

Corrélation entre les précipitations, les niveaux de nappe et la présence de polluants

Au niveau de l'Aire d'Alimentation des captages de Caix



Entreprise d'accueil :

Syndicat Intercommunal d'Eau Potable du Santerre (SIEP)
1, rue d'ASSEL
80170 Rosières en Santerre

Maitre d'apprentissage : Madame Sandrine PETIT, Directrice du SIEP

*« L'eau liquide est plus rare à l'échelle cosmique que l'or sur la terre. » —
Hubert Reeves, Patience dans l'azur*

RESUME

En 2009, le Grenelle de l'Environnement a désigné des captages « prioritaires » en raison de fortes concentrations en nitrates et pesticides. Les captages de Caix appartenant au Syndicat d'Eau Potable (SIEP) en faisaient partie.

Ces captages constituent une ressource stratégique et essentielle pour l'alimentation en eau potable des 83 communes, il est donc indispensable de la préserver. Le SIEP du Santerre a donc engagé sur le territoire une Opération de Reconquête de la Qualité de l'Eau (ORQUE).

Dans le cadre de ma licence professionnelle Ressource et Qualité de l'Eau, réalisée en alternance, j'ai travaillé sur cette opération au sein du SIEP du Santerre.

Pour protéger la ressource, il est nécessaire d'en comprendre les fonctionnements. C'est pourquoi ce rapport vise à tenter de comprendre la fluctuation de certaines concentrations en éléments dans la nappe au niveau des captages de Caix 1 et Caix 3.

Après analyse de la bibliographie disponible, des nombreux rapports sur ce sujet, des données fournies ou collectées de 1999 à 2013 et enfin au terme d'entretiens, les éléments principaux du constat permettent d'émettre des hypothèses :

- concernant le stockage de substances polluantes dans le sol et la nappe
- expliquant d'où proviendrait la différence de concentration en ions dans la nappe entre la station de Caix 1 et Caix 3.

Ces résultats sont une première analyse à approfondir par de plus ample études et expériences.

Mot clés : Picardie, ORQUE, AAC, nappe de la Craie, précipitations, piézométries, remontée de nappe, agriculture, produits phytosanitaires, pollution, nitrates, sulfates, chlorures.

REMERCIEMENTS

De nombreuses rencontres et personnes m'ont permis de réaliser cet apprentissage dans les meilleures conditions.

Je tiens donc à remercier :

Madame Sandrine PETIT, mon maître d'apprentissage et directrice du SIEP, pour la confiance qu'elle m'a témoignée, pour son soutien constant et ses conseils.

Les techniciens et les maîtres d'ouvrages : Olivier HARLAY, Laurent GOSSELIN, Florian GIBLAISSE et Marian FAUVEL, pour leur collaboration et leur accueil chaleureux.

Madame Sonia SERI pour son aide et sa bonne humeur.

Le Président, Monsieur CHEVAL pour sa gentillesse et son implication.

Je tiens à exprimer ma vive reconnaissance envers Madame Marine JOSSE pour la formation qu'elle m'a prodiguée, son écoute et ses précieux conseils.

Merci aux partenaires du SIEP et de l'ORQUE, notamment l'Agence de l'Eau Artois Picardie, La FREDON, l'URCPIE pour leur aide ponctuelle et leur solidarité.

Mes sincères remerciements s'adressent aussi à Monsieur MARONNET, agriculteur, pour l'aide qu'il m'a apporté grâce à son savoir.

Je remercie particulièrement mon papy Christian DEFOLY et Luce BENEZECH pour leur relecture ainsi que ma mamie Rachel DEFOLY qui m'a accueillie à Rosières-en-Santerre et ma mère Sylvie pour ses encouragements.

Enfin, merci à ma tutrice, Madame Danièle VALDES-LAO, pour ses conseils et ses corrections ; et à l'équipe des enseignants-chercheurs de l'UPMC pour leur suivi tout au long de cette année de formation.

TABLE DES MATIERES

RESUME	3
REMERCIEMENTS	4
TABLE DES MATIERES	5
TABLE DES ABREVIATIONS	6
LISTE DES ILLUSTRATIONS	7
INTRODUCTION	8
PARTIE 1 : CONTEXTE	9
I. Le Syndicat Intercommunal d'Eau Potable du Santerre	9
1. La Structure	9
2. Le réseau d'eau potable	12
3. La qualité de l'eau	13
II. L'Opération de Reconquête de la Qualité de l'EAU	16
1. Désignation des captages de Caix	16
2. Les acteurs	17
3. Mise en place de l'ORQUE	18
III. Les Missions	20
1. Détails des missions	20
2. Organisation des journées	26
3. Les limites	26
PARTIE 2 – CONCENTRATION DE PARTICULES DANS LA NAPPE DE LA CRAIE EN FONCTION DU BATTEMENT	27
I. Méthodologie	27
1. Objet de l'étude/choix du sujet	27
2. Mise en œuvre	27
II. Le secteur d'étude	29
1. Territoire	29
2. Stations de pompage	29
3. Topographie	30
4. Occupation du sol et Pression sur la ressource en eau	30
III. Analyses des données recueillies	32
1. Climat et Pluviométrie	32
2. Géologie	33
3. Hydrogéologie	35
4. Analogie entre le battement de la nappe et la concentration des polluants	43
5. Bilans	49
CONCLUSION	50
BIBLIOGRAPHIE	51
ANNEXES	52

TABLE DES ABREVIATIONS

- ❖ AAC = BAC : Aire/Bassin d’Alimentation de Captage
- ❖ ABP : Agriculture Biologique de Picardie
- ❖ AEAP : Agence de l’Eau Artois–Picardie
- ❖ AMEVA : Syndicat Mixte d’Aménagement Hydraulique du Bassin Versant de la Somme
- ❖ AMPA : acide aminométhylphosphonique
- ❖ ARS : Agence Régionale de Santé
- ❖ BRGM : Bureau des Recherches Géologiques et Minières
- ❖ CA : Chambre d’Agriculture
- ❖ CCALM : Communauté de Commune Avre Luce et Moreuil
- ❖ CCHP : Communauté de Commune de la Haute Picardie
- ❖ CCI : Chambre de Commerce et d’Industrie
- ❖ CCS : Communauté de Commune du Santerre
- ❖ CG : Conseil Général
- ❖ CR : Conseil Régional
- ❖ CMA : Chambre des métiers et de l’Artisanats
- ❖ CoPil : Comité de Pilotage
- ❖ CRAE : Commission Régionale Agro–Environnementale
- ❖ DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer
- ❖ DCE : Directive Cadre Européenne
- ❖ DETR : Dotation d’Equipements des Territoires Ruraux
- ❖ DRAAF : Direction Régionale de l’Alimentation, de l’Agriculture et de la Forêt
- ❖ DREAL : Direction Régionale de l’Environnement, de l’Aménagement et du Logement
- ❖ DSP : Délégation de Service Public
- ❖ DTMP : Diagnostic Territorial Multi–Pressions
- ❖ DUP : Déclaration d’Utilité Publique
- ❖ EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale
- ❖ FNSEA : Fédération Nationale des Syndicats d’Exploitants Agricoles
- ❖ FREDON : Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles
- ❖ MAE : Mesures Agro–Environnementale
- ❖ NGF : Nivellement Général de la France
- ❖ ORQUE : Opération de Reconquête de la QUALITÉ de l’Eau
- ❖ PEA : Programme Eau et Agriculture
- ❖ PVE : Plan Végétale Environnemental
- ❖ SAFER : Société d’Aménagement Foncier et d’Etablissement Rural
- ❖ SAGE : Schéma d’Aménagement et de Gestion des Eaux
- ❖ SATEGE : Service d’Assistance Technique à la Gestion des Epandages
- ❖ SIAEP : Syndicat Intercommunale d’Alimentation en Eau Potable
- ❖ SIEP : Syndicat Intercommunale d’Eau Potable
- ❖ SITPA : Société Industrielle de Transformation de Produits Agricoles
- ❖ SMITOM : Syndicat Mixte Intercommunal de Traitement des Ordures Ménagères
- ❖ SMVA : Syndicat Mixte du Val d’Avre
- ❖ SPANC : Service Public d’Assainissement Non Collectif
- ❖ URCPIE : Union Régionale des Centres Permanents d’Initiatives à l’Environnement
- ❖ ZAC : Zone d’Aménagement Concerté
- ❖ ZSCE : Zone Soumise à Contrainte Environnementale

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Liste des Figures

Figure 1 : Réservoirs du Santerre (source SIEP du Santerre)	8
Figure 2 : Siège du SIEP (Source : SIEP du Santerre)	9
Figure 3 : Locaux techniques des stations de Caix 3, Caix 1, Morchain et Potte (Source : SIEP du Santerre)	12
Figure 4 : Réseau d'eau potable du Santerre par branches (Source : SIEP du Santerre)	13
Figure 5 : Réunion de suivi avec les Agriculteurs de l'AAC (Source Charlotte DEFOLY)	20
Figure 6 : Station d'épuration de Rosières en Santerre (Source : Charlotte DEFOLY)	22
Figure 7 : Contrôle de bon fonctionnement de la fosse septique (Source Charlotte DEFOLY)	22
Figure 8 : Site internet du SIEP (Source web)	23
Figure 9 : Animation en école (source SIEP du Santerre)	23
Figure 10 : Charte d'entretien des espaces publics (source SIEP du Santerre)	24
Figure 11: Décharge sauvage aux abords de Caix 3 (Source SIEP du Santerre)	24
Figure 12 : Prélèvement d'un échantillon d'eau (source : Charlotte DEFOLY)	25
Figure 13 : Livre illustrant les paysages Picard (source web)	29
Figure 14 : Coupe géologique	35
Figure 15 : Processus d'infiltration dans le sol et multiplicités des écoulements (Source web)	38
Figure 16 : Vallée de la Luce en 2001 et en période normale (Source SIEP du Santerre)	41
Figure 17 : Processus influant sur le comportement et la migration des contaminants au niveau du sol (d'après Sims)	48

Liste des Cartes

Carte 1 : Localisation du périmètre du SIEP (Source : SIEP du Santerre)	9
Carte 2 : Exemple de périmètre de protection à Caix 1 et Caix 3 (Source : SIEP du Santerre)	14
Carte 3 : Captage « Grenelle » et prioritaire en Artois-Picardie	17
Carte 4 : AAC définit par l'Arrêté Préfectoral (source : Rapport AAC)	19
Carte 5 : Localisation des Captages de Caix (Source : Google Earth)	29
Carte 6 : Topographie au niveau de Caix (Source SIEP du Santerre)	30
Carte 7 : Occupation des sols Corine Land Cover (Source : Atlas des AAC de Caix)	31
Carte 8: Hydrogéologie de l'Artois Picardie (source AEAP)	36
Carte 9 : Masses d'eau souterraines en Artois Picardie (Source AEAP)	37
Carte 10 : Piézométrie de la nappe de la Craie (Source BRGM)	38

Liste des Graphiques

Graphique 1: Listing des artisans sur le secteur d'étude du champ captant de Caix (Source DTMP)	21
Graphique 2 : Répartition de l'occupation des sols (source DTMP)	31
Graphique 3 : Volume annuel de pluie à Caix	32
Graphique 4 : Moyennes saisonnières de pluie Graphique 5 : Pluviométrie moyenne par mois à Caix	33
Graphique 6 : Piézométrie de la nappe en fonction de la pluviométrie annuelle	40
Graphique 7 : Superposition des niveaux de nappe par mois sur 15 ans	40
Graphique 8 : Pluviométrie en fonction de la crue de nappe	42
Graphique 9: Niveau de la nappe en période pluies déficitaires	43
Graphique 10 : Conductivité à Caix 1 et Caix 3 sur 15 ans	45
Graphique 11 : Concentration des polluants en fonction du niveau de la nappe, à Caix1	46
Graphique 12 : Concentration des polluants en fonction du niveau de la nappe, à Caix 3	46

Liste des Tableaux

Tableau 1: Nombre d'analyses utilisées pour Caix 1 et Caix 3 par année	27
------------------------------------------------------------------------	----

INTRODUCTION

La formation en Licence professionnelle Ressource et Qualité de l'Eau se déroule en alternance. Travailler en entreprise constitue une étape obligatoire pour l'obtention du diplôme. L'enjeu de ce stage était donc de découvrir un nouvel univers professionnel et d'élargir mes compétences.

Durant une année (du 28 octobre 2013 au 27 octobre 2014), j'ai remplacé Marine JOSSE, l'animatrice chargée de la préservation de la qualité de l'eau au sein du Syndicat Intercommunal d'Eau Potable (SIEP) du Santerre, secteur rural de Picardie. Avant son départ en congés pour convenance personnelle, celle-ci m'a appris les fondamentaux de sa fonction.

Ma maitre de stage, Sandrine PETIT, directrice du SIEP m'a permis de poursuivre cette fonction dans d'excellentes conditions.

En 2009, les captages de Caix appartenant au SIEP du Santerre ont été déclarés « prioritaires » par le Grenelle de l'Environnement en raison de fortes concentrations en nitrates et pesticides. Ces captages constituent une ressource stratégique et essentielle pour l'alimentation en eau potable des 83 communes de la Somme (80), il est donc indispensable de la préserver. Dans ce contexte, le SIEP du Santerre a engagé sur le territoire une Opération de Reconquête de la Qualité de l'Eau (ORQUE).

Auparavant en 2001, la nappe de la Craie où se situe ces captages étaient en crue.

L'étude de cette remontée de nappe peut nous permettre d'expliquer la fluctuation de certaines concentrations en éléments dans la nappe au niveau des captages de Caix 1 et Caix 3.

Ainsi, ce rapport relate le fonctionnement du SIEP du Santerre, de l'ORQUE et les missions que j'ai effectué.

Par la suite, j'analyserai la relation entre la pluviométrie, les niveaux de nappe et les concentrations en polluants sur ces 15 dernières années afin d'émettre différentes hypothèses en réponse à la problématique.



*Figure 1 : Réservoirs du Santerre
(source SIEP du Santerre)*

PARTIE 1 : CONTEXTE

I. Le Syndicat Intercommunal d'Eau Potable du Santerre

1. La Structure

- **Définition et missions**

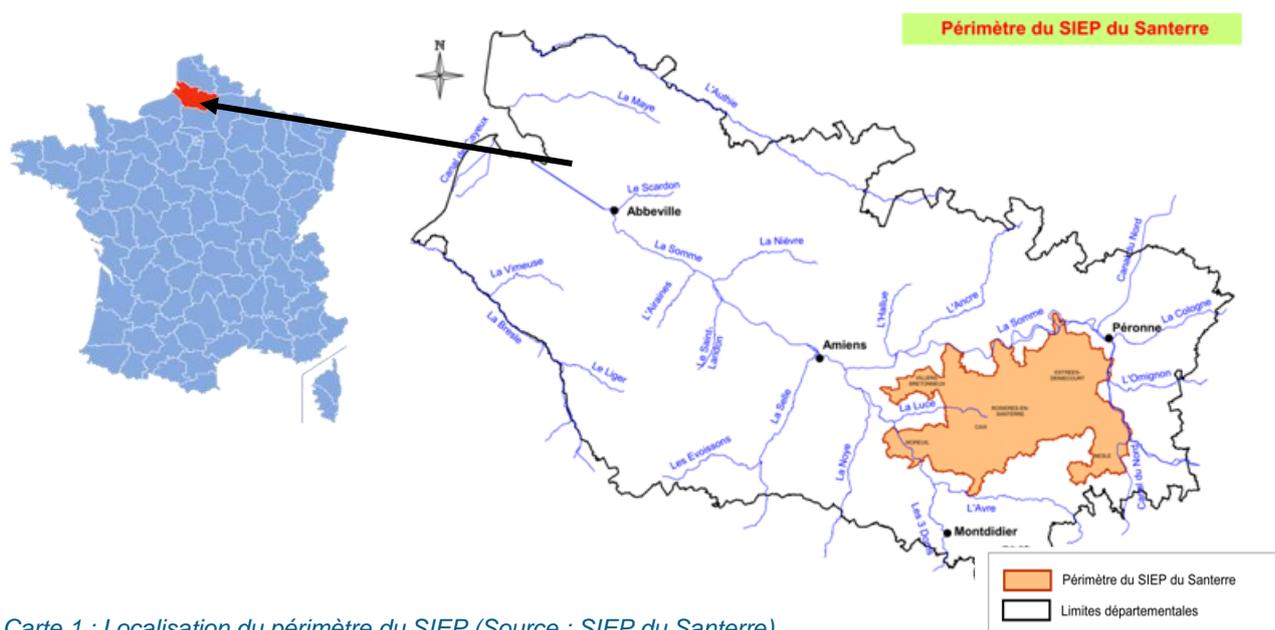
Le Syndicat Intercommunal d'Eau Potable (SIEP) du Santerre (fig.2) est un Etablissement Public de Coopération Intercommunale (EPCI). Il assure, au lieu et place des communes membres, l'exploitation du service public de l'eau potable, comprenant la production, le transfert, le stockage et la distribution de l'eau potable, ainsi que la gestion, le maintien en bon état et le fonctionnement du patrimoine productif du service. Il assure également l'étude de projets et la direction de travaux pour toutes les opérations d'investissement réalisées dans le cadre de ce service.



Figure 2 : Siège du SIEP (Source : SIEP du Santerre)

- **Territoire**

Situé en région Picarde, dans le département de la Somme, le SIEP comprend 83 communes pour une superficie de plus de 57 000 hectares.



Carte 1 : Localisation du périmètre du SIEP (Source : SIEP du Santerre)

- **Historique**

Créé par un arrêté préfectoral en date du 22 mars 2001, le SIEP du Santerre est né de la fusion du Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable (SIAEP) de Caix (créé par arrêté préfectoral du 14 janvier 1922) et du SIAEP de Béthencourt sur Somme (créé par arrêté préfectoral du 30 juillet 1923).

A l'origine, l'exploitation du réseau complet, des stations de pompage, de l'adduction et de la distribution servant les communes adhérentes était en régie¹. Les communes étaient chargées des tâches d'entretien et de renouvellement de leurs réseaux ainsi que de la gestion et la facturation du prix de l'eau.

En 1974 et 1975, les syndicats (de Caix et Béthencourt) ont opté pour un affermage² à l'entreprise Cise (filiale de la Saur). Les contrats de Délégation de Service Public (DSP) ont été renouvelés en 1994 et 1995 pour une durée de 12 ans.

La production d'eau potable est restée à la charge du SIAEP de Caix.

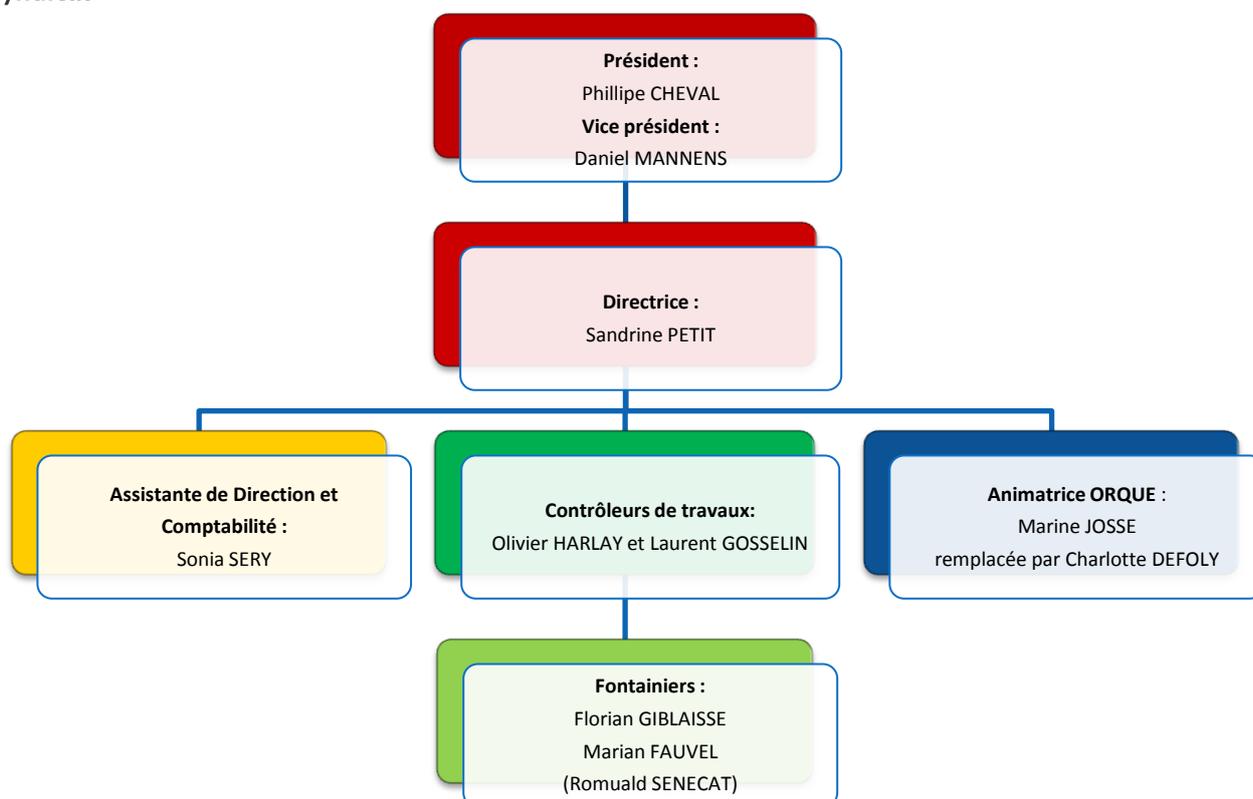
En 2001, la fusion des syndicats a conduit à la création du SIEP du Santerre. Les deux contrats de DSP ont été actualisés afin d'harmoniser les prestations sur les deux secteurs. La production est alors intégralement revenue en régie.

Le 16 juillet 2007, la société Nantaise des Eaux et Services s'est vu confier la gestion en affermage du service de distribution en eau potable du SIEP pour une durée de 8 ans.

Cet affermage ne sera pas reconduit puisqu'en 2014 un retour en régie a été voté, il prendra effet en juillet 2015.

• Acteurs

L'organigramme ci-dessous présente la hiérarchie et le poste des différents employés du syndicat.



Le bureau syndical est constitué du Président, ainsi que de 12 délégués élus par les membres du comité syndical. La directrice, les contrôleurs de travaux et l'animatrice ORQUE sont amenés à

¹ Mode de gestion d'un service public assurée exclusivement par des agents nommés par l'Etat.

² Action de donner ou de prendre à ferme un bien rural moyennant une redevance convenue entre le fermier et le propriétaire.

participer à ses réunions pour apporter les éléments techniques, financiers et juridiques. Le bureau se réunit généralement une fois tous les deux mois afin de préparer les réunions du comité syndical.

Le Comité syndical, organe délibérant du Syndicat est constitué des 83 délégués titulaires et autant de suppléants élus par le conseil municipal des communes. Afin de pouvoir délibérer valablement et ainsi acter les choix d'action du SIEP, 43 membres doivent être présent pour atteindre le quorum.

Le fermier : la Nantaise des Eaux Services est une entreprise de gestion déléguée de services pour les collectivités locales dans les domaines de l'eau et de l'assainissement en France. Lié avec le SIEP du Santerre par un contrat d'affermage, elle est chargée de l'acheminement de l'eau potable des réservoirs de têtes jusqu'aux lieux de consommation, des facturations et du recouvrement

- **Les utilisateurs**

Le Syndicat fournit de l'eau potable à la population des communes adhérentes, il alimente des entreprises et réalise également des échanges et des ventes d'eau à l'extérieur avec le SIAEP de Pierrepont sur Avre, le SIAEP de Guerbiny et la commune de Démuin.

Ainsi au 31/12/2013, ce service public d'eau potable dessert 18 574 abonnés ce qui représente 40 571 habitants, avec une consommation moyenne de 164,52 m³/abonné.

La SITPA (Société Industrielle de Transformation de Produits Alimentaires), située à Rosières-en-Santerre, a une convention de vente d'eau avec le SIEP, elle a consommé 671 440 m³ pour l'année 2013.

Le SIEP met également à disposition des maires, entreprises et des agriculteurs, des bornes de puisages utilisables grâce à une carte prépayée. En 2013, 6 053 m³ ont été utilisés.

- **Financements et prix de l'eau**

Le prix de l'eau est constitué de plusieurs parts :

- La part syndicale, fixe et définie chaque année.
- La part fermière, est la partie nette des recettes qui revient au délégataire pour le service qu'il rend.
- Les redevances de l'Agence de l'Eau pour : le prélèvement sur la ressource, la pollution de l'eau d'origine domestique et la modernisation des réseaux de collecte.
- La TVA

Ainsi, en 2013, le prix de l'eau était fixé à 1.82 €/m³, soit un budget total pour le SIEP du Santerre de 2 387 683,01 € HT.

Le SIEP perçoit donc un revenu grâce à la vente d'eau mais il reçoit aussi des subventions de l'Agence de l'Eau Artois Picardie (AEAP) et de la Dotation d'Equipement des Territoires Ruraux (DETR).

2. Le réseau d'eau potable

Le SIEP du Santerre dessert toutes ses communes grâce à ses 659.4 kilomètres de canalisation qui parte des stations de pompage aux robinets en passant par les réservoirs d'eau. L'eau qui circule est maintenue en pression grâce à la hauteur des châteaux d'eau et la mise en place de surpresseurs.

• Stations de pompage

Le SIEP détient 4 stations de pompage (fig. 3) :

- Caix 1 créée en 1921 et 1964 comprend 4 forages distincts : F1-1, F1-2 et F1-3, F1-4. C'est la station la plus importante avec un volume annuel de 1 892 110 m³ pompés en 2013.
- Caix 3 créée en 1991 avec deux forages : F 3-1 et F 3-2. Seconde station la plus importante en volume avec 755 196 m³ en 2013
- Morchain créée 1995 avec deux forages : F1-1 et F1-2. Qui suit Caix 3 avec 684 983 m³ pompé en 2013.
- Potte créée en 1988 avec deux forages : F1-1 et F1-2. Plus petite station avec un volume pompé de 389 520 m³ en 2013.

Ainsi en 2013, Le volume annuel prélevé est de 3 721 809 m³



Figure 3 : Locaux techniques des stations de Caix 3, Caix 1, Morchain et Potte
(Source : SIEP du Santerre)

Le secteur très rural dans lequel sont implantés les captages exerce une forte pression sur la qualité de l'eau. C'est ainsi qu'en 1994, la présence de nitrates et la contamination par des solvants et du chrome a conduit à l'abandon de la station de pompage de Caix 2 au profit de la station de pompage de Caix 3. De même, en 2011, forage situé à Rethonvillers a été fermé pour cause de pollution à l'oxadixyl.

Un nouveau captage devrait voir le jour à Hailles. Le SIEP du Santerre et la Communauté d'Agglomération d'Amiens Métropole se sont réunis sur ce projet sous la forme du Syndicat Mixte du Val d'Avre (SMVA).

- **Surpresseurs :**

Le réseau compte 4 surpresseurs à Le Quesnel, Guillaucourt, Lihons et Chaulnes permettant d'acheminer l'eau jusqu'aux réservoirs d'eau potable et d'assurer une pression convenable pour les utilisateurs.

- **Réservoirs d'eau potable**

Le SIEP gère 11 réservoirs dit de « têtes », les 13 autres sont à la charge du fermier. Ces réservoirs sont appelés également châteaux d'eau. Les réservoirs de « tête » orientent la destination de l'eau dans les différentes branches du territoire (fig.4).

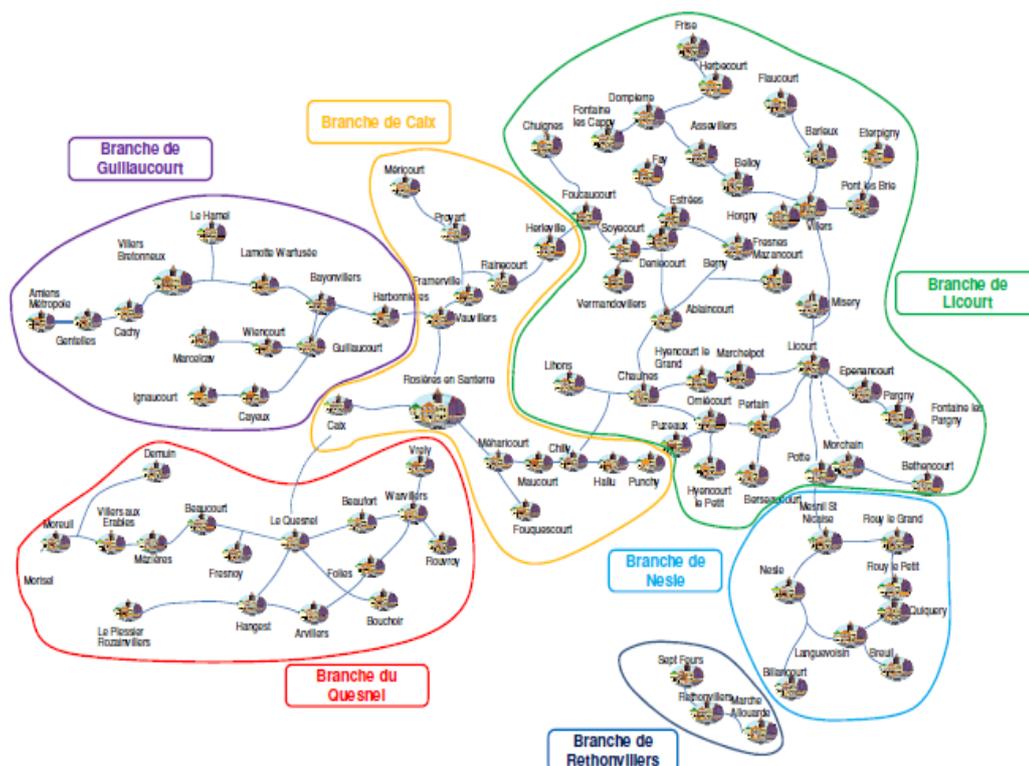


Figure 4 : Réseau d'eau potable du Santerre par branches (Source : SIEP du Santerre)

3. La qualité de l'eau

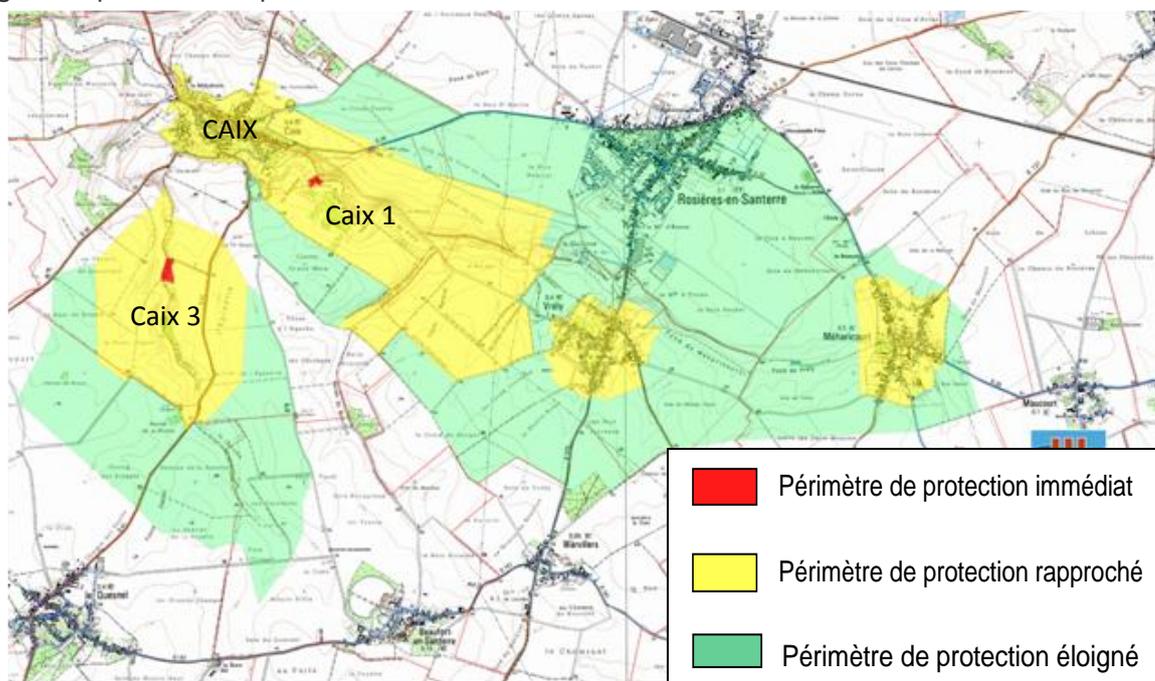
La qualité de l'eau est protégée et contrôlée via les périmètres de protection et une auto-surveillance. Un traitement par chloration permet de prévenir de toute contamination bactériologique.

- **Périmètre de protection**

En vue d'assurer la préservation de la ressource, le code de la santé publique (article L-1321-2) définit trois périmètres de protection de captage (Carte 2) ; la loi sur l'eau du 03 janvier 1992 rend le dispositif obligatoire. L'objectif est de réduire les risques de pollutions ponctuelles et accidentelles de la ressource. Figurant dans Déclaration d'Utilité Publique (DUP), on distingue :

- Le périmètre de protection immédiat : site de captage clôturé où toutes les activités sont interdites hormis celles relatives à l'exploitation et à l'entretien de l'ouvrage de prélèvement de l'eau et au périmètre lui-même. Son objectif est d'empêcher la détérioration des ouvrages et d'éviter le déversement de substances polluantes à proximité immédiate du captage.

- Le périmètre de protection rapproché : secteur plus vaste pour lequel toute activité susceptible de provoquer une pollution y est interdite ou est soumise à prescription particulière (construction, dépôts, rejets ...). Son objectif est de prévenir la migration des polluants vers l'ouvrage de captage.
- Le périmètre de protection éloigné (facultatif) : créé si certaines activités sont susceptibles d'être à l'origine de pollutions importantes.



Carte 2 : Exemple de périmètre de protection à Caix 1 et Caix 3 (Source : SIEP du Santerre)

• Contrôle de la qualité de l'eau

En France, une eau « propre à la consommation humaine », doit respecter cinquante-quatre critères de qualité. L'exigence de cette réglementation vise à garantir la qualité microbiologique, physico-chimique et gustative de l'eau.

La réglementation française s'appuie sur les exigences minimums fixées par la **Directive européenne n°98-83/CE du 3 novembre 1998 « relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine »**, elle-même basée sur les recommandations de l'**Organisation Mondiale de la Santé (OMS)**.

Ces exigences ont été transposées en droit Français dans le **Code de la Santé Publique aux articles R. 1321-1 à R. 1321-63** (modifié par le décret n°2007-49 du 11 janvier 2007) puis appliqué par le **décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001** (consolidé par les décrets n°2003-461 et n°2003-462 du 21 mai 2003) et l'**arrêté du 11 janvier 2007** (modifié par l'arrêté du 21 janvier 2012).

Le contrôle de la conformité et les conditions d'information sur la qualité de l'eau distribuée en vue de la consommation humaine sont régis par :

- Le Code de la Santé Publique, le Code des Collectivités Territoriales et le Code de l'Environnement.
- La loi n°92-3 du 3 janvier 1992 « sur l'eau », la loi n°2004-806 du 9 août 2004 « relative à la politique de santé publique », la loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 « sur l'eau et les milieux aquatiques », la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 « portant l'engagement national pour l'environnement ».

- **Le décret n°2000-318 du 7 avril 2000** « relatif à la partie Réglementaire du code général des collectivités territoriales ».
- **L'arrêté du 10 juillet 1996** « *relatif aux factures de distribution de l'eau et de collecte et de traitement des eaux usées* » (consolidé par le décret 2003-462 et l'Arrêté du 22 février 2008) ; **l'arrêté du 19 septembre 2011** *fixant la liste des laboratoires agréés par le ministère chargé de la santé pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux* et **l'arrêté du 21 janvier 2010** « *modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique* ». Cet arrêté précise les analyses-types du contrôle sanitaire de l'eau de consommation :
 - **RP** : programme d'analyses effectué à la ressource, pour les eaux d'origine souterraine.
 - **P1** : programme d'analyses de routine effectué au point de mise en distribution ;
 - **P2** : programme d'analyses complémentaires de P1 permettant d'obtenir le programme d'analyses complet (P1 + P2) effectué au point de mise en distribution ;
 - **D1** : programme d'analyses de routine effectué aux robinets normalement utilisés pour la consommation humaine ;
 - **D2** : programme d'analyses complémentaires de D1 permettant d'obtenir le programme d'analyses complet (D1 + D2) effectué aux robinets normalement utilisés pour la consommation humaine.

L'annexe 2 dudit arrêté définit les paramètres par type d'analyse et indique la fréquence d'échantillonnage : « Les échantillons d'eau doivent être prélevés de manière à être représentatifs (temporellement tout au long de l'année et géographiquement) de la qualité des eaux brutes et des eaux distribuées. »

La fréquence des analyses de type RP est fonction du volume prélevé. Pour les points de mise en distribution et d'utilisation (P1 et P2), elle est fonction du débit d'eau distribuée et de la population desservie (en tenant compte des populations saisonnières sur les zones touristiques).

Les analyses sont effectuées par un laboratoire d'hydrologie. L'arrêté du 19 septembre 2011 fixe la liste des laboratoires agréés pour le contrôle sanitaire de l'eau destinée à la consommation humaine. Au cours de ces 15 dernières années, les analyses ont été réalisées par différents laboratoires : CERECO, l'Institut Pasteur de Lille (IPL) devenu Eurofins, le laboratoire d'analyses départementales de l'Oise (LDA60), le laboratoire départemental de la Somme.

II. L'Opération de Reconquête de la Qualité de l'Eau

1. Désignation des captages de Caix

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), transposée en droit français par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004, donne la priorité à la protection de l'environnement, en demandant de veiller à la non-dégradation de la qualité des eaux et d'atteindre d'ici 2015 un bon état général tant pour les eaux souterraines que pour les eaux superficielles, y compris les eaux côtières.

Afin de parvenir à cet objectif, l'Agence de l'Eau Artois Picardie incite les collectivités à agir volontairement pour la protection des masses d'eaux souterraines et des captages par le biais des Opérations de Reconquête de la Qualité de l'Eau (ORQUE).

L'ORQUE est avant tout un outil de connaissance et de décision permettant de définir les principes et les règles de gestion des ressources en eau. Elle vise à inciter tous les acteurs d'un territoire à lutter contre les pollutions diffuses de la ressource en eau, notamment les nitrates et produits phytosanitaires.

La loi sur l'eau et les milieux aquatiques (article 21), prévoit la possibilité de délimiter des zones soumises à contraintes environnementales (ZSCE), dans lesquelles est défini un programme d'action visant à limiter l'érosion, protéger les zones humides ou protéger les Aires d'Alimentation des Captages (AAC).

Par conséquent, la loi Grenelle par son article 21 en permet d'arrêter réglementairement un périmètre d'AAC et sa zone de protection ainsi qu'un plan d'action agricole.

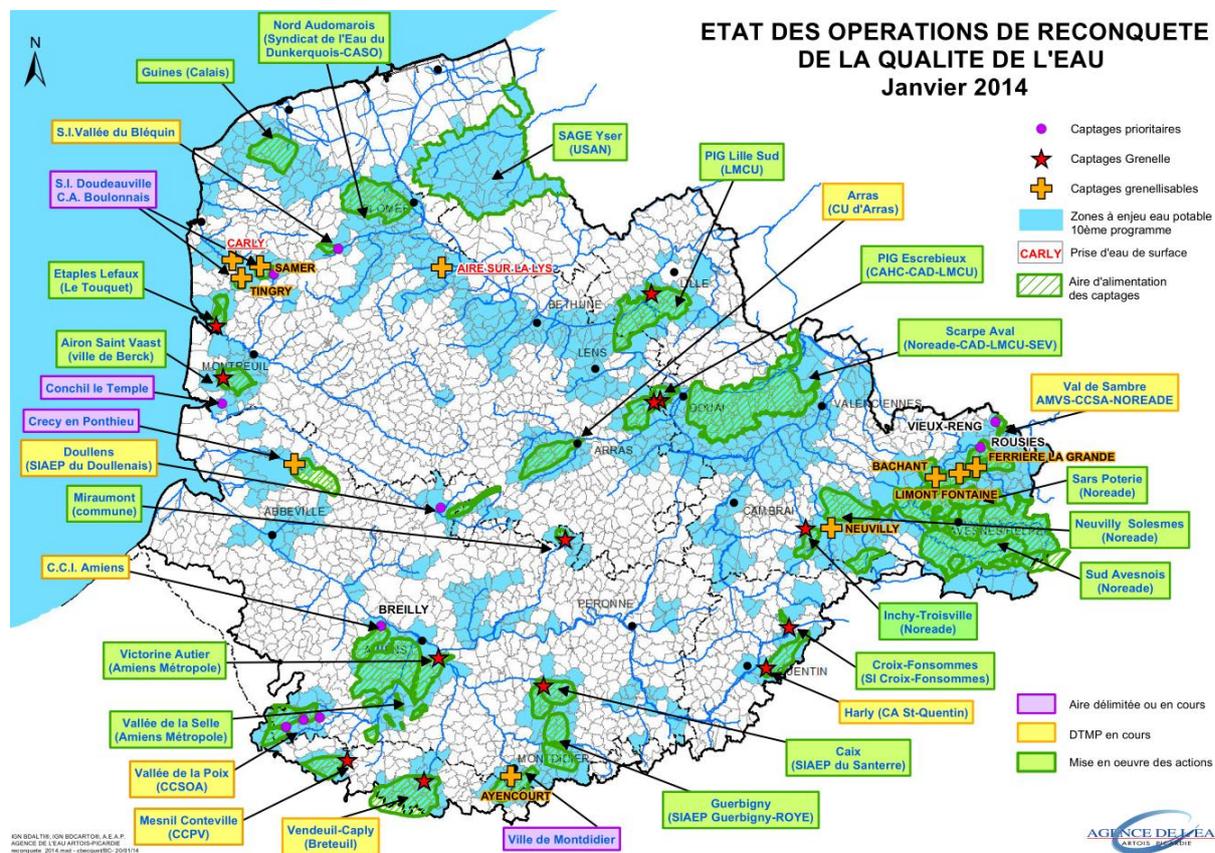
A l'échelle du bassin Artois-Picardie, 14 captages ont été désignés « Grenelle » ou « prioritaires » (*Carte 3*). Le SDAGE, outil de gestion de la ressource en eau du bassin Artois-Picardie exigé par DCE, recense les captages prioritaires. D'ici 2016, 46 captages supplémentaires sont à désigner par rapport à la liste officielle des captages Grenelle. Le choix de ces captages se fait selon ces critères :

- la dégradation de la ressource (notamment par les nitrates et phytosanitaires),
- l'importance stratégique du captage au vue de son intérêt sociétal,
- le caractère unique de la ressource,
- la volonté de reconquérir des captages abandonnés.

Ainsi, en 2008 les captages de Caix I ont été désignés prioritaires par le Grenelle de l'environnement parmi 507 captages en France. En effet, les dépassements des normes de potabilité en nitrates, l'apparition des pesticides (lénacile, bentazone...) et l'importance de ce captage au vue de la population desservie l'ont classés prioritaire.

Par souci de cohérence, le Président du SIEP demandé d'inclure les captages de Caix III (situés à proximité de Caix I) dans la même démarche.

Des zones à enjeu « eau » ont été définies par la suite afin d'identifier assez simplement les zones où le potentiel de développement de l'agriculture biologique est important pour y concentrer les efforts.



Carte 3 : Captage « Grenelle » et prioritaire en Artois-Picardie

2. Les acteurs

L'ORQUE a été mise en place par une animatrice aidée des différents acteurs du territoire.

• L'animatrice

C'est elle qui est en charge du projet d'Opération de la Qualité de l'Eau depuis 2009. Bien que travaillant au SIEP, elle est financée à 70% par l'AEAP, 20% par le syndicat et 10% par le Conseil Régional. Son rôle est d'organiser, de suivre, d'accompagner, d'animer la mise en œuvre technique, administrative et stratégique du plan d'actions pour la reconquête de la qualité de l'eau de ces deux captages prioritaires.

• Le comité de pilotage ou COPIL

Il veille au bon fonctionnement du projet. Le COPIL est constitué d'un représentant de chaque acteur de l'ORQUE. En font partie : l'AEAP, le CG de la Somme, le CR de Picardie, la DDTM, la CA de la Somme, des Coopératives et négociants, un agriculteur du territoire, l'ARS, la DREAL, l'AMEVA, la DRAAF, l'ABP et les membres du bureau du SIEP.

(Voir TABLE DES ABREVIATIONS)

- **Les partenaires**

De nombreux échanges ont eu lieu entre les différentes structures présentes sur le territoire et les représentants des collectivités et de l'État, à travers des échanges individuels et des réunions de groupes de travail thématiques (Activités agricoles, Activités artisanales et industrielles, Assainissement collectif et non collectif, Milieu, Phytosanitaires non agricoles) animées par le SIEP.

Les partenaires recensés sont les acteurs du COPIL mais aussi la SAFER, la CRAE, la FNSEA, l'URCPIE, la FREDON, le SMITOM, la CMA, le SATEGE ainsi que les bureaux d'études Géonord et Antéa-Safège.

L'implication des différents acteurs présents sur le territoire d'étude : agriculteurs, maires, artisans et usagers de l'eau joue un rôle essentiel dans cette opération. A chaque phase de son avancement, l'ensemble des acteurs a été associé permettant ainsi de mobiliser leurs connaissances et expertises pour assurer une cohérence et une appropriation par le plus grand nombre.

(Voir table des abréviations)

3. Mise en place de l'ORQUE

La mise en œuvre du Plan d'Action de l'ORQUE repose sur trois phases :

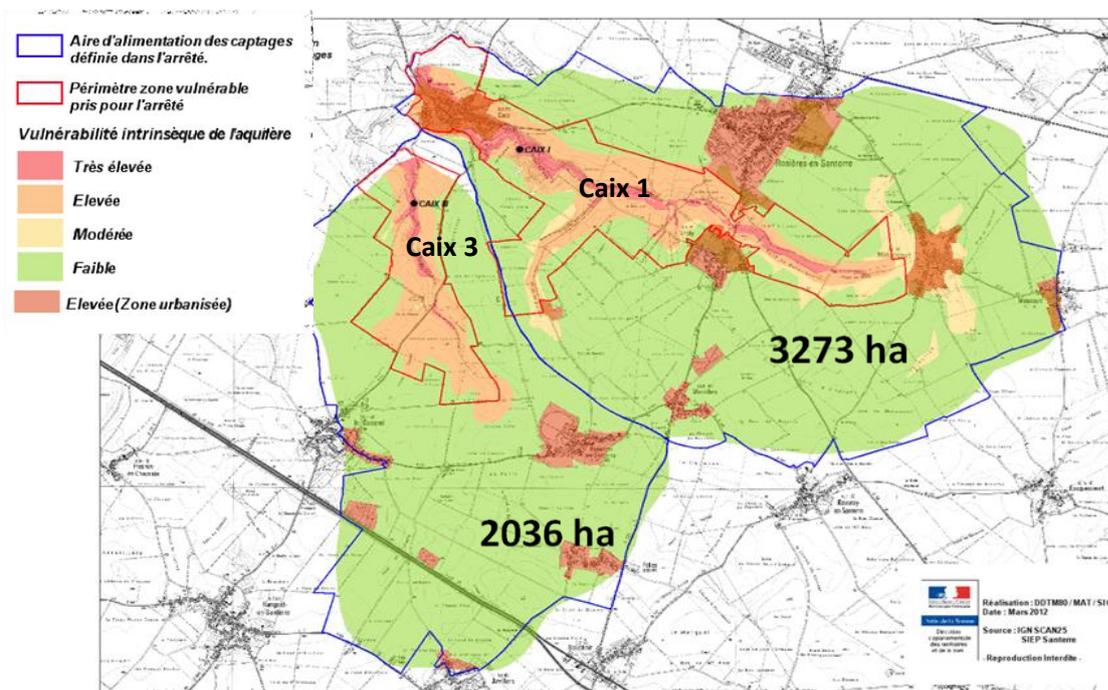
- **Phase 1 : l'Aire d'Alimentation des Captages**

Débutée en 2010, la première phase de l'étude a été la détermination l'AAC et de sa vulnérabilité intrinsèque par rapport à la nappe souterraine.

Les bureaux d'études Antéa-SAFEGE et Géonord se sont inspirés des travaux du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) pour réaliser leurs mesures. Ils ont ainsi pu déterminer l'AAC via une analyse hydrogéologique qui s'appuie sur la piézométrie, la topographie, l'aire d'appel de chaque captage et le débit de prélèvement moyen annuel de chaque champ captant *(voir Annexe : Equations de détermination de l'AAC et de la vulnérabilité intrinsèque)*.

La surface obtenue est beaucoup plus importante que les périmètres de protection des captages instaurés par la Déclaration d'Utilité Publique (DUP) de 1999. L'AAC des stations de Caix a une surface totale de 5 270 hectares. Il regroupe les communes d'Arvillers, Beaufort en Santerre, Bouchoir, Caix, Folies, Fouquescourt, Hangest-en-Santerre, Harbonnières, Le Quesnel, Lihons, Maucourt, Méharicourt, Rosières-en-Santerre, Rouvroy en Santerre, Vrély et Warvillers.

Le 18 avril 2011, le comité de pilotage a validé le périmètre de l'AAC et sa vulnérabilité intrinsèque et le 23 mars 2012, le périmètre cadastral a été validé.



- **Phase 2 : Diagnostic Territorial Multi-Pression**

Le Diagnostic Territorial Multi-Pression (DTMP) est la deuxième phase de l'étude. Il a débuté en avril 2011 et a permis de recenser l'ensemble des pollutions urbaines, agricoles, industrielles susceptibles d'affecter la ressource en eau.

Un comité de pilotage a eu lieu le 6 mai 2011 pour présenter le contexte et les premiers résultats du DTMP, il été validé par un deuxième COPIL le 13 janvier 2012.

- **Phase 3 : Plan d'actions**

La détermination du plan d'actions et son dispositif de suivi a débuté fin 2011.

L'inventaire des sources de pollutions corrélées avec la vulnérabilité des AAC a permis de construire un programme d'actions adaptées permettant de diminuer les pollutions diffuses et ponctuelles et, de ce fait, préserver la qualité de l'eau potable.

Ce processus a abouti à la définition de 7 thématiques déclinées en 20 actions, elles-mêmes déclinées en 79 sous actions (40 pour la partie urbaine et 39 pour la partie agricole) répondant aux risques principaux identifiés dans les phases précédentes.

Ces fiches détaillent l'action et apportent des éléments permettant sa mise en œuvre : maître d'ouvrage, planning prévisionnel, estimation des coûts, partenaires...

La validation du plan d'action par le comité de pilotage a eu lieu le 11 juin 2012, il a été approuvé le 25 janvier 2013 par le Préfet.

Le 10 décembre 2013 a eu lieu le premier COPIL de suivi à Caix.

III. Les Missions

1. Détails des missions

Afin de m'organiser dans mes missions, ma collègue Marine JOSSE m'a aidé à créer mon planning (*voir Annexe échancier*) J'ai ainsi poursuivi le plan d'action de l'Orque sur ses différentes thématiques (agricoles, artisans/industries, assainissement collectif et non collectif, communication/sensibilisation, milieux, collectivités) mais aussi découvert les missions d'un agent du syndicat d'eau.

- **Missions réalisées dans le cadre de l'ORQUE**

Les thématiques correspondent aux diverses pressions susceptibles de polluer la nappe, j'ai travaillé dans chacune d'elles.

Thématique agricole

Au sein d'un territoire où plus de 90 % de l'espace est voué aux terres arables avec 95 % de la surface diagnostiquée dans les zones où la vulnérabilité du milieu est élevée, l'activité agricole peut être à l'origine de pollutions (ponctuelles et diffuses) des aquifères.

Des diagnostics individuels d'exploitation ont été proposés pour identifier les sources de pollutions. Ils ont permis de mettre en évidence les pratiques qui doivent être adaptées selon les parcelles. Chaque agriculteur a reçu une synthèse, accompagnée de cartes traduisant les pistes d'actions pour leur exploitation.

Les principaux enseignements portent sur le manque de matière organique pour l'entretien des sols, des fertilisations qui pourraient être mieux pilotées, la mise en place de désherbage mécanique et des programmes de traitement qui pourraient être allégés en valorisant les leviers agronomiques.

Afin d'aider les agriculteurs dans leur démarche de respect de l'environnement, des engagements peuvent être souscrits en échange de financement : Plan Végétal pour l'Environnement (PVE), Programme Eau et Agriculture (PEA), Mesures Agro-environnementales (MAE).

Mes missions ont donc consistées à :

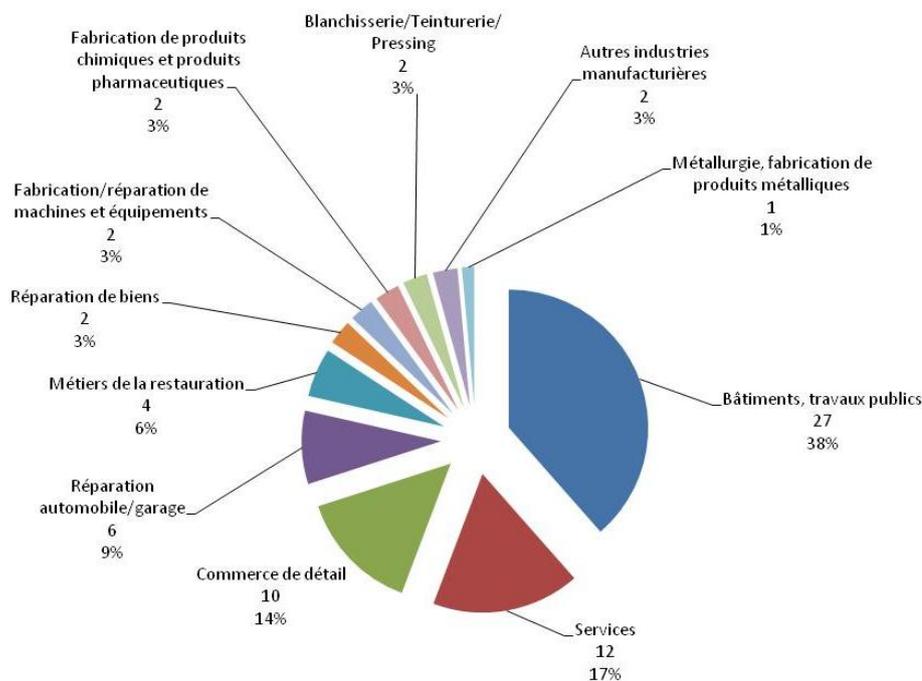
- suivre les diagnostics et compléter les bases de données ;
- rédiger un rapport pour désigner le SIEP comme opérateur des MAE ;
- envoyer des courriers récapitulatifs des avancées du plan d'action de l'ORQUE aux agriculteurs avec des informations concernant les souscriptions aux aides agricoles ;
- suivre et compléter la réponse à l'appel à projet « Bio » auprès de l'AEAP afin d'avoir des financements pour mettre en œuvre des actions de sensibilisation et de conversion au « bio » ;
- répondre aux interrogations des agriculteurs et les orienter vers la structure la plus apte à répondre à leur demande.



Figure 5 : Réunion de suivi avec les Agriculteurs de l'AAC (Source Charlotte DEFOLY)

Artisans/Industries

70 activités pouvant être « à risques » pour la ressource en eau ont été recensées sur le territoire avec pour principal secteur d'activité : le bâtiment et les travaux publics (38 %). Les services représentent également un secteur important regroupant 17 % des artisans. Un troisième groupe se distingue ensuite : le commerce de détail (14%).



Graphique 1: Listing des artisans sur le secteur d'étude du champ captant de Caix (Source DTMP)

Concernant cette thématique, j'ai organisé une rencontre avec la Chambre des Métiers et de l'Artisanat (CMA) de Boves afin d'assurer un suivi des diagnostics et de discuter de moyens de sensibilisation. Cette réunion n'a pas abouti à des résultats concluants, le diagnostic ayant révélé un potentiel d'activités restreint sur le secteur de l'ORQUE.

Marine JOSSE m'avait demandé d'organiser une journée de démonstration d'outils pour les artisans peintres, permettant de limiter la pollution due aux peintures et solvants. Ces journées avaient déjà eu lieu dans des villes voisines plus importantes telles qu'Amiens et Compiègne et ont eu un taux de participation presque nul. De ce fait, avec la CMA, nous avons jugé qu'il valait mieux trouver une autre approche. Par ailleurs, la présence d'une majorité de petites entreprises à faibles moyens sur le territoire d'études nous a confortée dans l'idée que celle-ci ne pourrait pas investir dans des outils plus respectueux de l'environnement même avec les aides de l'AEAP.

Ainsi, dans le cas des artisans peintres, il est apparu nécessaire de réaliser une sensibilisation individuelle des artisans et une sensibilisation des particuliers afin que ceux-ci s'orientent vers des ouvriers respectueux de l'habitation du particulier et donc de l'environnement (par exemple en évitant de nettoyer la peinture dans l'évier ou de rejeter l'eau usées dans les jardins).

Assainissement

Sur le territoire d'étude, la compétence assainissement est assurée par la communauté de communes du Santerre (CCS), la Communauté de Communes Avre, Luce et Moreuil (CCALM) et la Communauté de Communes Haute Picardie (CCHP) pour Lihons.

Sur les 16 communes du territoire, 10 sont en assainissement non-collectif, 3 en collectif et 3 en mixte.

Assainissement collectif

Deux stations d'épuration reçoivent les eaux usées : l'une à Rosières-en-Santerre (fig.6) avec une capacité de 6 000 équivalent-habitants et l'autre à Caix avec une capacité de 1 050 équivalent-habitants. Ces deux stations sont déclarées conformes en équipement et en performance concernant la réglementation en vigueur. Un Ouvrage de Transport des Eaux Usées permet de conduire les effluents à la Luce. La station de Rosières reçoit l'intégralité des eaux pluviales, elles sont stockées dans le bassin tampon et sont ensuite retraitées. Si le volume de pluie est trop important, les effluents sont redirigés vers les lagunes.



Figure 6 : Station d'épuration de Rosières en Santerre (Source : Charlotte DEFOLY)

J'ai effectué une visite de la station d'épuration de Rosières afin d'observer son fonctionnement et de connaître le devenir des boues d'épurations. En effet, leur teneur en résidus médicamenteux est encore mal connue à ce jour. Afin de prévenir d'éventuelles pollutions, il est préférable qu'elles soient épandues en dehors de zones sensibles.

La station de Rosières pratique un épandage au champ en dehors des zones à vulnérabilité élevées pour l'aquifère des captages.

J'ai également assisté à une enquête publique avec Marine JOSSE afin d'émettre un commentaire quant au projet d'extension de la surface d'épandage de boues de Seine Aval notamment sur la commune de Caix. Une recommandation a ainsi été faite par la commission d'enquête publique mais n'a pas été reprise dans l'arrêté préfectoral.

Assainissement non collectif

La réglementation oblige les propriétaires d'habitations à entretenir leurs installations d'assainissement non collectif et à les mettre en conformité. Pour cela, le Service Public d'Assainissement Non Collectif (SPANC) assure les compétences déléguées par les communes, à savoir le contrôle des installations, soit par une vérification de la conception et de l'exécution des installations récentes, soit par un diagnostic de bon fonctionnement et des entretiens pour les installations anciennes.

La Communauté de Communes du Santerre a mis en place son SPANC le 1^{er} janvier 2002. La CCALM a formé le sien en 2005 et délégué ses compétences à la Nantaise de Eaux par Délégation de Service Public.



Figure 7 : Contrôle de bon fonctionnement de la fosse septique (Source Charlotte DEFOLY)

A ce jour, 948 contrôles sur les 1 119 installations existantes sur le territoire de la Communauté de Communes du Santerre, ont pu être réalisés dont 839 ont été jugés non conformes. Les chiffres de la CCALM n'ont pas encore été transmis.

Des difficultés existent pour l'appréciation de la potentielle conformité des installations contrôlées. En effet, aucune grille de contrôle commune n'existe à ce jour. Chaque SPANC élabore donc son propre règlement de contrôle.

Avec ma collègue, j'ai eu l'occasion d'accompagner un technicien SPANC dans ses contrôles de bon fonctionnement (fig.7). Suite à cela, j'ai créé une fiche de suivi de bon fonctionnement recensant les éléments importants des deux communautés de communes afin qu'elles s'accordent pour mettre en place une grille d'évaluation commune.

J'ai également conversé avec les communautés de communes afin de suivre leurs avancées.

Communication/Sensibilisation

La communication et la sensibilisation sont des éléments clés pour la mise en œuvre de l'ORQUE. La préservation de la qualité de l'eau passe par une prise de conscience de chacun et une connaissance de ce que chacun peut faire. Ainsi, j'ai travaillé avec divers outils de communication.

- Le Site internet du SIEP (fig.8) permet de diffuser les informations plus rapidement et le plus largement possible. Durant l'année, j'ai régulièrement mis à jour des articles concernant la qualité de l'eau, des sujets agricoles (aides agricoles ou sujets abordant l'eau) et les avancées de l'ORQUE.
- Plusieurs articles sur la thématique agricole sont parus dans divers journaux agricoles. D'autres articles liés à la préservation de la qualité de l'eau ont été publiés dans



Figure 8 : Site internet du SIEP (Source web)



Figure 9 : Animation en école (source SIEP du Santerre)

le Courrier

Picard. Je devais me tenir au courant des nouveautés et scanner les articles importants.

- J'ai réalisé une maquette du cycle de l'eau et préparé des activités sur le thème de la préservation de l'eau afin de sensibiliser les enfants. J'ai animé deux classes, les enfants ont été très réceptifs (fig.9)

- Afin de communiquer sur des sujets particuliers aux acteurs de l'ORQUE, j'ai conçu plusieurs plaquettes.

- Une plaquette à destination des agriculteurs valorisant les haies ;
- une autre sur les bétons drainants pour les collectivités ;
- une plaquette présentant les animations que le SIEP propose pour les enfants ;
- une plaquette à destination des particuliers, leur présentant la démarche de l'ORQUE ainsi que les actions qu'ils peuvent mettre en place et celles en cours de création.
- J'ai également répondu aux questions des partenaires, maires, agriculteurs, particuliers, etc. par mail, téléphone ou entretien.

Collectivités et particuliers

Outre l'activité agricole, la présence de produits phytosanitaires dans les eaux peut avoir des origines diverses : entretien des voies de communication (routes, autoroutes, lignes de chemin de fer), des espaces verts (parcs, stades, cimetières), des surfaces commerciales, des jardins et des potagers.

L'utilisation des produits phytosanitaires en dehors de l'agriculture concerne principalement le désherbage. Les jardiniers peuvent être amenés à utiliser d'autres types de traitements (insecticides, fongicides), mais cet usage est secondaire.

Concernant les mairies, la démarche passe principalement par la signature de la Charte d'entretien des espaces publics (fig.10). C'est un engagement des communes pour diminuer l'utilisation de leurs produits phytosanitaires. Les maires signent pour les niveaux 3 ou 5 qu'ils doivent atteindre en 3 ou 5 ans. La FREDON-Picardie, accompagne les communes signataires, réalise leur plan de désherbage (cartographie des zones sensibles de leur commune) et leur indique les zones où l'usage des phytosanitaires doit être réduit de 50 %.

Durant l'année 2014, l'élection des maires m'a amené à mettre à jour la base de données, à contacter les nouveaux maires des communes signataires pour leur réexpliquer le principe de la charte et les sensibiliser.

J'ai envoyé un courrier aux maires de l'AAC mais aussi aux autres maires du territoire du SIEP expliquant la démarche de l'ORQUE et comment les communes peuvent s'y impliquer en signant la charte. J'ai précisé que les communes avaient encore le droit à des subventions mais qu'au vue de la future application de la loi LABBE interdisant sous certaines conditions l'utilisation de produits phytosanitaires par les personnes publiques et les particuliers, il n'y aurait plus d'aide. Suite à ce courrier, j'ai eu deux rendez-vous afin d'expliquer la charte, dans une commune de l'AAC et en dehors. Ces deux communes vont prochainement s'engager dans la charte.

J'avais également pour mission de préparer une journée de démonstration de matériels alternatifs. Cependant notre partenaire la FREDON organisait déjà une journée le même mois avec les mêmes entreprises dans une commune proche. J'ai donc décidé d'inviter par courrier, les maires à assister à la journée de démonstration de la FREDON.

Milieux / connaissances des sources de pollutions



Figure 11: Décharge sauvage aux abords de Caix 3 (Source SIEP du Santerre)

La thématique Milieux a permis de mettre en place des analyses de suivi autour des décharges de Lihons et de Caix, suspectées de détériorer la qualité de l'eau arrivant aux captages de Caix 1.

Afin de continuer l'étude autour de la décharge de Lihons, j'ai contacté les agriculteurs afin de planifier des prélèvements d'eau dans les 8 forages agricoles. Pour assurer un suivi cohérent, les sites de prélèvements doivent rester les mêmes. Cependant au vu des fortes pluies de cette année, la plupart des agriculteurs n'ont pas utilisé leur forage et n'ont pas installé leur pompe. Le suivi ne seront donc pas assuré totalement.



Figure 10 : Charte d'entretien des espaces publics (source SIEP du Santerre)

A propos de l'autre décharge, il s'agit d'une ancienne décharge sauvage (fig.11). Des analyses sont réalisées chaque année dans les piézomètres au droit de la décharge ainsi qu'en amont et en aval. J'ai rédigé le rapport d'interprétation de ces analyses pour l'année 2013. Des solvants sont retrouvés au droit de la décharge, à des concentrations supérieures à celles autorisées pour une eau potable. Cependant il n'y en a pas dans les forages de production. Ce site étant complexe du point de vue hydrogéologique, le BRGM y travaille pour étudier l'infiltration des nitrates. Le projet étant ambitieux, il est relativement long à mettre en place.

Autres tâches

Afin de trouver de nouvelles idées pour mettre en œuvre le plan d'action de l'ORQUE, l'animatrice se doit de se tenir informées, se former et partager. C'est pourquoi, une grande partie du temps est consacré à des réunions et formations avec les différents partenaires et les autres animateurs de Picardie. J'ai donc assisté à diverses réunions et formations sur les bases de l'agronomie et sur la mise en place de plan d'action (co-click'eau).

Lorsque les réunions sont à organiser, une multitude de tâches est à réaliser : la rédaction des invitations, des ordres du jour et comptes-rendus ainsi que la préparation des documents nécessaires à chaque réunion.

Pour financer les actions de l'ORQUE, des subventions sont à demander à l'AEAP. Afin de compléter une demande, j'ai rédigé une budgétisation de certaines actions de l'ORQUE sur 3 ans en y précisant les livrables.

• Missions réalisées pour le SIEP

Outre les missions de l'ORQUE, j'ai également effectué quelques travaux pour le SIEP.

Afin de comprendre le fonctionnement du syndicat, de l'Orque et acquérir suffisamment de connaissances pour la rédaction des dossiers d'interprétation et rapports, j'ai réalisé une importante recherche bibliographique.

Ainsi, j'avais en charge la mise à jour de la base de données de la qualité de l'eau via les résultats d'analyses, leur classification et la préparation de la feuille de prélèvement lors de la tournée des fontainiers.

J'ai rédigé les parties d'interprétation des résultats d'analyses de l'eau et de suivi de l'ORQUE pour le rapport annuel de la qualité de l'eau. J'ai aussi préparé les diapositives correspondantes à ces parties.

J'ai eu l'occasion d'assister à :

- une journée de prévention des risques naturels organisée par le CPIE, afin d'apprendre les gestes à avoir en cas de risques naturels ;
- une démonstration de tracteur-tondeuse nécessaire à l'entretien du périmètre des captages ;
- la constatation par un huissier de l'activité d'une entreprise étant susceptible de polluer la nappe ;
- une journée de prélèvement d'échantillons d'eau et de contrôle de la chloration (fig.12)



Figure 12 : Prélèvement d'un échantillon d'eau (source : Charlotte DEFOLY)

J'ai réalisé des tâches inhabituelles telles que planter la jachère fleurie du SIEP afin de favoriser la biodiversité et d'améliorer le cadre de vie ; chasser hors du périmètre du captage les chevreuils et assurer le rôle d'assesseurs lors des élections du président du SIEP. Egalement, lorsque mes collègues étaient occupés, je m'occupais de la réception, des appels téléphoniques et de l'accueil.

2. Organisation des journées

Mon temps de travail était de 35 heures par semaine comme prévu par la réglementation en vigueur. Mes horaires n'étaient pas imposés, ce qui me permettait de choisir l'amplitude de mes journées en fonction de la priorité des tâches.

En général, je commençais ma journée vers 8 heures et consultais l'échéancier afin de définir les impératifs de ma journée : rédiger un rapport, me renseigner sur un sujet, mettre à jour des bases de données...

Le premier jour en entreprise qui suivait les cours en licence était consacré à une réactualisation des règlements administratifs, lecture de mails, réponses...

La journée de travail se terminait vers 17h30 sauf lors de réunions et formations qui se terminaient généralement plus tard.

3. Les limites

Plusieurs difficultés sont à prendre en compte dans la mise en œuvre de l'ORQUE. D'une part, le Préfet n'a pas pris un arrêté préfectoral mais a validé le plan d'action de l'ORQUE, il n'y a donc pas d'obligation juridique. D'autre part, le coût des actions doit être compris dans le budget accordé par l'Agence de l'Eau.

Concernant le métier d'animatrice, bien que basé sur le partenariat, il s'effectue seul. Cela implique une responsabilité, de bien connaître son sujet et de réussir à faire le lien entre les volontés de l'Agence de l'Eau et les réalités de terrain. L'image de l'animatrice est souvent perçue péjorativement comme celle d'une écologiste avec des objectifs qui ne sont pas toujours compris par les acteurs de « terrain ». Il faut savoir aller au-delà, rester cordiale et sociable à tout moment.

Il faut également prendre en compte le fait que certaines études doivent interpréter des données avec des incertitudes. En effet, il n'est pas possible à l'heure actuelle de connaître exactement tout le milieu souterrain. Par exemple, la question est de savoir quelles molécules passent du sol jusqu'à la nappe dans le cas où elles proviennent du sol et non de puits de récupérations des eaux usées et à quelles vitesses. On ne sait donc pas vraiment quand les mesures de réduction des pollutions diffuses auront un effet visible, ce qui peut décourager par moment. Malgré de nombreux efforts, ne pas pouvoir évaluer concrètement les résultats, ne doit pas être un frein à la motivation.

Il en est de même avec les acteurs, la phase de communication est très fastidieuse. Convaincre les acteurs de participer, impliquer les collectivités locales n'est pas toujours évident et son impact n'est pas forcément mesurable.

PARTIE 2 – CONCENTRATION DE PARTICULES DANS LA NAPPE DE LA CRAIE EN FONCTION DU BATTEMENT

I. Méthodologie

1. Objet de l'étude/choix du sujet

Dans le cadre de la formation « Ressource et Qualité de l'Eau », le choix d'un sujet pour le rapport était nécessaire. Mes missions pour l'ORQUE étant assez diverses, j'ai suivi les conseils de Madame VALDES-LAO, ma tutrice académique et me suis orientée sur l'étude de la concentration des polluants analysés en fonction de la hauteur d'eau de la nappe.

J'ai ensuite discuté de ce sujet avec ma directrice, l'ayant trouvé intéressant, elle m'a suggéré de prendre en compte l'année 2001, année de très hautes eaux.

J'ai donc choisi de me lancer dans cette étude en cadrant le sujet au fur et à mesure de mes recherches. Je me suis concentrée sur le territoire des AAC « Grenelle » à Caix. Examiner ces deux captages me paraît important car, bien que situés sur la même commune et pompant la même nappe, les résultats d'analyses montraient des concentrations variant d'un forage à l'autre.

L'objectif de cette étude vise à démontrer la potentielle relation entre les précipitations, la nappe et les substances retrouvées.

2. Mise en œuvre

Pour réaliser cette étude, j'ai procédé par étapes : j'ai récupéré des données de pluviométries, de hauteurs de nappe et de résultats d'analyses de l'eau sur 15 ans, ayant ainsi une période de hautes et basses eaux. Je me suis ensuite documentée pour analyser ces données.

- **Résultats d'analyses et qualité de l'eau**

Afin de constituer une base de données des éléments présents dans la nappe ces 15 dernières années, j'ai utilisé les résultats d'analyses de type RP, archivées depuis 1999. Le tableau ci-dessous détaille le nombre d'analyses qui ont servi à la base de données.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Analyses de Caix 1	14	12	5	8	3	5	3	1	3	6	5	3	4	4	5	2	83
Analyses de Caix 3	15	13	10	11	9	4	4	2	3	3	3	2	3	3	2	1	88

Tableau 1: Nombre d'analyses utilisées pour Caix 1 et Caix 3 par année

Les analyses étant réalisées à la demande du SIEP du Santerre ou de l'ARS, elles ont été prises en charge par différents laboratoires. (Voir partie 1.1.3. La qualité de l'eau – contrôle de la qualité). De ce fait et avec les évolutions législatives et les différentes machines utilisées par les laboratoires, les paramètres analysés au cours de ces dernières années ainsi que les limites de quantifications varient.

Il a fallu ensuite choisir les paramètres de la base de données. Après avoir étudiés chacun d'eux, j'ai finalement retenu :

- La température, la conductivité, la turbidité, le potentiel d'hydrogène et l'oxygène dissous. Ces paramètres physico-chimiques sont des indices permettant d'observer sans analyse approfondie si des éléments ont varié dans l'aquifère.
- Les chlorures, fluorures et sulfates et les perchlorates. Ces anions, se retrouvent dans la nappe en concentration supérieures aux limites de quantification, Exceptés les ions perchlorates, ils sont analysés depuis plus de 15 ans, constituant une base sûre pour étudier la transmissivité de la nappe. Les perchlorates sont recherchés depuis peu mais apparaissent en concentrations relativement importantes.
- Les nitrates, nitrites, l'ammonium et le phosphore total. Les nitrates sont en concentrations importantes dans les captages d'où leur désignation par le Grenelle. Leur possible dégradation en nitrites ajoute cet élément à la liste. Les autres éléments nutritifs sont susceptibles d'être présents dans la nappe au vu du milieu très agricole présent en surface. C'est pourquoi j'ai relevé leurs valeurs.
- L'atrazine et son dérivé l'atrazine déséthyl, la bentazone, le chlortoluron, le diuron le glyphosate et son dérivé l'acide aminométhylphosphonique (AMPA), l'isoproturon, le lénacile, le linuron, l'oxadixyl et la simazine. Ces herbicides, leurs dérivés et ce fongicide (pour l'oxadixyl) sont surveillés par le syndicat. Je les ai donc ajoutés à la liste afin d'observer leur date d'apparition dans la nappe.
- L'arsenic, le cadmium, l'hydrogène sulfuré, l'hydrocarbure, le trichloréthylène et le tétrachloroéthylène. Ces métaux, gaz et hydrocarbures sont susceptibles d'être présents dans la nappe.

- **Récupération des données de pluviométrie et hauteurs de nappe**

Les données de hauteurs de nappe et de pluviométrie sont récupérées par les fontainiers et informatisées chaque mois. J'ai pu ainsi y avoir accès avec facilité et les reclasser par ordre chronologique, en parallèle des résultats d'analyses.

Les relevés de niveaux de nappe correspondaient à la distance de la nappe vis-à-vis du sol, afin d'avoir des niveaux piézométriques en mètre NGF, j'ai soustrait les hauteurs de nappe aux hauteurs des stations de captages.

- **Acquisitions de données sur le sujet**

Les informations ont été acquises par le biais de :

- un examen approfondi des documents d'archives de la nappe de la Craie et des captages ;
- l'analyse détaillée des rapports de l'AEAP et du BRGM ;
- la large enquête réalisée dans le cadre de l'ORQUE ;
- un entretien complémentaire avec un agriculteur.

Ainsi j'ai pu identifier et décrire de façon la plus détaillée possible : d'une part, la structure et les caractéristiques du territoire, dont la présentation fait l'objet de la deuxième partie des présents documents. D'autre part, les phénomènes de transmission, achevés autant que possible, qui sont présentés en partie III.

Pour finir, j'ai croisé les données de pluviométrie, niveaux de nappe et concentrations en éléments dans la nappe avec l'étude des divers documents pour les analyser et les interpréter.

II. Le secteur d'étude

1. Territoire

L'étude se base sur l'Aire d'Alimentation des Captages de Caix 1 et Caix 3, située dans le plateau du Santerre de la Somme, en Picardie (fig. 13).

Il faut savoir que cette région comprend les terres les plus productives de France, ce qui explique pourquoi elle a été largement déboisée pour l'agriculture. La pomme de terre, la betterave à sucre et le blé sont les principales productions de la région.

C'est aussi une contrée de guerre, ayant subi l'invasion des Romains, des Huns, des francs, des Normands, des flamands, la guerre de cent ans, de religions de trente ans ainsi que la première et la seconde guerre mondiale (1914–1918 et 1939–1945).

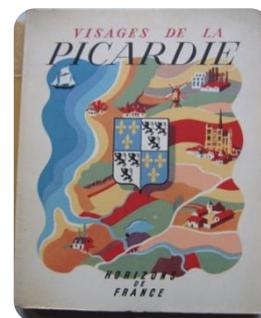


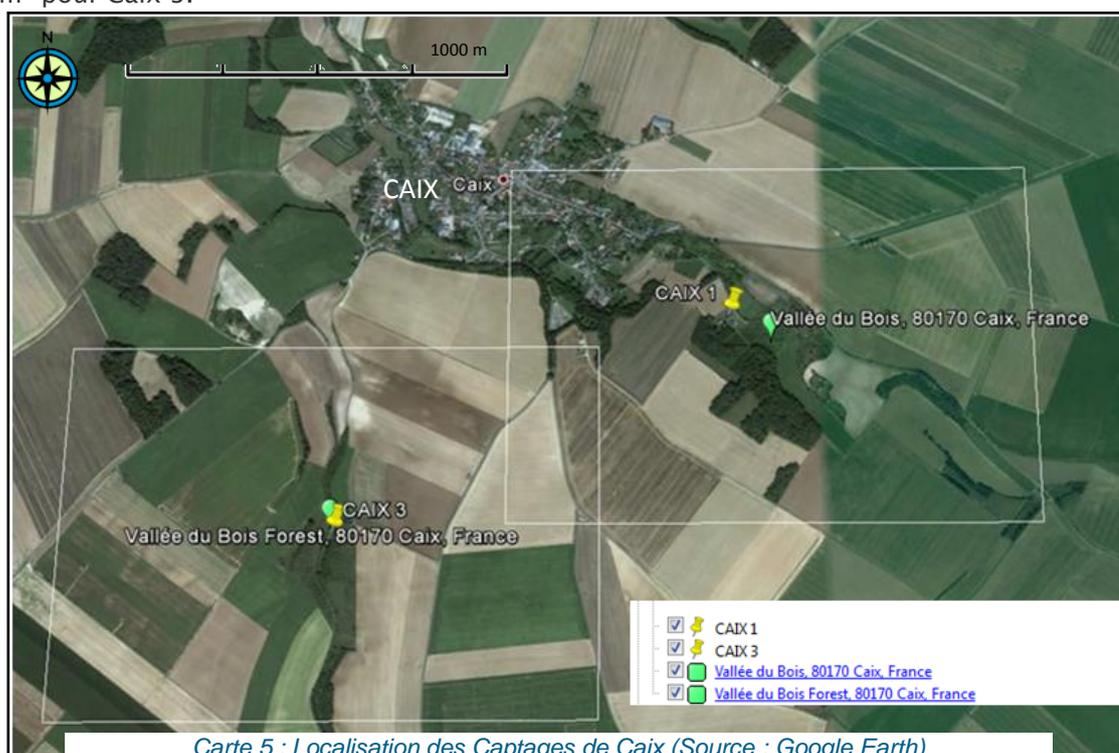
Figure 13 : Livre illustrant les paysages Picard (source web)

2. Stations de pompage

La station de captage Caix 1 est située en fond de Vallée, dans la Vallée du Bois, à l'amont de Caix. Cette vallée est d'orientation Ouest/Nord Ouest. La partie aval où se situent les forages de Caix se trouve à une altitude de 64 m. L'amont s'élève à 110 m environ. L'Aire d'Alimentation du Captage de Caix 1 à une surface de 3 273 ha.

La station Caix 3 est située dans la pente d'une vallée sèche transversale : la «Vallée du Bois Forest», en rive gauche de la Luce. La partie aval où se situent les forages de Caix -3 est à une altitude de 75m, l'amont s'élève à 108 m environ. La superficie de son AAC est de 2 036 ha.

Les deux bassins versants hydrologiques sont joints avec une superficie de 41 km² pour Caix 1 et 15km² pour Caix 3.



Carte 5 : Localisation des Captages de Caix (Source : Google Earth)

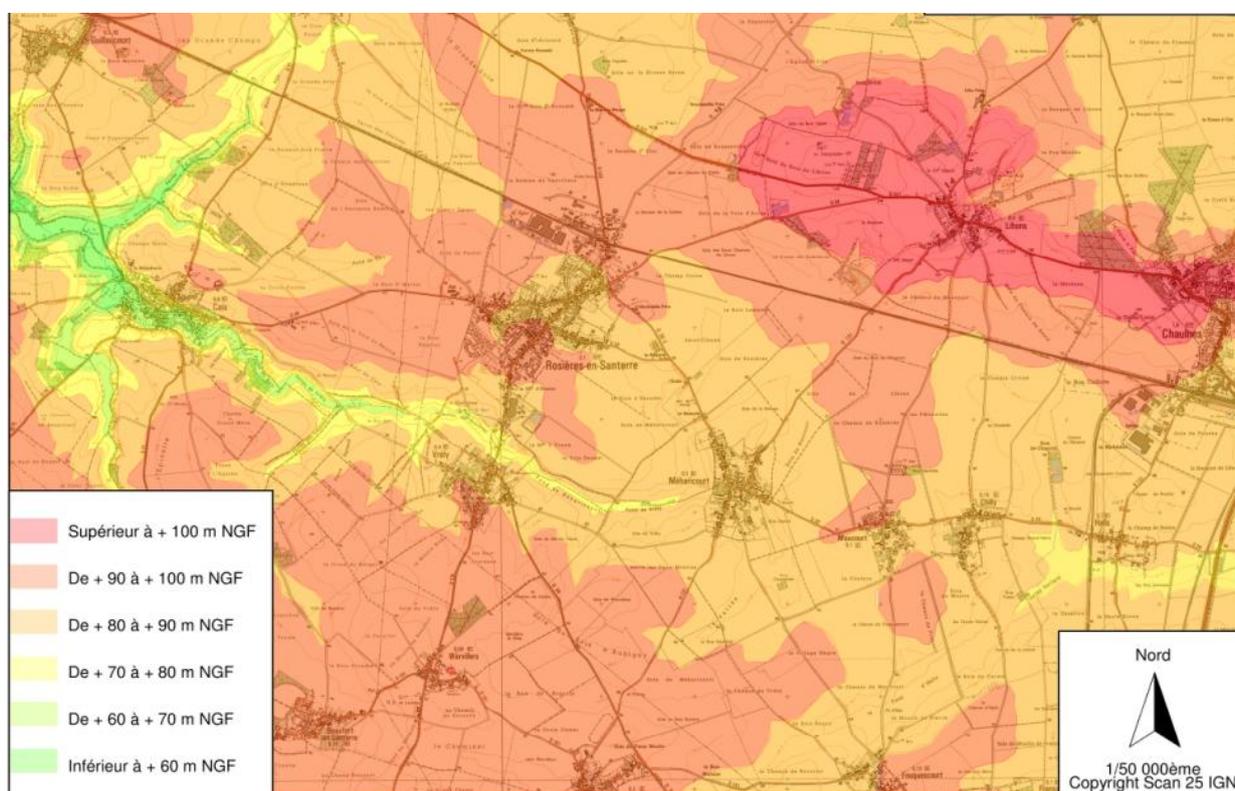
L'étude a porté sur les forages F1.1 et F1.2 de la station Caix, ainsi que sur les forages de F3.1 et F3.2 de la station de Caix 3. Leur proximité m'a permis d'utiliser les rapports d'analyses des 2 forages.

3. Topographie

Le Santerre est composé de grandes plaines modelées par l'apparition de vallées.

Dans le secteur étudié, à part la vallée de la Luce et le cas particulier de la butte de Lihons, le relief est relativement plat. Le niveau moyen du sol est à 90 m NGF, les plus hautes altitudes rencontrées se situent près du Bois de Lihons + 112 m NGF. Les plus basses altitudes se rencontrent à proximité de Caix, dans la vallée de la Luce (+ 55 m NGF).

Deux lignes de crêtes directrices découpent les bassins versants. Une première ligne de crête, d'orientation Est-Ouest s'étend entre Harbonnières et Chaulnes. Une seconde ligne de crête, perpendiculaire à la première traverse une partie du Santerre entre Maucourt et Lihons (carte 6). Ces deux lignes de crêtes délimitent ainsi une partie du bassin versant superficiel de Caix.

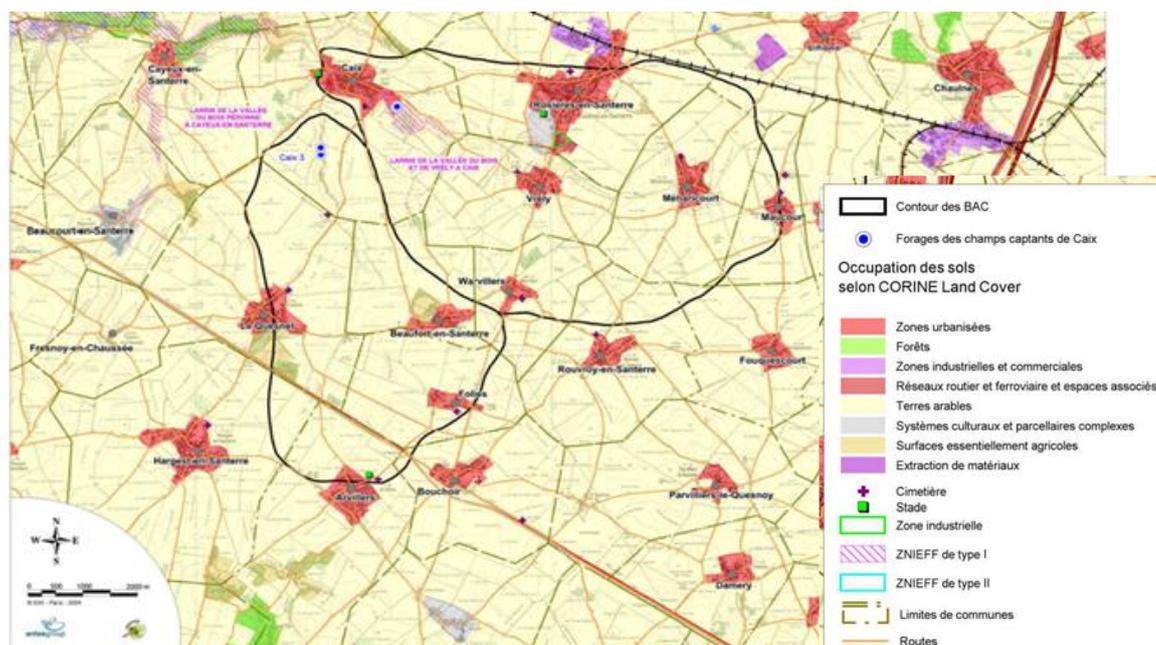


Carte 6 : Topographie au niveau de Caix (Source SIEP du Santerre)

4. Occupation du sol et Pression sur la ressource en eau

La nomenclature Corine LandCover définit quatre grands ensembles de surfaces, sur la base d'interprétations de photos aériennes :

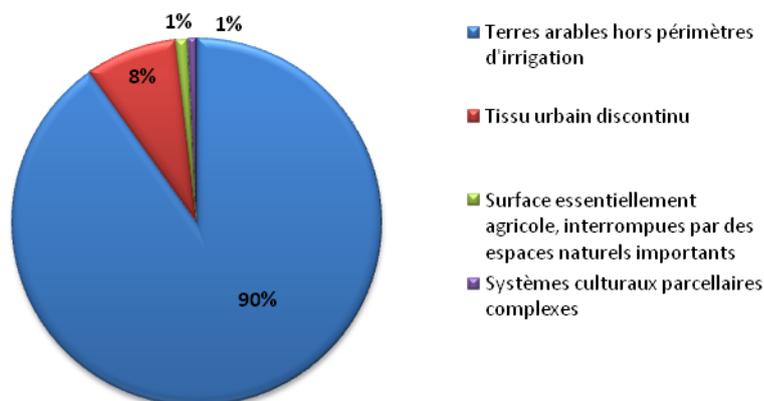
- territoires arables hors périmètres d'irrigation ;
- tissu urbain discontinu ;
- surface agricole et systèmes culturaux parcellaires complexes ;
- espaces naturels importants.



Carte 7 : Occupation des sols Corine Land Cover (Source : Atlas des AAC de Caix)

Cette nomenclature est définie à une échelle assez grande, les plus petites surfaces cartographiées étant de 25 ha. Elle donne toutefois les grandes tendances de l'occupation des sols.

Plus de 90 % du territoire est voué aux terres arables, hors périmètres d'irrigation. Les surfaces artificialisées sont constituées par le tissu urbain discontinu qui ne représente que 8 % du territoire d'étude.



Graphique 2 : Répartition de l'occupation des sols (source DTMP)

Concernant les zones humides, la commune de Caix se trouve sur la ZNIEFF (zone naturelle) du « Larris de la vallée du bois et de Vrély à Caix ». Cette ZNIEFF de code régional 80san109 (et de numéro national sff 220014001) présente une superficie de 41 ha.

Le site comprend également un bois, disposé sur le versant de faible pente exposé au nord-est, quelques prairies et des fourrés attenants. Les versants crayeux sont recouverts par des lambeaux de pelouses et ourlets³ calcicoles, des fourrés de recolonisation, des éboulis crayeux (anciennes carrières), qui permettent le développement d'espèces remarquables et rares de plantes caractéristiques des pelouses calcicoles et des pierres calcaires, ainsi que des espèces d'insectes et d'oiseaux. Il s'agit en effet de l'un des derniers larris (pâtis à moutons) relativement thermophiles du Santerre.

³ Désigne un type de végétation, principalement composée de plantes herbacées vivaces.

Le ruissellement des intrants, originaires des cultures environnantes, entraîne la modification de la végétation située à leur contact (eutrophisation). Dans le bois, des espèces nitrophiles en témoignent.

III. Analyses des données recueillies

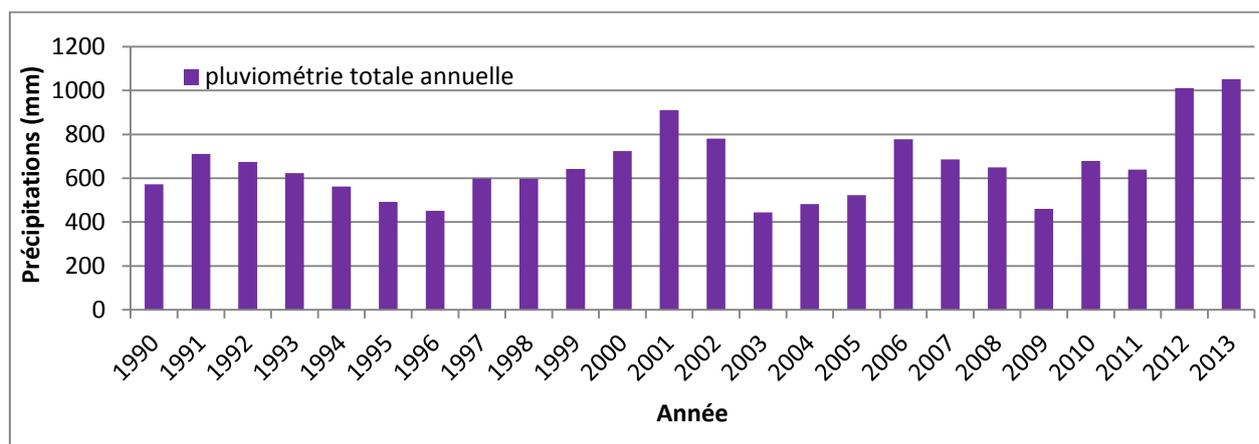
1. Climat et Pluviométrie

Comme tout le Santerre, le climat est en zone tempérée « océanique » avec des vents de nord et de sud-ouest dominants. Le secteur en compte environ 46 jours par an avec des rafales de plus de 16 m/s (58 km/h).

Le rythme des saisons ne présente pas de grands contrastes, les hivers sont doux et pluvieux, avec des amplitudes thermiques comprises entre 1 et 9°C ; l'été est un peu plus ensoleillé, les éclaircies sont plus fréquentes, le soleil plus chaud, la brume plus rare et surtout moins durable, les températures restent comprises entre 10 et 23°C.

Le printemps et l'automne sont longs et presque monotones, les températures modérées et fraîches (12 à 15°), les pluies assez fréquentes et abondantes, l'ensoleillement aussi varié qu'imprévisible, des éclaircies radieuses succédant de manière inattendue à de longues séances grises ou pluvieuses. (Source : <http://www.infoclimat.fr/>)

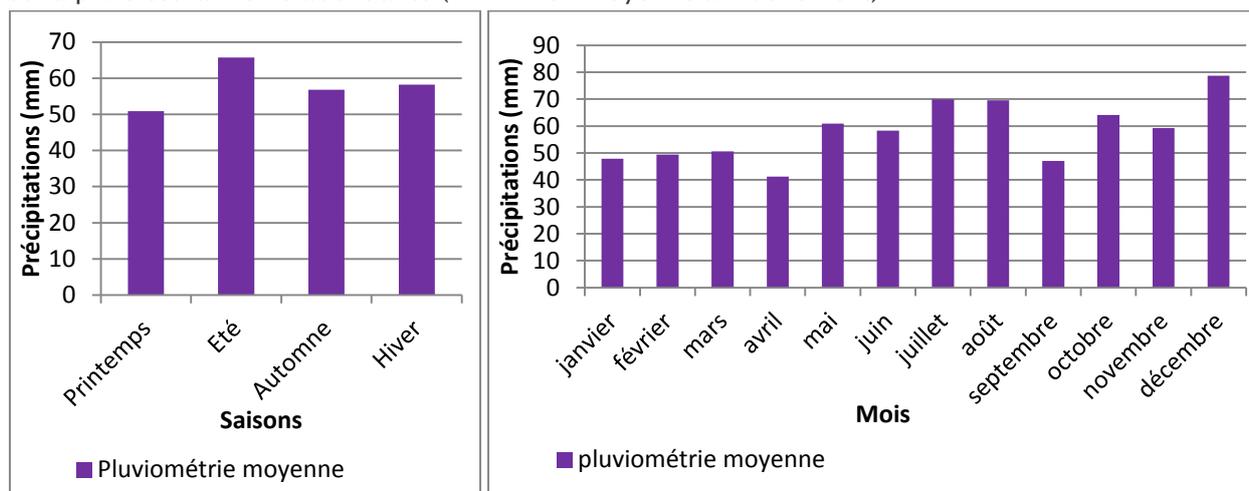
D'après les relevés du SIEP depuis 1990, il pleut en moyenne 660 mm d'eau par an, les variations annuelles sont de l'ordre de 300 à plus de 500 mm. On peut remarquer des cycles de précipitations annuelles avec des phases abondantes et déficitaires : de 1996 à 2001 la pluviométrie annuelle passe de 452 mm à 911 mm avant de tomber à 445 mm en 2003, elle remonte ensuite à 778 mm en 2006 puis en 2009 redescend à 460 mm ; actuellement elle est en phase montante avec en 2013, 1052 mm ce qui correspond aux maximales atteintes sur ces 20 ans.



Graphique 3 : Volume annuel de pluie à Caix

Au niveau saisonnier, la saison la plus pluvieuse n'est pas l'hiver mais l'été avec les mois de juillet et août qui comprennent des précipitations moyennes annuelles de 70 mm. Vient ensuite l'hiver avec le mois le plus pluvieux, décembre et ses 79 mm de pluies en moyenne, fortement contrasté avec le mois de janvier et février où les précipitations annuelles chutent à 48 et 49 mm. La pluviométrie

automnale suit de près celle d'hiver. La saison la moins pluvieuse reste le printemps avec le mois d'avril où la pluie est la moins abondante (41 mm en moyenne annuellement).



Graphique 4 : Moyennes saisonnières de pluie Graphique 5 : Pluviométrie moyenne par mois à Caix

2. Géologie

La géologie du secteur résulte d'une succession d'évènements ayant eu lieu du secondaire au quaternaire. Ces transformations et évolutions de notre sous-sol ont produit des terrains très différents plus ou moins perméables (*voir Annexe : échelle des temps*).

- **Eres primaire à secondaire**

On y trouve le « substratum », composé des formations antérieures au crétacé inférieur, il s'agit principalement de surfaces érodées.

- **À l'ère secondaire**

Au Cénomaniens (crétacé supérieur), l'ouverture de l'océan Atlantique Nord provoque le recouvrement du territoire ce qui entraîne des phénomènes de diagenèse⁴ et la formation d'une couche de craie et de marnes. Durant le turonien et le Sénonien⁵, la sédimentation permet la formation de marnes grises appelées aussi « dièves » bleues et vertes. C'est cette formation qui constitue le mur imperméable de la nappe de la Craie.

Au Coniacien, Santonien et Campanien se sédimente une craie blanche à jaune, à silex. Cette roche généralement tendre est recherchée pour le marnage des terres de culture et les carrières. Son épaisseur varie de 20 mètres à 45 mètres, elle affleure principalement dans la partie supérieure des versants. Le silex qu'elle contient n'apparaît qu'au sommet et abonde jusqu'à former un banc de silex.

- **À l'ère tertiaire**

La position de la mer est très mouvante, ce qui entraîne des dépôts lagunaires et fluviatiles du Thanétien et Sparnacien, expliquant que cette couverture ne subsiste qu'en quelques rares endroits. Ces dépôts sont constitués d'argiles brunes à silex et sables de Bracheux d'épaisseur de 7 à 15 mètres suivant les secteurs, reposant directement sur la craie. A Lihons, cette série débute par un mètre

⁴ Ensemble des processus qui interviennent dans la transformation des sédiments en roches sédimentaires.

⁵ Subdivision de l'échelle des temps géologiques regroupant le Coniacien, le Santonien, le Campanien et le Maastrichtien.

environ d'argile brun foncé contenant de nombreux silex, à l'Ouest on retrouve plutôt de l'argile grise ligniteuse.

- **À l'ère quaternaire**

Les phases périglaciaires fissurent la craie en diaclases tandis que la pluie crée des zones de passage appelées « marnettes » ; ces phénomènes favoriseront quelques millions d'années plus tard l'infiltration de plusieurs millions de mètres cubes d'eau vers les aquifères de la craie.

Ces alternances de périodes de glaciation provoquent un refroidissement important et une baisse sensible du niveau marin, les vents puissants du pléistocène déposent alors des particules fines à l'origine des limons de plateaux, on parle de formation lœssique. Cette strate, peu perméable et peu productive, occupe de grandes étendues sur une épaisseur d'environ 10 mètres.

Dans les vallées, on retrouve également : des limons à silex provenant des dépôts alluvionnaires quaternaires et d'altérations continentales à partir de sédiments crétacés et tertiaires, de transport et de sédimentation par voie hydrique ou boueuse. Ils sont constitués de sables et d'argiles avec intercalations de tourbe, ainsi que des colluvions ou limons remaniés provenant de l'érosion des limons de plateaux, d'épaisseur variable. Ce limon contient, de plus, des granules de craie ainsi que des morceaux de silex. Il est essentiellement localisé au fond des vallées et des vallons secs ; on peut le trouver également au pied des pentes.

En dernier lieu, la fragmentation des roches du sous-sol sous l'action de facteurs climatiques et la décomposition de la matière organique a permis la constitution d'une couche de terre végétale relativement épaisse (autour de 50 centimètres).

A partir de rapports géologiques de la région et des coupes des ouvrages de Caix 1 et 3 (*voir Annexe coupe géologique Caix 1 et Caix 3 et Annexe coupe géologique 1*) j'ai schématisé la géologie du sous-sol entre les deux captages jusqu'à la butte de Lihons (fig 15).

On peut remarquer que la géologie du sol varie de l'Ouest à l'Est.

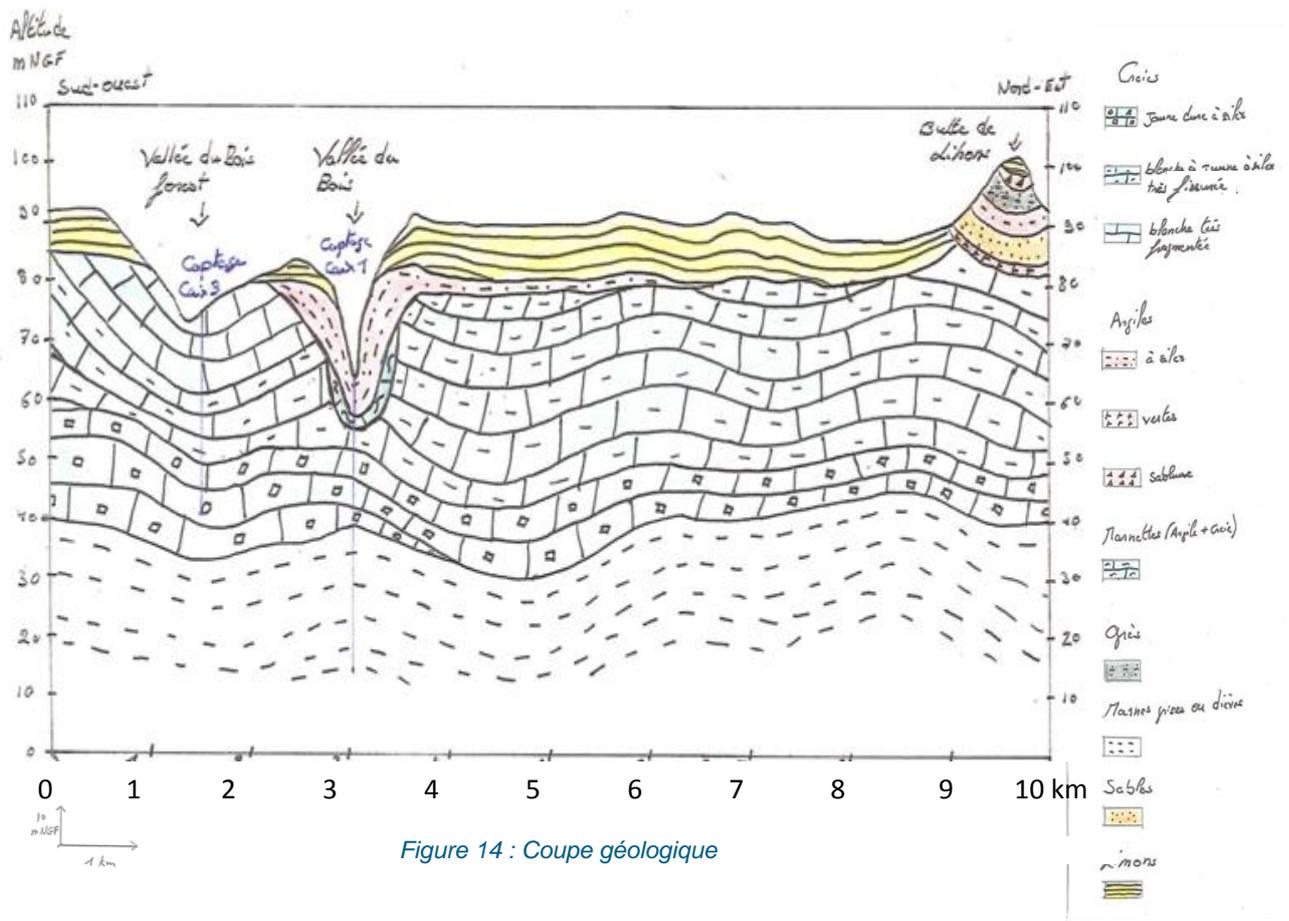
A Caix 3, la station est située dans la pente de la Vallée. Le calcaire est à nu et s'est fortement fragmenté en surface avec l'infiltration de l'eau au fil des années. Ce phénomène visible en surface s'estompe en profondeur puisque le calcaire passe d'un état fissuré à « compact ».

A Caix 1, en fond de vallée, situé dans l'ancien lit de la Luce, les couches géologiques sont différentes. L'ancien passage de l'eau a amené divers alluvions qui ont détérioré la Craie en marnettes et fini par s'accumuler formant une couche d'argile.

La coupe au niveau des plateaux permet d'apprécier la nature des sols que l'on retrouve en grande majorité dans les AAC.

A l'Est de la coupe géologique, on aperçoit la butte de Lihons composé d'un ensemble de couches géologiques. Sa situation est à la limite des AAC de Caix mais permet d'illustrer la variation des couches géologique sur une butte.

La variation de composition géologique des sols (butte, pente de vallée, fond de vallée et plateau), permet de comprendre la complexité des processus d'infiltration du sol.



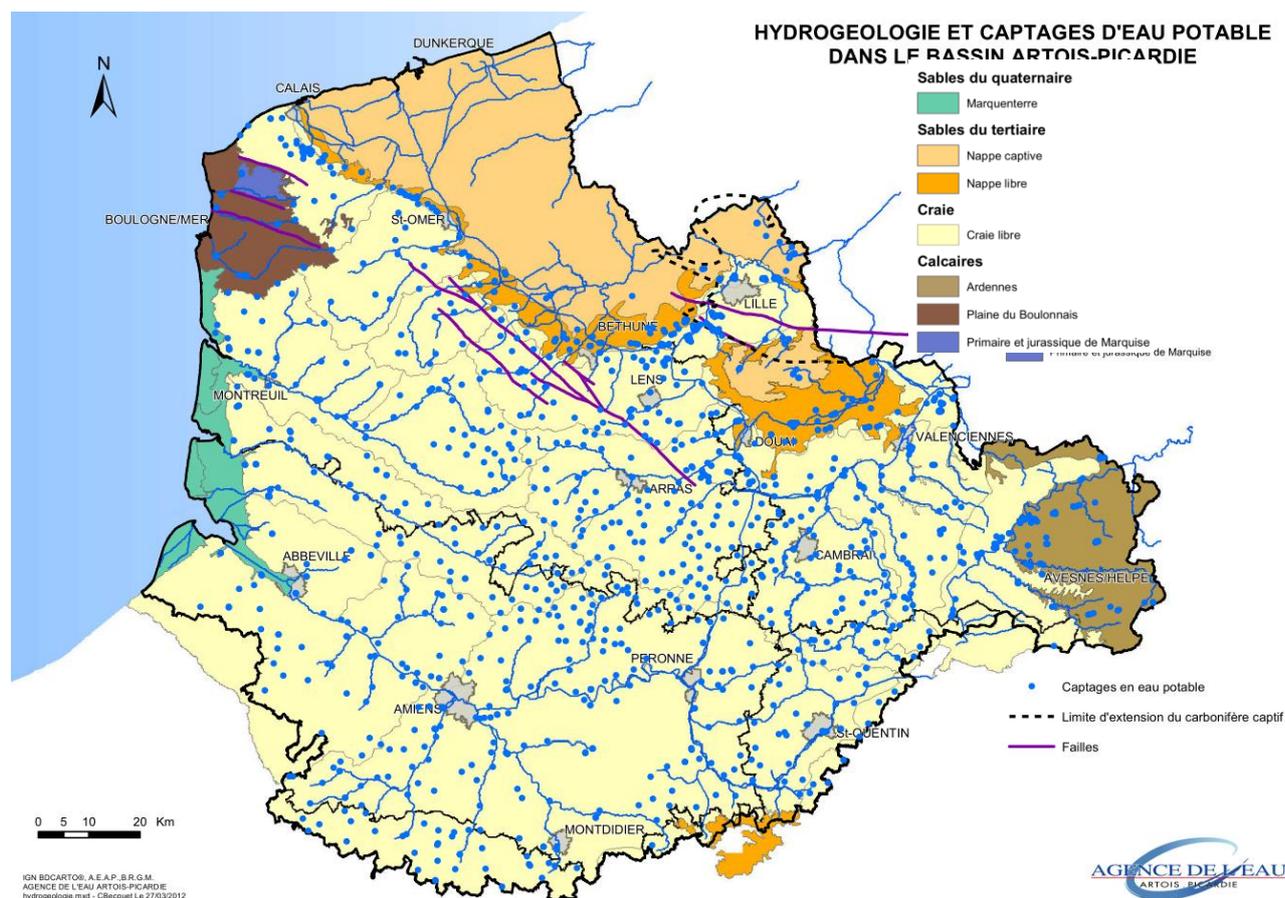
3. Hydrogéologie

Dans le bassin de l'Artois-Picardie, cinq grands aquifères sont représentés avec les nappes du même nom (carte 8) :

- La craie, aussi appelée craie du seno-turonienne à silex
- Le calcaire carbonifère du synclinal de Roubaix
- Les calcaires carbonifères et dévonien moyen de l'Avesnois
- Les calcaires primaires et jurassique du Boulonnais
- Les sables éocènes en Flandres et dans le bassin d'ORCHIES

(Source : masse d'eau souterraine AEAP, 2008)

Seules les nappes du calcaire carbonifère et celle de la craie sont exploitables pour la production d'eau potable. Les autres nappes ne peuvent être exploitées en raison de leur mauvaise qualité naturelle ou de leur faible productivité.



Carte 8: Hydrogéologie de l'Artois Picardie (source AEAP)

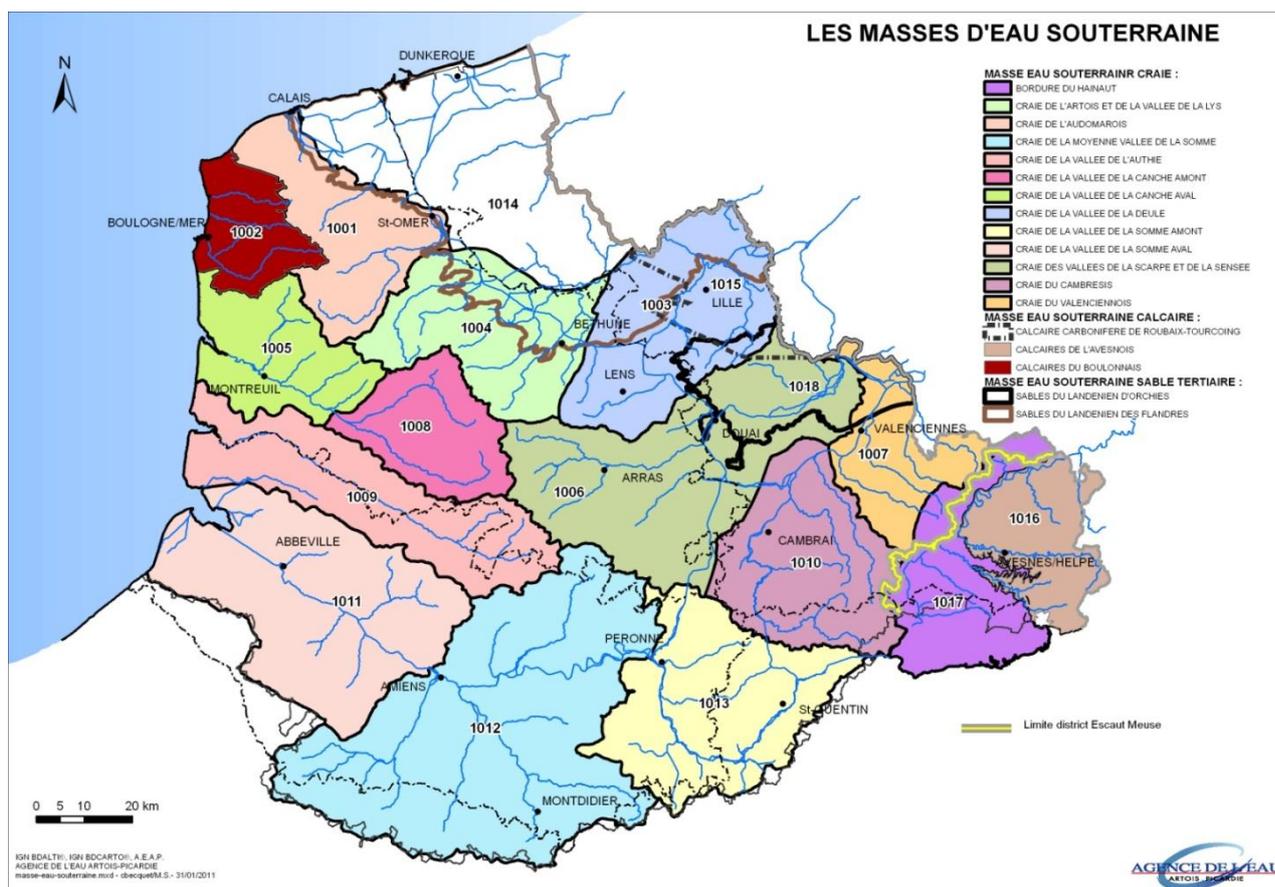
Nous nous intéresserons à la nappe de la Craie, où se situent les captages de Caix 1 et Caix 3.

- **Nappe de la Craie**

La nappe de la craie est une des plus grandes nappes phréatiques européennes. Cette masse d'eau s'enfonce sous la Belgique et remonte à l'est vers la Champagne-Ardenne et la Haute-Normandie en passant par l'essentiel au Nord-Pas-de-Calais, en Picardie et à la frontière du bassin parisien, soit près de 110 000 km² ce qui correspond à 20 % du territoire français. Cet aquifère est d'intérêt majeur sur l'Artois-Picardie car il regroupe presque 90 % des captages d'eau potable. Chaque année près de 90 millions de mètres cubes d'eau sont prélevés dans les 50 mètres d'épaisseur utile de la nappe ; permettant ainsi de répondre à une grande partie des besoins des collectivités locales, des agriculteurs et des industriels. (Source Atlas de l'Eau en Picardie)

La superposition de bassins versants hydrographiques et hydrogéologiques témoigne d'une communication étroite entre l'ensemble des cours d'eau et la nappe de la craie. Il semble que la nappe participe, notamment en période de faible alimentation pluviale, à 80 % du débit de la Somme, de l'Authie et de la Canche, à 70 % de celui de la Lys, de l'Aa et de la Selle. Lors des basses eaux ou de période de sécheresse les échanges entre la rivière et la nappe peuvent s'inverser. Cette inversion peut poser des graves problèmes cas de pollution (source AMEVA)

Avec la mise en place de la Directive Cadre, des masses d'eau souterraines ont été désignées. La masse souterraine 1012 : « Craie de la moyenne vallée de la Somme » est celle où se situe l'étude.



Carte 9 : Masses d'eau souterraines en Artois Picardie (Source AEAP)

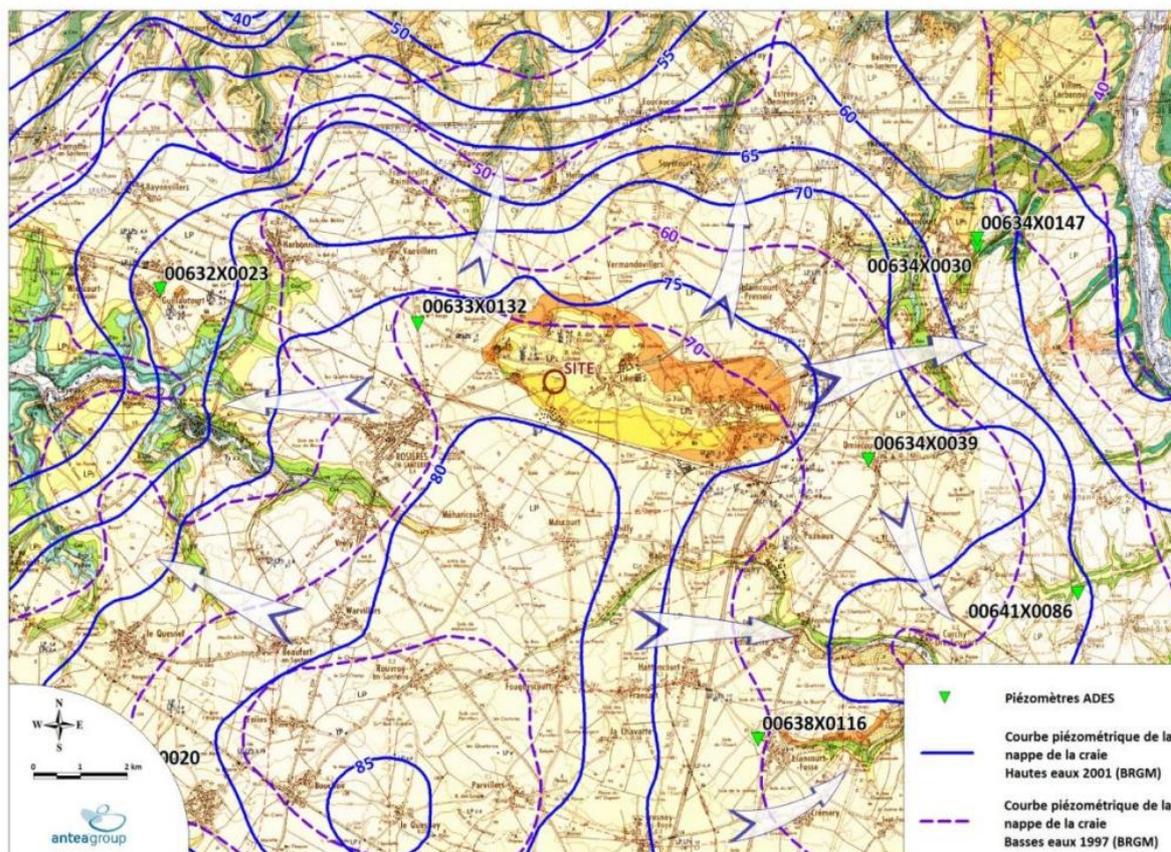
La Craie de la moyenne vallée de la Somme n'est pas limitée par une couche imperméable, on dit qu'elle est libre. Cependant en fond de vallée humide, avec le recouvrement alluvionnaire, on utilise de terme de nappe « semi-captive ». La drainance de la nappe des plateaux, lui confère alors un fort débit.

- **Piézométrie de la nappe à Caix**

Les données piézométriques des captages de Caix et des piézomètres alentours ont permis au BRGM de dessiner un profil topographique de la nappe de la craie (carte 10).

On remarque que les lignes de crêtes superficielles et les lignes de crêtes souterraines dessinent les mêmes bassins versants. La ligne de partage des eaux souterraines n'est pas géographiquement fixe ; elle oscille légèrement autour d'un tracé général moyen. Elle est limitée au nord par la crête piézométrique la séparant du bassin versant de la Scarpe, à l'est par la crête piézométrique la séparant du bassin versant de la haute Somme à l'amont de Péronne, au sud par la crête piézométrique la séparant du bassin versant de l'Oise et à l'ouest par la crête piézométrique la séparant du bassin versant de la Somme aval en dessous d'Amiens.

Sa profondeur moyenne est de 30 à 35 m au droit du terrain naturel correspondant à altitude moyenne de + 74 m NGF. En tête de vallées humides, les sources d'émergence apparaissent lorsque la surface de la nappe recoupe la topographie, c'était le cas dans la vallée de la Luce avant son assèchement, l'eau de la Luce provient aujourd'hui des rejets de la station d'épuration. Dans les vallées de Caix, au niveau des captages, la nappe est à une altitude d'environ +57 m NGF.



Carte 10 : Piézométrie de la nappe de la Craie (Source BRGM)

• Recharge de la nappe

La recharge est essentiellement d'origine pluviale, constituée par la pluie efficace. Dans le département de la Somme, le volume d'eau qui s'infiltré chaque année dans la nappe est évalué à 1.5 milliards de mètres cubes, moins de 10 % sont prélevés pour différents usages, le reste est stocké dans le sous-sol servant principalement à l'alimentation de sources et cours d'eau.

Lors d'une pluie, l'eau restante après évapotranspiration correspond à la pluie utile. Sa vitesse d'infiltration varie en fonction de la topographie et du type de sol. Ainsi :

- Au niveau des plateaux, relief majoritaire de l'AAC, avec une zone non saturé de 20 à plus de 50 mètres pour une perméabilité de 10^{-6} et 10^{-8} m/s ; l'eau peut mettre de 347 jours (3.10^2 s) à plus de 95 années (10^9 s) à atteindre la nappe.
- Dans les vallées, où l'on retrouve les captages, la plus faible épaisseur (10m en moyenne) et la détérioration naturelle de la craie augmentent la perméabilité à 10^{-2} à 10^{-6} m/s ; l'eau peut ainsi atteindre la nappe en 17 min (1.10^3 s) à 115 jours (1.10^7 s) dans les vallées.

(Source fiche masse d'eau souterraine 1012)

Ces valeurs très éloignées témoignent de la difficulté à représenter la durée d'infiltration de l'eau vers la nappe sur une aussi vaste zone.

D'autres facteurs s'y ajoutent car l'eau est

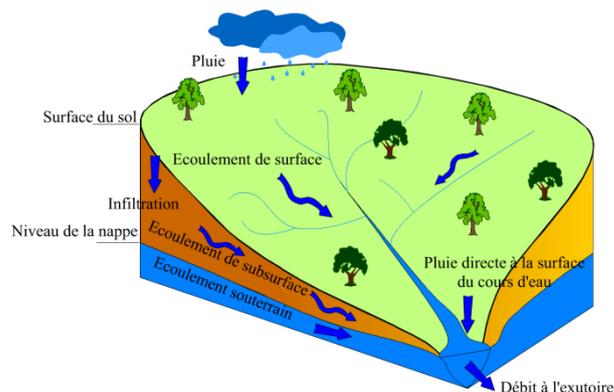


Figure 15 : Processus d'infiltration dans le sol et multiplicités des écoulements (Source web)

soumise à des processus influençant sa circulation sur et dans le sol (fig.15).

C'est le cas lors de fortes pluies suivies d'épisodes secs. Dans les zones dépourvues de végétation, comme c'est le cas dans certains champs quand le sol est à nu, une croûte de battance se forme. C'est une couche qui imperméabilise le sol et limite donc l'infiltration entraînant un fort ruissellement. Ce phénomène est particulièrement visible sur des sols limoneux/argileux comme c'est le cas en Picardie. Il accentue le ruissellement de l'eau vers les vallées où elle pourra s'infiltrer plus rapidement.

Lorsque l'eau arrive à s'infiltrer dans le sol, elle est soumise à la gravité qui détermine son mouvement dans le sol et à la succion matricielle. Cette dernière correspond à l'attraction entre les molécules d'eau et les surfaces minérales (phénomène d'adsorption), d'une part, et l'attraction entre les molécules d'eau entre elles (phénomène de cohésion), d'autre part. La succion matricielle dépend de la teneur en eau du sol : plus le sol est sec, plus l'attraction est forte et les taux d'infiltration plus importants. Ainsi le sol comprend des « lames d'eau » correspondant à chaque pluie, qui percole vers la nappe et se mettent en pression selon leur volume. Cependant avec la perméabilité qui diminue, un écoulement latéral appelé ruissellement hypodermique se crée. Il dépend de la topographie et du type de sol, ce volume d'eau peut donc s'écouler vers les vallées et s'ajouter au ruissellement de surface.

L'écoulement est donc un problème qui ne peut être résolu qu'en prenant en compte les gradients de gravité et de succion matricielle, ainsi que la variation de la conductivité hydraulique à travers le profil du sol et du substrat géologique.

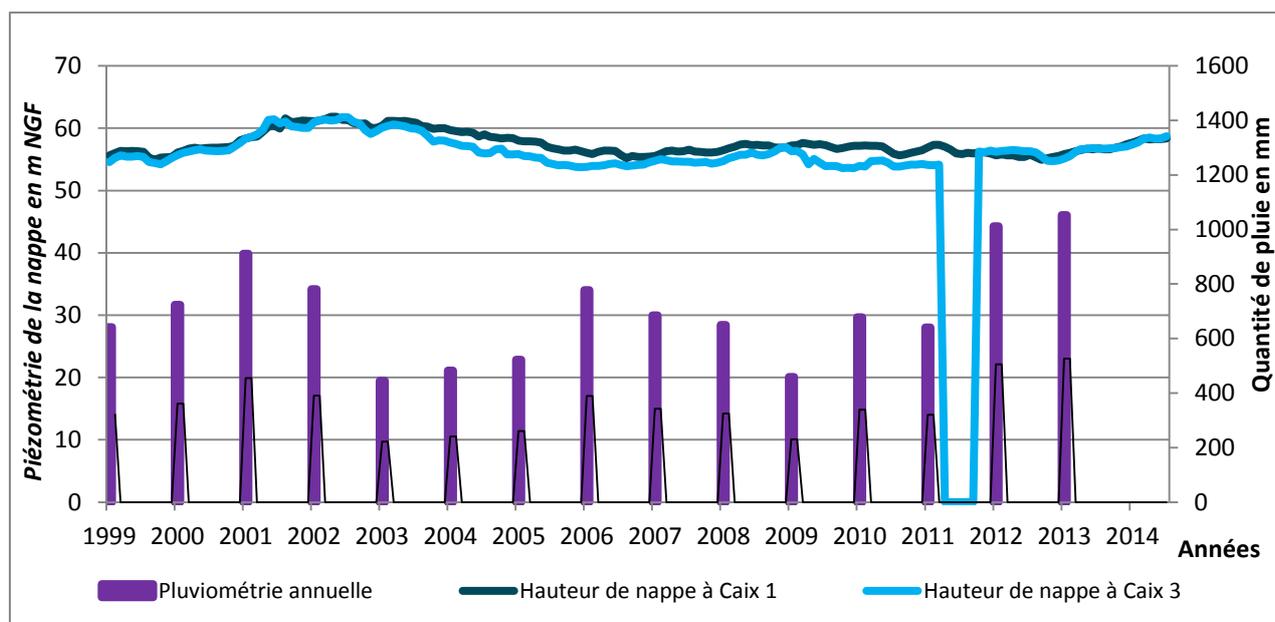
Le graphique ci-dessous nous permet d'observer le comportement de la nappe en fonction de la quantité de pluie annuelle.

On remarque que les « cycles » de pluies constatés précédemment engendrent un phénomène similaire dans la nappe. Ces cycles ne résultent pas de l'impact d'une pluie mais du cumul des pluies des années précédentes. Ainsi, avec les différents temps d'infiltration, on observe un décalage d'environ un à trois ans entre les cycles de pluie et ceux de la nappe. Par exemple, les pluies de 1999 à 2002 sont responsables de la remontée de nappe de 2000 à 2005 et l'impact des pluies de 2005 à 2006 visible sur la nappe de 2007 à 2009.

Certaines périodes comme celle de 2000 à 2002 engendrent des phénomènes occasionnels. Ainsi le cumul des pluies avant 2001 a provoqué une montée progressive de la nappe avec un décalage d'un an. La pluie de 2001, la plus importante, a accéléré cette remontée de nappe.

Concernant le comportement de la nappe au niveau des captages de Caix 1 et Caix 3, on remarque des différences :

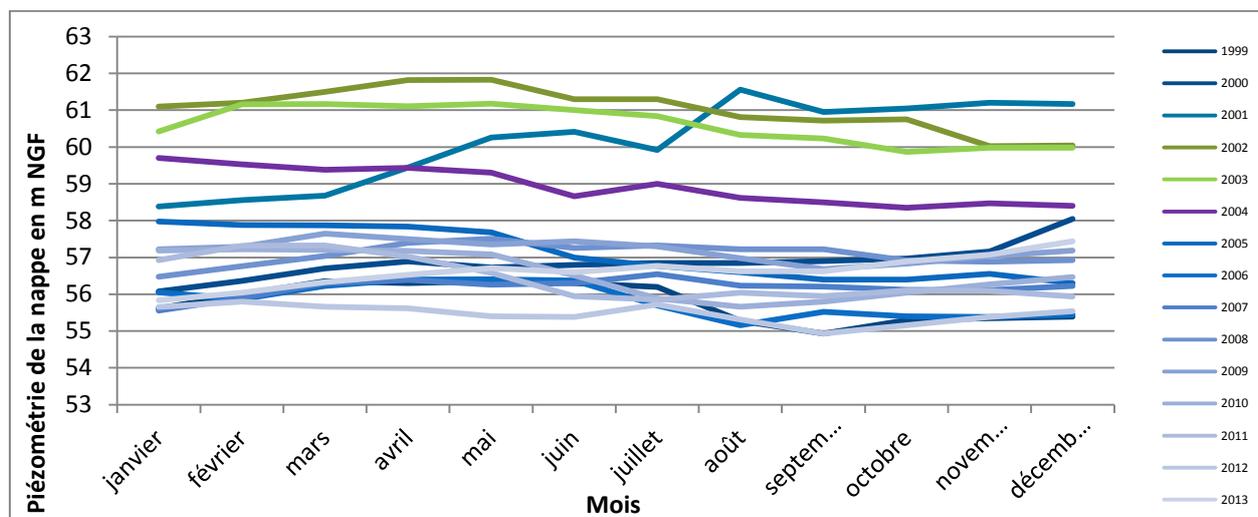
- Le niveau piézométrique de la nappe à Caix 3 est moins important que celui de Caix 1 (1 à 2m de différence), ce qui pourrait laisser penser que l'écoulement va de Caix 1 vers Caix 3. Cependant au vu des isopièzes, l'écoulement semble être vers le Nord-Ouest.
- Le battement de la nappe sur ces 15 ans a varié de 54 m NGF à 62m NGF avec des disparités de remontées et baisses du niveau de nappe à Caix 1 et Caix 3. Le niveau de la nappe à Caix 3 semble se comporter comme celui de Caix 1 jusqu'en 2003, puis un écart de piézométrie se creuse avec une baisse de niveau plus rapide à Caix 3. Il serait possible que le sens d'écoulement des eaux soit plus important au niveau de Caix 3.



Graphique 6 : Piézométrie de la nappe en fonction de la pluviométrie annuelle

Afin de mieux visualiser les périodes de recharge de la nappe sur les différentes années, j'ai réalisé un graphique en cumulant les niveaux de nappe par mois sur ces 15 ans (graphique 6).

En bleu sont représentés les niveaux de nappes en périodes « normales » et en couleur les niveaux durant la crue de 2001.



Graphique 7 : Superposition des niveaux de nappe par mois sur 15 ans

Bien que les courbes soient difficiles à distinguer, on peut remarquer que l'ensemble des courbes « bleues » forme une masse avec des niveaux différents :

- de novembre à avril, le niveau de nappe est plus élevé, compris entre 55,5 et 58 m NGF
- de juin à octobre, période d'été, le niveau est compris entre 55 et 57,5 m NGF.

Bien que l'été soit la saison la plus pluvieuse, on observe que le rechargement de la nappe se déroule en automne et en hiver. Ce phénomène s'explique par un ensoleillement faible et une activité végétale ralentie qui limite l'évapotranspiration et augmente le pourcentage de pluie utile.

- **Forte remontée de nappe**

Afin de pouvoir interpréter les éléments présents dans la nappe, il est essentiel de considérer la forte remontée de la nappe de 2001.

Dans la Somme, de mars à juin 2001, le fleuve du même nom était sorti de son lit et avait engendré une inondation. Les causes résultent du fait que son écoulement est géré par l'homme. En effet, son cours d'eau naturel se termine à Abbeville, il est ensuite canalisé et s'évacue à l'ouverture des écluses. Cependant, à marée haute comme c'était le cas durant les inondations, les écluses ne peuvent pas être ouvertes et l'eau ne peut pas s'évacuer par la mer. D'où l'inondation à l'amont du canal, c'est-à-dire à partir Abbeville. La relation nappe rivière s'en est trouvée perturbée : l'eau ne pouvait plus s'infiltrer dans le sol saturé et la nappe ne pouvait pas s'évacuer en alimentant les rivières étant donné que l'eau ne s'écoulait pas assez vite.

Un niveau d'étiage inhabituellement élevé et des éléments pluvieux exceptionnels, au niveau de l'AAC, ont provoqué une crue⁶ de nappe. La zone non saturée était alors totalement envahie par l'eau et les ruissellements, dus aux pluies intenses, ont aggravé cette situation en engendrant une inondation⁷ (source rapport BRGM, 2001).

Un courrier de demande de subventions pour des réparations a consigné : « Le 07 juillet 2001, la station de pompage dite « Caix 1 » a été submergée par les eaux et par des coulées de boues. Le bâtiment s'est retrouvé noyé dans 3 mètres d'eau. Les dégâts occasionnés concernaient également le milieu agricole sur les têtes de bassin et les versants : destruction des cultures, perte de sol... » .



Figure 16 : Vallée de la Luce en 2001 et en période normale (Source SIEP du Santerre)

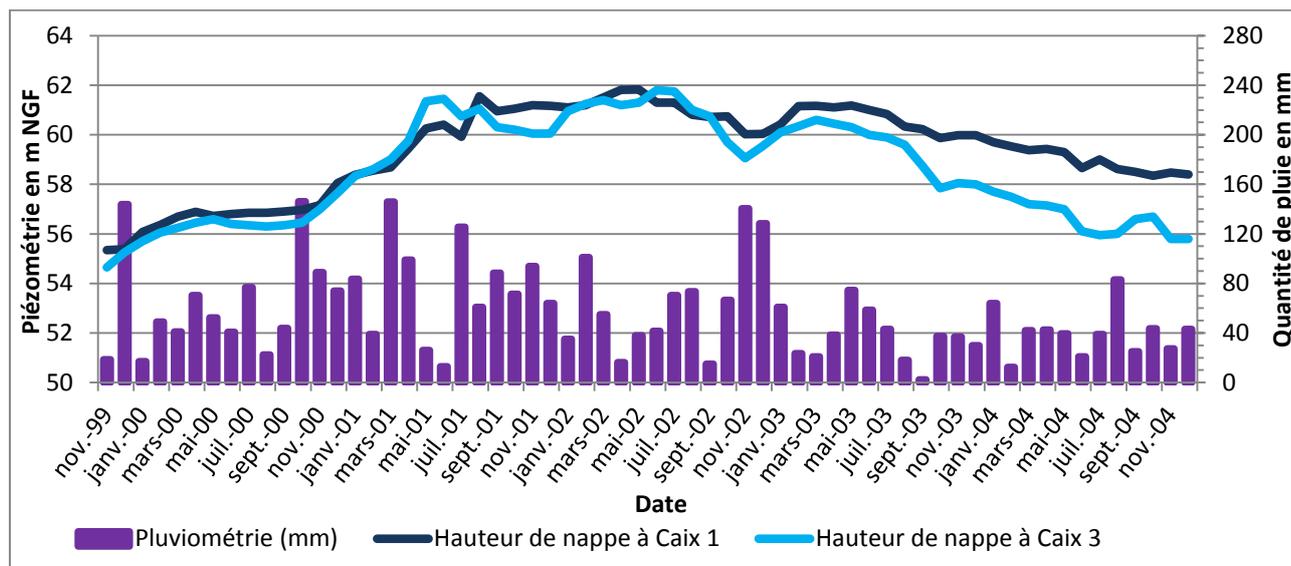
Cette inondation dite par « ruissellement Hortonien » résulte d'une intensité de la pluie supérieure au taux d'infiltration du sol. Elle est accentuée par les interventions humaines avec l'imperméabilisation des sols, le comblement des mares, l'arrachage des haies, le remembrement...

La Picardie est la 5^{ème} Région au niveau national pour la vulnérabilité au ruissellement. En 2002, 2003 et en 2008 (mai et septembre), d'autres inondations similaires ont eu lieu sur les secteurs de Ham, Moreuil, Corbie, Bray-sur-Somme, Nesle ainsi que sur l'amont du bassin au niveau de Essigny-le-Petit, Omissy, Lesdins, Morcourt et Remaucourt suite à de violents orages. (Source AMEVA).

Le graphique-ci-dessous reprend la pluviométrie relevée chaque mois en fonction du niveau de la nappe à Caix 1 et Caix 3 durant la période de hautes eaux.

⁶ Elévation du niveau d'une nappe ou d'un cours d'eau.

⁷ Submersion des zones habituellement hors de portée des eaux. Elles peuvent être par submersion marine, par remontée de nappe phréatique ou par ruissellement.



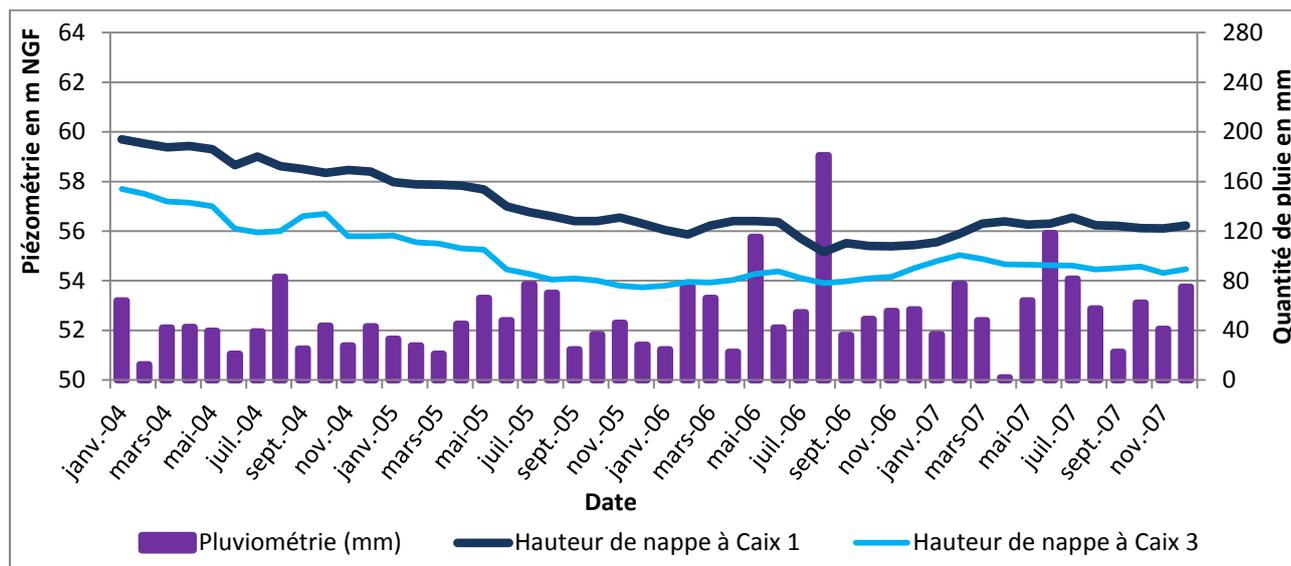
Graphique 8 : Pluviométrie en fonction de la crue de nappe

Nous avons vu précédemment que la nappe se rechargeait en grande partie l'hiver. Sur ce graphique, en décembre 1999 la pluviométrie a été de 144 mm, valeurs nettement supérieures à la moyenne calculée précédemment de 79 mm. Les pluies en début de l'année 2000 à l'inverse étaient déficitaires. Ainsi le rechargement de la nappe a été limité à une augmentation de la piézométrie d'environ deux mètres. Avec l'été de 2000, le niveau a « stagné ». Mais en octobre 2000, de fortes pluies pour un total de 146 mm (64 mm en moyenne habituellement), sont à l'origine d'une très forte remontée de nappe. Elle est encouragée par les pluies de novembre 2000 à janvier 2001. En mars, mois orageux, 146 mm sont relevés. Le niveau piézométrique passe de 57 m NGF à 59 m NGF.

En avril, il pleut trois fois plus qu'habituellement, ce qui contribue à la remontée de nappe. Les deux mois suivants bien que déficitaires n'ont pas d'impact visible sur le niveau de la nappe qui continue d'augmenter. Le sol est saturé et bien que le climat ait été chaud, l'évapotranspiration semble être insuffisante. L'orage de juillet 2001 est l'orage de trop ; le sol saturé ne peut infiltrer l'eau, le niveau de la nappe est au plus haut (61m NGF), le ruissellement Hortonien se produit et c'est l'inondation.

La nappe ainsi rechargée en été l'est aussi en automne et en hiver, on observe un « plafond ». La piézométrie devient différente entre les deux captages, la présence d'argile à Caix 1 crée peut être une zone à perméabilité réduite tandis que la forte fissuration de la craie à Caix 3 laisse plus facilement passer l'eau (infiltration et remontée de nappe). De ce fait, Caix 3 réagirait plus rapidement aux aléas de la pluie que Caix 1.

Les pluies de septembre 2001 à octobre 2002, généralement supérieures aux normales de saison, contribuent à conserver un niveau élevé de la nappe avec les phénomènes habituels de remontée de nappe en hiver et étiage en été. Novembre et décembre 2002, ont une pluviométrie importante de 141 et 129 mm. Ils vont à nouveau recharger la nappe. Cependant, jusqu'en 2005, les années de sécheresses et les pluies déficitaires vont inverser la tendance. Le niveau d'étiage va rapidement diminuer et une période de basses eaux va suivre. Le graphique suivant permet de visualiser l'importante baisse du niveau de la nappe. Il faut attendre 2006 pour revenir à une pluviométrie acceptable et une remontée du niveau de la nappe.



Graphique 9: Niveau de la nappe en période pluies déficitaires

Les fortes pluies, les inondations et crues de nappe accélèrent le lessivage des polluants et autres substances (nitrates, sulfates, chlorures...) piégés dans la zone auparavant non saturée. C'est ce que nous allons observer par la suite.

4. Analogie entre le battement de la nappe et la concentration des polluants

La qualité de cette nappe est essentielle pour fournir de l'eau aux communes adhérentes du SIEP mais aussi pour le bon fonctionnement d'entreprise comme la SITPA. Cependant, elle est soumise à différentes pressions susceptibles de la polluer. Le plan d'action de l'ORQUE récapitule et lutte contre ces pressions. Globalement elles ont une origine :

- **Agricole.** La pollution est étendue dans l'espace et dans le temps ; elle est chronique et concerne de grandes surfaces. Les pollutions peuvent être dues aux pesticides : 87 % des exploitations des AAC ne pratiquent que de la polyculture avec une prédominance pour la pomme de terre. Cette culture a un IFT (Indice De Fréquence des Traitements) de 16,29 contre 1 à 3 IFT pour des céréales. Ou résultant d'un apport important de matières organiques sous forme d'engrais liquides, de lisiers ou de boues de stations d'épuration (qui peuvent être riche en métaux lourds). Ces pollutions sont transférées à la nappe soit par infiltration sur l'ensemble de la surface cultivée, soit par rejet dans des puits perdus, des gouffres et bétoires. La pratique de l'irrigation accélère le transfert. Une pollution ponctuelle commune est fournie par les eaux de rinçages des récipients et appareils d'épandages.
- **Urbaines et routières.** Les risques de pollution apparaissent à la construction des réseaux routiers puis à leur utilisation et entretien avec le ruissellement sur les surfaces imperméables. Les polluants sont d'origines diverses : salage en hiver, hydrocarbures, métaux lourds libérés par les véhicules, substances dangereuses échappées par accident.... Les pollutions résultant de l'entretien des espaces verts sont également à prendre en compte.
- **Domestiques.** Dans le cas d'un assainissement, collectif ou individuel, défectueux, des substances indésirables contenues dans les eaux vannes et les eaux ménagères peuvent être transférées à la nappe (matières organiques, détergents, solvants, antibiotiques, micro-organismes...) Le cas se

produit avec les puits perdus, l'assainissement individuel avec infiltration dans le sol mal conçue ou mal dimensionnée, les stations d'épurations urbaines surchargées... Les particuliers sont également susceptible de polluer la nappe lors un dosage mal réalisé de phytosanitaire ou encore le nettoyage de leur voiture.

- **Historiques.** De nombreuses zones polluées l'ont été à une époque où les préoccupations environnementales étaient inconnues ou sommaires comme les lieux de stockage intempestif de déchets. Sur l'AAC, on dénombre un dépôt sauvage à Arvillers, une ancienne décharge à Caix. La guerre est responsable de pollutions aux métaux lourds. Les galeries creusées durant ces périodes modifient l'écoulement de l'eau et réduisent le processus de filtration naturel du sol.
- **Industrielles.** Les polluants d'origine industrielle sont très variés selon le type d'activité : substances organiques banales, produits organiques de synthèse, hydrocarbures, sels minéraux, métaux lourds... Les pollutions sont exceptionnelles mais encore trop souvent chroniques (fuite de réservoirs, de canalisations...). Dans l'AAC on recense le site de la société Mayolle (entreprise de nettoyage et de vidange) ainsi que les 70 artisans (garagistes, peintres, manufacturier...) susceptible d'avoir un impact sur la qualité de l'eau. Un cas particulier est celui des exploitations minières. L'extraction des granulats en plaine alluviale met en contact l'eau de la nappe avec les polluants. On retrouve dans les AAC de Caix deux carrières : « Le matériau Routier Moderne » et la société SCREG Nord Picardie.

D'après les éléments étudiés, les plus facilement analysables sont les anions Chlorures, Sulfates et Nitrates ainsi que le paramètre de la conductivité. Les autres éléments relevés ne peuvent pas servir à une observation sur 15 ans car ils sont inexistant, trop proches des limites de quantification ou non analysé à une certaine époque. Pour les paramètres physico-chimiques, leurs valeurs sont similaires dans la nappe au niveau des captages de Caix 1 et Caix 3 : la température reste comprises aux alentours de 11°C, l'oxygène dissous varie de 7,50 à 11,5 mg/L et le pH fluctue de 7,2 à 7,4.

• **Conductivité**

La conductivité, exprimée en micro-siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$) est à diviser par deux pour avoir cette quantité PPM (=mg/L). Elle permet ainsi d'évaluer approximativement la quantité totale de sels minéraux présents dans l'eau, car elle ne permet pas de connaître tout les constituants de l'eau. Plus une eau est minéralisée, plus il y a d'ions et plus le courant passe augmentant la conductivité. Dans la nappe de la Craie, les ions présents en majorité sont les ions calciums et magnésiums. La conductivité varie fortement en fonction de la température, les valeurs de la base de données sont des mesures à 25°C.

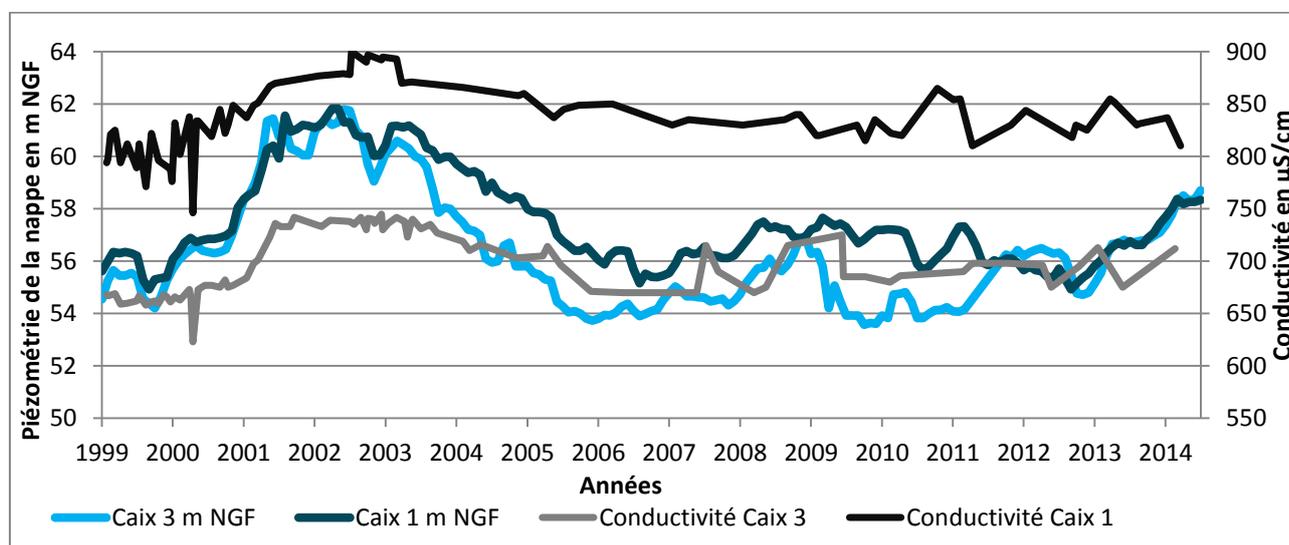
Le graphique 8 présente les valeurs de conductivité mesurées sur ces 15 dernières années, selon l'évolution de la piézométrie de la nappe.

On remarque que les valeurs de conductivité dessinent suivent le tracé des nappes. Après la montée des eaux de 2001-2002, la conductivité se réduit mais ne retrouve pas ses valeurs d'avant crue.

La conductivité à Caix 1 et Caix 3 est différentes. Celle de Caix 1 reste comprise entre 750 à 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tandis qu'à Caix 3 les valeurs ne dépassent pas 600 à 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cela peut signifier soit

que la nappe à Caix 1 contient les mêmes ions qu'au niveau de Caix 3 mais en concentration plus importante ; soit qu'il y a d'autres ions à Caix 1.

En 2000, on observe un même pic de conductivité, il est observé le même jour et a été analysé par le même laboratoire, il est possible que celle-ci ait été prise à une température différente, ce qui joue sur la valeur ainsi obtenue.



Graphique 10 : Conductivité à Caix 1 et Caix 3 sur 15 ans

Comme vu précédemment, la conductivité dépend de la concentration en ions calciums et magnésiums, cependant les relevés d'analyses ont montré de fortes concentrations en chlorures, sulfates et nitrates qui peuvent influencer la conductivité.

- **Ions majeurs**

Les ions calciums et magnésiums n'ont pas été étudiés car je voulais me concentrer sur les éléments d'origine anthropique.

Les chlorures

Ils sont très répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium (CaCl₂). La plus grande partie se trouve dans les océans et constitue environ 0,05 % de la lithosphère (partie solide de la sphère terrestre).

De façon générale, les ions chlorures sont présents dans toutes les eaux mais à des concentrations variables. Leur présence dans la nappe peut être le résultat du lessivage des routes lors de salages ou d'utilisation en agriculture.

Les sulfates

Les sulfates, composés naturels des eaux, les ions sulfates (SO₄⁻⁻) sont liés aux cations majeurs : calcium, magnésium et sodium. À part ceux du plomb, du baryum et du strontium, la plupart des sulfates sont solubles dans l'eau. Ils peuvent néanmoins être réduits en sulfure, volatilisés dans l'air en hydrogène sulfure (H₂S), précipités en sel insoluble ou assimilés par des organismes vivants. La concentration en sulfates dans les eaux naturelles est très variable, mais ne dépasse généralement pas le gramme par litre. Dans la nappe de la Craie, ces teneurs sont généralement inférieures à 50mg/L.

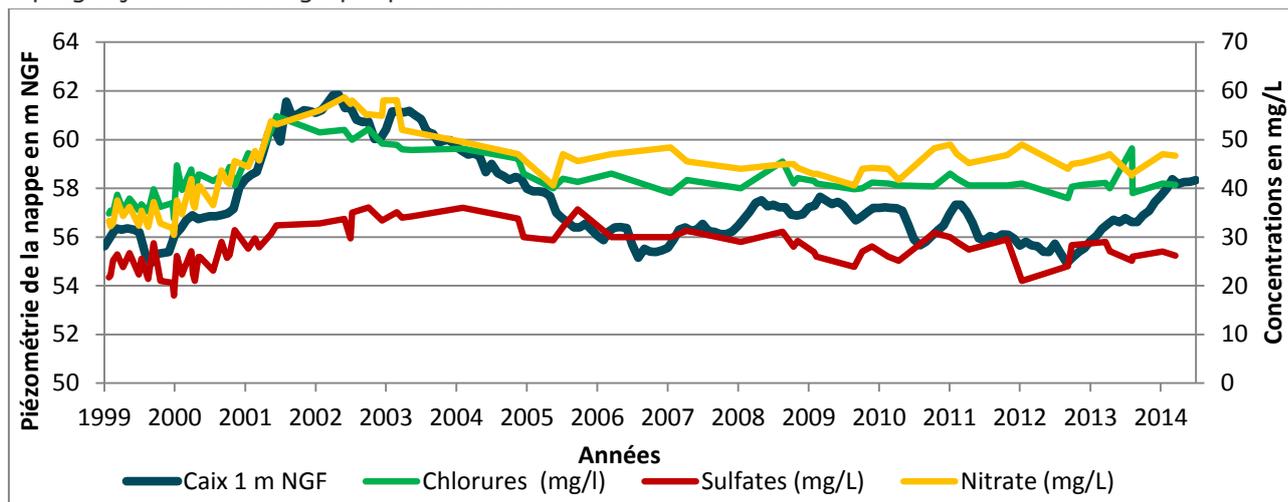
Les sulfates de potassium, d'ammonium et de magnésium sont utilisés dans les engrais. Ceux de zinc, manganèse, cuivre et de fer sont utilisés en micro-fertilisation, pour corriger les carences en ces éléments. Le sulfate de cuivre un fongicide très utilisé en agriculture « bio ». Il entre dans la composition de la bouillie bordelaise.

Les nitrates

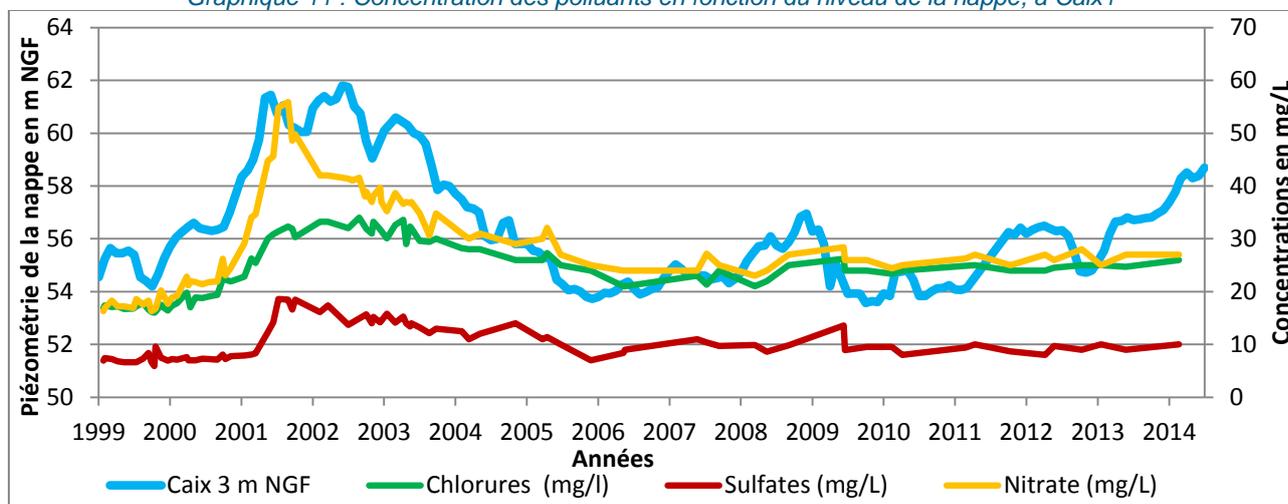
Les nitrates (NO₃) résultent de l'oxydation de l'azote organique et sont donc présents à l'état naturel dans les sols et dans les eaux. L'augmentation du taux de nitrates dans les eaux superficielles et souterraines est due pour une large part à l'enrichissement des sols par des engrais chimiques ou organiques, ainsi qu'aux rejets d'eaux usées ou mal traitées dans les cours d'eau. Les nitrates en eux-mêmes ne présentent pas de danger particulier pour la santé, c'est leur transformation en nitrites dans l'estomac qui peut être toxique.

En France, la présence de nitrates dans les eaux continentales provient en grande partie de l'agriculture, suite à l'épandage de doses massives d'engrais azotés et de lisiers (effluents d'élevage), (Le reste est issu des rejets des collectivités locales) et de l'industrie.

Afin d'observer le comportement des polluants en fonctions du niveau de nappe aux deux captages j'ai réalisé les graphiques 10 et 11.



Graphique 11 : Concentration des polluants en fonction du niveau de la nappe, à Caix 1



Graphique 12 : Concentration des polluants en fonction du niveau de la nappe, à Caix 3

Sur ces deux graphiques, on constate que les concentrations des cations varient lors de la remontée de nappe.

A Caix 1, les concentrations en chlorures suivent de près la montée de la nappe. En 1999, la concentration était de 35 mg/L. Avec la montée de nappe, celle-ci a atteint les 55 mg/L. La concentration a alors chuté sur environ 3 ans, bien avant les importantes baisses de nappe. Depuis 2005, cette concentration fluctue entre 38 et 45 mg/L.

A Caix 3, les concentrations en chlorures n'ont pas évolué de la même façon. En 1999, on relève 17 mg/L, comme à Caix, la remontée de nappe augmente sa concentration à 34mg/l en 2002. A partir de 2003, les ions chlorures se sont fait plus rares, et la concentration est redescendus entre 21 et 26mg/L

Pour les chlorures, lors de la remontée de nappe, l'augmentation des concentrations a été plus rapide à Caix 1. Bien que les concentrations aient diminué suite à la crue de nappe, elles sont restées plus élevées.

A Caix 1, la concentration en sulfates est passés de 22mg/l en 1999 à 31 mg/L en 2001 jusqu'à atteindre un sommet de 36mg/L fin 2002. Leur concentration a par la suite lentement diminué et atteint en 2013, 26 mg/L.

A Caix 3, les concentrations sont bien plus faibles. En 1999 la concentration était de 7mg/L, avec la remontée de nappe elle est passée à 19mg/L avant de redescendre à 8 mg/L en 2012. La concentration semble remonter en 2013 avec 10mg/L mesuré.

Cette fois, l'augmentation et la réduction des concentrations est plus rapide à Caix 3 qu'à Caix 1. La concentration maximum atteinte suite à la montée des eaux se passe en 2001 à Caix 3 contre 2002 à Caix 1.

Jusqu'en 2004, la concentration en nitrates à Caix 1 est proportionnelle à la montée de nappe. Elle passe de 32-37mg/L en 1999 à 53mg/L en 2001. La concentration stagne alors durant l'année 2002 à 58mg/L. Ensuite la concentration semble être inversement proportionnelle au niveau de nappe. Lorsque le niveau de nappe se réduit, la concentration en nitrates augmente. Les nitrates qui atteignaient 41 mg/l en 2005, ré-augmente à 51 mg/L environ jusqu'en 2010 où il revienne à 40 mg/L. Depuis, il fluctue entre 40 et 50 mg/L.

La concentration en nitrates à Caix 3 a réagit de la même manière avec un cependant un pic plus poussé. En 1999, la concentration était de 17 mg/L, elle a plus que triplé en 2002 avec 56 mg/l atteint. Cette forme augmentation s'est réduite moins vite qu'elle n'à augmenter et en 2008, la concentration légèrement supérieur à 1999 était de 23mg/L. Les valeurs depuis cette date restent entre 24 et 28 mg/.

On observe des temps de réactivité différents entre les molécules et au niveau des deux stations de pompage. Il est donc difficile de créer un cas général de diffusion de ces éléments dans la nappe (fig 17).

En effet, la diffusion de substances dans la nappe est régie par différent processus dépendant :

- **Des propriétés du sol** tels que son hydromorphie, sa porosité, son hétérogénéité, sa fracturation, sa perméabilité, sa réserve utile... Les sols à faible réserve utile (Réserve Utile inférieure à 120 mm)

très présent sur les AAC de Caix, sont des sols filtrants sols et très superficiels. L'infiltration et donc le transfert de substances vers la nappe y est très rapide. En effet, lorsque la réserve utile est pleine, les produits sont directement lessivés dans le sol. Au contraire des sols profonds, à forte réserve utile où l'infiltration vers la nappe est très lente.

- **Des propriétés de la substance, de ses interactions avec les milieux** qu'elle traverse et les interactions avec les autres substances présentes dans le sol. En premier lieu, leur état à la source joue un rôle important dans leur migration vers la nappe qu'il s'agisse de substance solide (ex : déchets riches en métaux lourds), liquide (ex : carburant, solvant) ou gazeuse (ex : oxyde de soufre ou d'azote, impureté de combustion). En second lieu, plusieurs caractéristiques permettent de définir leur transmissivité : leur solubilité, leur

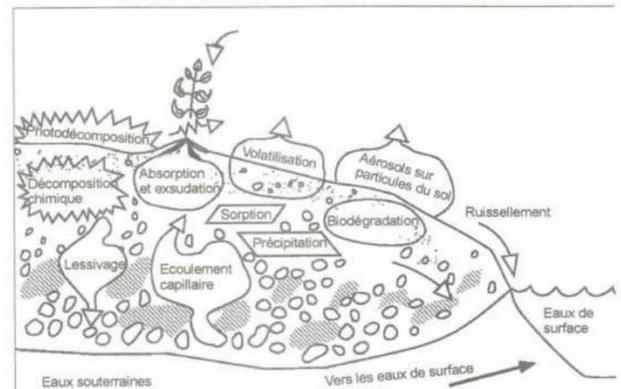


Figure 17 : Processus influant sur le comportement et la migration des contaminants au niveau du sol (d'après Sims)

- densité (permet d'établir si le polluants se mélange à l'eau ou reste en surface), leur stabilité (mesurée en durée de demi vie), la leur polarité (ou Kow, elle influe sur la fixation du polluant dans le sol principalement la matière organique), leur coefficient d'absorption (ou Koc, détermine la répartition d'un composé entre l'eau et le solide), leur volatilité (en fonction de la température et en unité Pa, il est considéré comme volatile si son ébullition est inférieur à 300°C), leur pKa (les composé acide inférieurs à 3-4, sont mobiles dans les sols, les composé basique seront retenus), leur viscosité (soit l'aptitude à l'écoulement, l'infiltration et circulation dans le sol).
- **Des conditions hydrométriques** (décrites dans la partie rechargement de la nappe)

- **Pesticides et perchlorates**

La base de données permet de visualiser quels pesticides sont retrouvés dans la nappe :

- **L'atrazine et son dérivé, le déséthyl-Atrazine** ne sont que dans la nappe au niveau de Caix 1, sous forme de trace. En 2003 et 2004, la concentration en atrazine était de 0.06µg/L et celle de son dérivé de 0.07 t 0.12µg/L. Avant son interdiction en 2001, les seuls usages rapportés pour l'atrazine étaient liés à son action herbicide pour des usages agricoles, industriels et de traitement de voiries. La déséthyl-Atrazine est le produit de dégradation par photolyse ou hydrolyse de l'Atrazine.
- **La bentazone**, est un herbicide retrouvé sous forme de trace au niveau de Caix 3 et à des concentrations variables à Caix 1 : de 0,04 à 0,07 µg/L.
- **Le Diuron**, herbicide également, a été retrouvé à Caix 1 en 2003 et 2004 avec des concentrations comprises entre 0.04 et 0.07 µg/L puis n'a plus jamais été détecté dans la nappe.
- **Le lénacile** est un herbicide présent sous forme de trace à Caix 1.

- L'**oxadixyl** utilisé comme fongicide, n'était pas retrouvé dans les analyses avant 2012. Depuis on le trouve à des concentrations élevées allant jusqu'à 0.09 µg/L.

Evaluer la diffusion des pesticides est difficile en raison de l'irrégularité des traitements (en fonction de la culture, des maladies...).

Les perchlorates, substance découvertes en 2012, ont été détectés en quantité non négligeable dans la nappe au niveau des deux captages. A Caix 1, les concentrations sont comprises entre 5 et 7.40 µg/L, à Caix 3, les valeurs ne dépassent pas les 6 µg/L.

Les perchlorates ou sels de perchlorates peuvent se retrouver dans l'environnement à la suite de rejets industriels (militaires, aérospatiale...), mais également dans des zones ayant fait l'objet de combats pendant la première guerre mondiale. L'origine des perchlorates est encore incertaine, cependant, au vu du contexte local il semble provenir de résidus de guerre.

Une valeur limite dans l'eau potable est fixée à 15 µg/L afin de prévenir les risques sanitaires liés à la consommation d'eau distribuée pour le consommateur adulte.

5. Bilans

D'après l'étude de la géologie, de la pluviométrie, de la piézométrie de la nappe et de l'évolution des concentrations en polluants dans la nappe j'ai émis les hypothèses suivantes :

- Le lessivage des polluants lors de la remontée de nappe a permis de « nettoyer » le sous-sol. De ce fait, les concentrations en polluants ne devraient rester stables durant un certain temps. La poursuite de l'étude sur les prochaines années devraient confirmer ou non cette hypothèse.
- Les différences de concentration à Caix 1 et Caix 3 pourraient s'expliquer pour deux raisons. L'une concerne la superficie des AAC. L'AAC de Caix 3 est moins vaste que Caix 1, il pourrait cumuler moins de polluants. L'autre raison concerne son placement. Caix 3 se situe dans la pente de la vallée sur du calcaire très fragmenté. Lors de ruissellement, les polluants s'écoulent sur ses pentes et finissent en fond de vallée. Caix 1 situé, en fond de vallée reçoit tous les polluants alentours qui ruisselle jusqu'à la station. L'argile, dont est composée la surface géologique à Caix 1, moins perméable pourrait accumuler plus de polluants. De ce fait en cas de remontée de nappe, ces polluants se retrouveraient dans la nappe. Des essais de perméabilité pourraient être faits dans ces zones pour mieux comprendre la diffusion de ceux-ci. Le BRGM lance déjà une étude de transmission des polluants.
- Concernant les pesticides, la remontée de nappe et l'avancée des molécules dans le sol au fil des années a réduit sa distance à parcourir dans la zone non saturée. La lente infiltration des pesticides a été accélérée par le lessivage de la nappe. Ce phénomène explique la présence de ces molécules suite à la crue de nappe. L'amélioration des détections (baisse des limites de quantification) et la découverte de nouvelles molécules sont également des raisons expliquant pourquoi il y a plus de résultats exposant des pesticides dans la nappe. La légère remontée de nappe ces deux dernières années pourrait justifier la ré-augmentation de certaines molécules.

CONCLUSION

Mon travail au SIEP du Santerre m'a permis de mettre en application les connaissances acquises durant la formation et de répondre à l'obligation de la licence.

A travers la diversité des missions effectuée, j'ai pu appréhender les divers métiers existants dans le secteur de l'eau potable : surveillant de travaux, fontainiers, techniciens... ainsi que dans le secteur de la protection de la ressource : chargée de la préservation de la qualité de l'eau, animatrice en Education à l'Environnement et au Développement Durable.

Concernant l'étude de la « corrélation entre les précipitations, les niveaux de nappe et la présence de polluants », par le choix de ce sujet peu maîtrisé et nouveau sur ce secteur, j'ai réussi à développer des connaissances en hydrogéologie, géologie et hydrologie. Toutefois, je ne peux pas me permettre d'affirmer que ce sont des domaines que je maîtrise totalement. La diffusion de polluant dans le sol est un sujet complexe.

Il a fallu que j'opère des choix, qui me paraissaient les plus justes et que je laisse de côté la frustration de ne pouvoir aller plus loin dans la recherche afin de rester dans mes domaines de compétences.

Bien que cette étude n'a pas la prétention d'être exhaustive et que son analyse soit limitée par le nombre d'entretien avec des organismes experts, faute de temps, et par le fait que l'analyse résulte de ma propre interprétation.

Mon analyse m'a permis d'établir que les différences de concentration des substances à Caix 1 et Caix 3 pourraient s'expliquer par : la superficie de l'AAC, la composition du sol et la topographie.

Cette étude constitue un début de recherche nécessitant d'être approfondie par des expériences de terrain et des analyses plus poussées.

Elle m'a au moins permis de m'essayer à une première approche d'étude hydrogéologique en plus de ma découverte du métier d'animatrice ORQUE.

J'ai ainsi acquis différents savoirs et expériences concernant le fonctionnement d'un syndicat d'eau potable, la gestion de projets, la mise en place d'action de communications...

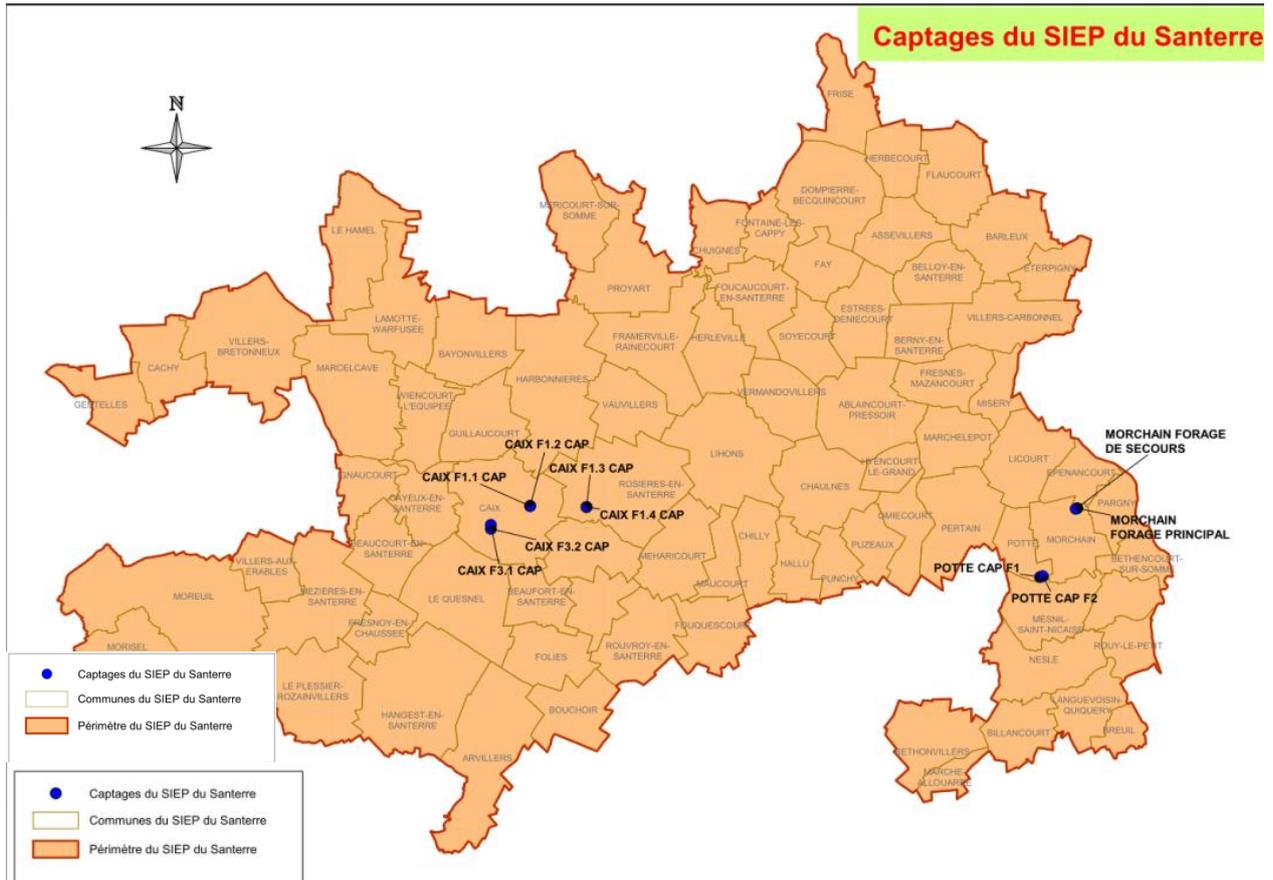
Ainsi cet apprentissage a répondu à mes attentes et m'a aidé à découvrir une voie que je souhaite poursuivre.

BIBLIOGRAPHIE

- AEAP. (s.d.). <http://www.artois-picardie.eaufrance.fr/bassin-artois-picardie/>. Récupéré sur L'eau dans le Bassin Artois Picardie.
- AEAP. (2008). *L'eau souterraine dans le bassin de l'Artois-Picardie*.
- AMEVA. (2009). *Les inondations dans la SOMME*.
- Antéa. (2011). *Etude du Bassin d'Alimentation des Captages de Caix*.
- Antéa. (2013). *Projet d'extensions du CSDND de Lihons*.
- Antea-SAFEGE/Géonord. (2012). *Opération de Préservation de la Qualité sur les Captages de Caix 1 et Caix 3 - Recensement des sources potentielles de pollutions*.
- Atlas de l'eau en Picardie. (s.d.). 2014 .
- Beauchamp, J. (2006). <http://www.u-picardie.fr/beauchamp/cours.qge/du-7.htm>. Récupéré sur Les systèmes aquifères.
- BRGM. (2008). *Guide sur le comportement des polluants dans le sol*.
- BRGM. (2010). *Modélisation géologique de la craie seno-turonienne dans le Nord Pas de Calais*.
- BRGM. (2004, septembre 8). Pesticides dans les eaux souterraines. *Les enjeux des Géosciences* .
- BURGEAP. (1994). *Décontamination des nappes, Etat de l'art*.
- Hydrogéologue. (2012). *Avis hydrogéologique - étude de la décharge de Caix*.
- hydrogéologue. (2013). *Avis hydrogéologique - piézomètre de Caix*.
- l'Eau, D. C. (2004). Fiche masse d'eau souterraine 1012.
- Ministère de l'Ecologie, d. l. (2013). <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-preservation-de-la-ressource-en.html>.
- ONF. (2009). *Schéma Régional d'Aménagement en Picardie*.
- PIREN-Seine. (2010). *Transfert des nitrates et battement de nappe sur le bassin de la Seine*.
- Santerre, S. d. (2013). *Rapport Annuel de la Qualité de l'Eau*.

ANNEXES

I. Annexe : Situation des captages sur le territoire du SIEP du Santerre



I. Annexe échéancier

Thème	Actions	Sous-actions/Tâches	Notes	28-oct.-13	25-nov.-13	30-déc.-13	3-févr.-14	3-mars-14	24-mars-14	14-avr.-14	5-mai-14	2-juin-14	juillet	août	septembre	Avancement	Réalisations
Rapport annuel		Rédaction de la partie qualité de l'eau et suivi de l'ORQUE	Redaction du rapport annuel 2013 avec les différents éléments mis à disposition des analyses, l'étude ORQUE														Rapport annuel partie qualité de l'eau et ORQUE + powerpoint
Mise à jour du site internet		Inclure articles journaux/redaction de petits articles sur l'ORQUE et mettre les dates des divers événements															Mise à jour des articles sur les aides agricoles et le compte rendus de la réunions du 19 février, création d'un article sur l'ABP, suivi de la loi LABBE
Analyses		Enregistrer dans le dossier analyse															renommée et classée
		Mise à jour du suivi de qualité															ok
		Suivi factures															
		Tableau de l'évolution des pesticides retrouvées dans l'eau (Bentazone, Lenacil, Oxadixyl, Atrazine)															base de donnée excel
		Études de la provenances de certains paramètres en augmentation															
		Feuille de prélèvement	Lors des analyses, impression de la feuille prélèvement														feuille de prélèvement modifié car manque de flacons
Non agricole	Artisans	Faire point avec Didier Stalens															compte rendus de la réunion du 26 juin
		Prévoir la réunion de sensibilisation avec les artisans (peintres)	ACAPET, organiser réunion, voir si les peintres sont intéressés.														
	Assainissement	Réunion de sensibilisation dans les communes															
Suivre les communautés de communes dans l'avancement des diagnostics																	Pas de grande avancée en juin

Corrélation entre les précipitations, les niveaux de nappe et la présence de polluants

	Étude à la parcelle et analyses des mares ?												
Animation	Réalisation d'une maquette/ Préparer animation	Cycle de l'eau, l'eau dans le monde et le gaspillage											Maquette du cycle de l'eau
	création d'une plaquette de présentation des animations												plaquette animation
	Réalisation des animations dans les écoles	Rosières, Mezière et Caix en priorité											Contact de toutes les écoles et docs excel récapitulatif : Voir pour la rentrée prochaine
Charte écophyto	Réexpliquer le principe de la charte aux nouveaux maires des communes ayant adhérées	Prendre rendez vous dans les communes pour reexpliquer la charte											réunion avec Mme WU et M. Dufresne en juin
	Sensibiliser les nouveaux maires (+ anciens)	Jouer sur le financement à 100% dans les communes à enjeu eau, et sur la loi d'interdiction des produits phyto. Bien maîtriser le sujet.											Envoi d'un courrier à tout les maires
	Visite des jardinerie pour l'engagement dans la charte	En lien avec la FREDON											Voir l'année prochaine avec la nouvelle charte
	Fiche béton drainants	Devis et impression Exemple (i ressource)											fiche béton terminée, imprimée et envoyée aux agriculteurs
	Planter la jachère fleurie sur la bande au SIEP	Voir avec Marian et Sandrine (le sachet de graines se trouve dans mon bureau)											jachère fleurie plantée et bulbe en pot pour septembre
	Voir pour préparer la démonstration de matériel alternatif avec en priorité une balayeuse	Démo qui se fait normalement à Caix 1, voir avec les commerciau x puis envoi d'une invitation aux communes du SIEP											Journée avec la FREDON
	Rester disponible afin de répondre aux question des maires	Tenir informer Marie-Olivia Allard (Région). Pour les dossiers de financement : Philippe Bourdreux + CPIE et FREDON											Renseignements subventions à M. SEGAROL Alexandre

II. Annexe : Equations de détermination de l'AAC et de la vulnérabilité intrinsèque

$$S_{minBAC} = V_{prelev} / P$$

Où :

S_{minBAC} : Surface minimale du BAC en m²

V_{prelev} : Volume annuel moyen prélevé sur le champ captant étudié en m³

P : Précipitations efficaces annuelles en mètre

La vulnérabilité globale intrinsèque de l'aquifère a été défini grâce à la formule suivante :

$$0.25 S + 0.25 I + (0.15 HZNS + 0.15 KZNS) + 0.20 K$$

Où

S : nature des sols-sensibilité au lessivage

I : infiltration efficace-sensibilité au ruissellement

HZNS : Epaisseur de la zone non-saturée

KZNS : Perméabilité de la zone non-saturée

K : perméabilité de l'aquifère

III. Annexe : Plaquette de communication à destination des écoles

Des sorties pour les plus grands...



- Visites d'une station de pompage et d'un château d'eau
- Dessin du chemin de l'eau
- Découverte de la biodiversité



Plaquette réalisée dans le cadre de l'Opération de Reconquête de la Qualité de l'Eau.

« L'eau demeure fragile, sa préservation a pour objet de garantir sa qualité à un prix raisonnable. Pour cela, tous les acteurs doivent partager cette responsabilité. »

**Des questions ? Des remarques ?
A qui vous adresser ?**

Marine JOSSE et Charlotte DEFOLY
S.I.E.P du Santerre
1, rue d'Assel
B.P. 20022
80170 ROSIÈRES EN SANTERRE
☎ : 03 22 88 45 20
✉ : 03 22 88 45 15
✉ : animatrice-siepdusanterre@orange.fr

Les animations proposées par le SIEP du Santerre sur le thème de l'eau





Des activités de la maternelle à la primaire...

Les captages d'eau potable de Caix ont été déclarés « prioritaires » par le Grenelle de l'Environnement. Dans ce contexte, le Syndicat Intercommunale d'Eau Potable (SIEP) du Santerre a engagé sur ce territoire avec l'Agence de l'Eau Artois Picardie et le Conseil général de la Somme, une Opération de Reconquête de la Qualité de l'Eau (ORQUE). Cette opération a pour objectif de limiter les pollutions diffuses sur l'Aire d'Alimentation des Captages (AAC).

Une étude a donc été menée et approuvée par le comité de pilotage en juin 2012, par le comité syndical en octobre 2012 et présentée en réunion publique le 7 novembre 2012. Le Préfet a validé le périmètre et le plan d'actions en janvier 2013.

Les communes qui font partie de l'AAC sont :

Arvillers • Beaufort-en-Santerre • Bouchoir • Harbounières • Hangest-en-Santerre • Caix • Folies Fouquescourt • Le Quesnel • Liéons • Méharicourt • Maucourt • Rosières-en-Santerre • Rouvroy-en-Santerre • Vrély • Warvillers.

La sensibilisation et la communication faisant partie du plan d'action de l'ORQUE, vous n'avez aucun frais à engager.

D'autres activités peuvent être proposées

- **Le cycle de l'eau naturel et anthropique**
Animation autour d'une maquette. Les enfants peuvent faire tomber la pluie et observer les « chemins » de l'eau.
Ils peuvent également mettre des produits dans les champs et observer ce qui se passe.
- **Le gaspillage**
Comparaison par image des actions qui économisent ou gaspillent l'eau.
Dessiner pour les plus grands
- **Où y a-t-il de l'eau ?**
Les enfants collent une goutte d'eau là où ils pensent qu'il y a de l'eau.
- **La planète bleue**
Les quantités d'eau dans le monde et ses différentes formes (salée, glacée évaporée...)
- **Le rôle épurateur du sol**
De l'eau sale s'écoule dans le sol...
- **Potable ou pas potable ?**
Observation et dégustation de l'eau (eau douce/eau salée)
- **Le rôle magique**
L'eau disparaît quand on la fait couler sur la craie. On observe la capacité de rétention du sol.
- **Film ou histoire d'une goutte d'eau**






IV. Annexe : base de donnée

Date	Pluviométrie (mm)	Caix 1 m NGF	Chlorures (mg/l)	Sulfates (mg/L)	Nitrate (mg/L)	Conductivité
1-janv.-99	58	56				
25-janv.-99			34,8	21,7	33,3	794
1-févr.-99	52	56				
1-févr.-99			35,4	22,1	32,2	798
15-févr.-99			35,1	25,2	32,8	821
1-mars-99	29	56				
9-mars-99			38,7	26,4	37,5	825
1-avr.-99	41	56				
7-avr.-99			35,5	23,8	34,3	794
1-mai-99	19	56				
11-mai-99			37,9	26,7	36,2	812
1-juin-99	87	56				
28-juin-99			35,5	22,3	32,3	789
1-juil.-99	21	56				
12-juil.-99			36,7	25,5	35,4	812
1-août-99	43	55				
16-août-99			35,2	21,4	32,1	771
1-sept.-99	81	55				
13-sept.-99			39,8	28,7	37,2	822
1-oct.-99	50	55				
19-oct.-99			36,2	21,0	32,8	796
1-nov.-99	19	55				
1-déc.-99	144	55				
20-déc.-99			37,0	20,6	31,8	788
28-déc.-99			33,8	18,0	30,4	776
1-janv.-00	17	56				
11-janv.-00			44,7	26,1	37,5	832
1-févr.-00	49	56				
7-févr.-00			39,7	22,3	34,7	802
1-mars-00	41	57				
27-mars-00			43,9	27,1	41,9	838
1-avr.-00	71	57				
4-avr.-00			39,8	22,4	37,0	806
13-avr.-00			39,0	21,0	36,0	746
1-mai-00	52	57				
2-mai-00			42,8	25,9	40,4	834
10-mai-00			42,8	25,9	40,4	834
1-juin-00	41	57				
1-juil.-00	77	57				

Date	Pluviométrie (mm)	Caix 3 m NGF	Chlorures (mg/l)	Sulfates (mg/L)	Nitrate (mg/L)	Conductivité
1-janv.-99	58	54,6				
25-janv.-99			16,9	6,9	16,3	668
1-févr.-99	52	55,3				
1-févr.-99			17,4	7,4	16,9	667
1-mars-99	29	55,7				
9-mars-99			17,1	7,2	18,3	669
1-avr.-99	41	55,5				
7-avr.-99			17,2	6,8	17,2	659
1-mai-99	19	55,5				
11-mai-99			16,7	6,6	17,2	660
1-juin-99	87	55,6				
28-juin-99			16,8	6,6	16,9	662
1-juil.-99	21	55,4				
12-juil.-99			17,2	6,6	18,6	667
1-août-99	43	54,6				
16-août-99			17,8	7,3	17,5	658
1-sept.-99	81	54,4				
13-sept.-99			16,6	8,4	18,3	661
28-sept.-99			16,2	6,7	16,3	662
1-oct.-99	50	54,2				
13-oct.-99			16,0	5,9	16,6	660
19-oct.-99			16,2	9,6	16,8	660
1-nov.-99	19	54,7				
16-nov.-99			17,5	7,5	20,2	668
1-déc.-99	144	55,3				
2-déc.-99			16,9	7,2	19,1	666
20-déc.-99			16,4	6,9	17,7	661
1-janv.-00	17	55,7				
11-janv.-00			17,3	7,2	18,9	666
1-févr.-00	49	56,1				
7-févr.-00			17,8	7,1	19,2	663
1-mars-00	41	56,3				
27-mars-00			19,8	7,6	22,8	673
1-avr.-00	71	56,5				
4-avr.-00			18,6	7,0	21,2	664
13-avr.-00			17,0	7,0	22,0	623
1-mai-00	52	56,6				
2-mai-00						
10-mai-00			18,9	7,0	21,8	673

Corrélation entre les précipitations, les niveaux de nappe et la présence de polluants

18-juil.-00			41,5	23,1	36,5	819	1-juin-00	41	56,4				
1-août-00	23	57					14-juin-00			18,8	7,3	21,4	677
30-août-00			42,6	29,0	43,7	845	1-juil.-00	77	56,4				
1-sept.-00	44	57					18-juil.-00			19,1	7,2	21,8	677
27-sept.-00			43,0	25,7	41,3	822	1-août-00	23	56,3				
1-oct.-00	146	57					30-août-00			19,4	7,1	21,9	675
11-oct.-00			44,4	26,3	40,9	830	1-sept.-00	44	56,4				
1-nov.-00	89	57					27-sept.-00			22,4	8,1	26,2	682
7-nov.-00			40,6	31,4	45,6	849	1-oct.-00	146	56,5				
1-déc.-00	74	58					11-oct.-00				7,2	23,1	675
1-janv.-01	84	58					1-nov.-00	89	57,0				
16-janv.-01			47,2	27,6	44,4	837	7-nov.-00			21,9	7,8	24,5	677
1-févr.-01	39	59					1-déc.-00	74	57,7				
20-févr.-01			46,4	29,7	47,7	849	1-janv.-01	84	58,4				
1-mars-01	146	59					16-janv.-01			22,8	7,9	29,1	684
14-mars-01			46,1	27,9	45,7	851	1-févr.-01	39	58,6				
1-avr.-01	99	59					20-févr.-01			26,3	8,1	34,1	698
1-mai-01	26	60					1-mars-01	146	59,0				
15-mai-01			51,9	30,6	53,8	867	14-mars-01			25,4	8,3	34,6	701
1-juin-01	13	60					1-avr.-01	99	59,8				
12-juin-01			54,8	32,4	53,1	870	1-mai-01	26	61,4				
1-juil.-01	126	60					15-mai-01			30,0	12,3	44,8	723
1-août-01	61	62					1-juin-01	13	61,5				
1-sept.-01	89	61					12-juin-01			30,9	14,2	45,6	736
1-oct.-01	72	61					20-juin-01						
1-nov.-01	94	61					1-juil.-01	126	60,8				
1-déc.-01	64	61					9-juil.-01			31,4	18,6	54,9	733
1-janv.-02	35	61					1-août-01	61	61,1				
22-janv.-02			51,5	32,8	56,0	877	27-août-01			32,3	18,5	55,9	733
1-févr.-02	101	61					1-sept.-01	89	60,3				
1-mars-02	55	62					17-sept.-01			31,9	16,6	48,6	742
1-avr.-02	16	62					1-oct.-01	72	60,2				
1-mai-02	38	62					3-oct.-01			30,3	18,5	49,8	741
29-mai-02			52,0	33,7	58,7	879	1-nov.-01	94	60,1				
1-juin-02	42	61					1-déc.-01	64	60,1				
1-juil.-02	71	61					1-janv.-02	35	61,0				
1-juil.-02			50,3	29,7	57,3	878	1-févr.-02	101	61,3				
9-juil.-02			50,0	35,0	58,0	900	6-févr.-02			33,2	16,1	42,0	733
1-août-02	74	61					1-mars-02	55	61,4				
1-sept.-02	15	61					20-mars-02			33,2	17,4	42,0	739
24-sept.-02					55,0	890	1-avr.-02	16	61,2				
1-oct.-02	67	61					1-mai-02	38	61,3				
2-oct.-02			52,2	36,1	55,2	897	1-juin-02	42	61,8				
1-nov.-02	141	60					1-juil.-02	71	61,8				
1-déc.-02	129	60					1-juil.-02			32,0	13,7	41,4	738
11-déc.-02			49,2	33,4	54,9	892	23-juil.-02					41,0	735

Corrélation entre les précipitations, les niveaux de nappe et la présence de polluants

17-déc.-02				58,0	895								
1-janv.-03	61	60											
1-févr.-03	24	61											
26-févr.-03			48,9	35,1	58,1	893							
1-mars-03	21	61											
25-mars-03			48,0	34,0	52,0	870							
1-avr.-03	39	61											
1-mai-03	75	61											
14-mai-03			47,9	34,2	51,6	871							
1-juin-03	59	61											
1-juil.-03	43	61											
1-août-03	18	60											
1-sept.-03	3	60											
1-oct.-03	38	60											
1-nov.-03	37	60											
1-déc.-03	30	60											
1-janv.-04	64	60											
1-févr.-04	13	60											
3-févr.-04			48,1	36,0	49,5	866							
1-mars-04	42	59											
1-avr.-04	43	59											
1-mai-04	40	59											
1-juin-04	21	59											
1-juil.-04	39	59											
1-août-04	83	59											
1-sept.-04	25	59											
1-oct.-04	44	58											
1-nov.-04	28	58											
15-nov.-04			46,1	33,8	47,0	858							
1-déc.-04	43	58											
14-déc.-04			43,0	30,0	46,0	860							
1-janv.-05	33	58											
1-févr.-05	28	58											
1-mars-05	21	58											
1-avr.-05	45	58											
1-mai-05	66	58											
17-mai-05			40,0	29,3	40,6	837							
1-juin-05	48	57											
1-juil.-05	77	57											
5-juil.-05			42,0	32,0	47,0	845							
1-août-05	70	57											
1-sept.-05	25	56											
20-sept.-05			41,3	35,7	45,6	849							
1-oct.-05	37	56											
1-nov.-05	46	57											
1-déc.-05	28	56											
1-août-02	74	61,0											
26-août-02			34,0	14,9	41,6	742							
1-sept.-02	15	60,8											
24-sept.-02						38,0	730						
1-oct.-02	67	59,7											
2-oct.-02			31,9	15,7	38,9	741							
29-oct.-02			31,0	14,0	37,0	740							
1-nov.-02	141	59,1											
6-nov.-02			33,2	15,2	38,1	736							
1-déc.-02	129	59,6											
11-déc.-02			31,8	14,2	39,7	745							
17-déc.-02						37,0	730						
1-janv.-03	61	60,1											
15-janv.-03			30,1	15,8	35,2	736							
1-févr.-03	24	60,4											
26-févr.-03			32,6	14,1	38,7	742							
1-mars-03	21	60,6											
1-avr.-03	39	60,5											
9-avr.-03			33,6	15,3	36,6	738							
24-avr.-03			29,0	14,0	37,0	723							
1-mai-03	75	60,3											
14-mai-03			32,3	13,4	36,8	738							
20-mai-03			32,0	14,0	37,0	740							
1-juin-03	59	60,0											
1-juil.-03	43	59,9											
2-juil.-03			29,6	13,2	34,8	731							
1-août-03	18	59,6											
20-août-03			29,4	12,1	30,6	735							
1-sept.-03	3	58,8											
23-sept.-03			30,0	13,0	34,8	727							
1-oct.-03	38	57,9											
1-nov.-03	37	58,1											
1-déc.-03	30	58,0											
1-janv.-04	64	57,7											
1-févr.-04	13	57,5											
3-févr.-04			28,2	12,5	31,0	719							
1-mars-04	42	57,2											
9-mars-04			28,0	11,0	30,0	710							
1-avr.-04	43	57,2											
1-mai-04	40	57,0											
5-mai-04			28,0	12,0	31,0	716							
1-juin-04	21	56,1											
1-juil.-04	39	56,0											
1-août-04	83	56,0											
1-sept.-04	25	56,6											
1-oct.-04	44	56,7											

Corrélation entre les précipitations, les niveaux de nappe et la présence de polluants

1-janv.-06	25	56				
1-févr.-06	76	56				
1-mars-06	66	56				
14-mars-06			43,0	30,0	47,0	850
1-avr.-06	23	56				
1-mai-06	115	56				
1-juin-06	42	56				
1-juil.-06	55	56				
1-août-06	181	55				
1-sept.-06	36	56				
1-oct.-06	49	55				
1-nov.-06	56	55				
1-déc.-06	57	55				
1-janv.-07	37	56				
16-janv.-07			39,0	30,0	48,4	830
1-févr.-07	77	56				
1-mars-07	48	56				
1-avr.-07	2	56				
11-avr.-07			41,7	31,3	45,5	835
1-mai-07	64	56				
1-juin-07	118	56				
1-juil.-07	82	57				
1-août-07	58	56				
1-sept.-07	23	56				
1-oct.-07	62	56				
1-nov.-07	41	56				
1-déc.-07	75	56				
1-janv.-08	43	56				
15-janv.-08			40,0	29,0	44,0	830
1-févr.-08	29	57				
1-mars-08	101	57				
1-avr.-08	38	57				
1-mai-08	70	58				
1-juin-08	37	57				
1-juil.-08	61	57				
1-août-08	89	57				
19-août-08			45,5	31,1	44,9	835
1-sept.-08	34	57				
1-oct.-08	57	57				
14-oct.-08			41,0	28,0	45,0	840
1-nov.-08	57	57				
4-nov.-08			42,1	29,2	44,2	840
1-déc.-08	36	57				
1-janv.-09	52	57				
28-janv.-09			41,5	26,9	42,9	820
1-févr.-09	37	57				
1-nov.-04	28	55,8				
4-nov.-04			26,0	14,0	29,0	703
1-déc.-04	43	55,8				
1-janv.-05	33	55,8				
1-févr.-05	28	55,6				
1-mars-05	21	55,5				
22-mars-05			26,0	11,0	30,0	705
1-avr.-05	45	55,3				
13-avr.-05			27,3	11,4	32,1	714
1-mai-05	66	55,3				
1-juin-05	48	54,5				
22-juin-05			25,0	10,0	27,0	696
1-juil.-05	77	54,3				
1-août-05	70	54,1				
1-sept.-05	25	54,1				
1-oct.-05	37	54,0				
1-nov.-05	46	53,8				
23-nov.-05			24,0	7,0	25,0	671
1-déc.-05	28	53,7				
1-janv.-06	25	53,8				
1-févr.-06	76	54,0				
1-mars-06	66	53,9				
1-avr.-06	23	54,0				
1-mai-06	115	54,3				
9-mai-06			21,0	8,4	24,0	670
17-mai-06			21,0	9,0	24,0	
1-juin-06	42	54,4				
1-juil.-06	55	54,1				
1-août-06	181	53,9				
1-sept.-06	36	54,0				
1-oct.-06	49	54,1				
1-nov.-06	56	54,2				
1-déc.-06	57	54,5				
1-janv.-07	37	54,8				
1-févr.-07	77	55,0				
1-mars-07	48	54,9				
1-avr.-07	2	54,7				
1-mai-07	64	54,7				
22-mai-07			23,0	11,0	24,0	670
1-juin-07	118	54,6				
1-juil.-07	82	54,6				
10-juil.-07			21,3	10,4	27,2	715
1-août-07	58	54,5				
1-sept.-07	23	54,5				
11-sept.-07			24,0	9,7	25,0	690
1-oct.-07	62	54,6				

Corrélation entre les précipitations, les niveaux de nappe et la présence de polluants

10-févr.-09			41,0	26,0	43,0	820						
1-mars-09	40	58										
1-avr.-09	31	58										
1-mai-09	88	57										
1-juin-09	23	57										
1-juil.-09	39	57										
1-août-09	11	57										
25-août-09			39,8	23,9	40,6	830						
1-sept.-09	14	57										
1-oct.-09	67	57										
6-oct.-09			40,0	27,0	44,0	815						
1-nov.-09	34	57										
25-nov.-09			41,2	28,1	44,2	835						
1-déc.-09	27	57										
1-janv.-10	42	57										
1-févr.-10	98	57										
16-févr.-10			41,0	26,0	44,0	822						
1-mars-10	38	57										
1-avr.-10	21	57										
13-avr.-10			40,6	25,1	41,7	820						
1-mai-10	33	57										
1-juin-10	37	57										
1-juil.-10	48	56										
1-août-10	116	56										
1-sept.-10	61	56										
1-oct.-10	45	56										
13-oct.-10			40,4	30,8	48,2	865						
1-nov.-10	81	56										
1-déc.-10	62	56										
1-janv.-11	49	57										
4-janv.-11			43,0	30,0	49,0	854						
1-févr.-11	26	57										
8-févr.-11			42,0	29,0	47,0	855						
1-mars-11	16	57										
1-avr.-11	8	57										
12-avr.-11			40,6	27,4	45,2	810						
1-mai-11	6	57										
1-juin-11	39	56										
1-juil.-11	42	56										
1-août-11	101	56										
1-sept.-11	98	56										
1-oct.-11	26	56										
27-oct.-11			40,6	29,5	46,8	830						
1-nov.-11	34	56										
1-déc.-11	198	56										
1-janv.-12	78	56										
1-nov.-07	41	54,3										
1-déc.-07	75	54,5										
1-janv.-08	43	54,7										
1-févr.-08	29	55,2										
1-mars-08	101	55,5										
12-mars-08			21,0	9,9	23,0	670						
1-avr.-08	38	55,7										
1-mai-08	70	55,8										
13-mai-08			22,0	8,6	24,0	675						
1-juin-08	37	56,1										
1-juil.-08	61	55,8										
1-août-08	89	55,6										
1-sept.-08	34	55,9										
2-sept.-08			25,0	9,8	27,0	715						
1-oct.-08	57	56,3										
1-nov.-08	57	56,8										
1-déc.-08	36	57,0										
1-janv.-09	52	56,3										
1-févr.-09	37	56,4										
1-mars-09	40	55,8										
1-avr.-09	31	54,2										
1-mai-09	88	55,1										
1-juin-09	23	54,5										
9-juin-09			26,2	13,6	28,4	725						
16-juin-09			24,0	8,9	26,0	685						
1-juil.-09	39	53,9										
1-août-09	11	53,9										
1-sept.-09	14	53,9										
1-oct.-09	67	53,6										
6-oct.-09			24,0	9,5	26,0	685						
1-nov.-09	34	53,6										
1-déc.-09	27	53,6										
1-janv.-10	42	53,9										
1-févr.-10	98	53,8										
11-févr.-10			23,4	9,5	24,4	680						
1-mars-10	38	54,7										
1-avr.-10	21	54,8										
6-avr.-10			24,0	8,0	25,0	686						
1-mai-10	33	54,8										
1-juin-10	37	54,5										
1-juil.-10	48	53,8										
1-août-10	116	53,8										
1-sept.-10	61	54,0										
1-oct.-10	45	54,1										
1-nov.-10	81	54,1										
1-déc.-10	62	54,2										

Corrélation entre les précipitations, les niveaux de nappe et la présence de polluants

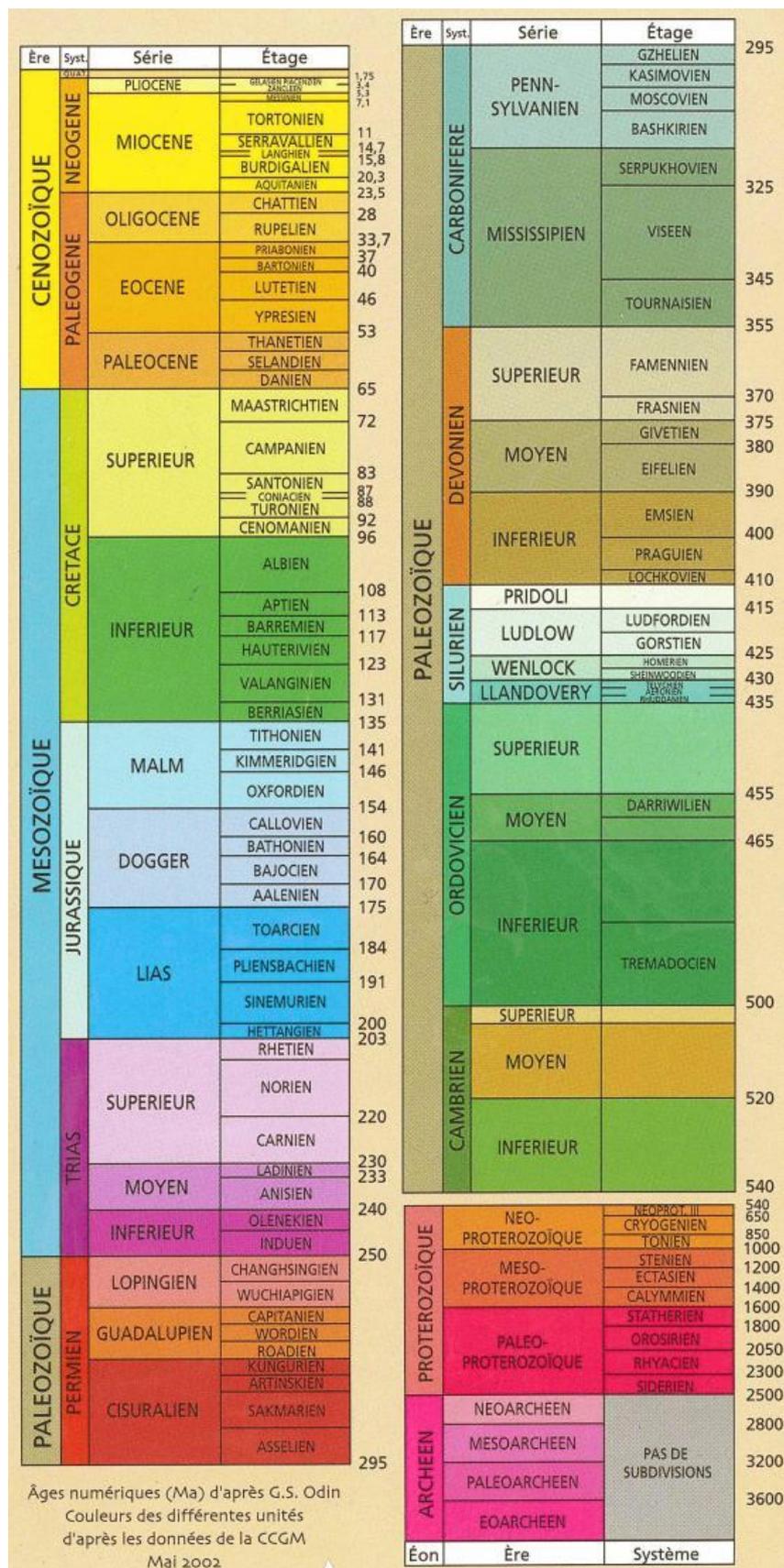
12-janv.-12			41,0	21,0	49,0	844
1-févr.-12	25	56				
1-mars-12	50	56				
1-avr.-12	129	56				
1-mai-12	51	55				
1-juin-12	141	55				
1-juil.-12	128	56				
1-août-12	20	55				
1-sept.-12	44	55				
6-sept.-12			38,0	24,0	44,0	818
26-sept.-12			40,3	28,3	45,0	830
1-oct.-12	150	55				
1-nov.-12	71	55				
22-nov.-12			40,7	28,5	45,3	825
1-déc.-12	125	56				
1-janv.-13	35	56				
1-févr.-13	63	56				
1-mars-13	75	56				
20-mars-13			41,1	29,0	46,6	855
1-avr.-13	29	57				
11-avr.-13			40,0	27,1	47,0	852
1-mai-13	138	57				
1-juin-13	147	57				
1-juil.-13	143	57				
1-août-13	98	57				
5-août-13			48,2	25,1	42,6	830
8-août-13			39,0	26,0	43,0	831
1-sept.-13	117	57				
1-oct.-13	54	57				
1-nov.-13	64	57				
1-déc.-13	90	57				
1-janv.-14	57	58				
9-janv.-14			41,0	27,0	47,0	837
1-févr.-14	56	58				
1-mars-14	22	58				
18-mars-14			40,7	26,2	46,7	810
1-avr.-14	28	58				
1-mai-14	98	58				
1-juin-14	42	58				
1-juil.-14		58				

1-janv.-11	49	54,1				
1-févr.-11	26	54,1				
24-févr.-11			24,9	9,4	26,3	690
1-mars-11	16	54,1				
1-avr.-11	8					
12-avr.-11			25,0	10,0	27,0	698
1-mai-11	6					
1-juin-11	39					
1-juil.-11	42					
1-août-11	101					
1-sept.-11	98					
1-oct.-11	26	56,3				
11-oct.-11			24,0	8,7	25,0	698
1-nov.-11	34	56,2				
1-déc.-11	198	56,4				
1-janv.-12	78	56,2				
1-févr.-12	25	56,3				
1-mars-12	50	56,4				
1-avr.-12	129	56,5				
6-avr.-12			24,0	8,0	27,0	696
1-mai-12	51	56,4				
22-mai-12			24,5	9,7	26,0	675
1-juin-12	141	56,3				
1-juil.-12	128	56,3				
1-août-12	20	56,1				
1-sept.-12	44	55,5				
1-oct.-12	150	54,8				
11-oct.-12			25,0	9,0	28,0	695
1-nov.-12	71	54,7				
1-déc.-12	125	54,8				
1-janv.-13	35	55,2				
17-janv.-13			25,0	10,0	25,0	713
1-févr.-13	63	55,6				
1-mars-13	75	56,2				
1-avr.-13	29	56,7				
1-mai-13	138	56,7				
24-mai-13			24,7	9,0	27,0	675
1-juin-13	147	56,8				
1-juil.-13	143	56,7				
1-août-13	98	56,7				
1-sept.-13	117	56,8				
1-oct.-13	54	56,8				
1-nov.-13	64	57,0				
1-déc.-13	90	57,1				
1-janv.-14	57	57,4				
1-févr.-14	56	57,8				

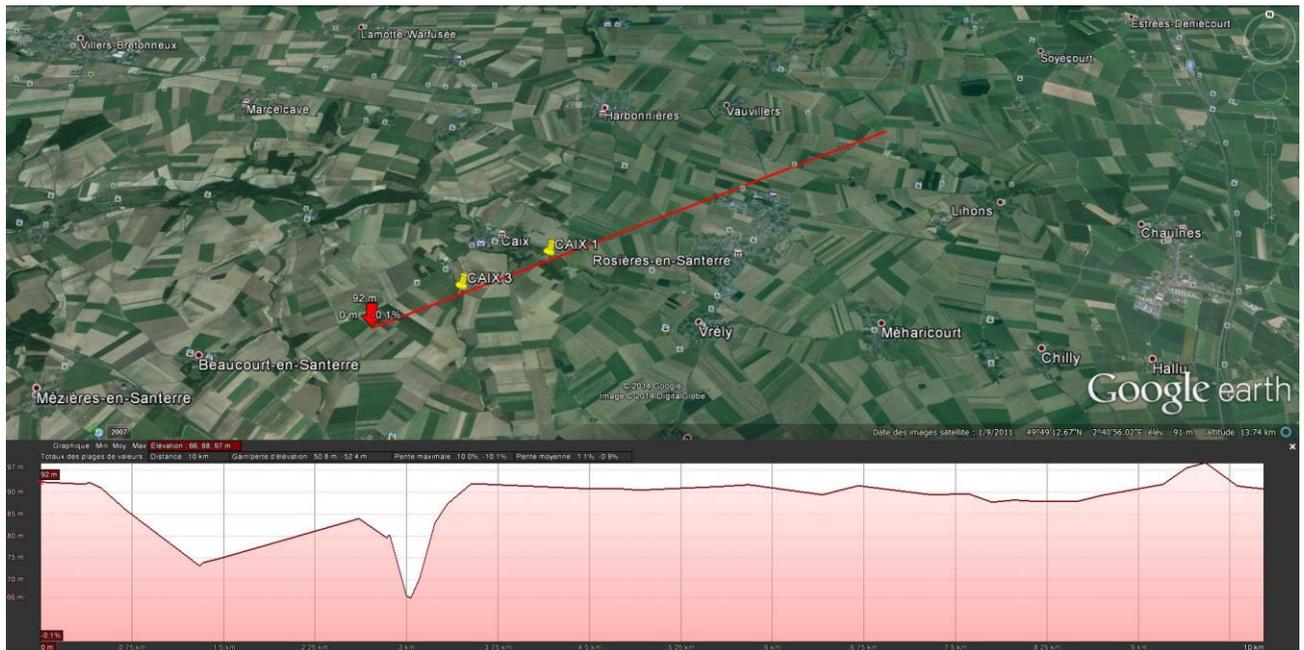
Corrélation entre les précipitations, les niveaux de nappe et la présence de polluants

19-févr.-14			26,0	10,0	27,0	712
1-mars-14	22	58,3				
1-avr.-14	28	58,5				
1-mai-14	98	58,3				
1-juin-14	42	58,4				
1-juil.-14		58,7				

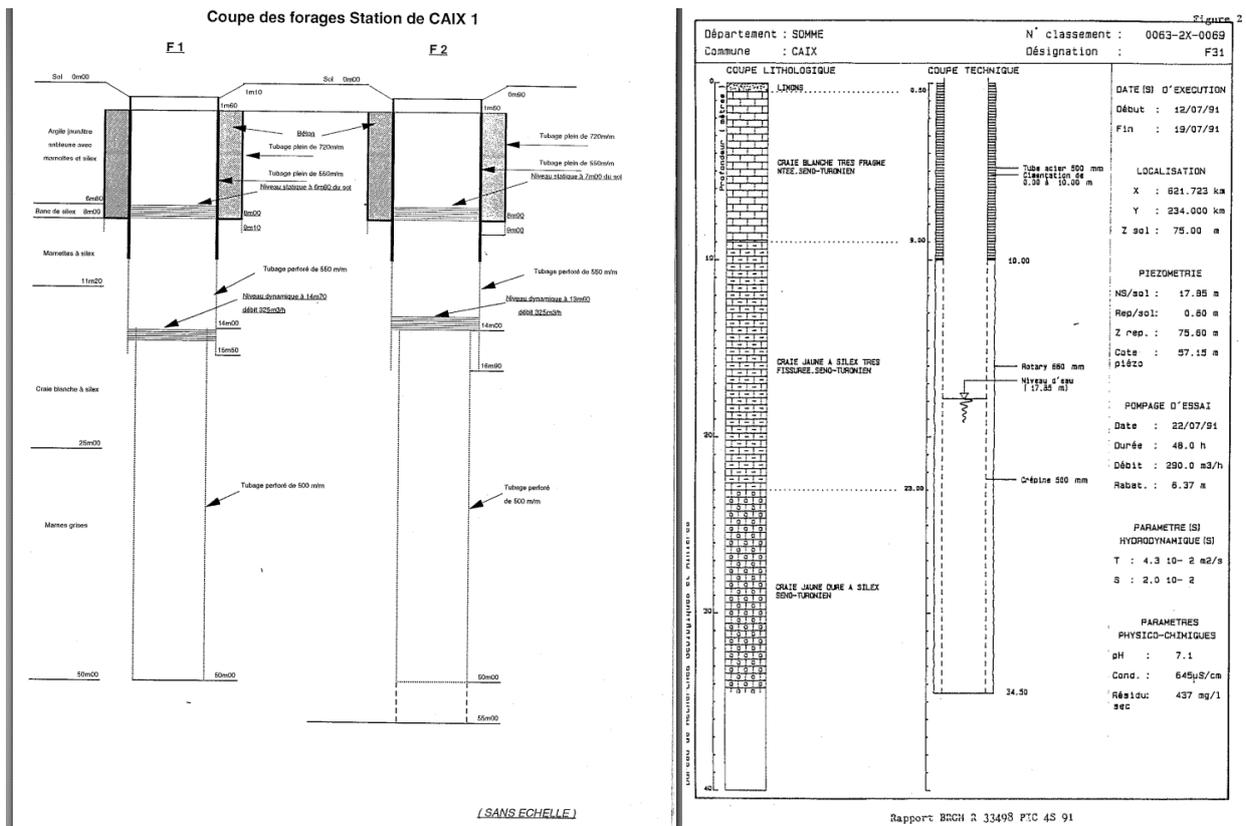
V. Annexe : échelle des temps



VI. Annexe coupe géologique 1



VII. Annexe coupe géologique Caix 1 et Caix 3



VIII. Annexe crues et inondations



IX.

