation avec les conditions climatiques et hydrologiques ;
- ainsi que l'évolution de la qualité des eaux et des risques de transfert de pollution depuis la surface vers l'aquifère.

III.3.2.3 Milieux aquatiques - écoulements

Concernant la qualité des milieux aquatiques et humides, les grandes lignes du constat à l'échelle du bassin versant total de l'Avre sont les suivantes :

- une qualité qui se dégrade vers l'aval ;
- des sources de pollutions multiples ;
- un débit d'étiage limitant ;
- une gestion piscicole qui fait défaut
- des zones humides soumises à de fortes pressions
- une morphologie du cours d'eau à restaurer.

Les enjeux prioritaires identifiés sont les suivants :

- E9. Atteindre une bonne qualité des eaux superficielles ;
- E10. Assurer un débit minimum ;
- E11. Reconquérir la potentialité piscicole de l'Avre ;
- E12. Préserver le patrimoine naturel de l'Avre ;
- E13. Restaurer la morphologie ;
- E14. Sensibiliser les acteurs.

➔ La variation des prélèvements pour l'alimentation en eau potable au niveau des sources de la Vigne en fonction de la qualité de l'eau, des variations de débit des sources et du temps de réaction du système peut avoir des incidences plus ou moins importantes sur le cours de l'Avre en aval, son milieu aquatique et le soutien d'étiage notamment.

La protection de la ressource et une gestion durable permettent d'apporter des améliorations sur ces différents aspects.

Dans ce cadre, l'arrêté n°DDTM/SEBF/2022-58 définit 4 seuils d'alerte (vigilance, alerte, crise, crise renforcée) selon le niveau des cours d'eau et les mesures à prendre. La production d'eau potable des sources de la Vigne est directement concernée sur la base des débits observés à la station d'Acon :

- lors du franchissement du seuil d'alerte : restitution à la rivière de l'Avre de 10 % du débit disponible des captages des sources de la Vigne et du Breuil ;
- lors du franchissement du seuil de crise : restitution à la rivière de l'Avre de 30 % du débit disponible des captages des sources de la Vigne et du Breuil ;
- lors du franchissement du seuil de crise renforcée : concertation avec les départements pour décider des mesures à prendre.

IV Contexte géologique

IV.1 Lithologie

Le bassin d'alimentation des sources de la Vigne s'étend sur les cartes géologiques au 1/50 000 de Verneuil, l'Aigle et la Loupe dans la partie Ouest du bassin parisien.

Le secteur est constitué par les formations sédimentaires du Crétacé supérieur (Secondaire) surmontées par les terrains d'altération et de recouvrement du Tertiaire et du Quaternaire. (*Cf. carte géologique* en annexe 3)

La superposition des assises est la suivante de la plus récente (à l'affleurement) aux plus anciennes (en profondeur).

Formations superficielles, Tertiaire et Quaternaire :

- Alluvions récentes (Fz) : composées de sédiments fins silto-argileux, elles occupent le fond des vallées et sont peu épaisses (moins d'un mètre) lorsqu'elles ne comblent pas un ancien chenal.
- Alluvions grossières (Fy) : rencontrées dans la vallée de l'Avre vers Verneuil-sur-Avre et Saint-Christophe, elles sont formées de silex de taille millimétrique à pluricentimétrique. Généralement de faible épaisseur, cette formation atteint 3 mètres à Verneuil.
- Limons des plateaux : Ces silts argileux bruns se rencontrent en placage de faible épaisseur sur les plateaux.
- Formation de recouvrement à silex : Cette formation qui peut être très importante (jusqu'à 20 ou 30 mètres d'épaisseur sur les plateaux) provient de l'altération des assises crayeuses sous-jacentes. La composition de cette formation est très variable d'un secteur à un autre, le plus souvent elle se présente comme une matrice argileuse rouge renfermant de nombreux silex. Elle peut en outre contenir du sable, des débris de silex ou des limons dans des proportions variables. Dans le secteur Sud-Ouest du bassin, cette formation peut présenter un faciès différent où la matrice argileuse devient blanche et plastique. Elle est surmontée d'une formation de Limons à silex (B-LPS) de faible épaisseur (1 mètre), très répandue sur l'ensemble du bassin. Celle-ci est composée d'une matrice silto-argileuse brune enrobant des silex.
- Colluvions : formations observables au bas des versants, elles se constituent de dépôts silto-argileux mis en place par le ruissellement. La fraction argileuse varie selon la présence et l'épaisseur d'altérites à silex en surface.

Formations du CRETACE :

Ces formations, principalement crayeuses, constituent le substratum de la région de Verneuil-sur-Avre. L'important recouvrement par les formations superficielles en limite les affleurements. Les surfaces de contact entre le CRETACE et les formations de recouvrement sont très irrégulières.

- Coniacien – Santonien indifférenciés : Craie blanche à jaunâtre riche en silex. Ce niveau, d'une épaisseur pouvant atteindre 40 mètres vers le Nord-Est, est constitué de craie tendre blanche à jaunâtre en bancs réguliers et horizontaux délimités par des bancs de silex en rognon.

- Turonien : Cet étage est toujours recouvert par les formations superficielles et n'a été observé qu'en forage. Il est formé d'une craie marneuse blanche à jaune contenant des niveaux de silex noirs. Les premiers mètres au sommet montrent une craie plus franche, granuleuse et plus dure. Un faciès dolomitique et sableux peut également être localement présent au sommet. L'épaisseur de l'ensemble varie du Nord vers le Sud, elle est estimée à 40 mètres dans le secteur de Rueil, 30 mètres à Boissy-lès-Perche et s'amenuise vers le Sud où elle est de 10 à 20 mètres.
- Cénomaniens moyen – supérieur : Sables du Perche. Cette formation apparaît en limite Sud du bassin d'alimentation des sources de la Vigne. Elle est composée de sables clairs moyens à grossiers avec une fraction argileuse. D'une épaisseur de 15 à 30 mètres, ils sont altérés en surface sur quelques mètres, montrant alors un sol brun. Ils peuvent être recouverts d'une faible épaisseur de formations superficielles de versant.
- Cénomaniens inférieur et moyen crayeux : Ce niveau regroupe la Craie de Rouen en partie supérieure et la Craie glauconieuse en partie inférieure. L'ensemble atteint plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Cette formation affleure au Sud du bassin versant.

Les formations de recouvrement reposent sur les Sables du Perche et la craie du Cénomaniens dans la partie Sud du bassin, en amont d'une ligne Randonnai, St Maurice les Charencey, Moussonvilliers, La Ferté-Vidame. Au Sud de cette ligne, elles reposent sur la craie turonienne jusqu'au secteur des sources.

IV.2 Structure

L'ensemble des couches du Crétacé est affecté d'un pendage Sud-Ouest / Nord-Est et s'enfonce vers le centre du Bassin Parisien. Le relief de la région est caractérisé par un plateau doux incliné vers le Nord entaillé par les cours d'eau. Au Sud du bassin d'alimentation, le plateau se termine par un coteau abrupt.

Une série de failles affecte les séries du Secondaire au niveau de Rueil la Gadelière. De direction NNO/SSE, elles relèvent le bloc Est, les marnes du Turonien font office d'écran et font obstacle à l'écoulement des eaux de la craie plus perméable. Ce qui explique la situation des sources de la Vigne dans ce secteur.

Des linéaments détectés par photo-interprétation ont été relevés. Ils affectent essentiellement le secteur situé au Sud-Ouest des sources et du système de failles de Verneuil-Rueil, en rive droite de l'Avre. Les directions relevées sont 0 à 20°Est, 60° Est, 90 à 100°Est et 110 à 130°Est.

La géométrie du toit du Cénomaniens est caractérisée par la présence d'un dôme au niveau de La Ferté-Vidame dont l'axe est orienté vers le Nord en direction de Rueil et correspondant aux vallées du Lamblore, du Pipe-Souris et du Roule-Crotte. Le toit du Cénomaniens est également affecté par la présence d'une fosse au droit de la vallée de l'Avre.

La figure suivante présente la coupe géologique schématique de l'ensemble du bassin de la Vigne.

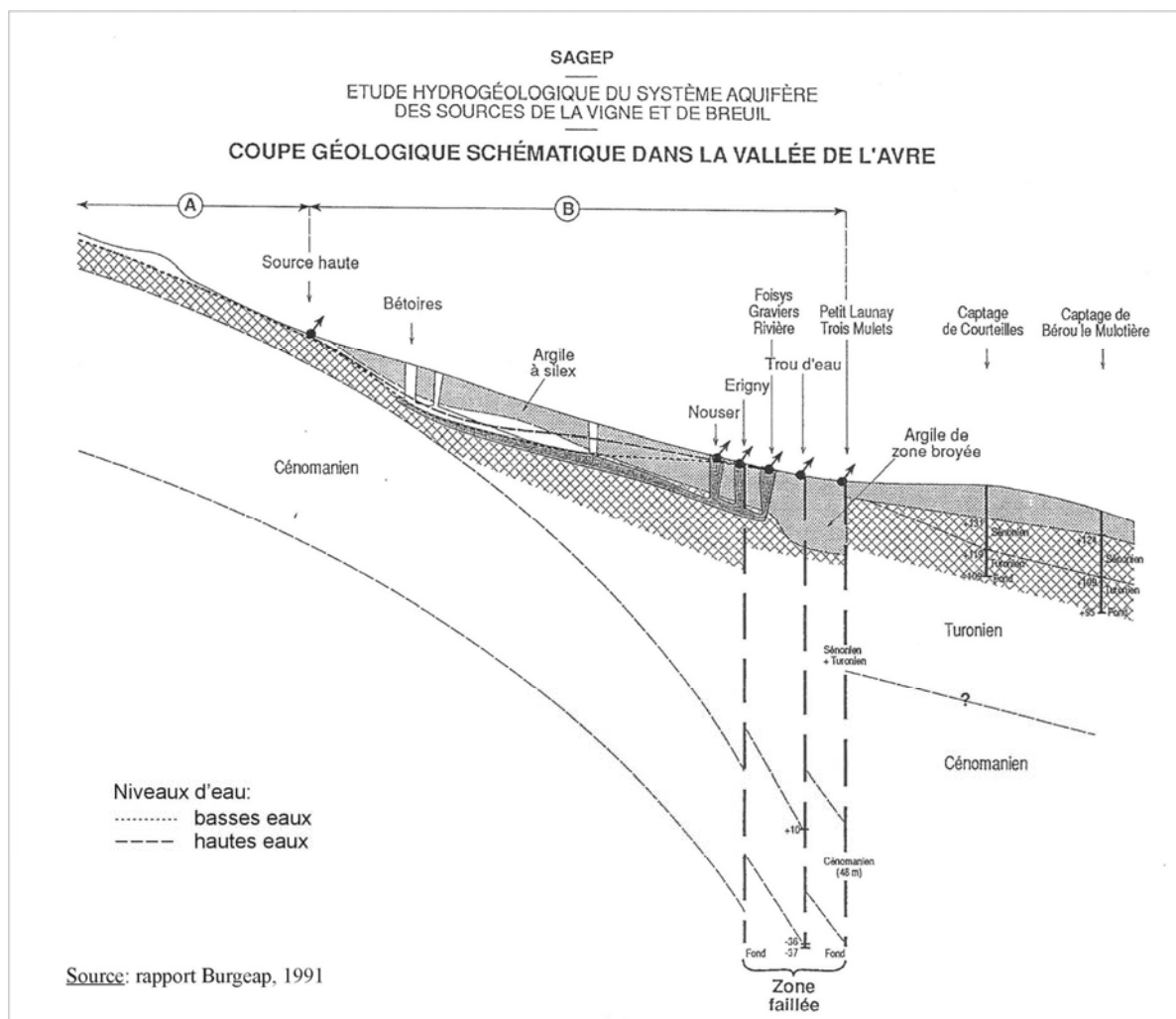


Figure 7 : Coupe schématique du contexte hydrogéologique des sources de la Vigne

IV.3 Karstification de la craie

La craie turonienne est largement affectée par une fissuration importante dans sa partie supérieure, moins marneuse, où s'est développé un important système karstique alimentant les sources de la Vigne.

Le fonctionnement d'un tel système repose sur la communication de points d'entrée en surface (gouffres, bétaires, etc.) avec les réseaux de fissurations souterrains et leur exutoire.

De nombreux indices de ce karst ont été identifiés sur le bassin d'alimentation (gouffres, bétaires, pertes de ruisseau, lits poreux) aussi bien dans les vallées que sur les plateaux où des effondrements liés à des cavités en profondeur se produisent..

La description, l'origine et le fonctionnement de ce karst sont abordés dans la partie VI.Contexte hydrogéologique.

IV.4 Coupe des forages proches des sources

En réponse à la demande de l'hydrogéologue agréé, les coupes des forages implantés près des sources sont présentées ci-après lorsqu'elles sont disponibles.

Les ouvrages existants dans le secteur des sources de la Vigne sont peu nombreux. Seuls ceux pour lesquels une coupe technique du forage existe sont présentés ici. Il s'agit des captages AEP de la Varenne et de Bas-église à Rueil en aval des sources ; du forage du Moulin à Rueil, en aval lui aussi des sources et des deux forages réalisés dans la galerie même de la source Rivière.

Les forages de la Varenne et de Bas-église à Rueil, d'une cinquantaine de mètres de profondeur, traversent 25 à 30 mètres d'argiles à silex (et de sables pour le forage de la Varenne) avant d'atteindre la craie dont les eaux sont captées.

Le forage du moulin à Rueil est beaucoup plus profond, il atteint 186 mètres de profondeur. La craie est présente jusqu'à 146 mètres et surmonte une alternance d'argiles et de marnes à silex.

Les forages réalisés dans la galerie de la source Rivière atteignent 35 et 37 mètres de profondeur. Ils traversent respectivement 20 et 16 mètres d'argile à silex avant d'atteindre la craie dont les conduits karstiques sont remplis d'argiles.

Figure 8 : Coupe du forage 02153X2003 de Bas-église à Rueil

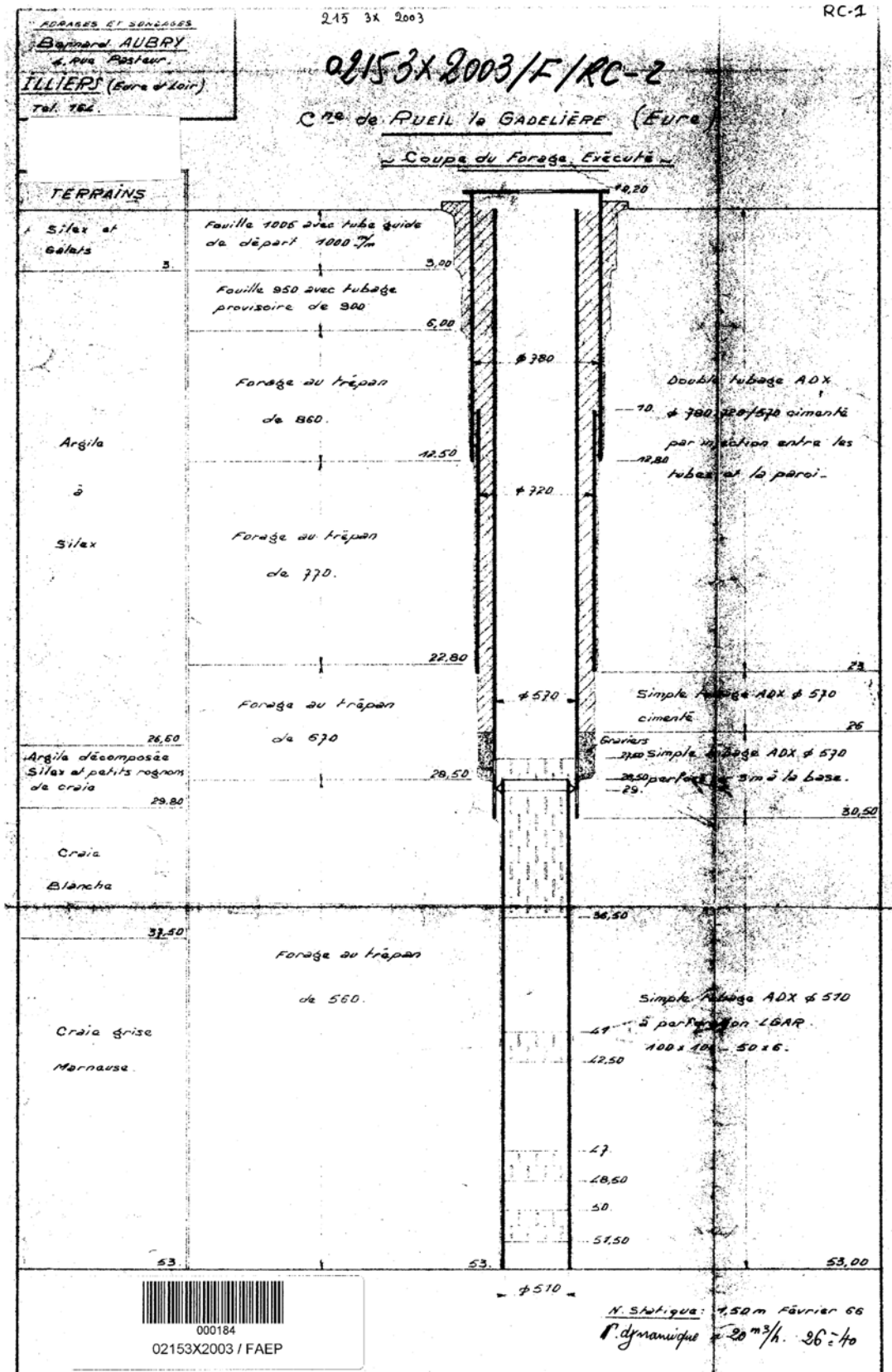


Figure 9 : Coupe du forage 02153X2027 de la Varenne à Rueil

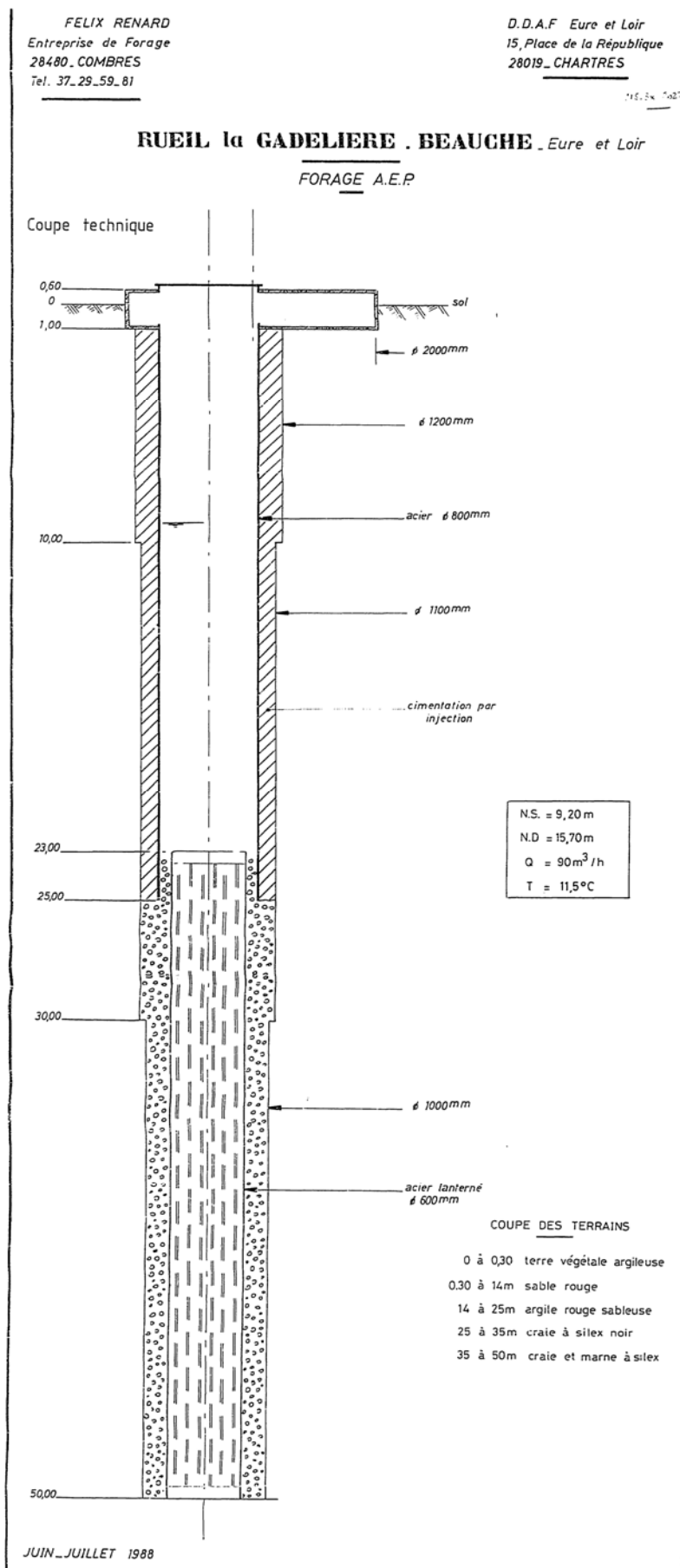
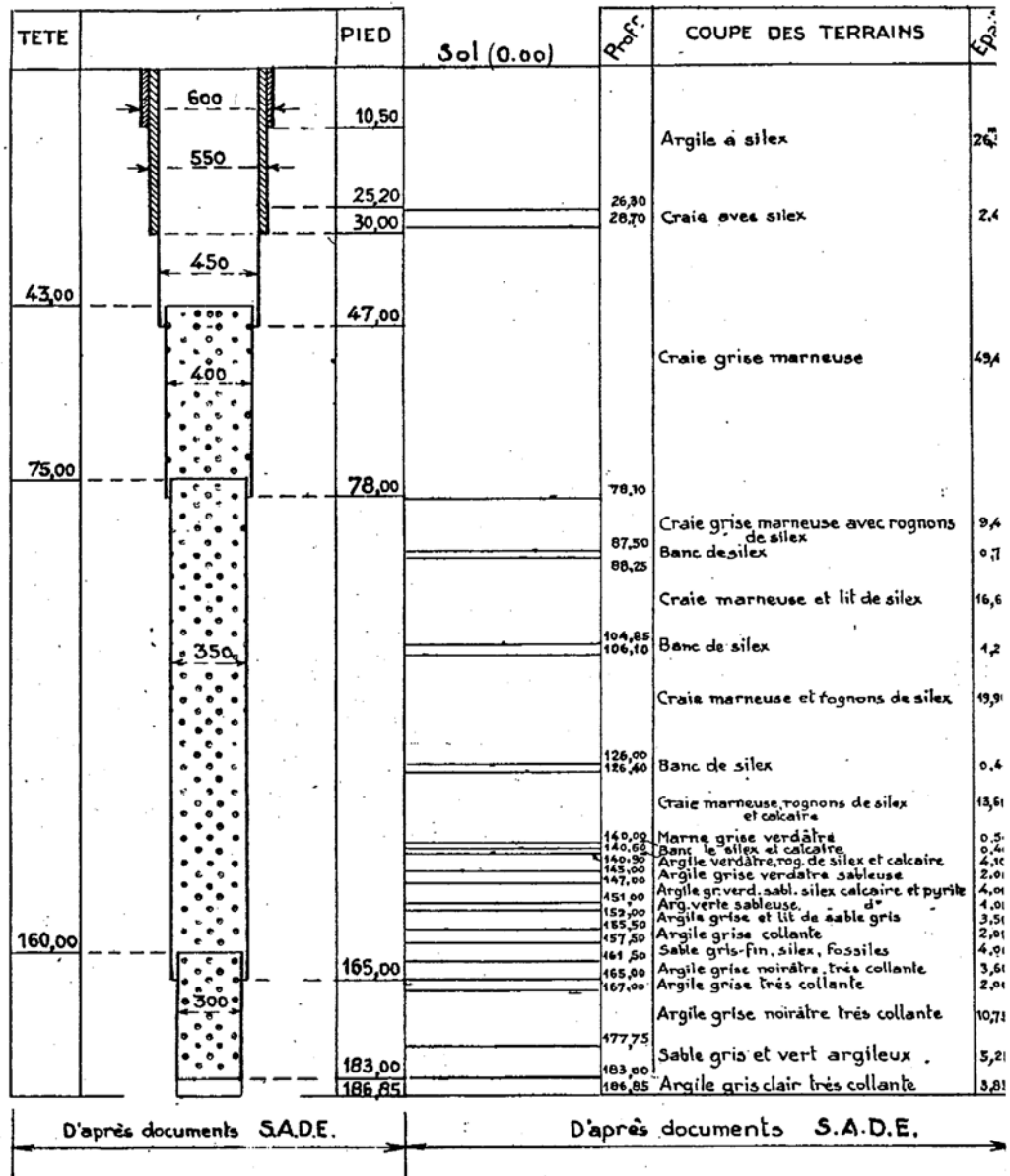


Figure 10 : Coupe du forage 02153X2002 du moulin à Rueil

COUPE DU FORAGE

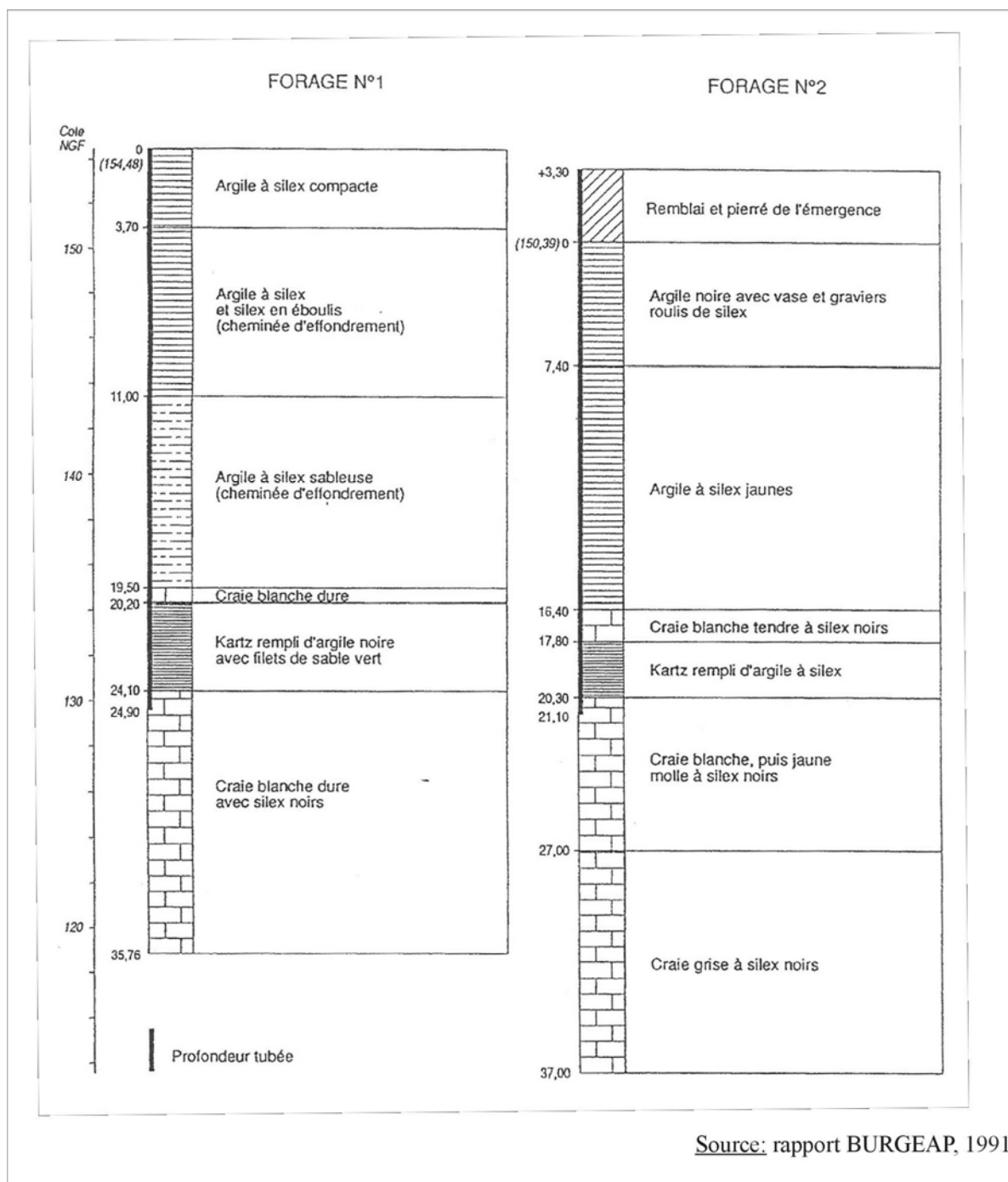
COUPES



000174

02153X2002 / F

Figure 11 : Coupe des forages réalisés depuis la galerie de la source Rivière (Rueil)



V Contexte pédologique

V.1 Pédologie

V.1.1 Introduction

La pédologie représente un facteur important définissant la vulnérabilité de l'aquifère de la Craie du bassin des sources de la Vigne. La synthèse pédologique du bassin s'est basée comme prévu au cahier des charges sur l'analyse des données existantes.

Cependant, devant la nécessité de fournir un document basé sur un minimum de validations, des reconnaissances par sondages et par observations des sols ont été réalisées par la Chambre d'Agriculture d'Eure et Loir.

L'analyse du drainage, paramètre déterminant dans l'élaboration de la carte des sols, a été complétée par le repérage des exutoires de drainage et des enquêtes permettant de localiser les surfaces drainées.

V.1.2 Cartographie des sols : méthodologie et résultats

La pédologie du secteur est caractérisée par la présence de plaquages de couverture sur des formations de composition très variable que sont les argiles à silex et les biefs à silex. Ces formations présentent en outre des extensions variables et difficilement corrélables à la topographie ou aux analyses de photos aériennes.

On rencontre ainsi assez régulièrement, sur les secteurs étudiés, près d'une vingtaine de faciès pédologiques différents.

V.1.2.1 Méthodologie

Comme précisé ci-dessus, l'analyse s'est basée sur les documents existants.

Elle a été réalisée en deux phases :

Pré-zonage des sols, à partir des éléments suivants

- Carte géologique numérique, permettant d'identifier les formations d'argiles à silex, RS (sols caillouteux) et les recouvrements de limons (B – LPs)
- L'analyse des ortho-photo plans fournis par Eau de Paris. L'usage de ces documents a été limité par l'absence de contraste des sols caillouteux qui d'habitude apparaît clairement sur les clichés pris en été d'une année sèche.
- Utilisation de quelques définitions de sols lors d'enquêtes réalisées par la Chambre d'Agriculture d'Eure et Loir auprès d'exploitants agricoles dans le cadre d'opérations antérieures (conseil,...) ainsi que de documents d'études préalables à la mise en place de drainages (réalisation dans les années 80).

Les secteurs situés sur les départements de l'Orne et de l'Eure ont essentiellement été analysés à partir des critères de cartographie géologique, aucune autre information n'étant disponible.

Zonage avec validation terrain

Le pré-zonage est vérifié et détaillé lors d'enquêtes de terrain : prélèvements de sols et observations visuelle des terrains. Au total, une semaine d'enquête terrain a été effectuée la Chambre d'Agriculture d'Eure et Loir sur le bassin de la Vigne.

V.1.2.2 Cartographie

La classification des sols utilisée est orientée de façon à mettre en évidence leur vulnérabilité vis-à-vis du transfert vers la nappe. Les critères sont : la profondeur des sols limoneux, la battance (drainage naturel) et la réserve utile.

La battance influence la note de risque si elle est corrélée à un sol pentu. La réserve utile, quant à elle, indique la capacité du sol à retenir l'eau (et donc à limiter les transferts).

Les codes utilisés pour désigner les sols sont les suivants : (*Cf. carte* de typologie des sols en annexe 5)

- A/B : Limon profond battant humide
- B : Limon moyen battant humide
- B caillouteux : Limon caillouteux battant humide
- E : Limon sain du Thymerais
- Alluvion : Sol humide de vallée
- C : Sol caillouteux sain
- D : Sol caillouteux humide

V.1.2.3 Résultats

V.1.2.3.1 Description des sols

Sol A : Limon à limon argileux profond sur argile à silex. Ces sols ont très peu de cailloux en surface. Ils sont tous en position de plateau (Les Ressuintes, Chapelle-Fortin) ou en bordure de plateau (Rohaire).

Sol E : Limon à limon-argileux moyennement profond peu hydromorphe.

Sol B : Limoneux, moyennement profond sur argile à silex. La teneur en cailloux est plus importante que les sols A dès la surface et on rencontre une forte proportion de gravier ou cailloux brisés dès 40-50 cm. Ces sols se trouvent sur les pentes douces (Rohaire) ou en position de plateau érodé (Lamblore).

Sol B caillouteux : Limon battant graveleux peu profond hydromorphe.

Sol D : Limoneux très caillouteux superficiel. Les sols se retrouvent sur toutes les surfaces érodées avec des variantes sur argile rouge ou sur grison.

Sol C : Situé en position de pentes, ces sols sont plutôt limoneux avec des variantes limono-argileux ou limono-sableux. Les silex sont non-brisés et très nombreux.

Sol de colluvions limoneuses :

- 1^{er} cas : Elles sont très profondes, très peu chargées en cailloux et sont situées en bas des pentes, le long des cours d'eau temporaires.
- 2^{ème} cas : Caillouteuses sur grison. Ces sols correspondent aux passages d'eau sur les plateaux.

V.1.2.3.2 Fonctionnement des sols

L'ensemble de ces sols s'articule selon les schémas suivants.

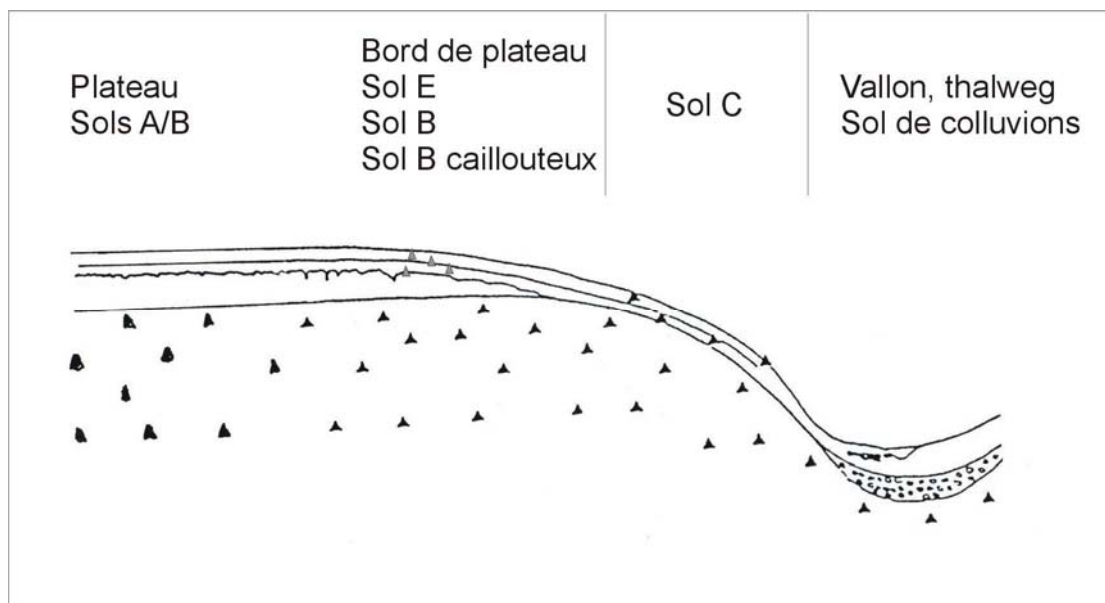


Figure 12 : Exemple de contact entre le plateau et les vallées des cours d'eau temporaires

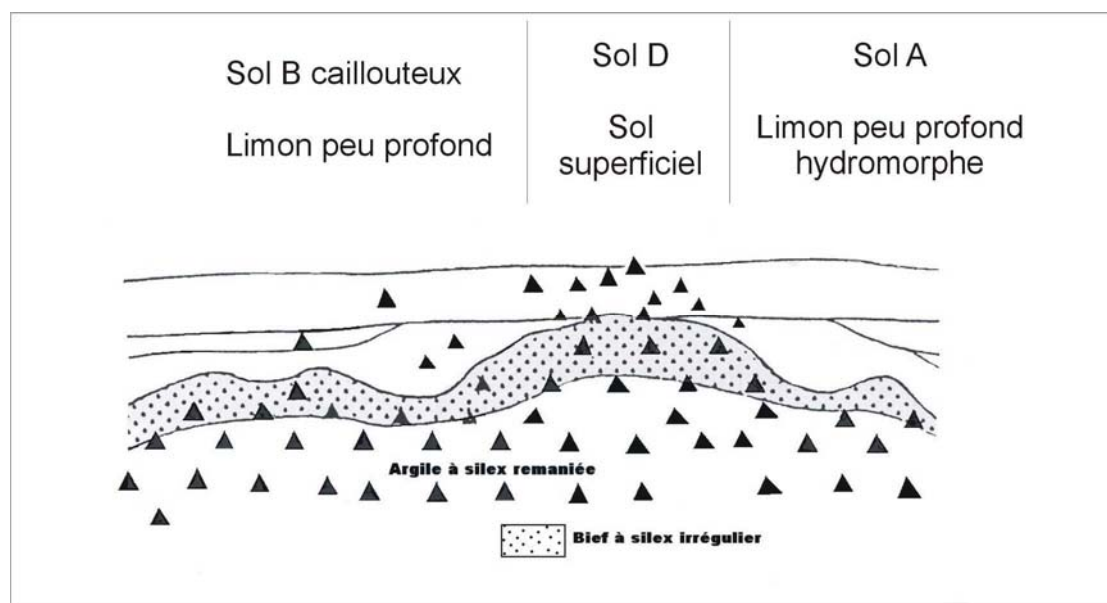
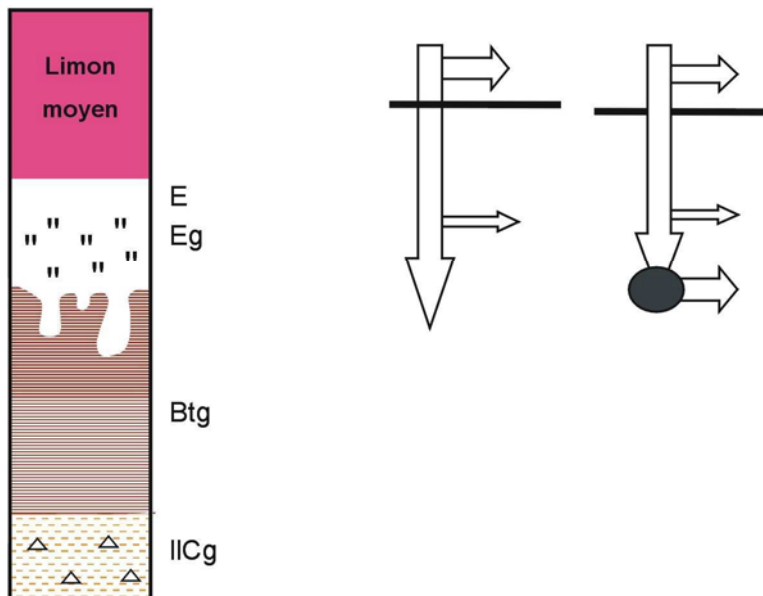


Figure 13 : Exemple de plateau érodé

V.1.2.3.2.1 Sol A : Limoneux battant hydromorphe (sol lessivé hydromorphe dégradé).

Le transfert de l'eau dans ces sols se fait principalement par ruissellement et par drainage naturel sur l'argile à silex. La réserve utile de ces sols est plutôt importante et les parcelles sont généralement drainées. La charge en cailloux est nulle.

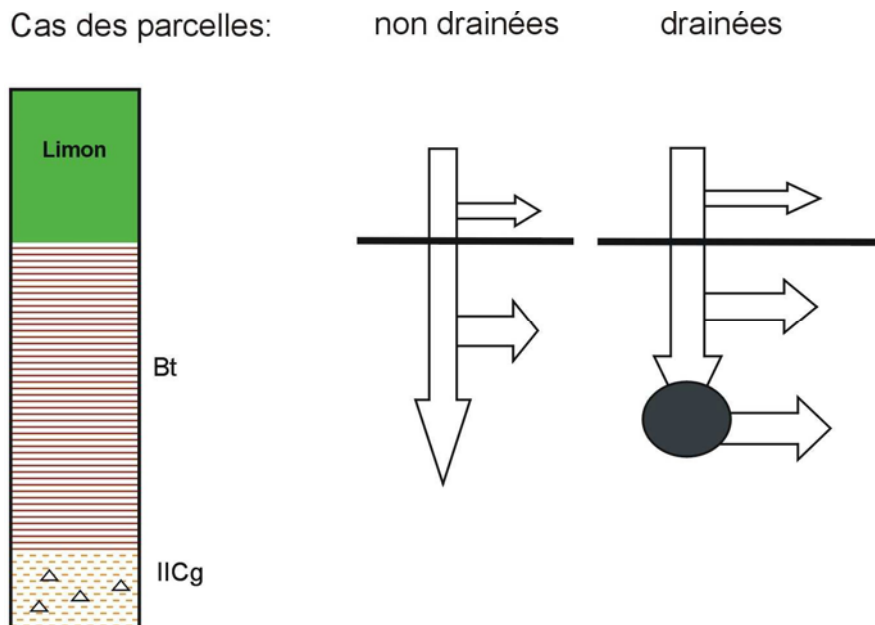
Cas des parcelles: non drainées drainées



L'épaisseur des flèches traduit de façon empirique les risques de transfert. Plus la flèche est large, plus le transfert est important.

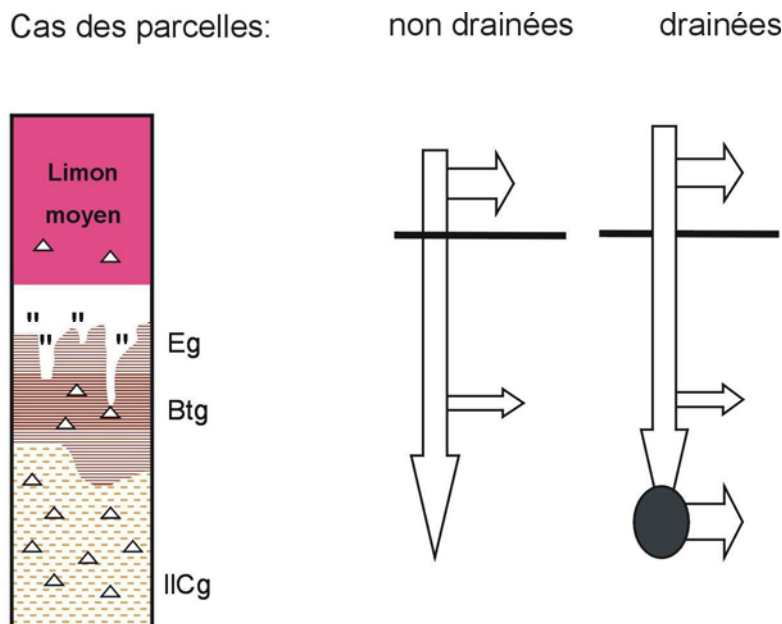
V.1.2.3.2 Sol E : Limon sain du Thymerais - en bordure de plateau (sol brun, faiblement lessivé, peu hydromorphe).

Le transfert de l'eau dans ces sols se fait principalement par drainage naturel et par ruissellement sur les zones avec croûte de battance. La réserve utile de ces sols est plutôt importante, et les parcelles sont généralement non drainées. La charge en cailloux est nulle.



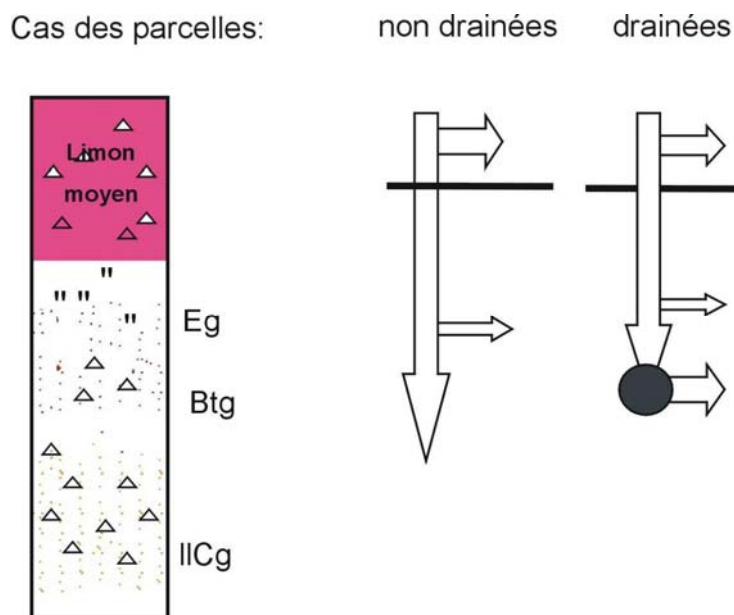
V.1.2.3.2.3 Sol B : Limoneux, peu à pas caillouteux, moyennement profond, humide, sur argile à silex apparaissant de 0,5 à 1 mètre.

Le transfert de l'eau dans ces sols se fait principalement par ruissellement, et par drainage naturel sur l'argile à silex. La réserve utile de ces sols est plutôt moyenne, et les parcelles sont généralement drainées. La charge en cailloux est faible.



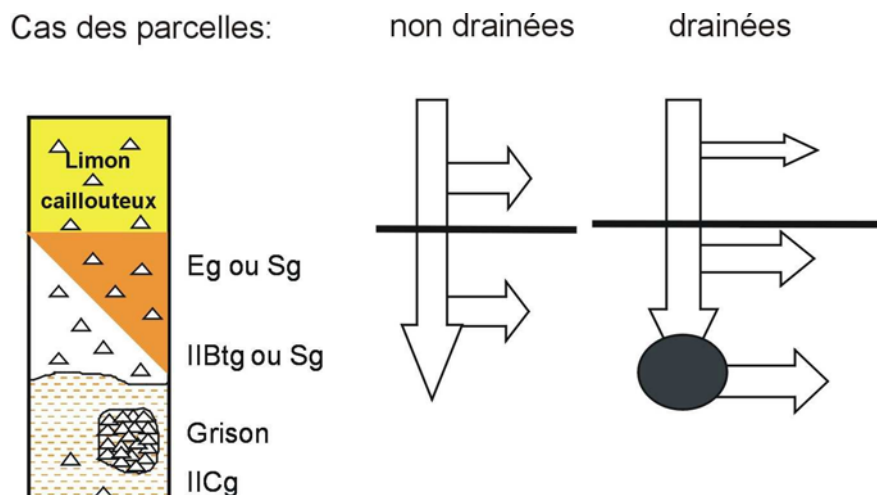
V.1.2.3.2.4 Sol B caillouteux : Limoneux, moyennement profond, sur argile à silex (sol lessivé, à horizon de surface non battant)

Le transfert de l'eau dans ces sols se fait principalement par ruissellement, et par drainage naturel sur l'argile à silex. La réserve utile de ces sols est moyenne à faible, et les parcelles sont généralement drainées. La charge en cailloux est moyenne.



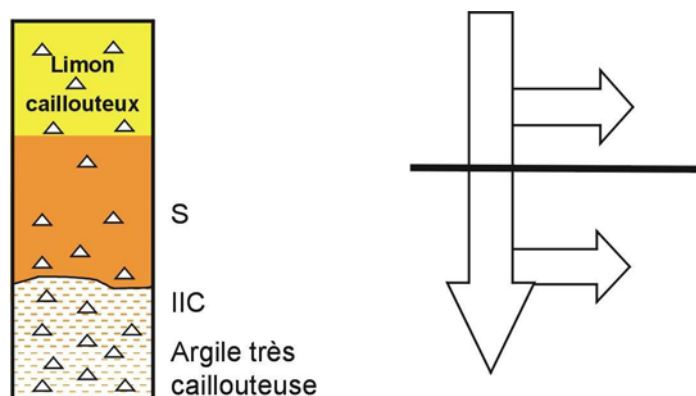
V.1.2.3.2.5 Sol D : Limoneux caillouteux, peu profonds, humides, sur argile à silex apparaissant de 0,5 à 0,7 m.

Transfert par drainage naturel avec écoulements en surface et sur l'argile à silex. La réserve utile est faible, le sol est saturé en eau pendant l'hiver et les parcelles agricoles sont généralement drainées. La charge en cailloux est importante.



V.1.2.3.2.6 Sol C (sain) sur les pentes : Limoneux très caillouteux sur bief à silex (sol planosolique, peu hydromorphe)

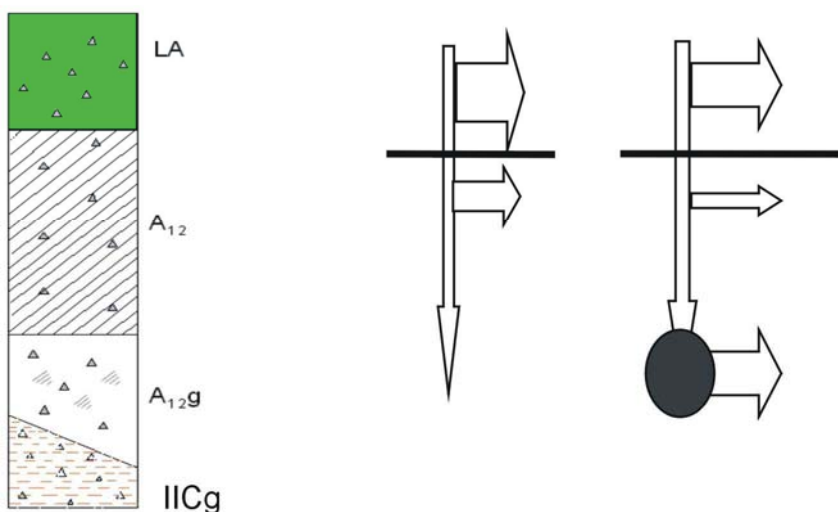
Transfert par drainage naturel avec écoulement sur l'argile à silex et par ruissellement sur les zones avec croûte de battance. La réserve utile est faible, et les parcelles agricoles sont généralement non drainées. La charge en cailloux est importante.



V.1.2.3.2.7 Sol de colluvion limoneuse :

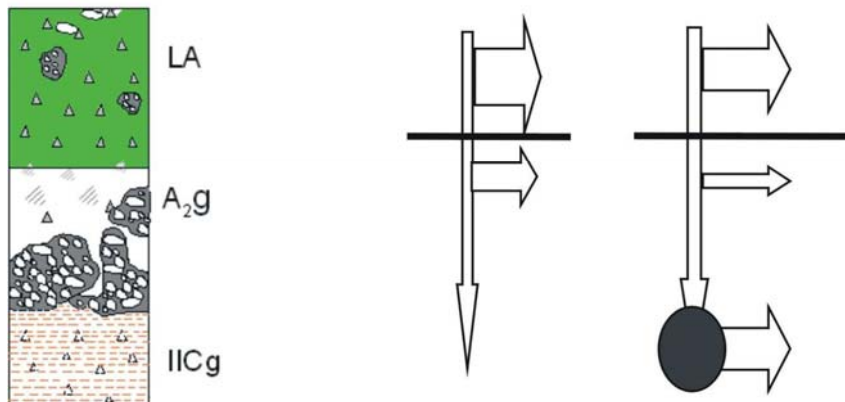
1^{er} cas : Elles sont très profondes, très peu chargées en cailloux et sont situées en bas des pentes, le long des cours d'eau temporaires. La réserve utile est importante, et ces sols ne sont généralement pas drainés.

Cas des parcelles: non drainées drainées



2^{ème} cas : Sol limoneux caillouteux sur grison (sol limoneux, très hydromorphe sur grison, peu évolué) généralement sur les talwegs des plateaux. La réserve utile est moyenne, et les parcelles agricoles sont généralement drainées.

Cas des parcelles: non drainées drainées



V.2 Drainage

Certaines parcelles agricoles font l'objet de drainage pour en améliorer l'exploitation.

Les données relatives à la mise en place de ces systèmes de drainage ont été collectées auprès des chambres d'agriculture et des collectivités (DDAF, mairies, syndicats).

Les informations présentées dans la partie SIG concernent :

- un nom (arbitraire attribué au point pour la phase terrain) ;
- les coordonnées X, Y en Lambert 2 étendu ;
- la nature du point recensé : collecteur (ou captage) en début de drain ou exutoire) ;
- le diamètre de l'exutoire ;
- le milieu récepteur ;
- la source de l'information.

La source de l'information concerne l'origine de l'information cartographique, vérifiée par la suite sur le terrain. Certains exutoires non référencés par les sources cartographiques mais observés sur le terrain ont été ajoutés (source d'information : terrain). Certains points ont été repositionnés suite à la visite de terrain. Dans ce cas, la mention « terrain » a été ajoutée à la source d'information cartographique.

Pour le département de l'Eure-et-Loir, le bassin versant et la situation en rive droite ou gauche du ruisseau principal sont précisés.

V.2.1 Département de l'Eure

La cartographie des parcelles drainées date de 1996. Les drains enterrés entre les parcelles concernées et leur exutoire y sont également reportés. Le rejet de ces eaux drainées vers le milieu naturel se fait au niveau de cours d'eau directement, de fossés ou de vallons secs.

Les collecteurs sont très peu nombreux. Les plus petits ont un diamètre de 140 à 210 mm, les plus gros dans le secteur des Barils de 500 voire 800 mm.

V.2.2 Département de l'Eure-et-Loir

La cartographie des parcelles drainées a été réalisée en 1993 par la chambre d'agriculture. Cette cartographie présente :

- les parcelles drainées ;
- les parcelles non-drainées humides ;
- les parcelles non-drainées sèches ;
- les drains enterrés et les fossés sans que ces derniers ne soit différenciés ;
- les exutoires des drains.

Le rejet de ces eaux drainées vers le milieu naturel se fait au niveau de cours d'eau directement, de vallons secs, de fossés naturels et parfois au niveau de fossés situés le long des routes ou de l'ancienne voie ferrée.

V.2.3 Département de l'Orne

Les données concernant les surfaces drainées sont particulièrement réduites dans ce secteur. Les associations qui ont géré la mise en place des systèmes de drainage par le passé sont aujourd'hui dissoutes depuis plus de 10 ans et les données n'ont semble-t-il pas été conservées. Ni la DDAF, ni la chambre d'agriculture ne disposent de cartographie des surfaces drainées.

Seule la cartographie des drains enterrés a pu être obtenue auprès d'un géomètre, ainsi que des informations sur les parcelles drainées de certains secteurs auprès de quelques collectivités (mairies, syndicats).

Les diamètres des drains sont de l'ordre de 150 à 300 mm.

Quelques rejets ont lieu au niveau de bétouilles aménagées : près du lieu-dit « les Clottes » à Saint-Maurice de Charencey et dans le secteur les Verreries – la Crêpellière au Nord de Beaulieu.

V.2.4 Visite de terrain

Une reconnaissance des exutoires de drainage recensés par les différentes sources citées ci-avant a été réalisée sur le terrain. Seuls les exutoires sont concernés. Les capteurs généralement enterrés situés en sortie de parcelle et dirigeant les eaux vers les exutoires éloignés via un drain enterré n'ont pas été recherchés.

Pour chaque exutoire observé, le diamètre et le milieu récepteur ont été référencés. Lorsque cela était possible, une photo de l'exutoire a été prise.

Un certain nombre d'exutoires sont référencés comme « NT » (non trouvé) ou « NA » (non accessible) en guise de diamètre.

La non accessibilité d'un exutoire peut-être liée à différents facteurs :

- localisation de l'exutoire à l'intérieur d'une propriété privée et/ou clôturée ;
- localisation de l'exutoire en bordure d'un cours d'eau non praticable (végétation dans et aux abords du lit, fourrés denses, niveau d'eau) ;
- exutoire non accessible autrement que par un champ en culture ;
- exutoire situé en zone marécageuse non praticable ;
- disparition d'un chemin d'accès et absence de passage de substitution hors champs cultivé et propriétés privées.

Le caractère « non-trouvé » est attribué lorsque l'exutoire n'a pas été vu bien que la recherche ait été menée au droit du point indiqué par la cartographie et à ses alentours. Les raisons possibles sont les suivantes :

- l'exutoire peut avoir disparu (modification, dégradation du milieu, etc.) ;
- l'exutoire n'est pas visible du fait de la végétation (ronciers très denses, fourrés épais, etc.), même en période hivernale alors que la végétation est au repos et les feuilles tombées, la gêne reste encore très forte dans les nombreuses portions de fossés et cours d'eau non dégagés ;
- le drain débouchant sur l'exutoire recherché est en réalité un fossé ouvert, le ou les exutoire(s) des parcelles concernées sont à rechercher sur ce fossé mais celui-ci n'est pas forcément accessible sur toute sa longueur ;

- certains exutoires sont localisés en sortie immédiate de parcelle en bordure de route sur une zone de plateau : sur le terrain, les surfaces topographiques des champs et de la route sont continues (pas de fossés ni de regards) et aucun exutoire n'est visible (absent ? supprimé ? enterré ?).

VI Contexte hydrogéologique

VI.1 Données générales – accès à la nappe

VI.1.1 Rappel du contexte général

Les formations aquifères du secteur d'étude sont essentiellement la craie turonienne avec son réseau karstique et dans une moindre mesure les Sables du Perche qui donnent naissance aux sources de la partie amont du bassin et permettent l'alimentation des plans d'eau de cette zone.

Le mur de l'aquifère karstique est constitué par le Cénomaniens de perméabilité médiocre. Dans la partie amont du bassin, le dôme du Cénomaniens limite l'épaisseur de l'aquifère du Turonien qui se biseaute et donne lieu à des sources « hautes ». Celles-ci se ré-infiltrent en aval où le Turonien devient plus épais. La zone en dépression située sous la vallée de l'Avre draine les écoulements souterrains qui y convergent.

Le karst est peu profond dans la craie. Il se situe vers 30 à 40 mètres de profondeur sous les plateaux et 20 mètres sous les vallées comme dans le secteur des sources. Dans ce secteur, il se positionne à environ 1 mètre sous le contact argile à silex / craie.

La qualité des eaux n'est pas abordée ici, elle fait l'objet d'un rapport spécifique de EAU DE PARIS (juillet 2008).

VI.1.2 Fonctionnement de l'aquifère du Turonien

Le réservoir constitué par la craie du Turonien est un réservoir fortement karstifié dans sa partie supérieure et dont la base est formée par les formations moins perméables de la craie marneuse du Turonien inférieur et surtout par les marnes du Cénomaniens sous-jacentes. Il est surmonté de terrains de couverture de nature argileuse (argiles à silex) dont l'hétérogénéité n'assure pas une imperméabilité rigoureuse et continue vis à vis de la craie. (Cf. *figure 14* ci-après).

L'alimentation de l'aquifère est assurée par :

- l'infiltration et la percolation des pluies efficaces au travers des terrains de recouvrement composés d'argiles à silex de perméabilité très variable ;
- l'engouffrement des eaux de surface (précipitations, ruissellements, cours d'eau) directement au niveau des nombreux gouffres et pertes du bassin d'alimentation ;
- le rôle des sources du Cénomaniens et probablement des transferts subhorizontaux du Cénomaniens vers le Turonien.

Le fonctionnement souterrain du système fluctue en fonction de la pluviométrie et de l'importance des eaux infiltrées au cours de l'année.

Lors des périodes de forte pluviométrie, de grandes quantités d'eau s'engouffrent dans les conduits karstiques et les mettent en charge. Une partie de ces eaux est acheminée très rapidement vers les exutoires du système (sources de la Vigne mais aussi d'autres sources de la vallée de l'Avre). Ce phénomène est responsable des augmentations de débit très importantes enregistrées aux sources et dont témoignent la rapidité des transferts observés lors des expériences de traçage.

Lorsque la capacité des conduits ne permet pas d'évacuer toute l'eau directement vers les sources, le système est en « surcharge ». La partie des eaux qui ne peut être acheminée directement est alors emmagasinée vers la nappe qu'elle recharge localement par diffusion de part et d'autre des zones de karst. Ce mécanisme de recharge locale de la nappe apparaît très nettement au droit des zones de pertes (variations de la piézométrie de la nappe plus fortes : plus de 5 mètres).

En période d'étiage ou après les périodes de fortes pluviométrie, les engouffrements depuis la surface deviennent moins importants, voire cessent temporairement. Les conduits karstiques jouent alors un rôle de drainage de la nappe de la craie et vidange très lentement l'eau qui s'est emmagasinée dans les zones de pertes (phase de tarissement). La nappe constitue alors un réservoir tampon dont la lente vidange permet d'assurer le soutien du débit de base des sources. Durant cette phase, les zones de forte remontée de la nappe sont sollicitées en premier puis, par propagation, les zones plus éloignées du réseau karstique et qui sont alimentées par percolation lente de la pluie utile (secteurs situés dans les interfluves) sont à leur tour sollicitées.

La figure 14 schématise le fonctionnement de l'aquifère et les interactions nappe-karst.

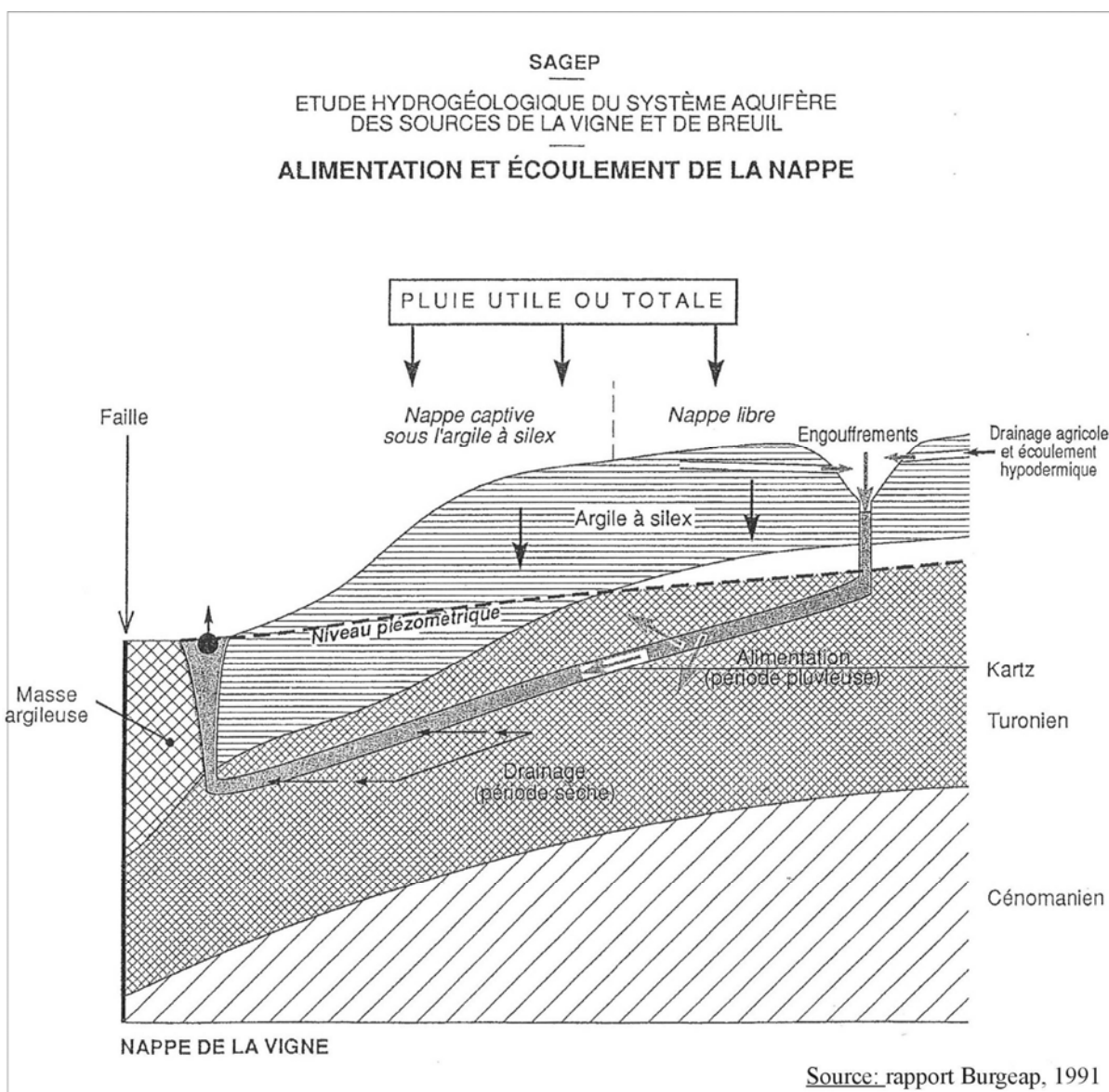


Figure 14 : Coupe schématique du mode d'alimentation et de fonctionnement du bassin des sources de la Vigne

VI.1.3 Description des points d'absorption et des sources

VI.1.3.1 Points d'absorption

Ces points d'entrée vers le karst ont fait l'objet d'observations sur le terrain en 1970 et 1971 lors de l'étude du BRGM ainsi qu'en 1991 lors de l'étude réalisée par Burgeap ; Ils font l'objet de tournées de surveillance régulières et d'études spécifiques de la part des équipes d'Eau de Paris.

Deux types d'entrée vers le karst sont présents sur le bassin.

- Les entrées ponctuelles : bétoires, dolines, gouffres absorbants. Ces formations peuvent être plus ou moins importantes. Le diamètre des dolines est souvent compris entre quelques mètres et une vingtaine de mètres pour une profondeur de l'ordre de quelques mètres. Les bétoires et gouffres montrent également des dimensions très variables.
- Les entrées étendues et diffuses : zones décompressées sur plusieurs centaines de mètres dans les lits des cours d'eau ou lits poreux correspondant à des portions de thalwegs effondrées et remblayées par des limons de débordement. L'étendue de ces zones est variable. Elles s'étendent sur des distances variant entre quelques mètres et plusieurs centaines de mètres, principalement dans les secteurs aval des vallées de l'Avre, du Buternay, du Roule-Crotte et du Lamblore. Certaines portions de cours d'eau ont été cimentées mais beaucoup présentent aujourd'hui des fissures et n'empêchent plus l'engouffrement de l'eau vers le karst.

Ces zones d'engouffrement vers le karst sont majoritairement situées dans les vallées voire directement dans les lits des cours d'eau. Quelques-unes sont repérées sur les plateaux souvent le résultats d'effondrements des terrains de couverture, plus rarement à la faveur de marnière (la Brosse).

La localisation de ces points d'engouffrement montre une bonne corrélation avec le toit du Cénomaniens (*Cf. carte géologique* en annexe 3 et carte de localisation des zones d'engouffrement en annexe 4). Le karst se développe essentiellement au Nord de la ligne des sources du Cénomaniens. Au Nord-Ouest de Moussonvilliers, un accident structural d'axe Sud-Nord met en évidence l'abaissement du bloc Nord-Ouest par rapport au bloc Est. Le toit du Cénomaniens se situe plus en profondeur. Le karst se développe plus loin vers l'amont dans ce secteur (vallée de l'Avre et du ruisseau de la Motte) comme en témoignent les bétoires du secteur de Normandel.

Ces différents points d'absorption ne sont pas constamment sollicités. Les zones d'absorption situées en aval ne fonctionnent qu'en période de hautes eaux lorsque les écoulements de surface dépassent la capacité d'absorption des points d'engouffrement en amont. Les zones les plus en amont fonctionnent plus souvent, elles sont alimentées par les eaux de surface en période de hautes eaux mais aussi en période d'étiage jusqu'à la disparition des cours d'eau temporaires.

VI.1.3.2 Sources

La description des sources a fait l'objet d'un rapport de EAU DE PARIS en juillet 2008. Ce chapitre rappelle leurs principales caractéristiques physiques.

L'existence de ces sources est liée à la présence d'un système de failles mettant en contact l'aquifère de la craie turonienne avec les terrains plus argileux et moins perméables. L'eau de la nappe dont l'écoulement est ainsi barré vers l'aval, rejoint la surface par les cheminées en entonnoir que constituent les sources. Ces points émissifs du karst permettent ainsi la vidange du réseau karstique. Ce schéma de fonctionnement est décrit par la figure 14 (Cf. paragraphe VI.1.2).

La coupe schématique des sources est détaillée par la figure 15 ci-après.

Le tableau ci-dessous rappelle la configuration de chaque source.

Tableau 09 : Description des sources de la Vigne.

Source	Description
Source du Chêne	Puits de moellons cimentés équipé de 2 drains situés à 4 m de profondeur et parallèles à la rivière.
Source de Ganderolle	Puits de moellons cimentés équipé de drains situés à 5 m de profondeur.
Source de Blaou	Vaste vasque empierrée de 6 m de diamètre et 4 m de profondeur.
Source d'Erigny	Vaste vasque empierrée de 6 m de diamètre et moins profonde (1,5 m environ de profondeur).
Source de Foisys	Vaste vasque empierrée de 6 m de diamètre et 1,5 m de profondeur.
Source des Graviers	Vaste vasque empierrée de 6 m de diamètre et 1,5 m de profondeur.
Source de Rivière	Puits de 4 m de profondeur alimenté par une galerie de 72 m dans laquelle ont été forés en plus 2 puits de 35 et 40 m.

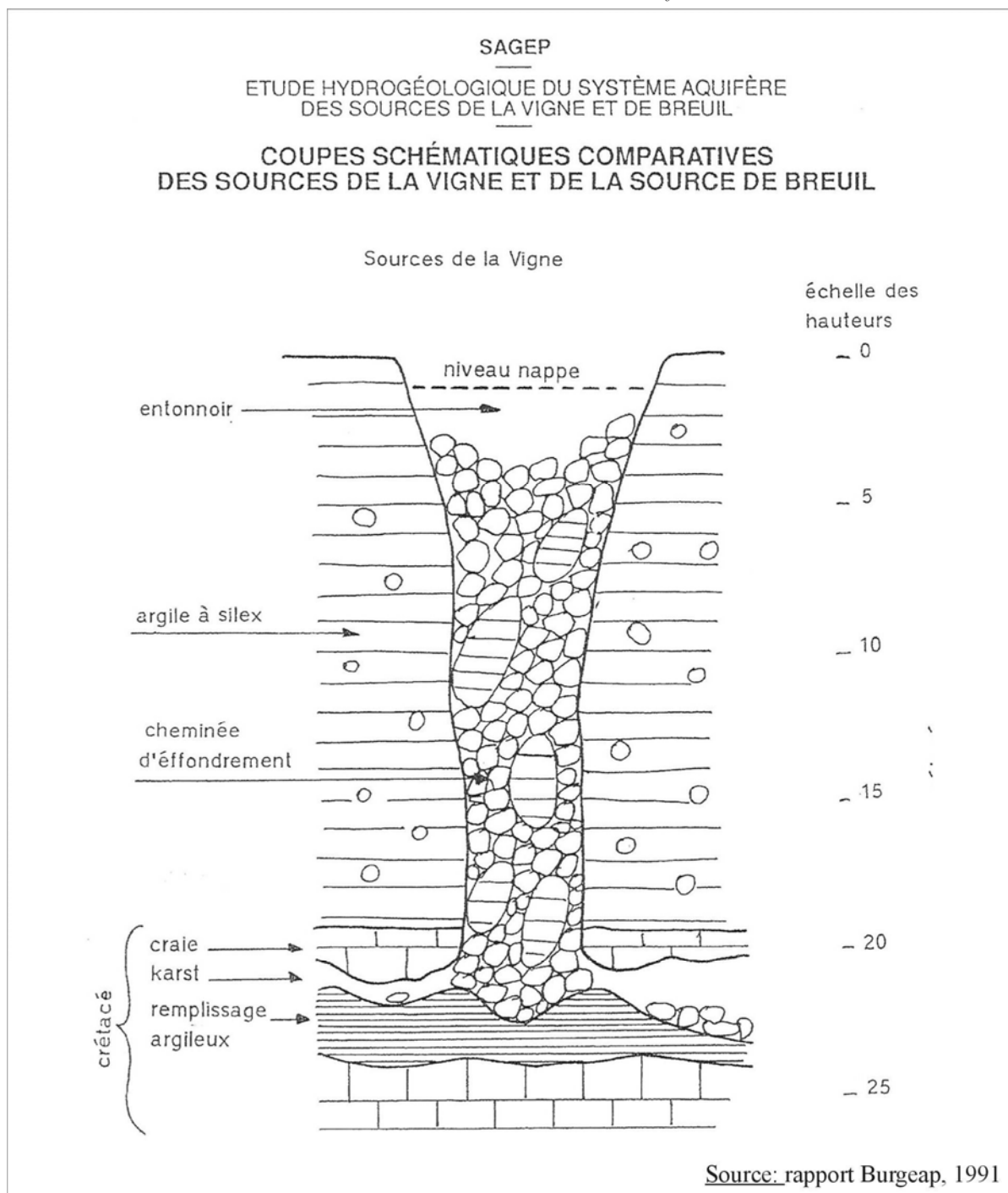


Figure 15 : Coupe schématique de l'émergence-type des sources de la Vigne

VI.1.4 Piézométrie

Plusieurs campagnes de mesures piézométriques ont été menées sur le bassin d'alimentation des sources de la Vigne. Certaines ne concernent qu'une partie du bassin, d'autres se sont attachées à un secteur d'étude s'étendant bien au-delà des limites du bassin d'alimentation des sources de la Vigne.

Parmi ces campagnes, deux se révèlent plus intéressantes. Leur secteur d'étude est bien adapté au bassin d'alimentation de la Vigne et le grand nombre de points suivis permet d'affiner au mieux l'analyse piézométrique.

Globalement la nappe de la craie s'écoule vers le Nord-Est.

VI.1.4.1 Campagne BRGM 1971

La campagne de mesure a eu lieu en février 1971 sur 177 ouvrages. A partir des données recueillies, une carte « bathymétrique » (profondeur du niveau d'eau) et une carte piézométrique ont été établies.

La carte bathymétrique met en avant les informations suivantes :

- la nappe de la craie s'équilibre vers 30 mètres de profondeur sur le bassin à l'exception du secteur de la Ferté-Vidame où elle s'équilibre entre 0 et 10 mètres de profondeur du fait des réservoirs de l'Eocène.
- dans chaque thalweg, plusieurs zones d'affleurement de la nappe de l'amont vers l'aval sont identifiées. Elles correspondent à plusieurs lignes de sources liées à la géologie structurale du secteur. Les lignes de sources amont sont temporaires, les sources aval (dont les sources de la Vigne) sont pérennes.

La carte piézométrique distingue deux secteurs différents :

- un secteur amont caractérisé par un gradient voisin de 5 % sous les plateaux (perméabilité médiocre) pouvant atteindre entre 0,7 et 1 % dans les thalwegs. Les limites entre les différents sous-bassins des affluents de l'Avre y sont nettes.
- Le secteur aval où la craie est plus franche et plus fissurée est caractérisé par un gradient inférieur à 1 % (de l'ordre de 0,1 % dans les thalweg où la fissuration est plus développée et particulièrement dans la vallée du Buternay). L'influence du drainage par les thalwegs s'y trouve atténuée, des interconnexions sont possibles entre les sous-bassins des affluents de l'Avre.
- D'après la piézométrie, le bassin de la Meuvette est indépendant. Une hypothèse d'écoulement possible vers le ru de la Gadelière et la source du Breuil est émise mais non observée ni étudiée.

VI.1.4.2 Campagne Burgeap 1990-1991

La campagne de mesure s'est déroulée en deux temps :

- un premier relevé a eu lieu en novembre 1990 (étiage) concernant 257 puits ;
- un second relevé a été réalisé en mars-avril 1991 (hautes eaux) cette fois sur 285 puits (afin d'étendre la zone d'étude au Nord de Verneuil et vers l'Iton).

Trois cartes ont été réalisées : une carte piézométrique pour chaque relevé et une carte des variations de la piézométrie mesurée entre ces deux relevés de hautes et basses eaux.

Ces trois cartes sont synthétisées en **annexe 7**.

Les courbes piézométriques des deux périodes montrent nettement la même allure et font apparaître :

- Une zone Sud (dôme Cénomaniens) correspondant à l'amont du bassin. L'écoulement est orienté vers le Nord et le Nord-Est selon les vallées superficielles qui constituent des axes de drainage. Le gradient y est un peu plus fort de l'ordre de 1 %.
- Une zone Nord couvrant la partie aval du bassin. L'écoulement se fait d'Ouest en Est à faible gradient (1 à 3 ‰). La nappe est décrochée jusqu'à 20 mètres par rapport aux écoulements de surface.
- Le bassin hydrogéologique reste similaire en période de hautes et basses eaux, et diffère assez peu du bassin topographique.

Les cartes piézométriques indiquent que le bassin versant d'alimentation de la source du Breuil s'étendrait vers le Nord de Verneuil et l'Iton.

L'hypothèse d'une communication avec le bassin de la Meuvette à l'Est n'est pas évoquée ; les cartes piézométriques établies ne la laissent pas présager.

VI.1.4.3 Piézométries « calculées »

Piézométrie CGG 2001 : Cette piézométrie représente seulement une moyenne extrapolée à partir des données existantes (hors campagnes de 1971 et 1991). Elle ne couvre qu'une petite partie du bassin d'alimentation sur le département de l'Eure et Loir. Ces données n'ont pas été utilisées.

Piézométrie BRGM 2005 (atlas de l'Eure) : Cette piézométrie extrapolée fournit des situations basses, moyennes et hautes eaux. Elle ne couvre qu'une partie très limitée du bassin d'alimentation sur le département de l'Eure au Nord de l'Avre entre Verneuil-sur-Avre et Gournay-le-Guérin. Cette piézométrie n'a pas été utilisée.

VI.1.4.4 Remarques

VI.1.4.4.1 Représentations cartographique

Le secteur étudié par le BRGM s'étend de la vallée du Buternay à l'Ouest à celle du Lamblore à l'Est, complété par un petit secteur de la vallée de la Meuvette à l'Est du bassin d'alimentation des sources. Les vallées de l'Avre et de ces affluents : la Poterie et la Gohière ne sont pas prises en compte.

Aussi, seule la cartographie de Burgeap est reprise dans le présent rapport. Cette dernière couvre l'ensemble du secteur d'étude et s'avère plus complète.

VI.1.4.4.2 Conditions lors des campagnes

Les mois de novembre 1990, mars et avril 1991 ne se distinguent pas particulièrement par leur pluviométrie. Cependant, les données d'écoulement permettent d'identifier des périodes de basses eaux en novembre 1990 et de hautes eaux en mars 1991.

Lors de la campagne de mesure de novembre 1990, le débit de l'Avre à Acon était compris entre 1 300 et 1 400 l/s, le débit des sources de la Vigne s'établissait entre 568 et 548 l/s, traduisant une période de basses eaux.

Lors de la campagne de mesure de mars-avril 1991, le débit de l'Avre à Acon était compris entre 2 450 et 3 600 l/s, le débit des sources de la Vigne s'établissait à 906 l/s le

16 avril mais n'avait pu être mesuré précisément les 16 mars et 1^{er} avril du fait de la situation « noyée » de plusieurs sources, traduisant ainsi une situation de hautes eaux.

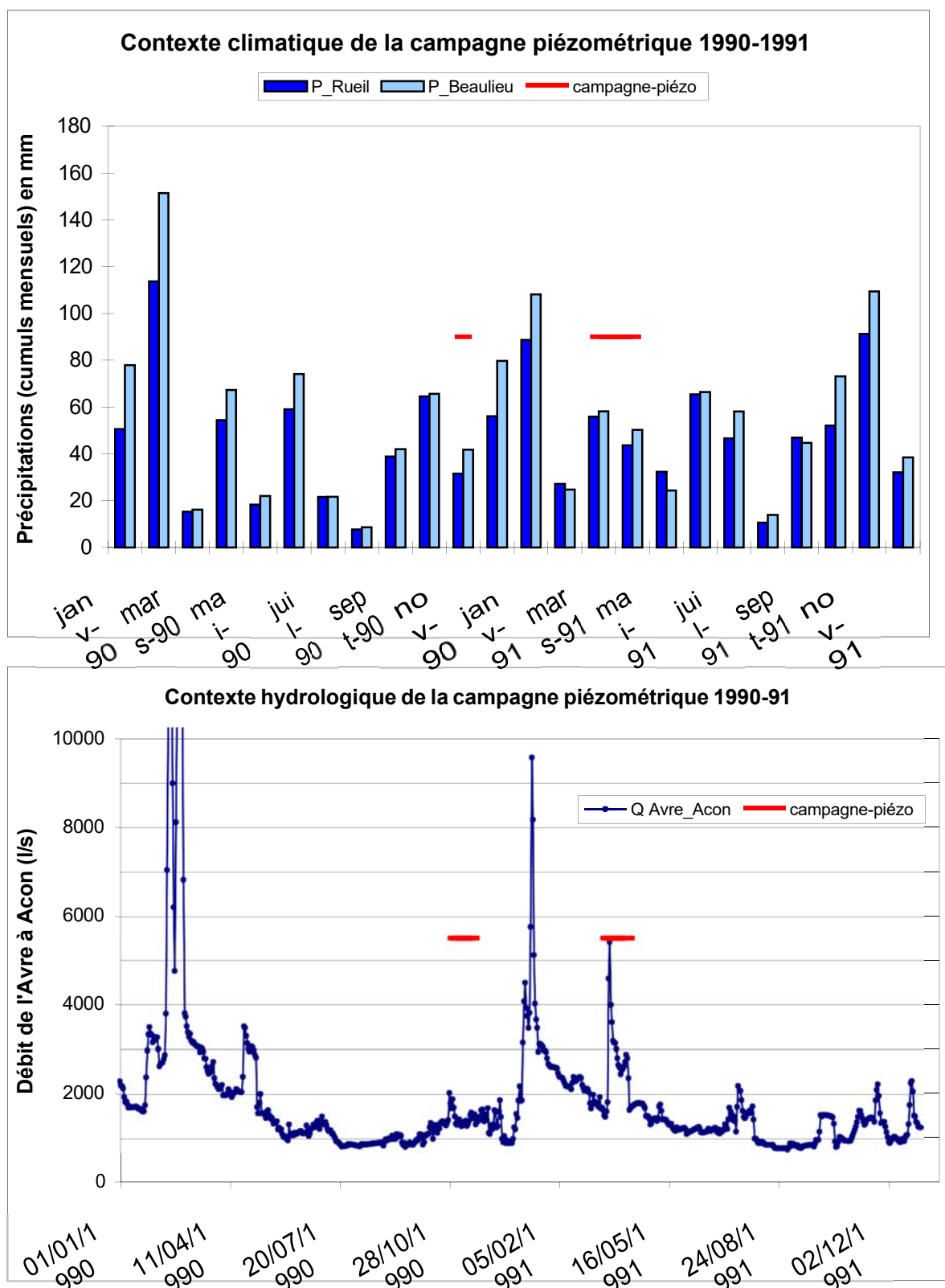


Figure 16 : Contextes climatique et hydrologique des campagnes piézométriques de 1990 et 1991

VI.1.4.4.3 Piézométrie en milieu karstique

Malgré le grand nombre de points utilisés pour établir une carte piézométrique du secteur, ces constatations sont à utiliser avec précautions. En effet, le bassin d'alimentation des sources de la Vigne est très largement influencé par le réseau karstique souterrain comme en attestent les variations de débits des sources selon les périodes de l'année et la pluviométrie ainsi que le fonctionnement de certains piézomètres dont les fluctuations de niveau sont très importantes et très rapides.

Si l'extrapolation des mesures ponctuelles réalisées offre une bonne représentativité en milieu poreux continu, elle ne peut être tenue comme strictement applicable en milieu discontinu et à plus forte raison pour un massif karstique aussi caractéristique. Des connexions inter-massifs d'un sous-bassin à l'autre peuvent exister et ne pas être représentées par la piézométrie ; à l'inverse des connexions attendues peuvent ne pas fonctionner.

En outre, les variations piézométriques entre hautes et basses eaux peuvent être localement atténuées du fait de l'étendue du secteur de l'étude piézométrique et du nombre de mesures. Ainsi, une campagne menée en 2005 par le CRECEP a montré que les variations de la nappe pouvaient être plus importantes de façon très localisée, notamment pour le puits du Bois Spert implanté sur une diaclase et dont le niveau piézométrique a varié de 24 mètres en quelques mois.

VI.1.4.5 Zone non-saturée

La cartographie de la zone non saturée est disponible à l'échelle du département de l'Eure étendue à l'ensemble du bassin de l'Avre à Verneuil (Atlas de l'Eure, BRGM) en hautes et moyennes eaux. Ces données ont été élaborées à partir d'un grand nombre de points présentant de grandes variations quant à l'origine de leurs données (mesures piézométriques réalisées à différentes périodes dans différentes conditions).

La comparaison entre ces données et la piézométrie de Burgeap en 1991 montre des concordances pour l'aval du bassin d'alimentation. Il n'existe pas de données dans la partie amont du bassin d'alimentation.

La cartographie de la zone non saturée du BRGM a été extrapolée dans cette partie amont du bassin sans base piézométrique identifiée. Les grands décalages qui existent entre les résultats de la zone non saturée issus de ce document et les piézométries détaillées de Burgeap nous ont amené à écarter les données de la zone non saturée du BRGM, peu réalistes sur la partie amont du bassin.

La cartographie de la zone non saturée présentée en *annexe 8* est calculée à partir de la piézométrie de hautes eaux de Burgeap et du MNT. La période de hautes eaux est retenue en raison de la profondeur moins importante de la nappe, sa vulnérabilité étant alors accrue. Dans la partie aval du bassin d'alimentation, ces informations ont été vérifiées et validées par comparaison avec la zone non saturée en hautes eaux calculée par le BRGM (atlas de l'Eure).

VI.1.5 Epaisseur des argiles à silex

Des cartes d'épaisseur des argiles à silex existent mais ont été réalisées séparément pour les départements de l'Eure (atlas hydrogéologique) et de l'Eure-et-Loir (données CGG). Il n'existe pas de telle carte pour l'Orne. (*Cf. carte* en annexe 6)

Ces cartes sont incomplètes. Elles ne contiennent que très peu de données, notamment sur le secteur de l'Eure.

Pourtant, le recouvrement d'argiles à silex est présent sur l'ensemble du bassin de la Vigne à l'exception de quelques fonds de vallée. Les variations d'épaisseur sont liées à la topographie et à la surface irrégulière de la craie sous-jacente. L'épaisseur des argiles à silex est supérieure à 10 mètres et peut atteindre 30 mètres sur les plateaux.

Les argiles à silex sont de nature très hétérogène mais la répartition spatiale des différents faciès est mal connue.

Les deux cartes existantes et le peu d'information qu'elles contiennent au niveau du bassin de la Vigne ne permettent pas d'exploiter ce paramètre à l'échelle du bassin d'étude. Nous ne disposons pas de données permettant de générer une telle carte homogène sur l'ensemble du bassin et sérieusement exploitable.

VI.1.6 Ouvrages

Différents points d'eau sont implantés dans le secteur des sources de la Vigne et sur leur bassin d'alimentation : sources, puits, forages.

Certains de ces points d'eau sont utilisés pour l'alimentation en eau potable (AEP), pour l'agriculture ou l'industrie, d'autres ne sont plus utilisés.

Parmi les sources, seules une partie de celles situées en aval du bassin sont captées, les autres s'écoulent naturellement vers le milieu naturel. En amont du bassin, les sources ne sont pas toutes pérennes. Elles donnent souvent naissance aux cours d'eau du bassin et à leurs affluents temporaires dont les eaux se réinfiltrent en aval dans le complexe karstique en période de basses eaux.

VI.1.6.1 Ouvrages à moins de 3 km des sources

Une soixantaine d'ouvrages se situe à moins de 3 km des sources. Ils sont répartis à l'amont comme à l'aval de celles-ci et près de la moitié se situent hors du bassin d'alimentation ou en aval des sources.

Parmi ces ouvrages et à l'exception des sources de la Vigne figurent :

- les sources de la vallée de l'Avre en aval de Verneuil, notamment : le Breuil, Poellay, Trois mulets, petit Launay ;
- plusieurs captages AEP : forages de Rueil, forage de Montingy sur Avre (situé hors du bassin d'alimentation des sources) ;
- les carrières du secteur de Poellay ;
- des puits et forages particuliers destinés à un usage domestique pour la plupart, agricole pour quelques-uns. Plusieurs de ces points d'eau ne sont plus exploités.

Seuls trois ouvrages sont recensés à l'intérieur de l'enclos des sources : le puits de la Vigne, le puits-complexe des Gravières et le puits de la Ferme Nouvet.

Les ouvrages les plus proches situés à l'amont des sources sont implantés à plus de 800 mètres de celles-ci au lieux-dit « Petit Chalonge » et « Bois de Rueil ».

VI.1.6.2 Alimentation en eau potable

Le tableau ci-dessous présente le mode d'alimentation en eau potable des communes situées à l'intérieur du bassin d'étude ou dont le territoire se trouve en partie dans le bassin des sources de la Vigne.

Le numéro BSS de chaque captage est précisé sur la ligne de sa commune d'implantation ainsi que sa localisation au sein du bassin d'étude ou non.

Tableau 10 : Mode d'alimentation en eau potable des communes concernées par le bassin d'alimentation des sources de la Vigne.

Maître d'ouvrage AEP	Communes alimentées et présentes sur le bassin de l'étude	département	captage (code BSS)	captage présent ou non dans le bassin de l'étude
SAEP SUD OUEST CANTON DE VERNEUIL	Gournay-le-Guerin Les Barils Saint-Victor-sur-Avre Saint-Christophe-sur-Avre Armentières-sur-Avre Pullay Chennebrun	27	Chennebrun (BSS000RFVL)	oui
			Gournay-le-Guerin (BSS000RFGQ)	oui
			Pullay (BSS000RFJT)	oui
			Achat d'eau au SAEP DU PERCHER via captage de Chandai (BSS000RFJS)	non
SAEP VERNEUIL EST	Verneuil d'Avre et d'Iton	27	Source Gonord (BSS000RFNK)	oui
SIADEP DE BREZOLLES	Beauche Rueil-la-Gadelière Montigny-sur-Avre	28	La Varenne à Rueil la Gadelière (BSS000RFQT)	oui
			Bas de l'Eglise à Rueil la Gadelière (BSS000RFPT)	oui
SAEP DU VAL ST CYR	Rohaire Morvilliers Lamblore Boissy-les-Perche La Ferté Vidame La Chapelle Fortin	28	Lamblore (BSS000RFYN)	oui
			Les Ressuintes F1 (BSS000TTTE)	oui
			Les ressuintes F2 (BSS000TTUL)	oui
SAEP DU PERCHER	Chandai Crulai Irai Beaulieu Les Aspres Vitrai sous l'Aigle	61	Chandai - Forage du Hamel (BSS000RFJS)	non
			Les Aspres (BSS000REYC)	non
SEPASE	Bourth Mandres Chaise Dieu du Theil	27	Bourth - forage Souchet (BSS000RFGN)	non
			Bourth - forage Crapeautel (BSS000RFGR)	non
			Achat d'eau au SAEP VERNEUIL EST - source Gonord (BSS000RFNK)	oui

Commune	Dép ^t	Alimentée par	N°BSS du captage	Captage(s) situé(s) dans le bassin d'étude
			02532X0034	
Moussonvillers	61	Captage de Marchainville		
Normandel	61	Source de la Poterie-au-Perche	BSS000RFFZ	
Randonnai	61	Source de Randonnai – la Maroyère	BSS000RFFD	Oui
St-Maurice-lès-Charencey	61	Source de Tourouvre		
Tourouvre	61	Source de Tourouvre – la Chauvellerie	02524X0003	Non
Vitrai-sous-l'Aigle	61	Captage de Chandai		

Le tableau ci-après présente les principales caractéristiques des captages destinés à l'AEP (hors Sources de la Vigne) et implantés sur le bassin d'alimentation des sources de la Vigne.

Tableau 11 : Caractéristiques des ouvrages d'eau potable.

Captage	Localisation	Communes alimentées	Nature	Profondeur	Nappe	Débit	Qualité	Traitement
BSS000FRVL	Chennebrun	Chennebrun, Armentières s/Avre (quartier St Etienne)	Puits complexe	42 m	Craie turonienne	23 m ³ /j	Turbidité	Chloration
BSS000RFGQ	Gournay-le-Guérin, station du Coudray	Gournay-le-Guérin	Puits complexe	50,15 m	Craie turonienne	72 m ³ /j	Turbidité	Chloration
BSS000RFJT	Pullay, station de Pannetière	Pullay, les Barils	Puits complexe	75,3 m	Turonien	131 m ³ /j	-	Chloration
BSS000RFJU	St Christophe sur Avre	St-Christophe s/Avre, Armentières S/Avre, St-Victor s/Avre	Puits	26,3 m	Craie	117 m ³ /j	Turbidité	Chlore gazeux Restriction consommation depuis le 11 février 2005.
BSS000RFNK	Verneuil s/Avre, source Gonord	Verneuil-sur-Avre, Mandres (centre)	Source aménagée	17,15	Craie turonienne	70 m ³ /h (2005)	Turbidité, pesticides	Chloration et traitement de la turbidité (système en cours d'amélioration)
BSS000RFYN	Lamblore, station du Plessis (bourg)	Lamblore, Morvilliers	Forage	46 m	Craie turonienne	14 m ³ /h	Turbidité et fer	Déferrisation, javellisation
BSS000RFFZ	La Poterie au Perche – station de Champvillon	La Poterie au Perche, Normandel	Source	0 m	Sables du Perche	150 m ³ /j	-	filtre à sable ; désinfection à l'hypochlorite de sodium, neutralisation au carbonate de calcium
BSS000RFFD	Randonnai – station de Maroyère	Randonnai	Source	0 m	Sables du Perche	76 m ³ /j		Désinfection à l'hypochlorite de calcium, neutralisation au carbonate de calcium

Sources : DDASS 27, 28, 61 et collectivités.

VI.1.6.3 Prélèvements sur le bassin

Le tableau ci-après récapitule les prélèvements réalisés sur le bassin pour les besoins en eau autre que l'AEP pour l'année 2005.

Tableau 12 : Prélèvement d'eau en 2020 pour l'industrie et l'irrigation sur le bassin de la Vigne.

Commune	Usage	Volume prélevé (2020)
Les Barils	Industrie (4 ouvrages)	291 583 m ³
Bourth	Irrigation (1 ouvrage)	1 583 m ³
Beaulieu	Irrigation (1 ouvrage)	16 112 m ³
La Chapelle-Fortin	Irrigation (1 ouvrage)	0 m ³
Verneuil d'Avre et d'Iton	Irrigation (1 ouvrage)	73 m ³

Source : AESN Nanterre et Caen d'après déclarations

Cette même année, les prélèvements AEP (Cf. tableau 11 ci-avant) ont été de 1 390 750 m³ sur le bassin de la Vigne sans tenir compte des sources de la Vigne.

En tenant compte des sources de la Vigne, les prélèvements AEP s'élèvent à 9 628 932 m³ d'eau. Ce chiffre ne comprend pas l'eau des sources renvoyée vers l'Avre.

La totalité des prélèvements effectués sur le bassin (AEP, industrie, irrigation) s'élève à 9 938 283 m³ pour l'année 2020.

Le prélèvement AEP réalisé uniquement sur les sources de la Vigne représente 82,9 % du volume global prélevé sur le bassin d'alimentation.

VI.2 Circulations d'eau et traçages

VI.2.1 Données disponibles

VI.2.1.1 Données climatiques et hydrologiques – rappel

Les expériences de traçage ont pour but d'identifier les connexions existantes entre les différents points supposés d'un système. Elles permettent d'améliorer et de valider la compréhension du fonctionnement du système karstique. Pour cela, il est nécessaire de pouvoir replacer les expériences de traçage dans leur contexte hydrogéologique (période de hautes ou basses eaux, période de crue, etc.).

De nombreuses données sont disponibles concernant la pluviométrie (*Cf.* II.1. Données pluviométriques sur le bassin), les débits des différentes sources, les débits de l'Avre ainsi que quelques informations concernant les expériences de traçage réalisées depuis 1900. Le paragraphe ci-dessous détaille les données utilisées.

- Fichier « QVigne » : mesures du débit total de l'ensemble des sources (l/s) depuis 1897 : 1 mesure deux fois par mois (1^{er} et 15). Série discontinue avec de longues lacunes, essentiellement la période 1959-2002 pour laquelle aucune donnée n'est disponible.
- Fichier « Qs » : débit instantané de chacune des sources de la Vigne. Mesures discontinues depuis 1976, années incomplètes et mesures manquantes pour certaines sources. Les années 1977, 1981 à 1986, 1988 à 1999, 2001 et 2002 sont incomplètes, l'année 2000 n'est pas renseignée. Depuis 2007, le système de mesure a été modifié et est réputé fiable. Cependant, les expériences de traçage intéressant la période de 1900 à 2006, il est nécessaire d'utiliser les données des années correspondantes malgré des suspicions d'erreur non précisées, car ce sont là les seules informations disponibles pour la plupart des traçages.
- Fichier « QAvre » : mesures journalières du débit de l'Avre sur la période 2005-2008 (station St Christophe) et 1972-2008 (station Acon), seules les données correspondantes aux périodes des traçages sont présentées.
- Fichiers précipitations : Pluies journalières depuis 1971 (station de Rueil-sources). Les cumuls mensuels depuis 1885 sont disponibles (rapport CRECEP) mais malheureusement non exploitables car non-corrélabes à des circulations rapides de quelques heures à quelques jours.

Dans ces fichiers, différents graphiques ont été réalisés afin de corrélérer les informations et comprendre le fonctionnement du système :

- mise en parallèle des précipitations et des débits de l'Avre (pas de temps journalier) ;
- mise en parallèle des débits de l'Avre et des sources de la Vigne, positionnement des expériences de traçage à leur date de réalisation.

VI.2.1.2 Traçages : données disponibles et validité

Les données à notre disposition concernant les traçages regroupent les informations contenues dans les rapports des études antérieures à savoir : le rapport du BRGM en 1971, celui de Burgeap en 1991, celui du CRECEP en 2005 et les avis de l'hydrogéologue agréé de 1980, 1986 et 2007.

Les traçages réalisés sur le bassin d'étude entre 1897 et 2006 ont été menés au cours des années 1900-1905, 1910-1912 et 1920-1924. Un traçage a été réalisé en 1955 mais n'a rien donné. Des expériences complémentaires ont eu lieu en 1975, 1990-1992, 2003 et 2006.

Enfin, parmi toutes les expériences de traçage réalisées, certaines ont donné des résultats positifs, d'autres négatifs et quelques-uns incertains. Seules les expériences à résultat positif permettent d'établir une relation entre deux points (précaution prise vis-à-vis de la fluorescéine évoquée ci-avant). Un résultat négatif ne permet pas de se prononcer de façon formelle car plusieurs possibilités sont envisageables : point d'injection et point de sortie surveillé effectivement non-connectés, chemin souterrain différent, traceur passé à une concentration trop faible pour être détecté, phase de surveillance mal calée, etc. Le bassin des sources de la Vigne montre d'ailleurs plusieurs traçages à partir d'un même point d'injection dont les résultats à un même exutoire ont été observés tantôt positif, tantôt négatif selon les expériences (dates, périodes, contexte hydrologique et hydrogéologique). (Cf. IV.2.5. Analyse des traçages.)

VI.2.2 Contexte des expériences

L'analyse des conditions hydrométéorologiques prévalant lors des essais de traçages prend de l'importance dans l'évaluation de la vulnérabilité des sources de la Vigne et la représentativité hydraulique des temps de transfert observés.

Pour chaque expérience de traçage, les données relatives aux débits des sources, de l'Avre et des précipitations (lorsqu'elles sont disponibles) ont été examinées afin de déterminer le contexte de hautes ou basses eaux dans lequel a eu lieu chaque expérience.

Trois catégories ont été définies : expériences en basses eaux (BE), moyennes eaux (ME) et hautes eaux (HE). Les expériences réalisées lors d'épisodes de crues (qu'elles surviennent en période de hautes, basses ou moyennes eaux) sont assimilées aux hautes eaux.

Le contexte a été défini à partir des données suivantes :

- débit global des sources de la Vigne (une mesure tous les 15 jours) pour la période 1900-1959 ;
- précipitations et débit de l'Avre à Acon pour la période 1972-1975 ;
- débit instantané de chacune des sources de la Vigne (certaines années sont incomplètes), précipitations et débit de l'Avre à Acon pour la période 1976-2002 ;
- débit global des sources de la Vigne (une mesure tous les 15 jours), débit instantané de chacune des sources de la Vigne (certaines années sont incomplètes), précipitations et débit de l'Avre à Acon pour la période 2002-2006.

Cette dernière période a permis de vérifier la bonne corrélation entre les mesures du débit global des sources de la Vigne (fichier QVigne) et les mesures de débit sur chacune d'entre elles (fichier Qs).

Le débit global des sources de la Vigne est inférieur à 600 l/s en période de basses eaux, il s'établit entre 600 et 1 700 l/s en période de moyennes eaux et est supérieur à 1 700 l/s en hautes eaux. Les maxima atteints sont de l'ordre de 2 300 l/s (15/02/1928, 15/03/1937 et 01/05/1940). Les minima relevés sont de 252 l/s (01/12/1921), 310 l/s (15/10/1949) et 393 l/s (10/10/1934).

De cette analyse, il ressort que la plupart des expériences de traçage ont été réalisées en période de moyennes ou basses eaux (le débit des sources se situe entre 800 et 1 300 l/s). Parmi les 67 traçages recensés, 24 ont eu lieu en période de basses eaux, 15 en période de moyennes eaux, 9 en période de hautes eaux. Pour les 19 autres, le contexte n'a pu être défini faute de données (traçages réalisés avant octobre 1900 ou lacunes).

Les traçages réalisés lors des plus hautes eaux ont eu lieu en janvier et mars 1912 (débit des sources de 1 734 l/s et 1667 l/s). Ceux réalisés lors des plus basses eaux ont eu lieu en mai 1921 et février 1922 alors que le débit des sources était de 394 et 353 l/s.

VI.2.3 Analyse des traçages

VI.2.3.1 Répartition géographique et situation des points de traçages

Le tableau ci-après présente la répartition des points d'injection testés lors des différentes expériences par rapport à la répartition des bétoires et zones d'infiltrations reconnues sur l'ensemble de la zone d'étude.

Tableau 13 : Répartition des points d'injection sur le bassin des sources de la Vigne.

Vallée	Localisation des bétoires et zones d'infiltration	Localisation des points d'injection
Avre	De Chennebrun à Verneuil	Chennebrun, Lambergerie (Pullay), en amont de Verneuil et source Gonord
Ruisseaux de la Poterie et de la Motte (affluent)	Du Nord de Normandel à la confluence avec l'Avre	Bétoire de la Vallée (Normandel), Pont Janvier (Saint-Maurice), Trou d'Artel (la Blottière) bétoire Davière et bétoire Haies Blot
La Gohière (affluents : la Grenouille et le Belloy)	De Moussonvilliers à la vallée de l'Avre	La Chauvellerie (en amont perte de la Gohière) et Le Souci (Moussonvilliers)
Le Buternay	De la Chapelle-Fortin aux sources de la Vigne	Jarrier (Rohaire), ancien lavoir de Boissy-lès-Perche et Vau Renard (Boissy-lès-Perche)
Le Roule-Crotte	Du Nord-Est de la Chapelle-Fortin (Bonvilliers, la Motinerie) à la confluence avec le Lamblore	Sorel et la Noé (Boissy-lès-Perche)
Le Pipe-Souris	De Boissy-lès-Perche (Bizot) à la confluence avec le Lamblore	Bétoire de Boulay-Saint-Clair (Boissy-lès-Perche)
Le Lamblore	Du Sud de Moussonvilliers aux sources de la Vigne	Pont amont Graviers, Haut Chevrier, la Brosse (Moussonvilliers), Bois Normand (Beauche)

La répartition des points d'injection des différents traçages réalisés est représentative de la présence et de la localisation des bétoires recensées sur le bassin d'alimentation.

Le tableau suivant précise, lorsqu'elle est connue, la situation du point d'injection vis-à-vis du cours d'eau. Celle-ci permet de déterminer l'importance de la zone d'alimentation de chacun de ces points d'injection. Une bétoire située dans le lit même d'un cours d'eau ou en connexion même temporaire avec celui-ci est susceptible de drainer l'ensemble du bassin versant topographique de ce cours d'eau en amont de la bétoire.

Tableau 14 : Situation des points d'injection vis-à-vis des cours d'eau.

Vallée	Point d'injection	Situation
Avre	Source Gonord	Proximité lit Avre
Avre	Bétoire Gril	En rive droite de l'Avre (3-4 m), déversement de l'Avre vers la bétoire en période de crue par un point bas de la rive. Note : d'après le document du CRECEP de nov.2007, cette bétoire pourrait fonctionner comme absorbant ou émissif.
Avre	Bétoire Poteau	?

Vallée	Point d'injection	Situation
Avre	Lambergerie (Pullay),	Gouffre de Lambergerie à 5 m de la rive, communique avec l'Avre en crue ; Bétoire du Gros chêne 400 m en aval de la ferme ; Gouffre 250 m en amont de la ferme : rebouché.
Avre	Chennebrun	3 effondrements en contrebas de l'Avre dévié à cet endroit, en communication lors des crues (débordement ou court-circuit).
Rivière Saint-Maurice (Poterie – Motte)	Pont Janvier (Saint-Maurice)	Lit cimenté fissuré par endroit ; bétoire en rive droite sous ancien lit cimenté effondré toujours alimentée, communication en période de crue
Rivière Saint-Maurice (Poterie – Motte)	Trou d'Artel (la Blottière)	2 effondrements cote à cote à 50 m de la rive gauche, peuvent être atteints lorsque la rivière déborde.
Rivière Saint-Maurice (Poterie – Motte)	Bétoire de la Vallée (Normandel),	Lit cimenté effondré, communication directe avec le cours d'eau. (Burgeap, 1991) ; Comblée (CRECEP, 2007).
Rivière Saint-Maurice (Poterie – Motte)	Bétoire Haies Blot	?
Rivière Saint-Maurice (Poterie – Motte)	Bétoire Davière	Zone basse avec petits entonnoirs dans la vallée, ruisseau du Ruth est dévié au Sud de cette zone basse.
La Gohière	La Chauvellerie (en amont perte de la Gohière)	?
La Gohière	Le Souci (Moussonvilliers)	Bétoire en rive droite, tout ou partie du ruisseau du Belloy s'engouffre dans celle-ci par un trou sur la rive droite selon son débit.
Le Buternay	Vau Renard (Boissy-lès-Perche)	Succession de 8 effondrements dans le lit du Buternay. Enorme effondrement en rive droite isolé du cours actuel : probablement l'ancienne bétoire de Vau Renard.
Le Buternay	Ancien lavoir de Boissy-lès-Perche	Effondrement assez probable à l'amont du bassin (3,5 m de diamètre ; 1,5 m de profondeur) et zone absorbante entre le lavoir et le pont à la faveur de trou dans le lit cimenté du Buternay.
Le Buternay	Jarrier (Rohaire)	Infiltration du Buternay en rive droite (lit absorbant)
Le Roule-Crotte	La Noé (Boissy-lès-Perche)	Point bas, allure d'effondrement en rive gauche.
Le Roule-Crotte	Sorel (Boissy-lès-Perche)	Contournée actuellement (CRECEP, 2007).
Le Pipe-Souris	Bétoire de Boulay-Saint-Clair (Boissy-lès-Perche)	? absorbe le ruissellement de la fontaine aux moines (CRECEP, 2007).
Le Lamblore	Bois Normand (Beauche)	?
Le Lamblore	Haut Chevrier	Zone affaissée sur 5 m en rive droite, l'ancienne bétoire du Haut Chevrier n'apparaît plus, 3 points bas sur le fond du lit jusqu'au pont de la D102.
Le Lamblore	Marnière la Brosse	Ancienne marnière située sur le coteau.
Le Lamblore	Pont amont Graviers	?

Source : étude Burgeap, 1991 et CRECEP, 2007.

L'étude de ces nombreux traçages réalisés depuis 1900 sur l'ensemble du bassin d'étude associés à la description structurale de la géologie du massif ont permis de définir les axes probables de circulation entre les différentes bétoires et les sources. (Cf. VI.2.3.3.)

VI.2.3.2 Résultats des traçages

L'objectif de cette analyse est de donner des éléments de vulnérabilité et de temps de transfert pour chaque site d'exploitation (source).

L'orientation retenue permet de cibler, pour une source suivie, les différents points de liaison (points d'injection naturellement alimenté par leur propre bassin versant).

La présentation de ces résultats met en avant les réponses positives ou négatives ainsi que les vitesses et temps de transfert observés pour chacune des sources suivies.

VI.2.3.2.1 Représentation cartographique

L'étude pour chaque source des traçages avérés positifs permet de mettre en évidence les connexions et les circulations internes du karst. Confronter les traçages réalisés à partir d'un même point d'injection à différentes dates et dans des contextes variables peut offrir la possibilité d'affiner certaines hypothèses relatives au fonctionnement des différentes branches du réseau, à leurs interconnexions et à l'influence du contexte météorologique et hydrogéologique.

Les éléments suivants ont été pris en compte dans l'analyse des traçages disponibles :

- les points d'injection testés positifs ;
- le contexte de l'expérience (grâce à un code couleur : rouge : HE (hautes eaux) ; vert : ME (moyennes eaux) ; bleu : BE (basses eaux) ; noir : non défini) ;
- la vitesse du traçage le plus rapide et le temps de transfert associé sont indiqués pour chaque point d'injection lorsqu'elle est connue ;
- les axes de circulation supposés sont rappelés ainsi que l'ensemble des points ayant fait l'objet d'une injection de traceur ou d'une surveillance depuis 1900.

Les axes de circulations supposés sont définis à partir des éléments structuraux identifiés et les alignements karstiques.

Le numéro des traçages concernés, leur date et le contexte de hautes, moyennes ou basses eaux sont rappelés.

La vitesse de transfert du colorant observée selon la distance supposée entre le point d'injection et la source (cheminement supposé) est indiquée pour les sources de la Vigne et les sources du même secteur. Les vitesses en italiques ont été calculées d'après la distance directe entre le point d'injection et la source. Si le traçage n'a pas eu de résultat sur une source, il est mentionné négatif. Pour certains traçages, seules quelques sources ont été suivies, les résultats ne sont mentionnés que pour ces sources observées.

Le débit de l'Avre le jour du traçage est donné chaque fois qu'il est connu (après 1972) ; de même le débit de l'ensemble des sources de la Vigne à la date de la quinzaine la plus proche (mesures le 1^{er} et le 15 de chaque mois) est précisé.

VI.2.3.2.2 Expériences suivies à la Source d'Erigny

Les deux tableaux ci-dessous répertorient les expériences réalisées et dont les résultats ont été suivis à la source d'Erigny. Le premier tableau présente les traçages dont le résultat est positif ainsi que ceux qualifiés d'incertain mais pour lesquels les données de vitesse et de temps de transfert ont toutefois été renseignées.

Tableau 15 : Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source d'Erigny.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Bétoire de Gril (amont Verneuil)	49 – 27 juin 1924	ME	positif	137 à 158 m/h – 31 à 35 h		1216 l/s
Lambergerie (250 m amont)	33 – 23 sept 1903	BE	positif	166 m/h – 48 h		458 l/s
Lambergerie (300 m aval)	1 – 08 sept. 1887 13 – 08 déc. 1900	BE	positif positif	112 m/h – 67 h 109 à 120 m/s – 65 à 73 h		531 l/s
Lambergerie (400 m aval)	48 – 19 mai 1924	ME	positif	183 m/h – 45 à 57 h		1421 l/s
Trou d'Artel ou la Blottière (St-Maurice)	35 – 09 déc. 1904 35b – 13 juil. 1905		positif positif	118 m/h – 110 h 150 m/h – 100 h		
Pont Janvier (St-Maurice lèsC.)	54 – 15 nov. 1955	BE	positif	97 m/h – 148 h		700 l/s
Chennebrun	6 – 22 juil. 1900 7 – 23 juil. 1900 59 – 05 fév. 1990	HE	positif positif positif	143 m/h – 103 h 614 m/h – 24 h	3000 l/s	? ? ?
Bétoire de la Vallée (Normandel)	9 – 15 oct. 1900 26 – 23 mai 1901	ME	positif incertain	94 m/h – 214 h 147 m/h – 136 h		1240 l/s
Bétoire le Souci	2d – 03 avr. 1900 16 – 21 janv. 1901	BE	positif positif	470 m/h – 32 h 74 à 81 m/h – 197 à 230 h		617 l/s
Vau Renard (Boissy lès P.)	2e – 03 avr. 1900 62 – 31 mars 1992	HE	positif positif	187,5 m/h – 32 1175 m/h – 4 h	2040 l/s	
Ancien lavoir de Boissy lès P.	64 – 15 juin 2003	HE	positif	100 m/h		1374 l/s
Le Jarrier (amont Rohaire)	27 – 04 juin 1901	ME	incertain	86 m/h – 166 h		1123 l/s
Ru face la Noe (Boissy lès P.)	41 – 22 mars 1912	HE	positif	160 m/h – 22 h		1667 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	2c – 03 avr. 1900 4 – 08 mai 1900 61 – 13 déc. 1990 67 – 09 oct. 2006	BE BE BE	positif positif positif positif	281 m/h - 32 h 1285 m/h – 7 h	1860 l/s 1410 l/s	572 l/s 490 l/s

Le second tableau présente les traçages dont le résultat est négatif ainsi que ceux qualifiés d'incertains et pour lesquels aucune autre donnée n'est disponible.

Tableau 16 : Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source d'Erigny.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Source Gonord	17 – 01 fév. 1901	BE	négatif			617 l/s
Bétoire Poteau (amont Verneuil)	50 – 10 août 1924	ME	négatif			1051 l/s
Lambergerie (100 m aval)	15 – 31 déc. 1900	BE	incertain			551 l/s

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Bétoire de la Vallée (Normandel)	11 – 14 nov. 1900	BE	incertain			514 l/s
Vau Renard (Boissy lès P.)	3 – 10 avr. 1900		négatif			
Ancien lavoir de Boissy lès P.	5 – 02 juil. 1900 27b – 14 janv. 1902	BE	incertain négatif			? 489 l/s
Bétoire Davière (vallée de la Ruth)	24 – 25 avr. 1901	ME	négatif			1354 l/s
Bétoire Haies Blot (vallée de la Ruth)	25 – 08 mai 1901	ME	négatif			1240 l/s
La Chauvellerie – amont bois massot (vallée de la Gohière)	23 – 10 avr. 1901	ME	négatif			1467 l/s
Bétoire de Sorel (Boissy lès P.)	20 – 04 avr. 1901	BE	négatif			686 l/s
Bois Normand (400 m amont)	40 – 09 mars 1912	HE	négatif			1167 l/s
Bétoire Boullay-St-Clair (Boissy lès P.)	22 – 03 avr. 1901 65 – 16 juin 2003	ME HE	négatif négatif		2620 l/s	1174 l/s 1374 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	60 – 15 mai 1990 63 – 15 juin 2003	ME HE	négatif négatif		1610 l/s 2630 l/s	1374 l/s
Marnière de la Brosse (Morvilliers)	38 – 19 juin 1911	ME	négatif			1219 l/s

Les connexions établies par les traçages positifs entre la source d'Erigny et le bassin d'alimentation concernent :

- la vallée de l'Avre et du ruisseau de la Poterie dans leur partie aval comme amont (bétoire Gril, Lambergerie, Chennebrun, Pont Janvier, Trou d'Artel (la Blottière), bétoire la Vallée) ;
- la vallée de la Gohière (le Souci) ;
- la vallée du Buternay tant en secteur aval qu'amont (Vau Renard et l'ancien lavoir de Boissy, le Jarrier) ;
- la vallée du Roule-Crotte (la Noë) ;
- la vallée du Lamblore pour sa partie amont (Haut-Chevrier).

Chacun de ces points d'injection est situé dans le lit même d'un cours d'eau ou à proximité immédiate permettant une connexion entre le cours d'eau et la bétoire en période de crue. (Cf. tableau 14 chapitre VI.2.3.1. Répartition géographique et situation des points d'injection).

Le bassin d'alimentation de chacun de ces points d'entrée du karst correspond alors au bassin versant topographique de ces cours d'eau en amont de ces points.

Ce bassin d'alimentation reconnu par traçages correspond pour la source d'Erigny à la zone suivante :

- le bassin versant de l'Avre en amont de la bétoire de Gril (située entre Verneuil et Pullay) ;
- le bassin versant de la Gohière en amont de la bétoire de Souci (au Nord de Moussonvilliers) ;

- le bassin versant du Buternay en amont de Vau Renard (au Nord de Boissy-lès-Perche) ;
- le bassin versant du Roule-Crotte en amont de la Noë (à l'Est de Boissy-lès-Perche) ;
- le bassin versant du Lamblore en amont de Haut Chevrier (au Sud de Morvilliers).

Pour autant, les secteurs ayant fait l'objet de traçages uniquement négatifs ou incertains ne sont pas forcément déconnectés de la source d'Erigny, à plus forte raison lorsqu'une seule expérience y a été réalisée. Les points d'injection testés par plusieurs traçages ont donné des résultats parfois positifs, parfois négatifs. Les résultats négatifs recensés ci-avant peuvent être liés, sans qu'il soit possible de statuer, à un contexte climatique et hydrogéologique défavorable, un suivi de la source inadapté comme à une déconnexion partielle ou totale entre le point d'injection et la source entre autres.

La zone d'alimentation de la source d'Erigny précédemment définie peut donc être plus étendue.

VI.2.3.2.3 Expériences suivies à la Source de Graviers

Les deux tableaux ci-dessous (traçages positifs et incertains renseignés / traçages négatifs et incertains non renseignés) répertorient les expériences réalisées et dont les résultats ont été suivis à la source de Graviers.

Tableau 17 : Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source de Graviers.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Bétoire de Gril (amont Verneuil)	49 – 27 juin 1924	ME	positif	137 à 158 m/h – 31 à 35 h		1216 l/s
Bétoire Poteau (amont Verneuil)	50 – 10 août 1924	ME	positif	58 à 91 m/h – 30 à 74 h		1051 l/s
Lambergerie (300 m aval)	1 – 08 sept. 1887 13 – 08 déc. 1900	BE	positif positif	119 m/h – 67 h 109 à 120 m/s – 65 à 73 h		531 l/s
Lambergerie (400 m aval)	48 – 19 mai 1924	ME	positif	183 m/h – 45 à 57 h		1421 l/s
Trou d'Artel ou la Blottière (St-Maurice)	35 – 09 déc. 1904 35b – 13 juil. 1905		positif positif	138 m/h – 110 h 150 m/h – 100 h		
Pont Janvier (St-Maurice lèsC.)	54 – 15 nov. 1955	BE	positif	79 m/h – 172 h		700 l/s
Chennebrun	6 – 22 juil. 1900 7 – 23 juil. 1900 59 – 05 fév. 1990	HE	positif positif positif	133 m/h – 108 h 598 m/h – 24 h	3000 l/s	? ? ?
Bétoire de la Vallée (Normandel)	9 – 15 oct. 1900 26 – 23 mai 1901	ME	positif incertain	88 m/h – 219 h 137 m/h – 140 h		1240 l/s
Bétoire le Souci	2d – 03 avr. 1900 16 – 21 janv. 1901	BE	positif positif	470 m/h – 32 h 74 à 81 m/h – 197 à 230 h		617 l/s
Vau Renard (Boissy lès P.)	2e – 03 avr. 1900 62 – 31 mars 1992	HE	positif positif	187,5 m/h – 32 1325 m/h – 4 h	2040 l/s	
Ancien lavoir de Boissy lès P.	5 – 02 juil. 1900 64 – 15 juin 2003	HE	positif positif	167 m/h – 45 h 100 m/h – 50 h		? 1374 l/s
Le Jarrier (amont Rohaire)	27 – 04 juin 1901	ME	incertain	87 m/h – 172 h		1123 l/s

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Bois Normand (400 m amont)	4 – 09 mars 1912	HE	positif	160 m/h – 15,5 h		1167 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	2c – 03 avr. 1900		positif	281 m/h - 32 h		
	4 – 08 mai 1900		positif	155 m/h – 58 h		
	30 – 11 juin 1903	BE	positif	132 m/h – 66 h		842 l/s
	31 – 19 juin 1903	BE	positif	132 m/h – 66 h		842 l/s
	61 – 13 déc. 1990	BE	positif	1285 m/h – 7 h	1860 l/s	572 l/s
	63 – 15 juin 2003	HE	négatif		2630 l/s	1374 l/s
	67 – 09 oct. 2006	BE	positif	62 m/h - 157 h	1410 l/s	490 l/s
Marnière de la Brosse (Morvilliers)	38 – 19 juin 1911	ME	positif	98 à 118 m/h – 85 h		1219 l/s

Contrairement aux autres points d'injection situés dans les vallées, la marnière de la Brosse est située sur un coteau.

Tableau 18 : Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source de Gravières.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Source Gonord	17 – 01 fév. 1901	BE	négatif			617 l/s
Lambergerie (100 m aval)	15 – 31 déc. 1900	BE	incertain			551 l/s
Bétoire de la Vallée (Normandel)	11 – 14 nov. 1900	BE	incertain			514 l/s
Vau Renard (Boissy lès P.)	3 – 10 avr. 1900		incertain			
Ancien lavoir de Boissy lès P.	27b – 14 janv. 1902	BE	négatif			489 l/s
Bétoire Davière (vallée de la Ruth)	24 – 25 avr. 1901	ME	négatif			1354 l/s
Bétoire Haies Blot (vallée de la Ruth)	25 – 08 mai 1901	ME	négatif			1240 l/s
La Chauvellerie – amont bois massot (vallée de la Gohière)	23 – 10 avr. 1901	ME	négatif			1467 l/s
Ru face la Noe (Boissy lès P.)	41 – 22 mars 1912	HE	négatif			1667 l/s
Bétoire de Sorel (Boissy lès P.)	20 – 04 avr. 1901	BE	négatif			686 l/s
Bétoire Boullay-St-Clair (Boissy lès P.)	22 – 03 avr. 1901	ME	négatif			1174 l/s
	65 – 16 juin 2003	HE	négatif		2620 l/s	1374 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	32 – 01 juil. 1903	BE	négatif			762 l/s
	60 – 15 mai 1990	ME	négatif		1610 l/s	
	63 – 15 juin 2003	HE	négatif		12630 l/s	1374 l/s
Pont amont Gravières (Lamblore)	39 – 13 janv. 1912	HE	négatif			1734 l/s

Les connexions établies par les traçages positifs entre la source de Gravières et le bassin d'alimentation concernent :

- la vallée de l'Avre et du ruisseau de la Poterie dans leur partie aval comme amont (bétoire Poteau, bétoire Gril, Lambergerie, Chennebrun, Pont Janvier, Trou d'Artel (la Blottière), bétoire la Vallée) ;
- la vallée de la Gohière (le Souci) ;

- la vallée du Buternay tant en secteur aval qu'amont (Vau Renard et l'ancien lavoir de Boissy, le Jarrier) ;
- la vallée du Lamblore en partie aval et amont (Bois Normand, Marnière de la Brosse, Haut-Chevrier).

Le bassin d'alimentation de chacun de ces points d'entrée du karst correspond au bassin versant topographique de ces cours d'eau en amont de ces points. Ce bassin reconnu par traçages correspond pour la source de Gravier à la zone suivante :

- le bassin versant de l'Avre en amont de la bétoire de Poteau (située entre Verneuil et Pullay) ;
- le bassin versant de la Gohière en amont de la bétoire de Souci (au Nord de Moussonvilliers) ;
- le bassin versant du Buternay en amont de Vau Renard (au Nord de Boissy-lès-Perche) ;
- le bassin versant du Lamblore en amont de Bois Normand (entre Beauche et les sources de la Vigne). Celui-ci comprend le bassin versant du Pipe-Souris, dont la confluence avec le Lamblore est situé en amont de Bois Normand mais pas le bassin versant du Roule-Crotte dont la confluence est en aval.

La zone d'alimentation de la source de Gravier précédemment définie peut être plus étendue.

VI.2.3.2.4 Expériences suivies à la Source de Foisy

Les deux tableaux ci-dessous (traçages positifs et incertains renseignés / traçages négatifs et incertains non renseignés) répertorient les expériences réalisées et dont les résultats ont été suivis à la source de Foisy.

Tableau 19 : Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source de Foisy.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Bétoire de Gril (amont Verneuil)	49 – 27 juin 1924	ME	positif	137 à 158 m/h – 31 à 35 h		1216 l/s
Lambergerie (250 m amont)	33 – 23 sept 1903	BE	positif	166 m/h – 48 h		458 l/s
Lambergerie (300 m aval)	1 – 08 sept. 1887 13 – 08 déc. 1900	BE	positif positif	119 m/h – 67 h 109 à 120 m/s – 65 à 73 h		531 l/s
Lambergerie (400 m aval)	48 – 19 mai 1924	ME	positif	183 m/h – 45 à 57 h		1421 l/s
Trou d'Artel ou la Blottière (St-Maurice)	35 – 09 déc. 1904 35b – 13 juil. 1905		positif positif	138 m/h – 110 h 150 m/h – 100 h		
Pont Janvier (St-Maurice lèsC.)	54 – 15 nov. 1955	BE	positif	83 m/h – 160 h		700 l/s
Chennebrun	6 – 22 juil. 1900 7 – 23 juil. 1900 59 – 05 fév. 1990	HE	positif positif positif	134 m/h – 108 h 604 m/h – 24 h	3000 l/s	? ? ?
Bétoire de la Vallée (Normandel)	9 – 15 oct. 1900 26 – 23 mai 1901	ME	positif incertain	88 m/h – 219 h 137 m/h – 140 h		1240 l/s

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Bétoire le Souci	2d – 03 avr. 1900 16 – 21 janv. 1901	BE	positif positif	470 m/h – 32 h 74 à 81 m/h – 197 à 230 h		617 l/s
Vau Renard (Boissy lès P.)	2e – 03 avr. 1900 62 – 31 mars 1992	HE	positif positif	187,5 m/h – 32 1325 m/h – 4 h	2040 l/s	
Ancien lavoir de Boissy lès P.	5 – 02 juil. 1900 64 – 15 juin 2003	HE	positif positif	167 m/h – 45 h 100 m/h – 50 h		? 1374 l/s
Le Jarrier (amont Rohaire)	27 – 04 juin 1901	ME	incertain	87 m/h – 172 h		1123 l/s
Bois Normand (400 m amont)	40 – 09 mars 1912	HE	positif	160 m/h – 15,5 h		1167 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	2c – 03 avr. 1900 4 – 08 mai 1900 30 – 11 juin 1903 31 – 19 juin 1903 61 – 13 déc. 1990 67 – 09 oct. 2006	BE BE BE BE	positif positif positif positif positif	281 m/h - 32 h 130 m/h – 68 h 132 m/h – 66 h 132 m/h – 66 h 1285 m/h – 7 h 62 m/h - 157 h	1860 l/s 1410 l/s	842 l/s 842 l/s 572 l/s 490 l/s
Marnière de la Brosse (Morvilliers)	38 – 19 juin 1911	ME	positif	98 à 118 m/h – 85 h		1219 l/s

Tableau 20 : Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source de Foisys.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Source Gonord	17 – 01 fév. 1901	BE	négatif			617 l/s
Bétoire Poteau (amont Verneuil)	50 – 10 août 1924	ME	négatif			1051 l/s
Lambergerie (100 m aval)	15 – 31 déc. 1900	BE	incertain			551 l/s
Bétoire de la Vallée (Normandel)	11 – 14 nov. 1900	BE	incertain			514 l/s
Vau Renard (Boissy lès P.)	3 – 10 avr. 1900		incertain			
Ancien lavoir de Boissy lès P.	27b – 14 janv. 1902	BE	négatif			489 l/s
Bétoire Davière (vallée de la Ruth)	24 – 25 avr. 1901	ME	négatif			1354 l/s
Bétoire Haies Blot (vallée de la Ruth)	25 – 08 mai 1901	ME	négatif			1240 l/s
La Chauvellerie – amont bois massot (vallée de la Gohière)	23 – 10 avr. 1901	ME	négatif			1467 l/s
Ru face la Noe (Boissy lès P.)	41 – 22 mars 1912	HE	négatif			1667 l/s
Bétoire de Sorel (Boissy lès P.)	20 – 04 avr. 1901	BE	négatif			686 l/s
Bétoire Boullay-St-Clair (Boissy lès P.)	22 – 03 avr. 1901 65 – 16 juin 2003	ME HE	négatif négatif		2620 l/s	1174 l/s 1374 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	32 – 01 juil. 1903 60 – 15 mai 1990 63 – 15 juin 2003	BE ME HE	négatif négatif négatif		1610 l/s 2630 l/s	762 l/s 1374 l/s
Pont amont Gravières (Lamblore)	39 – 13 janv. 1912	HE	négatif			1734 l/s

Les connexions établies par les traçages positifs entre la source de Foisys et le bassin d'alimentation concernent :

- la vallée de l'Avre et du ruisseau de la Poterie dans leur partie aval comme amont (bétoire Gril, Lambergerie, Chennebrun, Pont Janvier, Trou d'Artel (la Blottière), bétoire la Vallée) ;
- la vallée de la Gohière (le Souci) ;
- la vallée du Buternay tant en secteur aval qu'amont (Vau Renard et l'ancien lavoir de Boissy, le Jarrier) ;
- la vallée du Lamblore en partie aval et amont (Bois Normand, Marnière de la Brosse, Haut-Chevrier).

Le bassin d'alimentation de chacun de ces points d'entrée du karst correspond au bassin versant topographique de ces cours d'eau en amont de ces points. Ce bassin reconnu par traçages correspond pour la source de Foisys à la zone suivante :

- le bassin versant de l'Avre en amont de la bétoire de Poteau (située entre Verneuil et Pullay) ;
- le bassin versant de la Gohière en amont de la bétoire de Souci (au Nord de Moussonvilliers) ;
- le bassin versant du Buternay en amont de Vau Renard (au Nord de Boissy-lès-Perche) ;
- le bassin versant du Lamblore en amont de Bois Normand (entre Beauche et les sources de la Vigne). Celui-ci comprend le bassin versant du Pipe-Souris, dont la confluence avec le Lamblore est situé en amont de Bois Normand mais pas le bassin versant du Roule-Crotte dont la confluence est en aval.

La zone d'alimentation de la source de Foisys précédemment définie peut être plus étendue.

VI.2.3.2.5 Expériences suivies aux Sources du Nouvet

Les deux tableaux ci-dessous (traçages positifs et incertains renseignés / traçages négatifs et incertains non renseignés) répertorient les expériences réalisées et dont les résultats ont été suivis aux sources du Nouvet.

Tableau 21 : Traçages positifs et incertains renseignés suivis aux sources du Nouvet.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Gournay-le-Guérin (aval)	29 – 02 mars 1903	ME	positif	66 m/h – 217 h		855 l/s
Bétoire de Gril (amont Verneuil)	49 – 27 juin 1924	ME	positif	137 à 158 m/h – 31 à 35 h		1216 l/s
Lambergerie (300 m aval)	13 – 08 déc. 1900	BE	positif	109 à 120 m/s – 65 à 73 h		531 l/s
Trou d'Artel ou la Blotière (St-Maurice)	2 – 10 nov. 1887		positif	129 m/h – 112 h		
	35 – 09 déc. 1904		positif	138 m/h – 110 h		
Pont Janvier (St-Maurice lèsC.)	54 – 15 nov. 1955	BE	positif	85 m/h – 148 h		700 l/s
Chennebrun	6 – 22 juil. 1900		positif	126 m/h – 106 h		?
	7 – 23 juil. 1900		positif			?
	59 – 05 fév. 1990	HE	positif	558 m/h – 24 h	3000 l/s	?
Bétoire de la Vallée (Normandel)	9 – 15 oct. 1900		positif	85 m/h – 216 h		
	26 – 23 mai 1901	ME	positif	133 m/h – 137 h		1240 l/s
Bétoire le Souci	2d – 03 avr. 1900		positif	470 m/h – 32 h		
	16 – 21 janv. 1901	BE	positif	74 à 81 m/h – 197 à 230 h		617 l/s
Vau Renard (Boissy lès P.)	2e – 03 avr. 1900		positif	187,5 m/h – 32		
	3 – 10 avr. 1900		positif	152 m/h – 31 h		
	62 – 31 mars 1992	HE	positif	1050 m/h – 4 h	2040 l/s	
Ancien lavoir de Boissy lès P.	5 – 02 juil. 1900		positif	155 m/h – 43 h		?
	27b – 14 janv. 1902	BE	positif	100 m/h – 50 h		489 l/s
	64 – 15 juin 2003	HE	positif	71 m/h – 84 h		1374 l/s
Le Jarrier (amont Rohaire)	27 – 04 juin 1901	ME	incertain	86 m/h – 168 h		1123 l/s
Ru face la Noe (Boissy lès P.)	41 – 22 mars 1912	HE	positif	160 m/h – 22 h		1667 l/s
Bétoire de Sorel (Boissy lès P.)	20 – 04 avr. 1901	BE	positif	115 à 138 m/h – 52 à 64 j		686 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	2c – 03 avr. 1900		positif	281 m/h - 32 h		
	4 – 08 mai 1900		positif			

Tableau 22 : Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis aux sources du Nouvet.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Source Gonord	17 – 01 fév. 1901	BE	négatif			617 l/s
Bétoire Poteau (amont Verneuil)	50 – 10 août 1924	ME	négatif			1051 l/s
Lambergerie (100 m aval)	15 – 31 déc. 1900	BE	incertain			551 l/s
Lambergerie (400 m aval)	48 – 19 mai 1924	ME	négatif			1421 l/s
Trou d'Artel ou la Blotière (St-Maurice)	35b – 13 juil. 1905		négatif			

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Bétoire de la Vallée (Normandel)	11 – 14 nov. 1900	BE	incertain			514 l/s
Bétoire Davière (vallée de la Ruth)	24 – 25 avr. 1901	ME	négatif			1354 l/s
Bétoire Haies Blot (vallée de la Ruth)	25 – 08 mai 1901	ME	négatif			1240 l/s
La Chauvellière – amont bois massot (vallée de la Gohière)	23 – 10 avr. 1901	ME	négatif			1467 l/s
Bois Normand (400 m amont)	40 – 09 mars 1912	HE	négatif			1167 l/s
Bétoire Boullay-St-Clair (Boissy lès P.)	22 – 03 avr. 1901 65 – 16 juin 2003	ME HE	négatif négatif		2620 l/s	1174 l/s 1374 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	60 – 15 mai 1990 61 – 13 déc. 1990 63 – 15 juin 2003 67 – 09 oct. 2006	ME BE HE BE	négatif négatif négatif négatif	1240 m/h – 7 h	1610 l/s 1860 l/s 2630 l/s 1410 l/s	572 l/s 1374 l/s 490 l/s
Marnière de la Brosse (Morvilliers)	38 – 19 juin 1911	ME	négatif			1219 l/s

Les connexions établies par les traçages positifs entre les sources du Nouvet et le bassin d'alimentation concernent :

- la vallée de l'Avre et du ruisseau de la Poterie dans leur partie aval comme amont (bétoire Gril, Lambergerie, Gournay-le-Guérin (Bois St-Christophe), Chennebrun, Pont Janvier, Trou d'Artel (la Blottière), bétoire la Vallée) ;
- la vallée de la Gohière (le Souci) ;
- la vallée du Buternay tant en secteur aval qu'amont (Vau Renard et l'ancien lavoir de Boissy, le Jarrier) ;
- la vallée du Roule-Crotte (la Noë et Sorel) ;
- la vallée du Lamblore pour sa partie amont (Haut-Chevrier).

Le bassin d'alimentation de chacun de ces points d'entrée du karst correspond au bassin versant topographique de ces cours d'eau en amont de ces points. Ce bassin reconnu par traçages correspond pour les sources du Nouvet à la zone suivante :

- le bassin versant de l'Avre en amont de la bétoire de Gril (située entre Verneuil et Pullay), extension confirmée dans sa partie Ouest par le traçage de Gournay (Bois de St-Christophe à l'Est de Gournay) ;
- le bassin versant de la Gohière en amont de la bétoire de Souci (au Nord de Moussonvilliers) ;
- le bassin versant du Buternay en amont de Vau Renard (au Nord de Boissy-lès-Perche) ;
- le bassin versant du Roule-Crotte en amont de la Noë (à l'Est de Boissy-lès-Perche) ;
- le bassin versant du Lamblore en amont de Haut Chevrier (au Sud de Morvilliers).

La zone d'alimentation des sources du Nouvet précédemment définie peut être plus étendue.

VI.2.3.2.6 Expériences suivies à la Source Rivière

Les deux tableaux ci-dessous (traçages positifs et incertains renseignés / traçages négatifs et incertains non renseignés) répertorient les expériences réalisées et dont les résultats ont été suivis à la source de Rivière.

Tableau 23 : Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source Rivière.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Rivière au niveau de la source Graviers	55 – 21 fév. 1975	HE	positif	330 m/h – 0,75 h	2970 l/s	
Bétoire de Gril (amont Verneuil)	49 – 27 juin 1924	ME	positif	137 à 158 m/h – 31 à 35 h		1216 l/s
Lambergerie (250 m amont)	33 – 23 sept 1903	BE	positif	166 m/h – 48 h		458 l/s
Lambergerie (300 m aval)	13 – 08 déc. 1900	BE	positif	109 à 120 m/s – 65 à 73 h		531 l/s
Lambergerie (400 m aval)	48 – 19 mai 1924	ME	positif	183 m/h – 45 à 57 h		1421 l/s
Trou d'Artel ou la Blottière (St-Maurice)	35 – 09 déc. 1904		positif	138 m/h – 110 h		
	35b – 13 juil. 1905		positif	150 m/h – 100 h		
Pont Janvier (St-Maurice lès C.)	54 – 15 nov. 1955	BE	positif	76 m/h – 184 h		700 l/s
Chennebrun	6 – 22 juil. 1900		positif	123 m/h – 120 h		?
	7 – 23 juil. 1900		positif			?
	59 – 05 fév. 1990	HE	positif	614 m/h – 24 h	3000 l/s	?
Bétoire de la Vallée (Normandel)	9 – 15 oct. 1900		positif	83 m/h – 238 h		
	26 – 23 mai 1901	ME	positif	127 m/h – 156 h		1240 l/s
Bétoire le Souci	2d – 03 avr. 1900		positif	470 m/h – 32 h		
	16 – 21 janv. 1901	BE	positif	74 à 81 m/h – 197 à 230 h		617 l/s
Vau Renard (Boissy lès P.)	2e – 03 avr. 1900		positif	187,5 m/h – 32		
	62 – 31 mars 1992	HE	positif	1325 m/h – 4 h	2040 l/s	
Ancien lavoir de Boissy lès P.	5 – 02 juil. 1900		positif	144 m/h – 53,5 h		?
	64 – 15 juin 2003	HE	positif	100 m/h – 50 h		1374 l/s
Le Jarrier (amont Rohaire)	27 – 04 juin 1901	ME	positif	92 m/h – 172 h		1123 l/s
Bétoire de Sorel (Boissy lès P.)	20 – 04 avr. 1901	BE	positif	115 à 138 m/h – 52 à 64 h		686 l/s
Bois Normand (400 m amont)	40 – 09 mars 1912	HE	positif	160 m/h – 15,5 h		1167 l/s
Bétoire Boullay-St-Clair (Boissy lès P.)	22 – 03 avr. 1901	ME	positif	208 m/h – 25 h		1174 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	2c – 03 avr. 1900		positif	281 m/h - 32 h		
	4 – 08 mai 1900		positif	130 m/h – 68 h		
	30 – 11 juin 1903	BE	positif	132 m/h – 66 h		842 l/s
	31 – 19 juin 1903	BE	positif	132 m/h – 66 h		842 l/s
	61 – 13 déc. 1990	BE	positif	1285 m/h – 7 h	1860 l/s	572 l/s
	63 – 15 juin 2003	HE	négatif		2630 l/s	1374 l/s
Marnière de la Brosse (Morvilliers)	38 – 19 juin 1911	ME	positif	98 à 118 m/h – 85 h		1219 l/s

Tableau 24 : Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source Rivière.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Source Gonord	17 – 01 fév. 1901	BE	négatif			617 l/s
Bétoire Poteau (amont Verneuil)	50 – 10 août 1924	ME	négatif			1051 l/s
Lambergerie (100 m aval)	15 – 31 déc. 1900	BE	incertain			551 l/s
Bétoire de la Vallée (Normandel)	11 – 14 nov. 1900	BE	incertain			514 l/s
Vau Renard (Boissy lès P.)	3 – 10 avr. 1900		incertain			
Ancien lavoir de Boissy lès P.	27b – 14 janv. 1902	BE	négatif	71 m/h – 84 h		489 l/s
Bétoire Davière (vallée de la Ruth)	24 – 25 avr. 1901	ME	négatif			1354 l/s
Bétoire Haies Blot (vallée de la Ruth)	25 – 08 mai 1901	ME	négatif			1240 l/s
La Chauvellerie – amont bois massot (vallée de la Gohière)	23 – 10 avr. 1901	ME	négatif			1467 l/s
Ru face la Noe (Boissy lès P.)	41 – 22 mars 1912	HE	négatif			1667 l/s
Bétoire Boullay-St-Clair (Boissy lès P.)	65 – 16 juin 2003	HE	négatif		2620 l/s	1374 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	32 – 01 juil. 1903	BE	négatif			762 l/s
	60 – 15 mai 1990	ME	négatif		1610 l/s	
	63 – 15 juin 2003	HE	négatif		2630 l/s	1374 l/s
Pont amont Gravières (Lamblore)	39 – 13 janv. 1912	HE	négatif			1734 l/s

Les connexions établies par les traçages positifs entre la source de Rivière et le bassin d'alimentation concernent :

- la vallée de l'Avre et du ruisseau de la Poterie dans leur partie aval comme amont (bétoire Gril, Lambergerie, Chennebrun, Pont Janvier, Trou d'Artel (la Blottière), bétoire la Vallée) ;
- la vallée de la Gohière (le Souci) ;
- la vallée du Buternay tant en secteur aval qu'amont (Vau Renard et l'ancien lavoir de Boissy, le Jarrier) ;
- la vallée du Roule-Crotte (Sorel) ;
- la vallée du Pipe-Souris (Boullay-st-Clair) ;
- la vallée du Lamblore en partie aval et amont (Bois Normand, Marnière de la Brosse, Haut-Chevrier) ;
- la rivière de la Vigne (confluence du Lamblore et du Buternay) au niveau de la source de Gravières.

Le bassin d'alimentation de chacun de ces points d'entrée du karst correspond au bassin versant topographique de ces cours d'eau en amont de ces points. Ce bassin reconnu par traçages correspond pour la source de Rivière à la zone suivante :

- le bassin versant de l'Avre en amont de la bétoire de Gril (située entre Verneuil et Pullay) ;

- le bassin versant de la Gohière en amont de la bétoire de Souci (au Nord de Moussonvilliers) ;
- le bassin versant du Buternay en amont de Vau Renard (au Nord de Boissy-lès-Perche) ;
- le bassin versant du Pipe-Souris en amont de la bétoire de Boullay-St-Clair ;
- le bassin versant du Lamblore en amont de Bois Normand (entre Beauche et les sources de la Vigne),
- le bassin de la Vigne en amont de la source de Graviers, ce bassin regroupe l'intégralité des bassins versants du Buternay, du Lamblore et du ruisseau du Nouvet à l'Est des sources.
- La bétoire de Sorel serait actuellement contournée par le ruisseau de Roule-Crotte, son bassin d'alimentation serait donc plus réduit si les eaux du Roule-Crotte ne pouvait l'atteindre en période de crue. Sans données plus précises sur ce point, il est préférable d'inclure le bassin versant du roule-Crotte en amont de Sorel.

La zone d'alimentation de la source de Rivière ainsi définie regroupe donc le bassin versant topographique de l'Avre en amont de la bétoire Gril soit 2,5 km en amont de Verneuil et celui du Buternay, du Lamblore et de leurs affluents en amont de la source de Graviers. Une telle zone couvre presque entièrement le bassin d'étude à l'exception d'une bande aval de 3 km de large environ.

VI.2.3.2.7 Expériences suivies au Trou d'eau

Les deux tableaux ci-dessous (traçages positifs et incertains renseignés / traçages négatifs et incertains non renseignés) répertorient les expériences réalisées et dont les résultats ont été suivis au Trou d'eau, situé 500 mètres en aval des sources de la Vigne vers le Nord-Est.

Tableau 25 : Traçages positifs et incertains renseignés suivis au Trou d'eau.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Trou d'Artel ou la Blottière (St-Maurice)	35b – 13 juil. 1905		positif	150 m/h – 100 h		
Le Jarrier (amont Rohaire)	27 – 04 juin 1901	ME	positif	99 m/h – 180 h		1123 l/s
Bois Normand (400 m amont)	40 – 09 mars 1912	HE	positif	160 m/h – 15,5 h		1167 l/s
Bétoire Boullay-St-Clair (Boissy lès P.)	22 – 03 avr. 1901	ME	positif	208 m/h – 25 h		1174 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	4 – 08 mai 1900		Positif	132 m/h – 72 h		
	8 – 24 juil. 1900		Positif	139 m/h – 62 h		
	18 – 09 fév. 1901	BE	positif	75 m/h - 116 h		703 l/s
	30 – 11 juin 1903	BE	positif	132 m/h – 66 h		842 l/s
	31 – 19 juin 1903	BE	positif	132 m/h – 66 h		842 l/s

Tableau 26 : Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis au Trou d'eau.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Lambergerie (300 m aval)	13 – 08 déc. 1900	BE	négatif			531 l/s
Lambergerie (400 m aval)	48 – 19 mai 1924	ME	négatif			1421 l/s
Bétoire de la Vallée (Normandel)	26 – 23 mai 1901	ME	négatif			1240 l/s
Ancien lavoir de Boissy lès P.	27b – 14 janv. 1902	BE	négatif			489 l/s
Bétoire Davière (vallée de la Ruth)	24 – 25 avr. 1901	ME	négatif			1354 l/s
Bétoire Haies Blot (vallée de la Ruth)	25 – 08 mai 1901	ME	négatif			1240 l/s
Bétoire de Sorel (Boissy lès P.)	20 – 04 avr. 1901	BE	négatif			686 l/s
Bétoire Boullay-St-Clair (Boissy lès P.)	65 – 16 juin 2003	HE	négatif		2620 l/s	1374 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	32 – 01 juil. 1903	BE	négatif			762 l/s

Les connexions établies par les traçages positifs entre le Trou d'eau et le bassin d'alimentation concernent :

- la vallée du ruisseau de la Poterie (*Trou d'Artel (la Blottière)*) ;
- la vallée du Buternay en secteur amont (*le Jarrier*) ;
- la vallée du Pipe-Souris (*Boullay-st-Clair*) ;
- la vallée du Lamblore en partie amont (*Haut-Chevrier*) ;

Le bassin d'alimentation de chacun de ces points d'entrée du karst correspond au bassin versant topographique de ces cours d'eau en amont de ces points. Ce bassin reconnu par traçages correspond pour le Trou d'eau à la zone suivante :

- le bassin versant du ruisseau de la Poterie en amont du Trou d'Artel (Sud de Chennebrun) ;
- le bassin versant du Buternay en amont de Jarrier (au Nord-Ouest de la Chapelle-Fortin) ;
- le bassin versant du Pipe-Souris en amont de la bétoire de Boullay-St-Clair ;
- le bassin versant du Lamblore en amont de Bois Normand (entre Beauche et les sources de la Vigne).

La zone d'alimentation du trou d'eau ainsi définie s'avère relativement restreinte par rapport à celles des sources de la Vigne, cependant, ce point d'eau situé en aval des sources a été beaucoup moins suivi lors des différentes expériences de traçages réalisées. Sa zone d'alimentation est probablement plus étendue mais l'absence de données ne permet pas de le préciser.

VI.2.3.2.8 Expériences suivies à la Source de Petit Launay

Les deux tableaux ci-dessous (traçages positifs et incertains renseignés / traçages négatifs et incertains non renseignés) répertorient les expériences réalisées et dont les résultats ont été suivis à la source de Petit Launay, située 1,4 km en aval des sources de la Vigne vers le Nord-Nord-Est en bordure de la vallée de l'Avre.

Tableau 27 : Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source de Petit Launay.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Bétoire de Gril (amont Verneuil)	49 – 27 juin 1924	ME	positif			1216 l/s
Lambergerie (300 m aval)	13 – 08 déc. 1900	BE	positif			531 l/s
Lambergerie (400 m aval)	48 – 19 mai 1924	ME	positif	183 m/h – 45 à 57 h		1421 l/s
Trou d'Artel ou la Blottière (St-Maurice)	35 – 09 déc. 1904 35b – 13 juil. 1905		positif positif			
Chennebrun	6 – 22 juil. 1900 7 – 23 juil. 1900		positif positif	127 m/h – 128 h		? ?
Bétoire de la Vallée (Normandel)	9 – 15 oct. 1900 26 – 23 mai 1901	ME	positif positif	86 m/h – 248 h 130 m/h – 164 h		1240 l/s
Bétoire le Souci	16 – 21 janv. 1901	BE	positif	74 à 81 m/h – 197 à 230 h		617 l/s
Ancien lavoir de Boissy lès P.	5 – 02 juil. 1900 27b – 14 janv. 1902	BE	positif positif	144 m/h – 53,5 h 71 m/h – 84 h		? 489 l/s
Le Jarrier (amont Rohaire)	27 – 04 juin 1901	ME	positif	100 m/h – 172 h		1123 l/s
Bois Normand (400 m amont)	40 – 09 mars 1912	HE	positif			1167 l/s
Bétoire Boullay-St-Clair (Boissy lès P.)	22 – 03 avr. 1901	ME	positif	208 m/h – 25 h		1174 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	4 – 08 mai 1900 8 – 24 juil. 1900 31 – 19 juin 1903	BE	positif positif positif	130 m/h – 68 h 168 m/h – 70 h 132 m/h – 66 h		842 l/s
Marnière de la Brosse (Morvilliers)	38 – 19 juin 1911	ME	positif	98 à 118 m/h – 85 h		1219 l/s

Tableau 28 : Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source de Petit Launay.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Puits mairie de Verneuil	19 – 18 fév. 1901 21 – 08 mars 1901	BE BE	négatif négatif			720 l/s 686 l/s
Forage moulin Ch. Thierry - Verneuil	53 – 27 mars 1955	ME	négatif			1546 l/s
Source Gonord	17 – 01 fév. 1901	BE	négatif			617 l/s
Bétoire Poteau (amont Verneuil)	50 – 10 août 1924	ME	négatif			1051 l/s

Les connexions établies par les traçages positifs entre la source de Petit Launay et le bassin d'alimentation concernent :

- la vallée de l'Avre et du ruisseau de la Poterie dans leur partie aval comme amont (bétoire Gril, Lambergerie, Chennebrun, Trou d'Artel (la Blottière), bétoire la Vallée) ;

- la vallée de la Gohière (*le Souci*) ;
- la vallée du Buternay tant en secteur aval qu'amont (*l'ancien lavoir de Boissy, le Jarrier*) ;
- la vallée du Lamblore pour sa partie aval comme amont (*Bois Normand, Haut-Chevrier, Marnière de la Brosse*).

Le bassin d'alimentation de chacun de ces points d'entrée du karst correspond au bassin versant topographique de ces cours d'eau en amont de ces points. Ce bassin reconnu par traçages correspond pour la source de Petit Launay à la zone suivante :

- le bassin versant de l'Avre en amont de la bétairie de Gril (située entre Verneuil et Pullay) ;
- le bassin versant de la Gohière en amont de la bétairie de Souci (au Nord de Moussonvilliers) ;
- le bassin versant du Buternay en amont de l'ancien lavoir de Boissy-lès-Perche ;
- le bassin versant du Pipe-Souris en amont de la bétairie de Boullay-St-Clair ;
- le bassin versant du Lamblore en amont de Bois Normand (entre Beauche et les sources de la Vigne).

Les secteurs ayant fait l'objet de traçages uniquement négatifs ou incertains ne sont pas forcément déconnectés la source de Petit Launay, à plus forte raison lorsqu'une seule expérience y a été réalisée. Les points d'injection testés par plusieurs traçages ont donné des résultats parfois positifs, parfois négatifs. Les résultats négatifs recensés ci-avant peuvent être liés, sans qu'il soit possible de statuer, à un contexte climatique et hydrogéologique défavorable, un suivi de la source inadapté comme à une déconnexion partielle ou totale entre le point d'injection et la source entre autres.

En outre, cette source située en aval des sources a été beaucoup moins suivie lors des différentes expériences de traçages réalisées.

La zone d'alimentation la source de Petit Launay précédemment définie peut donc être plus étendue.

VI.2.3.2.9 Expériences suivies à la Source des Trois Mulets

Les deux tableaux ci-dessous (traçages positifs et incertains renseignés / traçages négatifs et incertains non renseignés) répertorient les expériences réalisées et dont les résultats ont été suivis à la source de Trois Mulets, située 1,4 km en aval des sources de la Vigne vers le Nord-Nord-Est en bordure de la vallée de l'Avre.

Tableau 29 : Traçages positifs et incertains renseignés suivis à la source des Trois Mulets.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Bétairie de Gril (amont Verneuil)	49 – 27 juin 1924	ME	positif			1216 l/s
Bétairie Poteau (amont Verneuil)	50 – 10 août 1924	ME	positif	58 à 91 m/h – 30 à 74 h		1051 l/s
Lambergerie (300 m aval)	13 – 08 déc. 1900	BE	positif			531 l/s
Lambergerie (400 m aval)	48 – 19 mai 1924	ME	positif	183 m/h – 45 à 57 h		1421 l/s
Trou d'Artel ou la Blottière (St-Maurice)	35 – 09 déc. 1904 35b – 13 juil. 1905		positif positif			

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Chennebrun	6 – 22 juil. 1900 7 – 23 juil. 1900		positif positif	127 m/h – 128 h		? ?
Bétoire de la Vallée (Normandel)	9 – 15 oct. 1900 26 – 23 mai 1901	ME	positif positif	86 m/h – 248 h 128 m/h – 166 h		1240 l/s
Bétoire le Souci	16 – 21 janv. 1901	BE	positif	74 à 81 m/h – 197 à 230 h		617 l/s
Ancien lavoir de Boissy lès P.	5 – 02 juil. 1900 27b – 14 janv. 1902	BE	positif positif	136 m/h – 68,5 h 71 m/h – 84 h		? 489 l/s
Le Jarrier (amont Rohaire)	27 – 04 juin 1901	ME	positif	99 m/h – 180 h		1123 l/s
Bois Normand (400 m amont)	40 – 09 mars 1912	HE	positif			1167 l/s
Bétoire Boullay-St-Clair (Boissy lès P.)	22 – 03 avr. 1901	ME	positif	208 m/h – 30 h		1174 l/s
Haut Chevrier (Morvilliers)	4 – 08 mai 1900 8 – 24 juil. 1900 18 – 09 fév. 1901 31 – 19 juin 1903	BE BE	positif positif positif positif	159 m/h – 66 h 168 m/h – 70 h 75 m/h – 116 h 132 m/h – 66 h		703 l/s 842 l/s
Marnière de la Brosse (Morvilliers)	38 – 19 juin 1911	ME	positif	98 à 118 m/h – 85 h		1219 l/s

Tableau 30 : Traçages négatifs et incertains non renseignés suivis à la source des Trois Mulets.

Point d'injection	N° traçage et date	Contexte	Résultat	Vitesse / temps	Q Avre	Q Vigne
Puits mairie de Verneuil	19 – 18 fév. 1901 21 – 08 mars 1901	BE BE	négatif négatif			720 l/s 686 l/s
Source Gonord	17 – 01 fév. 1901	BE	négatif			617 l/s
Bétoire Haies Blot (vallée de la Ruth)	25 – 08 mai 1901	ME	négatif			1240 l/s

Les connexions établies par les traçages positifs entre la source de Trois Mulets et le bassin d'alimentation concernent :

- la vallée de l'Avre et du ruisseau de la Poterie dans leur partie aval comme amont (bétoire Poteau, *bétoire Gril*, *Lambergerie*, *Chennebrun*, *Trou d'Artel (la Blottière)*, *bétoire la Vallée*) ;
- la vallée de la Gohière (*le Souci*) ;
- la vallée du Buternay tant en secteur aval qu'amont (*l'ancien lavoir de Boissy*, *le Jarrier*) ;
- la vallée du Lamblore pour sa partie aval comme amont (*Bois Normand*, *Haut-Chevrier*, *Marnière de la Brosse*).

Le bassin d'alimentation de chacun de ces points d'entrée du karst correspond au bassin versant topographique de ces cours d'eau en amont de ces points. Ce bassin reconnu par traçages correspond pour la source de Trois Mulets à la zone suivante :

- le bassin versant de l'Avre en amont de la bétoire de Poteau (située entre Verneuil et Pullay) ;
- le bassin versant de la Gohière en amont de la bétoire de Souci (au Nord de Moussonvilliers) ;
- le bassin versant du Buternay en amont de l'ancien lavoir de Boissy-lès-Perche ;

- le bassin versant du Pipe-Souris en amont de la bétairie de Boullay-St-Clair ;
- le bassin versant du Lamblore en amont de Bois Normand (entre Beauche et les sources de la Vigne).

Les résultats négatifs recensés ci-avant peuvent être liés, sans qu'il soit possible de statuer, à un contexte climatique et hydrogéologique défavorable, un suivi de la source inadapté comme à une déconnexion partielle ou totale entre le point d'injection et la source entre autres.

En outre, cette source située en aval des sources a été beaucoup moins suivie lors des différentes expériences de traçages réalisées.

La zone d'alimentation la source de Trois Mulets précédemment définie peut donc être plus étendue.

VI.2.3.2.10 Comparaison des traçages successifs

Le grand nombre de traçages menés permet de comparer les résultats obtenus pour les différentes expériences réalisées à partir d'un même point d'injection en direction d'un même point de suivi à différentes périodes.

Les points d'injection testés à plusieurs reprises sont : le trou d'Artel (ou la Blottière) à Beaulieu (3 traçages), la bétoire Boullay-Saint-Clair (2 traçages), l'ancien lavoir de Boissy-lès-Perche (3 traçages), Chennebrun (3 traçages), Haut Chevrier (11 traçages), Lambergerie (5 traçages), bétoire de la Vallée à Normandel (3 traçages), le Souci (2 traçages) et Vau Renard (3 traçages).

Les temps de transfert entre points d'injection et sources montrent une grande variation et peuvent être parfois très rapides. Les vitesses de circulation varient d'un traçage à l'autre en fonction du niveau de la nappe souterraine et de la pluviométrie (période et hauteur d'eau).

Ce caractère extrêmement variable des résultats est illustré par les exemples disponibles présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 31 : Exemples de temps et de vitesses de transfert sur le bassin d'alimentation.

Point d'injection → Source observée	Date du traçage	Temps de transfert	Vitesse	Débit de l'Avre et des sources
Boissy les Perche → Nouvet	1900 1902	43 h 84 h	155 m/h 71 m/h	Sources: 1 374 l/s
Chennebrun → Erigny	Juillet 1900 Février 1990 (HE)	103 h 24 h	143 m/h 614 m/h	Avre : 3 000 l/s
Haut Chevrier → Rivière	Avril 1900 Mai 1900 Juin 1903 (BE) Décembre 1990 (BE) Octobre 2006 (BE)	32 h 68 h 66 h 7 h 157 h	Environ 300 m/h 130 m/h 132 m/h 1285 m/h 62 m/h	Sources: 842 l/s A: 1 860 l/s; S: 572 l/s A: 2 630 l/s; S: 1 374 l/s
Souci → Foisys	Avril 1900 Janvier 1901 (BE)	32 h 200 h	Environ 500 m/h 74 à 81 m/h	
Vau Renard → Foisys	Avril 1900 Mars 1992 (HE)	32 h 4 h	187,5 m/h 1325 m/h	Avre : 2 040 l/s

Les temps de trajet observés les plus courts concernent logiquement des bétoires situées dans la partie aval du bassin (Vau Renard : 4 h, Bois Normand : 15,5 h, la Noé : 22 h) mais également des bétoires plus éloignées situées en limite amont des zones d'engouffrement : Haut chevrier (7 h) et Chennebrun (24 h).

Les temps de transfert les plus longs concernent des bétoires relativement éloignées des sources de la Vigne : bétoire de la Vallée à Normandel (215 h), bétoire du Souci (197 à 230 h – BE, débit aux sources : 617 l/s) et perte du bois de Saint-Christophe à Gournay-le-Guérin (217 h pour atteindre la source du Nouvet - ME :, débit aux sources : 855 l/s). Cependant les bétoires de la Vallée et du Souci ont fait l'objet de traçages montrant des temps de transfert plus courts. La perte du bois de Saint-Christophe a la particularité de se situer en rive gauche de l'Avre où les connexions sont moins bien connues. Le développement du réseau karstique semble moins important dans ce secteur (densité des indices karstiques et de la fracturation reconnue moins importante).

Il n'est pas possible de sectoriser le bassin d'alimentation en différentes zones selon leur temps de transfert jusqu'aux sources de la Vigne car pour un même point d'injection, ce

temps peut être multiplié par 6 ou 7 d'un traçage à l'autre et même jusqu'à 20 dans le cas du Haut Chevrier. En outre les données relatives au contexte de hautes ou basses eaux ne permettent pas d'établir de corrélation significative avec ces variations (ex. Haut Chevrier).

VI.2.3.2.11 Synthèse des traçages

Parmi les points d'injection testés, certains n'ont montré que des résultats négatifs : la source Gonord, les bétoures Davière et Haies blot sur le Ruth (secteur amont du bassin) et Pont amont graviers sur le Lamblore en amont.

Dans le cas de la source Gonord, un seul traçage a été effectué, ce qui est trop juste pour conclure. Cependant, au vu des informations disponibles concernant la fracturation du secteur, elle est peut-être située trop au Nord des axes de circulation pour être liée aux sources de la Vigne. La source Gonord serait plutôt un exutoire du système au même titre que celles-ci.

Pour les autres bétoures, un seul traçage a eu lieu également et ne permet pas de conclure par manque d'information.

Les autres points testés et répartis sur l'ensemble du bassin et de ses vallées ont tous montré un résultat positif au moins une fois sur au moins deux des sources de la Vigne.

Des connexions sont établies pour toutes les sources de la Vigne avec chacun des points testés dans les vallées de l'Avre, de la Gohière et du Buternay.

Le secteur Est concernant le Lamblore et ses affluents montre quelques différences. Toutes les sources sont positives pour le secteur amont de la vallée du Lamblore, mais seules les sources aval le sont pour la partie aval de la vallée du Lamblore. Les sources de Nouvet et de Rivière sont positives pour le secteur amont du Roule-Crotte amont, mais seules les sources de Nouvet et d'Erigny le sont pour le secteur aval.

Le peu d'informations disponibles concernant la réalisation et le suivi des traçages ne permet cependant pas de conclure à une absence de communication d'un secteur vers un autre ; la comparaison des traçages successifs ayant en outre démontré les grandes variations de circulation pouvant intervenir entre deux points testés à des périodes différentes.

Le traçage effectué depuis la rivière de la Vigne au niveau de la source de Graviers et positif sur la source Rivière permet d'élargir considérablement le bassin d'alimentation de cette source qui s'étend sur la quasi-totalité du bassin étudié.

Les traçages ont été réalisés principalement en période de moyennes ou basses eaux, moins souvent en période de hautes eaux. Cependant pour de nombreuses expériences, aucune information ne permet de définir le contexte hydrométéorologie en raison de l'absence d'enregistrement des précipitations ou des débits de l'Avre et des sources (traçages antérieures à 1970 notamment). Des vitesses de transfert importantes ont toutefois été observées en période de basses eaux, voire de très basses eaux.

Au vu des écarts importants observés, il est possible que des écoulements plus rapides puissent se produire.

VI.2.3.3 Description du réseau karstique et fonctionnement

Les traçages anciens (1887 – 1901) comme les plus récents (1955 – 2006) ont montré des communications directes entre certaines sources (Vigne, Gonord, Launay et trois mulets) et les pertes du bassin de l'Avre et de ses affluents (Buternay, Lamblore, etc.).

Le système karstique a été décrit en 1991 sur la base des investigations menées en 1990 et 1991 par BURGEAP et en tenant compte des résultats des différents traçages. Le réseau se divise en plusieurs secteurs.

VI.2.3.3.1 Réseau du Breuil

Aucun de ces traçages n'a eu de résultat positif sur la source du Breuil. Les seuls résultats positifs à ce jour au niveau de celle-ci concernent des traçages dont les points d'injection se situent dans la vallée de l'Avre en aval de Verneuil, soit au Nord et à l'Est de la source du Breuil, hors du bassin d'alimentation des sources de l'Avre.

VI.2.3.3.2 Réseau de l'Avre

Le réseau de la vallée de l'Avre se divise en deux grandes branches au niveau d'Armentières à la confluence de l'Avre et de la rivière de Saint-Maurice auxquelles se raccordent des réseaux secondaires issus des secteurs de Souci, (ru du Belloy) et du Buternay en amont de Vau Renard. Le réseau s'interrompt au niveau de la première faille Verneuil – Rueil et ne semble pas atteindre la source du Breuil.

- La première branche suit le cours de l'Avre en direction de la source de Poellay où elle butte sur un plan de faille probablement imperméable, les traçages réalisés n'ont pas mis en évidence de communication depuis le secteur aval et la source Poellay vers la source d'Erigny. En revanche, deux connexions Ouest-Est entre les secteurs de Marvin et Lambergerie se dirigent parallèlement vers Erigny et les sources basses ainsi que celles des Trois mulets pour Marvin et vers les sources de Nouvet pour Lambergerie.
- La seconde branche de direction SO/NE aboutit aux sources du Nouvet puis aux sources basses via les secteurs de Bois Massot et Vau Renard où l'existence de plusieurs ramifications est possible.

Le réseau Est comprend les secteurs du Lamblore, du Roule-Crotte et du Pipe-Souris. Il serait indépendant du réseau de l'Avre et se développe sous les vallons secs des ruisseaux.

- Les réseaux du Lamblore et de Pipe-Souris atteignent les grandes failles du secteur de Rueil la Gadelière. En période de hautes eaux, ce réseau atteint les sources basses de la Vigne et en période d'étiage seulement les sources les plus basses (Trou d'eau, petit Launay et Trois mulets). La source d'Erigny et les sources du Nouvet ne seraient pas alimentées par cette partie du réseau.
- Seul le réseau karstique du Roule-Crotte (Sorel) atteint le groupe des sources du Nouvet.

A partir des sources de Graviers et Foisys, une direction SO/NE permet d'atteindre la source de Trois Mulets.

VI.2.3.3.3 Remarques sur le fonctionnement du réseau karstique

L'hypothèse de la non-connexion du réseau du Lamblore avec les sources d'Erigny et du Nouvet semble infirmée par les traçages du 3 avril 1900 et du 13 décembre 1990 où la coloration du Haut chevrier dans la vallée du Lamblore a donné des résultats positifs au niveau de ces sources également.

En 1924, des traçages ont été réalisés depuis les bétouires Gril et Poteau en amont de Verneuil dans la vallée de l'Avre. Le traçage de la bétouire Gril a donné des résultats positifs pour l'ensemble des sources de la Vigne ainsi que pour les sources des Trois mulets, de Petit Launay, de Gonord et de Poëllay. Le traçage de la bétouire Poteau a donné des résultats positifs pour la source Graviers ainsi que pour les sources des Trois mulets, de Petit Launay, de Gonord et de Poëllay.

Les résultats en direction des sources Gonord et Poëllay semblent logiques du fait de leur proximité et de leur positionnement près du lit de l'Avre en aval des bétoires.

En revanche les résultats aux sources de la Vigne laisse supposer l'existence d'une connexion pouvant s'établir entre ce secteur de la vallée de l'Avre en amont immédiat de Verneuil et les sources de la Vigne. Cette connexion pourrait être liée avec la zone de fissuration identifiée dans le rapport Burgeap par photo-interprétation en amont immédiat de la source Gonord de direction Nord-Ouest/Sud-Est soit en direction des sources de la Vigne.

VI.3 Conclusion

L'étude des nombreux traçages réalisés a permis d'initier la compréhension du fonctionnement du système karstique des sources de la Vigne. Cette étude a été complétée par l'examen du contexte de ces traçages et le recoupement entre les résultats obtenus à partir d'un même point d'injection testé plusieurs fois.

Les traçages du bassin de la Vigne ont été réalisés principalement en période de moyennes et basses eaux, plus rarement en période de hautes eaux. Deux expériences ont été menées en période de très basses eaux, deux autres en périodes approchant les très hautes eaux.

L'analyse des traçages réalisés à plusieurs époques ne permet pas de se prononcer quant à une corrélation entre les variations des temps de transfert et l'évolution des conditions de hautes et basses eaux. En revanche, des vitesses et des temps de transfert très rapides ont été observés sur l'ensemble du bassin, indépendamment de la position des sites d'engouffrement sur le bassin.

Les vitesses observées la plupart du temps ne sont pas représentatives de situations de hautes eaux (lorsque le contexte est connu). Cependant, les hautes eaux ne sont pas systématiquement synonyme de vitesse de transfert la plus rapide comme le montre le traçage de décembre 1990 au Haut Chevrier en période de basses eaux (très basses eaux pour les sources de la Vigne avec un débit de 572 l/s) et une vitesse observée de 1 285 m/h.

Enfin, l'étude des traçages ne s'attache qu'aux points d'engouffrement et à leurs exutoires ; or ces bétoires ou gouffres ne sont que des points d'entrée vers le karst. Dans le cadre de la protection d'un tel système, il convient de considérer leur propre bassin versant, constitué ici de la partie amont des vallées dans lesquelles elles se situent, les bétoires étant réparties sur l'ensemble des sous-bassins de l'Avre et de ses affluents.

VII Conclusion de la phase 1

VII.1 Contexte géologique et hydrogéologique

Les sources de la Vigne se caractérisent par leur mode d'alimentation karstique. Situées au pied d'un plateau incliné faiblement vers le Nord, elles constituent l'un des exutoires de l'aquifère contenu dans la Craie du Turonien.

Le plateau qui constitue le bassin versant des sources est essentiellement formé des couches crayeuses du Turonien reposant sur celles plus anciennes du Cénomaniens. Au Sud-Ouest du bassin, les Sables du Perche du Cénomaniens supérieur affleurent. La nappe qu'ils renferment donne lieu à de petites sources. Dans le secteur Sud-Est, le toit du Cénomaniens est caractérisé par une structure en dôme, responsable de l'amincissement du Turonien et de l'apparition de sources, exutoires du Turonien dans ce secteur amont. L'ensemble du plateau est recouvert de terrains argileux plus récents (argiles à silex).

La craie du Turonien montre une fissuration importante, principalement dans la partie Nord et Est du bassin où un réseau karstique s'est largement développé.

Le karst est alimenté en partie par la percolation lente des précipitations au travers des terrains de recouvrement (argiles à silex) et en partie par l'engouffrement des eaux de surface au niveau des nombreuses béttoires situées essentiellement dans les vallées. La circulation de l'eau se fait par le biais des conduits karstiques jusqu'aux sources, permettant la recharge ou la vidange de la nappe de la craie selon la période de l'année et les conditions hydro-météorologiques.

VII.2 Traçages

Le bassin de la Vigne a fait l'objet de plusieurs études et de nombreux traçages sur l'ensemble de son territoire depuis plus d'un siècle. La quantité d'information ainsi recueillie a permis de définir le fonctionnement du système karstique qui alimente les sources de la Vigne exploitée pour l'alimentation en eau potable de la ville de Paris.

Un point d'injection n'est qu'un point d'entrée vers le karst. Une connexion établie entre un point d'injection et une source implique une connexion de cette source avec l'ensemble du bassin versant de ce point d'entrée. Dans le cas du bassin de la Vigne, quasiment toutes les béttoires testées se situent dans les vallées : soit directement dans le lit des cours d'eau, soit à proximité immédiate et sont connectées avec celui-ci en période de crue. Le bassin versant à considérer pour ces points d'entrée représente alors le bassin versant du cours d'eau en amont du point d'injection.

L'étude des traçages réalisés depuis les années 1900 apporte les informations suivantes.

- Les traçages du bassin de la Vigne ont été réalisés principalement en période de moyennes et basses eaux, plus rarement en période de hautes eaux.
- Deux expériences ont été menées en période de très basses eaux, deux autres en période approchant les très hautes eaux.
- Des connexions sont établies par traçages positifs pour toutes les sources de la Vigne avec chacun des points testés dans les vallées de l'Avre, de la Gohière et du Buternay, à l'exception de la Source Gonord en amont immédiat de Verneuil et des béttoires de Davière et Haies Blot dans la vallée du Ruth.

- Les traçages multiples réalisés à partir d'un même point d'injection et suivis sur les mêmes sources apportent quelques compléments d'informations :
 - o des vitesses et des temps de transfert extrêmement rapides ont été observés sur l'ensemble du bassin, dans sa partie amont comme en aval ;
 - o il n'est pas possible de sectoriser le bassin d'alimentation en différentes zones selon leur temps de transfert jusqu'aux sources de la Vigne : pour un même point d'injection, ce temps peut être multiplié par 6 ou 7 d'un traçage à l'autre et même jusqu'à 20 dans le cas du Haut Chevrier ;
 - o ces variations ne présentent pas de corrélations avec les périodes de hautes ou basses eaux dans lesquelles ont été réalisés les traçages.
- Plusieurs des sources de la Vigne montrent des résultats positifs aux traçages issus des vallées du Lamblore et de ses affluents (Roule-Crotte et Pipe-Souris) dans leur partie amont comme aval.
- Cas de la source de Rivière : les résultats positifs des traçages menés à partir de la vallée de l'Avre (notamment bétoire Gril en amont de Verneuil) et de la rivière de la Vigne (source graviers) montrent des connexions avec l'ensemble des vallées de l'Avre et de ses affluents jusqu'au Sud de Verneuil et de Rueil. Ces constatations impliquent l'extension de son bassin d'alimentation (d'après les traçages) au bassin versant de l'Avre en amont de Verneuil ainsi qu'aux bassins versants du ruisseau de Nouvet, du Lamblore et de ses affluents et du Buternay, soit la quasi-totalité du bassin étudié.

Les informations disponibles et l'absence d'indications concernant les modes de réalisation et de suivi des traçages ne permettent pas de conclure à une absence de communications d'un secteur vers un autre ; la comparaison des traçages multiples ayant en outre démontré les grandes variations de circulation pouvant intervenir entre deux points.

L'extension précise d'un réseau karstique et l'ensemble des connexions intervenant temporairement ou en continu restent mal connus. Des extensions restent possibles au-delà des limites prises en compte selon les périodes de plus hautes ou plus basses eaux. Cette hypothèse a été avancée dans d'autres études mais reste non vérifiée et non validée par les piézométries existantes. De même elles n'ont pas été testées par traçage.

VII.3 Bilan

Le bilan réalisé sur le bassin d'étude pour l'année 2005 établit une différence entre les entrées (1 746 l/s) et les sorties (1 399 l/s) de 347 l/s, soit moins de 20%.

Une marge d'incertitude existe sur l'ensemble des données utilisées pour le bilan calculé, mais celle-ci ne peut être estimée précisément de façon réaliste. Le pourcentage de 20% obtenu pour l'année 2005 est admis comme correct.

En l'absence de nouvelles données solides (traçages complémentaires afin d'établir ou non l'existence de connexions avec les vallées de l'Iton ou de la Meuvette par exemple), le bassin d'alimentation étudié ici ne présente pas d'incohérence.



EAU DE PARIS
SOURCES DE LA VIGNE

**Etude préalable à la DUP des périmètres de
protection des sources de la Vigne (28)**

ANNEXES

**Phase 1 : Contexte naturel et délimitation
du bassin d'alimentation**

Annexes

ANNEXE 1 : Carte de localisation du bassin d'étude et des sources de la Vigne

ANNEXE 2 : Hydrologie – plans d'eau

ANNEXE 3 : Contexte géologique

ANNEXE 4 : Localisation des zones d'engouffrement

ANNEXE 5 : Contexte pédologique : typologie des sols

ANNEXE 6 : Argiles à silex

ANNEXE 7 : Cartes piézométriques de hautes et basses eaux (étude Burgeap, 1991)

ANNEXE 8 : Cartographie de la zone non saturée (ZNS)

ANNEXE 1 : Carte de localisation du bassin d'étude et des sources de la Vigne

Carte 01a : Localisation du bassin d'étude.

Carte 01b : Localisation des sources de la Vigne.

Carte 01c : Localisation des points d'injection de traçage.

NOTE : la carte de localisation des stations de météorologiques et des stations de mesures de débit de l'Avre est intégrée au rapport.

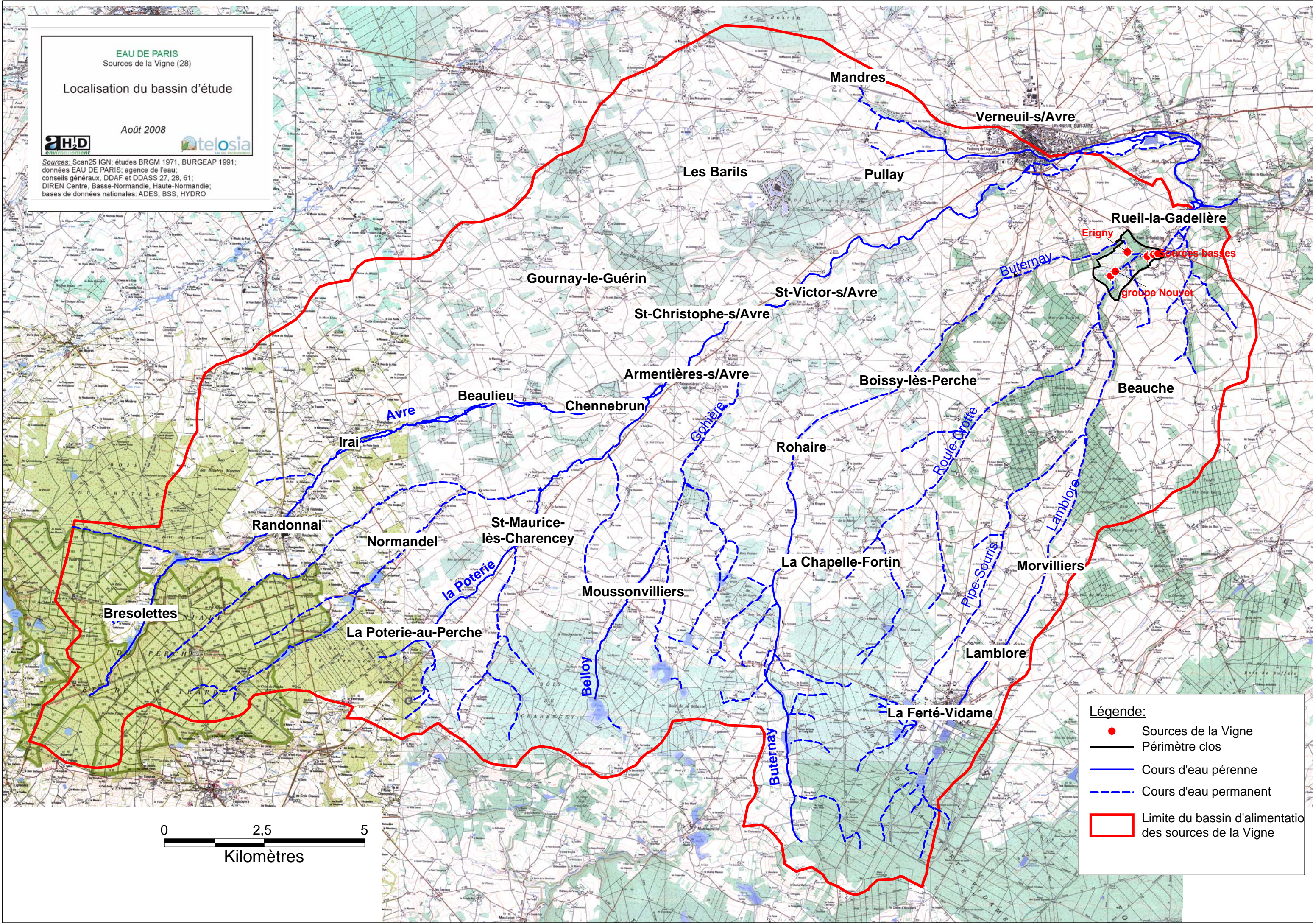
EAU DE PARIS
Sources de la Vigne (28)

Localisation du bassin d'étude

Août 2008



Sources: Scan25 IGN; études BRGM 1971, BURGEAP 1991;
données EAU DE PARIS; agence de l'eau;
conseils généraux, DDAF et DDASS 27, 28, 61;
DIREN Centre, Basse-Normandie, Haute-Normandie;
bases de données nationales: ADES, BSS, HYDRO



Légende:

- Sources de la Vigne
- Périètre clos
- Cours d'eau pérenne
- - - Cours d'eau permanent
- ▭ Limite du bassin d'alimentation des sources de la Vigne

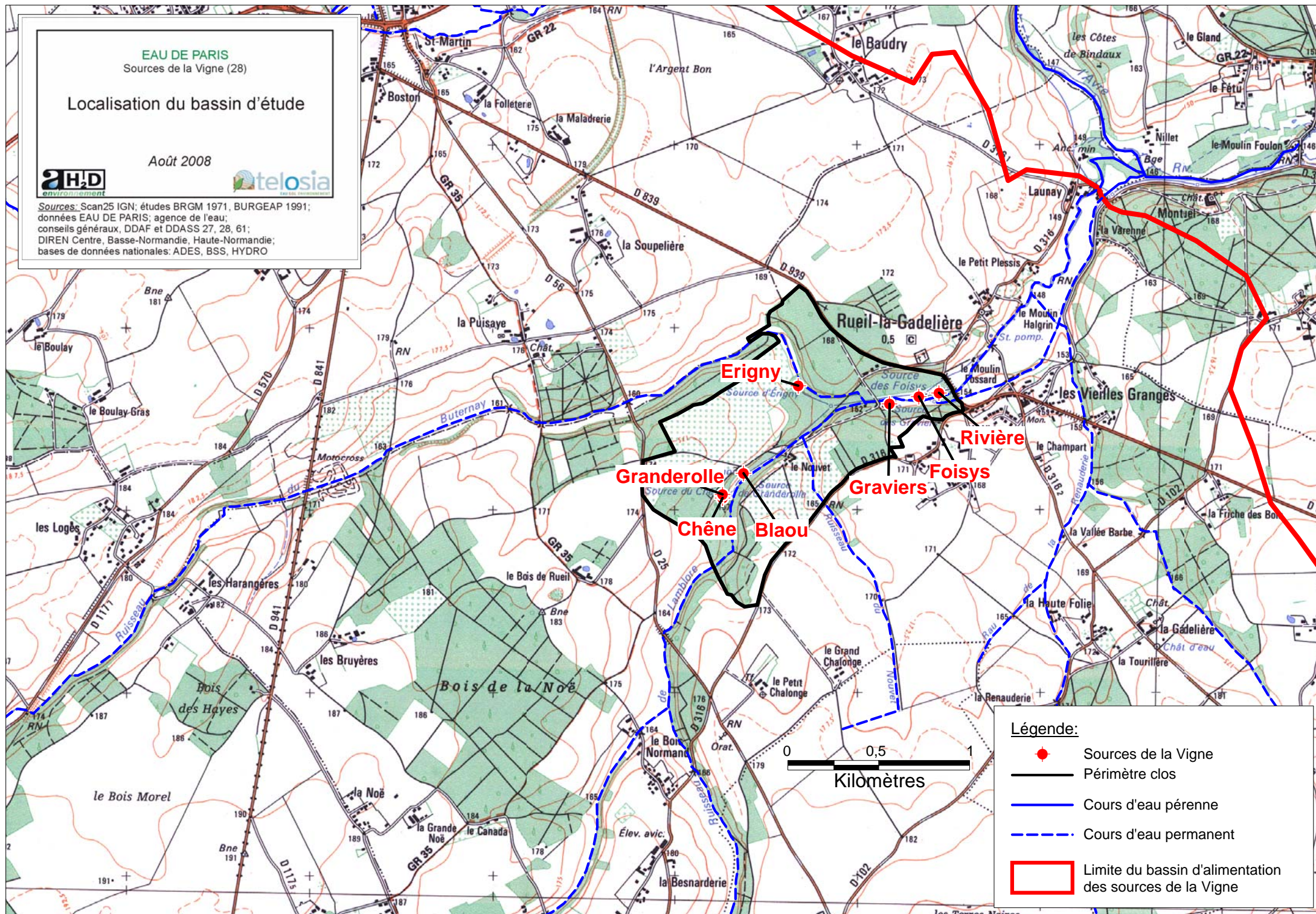
EAU DE PARIS
Sources de la Vigne (28)

Localisation du bassin d'étude

Août 2008



Sources: Scan25 IGN; études BRGM 1971, BURGEAP 1991;
données EAU DE PARIS; agence de l'eau;
conseils généraux, DDAF et DDASS 27, 28, 61;
DIREN Centre, Basse-Normandie, Haute-Normandie;
bases de données nationales: ADES, BSS, HYDRO



Légende:

- Sources de la Vigne
- Périmètre clos
- Cours d'eau pérenne
- - - Cours d'eau permanent
- Limite du bassin d'alimentation des sources de la Vigne

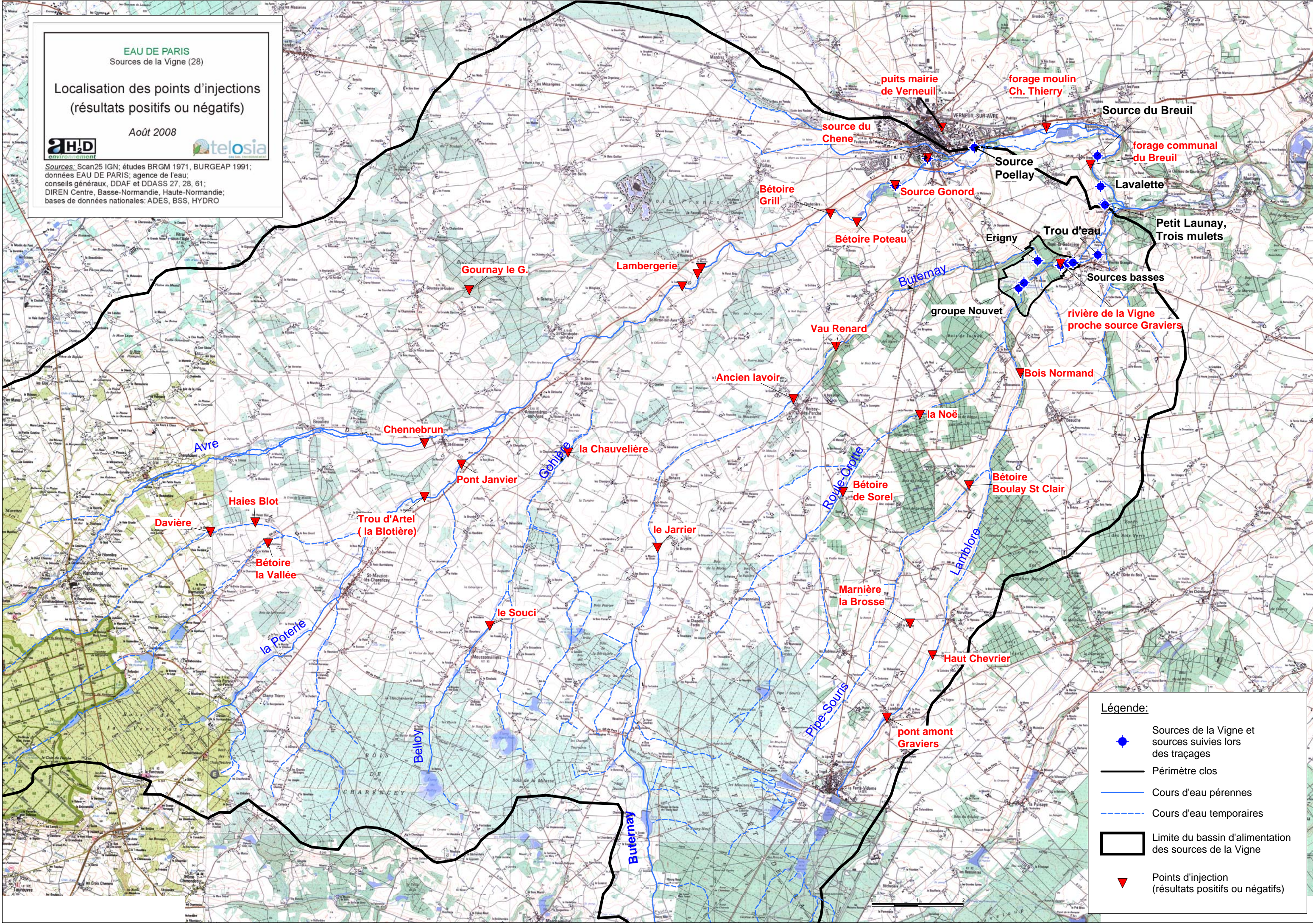
EAU DE PARIS
Sources de la Vigne (28)

Localisation des points d'injections
(résultats positifs ou négatifs)

Août 2008



Sources: Scan25 IGN; études BRGM 1971, BURGEAP 1991;
données EAU DE PARIS; agence de l'eau;
conseils généraux, DDAF et DDASS 27, 28, 61;
DIREN Centre, Basse-Normandie, Haute-Normandie;
bases de données nationales: ADES, BSS, HYDRO



Légende:

- Sources de la Vigne et sources suivies lors des traçages
- Périmètre clos
- Cours d'eau pérennes
- - - Cours d'eau temporaires
- ▭ Limite du bassin d'alimentation des sources de la Vigne
- ▼ Points d'injection (résultats positifs ou négatifs)

ANNEXE 2 : Hydrologie – plans d'eau

Carte 04a : Localisation des plans d'eau – secteur Sud-Ouest (Orne)

Carte 04b : Localisation des plans d'eau – secteur Sud-Est (Eure et Loir)

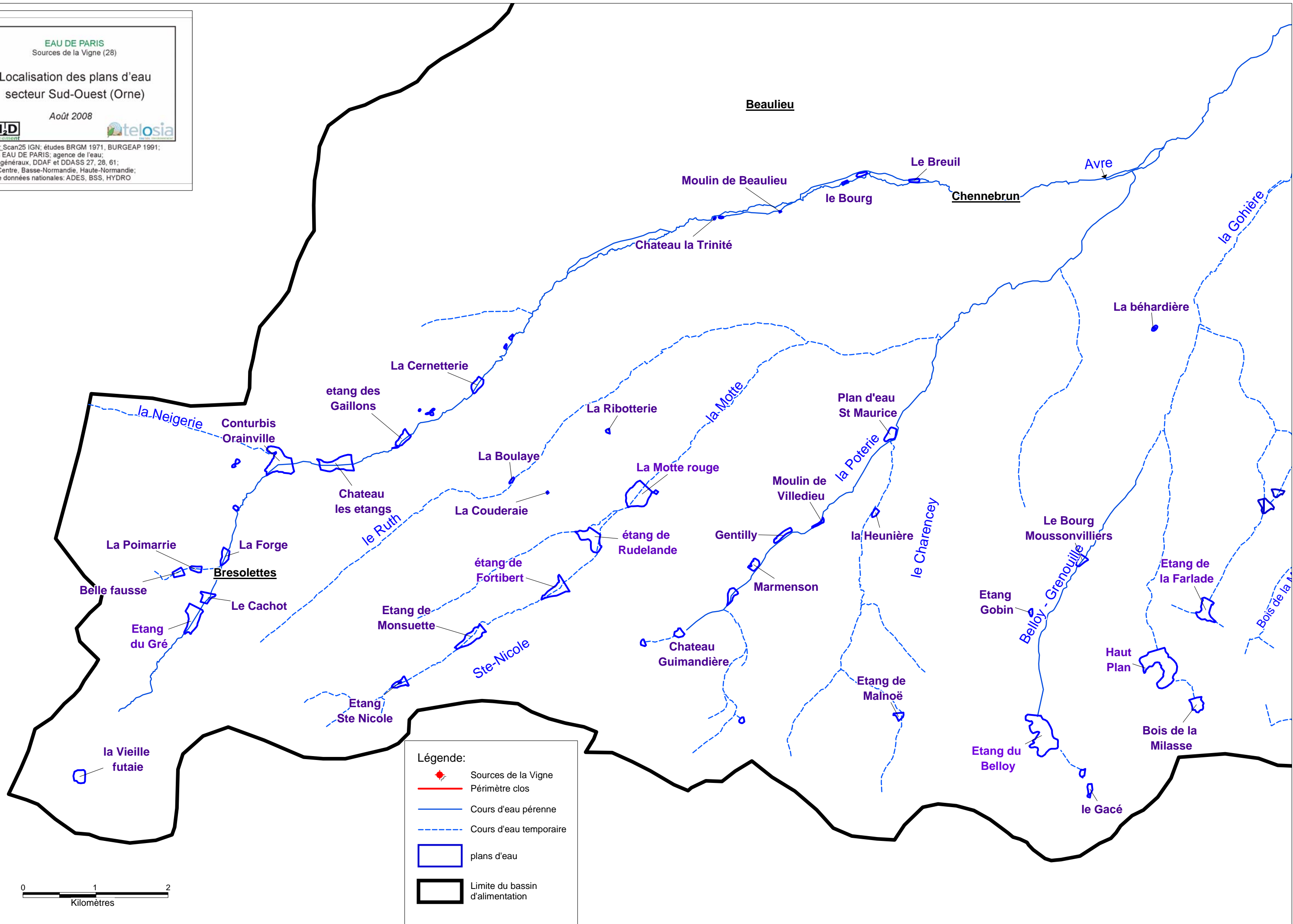
NOTE : les cartes descriptives du réseau hydrographique (plan d'ensemble : cours d'eau et plans d'eau) et des objectifs de qualité des cours d'eau sont intégrées au rapport.

Localisation des plans d'eau
secteur Sud-Ouest (Orne)

Août 2008




Sources: Scan25 IGN; études BRGM 1971, BURGEAP 1991;
données EAU DE PARIS; agence de l'eau;
conseils généraux, DDAF et DDASS 27, 28, 61;
DIREN Centre, Basse-Normandie, Haute-Normandie;
bases de données nationales: ADES, BSS, HYDRO



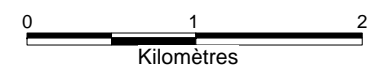
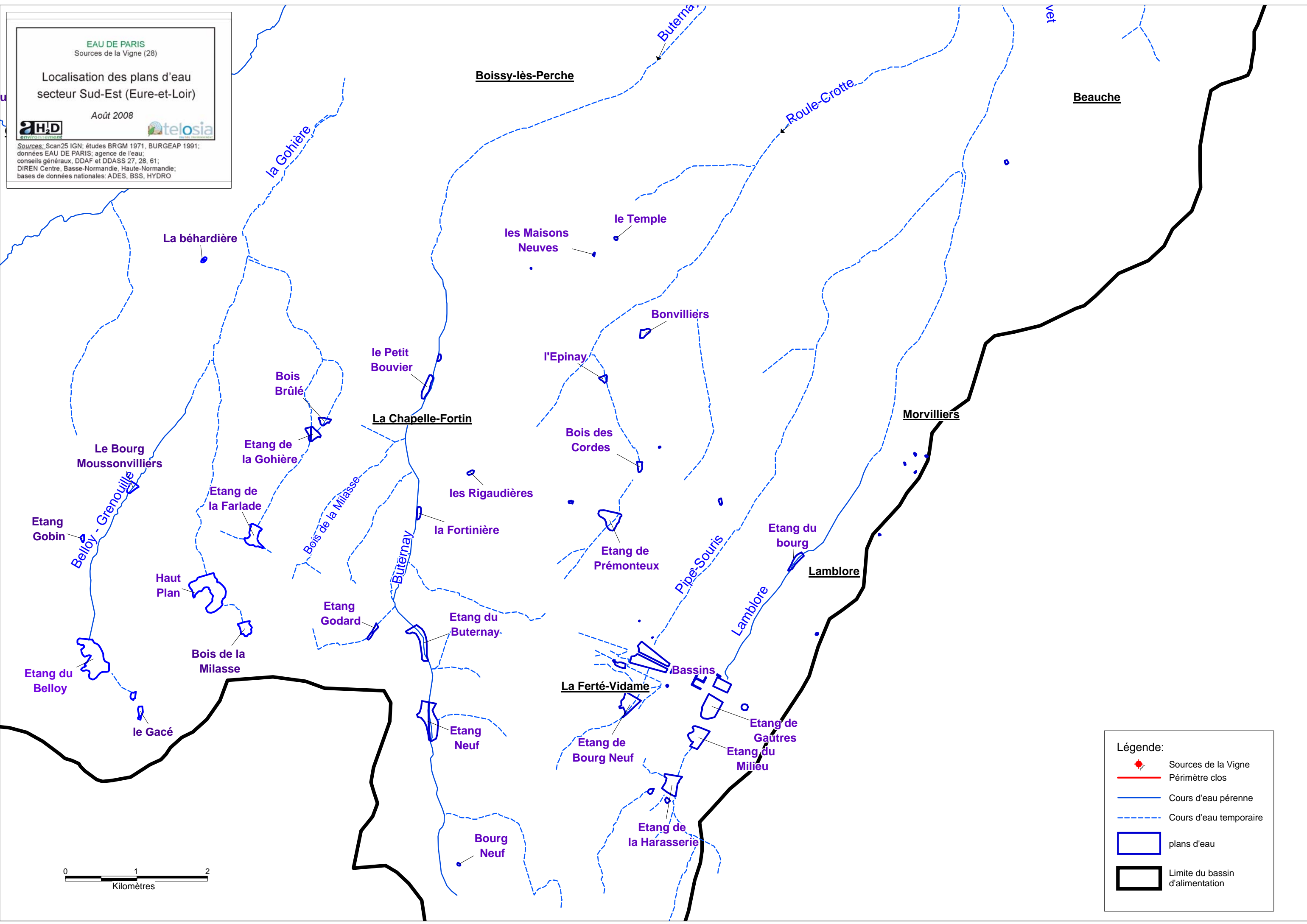
EAU DE PARIS
Sources de la Vigne (28)

Localisation des plans d'eau
secteur Sud-Est (Eure-et-Loir)







Août 2008



Sources: Scan25 IGN; études BRGM 1971, BURGEAP 1991;
données EAU DE PARIS; agence de l'eau;
conseils généraux, DDAF et DDASS 27, 28, 61;
DIREN Centre, Basse-Normandie, Haute-Normandie;
bases de données nationales: ADES, BSS, HYDRO



Légende:

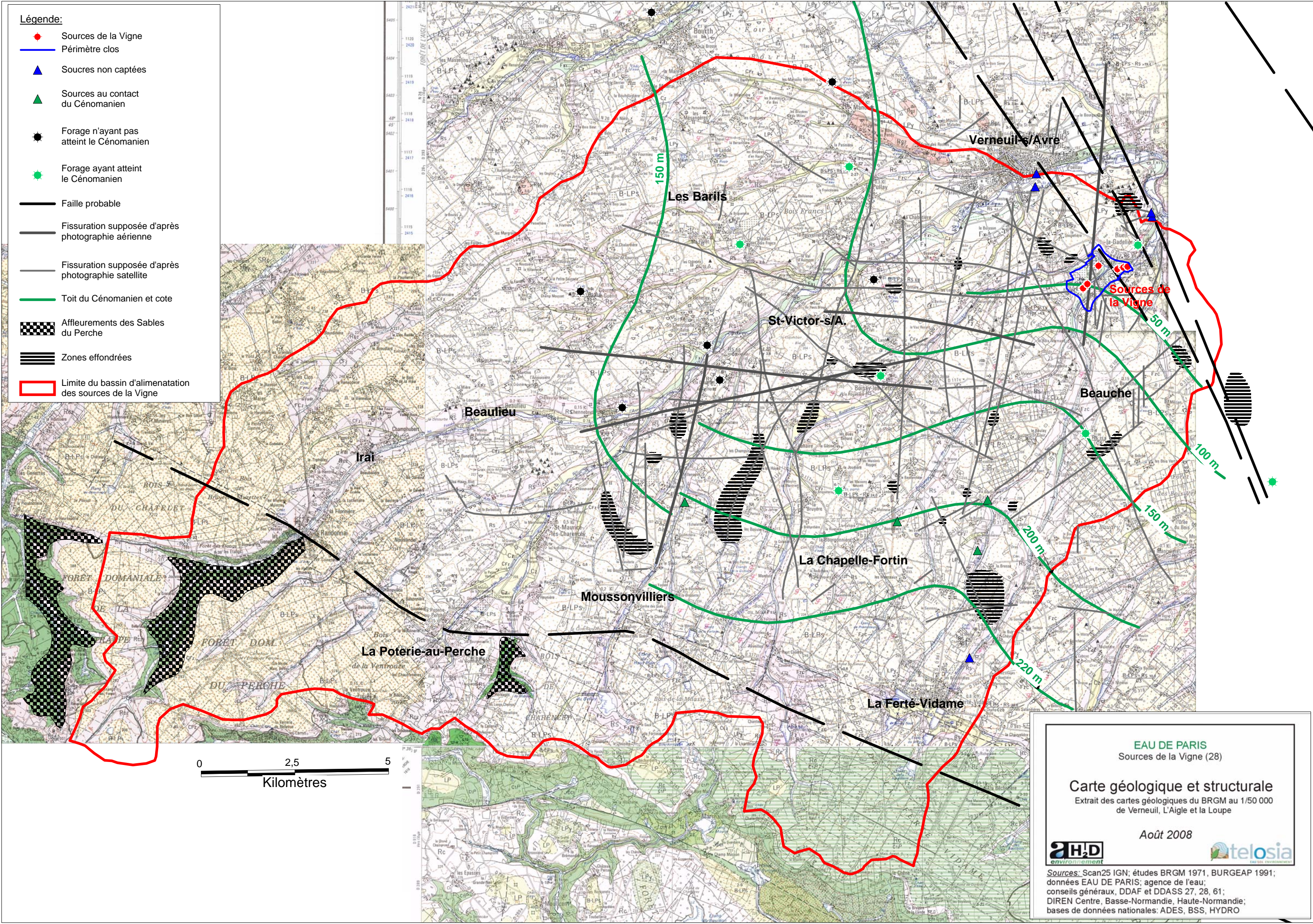
-  Sources de la Vigne
-  Périmètre clos
-  Cours d'eau pérenne
-  Cours d'eau temporaire
-  plans d'eau
-  Limite du bassin d'alimentation

ANNEXE 3 : Contexte géologique

Carte 05a : Carte géologique et structurale du secteur

Planche 05b : Légendes des cartes géologiques.



- Légende:**
- Sources de la Vigne
 - Périmètre clos
 - ▲ Sources non captées
 - ▲ Sources au contact du Cénomanién
 - Forage n'ayant pas atteint le Cénomanién
 - Forage ayant atteint le Cénomanién
 - Faille probable
 - Fissuration supposée d'après photographie aérienne
 - Fissuration supposée d'après photographie satellite
 - Toit du Cénomanién et cote
 - Affleurements des Sables du Perche
 - Zones effondrées
 - Limite du bassin d'alimentation des sources de la Vigne



EAU DE PARIS
Sources de la Vigne (28)

Carte géologique et structurale
Extrait des cartes géologiques du BRGM au 1/50 000
de Verneuil, L'Aigle et la Loupe

Août 2008

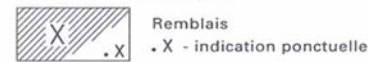



Sources: Scan25 IGN; études BRGM 1971, BURGEAP 1991; données EAU DE PARIS; agence de l'eau; conseils généraux, DDAF et DDASS 27, 28, 61; DIREN Centre, Basse-Normandie, Haute-Normandie; bases de données nationales: ADES, BSS, HYDRO

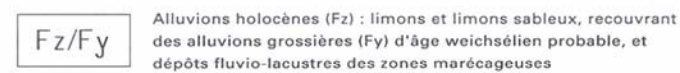
Extrait de la légende de la carte géologique de L'Aigle
source: BRGM

FORMATIONS SUPERFICIELLES

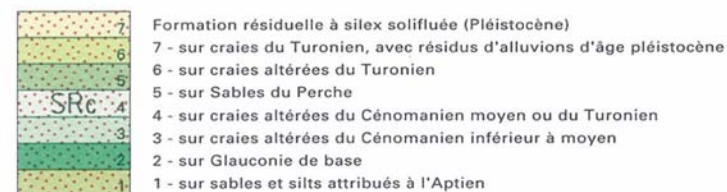
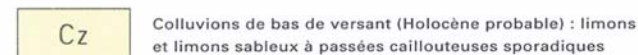
Formations anthropiques



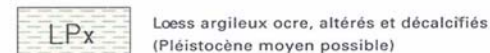
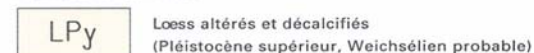
Formations fluviales et dépôts de fonds de vallons



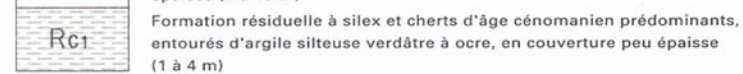
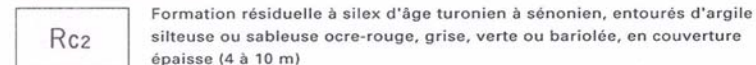
Formations de versant



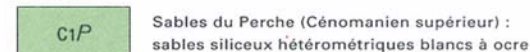
Formations éoliennes



Dépôts résiduels et altérites



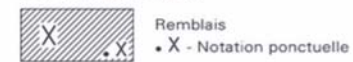
CRETACE



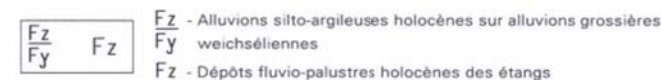
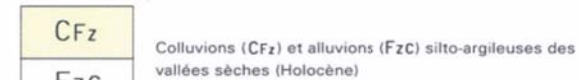
Extrait de la légende de la carte géologique de Verneuil
source: BRGM

FORMATIONS SUPERFICIELLES TERTIAIRES ET QUATERNAIRES

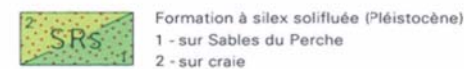
Dépôts anthropiques



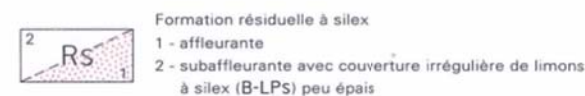
Dépôts fluviaux



Dépôts éoliens



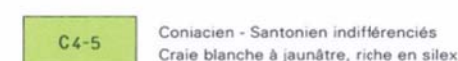
Altérites



FORMATIONS TERTIAIRES RÉSIDUELLES (OLIGOCÈNE PROBABLE)



FORMATIONS CRÉTACÉES



Extrait de la légende de la carte géologique de La Loupe
source: BRGM

FORMATIONS SUPERFICIELLES TERTIAIRES ET QUATERNAIRES

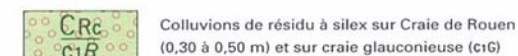
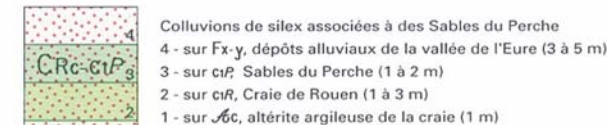
Formations alluviales



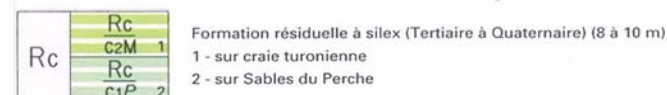
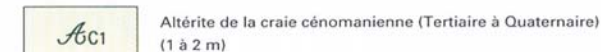
Formations éoliennes



Formations de pentes (Pléistocène)



Altérites





FORMATIONS SECONDAIRES



EAU DE PARIS
Sources de la Vigne (28)

Carte géologique et structurale
Extrait des cartes géologiques du BRGM au 1/50 000
de Verneuil, L'Aigle et la Loupe















Août 2008

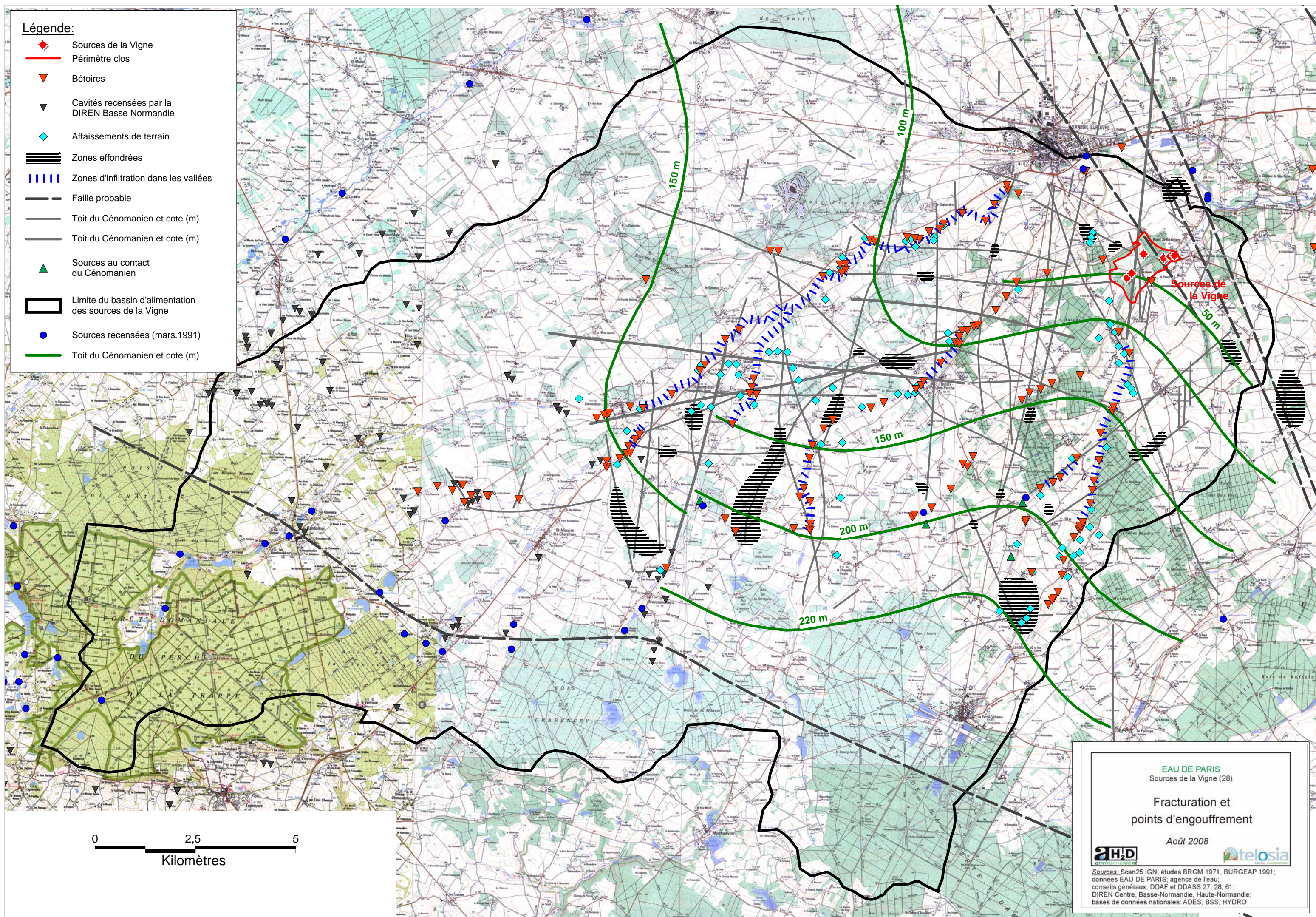



Sources: Scan25 IGN; études BRGM 1971, BURGEAP 1991; données EAU DE PARIS; agence de l'eau; conseils généraux, DDAF et DDASS 27, 28, 61; DIREN Centre, Basse-Normandie, Haute-Normandie; bases de données nationales: ADES, BSS, HYDRO

ANNEXE 4 : Localisation des zones d'engouffrement

Légende:

-  Sources de la Vigne
-  Périmètre clos
-  Bétoires
-  Cavités recensées par la DIREN Basse Normandie
-  Affaissements de terrain
-  Zones effondrées
-  Zones d'infiltration dans les vallées
-  Faille probable
-  Toit du Cénomanien et cote (m)
-  Toit du Cénomanien et cote (m)
-  Sources au contact du Cénomanien
-  Limite du bassin d'alimentation des sources de la Vigne
-  Sources recensées (mars.1991)
-  Toit du Cénomanien et cote (m)



EAU DE PARIS
Sources de la Vigne (28)

Fracturation et
points d'engouffrement

Août 2008

Sources: Scan25 IGN; études BRGM 1971, BURGEAP 1991; données EAU DE PARIS; agence de l'eau; conseils généraux, DDAF et DDASS 27, 28, 61; DIREN Centre, Basse-Normandie, Haute-Normandie; bases de données nationales: ADES, BSS, HYDRO

ANNEXE 5 : Contexte pédologique : typologie des sols