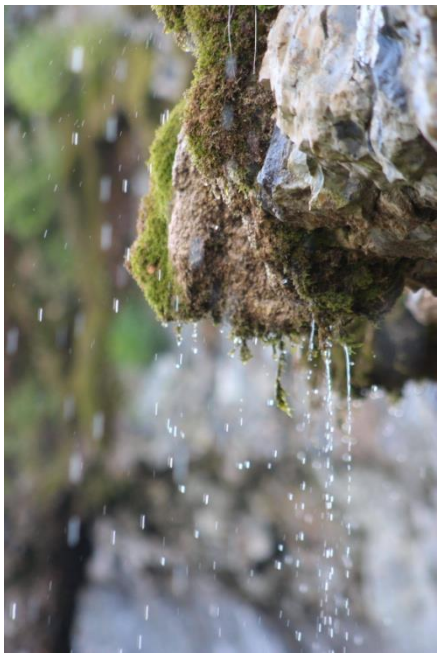
CODAH
Communauté de l'Agglomération Havraise

13NRH019
V 5
Janvier 2016

G. POSIADOL
T.GAILLARD



Étude des Bassins d'Alimentation des captages de la vallée de Saint-Laurent et de la vallée de la Lézarde

Phase 1 :
Délimitation des bassins d'alimentation et analyse de la vulnérabilité intrinsèque

SAFEGE
Ingénieurs Conseils

SIÈGE SOCIAL
PARC DE L'ILE - 15/27 RUE DU PORT
92022 NANTERRE CEDEX
Agence de Rouen : Immeuble Le Trident – 18 rue Henri Rivière 76000 ROUEN

TABLE DES MATIERES

1 Contexte de l'étude 1
1.1 Présentation de la demande et du demandeur 1
1.2 Cadre réglementaire 2
1.2.1 Les textes de référence 2
1.2.2 Les principaux moyens d'action 4

2 Sites de production et exploitation 6
2.1 Localisation de l'étude 6
2.2 Implantation des sites de captage 7
2.3 Ouvrages de captage et production d'eau potable 9
2.3.1 Localisation géographique et données d'entrée 9
2.3.2 Production naturelle des ouvrages et des sites de captage 17

3 Qualité des eaux souterraines 18
3.1 Présentation des points de prélèvement et des paramètres étudiés 18
3.2 Généralités et définition des seuils et références de qualité 19
3.3 Qualité des eaux captées 23
3.3.1 Site de St-Laurent-de-Brévedent 23
3.3.2 Site de Durécu 32
3.3.3 Site de La Payennière 37
3.3.4 Site de Rolleville 42
3.4 Synthèse de la qualité des eaux exploitées 48
3.4.1 Synthèse 48
3.4.2 Comparaison de l'évolution des nitrates et du niveau piézométrique 49

4 Synthèse des données hydrogéologiques du territoire 52
4.1 Hydrographie 52
4.2 Les sols 55
4.3 Géologie 58
4.3.1 Formations géologiques à l'affleurement 58
4.3.2 Les formations superficielles 61

4.3.3 Données stratigraphiques et sédimentologiques sur le Crétacé.....64
4.3.3.1 Méthodologie.....64
4.3.3.2 Stratigraphie du Crétacé supérieur.....64
4.4 Données sur la tectonique.....71
4.4.1 Réflexion sur le bassin normanien.....71
4.4.2 Les failles.....72
4.4.2.1 Données structurales du plateau.....72
4.4.2.2 L'accident de la Lézarde.....74
4.4.2.3 L'inflexion de l'estuaire de la Seine.....77
4.4.3 Données sur la géométrie des couches.....77
4.4.3.1 Le Turonien.....77
4.4.3.2 Le Cénomanien.....78
4.4.4 Chronologie tectonique.....80
4.4.5 Bilan tectonique.....81
4.5 Données hydrogéologiques.....83
4.5.1 Piézométrie.....83
4.5.1.1 Chroniques piézométriques.....83
4.5.1.2 Piézométrie de la nappe.....84
4.5.2 Données sur les écoulements karstiques.....86
4.5.2.1 Approche conceptuelle retenue.....86
4.5.2.2 Approche morphologique de l'aquifère crayeux.....87
4.5.2.3 Morphologie de l'endokarst crayeux.....93
4.5.3 Les données de traçages.....95
4.5.3.1 Données générales.....95
4.5.3.2 Expérimentation réalisées dans le cadre de l'étude.....96

5 Étude géologique.....103
5.1 Étude stratigraphique.....103
5.1.1 Établissement d'une coupe de référence locale.....103
5.1.2 Étude par sondages carottés.....104
5.1.2.1 Objectif des sondages.....104
5.1.2.2 Programme d'investigation.....105
5.1.2.3 Localisation des sondages.....105
5.1.3 Modalité de réalisation des piézomètres.....107
5.1.4 Coupes géologiques.....107
5.1.5 Étude des diagraphies.....110
5.1.6 Corrélation des logs.....115
5.2 Approche structurale.....118
5.2.1 Étude des surfaces repères.....118

5.2.2 Structure du bassin du Saint-Laurent 122
5.2.3 Essai de carte structurale 124

6 Étude hydrogéologique 127
6.1 Typologie des écoulements souterrains 127
6.1.1 Rôle hydrogéologiques de certains niveaux 127
6.1.2 Karstification 129
6.2 Etude de la réponse des sources à la pluie 130
6.2.1 Données d'entrée 130
6.2.2 Étude des courbes de tarissement 130
6.2.2.1 Rappel de la méthode 130
6.2.2.2 Calage des courbes 132
6.2.3 Étude du signal pluie-débit 134
6.2.3.1 Analyse corrélative simple 134
6.2.3.2 Analyse corrélative croisée pluie-débit 136
6.2.4 Etude du signal pluie-turbidité 139
6.2.4.1 Analyse corrélative simple 140
6.2.4.2 Analyse corrélative croisée 140
6.3 Bilan 142
6.3.1 Fonctionnement des émergences 142
6.3.2 Nature de la ressource captée 143

7 Délimitation du bassin d'alimentation des captages 144
7.1 Bilan hydrologique 144
7.1.1 Principe 144
7.1.2 Calcul du bilan au droit de chacun des sites de captage 145
7.1.2.1 Le site de captage de Saint Laurent et Durécu 145
7.1.2.2 Superficie théorique minimale d'alimentation 148
7.1.2.3 Le site de captage de la Payennière 148
7.1.2.4 Le site de captage de Rolleville 148
7.1.3 Synthèse des superficies minimales théoriques d'alimentation 149
7.2 Délimitation du bassin d'alimentation des captages 150
7.2.1 Approche méthodologique 150
7.2.2 Les bassins d'alimentation dits « continus » 151
7.2.2.1 Piézométrie du BRGM de 1990 (Atlas hydrogéologique départemental) 151
7.2.2.2 Piézométrie de la Compagnie Générale de Géophysique de 1997 153
7.2.2.3 Piézométrie BRGM de février 2011 155
7.2.2.4 Synthèse des indications piézométriques et proposition de bassins d'alimentation continue 157

7.2.3 Les bassins d'alimentation dits « discontinus » 160
7.2.4 Les bassins globaux d'alimentation.....162

8 Bibliographie 164

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures :

Figure 2-1 : Localisation du secteur de l'étude 6
Figure 2-2 : Implantation des différents sites de captage concernés par l'étude 8
Figure 2-3 : Contexte d'implantation du site de captage des sources de St-Laurent .. 12
Figure 2-4 : Contexte d'implantation du site de captage de Durécu 14
Figure 2-5 : Coupe longitudinale de la vallée du Saint-Laurent 14
Figure 2-6 : Contexte d'implantation du site de captage de La Payennière 15
Figure 2-7 : Contexte d'implantation du site de captage de Rolleville 16
Figure 3-1 : Évolution de la concentration de nitrates à St-Laurent-de-Brévedent 23
Figure 3-2 : Résultats des analyses d'atrazine dans les ouvrages de Saint-Laurent 25
Figure 3-3 : Résultats des analyses de déséthylatrazine dans les ouvrages de Saint-Laurent 25
Figure 3-4 : Suivi de l'évolution de l'atrazine à la Payennière 39
Figure 3-5 : Suivi spécifique des nitrates engagé par la collectivité en 2012/2013 43
Figure 3-6 : Suivi de l'évolution de l'atrazine à Rolleville 44
Figure 3-7 : Évolution de la turbidité sur les captages de Rolleville 46
Figure 3-8 : Évolution de la conductivité sur les captages de Rolleville 47
Figure 3-9 : Piézométrie et concentrations de nitrates à la Payennière 50
Figure 3-10 : Piézométrie et concentrations de nitrates à Rolleville 50
Figure 3-11 : Piézométrie et concentrations de nitrates à Saint-Laurent 51
Figure 4-1 : Hydrographie et bassins versants concernés 54
Figure 4-2 : Coupe type d'un sol de limon épais 55
Figure 4-3 : Coupe type d'un sol de craie peu épais 56
Figure 4-4 : Coupe type d'un sol d'alluvions fines 56
Figure 4-5 : Représentation des types de sols à l'échelle du secteur d'étude 57
Figure 4-6 : Coupe type de la succession des couches géologiques en Haute Normandie 58
Figure 4-7 : Carte géologique de la Pointe de Caux 59
Figure 4-8 : Légende de la carte géologique 60
Figure 4-9 : Épaisseur de limons de plateau (LP) 61
Figure 4-10 : Épaisseurs moyennes régionales de formations à silex 62
Figure 4-11 : Schéma de corrélation des niveaux repères 68
Figure 4-12 : Coupe lithostratigraphique de la falaise du terminal pétrolier 69

Figure 4-13 : Coupe lithostratigraphique de la falaise de Tancarville 70
Figure 4-14 : Variations d'épaisseurs de l'Albien et De la base du Cénomanien..... 71
Figure 4-15 : Carte de l'extension des sables de Lozère..... 72
Figure 4-16 : Histogramme de fracturation des alignements identifiés 73
Figure 4-17 : Schéma structural au droit du secteur de la vallée du Commerce..... 74
Figure 4-18 : Carte lithologique du substratum de la partie basse de la vallée de la Lézarde 76
Figure 4-19 : Coupe orientée N45°E de la basse vallée de la Lézarde 76
Figure 4-20 : L'inflexion de l'estuaire de la Seine..... 77
Figure 4-21 : Isohypses du mur du Turonien..... 78
Figure 4-22 : Isohypses du mur du Cénomanien 79
Figure 4-23 : Événements tectonique affectant la craie (Duperret et al., 2011)..... 80
Figure 4-24 : Synthèse des accidents géologiques connus et reconnus 82
Figure 4-25 : Chronique de suivi piézométrique à Manéglise 83
Figure 4-26 : Piézométrie de la nappe de la craie (BRGM, 2011)..... 85
Figure 4-27 : Zonage hydraulique d'un aquifère karstique..... 86
Figure 4-28 : Systèmes karstiques unaire et binaire..... 87
Figure 4-29 : Localisation des émergences dans le secteur d'étude..... 91
Figure 4-30 : Coupe schématique longitudinale de la vallée du Saint-Laurent 93
Figure 4-31 : Recensement des indices de cavités d'origine karstique (bétoires)..... 94
Figure 4-32 : Extrait cartographique du site SIGES SN des données de traçage..... 95
Figure 4-33 : Fiche descriptive de l'injection à Etainhus..... 97
Figure 4-34 : Fiche descriptive de l'injection à Angerville-l'Orcher..... 98
Figure 4-35 : Résultats des opérations de traçage (étude BAC Saint-Laurent)..... 99
Figure 4-36 : Synthèse des résultats des opérations de traçage (étude BAC Saint-Laurent) 100
Figure 4-37 : Interprétation des restitutions et schéma d'écoulement..... 102
Figure 5-1 : Calage stratigraphique de la carrière Lafarge de Sandouville..... 103
Figure 5-2 : Calage stratigraphique de la falaise de Sainte Adresse 104
Figure 5-3 : Localisation générale des ouvrages de reconnaissances 106
Figure 5-4 : Localisation des 3 sondages de reconnaissance autour de Saint-Laurent 106
Figure 5-5 : Coupe stratigraphique interprétée du sondage SL3 (Gainneville) 109
Figure 5-6 : Recalage du signal du rayonnement gamma par rapport à la coupe stratigraphique établie (SL1)..... 111
Figure 5-7 : Recalage du signal du rayonnement gamma par rapport à la coupe stratigraphique établie (SL2)..... 112
Figure 5-8 : Recalage du signal du rayonnement gamma par rapport à la coupe stratigraphique établie (SL3)..... 113
Figure 5-9 : Résultat du micromoulinet du sondage SL2..... 114
Figure 5-10 : Comparaison et calage des coupes des ouvrages réalisés au cours de l'étude 116

Figure 5-11 : Confrontation et calage des logs Gamma-ray obtenus au droit des sondages 117
Figure 5-12 : Exemple de décalage de la plage du Tilleul 118
Figure 5-13 : Panneau de Saint Jouin Bruneval 119
Figure 5-14 : Panneau de Rogerville 120
Figure 5-15 : Plage du Tilleul 121
Figure 5-16 : Coupe géologique et position des sources du Saint Laurent 123
Figure 5-17 : Localisation des ouvrages de référence 125
Figure 5-18 : Schéma structural de la Pointe de Caux 126
Figure 6-1 : Schéma hydrogéologique conceptuel 128
Figure 6-2 : Hydrogrammes des sources 132
Figure 6-3 : Exemple de calage des grandes et petites sources, année 2011 133
Figure 6-4 : Autocorrélation des précipitations aux stations 134
Figure 6-5 : Courbes d'autocorrélation du débit 135
Figure 6-6 : Spectres de densité du débit 135
Figure 6-7 : Corrélation croisée pluie-débit 136
Figure 6-8 : Amplitude croisée pluie-débit 137
Figure 6-9 : Fonction de gain pluie-débit 137
Figure 6-10 : Fonction de cohérence pluie-débit 138
Figure 6-11 : Fonction de phase pluie-débit 138
Figure 6-12 : Données sur Grandes et Petites Sources 139
Figure 6-13 : Données sur Pruniers 139
Figure 6-14 : Corrélation croisée au pas horaire pluie-turbidité 140
Figure 7-1 : Cumul des précipitations quotidiennes – normales calculées entre 1971 - 2000 145
Figure 7-2 : Schématisation en coupe des bassins d'alimentation de captage 150
Figure 7-3 : Piézométrie de 1990 152
Figure 7-4 : Piézométrie de 1995 154
Figure 7-5 : Piézométrie de 2011 156
Figure 7-6 : Délimitation des bassins d'alimentation continus 159
Figure 7-7 : Délimitation des bassins d'alimentation discontinus 161
Figure 7-8 : Bassins globaux d'alimentation 163

Liste des Tableaux :

Tableau 2-1 : Coordonnées géographiques des sites de captage 7
Tableau 2-2 : Données caractéristiques des ouvrages et des sites de production d'eau potable 10
Tableau 2-3 : Caractéristiques techniques des ouvrages de captage 11
Tableau 2-4 : Synthèse des données disponibles des capacités naturelles des sources . 17
Tableau 3-1 : Références de qualité pour la conductivité..... 21
Tableau 3-2 : Synthèse des détections de pesticides à St-Laurent de Brévedent 26
Tableau 3-3 : Synthèse des détections de pesticides observées à Durécu 33
Tableau 3-4 : Synthèse des détections de pesticides à la Payennière 38
Tableau 4-1 : Données hydrographiques et hydrologiques des bassins versants 52
Tableau 5-1 : Côtes du hard ground Antifer..... 124
Tableau 5-2 : Côtes du passage aux sables glauconieux 124
Tableau 6-1 : Paramètres de calage des hydrogrammes (fonction hyperbolique)..... 132
Tableau 6-2 : Paramètres de calage des hydrogrammes (fonction hyperbolique)..... 133
Tableau 6-3 : Volumes de la ressource par captage (données CODAH)..... 133
Tableau 7-1 : Bilan des volumes sortant du bassin du Saint-Laurent..... 148
Tableau 7-2 : Synthèse des superficies minimales théoriques d'alimentation 149
Tableau 7-3 : Détail des superficies des bassins d'alimentation 162

Liste des photographies :

Photographie 2-1 et Photographie 2-2 : Galerie et seuil de déversement des Grandes Sources 13
Photographie 2-3 et Photographie 2-4 : Galerie et seuil de déversement des Petites Sources 13
Photographie 2-5 et Photographie 2-6 : Site de captage et galerie des Pruniers 13
Photographie 2-7et Photographie 2-8 : Galerie et captage d'un griffon au Catillon 13
Photographie 2-9 et Photographie 2-10 : Site de captage et galerie de la source Durécu 14
Photographie 2-11 et Photographie 2-12 : Site de captage et captage de griffon de la Payennière 15
Photographie 2-13 et Photographie 2-14 : Site de captage et chambre de source de Rolleville 16
Photographie 4-1 et Photographie 4-2 : Modalités de captage des sources de Saint-Laurent 93

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 **Fiches descriptives SIGES des opérations de traçages bibliographiques**

Annexe 2 **Opération de multi-traçages réalisée par IDDEA en 2013**

Annexe 3 **Compte rendu et Résultats des diagraphies réalisées par Géo-Hydro-Invetigation en 2015**

1

Contexte de l'étude

1.1 Présentation de la demande et du demandeur

La présente étude concerne les sites de captage localisés dans les vallées du Saint-Laurent et de la Lézarde et exploités par la Communauté d'Agglomération Havraise (CODAH) pour couvrir ses besoins en eau potable. Quatre sites de captage sont concernés et constituent au global un secteur stratégique pour l'alimentation en eau potable de la CODAH, au même titre que les sites de Radicatel (Saint-Jean de Folleville) et d'Yport.

La demande porte sur la réalisation d'une étude des bassins d'alimentation de ces sites de captage. Ils sont tous implantés dans l'aquifère de la craie du crétacé.

Selon les sites, les ouvrages de captage présentent des sensibilités vis à vis de certains paramètres de la qualité de l'eau brute souterraine, tels que les nitrates ou les pesticides. Certains approchent la concentration seuil réglementaire de 50 mg/l de nitrates (ouvrages de la vallée de la Lézarde notamment). Des pesticides sont également détectés occasionnellement (atrazine, déséthylatrazine et simazine).

La poursuite du respect des objectifs de qualité passe notamment par la maîtrise des pollutions diffuses. Afin de reconquérir la qualité des eaux captées et pérenniser leur protection, des mesures incitatives doivent être mises en place. Au préalable, une parfaite connaissance du contexte d'exploitation des eaux et des activités potentiellement polluantes est nécessaire. Cette connaissance est à acquérir sur l'ensemble des Bassins d'Alimentation de ces Captages (BAC)

Le Maître d'Ouvrage a confié à SAFEGE la réalisation technique des études hydrogéologique et d'environnement sur l'emprise des bassins d'alimentation des captages.

Cette étude se déroulera en trois étapes :

- ✓ Phase 1a : Délimitation des bassins d'alimentation des captages,
- ✓ Phase 1b : Analyse de la vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère,
- ✓ Phase 2 : Analyse des risques et définition de zones prioritaires d'intervention.

Le présent rapport correspond aux phases 1a et 1b de l'étude ; c'est à dire à la délimitation du bassin d'alimentation de chaque site de captage et à la cartographie de la vulnérabilité de l'aquifère.

1.2 Cadre réglementaire

1.2.1 Les textes de référence

La préservation et la protection des ressources en eau est un enjeu majeur pour les collectivités dans le cadre de la gestion et l'aménagement de leur territoire. Les dispositifs réglementaires permettant d'encadrer la protection des BAC, dit également Aires d'Alimentation de Captages (AAC) sont :

- ✓ La Directive Cadre Européenne (DCE) sur l'eau ;
- ✓ La Directive Cadre 2006/118/CE sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration ;
- ✓ Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) ;
- ✓ *Les captages classés prioritaires pour la mise en place d'actions dans le cadre du Grenelle de l'Environnement (Grenelle 1)*[1].

La Directive Cadre Européenne sur l'eau adoptée le 23 octobre 2000, définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen. Cette directive, transposée en droit français par la loi du 21 avril 2004, fixe des objectifs pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces et eaux côtières) et pour les eaux souterraines.

La Directive établit des mesures spécifiques visant à prévenir et à contrôler la pollution des eaux souterraines, conformément à l'article 17, paragraphes 1 et 2, de la directive 2000/60/CE. Ces mesures comprennent en particulier:

- ✓ des critères pour l'évaluation du bon état chimique des eaux souterraines,
- ✓ des critères pour l'identification et l'inversion des tendances à la hausse significatives et durables, ainsi que pour la définition des points de départ des inversions de tendance.

La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 (LEMA) a introduit de nouvelles dispositions sur un périmètre plus large, en autorisant l'autorité administrative à délimiter des zones où il est nécessaire d'assurer une protection renforcée pour des captages d'eau potable : l'aire d'alimentation du captage.

[1] Les sites de captages incriminés par cette étude ne sont pas classés prioritaires au titre du Grenelle de l'Environnement.

Elle a pour objectif de donner des outils aux acteurs de l'eau (administration, collectivités territoriales …) pour reconquérir la qualité des eaux et atteindre en 2015 les objectifs de bon état écologique fixés par la directive cadre européenne (DCE) et retrouver une meilleure adéquation entre ressources en eau et besoins dans une perspective de développement durable.

Ainsi, l'article 21 de cette loi (L 211-3, II-5 du code de l'environnement), précisé par le décret du 14 mai 2007 relatif « aux Zones Soumises à certaines Contraintes Environnementales », a renforcé les dispositifs de gestion de la ressource en créant « des zones de protection quantitative et qualitative des aires d'alimentation de captages particulières » (AAC). Ceci, dans le but de lutter contre les pollutions diffuses notamment d'origine agricole.

Les propositions du **Grenelle de l'environnement** LOI n° 2009-967 du 3 août 2009 dite Grenelle 1. Le projet de loi « Grenelle 1 » prévoit la protection des aires d'alimentation de 507 captages (sur environ 30 000 captages d'eau potable en France) les plus menacés par les pollutions diffuses, notamment les nitrates et phytosanitaires, par la mise en place de plans d'action d'ici à 2012.

Ces 507 captages font partis des 856 ouvrages de prélèvement classés prioritaires par les agences de l'eau. Selon les informations énoncées par le Grenelle de l'Environnement, « les 507 captages ont été identifiés suivant un processus de concertation locale, sur la base de trois critères : l'état de la ressource vis-à-vis des pollutions par les nitrates ou les pesticides ; le caractère stratégique de la ressource au vu de la population desservie, enfin la volonté de reconquérir certains captages abandonnés ». **Aucun des ouvrages étudiés ne fait partie de cette liste préliminaire**.

Ainsi les zones de protection des bassins d'alimentation de captage ont été créées en réponse aux exigences des textes évoqués précédemment afin de renforcer les dispositifs de maîtrise des pollutions diffuses d'origine agricole et de réduire la vulnérabilité des nappes souterraines.

Cette liste de captages prioritaires a été complétée à la suite de la Conférence Environnementale de septembre 2013 (228 nouveaux captages en Seine-Normandie comprenant 328 points de prélèvement). **Les ouvrages de prélèvement des sites de captages de Saint-Laurent et de Rolleville font partie de cette liste complémentaire.**

Parmi les ouvrages étudiés, ceux de Saint-Laurent et de Rolleville sont classés prioritaires depuis la Conférence Environnementale de 2013. Tous sont classés prioritaires au titre du SDAGE du Bassin Seine Normandie (liste Agence de l'Eau).

1.2.2 Les principaux moyens d'action

Pour atteindre les objectifs du bassin d'alimentation de captage, il faut renforcer les moyens d'information auprès des acteurs des bassins, notamment en rappelant les actions actuelles :

- ✓ **Le 10ème programme de l'agence de l'eau**. Les objectifs de ce programme sont la protection de la santé et de l'environnement. Ce 10ème programme est un des outils privilégiés pour mettre en œuvre le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) tel que défini dans le code de l'environnement où est transposée la directive cadre pour l'eau. Le SDAGE du Bassin Seine Normandie actuellement en vigueur a été approuvé le 17 décembre 2009. Une liste de captages prioritaires est annexée au rapport du 9ème programme des agences de l'eau dans le cadre de ces SDAGE. Il faut noter que les 500 captages prioritaires définis par le Grenelle de l'Environnement sont issus de ces programmes, parmi les captages les plus prioritaires.
- ✓ **La directive européenne sur l'eau** n°91/676/CEE du 12 décembre 1991 dite « directive nitrates ». Ce texte vise à prévenir et réduire la pollution des eaux provoquée par les nitrates d'origine agricole. Elle oblige à la mise en place de programmes d'actions d'une durée de 4 ans portant sur une zone qualifiée de vulnérable, c'est à dire où des teneurs en nitrates élevées ont été observées dans les eaux souterraines ou de surface. Le 1er programme (1997-2000) visait à corriger les pratiques les plus polluantes, le second (2001-2003) devait permettre l'évolution de ces pratiques afin de protéger, voire de restaurer la qualité des eaux. Le troisième programme (2004-2008) fixait des périodes d'épandages, des seuils d'épandage d'azote à ne pas dépasser, le pourcentage maximal de sol laissé à nu l'hiver et l'interdiction de retournement de certaines cultures pour éviter les fuites d'azote.

  C'est au cours de ce programme que les documents de suivi d'azote (plan de fumure prévisionnel, cahiers de fertilisation, cahiers d'épandage) ont fait leur apparition. Aujourd'hui, le quatrième programme vient se met en place (2009), il introduit la généralisation de la couverture des sols en automne avec 30 % de destruction chimique seulement.
- ✓ La réglementation induite par le décret n° 2007-882 du 14 mai 2007 relatif à certaines **zones soumises à contraintes environnementales** (et modifiant le code rural) peut également constituer un moyen d'action. Un programme définit les mesures à promouvoir par les propriétaires et les exploitants, parmi une liste d'actions précisées aux articles R114-2 et suivants. Les périmètres d'action sont fixés par le Préfet.
- ✓ **Le plan Eco-phyto 2018**, mis en place par le ministère de l'agriculture et de la pêche à la suite du Grenelle de l'environnement, vise à réduire l'usage des produits phytosanitaires pour l'ensemble de la population dont 50% en agriculture à l'horizon 2018. Il s'agit à la fois de réduire l'usage de ces produits et de limiter l'impact de ceux qui resteront indispensables pour protéger les cultures des parasites, des mauvaises herbes et des maladies.

Ce plan aborde également le retrait du marché des 53 substances actives les plus préoccupantes. Il préconise, entre autres, la diffusion de bonnes pratiques agricoles économes en pesticides au travers d'un réseau de 3000 fermes pilotes, de créer un réseau d'épidémio-surveillance accessible à tous les agriculteurs.

- ✓ **Le Plan Eco-Phyto II** est une version actualisée du précédent plan selon les observations émises par un groupe de travail fin 2014 aboutissant à 68 recommandations permettant de sécuriser l'atteinte des objectifs du plan initial. L'objectif de réduction de 50% du recours aux produits phytopharmaceutiques en France en dix ans est réaffirmé, avec une trajectoire en deux temps. D'abord, à l'horizon 2020, une réduction de 25% est visée, par la généralisation et l'optimisation des techniques actuellement disponibles. Ensuite, une réduction de 50% à l'horizon 2025, qui reposera sur des mutations profondes des systèmes de production et des filières soutenues par des déterminants politiques de moyen et long terme et par les avancées de la science et de la technique. La transition entre ces deux périodes, dans cinq ans, sera l'occasion d'une nouvelle révision du plan, conformément aux exigences de la directive 2009/128.
- ✓ **Le 5ème programme de la Directive Nitrates**, dont le programme d'action régional consolidé a été arrêté le 31 octobre 2014 *« modifiant l'arrêté du 28 mai 2014 établissant le programme d'actions régional en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole pour la région Haute-Normandie »,* fixe les mesures nécessaires à une bonne maîtrise des fertilisants azotés et à une gestion adaptée des terres agricoles, en vue de limiter les fuites de nitrates à un niveau compatible avec les objectifs de restauration et de préservation de la qualité des eaux souterraines, des eaux douces superficielles et des eaux des estuaires, des eaux côtières et marines spécifiques à chaque zone vulnérable ou partie de zone vulnérable de la région HauteNormandie. L'ensemble de ces mesures est appelé **programme d'actions régional de la région Haute-Normandie**.

2

Sites de production et exploitation

2.1 Localisation de l'étude

L'étude réalisée pour le compte de la CODAH s'inscrit dans le département de la Seine-Maritime, dans le secteur dit de la Pointe de Caux et dans un périmètre compris entre les agglomérations :

- ✓ Du Havre au sud-ouest,
- ✓ Goderville au nord-est,
- ✓ Saint-Romain de Colbosc à l'est.

La figure suivante précise le secteur de l'étude qui s'étend sur environ 190 km².

Figure 2-1 : Localisation du secteur de l'étude

Source : http://www.geoportail.gouv.fr

2.2 Implantation des sites de captage

L'étude concerne 4 sites de captage répartis dans les vallées du Saint-Laurent et de la Lézarde ; il s'agit :

- ✓ Du site de captage des sources du Saint-Laurent, constitué de sous-entités de captage et de plusieurs ouvrages,
- ✓ Du site de captage de Durécu (vallée du Saint-Laurent),
- ✓ Du site de captage des sources de La Payennière à Montivilliers (vallée de la Lézarde),
- ✓ Du site de captage des sources de Rolleville (vallée de la Lézarde).

A la faveur de cette étude et au vu des bénéfices des enseignements scientifiques que l'on peut tirer de l'analyse d'autres ouvrages de captage proches, l'étude traitera le cas échéant de deux autres sites de captage implantés dans la vallée du Saint-Laurent. Ils sont exploités par d'autres collectivités ; il s'agit :

- ✓ Du forage de l'usine de traitement de Saint-Laurent de Brévedent, exploité par la commune de Saint-Laurent (n° BSS 0748X0025),
- ✓ Du forage du hameau de l'Enfer, exploité par le Syndicat d'eau de Saint-Romaine Nord-Ouest (n° BSS 0748X0012).

La figure suivante précise l'implantation de ces différents sites de captage.

Tous sont situés en fond de vallée ou en pied de versant, de part et d'autre des cours d'eau pérennes qui accompagnent chaque vallée.

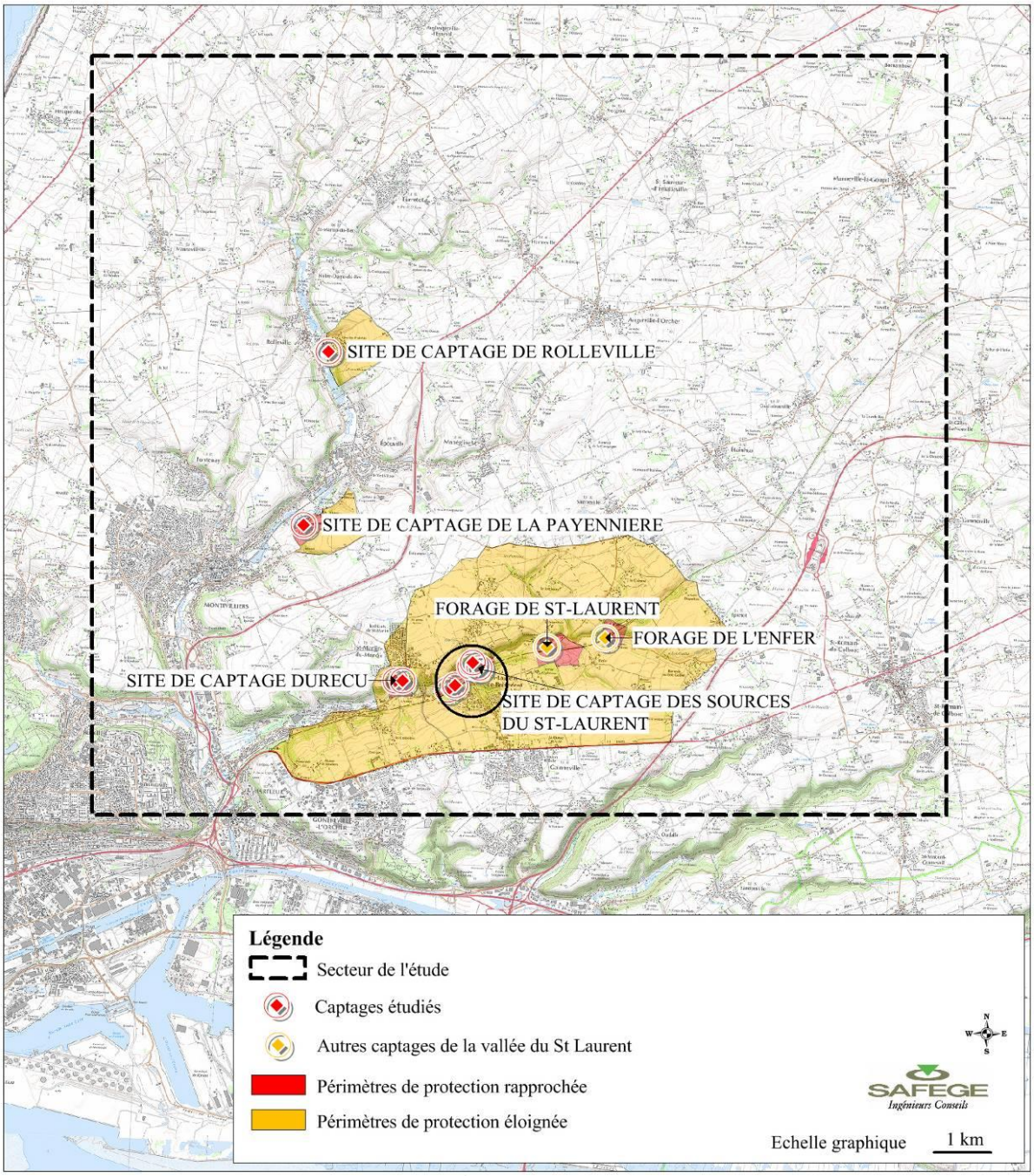
Le tableau suivant rappelle les coordonnées d'implantation des stations de production de chaque site :

Tableau 2-1 : Coordonnées géographiques des sites de captage

Site	Commune d'implantation	Coordonnées X en L_93 (m)	Coordonnées X en L_93 (m)	Altimétrie (m NGF)
Sources du St-Laurent *	SAINT LAURENT DE BREVEDENT	501 000	6 940 200	38
Durécu	SAINT MARTIN DU MANOIR	499 900	6 940 100	25
La Payennière	MONTIVILLIERS	498 170	6 942 860	20
Rolleville	ROLLEVILLE	498 740	6 945 860	35

** Le repère géographique est celui de l'usine de production de St-Laurent.*

Figure 2-2 : Implantation des différents sites de captage concernés par l'étude



Source : IGN 25 000ème et ARS de Haute Normandie

2.3 Ouvrages de captage et production d'eau potable

2.3.1 Localisation géographique et données d'entrée

L'étude concerne en tout et pour tout, 11 ouvrages de captage répartis sur les 4 sites de production.

Le tableau suivant récapitule les données d'entrée de chacun des ouvrages.

Les figures suivantes précisent l'environnement proche des sites de captage.

Une coupe longitudinale de la vallée du Saint Laurent précisant l'implantation des différents sites de captage est proposée à la Figure 2-5 page 14.

Tableau 2-2 : Données caractéristiques des ouvrages et des sites de production d'eau potable

Ouvrage	Dénomination	Site de production	Coordonnées X en L_93 (m)	Coordonnées Y en L_93 (m)	Altimétrie (m NGF)	Date de DUP	Débit autorisé
0747X0197	Les Petites Sources	Sources du St-Laurent	501 380	6 940 310	38	3 mai 1991	40 000 m³/j
0747X0198	Les Grandes Sources		501 300	6 940 330	38		
0747X0199	Source des Pruniers		501 170	6 940 350	38		
0747X0200	Forage F3		501 195	6 940 360	41		
0747X0201	Source du Catillon		500 960	6 940 040	37		
0747X0095	Forage F2 de secours		500 850	6 939 960	39		
0747X0143	Source Durécu	Durécu	499 880	6 940 070	24	1er décembre 2009	6 200 m³/j
0747X0144	Forage Durécu		500 000	6 940 060	24		
0747X0150	Sources de la Payennière	La Payennière	498 170	6 942 860	20	15 février 2002	2 800 m³/j
0747X0051	Rolleville Bas	Rolleville	498 720	6 945 850	35	18 juin 1987	2 880 m³/j
0747X0052	Rolleville Haut		498 710	6 945 940	35		

Les enseignements que l'on extrait d'une première analyse contextuelle de l'implantation des ouvrages de captage sont répertoriés dans le tableau suivant.

Tableau 2-3 : Caractéristiques techniques des ouvrages de captage

Dénomination	Site de production	Altimétrie (m NGF)	Caractéristiques
Les Petites Sources	Sources de St-Laurent	38	Première galerie de captage en amont. Captage de la nappe du fond de vallée par plateau absorbant. Position centrale par rapport au fond de vallée.
Les Grandes Sources		38	Seconde galerie de captage. Captage de la nappe du fond de vallée par plateau absorbant. Position centrale par rapport au fond de vallée.
Source des Pruniers		38	Troisième galerie de captage. Captage par plateau absorbant. Position latérale par rapport au fond de vallée.
Forage F3 des Pruniers		41	Forage de 31 m de profondeur sur le site des Pruniers. Situé en pied de versant droit de la vallée (nord).
Source du Catillon		37	Quatrième galerie de captage. Captage par plateau absorbant. Position latérale par rapport au fond de vallée en pied de versant gauche (sud). Position au pied du remblai SNCF. Captage d'un griffon venant du versant sud de la vallée. Influence karstique suspectée.
Forage F2 de secours du Catillon		39	Forage de 33 m de profondeur en pied de versant droit (sud) de la vallée sur le site du Catillon.
Source Durécu	Durécu	24	Source naturelle influencée par la fissuration de la craie. Un karst barré par les alluvions pourrait expliquer l'émergence. Position en pied de versant droit (nord) de la vallée du St-Laurent.
Forage Durécu		24	Forage de 22 m de profondeur associé à la source précédente en rive droite (nord) de la vallée.
Sources de la Payennière	La Payennière	20	Captage constitué de 6 griffons de déversement au pied du versant gauche de la vallée de la Lézarde. Position altimétrique surélevée par rapport à la Lézarde.
Rolleville Bas	Rolleville	35	Captage de deux sources de débordement en rive gauche (est) de la vallée de la Lézarde. La nappe est semi-captive sous les colluvions. Position surélevée par rapport à la Lézarde.
Rolleville Haut		35	

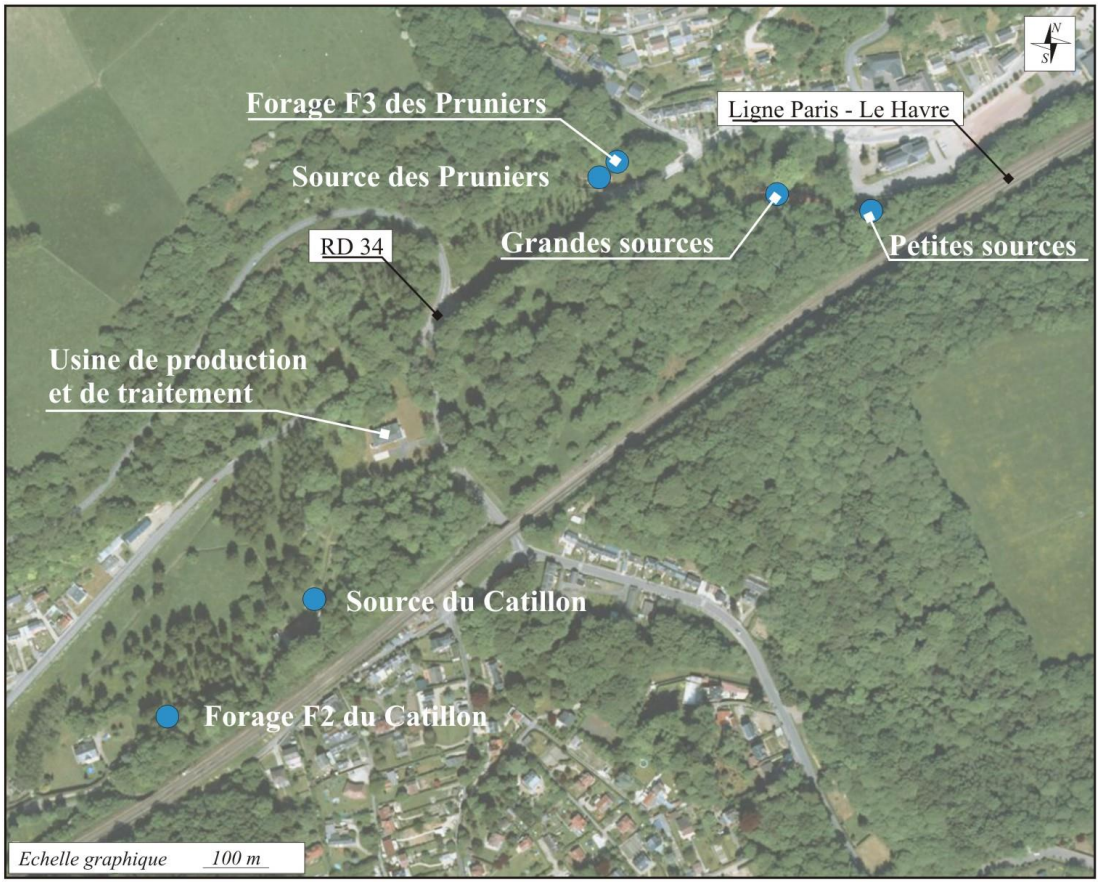
On peut qualifier les sources du Saint-Laurent de sources de contact ou d'émergences par recoupement ; le contexte hydrographique et géologique en cet endroit favorisant la remontée de la nappe présente dans le fond de vallée. Un captage par simple plateau absorbant suffit alors à drainer l'eau.

La source de Durécu est clairement établie sur une singularité de la craie (fissure) drainant la nappe vers la vallée. Elle peut s'apparenter à un système vauclusien où le karst serait noyé et barré par les alluvions.

Les sources de la Payennière sont des sources de déversement ; la nappe de la craie, montant en charge au contact des alluvions peu perméables de la vallée de la Lézarde, se déverse sur le terrain naturel. On suspecte également que le changement de faciès dans la craie crétacée soit à l'origine du déversement (Cénomanien moyen et supérieur à Cénomanien inférieur – cf. chapitre 4.3.3,, page 64). Les 6 chambres de captage permettent aisément de canaliser gravitairement les eaux émergeantes. D'autres émergences diffuses ne sont d'ailleurs pas captées sur le site. On notera que dans le secteur de la Payennière, la zone est propice au développement d'étangs ; ce qui pourrait être induit par une rupture de la pente du talweg sur ce tronçon médian d'orientation NE / SW de la vallée de la Lézarde.

Sous les cloches de captage de Rolleville, la nappe est légèrement en charge sous les formations superficielles (colluvions de pente). L'arrivée d'eau depuis le fond perméable des bâches de captage est visible. Les sources sont situées sur le bord de la vallée et un peu surélevées par rapport à la Lézarde. Il s'agit des émergences les plus importantes sur ce tronçon amont de la vallée (hors sources de Saint-Martin du Bec).

Figure 2-3 : Contexte d'implantation du site de captage des sources de St-Laurent



Source : http://www.geoportail.gouv.fr

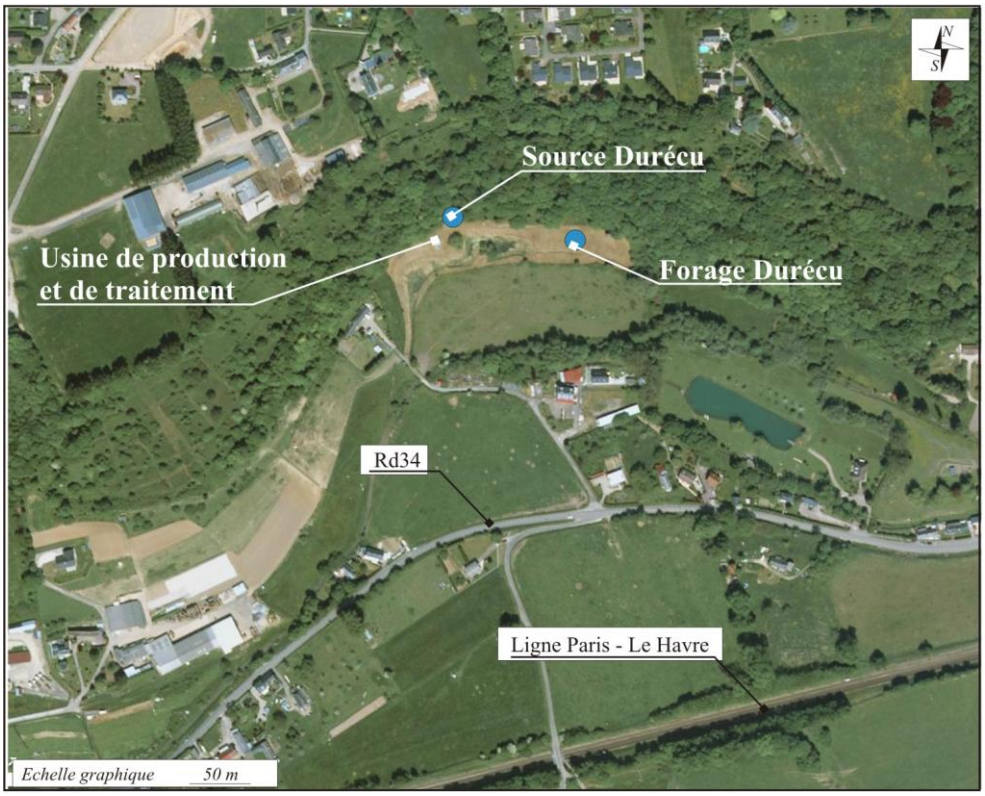
Photographie 2-1 et Photographie 2-2 : Galerie et seuil de déversement des Grandes Sources

Photographie 2-3 et Photographie 2-4 : Galerie et seuil de déversement des Petites Sources

Photographie 2-5 et Photographie 2-6 : Site de captage et galerie des Pruniers

Photographie 2-7et Photographie 2-8 : Galerie et captage d'un griffon au Catillon

Figure 2-4 : Contexte d'implantation du site de captage de Durécu

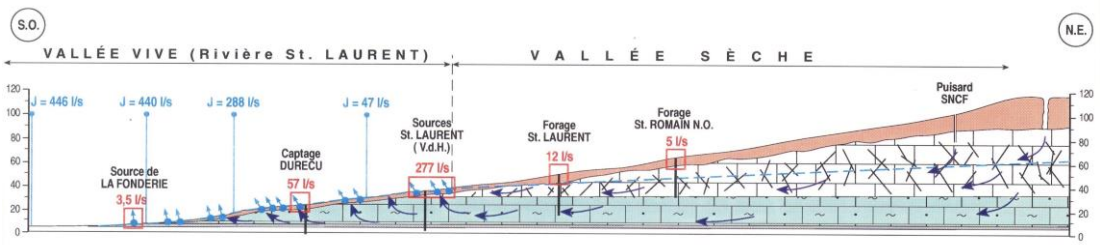


Source : http://www.geoportail.gouv.fr

Photographie 2-9 et Photographie 2-10 : Site de captage et galerie de la source Durécu

Le schéma suivant illustre la position des ouvrages de captage le long de la vallée du Saint-Laurent (coupe longitudinale).

Figure 2-5 : Coupe longitudinale de la vallée du Saint-Laurent



Source : BURGEAP, 1993

Figure 2-6 : Contexte d'implantation du site de captage de La Payennière

Source : http://www.geoportail.gouv.fr

Photographie 2-11 et Photographie 2-12 : Site de captage et captage de griffon de la Payennière

Figure 2-7 : Contexte d'implantation du site de captage de Rolleville

Source : http://www.geoportail.gouv.fr

Photographie 2-13 et Photographie 2-14 : Site de captage et chambre de source de Rolleville

2.3.2 Production naturelle des ouvrages et des sites de captage

Les données dont nous disposons qui soient relatives aux capacités naturelles de production des ouvrages sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 2-4 : Synthèse des données disponibles des capacités naturelles des sources

Site	Source d'information	Capacité de production	Remarques
Sources du St-Laurent *	Mesures quotidiennes de débit effectuées par la CODAH	16 Mm^3/an 43 800 m^3/j (507 l/s)	Valeur annuelle moyenne correspondant au débit d'entrée eaux brutes de l'usine pour la période 2010-2013
	Mesures effectuées par IDDEA	347 l/s 29 981 m^3/j	Débit moyen sur la période oct. 2013 et janv. 2014
Source Durécu	Étude de fiabilité du captage Durécu en vue de sa protection – BURGEAP, 02/11/1998 Avis de l'hydrogéologue agréé, octobre 2001	1,17 Mm^3/an 3 200 m^3/j (37 l/s)	Jaugeage au moulinet effectué dans la galerie du captage en février 1998
	Mesures effectuées par IDDEA	33,9 l/s	Débit moyen sur la période oct. 2013 et janv. 2014
La Payennière	Avis de l'hydrogéologue agréé, aout 1981	1,71 Mm^3/an 4 770 m^3/j (54 l/s)	Jaugeage au moulinet du déversoir du site de captage de 1966 à 1967 puis en 1969
	Mesures effectuées par IDDEA	66,6 l/s	Débit moyen sur la période oct. 2013 et janv. 2014
Rolleville	Avis de l'hydrogéologue agréé, juin 1981	1,05 Mm^3/an 2 850 m^3/j (33 l/s)	Valeur du débit maximal autorisé pour les deux sources du site. Pas de données relatives à la production naturelle du site, surement supérieure à cette valeur.

** Sources du Saint-Laurent : Petites et Grandes Sources, source Catillon (+ sourcin) et source Pruniers.*

Au total, **on estime les capacités réelles de production de l'ensemble des sources étudiées à environ 20 Mm^3/an**. Cette valeur ne tient pas compte :

- ✓ Des prélèvements effectués dans le compartiment souterrain au droit du forage du Catillon, du forage des Pruniers, du forage Durécu.
- ✓ Des émergences non captées et non quantifiées des vallées de La Lézarde et du Saint Laurent.

On précise, en prévision du bilan hydrologique qui sera proposé dans ce rapport (cf. chapitre 7.1 page 144), que le débit moyen interannuel des cours d'eau en question est de :

- ✓ 1,100 m^3/s pour la Lézarde à Harfleur (Pont routier de la RD34 à proximité du Collège),
- ✓ 0,510 m^3/s pour le Saint-Laurent à Harfleur (Pont routier de la RD925).

Soit 1,610 m^3/s de débit d'exhaure superficiel non capté du bassin versant ; **50,77 Mm^3/an**.

3

Qualité des eaux souterraines

3.1 Présentation des points de prélèvement et des paramètres étudiés

Les données traitées dans ce chapitre ont été fournies :

- ✓ Par l'ARS dans le cadre du suivi sanitaire des sites de captage. Les données couvrent une période de 1986 à 2013. Les paramètres analysés sont ceux de la liste réglementaire du suivi sanitaire.
- ✓ Par la CODAH et VEOLIA EAU en ce qui concerne les suivis particuliers engagés sur quelques sites. Les paramètres analysés sont le cas échéant les nitrates et la turbidité et de manière continue entre 2010 et 2013.

Les données traitées sont dans la mesure du possible celles relatives aux eaux brutes qui nous permettent d'appréhender la qualité réelle de l'aquifère avant traitement de potabilisation. En particulier, on s'affranchit du traitement de la bactériologie par chloration et de la turbidité par filtration.

La qualité des eaux exploitées au droit des ouvrages est jugée par rapport aux seuils de qualité énoncés dans l'arrêté du 11 janvier 2007, relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

Nous proposons d'axer la présentation de ce chapitre sur quelques paramètres qui concernent directement le sujet de l'étude des bassins d'alimentation de captages et notamment ceux liés aux pollutions diffuses (nitrates et pesticides), ainsi que sur quelques autres dont l'analyse nous permettra de tirer des enseignements sur le fonctionnement de l'aquifère en amont et au droit des sites (turbidité et bactériologie notamment, ainsi que quelques autres pouvant traduire l'existence ou la rémanence de pollutions ponctuelles et accidentelles).

3.2 Généralités et définition des seuils et références de qualité

A- Les nitrates

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique présent en abondance dans la nature.

Les effluents industriels, agricoles, urbains, les déjections humaines ou animales et les produits des activités humaines élèvent les teneurs en nitrates des eaux souterraines (par infiltration). Les doses importantes ont pour origine essentielle les engrais et les rejets d'eaux usées.

La forme ionisée (NH_4^+) traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique (en milieu anaérobie). Les eaux souterraines peuvent se charger en ammonium par réduction des nitrates sous l'action de bactéries ou des sables qui renferment des minéraux contenant du fer. Ainsi, les eaux issues de sols riches en substances humiques ou riches en fer peuvent présenter des teneurs importantes en NH_4^+. La présence de cette substance en quantité relativement importante peut être l'indice d'une pollution par les rejets d'origine humaine ou industrielle (industrie chimique, engrais azotés, industries textiles, etc.).

En France, la valeur limite de concentration en nitrates admise pour les eaux souterraines destinées à la consommation humaine est de 50 mg/l.

B- Les pesticides

Un texte ministériel paru le 28 septembre 2001, engage la procédure d'interdiction d'utilisation des triazines, avec une date limite de commercialisation fixée au 30 septembre 2002 et une date limite de fin d'utilisation pour l'épandage, fixée au 30 juin 2003.

Les matières actives de la famille des triazines étaient utilisées notamment dans la culture du maïs. Cette famille constitue aujourd'hui un bon indicateur pour le suivi de la migration potentielle des pesticides vers les exutoires exploités.

En France, la référence de qualité admise pour la concentration en pesticides des eaux souterraines destinées à la consommation humaine est de 0,1 µg/l par substance individualisée et de 0,5 µg/l pour le total des substances mesurées.

Les pesticides détectés sont nombreux. Ceux qui seront étudiés ici sont l'atrazine, la déséthylatrazine, l'atrazine-déisopropyl, le glyphosate, l'AMPA, le diuron et la simazine.

C- La turbidité

Ce paramètre représente la teneur en matière en suspension présente dans l'eau, lui donnant un aspect trouble.

La capacité d'adsorption des particules en suspension peut favoriser le piégeage de composés indésirables (organiques et inorganiques) ; de ce fait, la turbidité peut avoir un lien indirect avec les paramètres de qualité de l'eau. À cet égard, la composante organique ou humique de la turbidité est des plus importantes. Les substances humiques peuvent se lier avec un grand nombre de métaux et d'oxydes hydratés.

La turbidité (concentration en MES) est également le vecteur de transfert de la pollution bactériologique (par adsorption).

En France, la limite admissible est de 1 NFU pour les eaux distribuées.

D- La bactériologie

Les bactéries coliformes, telles E. coli, existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels (sols, végétation, eaux naturelles).

D'origine fécale, les entérocoques ne sont pas considérés comme pathogènes. Ils se développent dans des conditions environnementales hostiles et doivent être recherchés car ils sont plus résistants que E. coli et que de nombreuses bactéries pathogènes.

Les bactéries sulfito-réductrices englobent notamment les bactéries du genre Clostridium. Elles sont normalement présentes dans les matières fécales mais généralement en beaucoup plus petite quantité que E. coli. Elles sont en communément présentes dans le sol et les rivières. Leur absence dans une nappe est un signe d'efficacité de la filtration naturelle.

En France, les normes de potabilité bactériologique des eaux mises en distribution pour l'A.E.P. sont les suivantes :

- ✓ Escherichia Coli et Entérocoques : 0 unité/100 ml,
- ✓ Coliformes totaux : 0 unité/100 ml,
- ✓ Spores de bactéries sulfito-réductrices : 0 unité/100 ml,
- ✓ Germes aérobies revivifiables à 22°C et 37°C : rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle,
- ✓ Germes pathogènes (salmonelles, staphylocoques, Entérovirus, Bactériophages fécaux) : absence.

L'ensemble de ces paramètres est un bon indicateur d'un fonctionnement de type karstique de l'aquifère. La pollution bactériologique adsorbée sur les matières organiques en suspension (MES) lors du ruissellement d'eaux pluviales sur les parcelles et installations agricoles vouées à l'élevage et infiltrée au droit des bétoires en est la principale cause.

Les paramètres pour lesquels nous disposons d'analyses sont : les spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ind./20ml), Bactéries coliformes (ind./100ml), Escherichia coli (ind./100ml), Entérocoques (ind./100ml) et les coliformes thermotolérants (ind./100ml).

E- La conductivité

La conductivité reflète la concentration de l'ensemble des minéraux dissous. Elle est proportionnelle au degré de minéralisation et varie en fonction de la température. La minéralisation de l'eau peut entraîner selon le cas un goût salé, une accélération de la corrosion ou encore des dépôts dans les tuyauteries.

Les variations de conductivité reflètent une évolution des conditions hydrogéologiques ou environnementales. En particulier, une forte valeur de minéralisation peut être indicatrice d'une eau ancienne chargée en minéraux dissous. A l'inverse, une eau jeune dont le temps de séjour dans l'aquifère est court, sera peu minéralisée.

En France, la référence admise pour la conductivité des eaux souterraines est comprise entre 180 et 1 000 µS/cm à 25°C.

Suivant sa valeur, la conductivité traduit une qualité d'eau variable :

Tableau 3-1 : Références de qualité pour la conductivité

Conductivité	Minéralisation	Qualité de l'eau
C < 100	Très faible	Excellente
100 < C < 200	Faible	Excellente
200 < C < 400	Peu accentuée	Excellente
400 < C < 600	Moyenne	Bonne
600 < C < 1 000	Importante	Utilisable
1 000 < C	Excessive	Utilisable

F- Autres paramètres

D'autres paramètres seront étudiés au cas par cas selon les observations des résultats d'analyse : métaux lourds, hydrocarbures, solvants halogénés, etc.

Cas particulier des métaux

Si certains métaux comme le fer, l'aluminium, le manganèse peuvent être d'origine naturelle dans le contexte géologique de la ressource étudiée, la présence de mercure ou de plomb a clairement, une origine anthropique.

On note que dans les eaux souterraines, en particulier pour les nappes captives (bordures de plateaux et contexte alluvial), on peut observer de fortes teneurs en fer quand les conditions de solubilisation sont réunies (le fer se trouve en solution dans les eaux privées d'oxygène). Le fer est fréquemment associé au manganèse avec lequel il a tendance à co-précipiter. Sa présence dans l'eau peut avoir diverses origines :

- ✓ lessivage des terrains argileux (argile floculée avec des cations : Fe, Al, Mn) ;
- ✓ rejets industriels (pollutions minières, métallurgiques, sidérurgique) ;
- ✓ corrosion des canalisations métalliques (en fonte ou en acier) ou existence de dépôts antérieurs ;
- ✓ utilisation de sels de fer comme agents de coagulation dans la production d'eau potable.

En France, la référence de qualité admise pour la concentration en fer total des eaux souterraines est de 200 µg/l.

3.3 Qualité des eaux captées

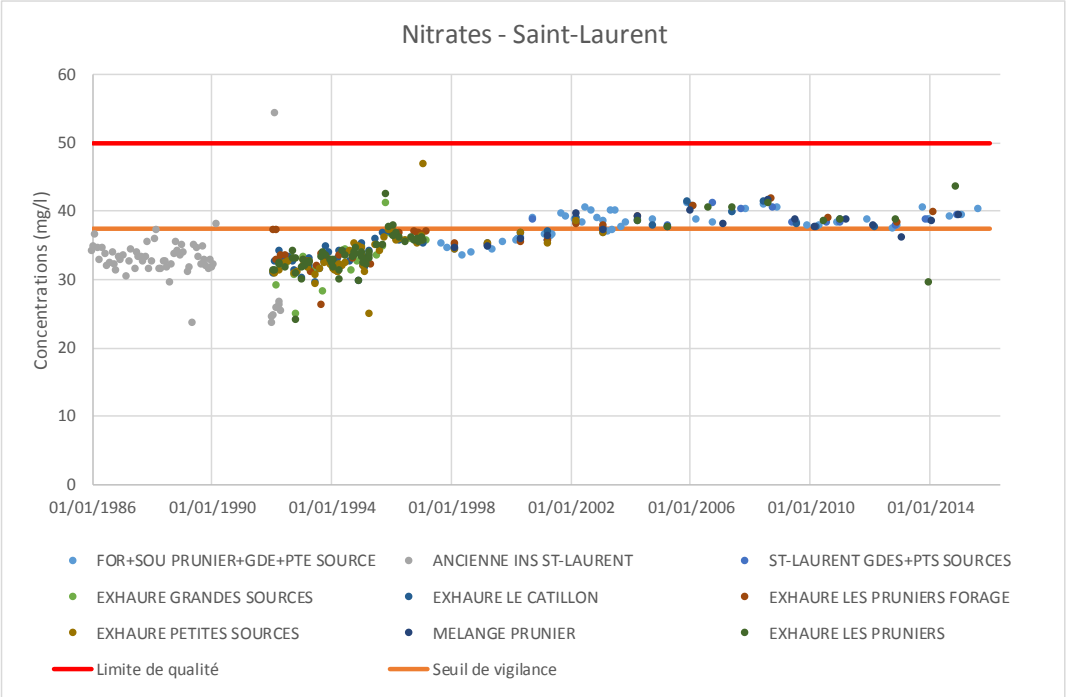
3.3.1 Site de St-Laurent-de-Brévedent

On rappelle que ce site de captage intègre les Grandes Sources (GDS), les Petites sources (PTS), la source des Pruniers (S_PRUNIERS), le forage des Pruniers (F_PRUNIERS), la source du Catillon (S_CATILLON). Les données du suivi sanitaire sont exposées de manière individuelle pour chaque ouvrage, puis de manière groupée (GDS, PTS, S_PRUNIERS et F_PRUNIERS) depuis 1997.

A- Les nitrates

L'évolution de la concentration de nitrates dans la ressource exploitée à St-Laurent-de-Brévedent est retranscrite à la figure suivante.

Figure 3-1 : Évolution de la concentration de nitrates à St-Laurent-de-Brévedent



Les concentrations sont assez homogènes et évoluent de manière similaire pour l'ensemble des ouvrages. **Elles sont strictement inférieures à la limite de qualité de 50 mg/l** et globalement supérieures au seuil de vigilance de 37,5 mg/l depuis 2000.

La série (toutes ressources confondues) montre une concentration proche de 32 mg/l en 1986 ayant évolué vers une concentration moyenne de 42 mg/l en 2015. Soit une augmentation de 10 mg/l en 29 ans indiquant une progression moyenne de + 0,35 mg/l par an. La concentration maximale récente est proche de 44 mg/l (nov.2014).

B- Les pesticides

Plus de 800 analyses sur eaux brutes ont été effectuées sur les pesticides entre 1992 et 2015 (23 ans). Dans l'analyse qui suit, nous nous sommes focalisés sur les 7 matières actives qui fournissent ordinairement les résultats les plus significatifs sans pour autant occulter les autres pesticides analysés. 331 analyses ont été réalisées sur l'atrazine et ses dérivés, la simazine, le glyphosate et l'AMPA, le diuron.

La synthèse des détections pour chaque site est présentée dans le tableau suivant.

78 résultats d'analyses (24 %) sont significatifs (supérieurs à 0 µg/l). Il s'agit le plus souvent de l'atrazine (triazine) et de son produit de dégradation - la déséthylatrazine - qui ne sont plus utilisés ou du moins autorisés aujourd'hui. Il convient donc de les considérer comme des marqueurs des pratiques antérieures et comme les témoins de l'inertie de l'hydrosystème aquifère.

Seulement 3 (< 1%) sont supérieurs à la norme de 0,1 µg/l ; ce qui ne traduit pas une contamination majeure de la ressource du Saint-Laurent vis à vis de ces paramètres. Ce sont les ouvrages du Catillon et des Pruniers (source) qui sont concernés. Néanmoins, la concentration maximale de 0,54 µg/l de glyphosate (5 fois la norme) obtenue en 2006 à la source des Pruniers impose de considérer ces paramètres avec attention.

On notera que la dilution des ressources (Grandes et Petites Sources, source et forage des Pruniers) a pour effet d'abaisser les concentrations des pesticides. En effet, la proportion de détections significatives (supérieures à 0 µg/l) chute à 15% dans le mélange alors qu'elle est toujours supérieure à 20% dans les analyses individuelles des ressources. D'autre part, aucun dépassement de la norme n'est repéré sur le mélange, et ce pour les 139 analyses effectuées entre 2004 et 2015.

Toutefois, des concentrations d'AMPA (principal produit de dégradation du glyphosate) ont été décelées sur le réseau d'adduction de l'usine (sortie usine) (0,16 µg/l en sept. 2006) et sur l'exhaure Saint-Laurent (GDS et PTS) (0,24 µg/l en nov. 2012 et 0,34 µg/l en déc. 2013). **Ces concentrations sont supérieures à la limite de qualité**.

Par ailleurs d'autres pesticides sont détectés depuis quelques années ; il s'agit notamment de l'oxadiazon, du Fipronil et du phosphate de tributyl. Les analyses effectuées depuis 2013 révèlent la présence de ces composés mais dans des concentrations systématiquement inférieures à la limite de qualité de 0,01 µg/l.

Figure 3-2 : Résultats des analyses d'atrazine dans les ouvrages de Saint-Laurent

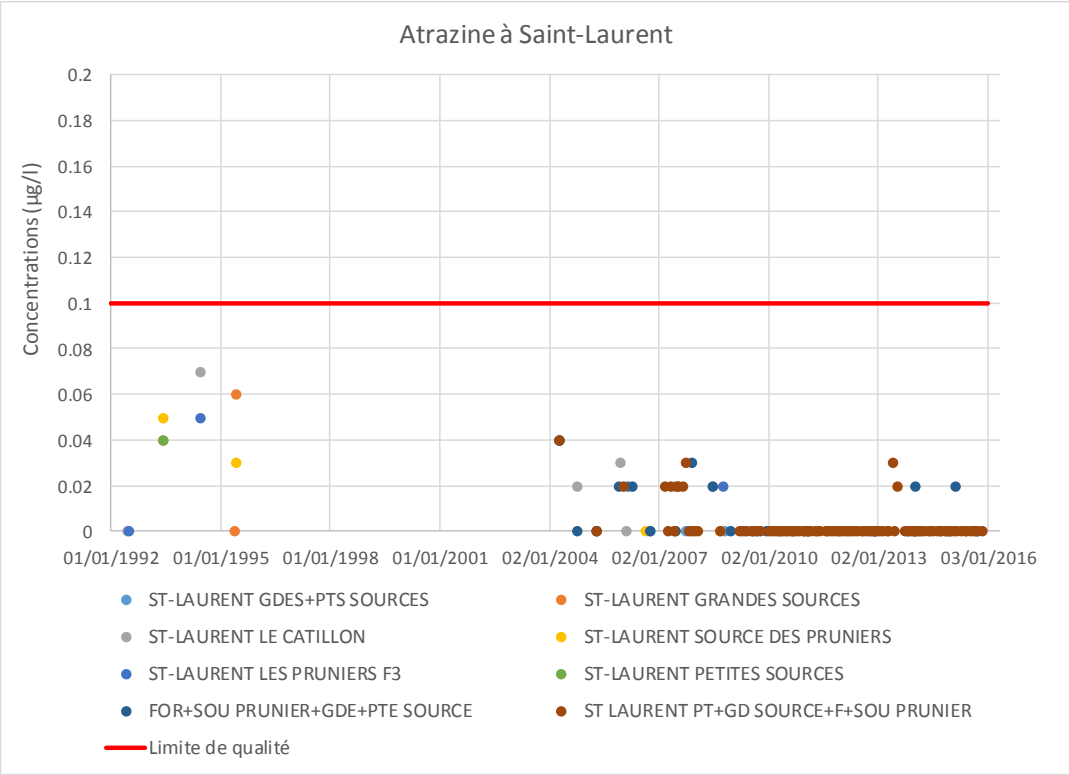


Figure 3-3 : Résultats des analyses de déséthylatrazine dans les ouvrages de Saint-Laurent

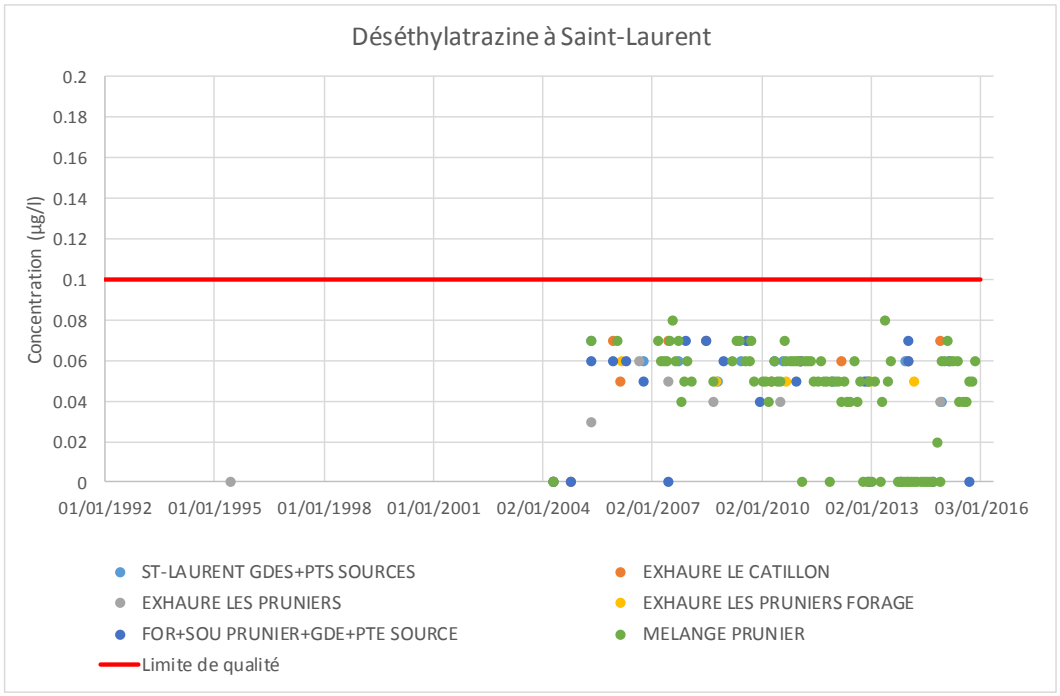


Tableau 3-2 : Synthèse des détections de pesticides à St-Laurent de Brévedent

Molécule	Période d'analyse	Fréquence d'analyse	Nombre d'analyses	Nombre de détections	Nombre de dépassements du seuil de 0,1 µg/l	Valeur maximale relevée
Grandes Sources						
Atrazine	1993-1995	-	3	2	0	0,06 µg/l en 06/1995
Atrazine DE	1995	-	1	0	0	-
Atrazine DI	1995	-	1	0	0	-
Diuron	1993-1995	-	3	0	0	-
Simazine	1993-1995	-	3	1	0	0,03 µg/l en 06/1992
Total			*11*	*3*	*0*	
Petites Sources						
Atrazine	1993	-	1	1	0	0,04 µg/l en 06/1993
Diuron	1993	-	1	0	0	-
Simazine	1993	-	1	1	0	0,02 µg/l en 06/1993
Total			*3*	*2*	*0*	
Le Catillon						
AMPA	2004-2012	1 fois par an	9	0	0	-
Atrazine	1992-2012	1 fois par an	11	5	0	0,07 µg/l en 06/1994
Atrazine DE	2004-2013	1 fois par an	10	9	0	0,07 µg/l en 08/2009
Atrazine DI	2004-2012	1 fois par an	9	0	0	-
Diuron	1992-2012	1 fois par an	11	0	0	-
Glyphosate	2004-2012	1 fois par an	9	0	0	-
Simazine	1992-2012	1 fois par an	**11**	**1**	**1**	**0,11 µg/l en 06/1992**
Total			*70*	*15*	*1*	
S_Pruniers						
AMPA	2004-2012	1 fois par an	8	1	0	0,06 µg/l en 11/2012
Atrazine	1993-2012	1 fois par an	10	3	0	0,05 µg/l en 06/1993
Atrazine DE	1995-2014	1 fois par an	11	9	0	0,06 µg/l en 08/2006
Atrazine DI	1995-2012	1 fois par an	9	0	0	-
Diuron	1993-2012	1 fois par an	10	0	0	-
Glyphosate	**2004-2012**	**1 fois par an**	**8**	**2**	**2**	**0,56 µg/l en 08/2006 et 0,1 µg/l en 11/2012**
Simazine	1993-2012	1 fois par an	10	1	0	0,03 µg/l en 06/1996
Total			*66*	*16*	*2*	
F_Pruniers						
AMPA	2004-2012	1 fois / 2 ans	5	0	0	-
Atrazine	1992-2012	1 fois / 2 ans	7	4	0	0,05 µg/l en 06/1994
Atrazine DE	2004-2014	1 fois / 2 ans	6	5	0	0,06 µg/l en 02/2006
Atrazine DI	2004-2012	1 fois / 2 ans	5	0	0	-
Diuron	1992-2012	1 fois / 2 ans	7	0	0	-
Glyphosate	2004-2012	1 fois / 2 ans	5	0	0	-
Simazine	1992-2012	1 fois / 2 ans	7	1	0	0,07 µg/l en 06/1992
Total			*42*	*10*	*0*	
MELANGE GDS PTS S_PRUNIERS et F_PRUNIERS						
AMPA	2004-2013	2 fois par an	19	1	0	-
Atrazine	2004-2015	2 fois par an	22	9	0	0,04 µg/l en 04/2004
Atrazine DE	2004-2015	2 fois par an	26	22	0	0,07 µg/l entre 2007 et 2009
Atrazine DI	2004-2012	2 fois par an	18	0	0	-
Diuron	2004-2012	2 fois par an	18	0	0	-
Glyphosate	2004-2012	2 fois par an	18	0	0	-
Simazine	2004-2012	2 fois par an	18	0	0	-
Total			*139*	*32*	*0*	
TOTAL			**331**	**78**	**3**	

Source : ARS, traitement SAFEGE

On ajoutera à ce tableau la mesure de 0,59 µg/l de glyphosate et de 0,34 µg/l d'AMPA en décembre 2013 et 0,24 µg/l d'AMPA en novembre 2012 sur les eaux de mélange des P et G Sources, ainsi que 0,1 µg/l sur les Pruniers en juin 2014.

C- Bactériologie

Le suivi laisse apparaître la présence quasi permanente de micro-organismes dans les eaux brutes captées. Les différents ouvrages présentent des proportions de détection significative (supérieure à 0 UFC/100 ml) variant de 33 à 56% du total d'analyses effectuées. Presque la moitié des résultats dépassent la norme réglementaire.

Les eaux brutes sont presque systématiquement contaminées par des micro-organismes quelques soient leur nature : E. Coli, coliformes, entérocoques, etc.

Le plus souvent, les valeurs élevées sont mesurées au cours des années 1990.

La synthèse des résultats est proposée dans le tableau suivant.

Tableau 3-6 : Synthèse des détections de micro-organismes à St-Laurent de Brévedent

GRANDES SOURCES

Molécule	Période d'analyse	Fréquence d'analyse*	Nombre d'analyses	Nombre de dépassements du seuil de 1/100 ml-MS	Valeur maximale relevée
E. Coli	-	-	-	-	-
Entérocoques	1992-1997	4 à 7 fois / an	39	13	69 UFC / 100 ml-MS en 02/1996
Bactéries Coliformes	1992-1997	4 à 7 fois / an	34	15	64 UFC / 100 ml-MS en 01/1994
Coliformes thermotolérants/100ml-MS	1992-1997	4 à 8 fois / an	39	18	34 UFC / 100 ml-MS en 01/1994
Spores bact.anaér.sulfito-réd./20ml	1992-1997	4 à 7 fois / an	35	3	2 UFC / 100 ml-MS en 09/1993
Total			**147**	**49**	

PETITES SOURCES

E. Coli	-	-	-	-	-
Entérocoques	1992-2003	1 à 5 fois / an	52	22	420 UFC / 100 ml-MS en 08/1994
Bactéries Coliformes	1992-1997	5 à 8 fois / an	39	22	1000 UFC / 100 ml-MS en 08/1994
Coliformes thermotolérants/100ml-MS	1992-2003	1 à 5 fois / an	51	27	720 UFC / 100 ml-MS en 08/1994
Spores bact.anaér.sulfito-réd./20ml	1992-1997	5 à 8 fois / an	40	6	2 UFC / 100 ml-MS en 09/1993
Total			**182**	**77**	

LE CATILLON

E. Coli	2004-2012	1 fois / an	8	4	8 UFC / 100 ml-MS en 10/2004
Entérocoques	1992-2012	1 à 5 fois / an	59	16	121 UFC / 100 ml-MS en 02/1996
Bactéries Coliformes	1992-1997	4 à 8 fois / an	39	25	999 UFC / 100 ml-MS en 08/1992
Coliformes thermotolérants/100ml-MS	1992-2003	1 à 5 fois / an	50	21	280 UFC / 100 ml-MS en 08/1992
Spores bact.anaér.sulfito-réd./20ml	1992-1997	3 à 8 fois / an	39	7	3 UFC / 100 ml-MS en 04/1994
Total			**195**	**73**	

S_PRUNIERS

E. Coli	2004-2012	1 fois / an	8	8	7 UFC / 100 ml-MS en 06/2007
Entérocoques	1992-2012	1 fois / an de 1998 à 2012	63	31	100 UFC / 100 ml-MS en 08/2006
Bactéries Coliformes	1992-1997	4 à 8 fois / an	49	36	999 UFC / 100 ml-MS en 07/1992
Coliformes thermotolérants/100ml-MS	1992-2003	1 à 5 fois / an	55	42	350 UFC / 100 ml-MS en 07/1996
Spores bact.anaér.sulfito-réd./20ml	1992-1997	3 à 8 fois / an	48	5	1 UFC / 100 ml-MS
Total			**223**	**122**	

F_PRUNIERS

E. Coli	2004-2012	1 fois / an	5	4	6 UFC / 100 ml-MS en 09/2008
Entérocoques	1992-2012	1 fois / an	37	16	8 UFC / 100 ml-MS en 07/1994
Bactéries Coliformes	1992-1997	4 à 8 fois / an	24	17	48 U0FC / 100 ml-MS en 07/1994
Coliformes thermotolérants/100ml-MS	1992-2003	1 à 3 fois / an	32	23	40 UFC / 100 ml-MS en 07/1994
Spores bact.anaér.sulfito-réd./20ml	1992-1997	3 à 8 fois / an	24	4	2 UFC / 100 ml-MS en 03/1993
Total			**122**	**64**	

MELANGE GDS PTS S_PRUNIERS F_PRUNIERS

E. Coli	2004 - 2012	2 fois / an	18	11	17 UFC / 100 ml-MS en 12/2011
Entérocoques	1992-2003	1 fois / an	49	19	390 UFC / 100 ml-MS en 06/2003
Bactéries Coliformes	2003	-	1	1	870 UFC / 100 ml-MS en 06/2003
Coliformes thermotolérants/100ml-MS	1997-2003	3 à 7 fois / an	31	24	800 UFC / 100 ml-MS en 06/2003
Spores bact.anaér.sulfito-réd./20ml	2003	-	1	1	4 UFC / 100 ml-MS en 06/2003
Total			**100**	**56**	

TOTAL	**969**	**441**

Source : ARS, traitement SAFEGE

D- Turbidité

Le phénomène de turbidité étant corrélé dans nos régions aux évènements climatiques principalement, la turbidité est un paramètre qui reste difficile d'appréhender avec des mesures ponctuelles. Un suivi continu (pas horaire) est mené par la CODAH au droit du mélange G et P Sources, Pruniers et Catillon. Ces mesures permettent d'apprécier le bruit de fond de la turbidité dans les différentes ressources ainsi que les pics occasionnels.

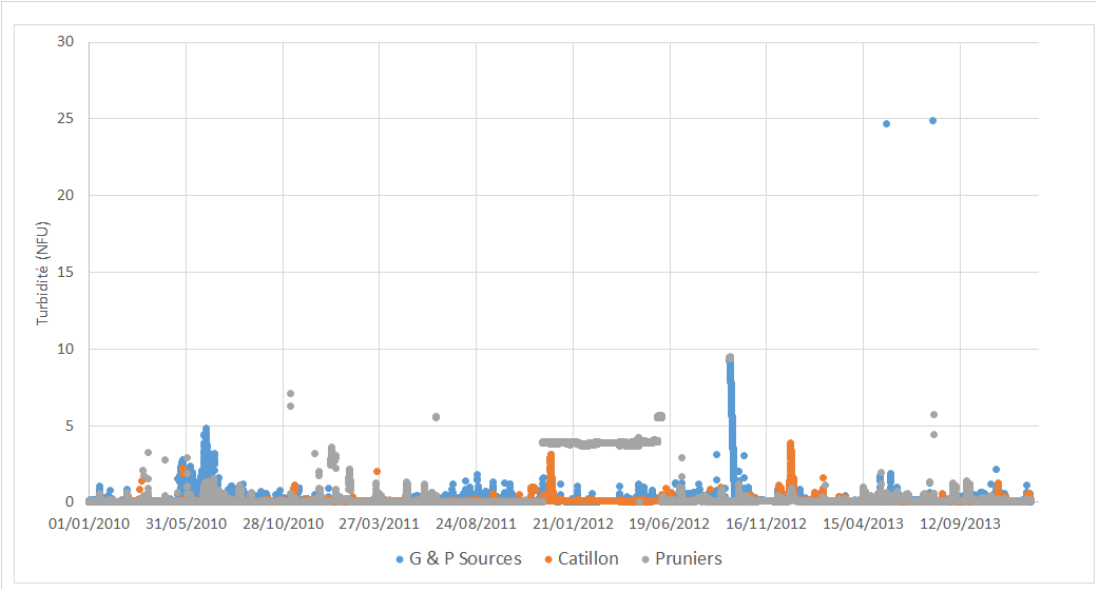
Le bruit de fond est assez variable selon les ressources ; il est apprécié au regard de la valeur statistique arbitraire du percentile 90 (valeur non dépassée par 90% des résultats) et s'établit à :

- ✓ 0,368 NFU pour le mélange G & P Sources,
- ✓ 0,098 NFU pour le Catillon,
- ✓ 3,829 NFU pour les Pruniers.

Les valeurs supérieures à 1 NFU sont centrées sur des épisodes bien démarqués dont la durée est dépendante de l'intensité de l'évènement climatique qui les a conditionnés. On retiendra que ces pics sont dans la plupart des cas inférieurs à 5 NFU. Un pic a atteint 10 NFU en septembre 2012 au droit des G & P Sources (non détecté sur les autres ressources). On notera que les ressources on des réponses différentes aux évènements climatiques.

Quelques valeurs, trop isolées pour y apporter une réalité physique, indiquent une turbidité pouvant atteindre 25 NFU.

Figure 3-2 : Évolution de la turbidité à St-Laurent-de-Brévedent



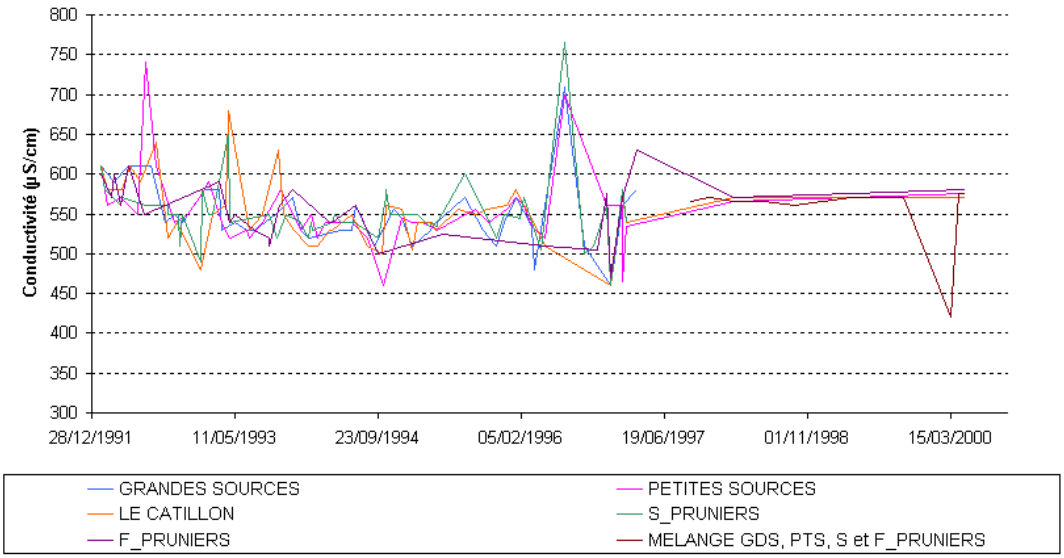
E- Conductivité

Les résultats des mesures de la conductivité sont exposés à la figure suivante.

La conductivité varie de 400 à 750 µSm/cm. La majeure partie des valeurs s'inscrit dans la gamme de 500 à 600 µSm/cm et correspondent donc à une bonne qualité d'eau et sont caractéristiques d'une minéralisation moyenne.

Les valeurs statistiques par ouvrages (minimum, maximum, moyenne) sont très semblables. La moyenne s'établit quelque soit l'ouvrage à environ à 555 µSm/cm. Au vu de ces résultats, il n'est pas possible de différencier les ressources des différents ouvrages.

Figure 3-3 : Évolution de la conductivité à St-Laurent-de-Brèvedent



F- Hydrocarbures divers

Quelques hydrocarbures sont suivis : benzène, 1,2-dichloroéthane et benzo(a)pyrène.

Le suivi de ces éléments sur l'ensemble des ouvrages du site de Saint-Laurent-de-Brèvedent n'a révélé aucune anomalie, puisque ces hydrocarbures n'ont jamais été détectés. La norme de qualité n'a donc jamais été dépassée.

G- Solvants et autres composés

Les solvants chlorés suivants sont suivis : tétrachloroéthylène et trichloroéthylène.

La concentration maximale relevée est de 3,7 µg/l de trichloroéthylène en 02/2006, le tétrachloroéthylène n'ayant jamais été détecté sur les captages de Saint-Laurent-de-Brèvedent. La norme de qualité de 10 µg/l n'a donc jamais été dépassée.

H- Métaux lourds

Les métaux lourds suivant font l'objet d'un suivi : l'aluminium, le fer, le mercure, le plomb, le manganèse.

En ce qui concerne les métaux lourds, seuls deux résultats dépassent le seuil de qualité :

- ✓ Le forage Les Pruniers : concentration d'aluminium total de 250 µg/l en 1992 (limite de qualité à 200 µg/l).
- ✓ Le Catillon : concentration de plomb de 17 µg/l en 1992 (limite qualité de 10 µg/l).

Ce sont les deux seuls valeurs significatives observées durant la période de suivi.

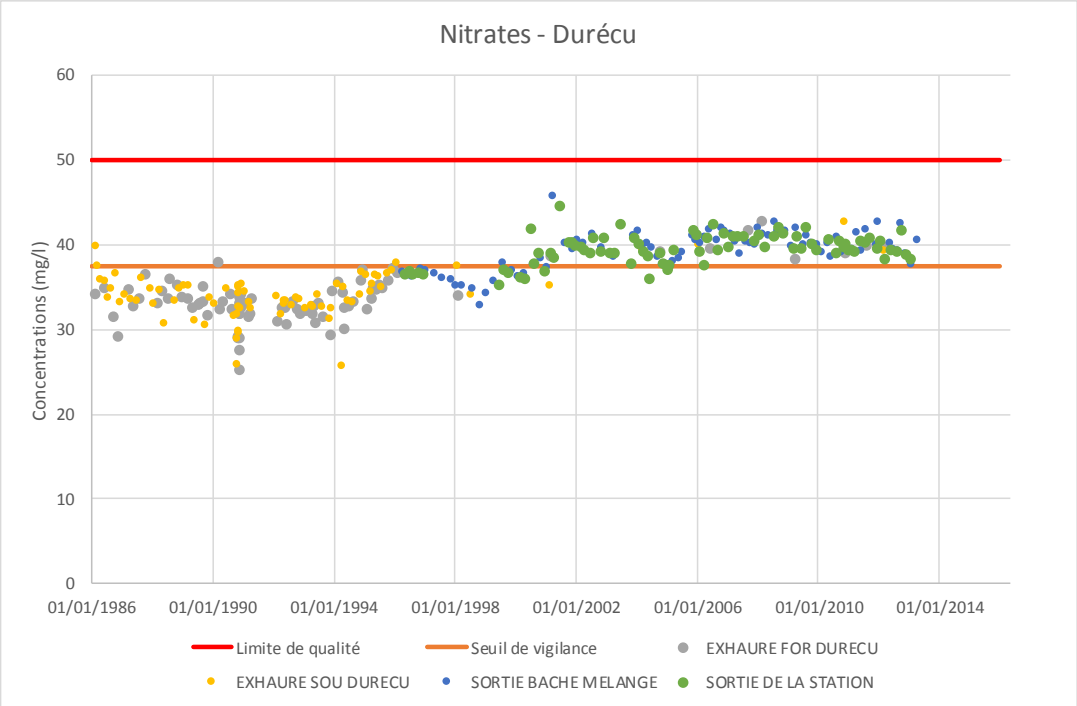
3.3.2 Site de Durécu

Ce site comporte deux ouvrages : une source naturelle et un forage de prélèvement.

A- Les nitrates

Sur le graphique suivant sont représentées les concentrations mesurées dans l'eau de la source, celle du forage et celle de la bâche de mélange des deux ressources.

Figure 3-4 : Évolution de la concentration de nitrates à Durécu



La tendance générale de la concentration de nitrates est à l'augmentation.

La qualité des deux ressources est très proche en termes de pollution azotée. Les concentrations et les évolutions sont similaires.

Les premières concentrations s'établissent à environ 35 mg/l et cela tend à diminuer jusqu'en 1993. Après cette date, les concentrations augmentent régulièrement jusqu'à environ 40 mg/l en 2001. Entre 2001 et 2013, on peut estimer que la concentration est globalement stable autour de 40 mg/l.

Un maximum semble avoir été atteint en 2008 (43 mg/l).

B- Les pesticides

La synthèse des détections pour chaque captage est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 3-3 : Synthèse des détections de pesticides observées à Durécu

Forage Durécu

Molécule	Période d'analyse	Fréquence d'analyse	Nombre d'analyses	Nombre de détections	Nombre de dépassements du seuil de 0,1 µg/l	Valeur maximale relevée
AMPA	2004-2012	1 fois / an	9	0	0	-
Atrazine	1992-2012	1 fois / an de 2004 à 2012	13	4	0	0,04 µg/l en 06/1994
Atrazine DE	2004-2012	1 fois / an	9	8	0	0,07 µg/l en 11/2010
Atrazine DI	2004-2012	1 fois / an	9	0	0	-
Diuron	1992-2012	1 fois / an de 2004 à 2012	13	0	0	-
Glyphosate	2004-2012	1 fois / an	9	0	0	-
Simazine	1992-2012	1 fois / an de 2004 à 2012	13	1	0	0,09 µg/l en 02/1992
Total			**75**	**13**	**0**	

Source Durécu

AMPA	2004-2012	1 fois tous les 2 ans	5	0	0	-
Atrazine	1992-2012	1 fois tous les 2 ans	13	10	1	0,14 µg/l en 03/1992
Atrazine DE	2004-2012	1 fois tous les 2 ans	5	4	0	0,07 µg/l en 11/2010
Atrazine DI	2004-2012	1 fois tous les 2 ans	5	0	0	-
Diuron	1992-2012	1 fois tous les 2 ans	9	0	0	-
Glyphosate	2004-2012	1 fois tous les 2 ans	5	0	0	-
Simazine	1992-2012	1 fois tous les 2 ans	13	1	1	0,17 µg/l en 02/1992
Total			**55**	**15**	**2**	

Mélange bâche

AMPA	1996 - 2013	3 fois par an	28	0	0	-
Atrazine	1996 - 2013	3 fois par an	35	18	0	0,08 µg/l en 12/2000
Atrazine DE	1996 - 2013	3 fois par an	32	21	0	0,06 µg/l en 2008
Atrazine DI	1996 - 2013	3 fois par an	32	0	0	-
Diuron	1996 - 2013	3 fois par an	30	0	0	-
Glyphosate	1996 - 2013	3 fois par an	28	0	0	-
Simazine	1996 - 2013	3 fois par an	35	3	0	0,05 µg/l en 07/2001
Total			**220**	**42**	**0**	

350 analyses ont été effectuées sur les pesticides entre 1996 et 2013.

Des résultats significatifs ont été obtenus à 70 reprises (20%).

Seuls 2 résultats dépassent le seuil de qualité de 0,01 µg/l (0,5%). La source est plus exposée que le forage (27% des concentrations significatives dont les deux dépassements de seuil). Les dépassements de seuil sont occasionnés par les triazines (atrazine et simazine) et pour des mesures assez anciennes (1992). Plus aucun dépassement n'est observé depuis 20 ans.

C- Bactériologie

Les résultats d'analyses détaillés ci-dessous portent sur les eaux brutes de chacun des deux ouvrages de prélèvement.

Tableau 3-12 : Synthèse des détections de micro-organismes à Durécu

EXHAURE FORAGE DURECU

Molécule	Période d'analyse	Fréquence d'analyse	Nombre d'analyses	Nombre de dépassements du seuil de 1 UFC /100 ml-MS	Valeur maximale relevée
Bactéries Coliformes	1986-1996	66 fois en 10 ans	66	57	100 UFC / 100 ml-MS en 07/1987
Coliformes thermotolérants / 100ml-MS	1986-2001	73 fois en 15 ans	73	57	97 UFC / 100 ml-MS en 11/1990
Entérocoques	1986-2012	83 fois en 26 ans	83	45	240 UFC / 100 ml-MS en 11/1990
E. Coli	2004-2012	1 fois / an	9	0	-
Spores bact.anaér.sulfito-réd./20ml	1986-1996	69 fois en 10 ans	69	3	240 UFC / 100 ml-MS en 11/1990
Total			**300**	**162**	

EXHAURE SOURCE DURECU

Bactéries Coliformes	1986-1996	5 à 10 fois / an	61	56	999 UFC / 100 ml-MS
Coliformes thermotolérants/100ml-MS	1986-2001	1 à 13 fois / an	70	61	250 UFC / 100 ml-MS en 11/1990
Entérocoques	1986-2012	1 fois par an à partir de 2004	75	49	240 UFC / 100 ml-MS en 12/1990
E. Coli	2004-2012	1 fois tout les 2 ans	5	3	50 UFC / 100 ml-MS en 11/2010
Spores bact.anaér.sulfito-réd./20ml	1986-1996	66 fois en 10 ans	66	10	40 UFC / 100 ml-MS en 01/1989
Total			**277**	**179**	

577 analyses ont été effectuées sur les paramètres de la microbiologie entre 1986 et 2012.

59% des résultats d'analyses dépassent les seuils relatifs aux eaux brutes.

Il existe une contamination évidente de ces ouvrages par les micro-organismes. Les détections sont régulières ainsi que les dépassements de seuils. La source semble un peu plus fréquemment impactée par la contamination (64% de dépassements contre 54% pour le forage).

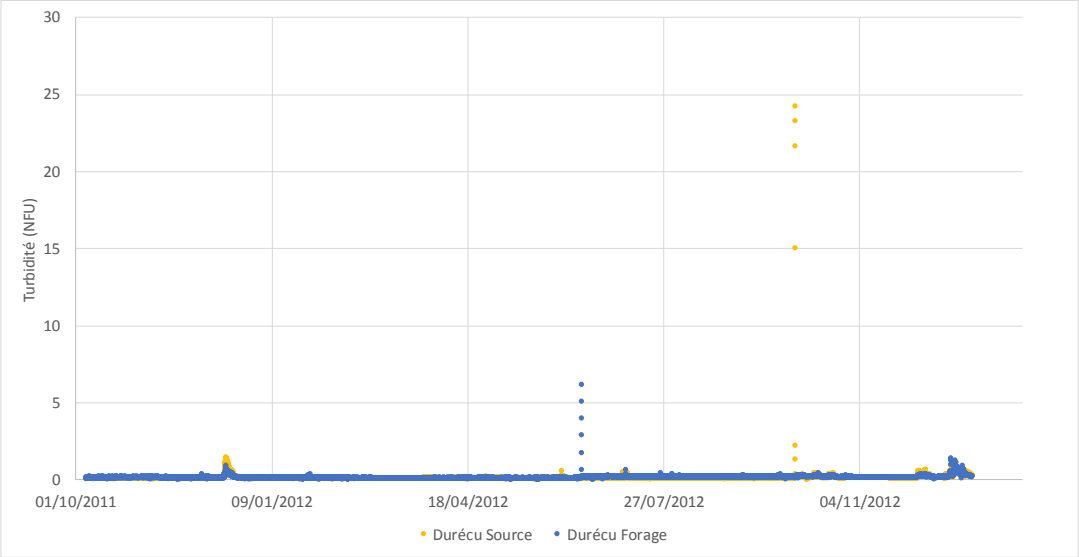
Il apparaît cependant que les principales détections sont enregistrées au cours des années 1990 et que depuis lors, à la fois la fréquence de détection et les concentrations d'individus, sont en baisse. Les concentrations récentes sont de l'ordre de quelques dizaines de dénombrements.

Il est important de noter que les prélèvements effectués en sortie de station ne montrent plus aucune contamination. La désinfection effectuée garantit la distribution d'une eau non contaminée par les micro-organismes.

D- Turbidité

Le suivi de la turbidité est reporté sur la figure suivante.

Figure 3-5 : Évolution de la turbidité à Durécu



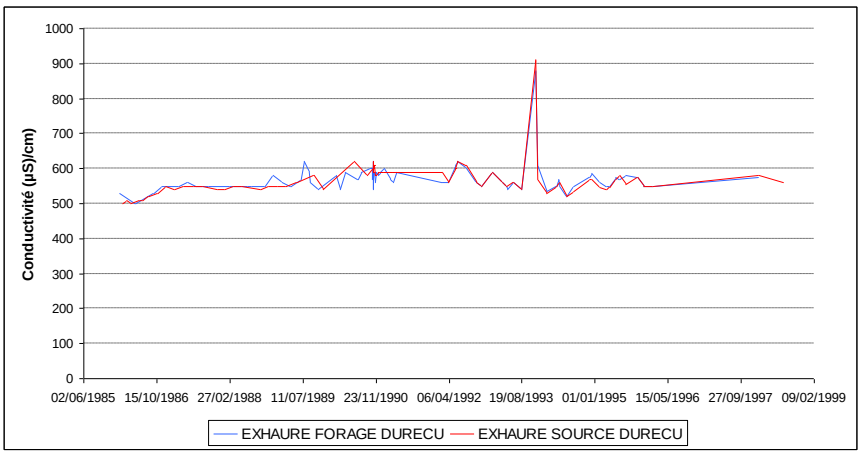
Le bruit de fond de la turbidité de la source et du forage sont inférieurs à 0,25 NFU sur la période étudiée. La plupart des pics observés sont d'ampleur très limitée et ne dépassent pas 2 NFU. Ils ne se manifestent pas systématiquement de manière synchrone sur les deux ouvrages.

Un évènement majeur est observé en octobre 2012 sur la source ; un pic très bref a atteint 25 NFU.

E- Conductivité

Le suivi de la conductivité est reporté sur la figure suivante.

Figure 3-6 : Évolution de la conductivité à Durécu



La conductivité est comprise en 500 et 600 µS/cm, ce qui correspond à une minéralisation moyenne. Les variations de la conductivité sont synchrones entre les deux ouvrages. Un pic est observé sur les deux ouvrages en 11/1993 ; il ne correspond qu'à une seule valeur isolée, sans fondement particulier.

F- Hydrocarbures divers

Les quelques hydrocarbures suivis (1,2-dichloroéthane, benzo(a)pyrène, benzène) n'ont jamais être détectés (concentration inférieure aux limites de quantification).

G- Solvants et autres composés

Les solvants chlorés suivants sont suivis : tétrachloroéthylène et trichloroéthylène.

Ils ne sont pas détectés dans les eaux des ouvrages, ou alors exceptionnellement à l'état de traces (le tétrachloroéthylène a été détecté deux fois dont une fois à une concentration de 1 µg/l en 2006). Le seuil de qualité n'a jamais été atteint ou approché.

H- Métaux lourds

Les métaux lourds suivant font l'objet d'un suivi : l'aluminium, le fer, le mercure, le plomb, le manganèse.

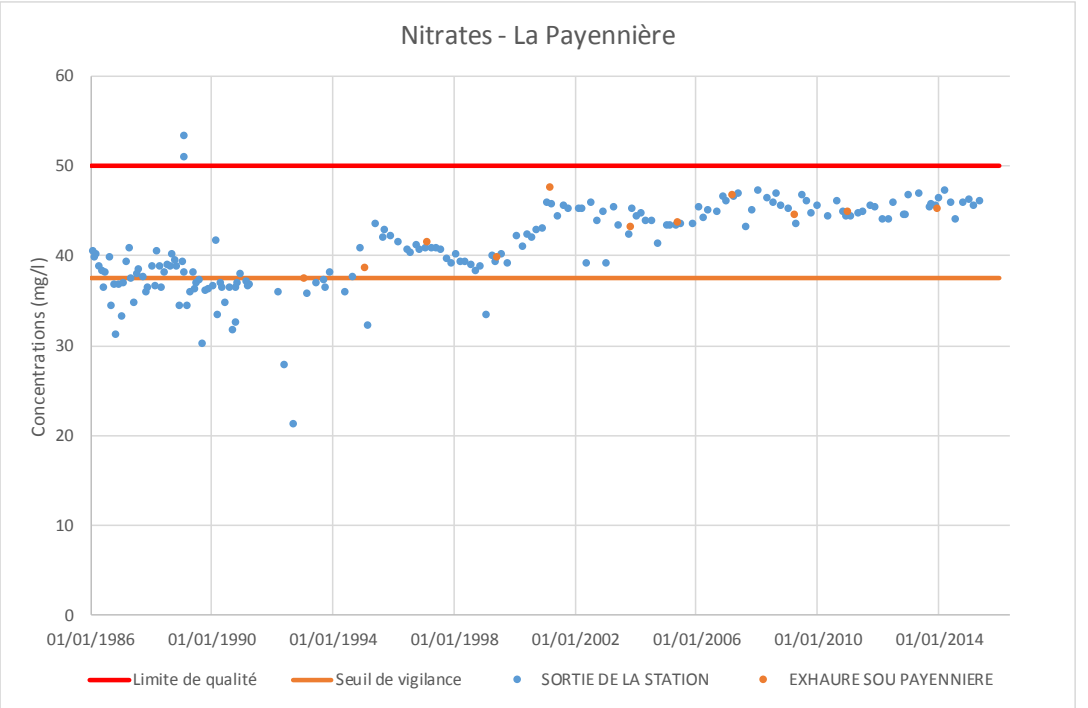
Seul le fer présente régulièrement des concentrations significatives indifféremment pour la source et le forage. La limite de qualité a été dépassée une seule fois en 1991 (230 µg/l). Sa présence est compréhensible dans le contexte Haut-Normand marqué par la présence d'argiles à silex.

3.3.3 Site de La Payennière

A- Les nitrates

L'évolution de la concentration de nitrates est reportée sur la figure suivante.

Figure 3-7: Évolution de la concentration de nitrates à la Payennière



Entre 1986 et 2015, la concentration de nitrates est passée d'environ 35 mg/l en moyenne à 47 mg/l ; soit une évolution croissante d'environ 0,41 mg/l par an en moyenne.

La tendance générale est à l'augmentation régulière des concentrations et ce jusque pour les dernières analyses de 2015. La concentration de nitrates est aujourd'hui proche du seuil de qualité de 50 mg/l. Il semblerait que le seuil ait déjà été franchi en 1989 (51 et 53 mg/l).

Compte tenu des concentrations enregistrées depuis 2000 et de l'allure générale de la courbe, le paramètre nitrates peut être considéré comme sensible pour ce site de captage.

B- Les pesticides

La synthèse des détections de pesticides est la suivante.

Tableau 3-4 : Synthèse des détections de pesticides à la Payennière

Molécule	Période d'analyse	Fréquence d'analyse	Nombre d'analyses	Nombre de détections	Nombre de dépassements du seuil de 0,1 µg/l	Valeur maximale relevée
Exhaure source Payennière						
AMPA	2005-2011	1 fois tous les 2 ans	5	0	0	-
Atrazine	1989-2011	1 fois tous les 2 ans depuis 2005	5	1	0	0,02 µg/l en 03/2007
Atrazine DE	2005-2011	1 fois tous les 2 ans	4	3	0	0,04 µg/l en 03/2007
Atrazine DI	2005-2011	1 fois tous les 2 ans	4	0	0	-
Diuron	1989-2011	1 fois tous les 2 ans depuis 2005	5	0	0	-
Glyphosate	2005-2011	1 fois tous les 2 ans	4	0	0	-
Simazine	1989-2011	1 fois tous les 2 ans depuis 2005	5	0	0	-
Total			**32**	**4**	**0**	
Sortie de la station						
AMPA	2003-2012	2 fois / an	20	0	0	-
Atrazine	1993-2012	2 fois / an depuis 2004	25	14	0	0,06 µg/l en 05/1999
Atrazine DE	2001-2012	2 fois / an depuis 2004	21	13	0	0,05 µg/l en 12/2012
Atrazine DI	2005-2011	2 fois / an depuis 2004	21	0	0	-
Diuron	1993-2012	2 fois / an depuis 2004	25	0	0	-
Glyphosate	2003-2012	2 fois / an depuis 2004	20	0	0	-
Simazine	1993-2012	2 fois / an depuis 2004	25	0	0	-
Total			**157**	**27**	**0**	

189 analyses ont été réalisées sur ce captage pour les 7 pesticides « classiques ».

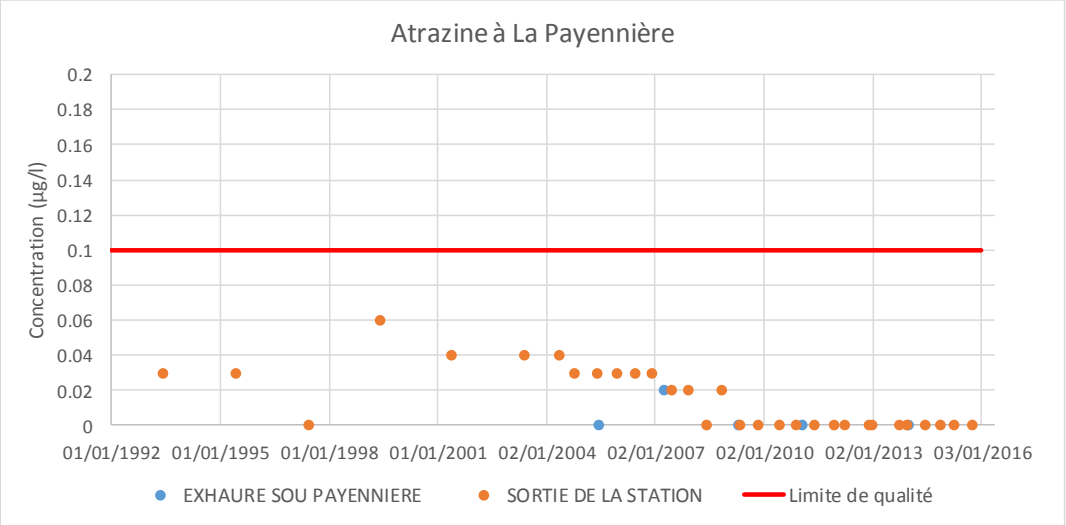
16% des résultats fournissent des concentrations significatives (supérieures à 0 µg/l).

Ce sont les triazines (atrazine et son produit de dégradation la déséthylatrazine) qui sont les seuls à être détectés (100%).

Les concentrations mises en évidence sont inférieures au seuil de qualité de 0,01 µg/l. Aucun dépassement de norme n'est à déplorer.

La figure suivante traduit le suivi de l'atrazine dans le temps, entre 1989 et 2015.

Figure 3-4 : Suivi de l'évolution de l'atrazine à la Payennière



Depuis 2009 l'atrazine n'est plus décelée. La déséthylatrazine montre un comportement inverse ; les détections apparaissant plus fréquemment depuis 2005. Ce constat est établi sur peu de données, il convient de garder toutes les précautions d'usage quant à l'interprétation de ces résultats.

Au vu de ces éléments, les pesticides ne semblent pas constituer un paramètre sensible pour ce site de captage. Seules des matières actives anciennes et non utilisées sont détectées.

C- Bactériologie

Tableau 3-15: Synthèse des détections de micro-organismes à la Payennière

Molécule	Période d'analyse	Fréquence d'analyse	Nombre d'analyses	Nombre de dépassements du seuil de 1 UFC /100 ml-MS	Valeur maximale relevée
EXHAURE CAPTAGE PAYENNIERE					
Bactéries Coliformes	1994-2013	Variable	9	1	5 UFC / 100 ml-MS en 04/2012
Coliformes thermotolérants / 100ml MS	1993-2003	Variable	13	0	-
Entérocoques	1993-2013	20 fois en 20 ans	20	0	-
E. Coli	2005-2013	1 fois tous les 2 ans entre 2005 et 2011	7	1	5 UFC / 100 ml-MS en 04/2012
Spores bact.anaér.sulfito-réd./20ml	1994-1995	3 à 4 fois par an	7	0	-
Total			**56**	**2**	

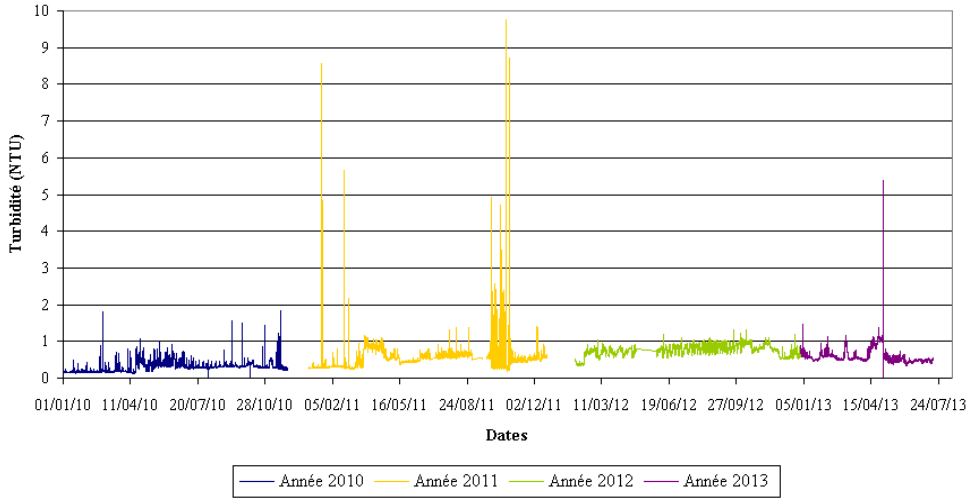
Le captage paraît assez peu impacté par la pollution d'origine bactérienne. Seulement deux détections ont été enregistrées : bactéries coliformes (5 UFC/100 ml) et Escherichia Coli (5 UFC/100 ml). La variabilité de l'évolution de ces paramètres ne permet pas de conclure à l'absence de contamination bactérienne sur ce site.

Il n'existe vraisemblablement pas de bruit de fond bactérien sur ce site.

D- Turbidité

Pour l'étude de ce paramètre, nous nous basons sur le suivi quotidien engagé par la collectivité depuis 2010. La figure suivante illustre l'évolution de la turbidité dans les eaux brutes du site de captage.

Figure 3-10 : Évolution de la turbidité sur le captage de la Payennière (source CODAH)

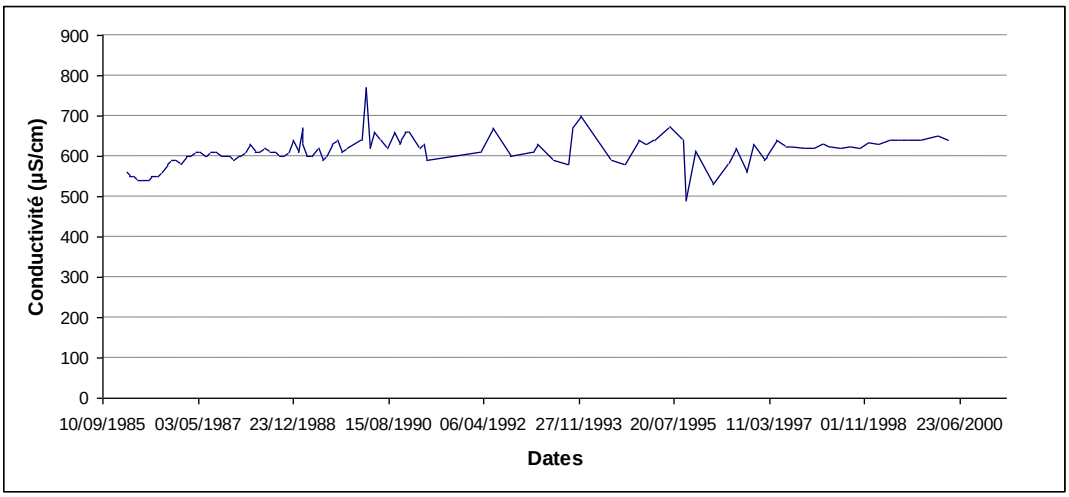


Le bruit de fond moyen ne dépasse pas 1 NTU. Ponctuellement, quelques pics sont observés, notamment en septembre / octobre 2011 où la turbidité a atteint 10 NTU.

En 2012, le bruit de fond semble un plus élevé qu'au cours des autres années. L'année 2012 a été parallèlement plus pluvieuse que les deux précédentes (1 231 mm en 2012 contre 1 068 mm en moyenne pour 2010 et 2011).

E- Conductivité

Figure 3-11 : Évolution de la conductivité à la Payennière



Le graphique ci-dessus indique que la conductivité est comprise entre 500 et 700 µS/cm, ce qui correspond à une minéralisation moyenne des sels dans l'eau.

F- Hydrocarbures divers

Les quelques hydrocarbures suivis (1,2-dichloroéthane, benzo(a)pyrène, benzène) n'ont jamais être détectés (concentration inférieure aux limites de quantification).

G- Solvants et autres composés

Les solvants chlorés suivis (tétrachloroéthylène et trichloroéthylène) n'ont jamais être détectés (concentration inférieure aux limites de quantification).

H- Métaux lourds

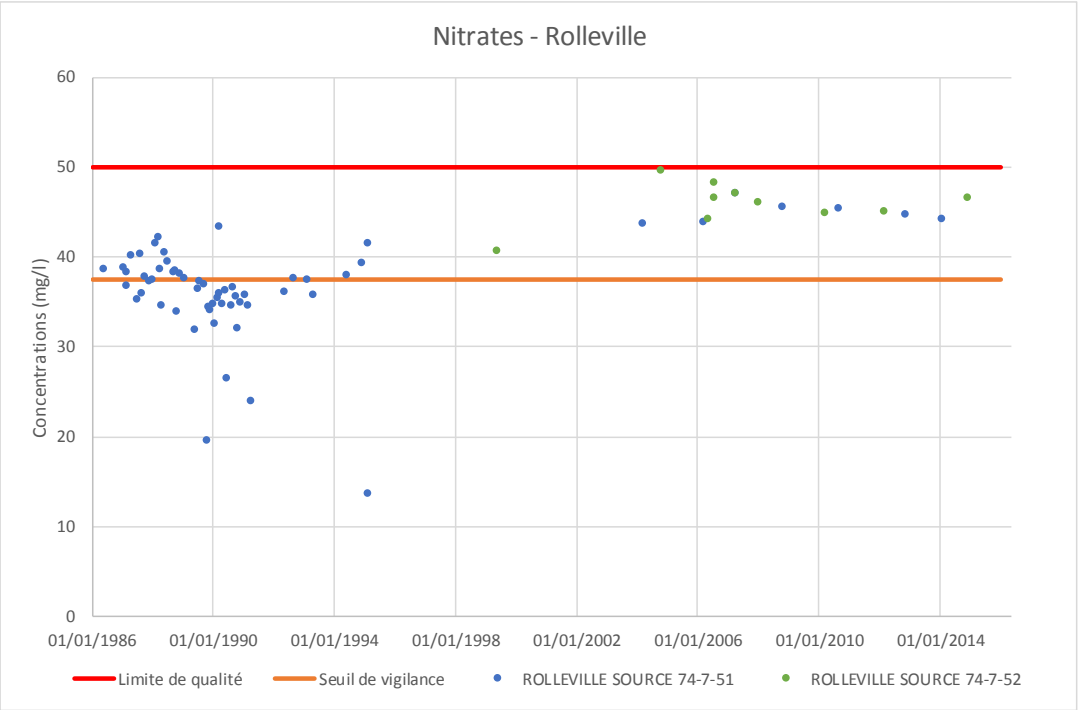
Les métaux lourds suivant font l'objet d'un suivi : l'aluminium, le fer, le mercure, le plomb, le manganèse. Aucune anomalie concernant les métaux lourds n'a été constatée dans les différentes séries d'analyses effectuées sur ce captage. Il existe un bruit de fond en fer lié à la nature du sous-sol.

3.3.4 Site de Rolleville

A- Les nitrates

Le suivi des concentrations de nitrates est reporté à la figure suivante.

Figure 3-12 : Évolution de la concentration de nitrates à Rolleville

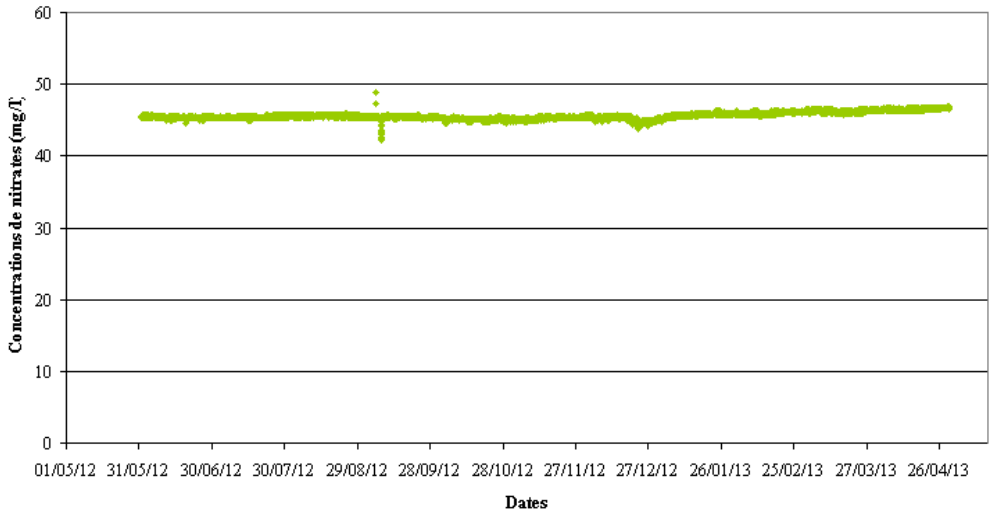


Les concentrations de nitrates de Rolleville Bas (74-7-51) varient de 36 mg/l en 1986 à 44 mg/l en 2015 et affichent une progression de + 0,28 mg/l/an. Les concentrations de nitrates de Rolleville Haut (74-7-52) varient de 40 mg/l en 1999 à 46 mg/l en 2015 et affichent une progression de + 0,40 mg/l/an. Il semblerait cependant qu'un maximum ait été atteint en 2006 (avec une valeur proche de 50 mg/l).

Le paramètre nitrates peut être considéré comme sensible pour ce site de captage.

La figure suivante rapporte le suivi spécifique engagé par la collectivité sur le paramètre nitrates. Il a été mis en place de manière à suivre efficacement les effets de la dilution de cette ressource avec celle d'Yport dont les concentrations de nitrates sont moins élevées (de l'ordre de 37 mg/l).

Figure 3-5 : Suivi spécifique des nitrates engagé par la collectivité en 2012/2013



Ce graphique illustre plus nettement la tendance de ces deux dernières années. L'augmentation des concentrations est modérée mais constatée (+ 1 mg/l en 1 an).

B- Les pesticides

La synthèse des détections pour chaque captage est présentée dans les figures suivantes.

Tableau 3-16: Synthèse des détections de pesticides à Rolleville

Molécule	Période d'analyse	Fréquence d'analyse	Nombre d'analyses	Nombre de détections	Nombre de dépassements du seuil de 0,1 µg/l	Valeur maximale relevée
Rolleville Bas (exhaure et sortie station)						
AMPA	2004-2012	1 à 2 fois par an	13	0	0	-
Atrazine	2001-2013	1 à 11 fois par an	40	18	**4**	**0,15 µg/l en 09/2005**
Atrazine DE	2004-2012	1 à 11 fois par an	37	18	0	0,08 µg/l en 03/2006
Atrazine DI	2004-2012	1 fois tous les 2 ans	37	0	0	-
Diuron	2001-2012	1 à 11 fois par an	38	0	0	-
Glyphosate	2004-2012	1 à 2 fois par an	13	0	0	-
Simazine	2001-2013	1 à 11 fois par an	40	0	0	-
Total			**218**	**36**	**4**	

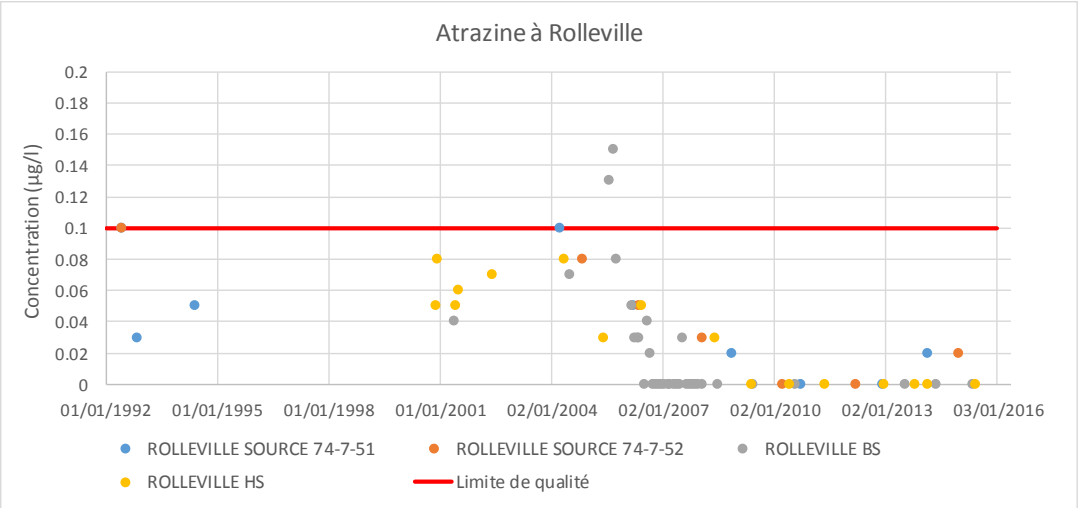
Rolleville Haut (exhaure et sortie station)						
AMPA	2004-2012	1 à 2 fois par an	13	0	0	-
Atrazine	1997-2013	1 à 3 fois par an	20	13	**1**	**0,1 µg/l en 06/1992**
Atrazine DE	2001-2012	1 à 2 fois par an	13	8	0	0,08 µg/l en 05/2006
Atrazine DI	2004-2012	1 fois tout les 2 ans	16	0	0	-
Diuron	1997-2012	1 à 2 fois par an	15	0	0	-
Glyphosate	2004-2012	1 à 2 fois par an	13	0	0	-
Simazine	1997-2013	1 à 2 fois par an	19	1	0	0,05 µg/l en 06/2001
Total			**109**	**22**	**1**	

327 analyses ont été effectuées sur les pesticides entre 1992 et 2012.

Trois pesticides de la famille des triazines sont détectés (Atrazine, Atrazine DE et Simazine) pour 18% des analyses. 5 résultats d'analyses ont déjà dépassé le seuil de qualité de 0,1 µg/l (1,5% des analyses). La plupart des détections est assez récente (après 2005). Au vu de ces résultats, les triazines sont un paramètre sensible pour ce site de captage.

La figure suivante illustre l'évolution des concentrations d'atrazine entre 1992 et 2015. L'évolution des deux paramètres est opposée : l'atrazine baisse (plus de détection depuis 2008) et la déséthylatrazine augmente (les dernières valeurs sont mesurées à 0,07 µg/l).

Figure 3-6 : Suivi de l'évolution de l'atrazine à Rolleville



C- Bactériologie

Les analyses de la bactériologie sur eaux brutes sont régulières et denses jusqu'en 1994 puis plus occasionnelles jusqu'en 2013.

Le tableau suivant synthétise les résultats disponibles.

Tableau 3-18 : Synthèse des détections de micro-organismes à Rolleville

Molécule	Période d'analyse	Fréquence d'analyse	Nombre d'analyses	Nombre de dépassements du seuil de 1/100 ml-MS	Valeur maximale relevée
Rolleville Bas					
Bactéries Coliformes	1996-2013	1 à 9 fois par an	50	5	12 UFC / 100 ml-MS en 03/1987
Coliformes thermotolérants / 100ml-MS	1986 - 1995	1 à 9 fois par an	53	3	4 UFC / 100 ml-MS en 03/1987
Entérocoques	1986 - 2012	1 à 9 fois par an	58	6	15 UFC / 100 ml-MS en 03/1987
E. Coli	2004-2012	1 fois tous les 2 ans	5	2	100 UFC / 100 ml-MS en 11/2012
Spores bact.anaér.sulfito-réd. / 20ml	1986 - 1994	1 à 9 fois par an	50	5	999 UFC / 100 ml-MS en 12/1989
Total			**216**	**21**	
Rolleville Haut					
Bactéries Coliformes	1986-2012	-	0	0	-
Coliformes thermotolérants/100ml-MS	1999	-	1	0	-
Entérocoques	1999-2012	1 fois tous les 2 ans	6	3	3 UFC / 100 ml-MS en 05/2006
E. Coli	2004-2012	1 fois tous les 2 ans	5	0	-
Spores bact.anaér.sulfito-réd./20ml	-	-	-	-	-
Total			**12**	**3**	

228 analyses ont été réalisées sur eaux brutes à Rolleville ; la majorité sur le captage bas (74-7-51).

La détection de micro-organismes concerne en moyenne 10% des analyses. On ne peut pas véritablement parler de bruit de fond bactérien. Les dénombrements sont d'ailleurs rarement supérieurs à 20 UFC par 100 ml. On signalera tout de même la détection récente en 2012 d'E. Coli dans des proportions importantes (100 UFC / 100 ml).

Les dénombrements concernent en revanche l'ensemble de la gamme des micro-organismes suivis.

D- Turbidité

Le suivi de la turbidité à Rolleville est reporté sur les figures suivantes. Il s'agit des données relatives au suivi engagé par la collectivité.

Le premier graphique présente le suivi dans son ensemble (toutes valeurs illustrées).

Le second fait abstraction des valeurs fortes de manière à pouvoir constater l'ampleur du bruit de fond.

Figure 3-7 : Évolution de la turbidité sur les captages de Rolleville

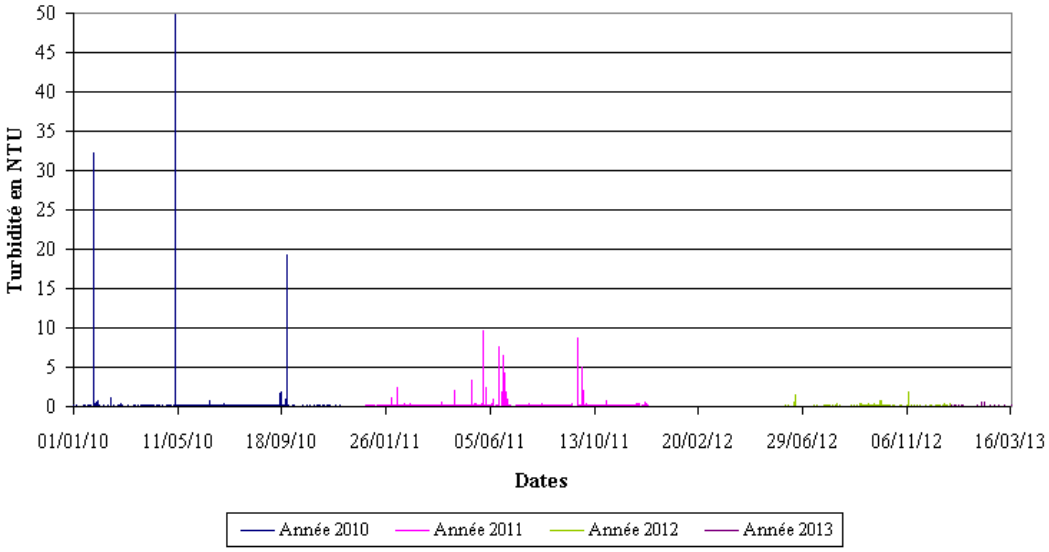
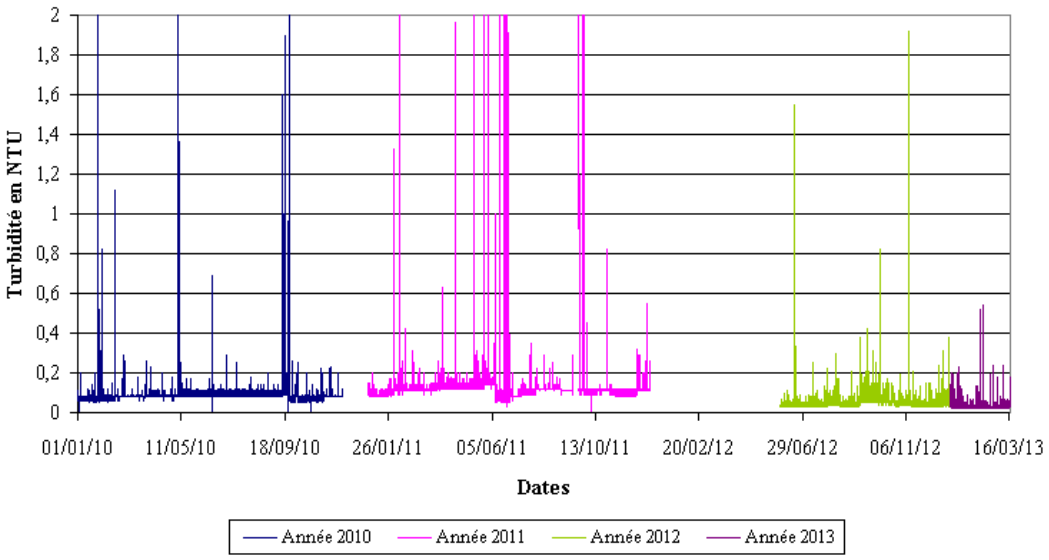


Figure 3-5 : Évolution de la turbidité sur les captages de Rolleville (bruit de fond)



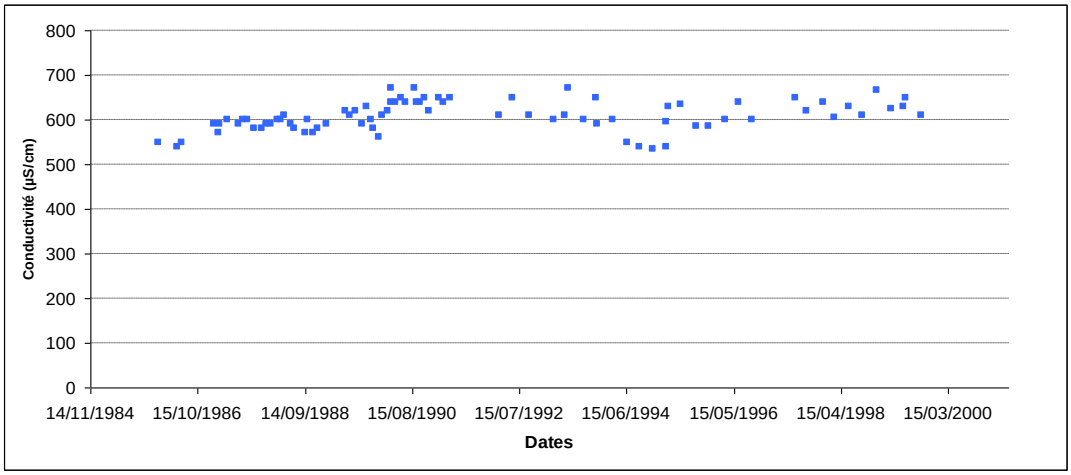
Le bruit de fond de la turbidité ne dépasse pas 0,2 NTU. Il semble que l'année 2011 présente un bruit de fond un peu plus fort que les autres années.

Ponctuellement la turbidité présente des valeurs plus fortes atteignant au maximum 50 NTU sur la période de suivi (2010 – 2013). On distingue 8 évènements ayant dépassé 5 NTU. Le second graphique illustre la réaction de la ressource à un facteur environnemental.

E- Conductivité

L'évolution de la conductivité de la ressource de Rolleville est reportée à la figure suivante.

Figure 3-8 : Évolution de la conductivité sur les captages de Rolleville



La conductivité évolue entre 500 et 700 µSm/cm, ce qui correspond à une minéralisation moyenne des sels dans l'eau.

F- Hydrocarbures divers

Les quelques hydrocarbures suivis (1,2-dichloroéthane, benzo(a)pyrène, benzène) n'ont jamais être détectés (concentration inférieure aux limites de quantification).

G- Solvants et autres composés

Les solvants chlorés suivis (tétrachloroéthylène et trichloroéthylène) n'ont jamais être détectés (concentration inférieure aux limites de quantification).

H- Métaux lourds

Les métaux lourds suivant font l'objet d'un suivi : l'aluminium, le fer, le mercure, le plomb, le manganèse.

Aucun dépassement des seuils de qualité n'est remarqué à Rolleville.

3.4 Synthèse de la qualité des eaux exploitées

Nous proposons dans ce chapitre à la fois une synthèse du bilan de la qualité des eaux brutes captées et une analyse corrélative du suivi de certains paramètres avec quelques facteurs environnementaux.

3.4.1 Synthèse

A- Les pollutions diffuses

Les nitrates sont un sujet de préoccupation. Pour certains sites la valeur réglementaire de 50 mg/l a été dépassée par le passée et les concentrations restent proches de cette valeur limite. Il s'agit des sites de La **Payennière et de Rolleville** (valeurs proches de 47 mg/l).

Les sites de Saint Laurent et de Durécu sont un peu moins concernés (concentrations proches de 41 mg/l) mais affichent tout de même une légère progression depuis 1992.

A ce titre, les vallées de la Lézarde (plus atteinte) et du Saint Laurent (moins impactée) se différencient.

Les pesticides se révèlent essentiellement par les détections des triazines dont la plupart n'est plus utilisée aujourd'hui et par le glyphosate. Leurs détections sont relativement fréquentes par rapport aux autres composés suivis : elles sont calculées entre 15 et 20% de l'ensemble des analyses effectuées (sur les 7 composés les plus classiquement suivis). Toutes ressources confondues, **13 dépassements de la limite de qualité de 0,1 µg/l sont remarqués** pour l'atrazine (Rolleville et Durécu), la simazine (Durécu et St-Laurent), le glyphosate (St-Laurent) et l'AMPA (St-Laurent – sortie usine).

On remarque un comportement opposé dans la restitution de l'atrazine et de la déséthylatrazine : les détections et les concentrations d'atrazine baissent et celles de la déséthylatrazine augmentent dans le temps.

B- Les pollutions ponctuelles

La turbidité est suivie de manière régulière au droit des sites de Saint-Laurent, la Payennière et Rolleville.

Les bruits de fond sont inférieurs à 1 NTU. La source des Pruniers se distingue avec un bruit de fond un peu plus élevé.

Tous les sites sont sujets à des pics de turbidité répondant probablement à des impulsions pluviométriques. Les réponses restent toutefois différentes selon les sites. Les ampleurs des pics sont modérées et atteignent dans le pire des cas 10 NTU pour la Payennière et Saint Laurent et 50 NTU pour Rolleville.

La bactériologie est un sujet d'attention pour les captages de la vallée du Saint-Laurent (sources et site Durécu). La contamination du site Durécu était déjà signalée dans l'étude BURGEAP (1994). L'ensemble des micro-organismes suivis est détecté.

Il semblerait que les sites de la vallée de la Lézarde soient moins affectés par la pollution microbienne. La densité des jeux de données est également moindre. Il convient de rester prudent quant aux conclusions.

C- Les pollutions accidentelles

Qu'il s'agisse de métaux lourds, de solvants halogénés, d'hydrocarbures, etc., les pollutions de type accidentel ne sont pas un sujet nécessitant une attention particulière au vu des résultats d'analyse traités.

3.4.2 Comparaison de l'évolution des nitrates et du niveau piézométrique

Dans certains cas de figures les séries correspondant aux mesures des concentrations de nitrates et de niveau piézométriques peuvent admettre un certain degré de corrélation indiquant une synergie commune dans l'aquifère.

Nous proposons ci-après une comparaison entre ces différentes séries de données par site de captage. La piézométrie de référence est celle suivie au droit du piézomètre de Manéglise qui est le plus proche fournissant des mesures fiables et confirmées.

Une analyse corrélative plus approfondie entre les précipitations, la turbidité et le débit des sources captées par la CODAH est proposée au chapitre 6.2 page 130.

Figure 3-9 : Piézométrie et concentrations de nitrates à la Payennière

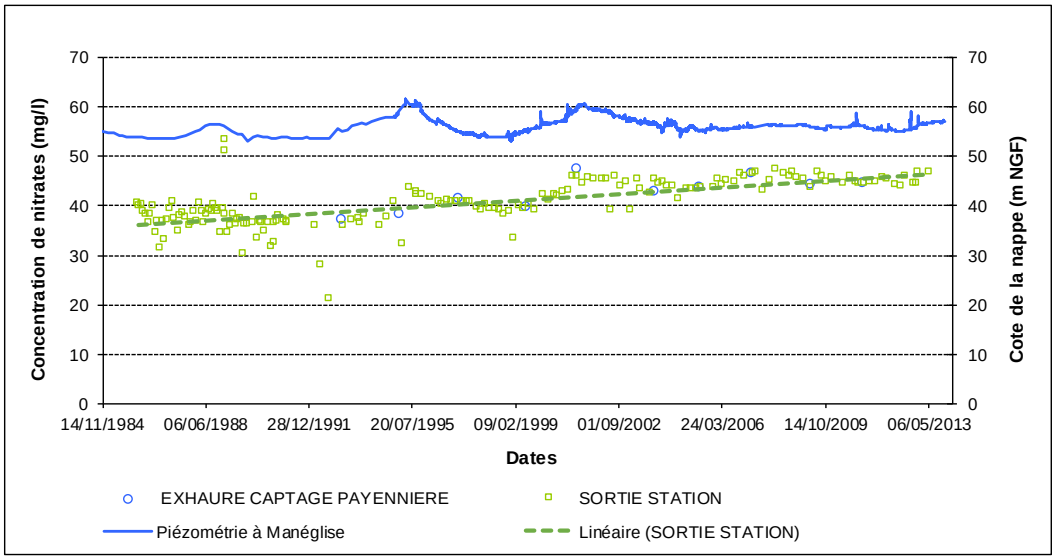


Figure 3-10 : Piézométrie et concentrations de nitrates à Rolleville

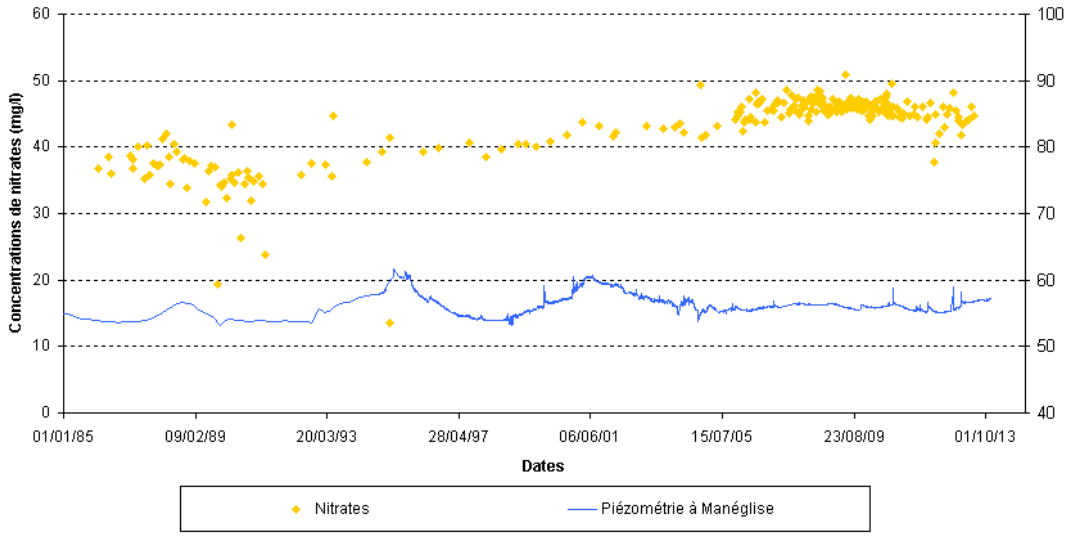
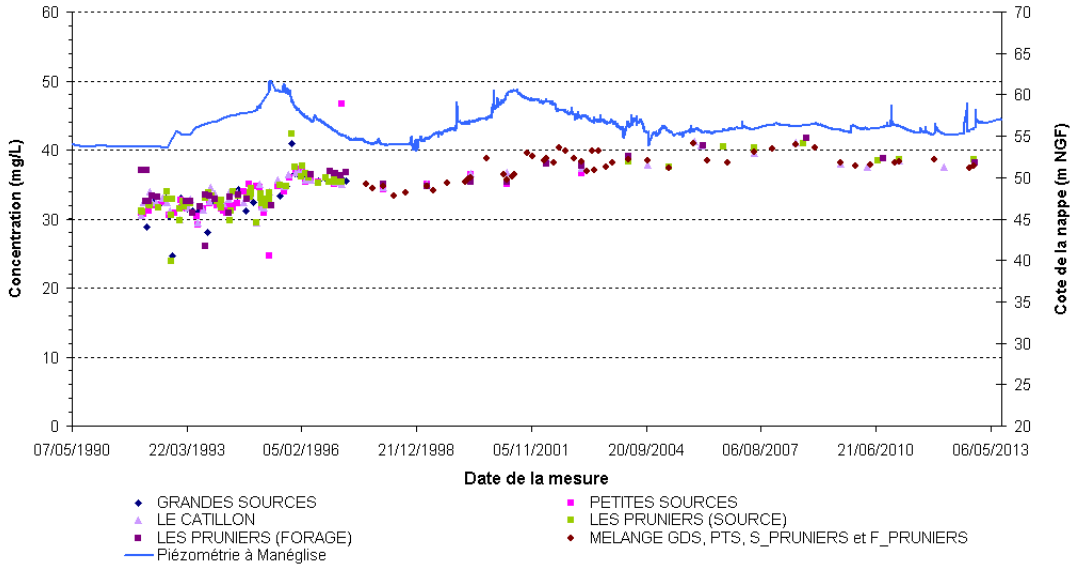


Figure 3-11 : Piézométrie et concentrations de nitrates à Saint-Laurent



Sources : ADES, ARS, traitement SAFEGE

De manière graphique, la corrélation entre les séries de données n'est pas évidente ; les périodes de hautes eaux par exemple ne concordent pas avec des évolutions significatives de la concentration de nitrates.

Les vérifications effectuées statistiquement sur les séries de données, confirment cette observation d'une faible corrélation ; les coefficients de corrélation sont au maximum de 51% (Rolleville).

La piézométrie ne saurait constituer un indicateur de l'évolution prévisible de la concentration de nitrates des sites de captage en aval.

4

Synthèse des données hydrogéologiques du territoire

4.1 Hydrographie

Les sites de captage se situent dans les bassins versants du Saint-Laurent et de la Lézarde, à proximité de cours d'eau pérennes.

L'excédent non capté par les sites de captage pour la production d'eau potable participe aux débits des cours d'eau.

Les données hydrographiques et hydrologiques des bassins versants et des cours d'eau concernés sont les suivantes :

Tableau 4-1 : Données hydrographiques et hydrologiques des bassins versants

Bassin versant / cours d'eau	Superficie du bassin versant jaugé	Coordonnées du point de jaugeage (L2_E)	Débit d'étiage (Qmna5)	Débit moyen interannuel (module)	Débit spécifique du bassin versant jaugé
Lézarde	160,2 km²	Harfleur X : 444 489 m Y : 2 503 764 m	0,610 m³/s	1,100 m³/s	6,88 l/s/km²
Saint-Laurent	50,8 km²	Harfleur X : 444 860 m Y : 2 504 159 m	0,350 m³/s	0,510 m³/s	10,04 l/s/km²

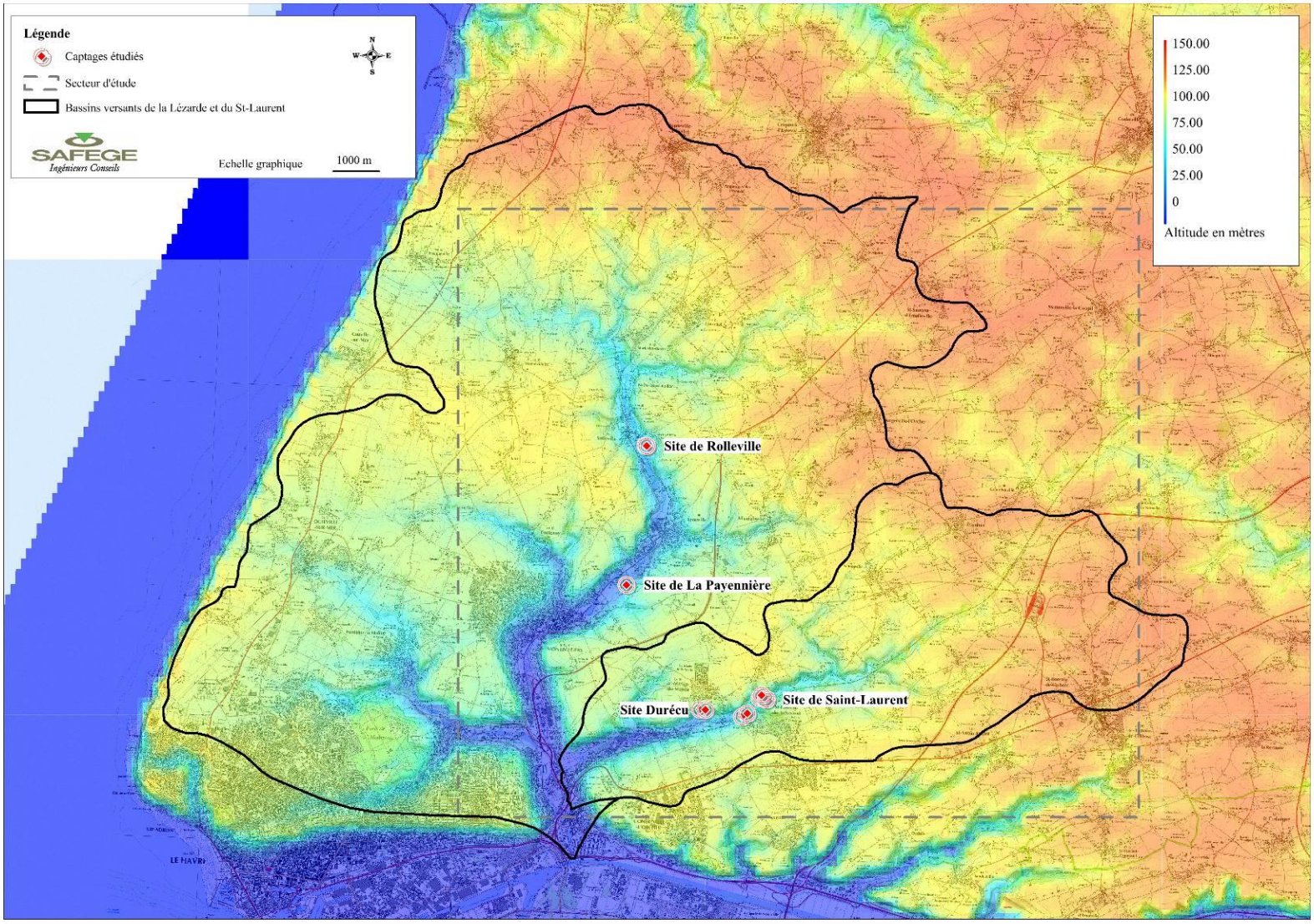
Source : IGN / DREAL de Haute Normandie

Il est intéressant de remarquer que le bassin versant du Saint-Laurent produit naturellement environ 30% de plus d'eaux superficielles que le bassin versant de la Lézarde.

On pourrait très bien suspecter dès lors, qu'à l'instar des bassins d'Yport et d'Étretat, le bassin du Saint-Laurent capture à sa périphérie, des écoulements appartenant à d'autres entités hydrographiques ; peut-être même au détriment de celui de la Lézarde.

Ce fait était déjà signalé dans l'étude de Protection des captages de la vallée de Saint-Laurent de Brévedent (BURGEAP, 1994) et étayé par la comparaison des bassins hydrographiques et hydrogéologiques du Saint-Laurent : *« Il apparaît que le bassin versant souterrain de la vallée du Saint-Laurent occuperait une superficie de 60 km², plus importante que le bassin versant topographique ; il existerait ainsi, entre autre au nord, un bassin versant topographique à écoulement vers l'est qui serait court-circuité en souterrain vers la vallée du Saint-Laurent ».*

Figure 4-1 : Hydrographie et bassins versants concernés



Source : IGN

4.2 Les sols

Les données dont nous disposons sont issues de la carte régionale fournie par la Chambre d'Agriculture et l'AREAS (AREAS, 1988). Les sols occupant le plateau sont développés à partir des formations géologiques superficielles. On rencontre essentiellement des brunisols avec parfois des profils lessivés.

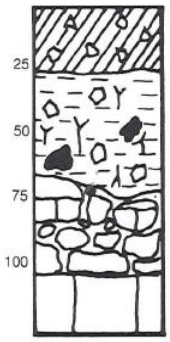
3 unités de sol majeures sont identifiées sur le périmètre d'étude :

- ✓ **Sol de limon épais** : limon de plateaux et versants, et colluvions dérivées. Il présente une capacité d'enracinement profond (plus de 100 cm), les excès d'eau sont très rares ou temporaires et la réserve utile est parfois élevée (plus de 200 mm). Ce sol est très sensible à la battance, au tassement et à l'érosion. Sur le secteur on les trouve sur l'ensemble des zones de plateaux, globalement jusqu'à la rupture de pente. Nous retiendrons une **réserve utile de 160 mm** pour cette unité de sol.

Figure 4-2 : Coupe type d'un sol de limon épais

- ✓ La formation identifiée sous l'appellation « **association de sols de versant sur argile à silex, craie et limons plus ou moins remaniés** » a été définie pour représenter plusieurs unités de transition pédologiques : sol de limon épais, sol de limon caillouteux et sol de craie peu épais. Cette formation caractérise les versants des vallées du Pays de Caux, dès que l'encaissement devient sensible. Cette formation est disposée sur tout le fond des vallées sèches (Saint-Laurent, Lézarde et affluents secs). La réserve utile retenue pour cette unité de sols est de **85 mm**.
- ✓ **Sol de craie peu épais**. Il caractérise une formation crayeuse ou des colluvions limoneuses peu épaisses sur craie. L'épaisseur de craie altérée peut atteindre un mètre et la teneur en silex varie de 15 à 30%. Les excès d'eau y sont absents et la réserve utile est faible ; nous retiendrons une **RU de 50 mm** en fonction de l'enracinement dans la craie. Cette formation se cantonne au droit des versants de plus forte pente ; c'est à dire le long des vallées secondaires connexes à la Seine (Rogerval, cote de Sandouville, etc.).

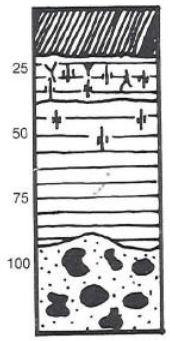
Figure 4-3 : Coupe type d'un sol de craie peu épais



Ap	: 0 à 15/20 cm	: **Limon argileux à argile limoneuse,** calcaire, gris organique, cailloux de silex et craie.
(B)	: 15/20 à 40/60 cm	: **Limon argileux à argile limoneuse,** calcaire, gris clair, cailloux de silex et craie.
Cca/ Rca	: à plus de 40/60 cm	: **Craie** surmontée de craie altérée à silex.

- ✓ **Sol d'alluvions fines hydromorphes**. il s'agit d'alluvions récentes, déposées en bordure de cours d'eau. L'enracinement potentiel est limité à la surface (0 à 15 cm) par l'engorgement, les excès d'eau y sont importants (nappe sub-affleurante permanente remontant à la surface), et la réserve utile y est faible à moyenne (**moins de 150 mm**). On trouve cette formation au droit des vallées du Saint-Laurent et de la Lézarde, présentant des écoulements permanents.

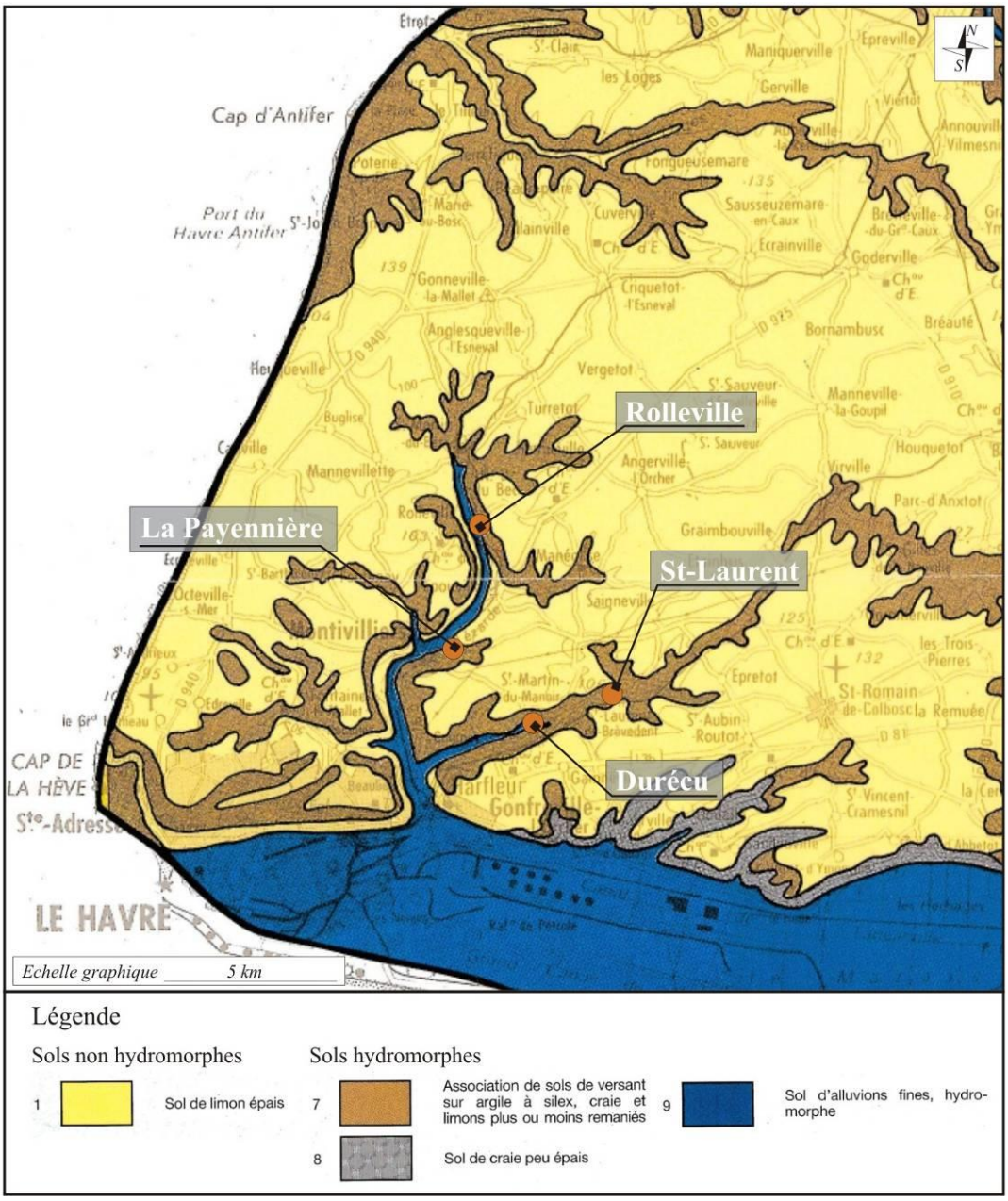
Figure 4-4 : Coupe type d'un sol d'alluvions fines



$A_{11}g$	: 0 à 15 cm	: **Argile limoneuse,** noir, très organique.
$A_{12}g$	: 15 à 30 cm	: **Argile limoneuse ou argile,** brun foncé, organique, taches rouille nombreuses.
B/C G	: 30 à 80 cm	: **Argile,** gris bleuté uniforme.
2CG	: 80 à 120 cm	: **Cailloutis de silex** à fraction fine sableuse, noyé.

La succession et la répartition des unités de sols sont assez classiques sur ce territoire. Ces données (cartographie du SERDA, réserve utile) serviront à l'établissement des cartes de vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère (cf. phase 2 de l'étude).

Figure 4-5 : Représentation des types de sols à l'échelle du secteur d'étude



Source : SERDA : Chambres d'agriculture de Haute-Normandie

4.3 Géologie

4.3.1 Formations géologiques à l'affleurement

La Seine-Maritime s'inscrit à l'ouest du bassin sédimentaire Parisien, constitué de dépôts crayeux qui couvrent l'ensemble de l'Europe Occidentale. Le massif crayeux s'est développé il y a environ 90 millions d'années, entre le Cénomanien moyen et le Campanien. Il repose sur les argiles du Gault de l'Albien.

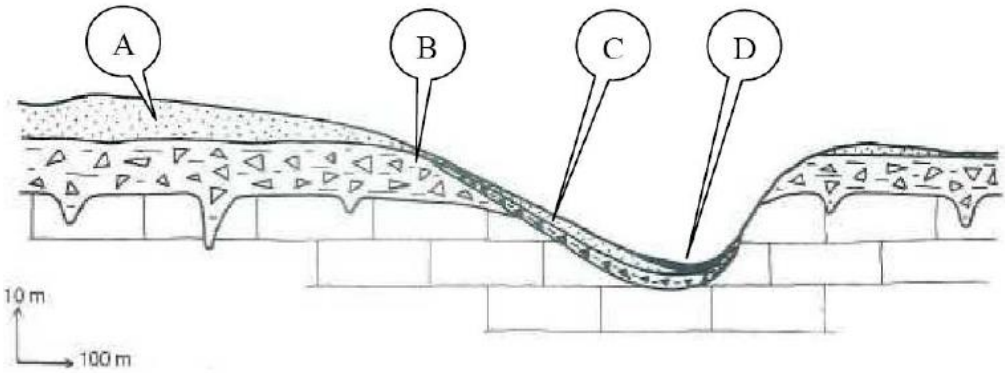
Les argiles à silex (B), issues de l'altération autochtone de la Craie, recouvrent ces formations crayeuses d'une épaisseur parfois assez importante, en fonction du degré d'altération. Localement, il peut arriver que des poches de sables tertiaires subsistent.

Les loess, limons d'origine éolienne (A), recouvrent la majeure partie des plateaux du secteur d'étude.

Les colluvions [C]et les alluvions (D) viennent remplir les vallées et les vallons secs.

Lorsque les incisions du réseau hydrographique dans la craie sont suffisamment profondes, la craie du crétacé affleure le long des versants.

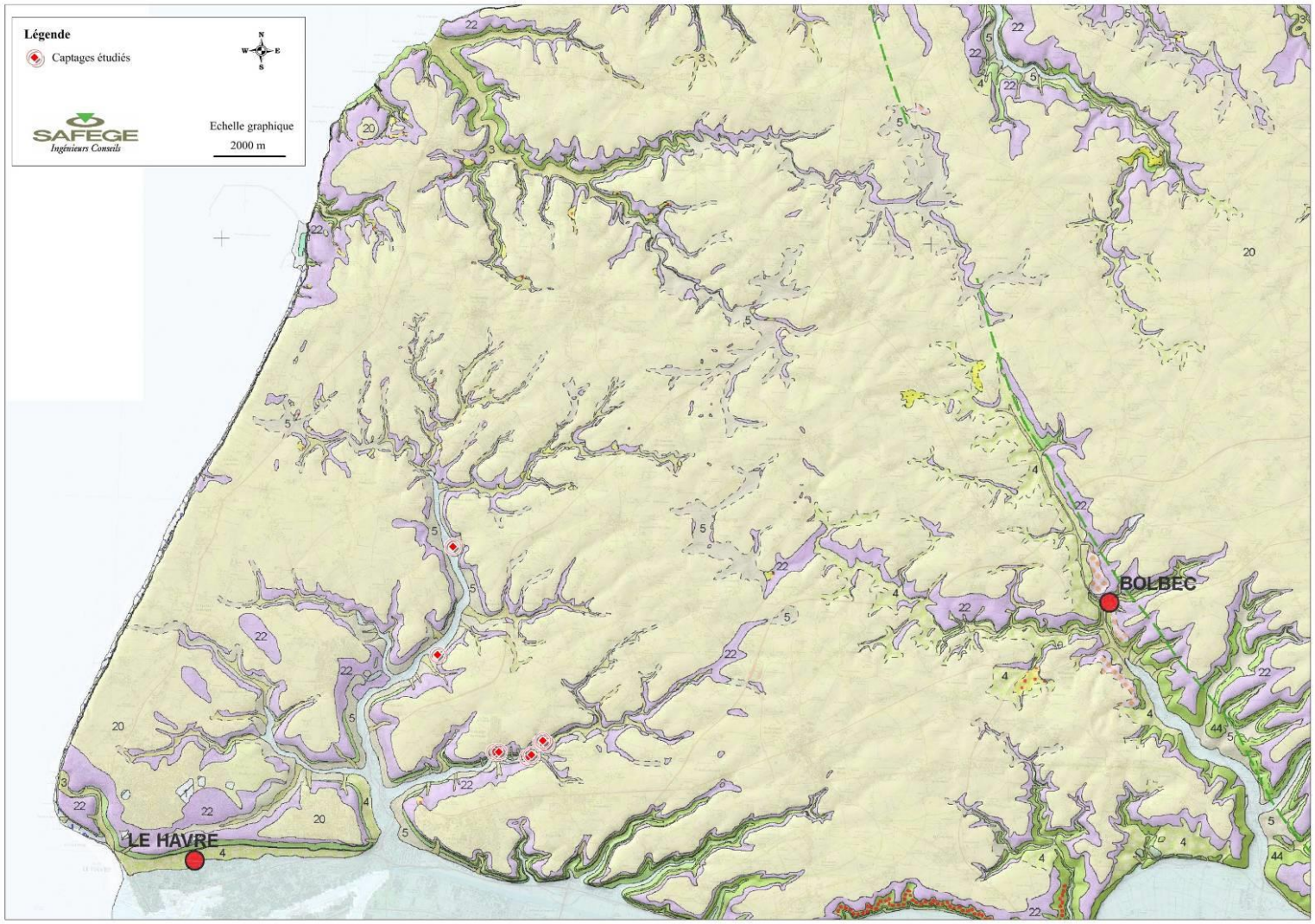
Figure 4-6 : Coupe type de la succession des couches géologiques en Haute Normandie



SERDA, 1988

La figure page suivante présente, à partir des cartes géologiques 1/50000 du BRGM, les formations affleurantes dans le secteur d'étude.

Figure 4-7 : Carte géologique de la Pointe de Caux



BRGM, janvier 2008

Figure 4-8 : Légende de la carte géologique

4.3.2 Les formations superficielles

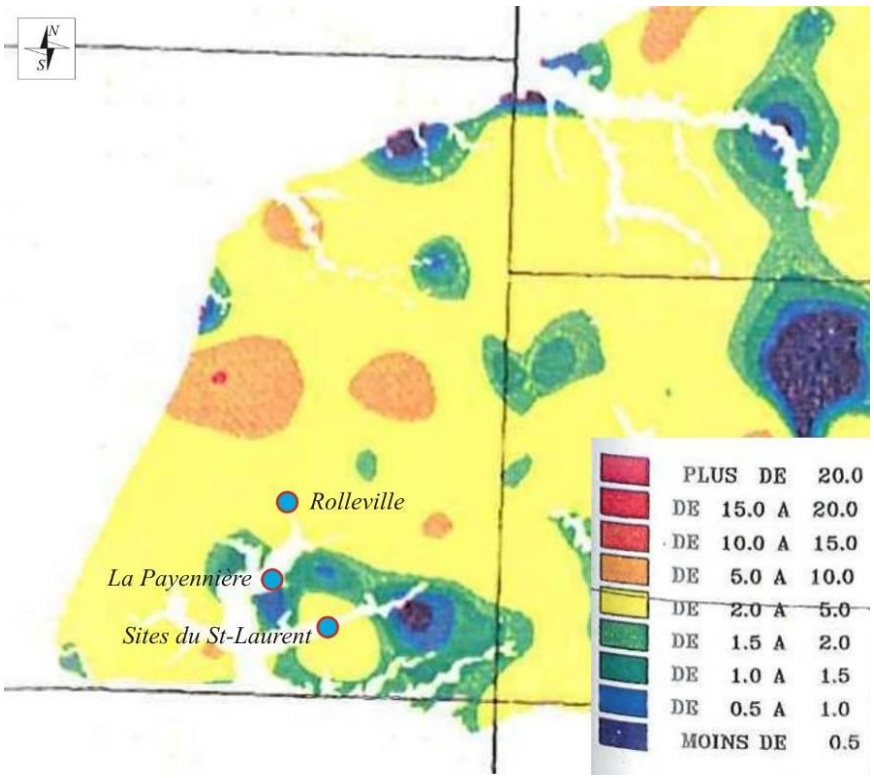
A- Les limons de plateaux

Le complexe de limons (LP) couvre les plateaux et parfois les versants orientés au Nord et à l'Est. D'une teinte variant du jaune-beige au brun ou au rouge, ils sont constitués de grains de quartz très fins et ont été mis en place par processus éolien pendant les périodes glaciaires du Quaternaire. On distingue une séquence théorique avec à la base un limon argileux de solifluxion correspondant à une phase humide en début de période froide, puis un limon éolien (lœss) non remanié, déposé lors d'une période froide et relativement sèche, et enfin une période de pédogenèse pendant une période de réchauffement. Ce cycle se répète sur une épaisseur allant de quelques décimètres à plus de 10 m.

Une carte des épaisseurs de limons est proposée par Laignel (Laignel, 1997). Bien que cartographiée à l'échelle de la partie ouest du bassin parisien, l'épaisseur de limons a pu être représentée à l'échelle du secteur d'étude. Elle indique que l'essentiel du périmètre d'étude présente une épaisseur de limons variable :

- ✓ De moins de 0,5 m en tête du bassin versant du Saint-Laurent,
- ✓ Jusqu'à 5 m au droit des plateaux du secteur.

Figure 4-9 : Épaisseur de limons de plateau (LP)



Laignel, 1997

Les limons de plateaux recouvrent la quasi-totalité du territoire en amont des ouvrages de captage étudiés.

B- La formation des argiles à silex

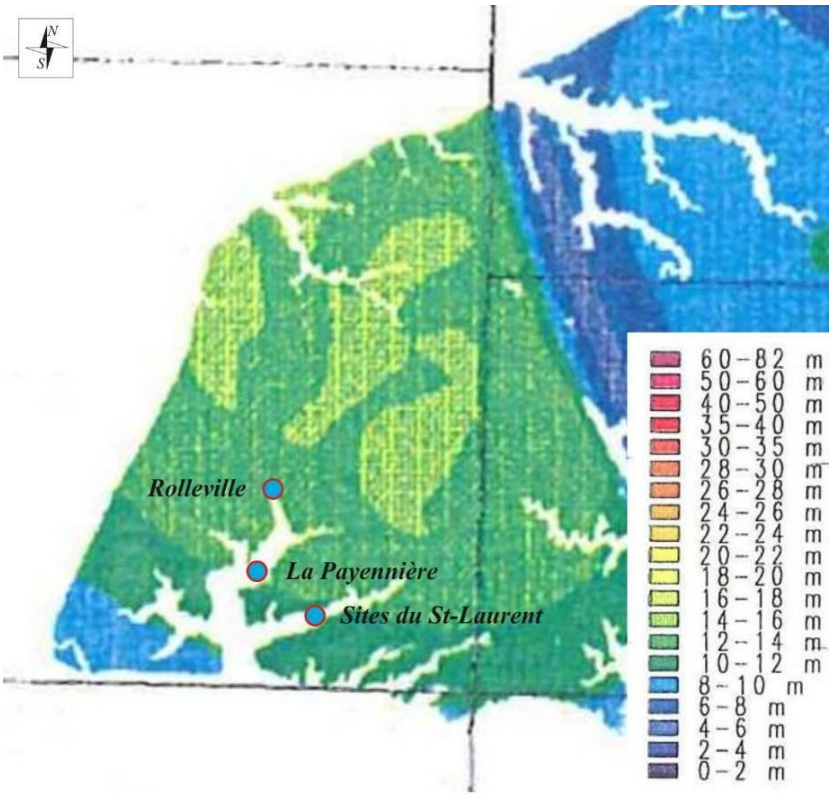
On regroupe sous le terme d'argile à silex (Rs sur la carte géologique) les formations argileuses brun-rouges résultant de l'altération de la craie (argile d'éluviation) et les résidus de silex que l'on rencontre soit dans la matrice argileuse, soit dans des axes au sein desquels les silex sont majoritaires : les biefs à silex.

Elles sont d'épaisseur variable : de quelques mètres à près de 20 m, avec un découpage en entonnoirs d'argile et en pinacle de craie. L'origine de ces entonnoirs est liée à l'attaque de la craie par les eaux acides des précipitations sous l'effet de facteurs hydrogéologiques et topographiques : concentrations des écoulements par la topographie, facteurs géologiques favorables à l'infiltration des eaux (bief a silex, poches de sables) et évacuation rapide des eaux vers la nappe de la craie.

Les formations à silex sont présentes à l'affleurement dès la rupture de pente des plateaux, que ce soit le long du littoral ou en tête de vallons secs.

Une carte des épaisseurs d'argiles à silex a été dessinée par B. Laignel (Laignel, 1997). Elle est reportée sur la figure suivante.

Figure 4-10 : Épaisseurs moyennes régionales de formations à silex



Laignel, 1997

La figure indique :

- ✓ Qu'au droit du périmètre de l'étude la formation admet une épaisseur comprise entre 10 et 16 m (épaisseur maximum au cœur de la Pointe de Caux),
- ✓ Que les épaisseurs s'organisent selon un gradient croissant du sud-ouest vers le nord-est.

C- Les colluvions

Les colluvions (C) sont de nature variée selon les zones d'emprunts. Ils sont composés de limons, d'argile et de silex, et le remaniement récent concerne même les sables tertiaires (sables fins de Saint Eustache). Ces colluvions se trouvent principalement sur les versants et au fond des vallées sèches.

La coupe lithologique du forage de l'usine de St-Laurent de Brévedent indique par exemple une épaisseur d'environ 10 m au droit du fond de la vallée du Saint-Laurent. Cette formation peut localement, lorsqu'elle est assez peu perméable, jouer un rôle dans la répartition géographique des émergences de la nappe dans une vallée.

D- Les formations tertiaires

Les formations tertiaires associées à la formation à silex : poches de sables (de Saint Eustache au Pliocène d'après Kuntz et al., 1974, sables à galets avellanaires rapportés à l'Yprésien selon Bignot et al., 1996), grès, brèches, conglomérats et argiles.

La formation à silex contient des poches de sables de dimensions et de formes variables. Leur largeur moyenne est de l'ordre de quelques dizaines de mètres.

Ces poches témoignent la plupart du temps d'un approfondissement karstique dans lequel les sables sont piégés et englobés dans la formation à silex. Cette formation est très hétérogène et il est difficile d'en sortir une composition type (variation de couleur de granulométrie). Tous ces sables sont composés d'anciens grains émoussés (usure marine ou fluviatile) éolisés.

E- Les alluvions

Les fonds de la vallée de la Lézarde et de la vallée du Saint-Laurent sont recouverts d'alluvions perméables. Elles sont fines en tête (tourbe, vase, sable fin ou grossier, limon organique), puis plus grossières en base (grave formée de silex provenant de la craie ou de l'argile à silex, liée à une matrice sableuse et glauconieuse).

Localement, ces alluvions sont recouvertes de limons issus des épisodes d'inondation dans la vallée de la Lézarde.

4.3.3 Données stratigraphiques et sédimentologiques sur le Crétacé

4.3.3.1 Méthodologie

A partir des travaux de Juignet (1974), Ragot (1988) et Hoyez (2008), les hydrogéologues de SAFEGE ont entrepris la reconnaissance des séquences du Cénomanien et du Turonien entre Bruneval et Sandouville. Les objectifs de ces observations visent d'une part à caractériser les séquences de dépôts et d'autres part d'aider à la compréhension de la structure. Cette phase de terrain permet en sus de mettre en exergue le rôle hydrogéologique de certains niveaux repères (cf. chapitre 6.1.1 page 127).

4.3.3.2 Stratigraphie du Crétacé supérieur

A- L'Albien

Même si les vallées de Saint Laurent et de la Lézarde offrent peu d'affleurements d'ampleur, le bassin de ces cours d'eau est compris entre les falaises de la Seine et les falaises du littoral de la pointe de Caux depuis Saint Adresse au sud jusqu'au Cap d'Antifer au nord.

Les premiers niveaux du Crétacé s'observent sur les falaises de Saint Adresse. L'Albien comprend :

- ✓ Un niveau de poudingue ferrugineux (poudingue de Cauville),
- ✓ Un niveau d'argile grise à noire, glauconieuse (séquence III de Juignet, pour le Gault des anciens auteurs),
- ✓ Un niveau de marne silteuse, grise, glauconieuse (Séquence IV et V de Juignet pour la Gaize des anciens auteurs).

Cet ensemble d'âge albien se termine en son sommet par une surface bioturbée (surface de Cauville, qui sépare les séquences IV et V de Juignet) et une surface de ravinement (**surface d'Octeville**) qui marque la fin de la séquence de dépôt.

B- Le Cénomanien, le Turonien et le Coniacien

Au-dessus de la surface de ravinement d'Octeville, un niveau repère de **craie glauconieuse conglomératique** à nombreux galets et lithoclastes marque le début du Cénomanien (séquence VI). Ce niveau se termine par le hard-ground de Bléville 1. Son extension couvre le bassin anglo-normand car il est identifié comme le *glauconitic marl member* dans le Sussex et le Kent (Mortimore et al., 2001).

La craie glauconieuse qui débute avec le banc conglomératique, a une épaisseur très variable (1 à 10 m, Juignet, 1974). Elle a été observée à Saint-Jouin Bruneval. Cette formation comprend de bas en haut :

1. Séquence VI : la glauconite grossière à galets et fossiles phosphatés située immédiatement au-dessus de la surface de ravinement d'Octeville, passant vers le sommet à une marne grise.
   - Base : surface d'Octeville
   - Sommet : Hard-ground de Bléville 1, non observé sur les plages de Saint-Jouin Bruneval.
2. Séquence VII : un niveau de marne glauconieuse à bioclastes et terriers.
   - Sommet : Hard-ground de Bléville 2 = Hard Ground de Saint-Jouin, situé sous le firmground de Beaumesnil (Hoyez, 2013).
3. Séquence VIII : glauconite crayeuse à la base passant à une craie argileuse parfois jaunâtre, bioturbée, à glauconie grossière, avec cordons de silex dans la partie inférieure. Les niveaux marneux repères (marne de Tancarville, La Poterie, Boucherot 1 et 2) sont nombreux.
   - Sommet : **Hard ground de Bruneval 1**, très bien marqué par une surface ferrugineuse et un banc sous-jacent très fossilifère.
4. Séquence IX : glauconite crayeuse à la base passant à une craie beige glauconieuse, bioturbée avec cordons de silex.
   - Sommet : **Hard ground Bruneval 2**, très bien marqué par une surface ferrugineuse.

✓ Séquence X : craie beige glauconieuse, bioturbée avec cordons de silex.

- Sommet : **Hard ground Rouen 1,** se présentant comme la surface supérieure d'un banc de craie très noduleuse qui annonce l'horizon fossilifère de Rouen.

La **craie de Rouen** commence donc avec le hard-ground du même nom et l'horizon fossilifère de Rouen. La coupe type de Juignet correspond à la falaise d'Antifer. A noter, qu'à l'instar de Juignet, nous avons retrouvé (2013) les mêmes séquences dans la carrière LAFARGE de Sandouvillle.

✓ Séquence XI : craie glauconieuse à bancs de silex.

- base : **Hard ground Rouen 1,**
- Sommet : **Hard-ground Pavilly**, discret sur la falaise de Bruneval.

✓ Séquence XII : craie glauconieuse à bancs de silex. Deux niveaux de silex très marqués ont retenus notre attention : le banc double Fourquet et le banc simple, très épais, nommé silex Antifer, situé juste au-dessous du hard-ground Antifer 1. Le niveau de silex Antifer est souligné par un mince délit marneux.

- Sommet : **Hard ground Antifer 1**

La **craie à *Actinocamax plenus***, ou **craie d'Antifer**, se distingue de la craie de Rouen car elle est dépourvue de bancs de silex. Elle se présente comme une série de bancs épais de craie blanche, avec trois bancs massifs au milieu de la série. Juignet (1974) distingue plusieurs séquences en fonction de l'expression de hard-ground dénommé Antifer 2, 3a, 3b et 3c. Pour notre propos, la craie d'Antifer correspond à la succession de 5 bancs massifs, exposés sur la falaise d'Antifer, et retrouvés dans la carrière de Sandouville.

- ✓ Séquence XII/XII/XIV : craie blanche sans silex disposée en 4 bancs massifs.
  - Base **: hard ground Antifer 1**
  - Sommet **: hard ground Antifer 3**
- ✓ séquence XV (Ragot, 1988) : craie blanche noduleuse à débris d'inocérames, sans silex disposée en un banc d'âge incertain (limite Cénomanien-Turonien). Pour certains auteurs (Hoyez, 2008), le Turonien débute à partir d'Antifer 3 faute de repère paléontologique (couche à *Sciponoceras*), tandis que d'autres définissent au-dessus du HG Antifer 3 un HORIZON A intermédiaire car dépourvu d'inocérames (Juignet, 1974, Ragot, 1988). Étant donné que cette séquence conserve la lithologie de la séquence XIV et qu'elle est de ce fait difficile à distinguer, nous avons retenu le découpage de Ragot et Juignet.
  - **hard ground Fagnet 1**

Au-dessus de la séquence XV, le Turonien est décrit à partir de la coupe de la falaise de Tancarville. En effet, le Turonien inférieur semble conserver les mêmes faciès entre Seine et Manche. Au Turonien moyen, les variations de faciès sont importantes. Les épisodes de dolomies d'Étretat par exemple n'ont pas été retrouvés sur les falaises de la Seine.

- ✓ Séquence XVI : craie en un banc massif en général pourvue de silex disséminés mais pouvant localement être dépourvue de silex, bioturbé, jaunâtre, reconnue au pied de Tancarville et à Antifer
  - **hard ground Tilleul 2**
- ✓ Séquence XVII : craie grise à silex noir. La craie située au-dessus des deux hard-grounds de Tilleul se présente comme une **craie massive blanche à silex disséminés** entre Antifer et la Manneporte (craie de saint Nicolas). Elle appartient au Turonien. Dans la carrière de Sandouville, les premiers niveaux de craie situés au-dessus de la craie d'Antifer se présentent sous l'aspect de séquences en auges convexes vers le haut.
  - **Hard ground Gravenchon 2** (équivalent des HG Manneporte d'Hoyez)
- ✓ Séquence XVIII : craie grise à silex noir disséminés se terminant par trois cordons de craie noduleuse (HG Beuzevillette 2 et 3, HG Radicatel 1 de Ragot, pouvant correspondre aux HG Vévigne de Hoyez). Nous avons identifié cette séquence en sommet de falaise de Bruneval.
  - **hard ground Beuzevilette 3**

- ✓ Séquence XIX : craie grise à silex noirs disposés en bancs . Un niveau marneux médian est observable sous le pont de Tancarville. Cette séquence se termine par trois bancs de craie noduleuse (HG Radicatel 2 et Lillebonne 1 et 2). La base de cette séquence appartiendrait à un niveau de transition Turo-Coniacien (séquence XIXa et XIXb de Ragot).
  - **hard ground Lillebonne 2**

Au-dessus de la séquence XIX, la craie se présente comme une craie blanchâtre à lit de silex noirs très épais. La séquence XX de Ragot peut être mise en parallèle avec le début du Coniacien de Hoyez étant donné la similitude de certains repères.

- ✓ Séquence XX : craie à silex. Un banc plus marneux à la base (séquence XXa = marne Yport de Hoyez) et quatre bancs de silex (2 x 2 de Hoyez) marquent la base de la séquence
  - Non défini dans les travaux de Ragot. Marne Shoreham pour Hoyez.

Les planches ci-après illustrent les repères utilisés pour la définition des séquences, identifiées lors d'une campagne de terrain en date de juillet 2013.

Figure 4-11 : Schéma de corrélation des niveaux repères

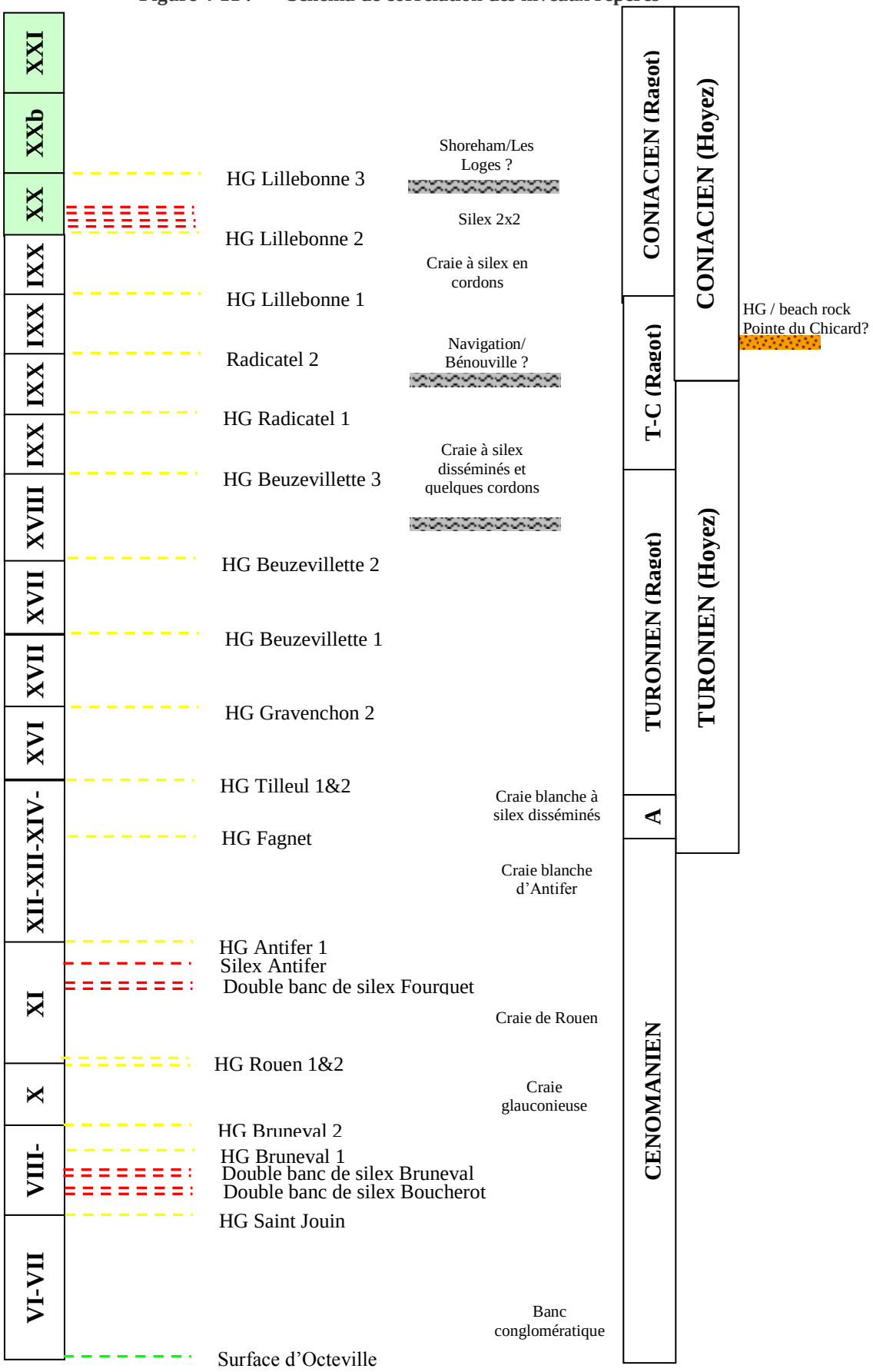
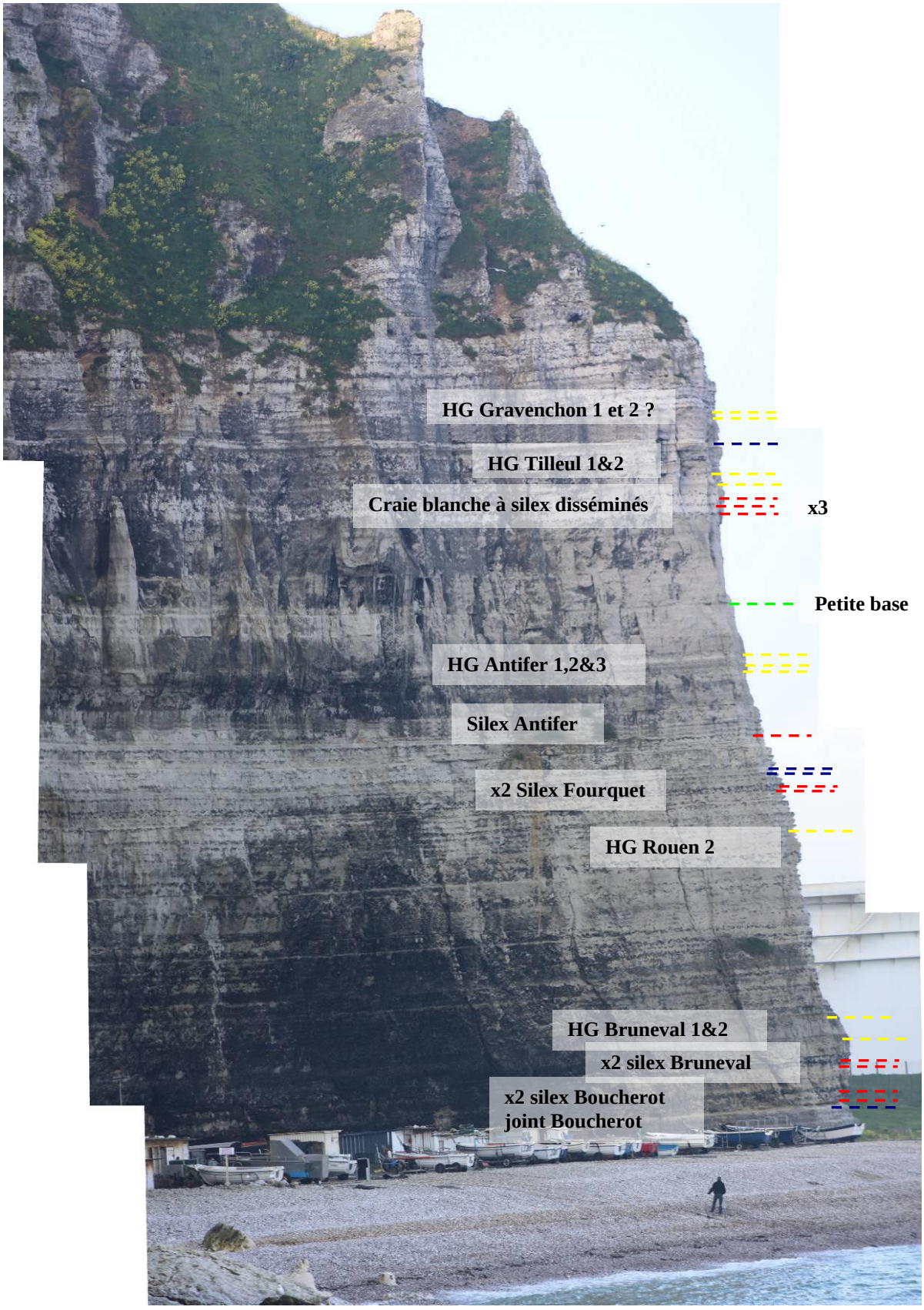
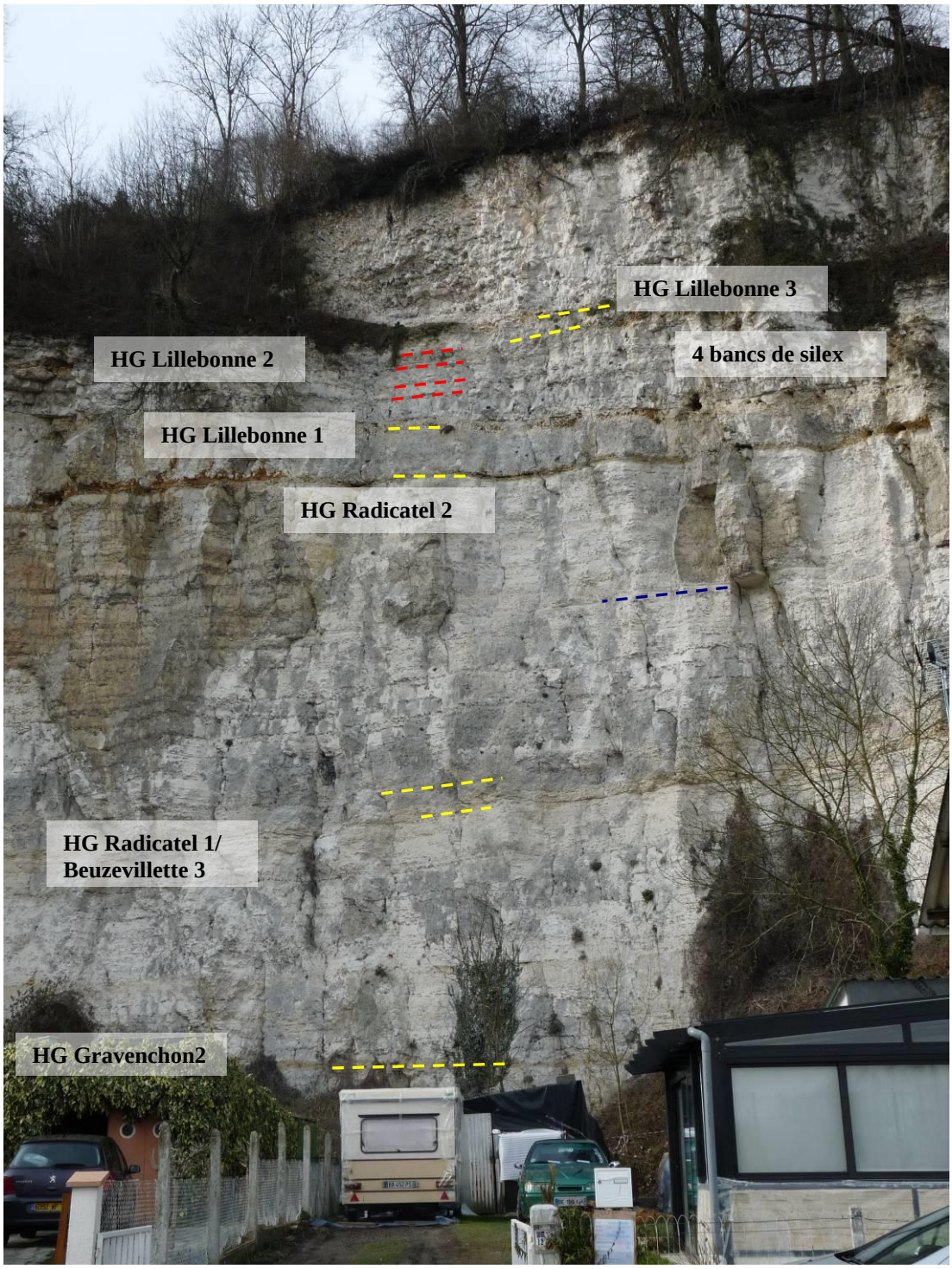


Figure 4-12 : Coupe lithostratigraphique de la falaise du terminal pétrolier



Enfin, au niveau des sources du Moulin (Radicatel), la séquence XXa se trouve au-dessus des émergences et les séquences XIXa et XIXb sont décrites comme une craie « jaune noduleuse et dolomitique » (Ragot, 1988).

Figure 4-13 : Coupe lithostratigraphique de la falaise de Tancarville



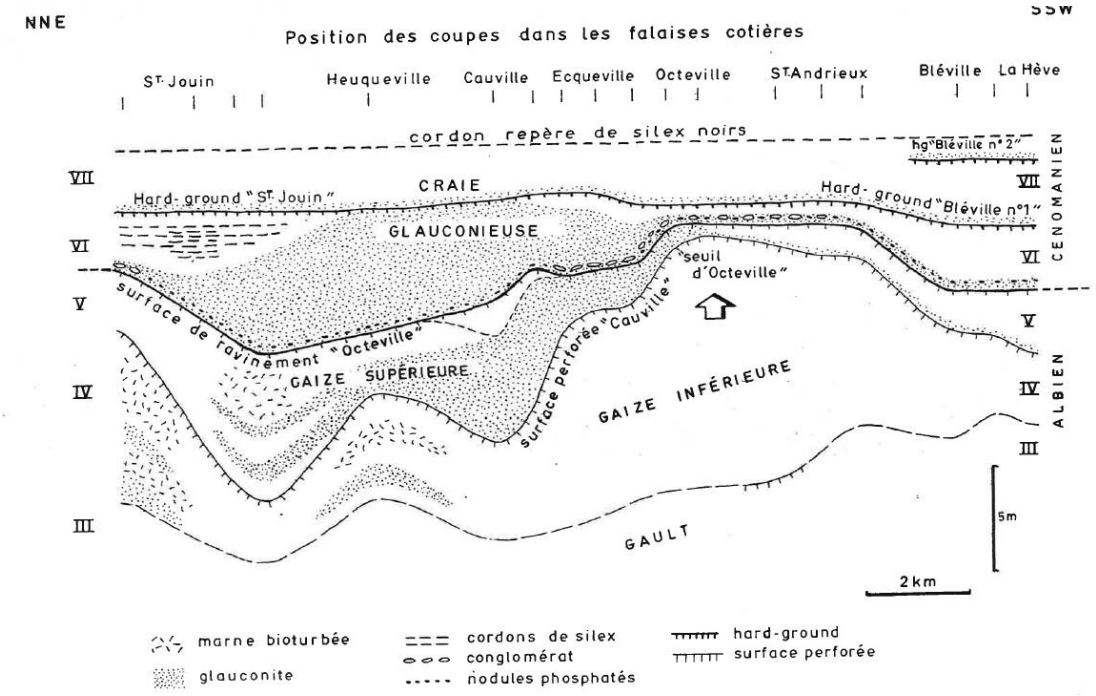
4.4 Données sur la tectonique

4.4.1 Réflexion sur le bassin normanien

Juignet (1974) puis Ragot (1988) définissent un bassin normanien compris entre la faille de Fécamp et un haut fond qui est situé à Octeville (Figure 4-14). Ce haut fond contrôle la sédimentation du passage Albien-Cénomanien et plus particulièrement des séquences V et VI. La sédimentation détritique terrigène est très développée dans la séquence V à l'ouest du seuil d'Octeville et se prolonge avec les sables de Lillebonne (Ragot, 1988). La base de la séquence VI (Cénomanien) se présente dans le bassin normanien sous un faciès de glauconite voir de sables glauconieux bien développé jusqu'à Saint-Jouin. Sur le seuil, la surface d'Octeville est très bien marquée avec un niveau de galets centimétriques noirs marquant la surface de ravinement.

Les décalages mis en évidence peuvent ainsi être liés à un paléorelief du substratum jurassique, en lien avec des systèmes de failles créant des hauts fonds comme celui d'Octeville. Aucune donnée ne permet actuellement de valider une origine tectonique de cette structure.

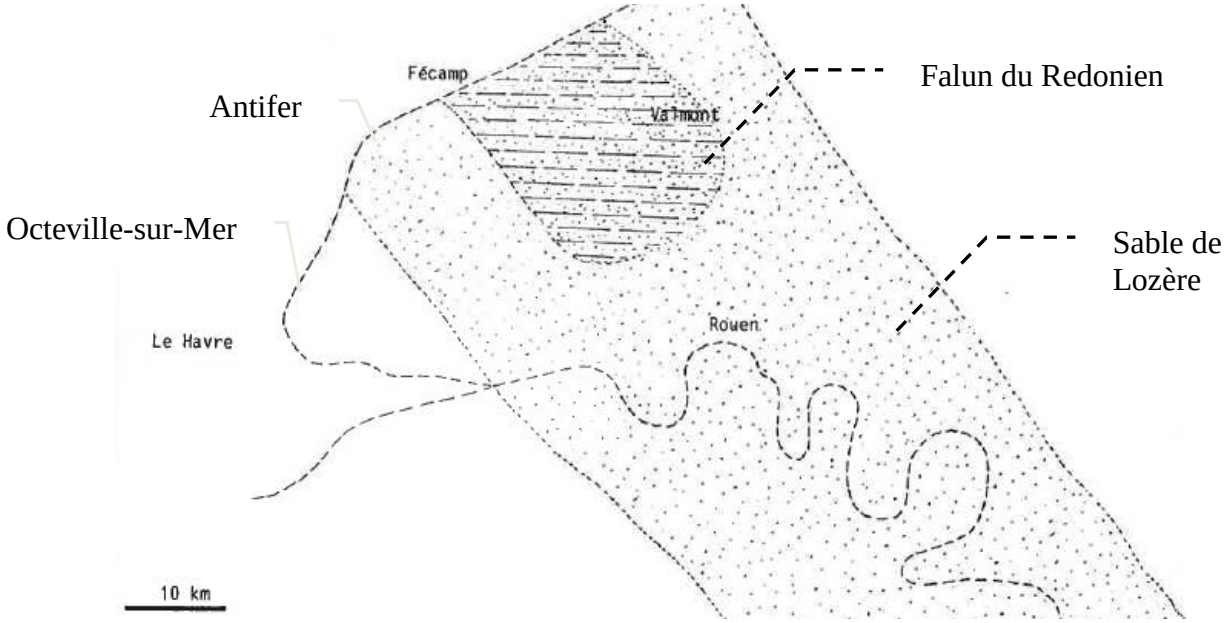
Figure 4-14 : Variations d'épaisseurs de l'Albien et De la base du Cénomanien



Source : Juignet, 1974

La structuration de ce bassin n'a pas fait l'objet d'études approfondies depuis les travaux de Juignet et Ragot, de sorte qu'il n'est pas possible de savoir si les captages font partie de la province normanienne. Néanmoins, cette province sédimentaire semble encore active au Tertiaire au regard de l'extension des faciès néogènes.

Figure 4-15 : Carte de l'extension des sables de Lozère



Source : Ragot, 1988

4.4.2 Les failles

4.4.2.1 Données structurales du plateau

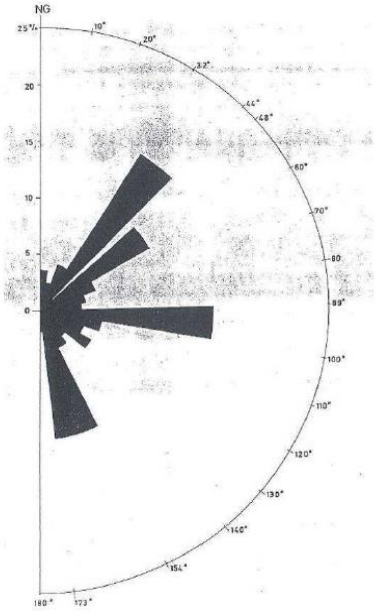
Dans le Pays de Caux, l'ensemble subtabulaire de la craie du Crétacé supérieur est incliné vers le NE avec un faible pendage de l'ordre de 5 ‰ (Ternet, 1969). Cette structure est faiblement déformée mais présente des décalages liés au passage de failles normales de direction armoricaine et secondairement par des failles de direction varisque (N30-50°E). J.P. Holé et al. retranscrivaient en 1978 l'interprétation photogéologique du secteur de la Pointe de Caux, réalisée par G. Galmier et complétée par J.Y. Scanvic (Holé et al. 1978).

L'étude de la fréquence d'apparition de 4 groupes de directions fournie les résultats suivants pour les 274 alignements identifiés :

- ✓ 16,42% orientés N32° à N44°E de direction varisque,
- ✓ 10,95% orientés N48° à N60°E,
- ✓ 14,96% orientés N89° à N100°E,
- ✓ 11,3% orientés N154° à N173°E, qui est la direction des grands accidents (faille de Lillebonne-Fécamp).

La figure suivante en propose une représentation graphique.

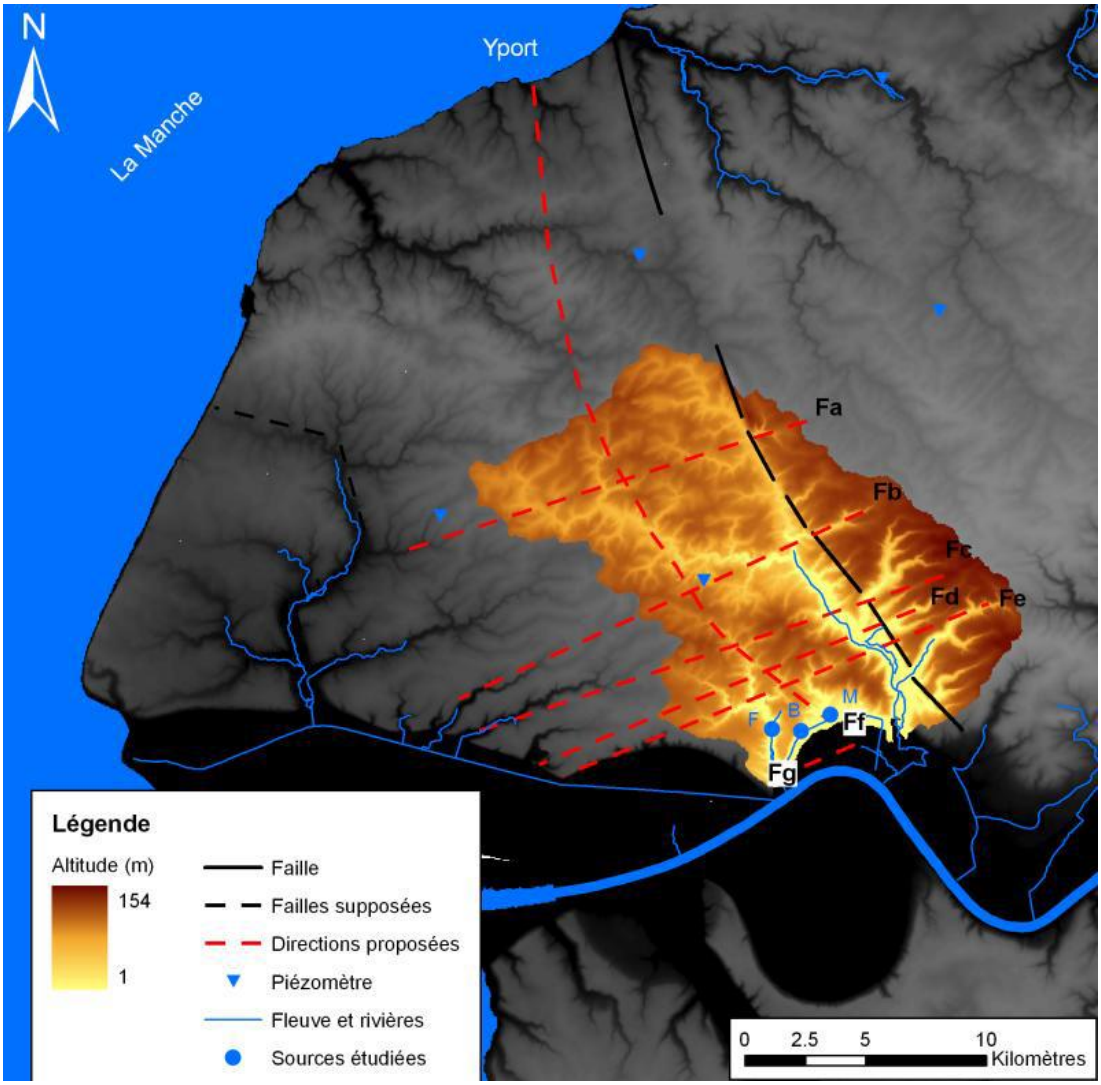
Figure 4-16 : Histogramme de fracturation des alignements identifiés



J.P. Holé et al. 1978

Hanin (2012) a proposé d'expliquer certaines variations de la zone non saturée par la distribution d'accidents. Il propose un jeu de faille N30°E sur le bec de Caux (cf. figure suivante).

Figure 4-17 : Schéma structural au droit du secteur de la vallée du Commerce



Source : Hanin, 2012

4.4.2.2 L'accident de la Lézarde

Une **étude géotechnique réalisée par l'Organisme Technique Régional de Rouen des Ponts et Chaussées** a porté sur la vallée de la Lézarde (rapport PV n°4594, 1969). Sur la base de sondages géologiques et géotechniques, elle a abouti à l'établissement d'une carte de l'écorché des formations crétacé au droit d'un secteur compris entre Epouville au nord, Harfleur au sud et St-Martin du Manoir à l'est. La carte est reportée à la figure suivante. On en tire plusieurs enseignements adaptés au contexte local :

- ✓ Entre Montivilliers et Harfleur, le lit de la Lézarde repose sur la Gaize et les argiles du Gault.
- ✓ Le pendage général des formations géologiques vers le nord-est est confirmé. Compte tenu de la précision des coupes, il est difficile d'en proposer une valeur.

- ✓ A la confluence entre le Saint-Laurent et la Lézarde, et dans le centre de Montivilliers, le toit de l'Albien se trouve à +/- 10 m NGF.
- ✓ Dans la vallée de la Lézarde, le toit du Cénomanien inférieur se trouve à + 20 m NGF en aval immédiat du bourg d'Epouville (hameau Le Moulin de la Drille). Dans la vallée du Saint-Laurent, il se trouve à + 20 m NGF au hameau Les Cressonnières (St-Martin du Manoir).

  L'étude indique que la puissance du Cénomanien inférieur est de l'ordre de 15 m. Il est constitué d'une craie marneuse glauconieuse disposant des « *caractéristiques d'une argile peu élastique* ».
- ✓ Le toit du Cénomanien moyen et supérieur se rencontre plus en amont dans les vallées du Saint-Laurent et de la Lézarde. La représentation cartographique ne permet pas d'apporter plus de précisions.

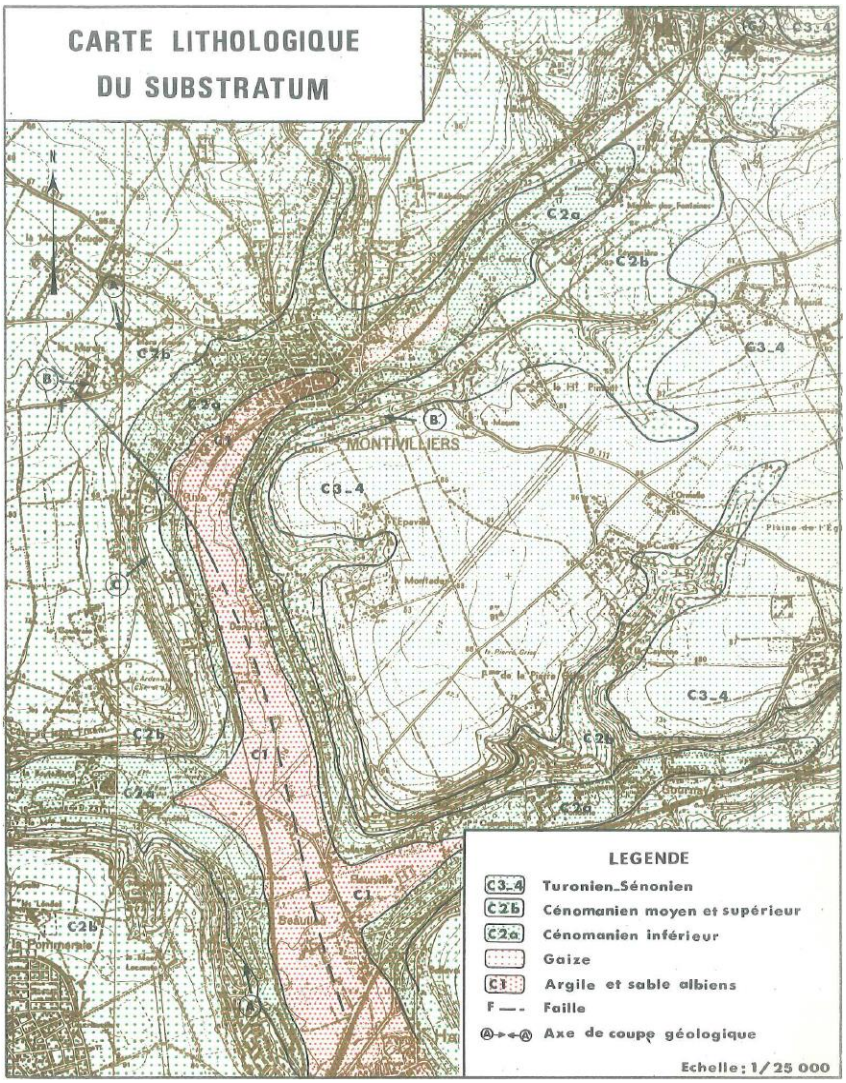
  Il s'agit également d'une « *craie marneuse mais beaucoup plus dure que l'inférieur, sableuse, contenant des lits de silex noirs* ». C'est le faciès de la craie de Rouen.
- ✓ Au vu de la représentation de l'écorché des formations du crétacé, il est possible que les émergences du site de La Payennière soient générées par le contact entre le Cénomanien moyen et supérieur d'une part et le Cénomanien inférieur d'autre part.

Une faille, dite faille de la Lézarde, a été évoquée dans le lit de la Lézarde. Elle est orientée N180 à N140°E. Cet accident a été cartographié dans le cadre d'une étude géotechnique (Ursat et al., 1969). Elle fait apparaître un décalage du Cénomanien par un accident empruntant la vallée de la Lézarde au sud de Montivilliers et remontant ensuite vers Octeville-sur Mer sur environ 500 m.

*N.B. : l'accident est probablement plus subvertical qu'incliné comme sur la figure suivante (*Figure 4-19*). Le décalage serait de l'ordre d'une quinzaine à une vingtaine de mètres avec un rejet de faille vers le SW.*

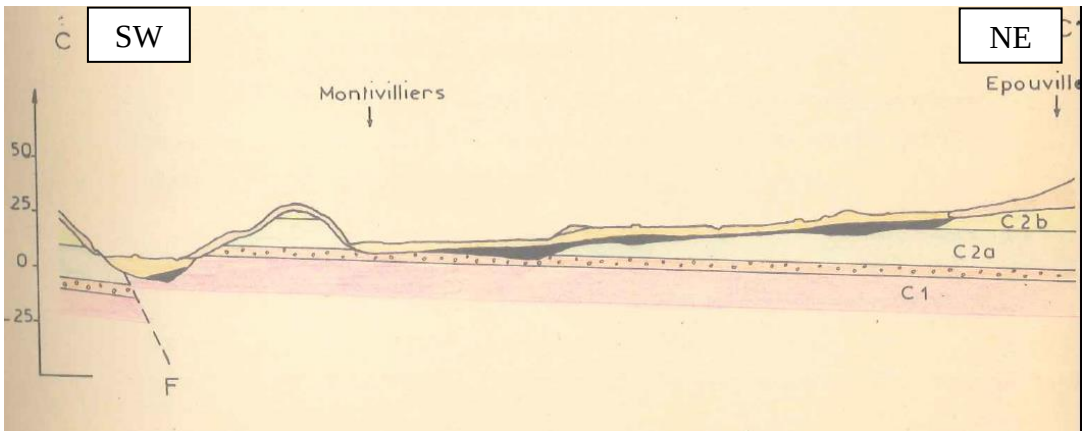
Cet accident abaisserait le compartiment SW alors qu'il est nettement surélevé puisque les couches albiennes et kimméridgiennes sont observables à Sainte Adresse. L'existence de cette faille suppose donc la présence d'un autre accident vers Octeville-sur-Mer, non décrit à ce jour.

Figure 4-18 : Carte lithologique du substratum de la partie basse de la vallée de la Lézarde



Source : rapport PV n°4594, OTR Rouen des Ponts et Chaussées, 1969

Figure 4-19 : Coupe orientée N45°E de la basse vallée de la Lézarde

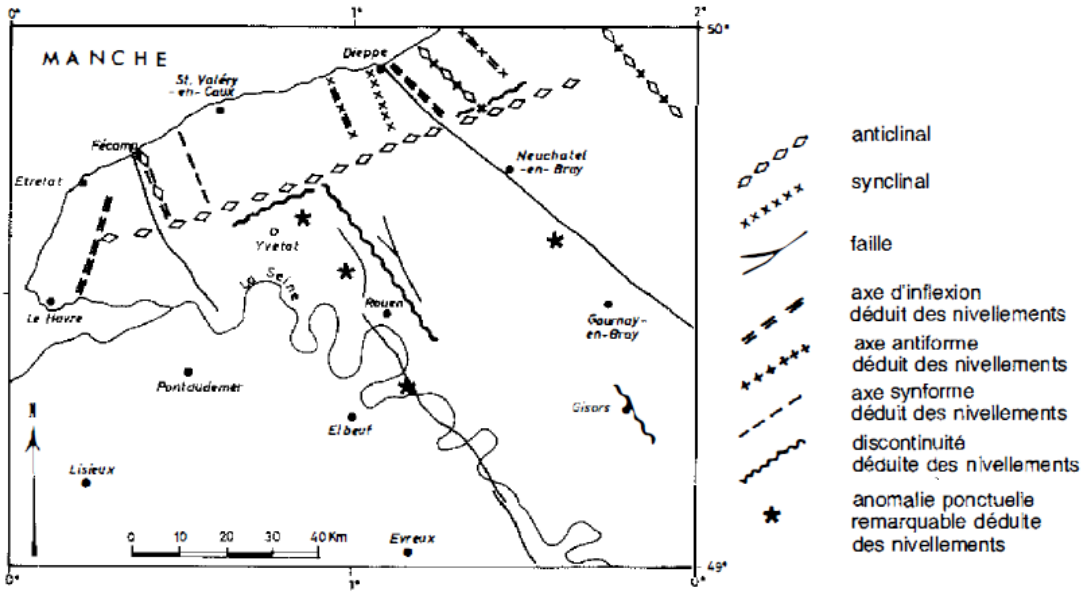


Source : Ursat et al., 1969

4.4.2.3 L'inflexion de l'estuaire de la Seine

La structuration de la Normandie a été étudiée par comparaison des nivellements de 1890 et 1980 par Fourniguet (1987). L'auteur montre l'activité des failles de Rouen et de Lillebonne-Fécamp, mais aussi la présence de plis anticlinaux N35°E. Sur la pointe de Caux, le trait majeur est une inflexion qui part de l'estuaire de la Seine et se prolonge en direction de Fécamp selon une direction N10°E atypique pour le style tectonique du pays de Caux.

Figure 4-20 : L'inflexion de l'estuaire de la Seine



Source : Fourniguet, 1987

4.4.3 Données sur la géométrie des couches

Avertissement : les données présentées sont issues de l'étude de la CGG. Les failles décrites ne sont pas prises en compte.

4.4.3.1 Le Turonien

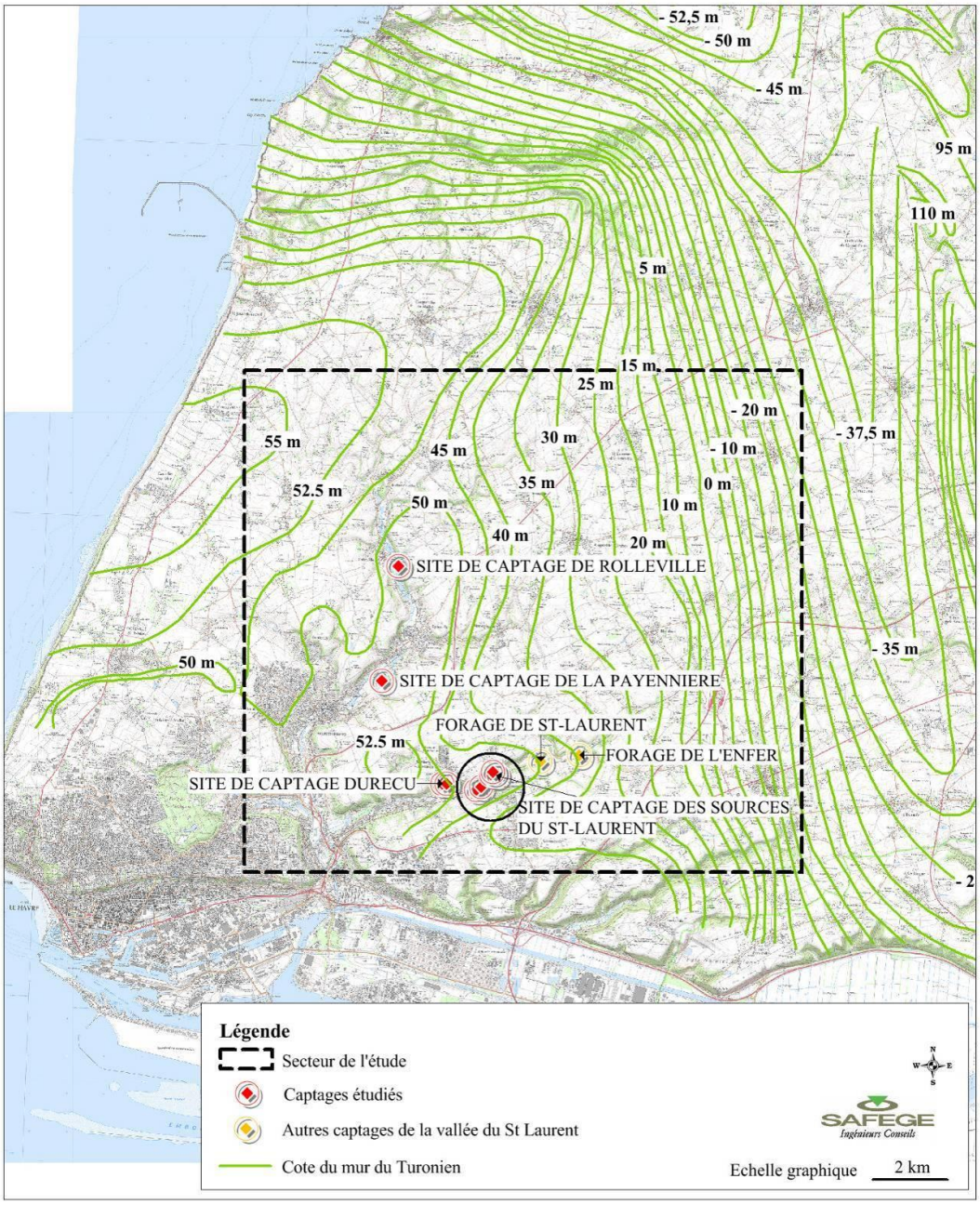
L'étage Turonien n'est que très localement observable dans la vallée de la Lézarde (Epouville). Une carte de synthèse de la cote du mur du Turonien (?) a été réalisée par la CCG en 1997. Elle est placée à la page suivante (Figure 4-21). Elle montre qu'au droit du secteur d'étude le mur du Turonien remonte selon un gradient nord-est / sud-ouest : de –20m NGF à Bornambusc, il atteint +52,5 m NGF au droit du bourg de Saint-Martin du Manoir. Cette échelle de représentation masque évidemment les irrégularités ponctuelles, telles que des accidents suspectés entre la faille de Fécamp – Lillebonne à l'est et le bombement anticlinal du Havre, et notamment la faille de la vallée de la Lézarde (cf. Figure 4-19).

4.4.3.2 Le Cénomanien

Une carte de synthèse de la cote du mur du Cénomanien est placée ci-après (réalisation CGG, 1997). Son comportement est similaire à celui du Turonien ; le mur remonte progressivement vers l'ouest. La direction est cette fois davantage marquée d'est en ouest de -70 m NGF à Bornambusc à + 40 m NGF à Cauville sur Mer.

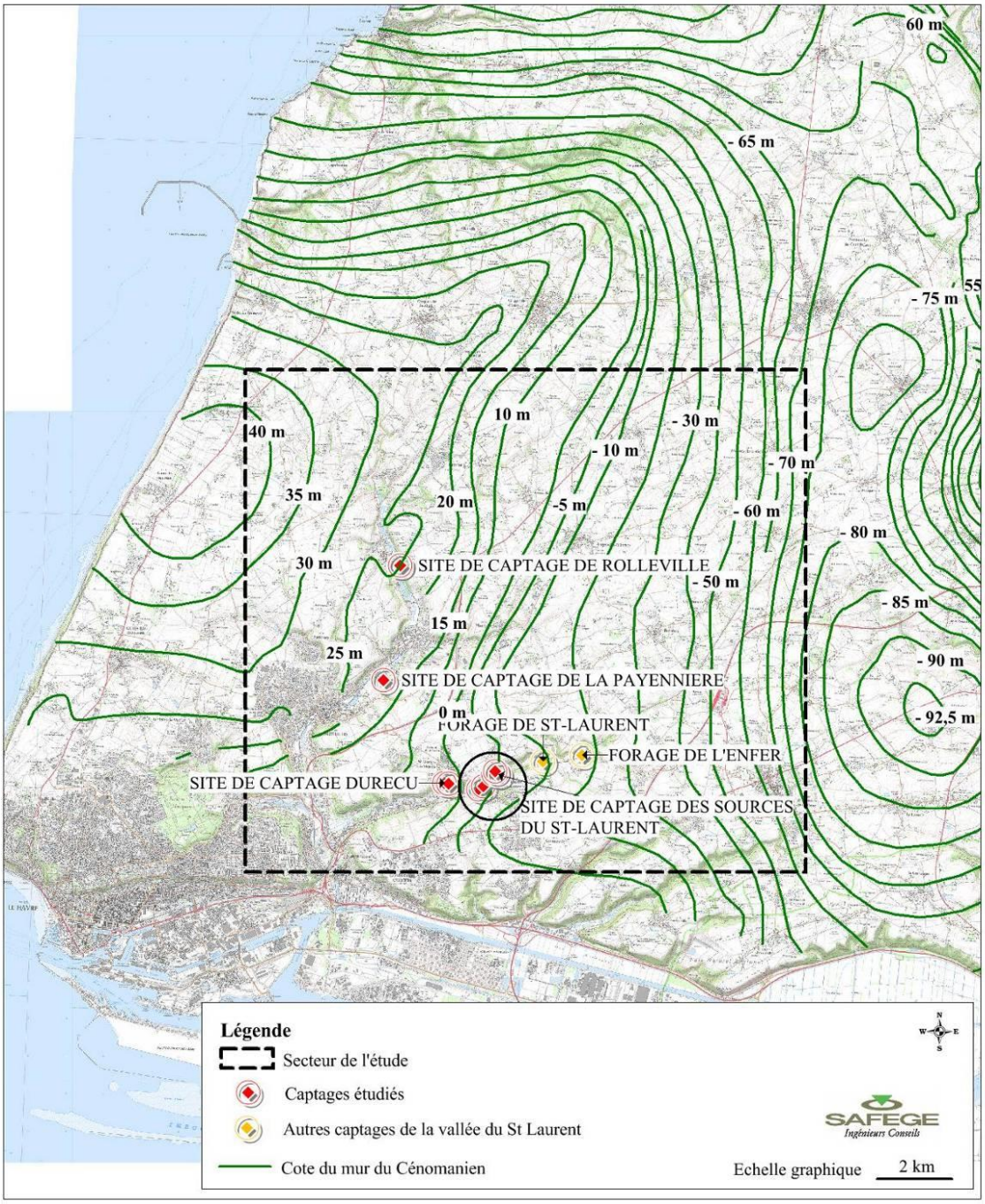
La superposition des cartes du mur du Turonien et du Cénomanien laisse entendre que l'épaisseur du Cénomanien serait d'environ 45 à 50 m au droit de la zone centrale du secteur d'étude. L'épaisseur du Cénomanien se réduit vers l'ouest (15 m à Cauville).

Figure 4-21 : Isohypses du mur du Turonien



Source : CGG, 1997

Figure 4-22 : Isohypses du mur du Cénomanien



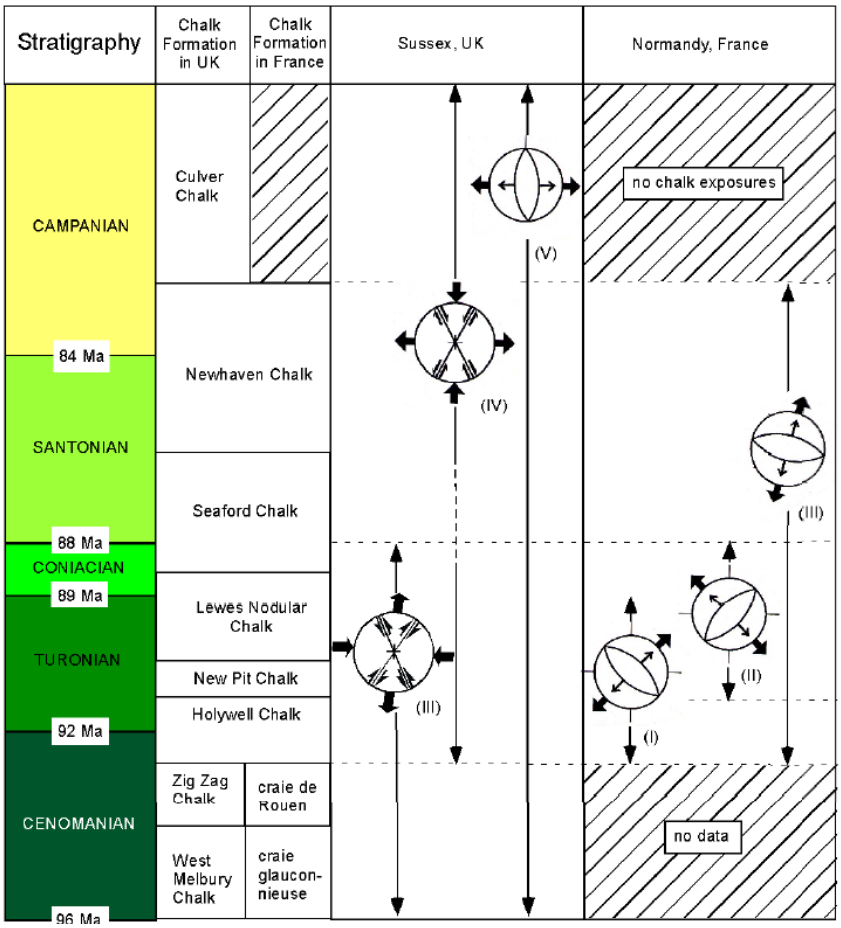
Source : CGG, 1997

4.4.4 Chronologie tectonique

La tectonique de la craie a été étudiée par comparaison des données des falaises anglaises et normandes (Duperret et al., 2011). Plusieurs phases tectoniques ont été mises en évidence, à partir de l'analyse de 1600 fissures et failles, dont les premières sont synsédimentaires :

- ✓ Phase I : extension NE-SW liée à l'ouverture de l'Atlantique Nord, d'âge Turonien,
- ✓ Phase II : extension NW-SE d'âge Coniacien,
- ✓ Phase III : extension NNE-SSW associée à une compression ESE-WNW dans le Sussex, probablement en relation avec l'ouverture de la Manche,
- ✓ Phase IV : compression N-S (tardi Oligocène) / extension E-W,
- ✓ Phase V : extension E-W (tardi Miocène).

Figure 4-23 : Événements tectonique affectant la craie (Duperret et al., 2011)



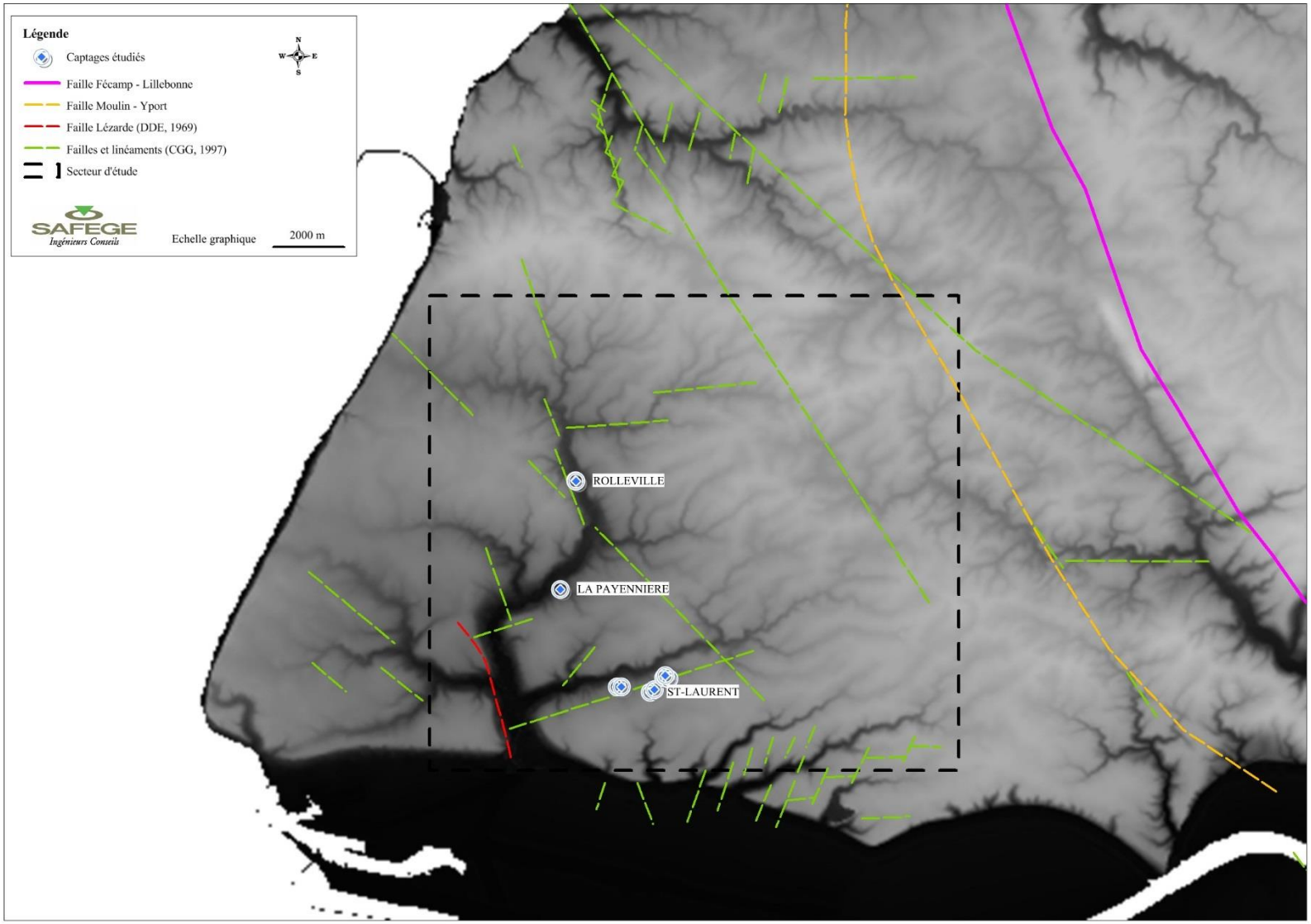
4.4.5 Bilan tectonique

Un report des accidents tectoniques connus est proposé à la figure suivante. Il est mis en relation avec la topographie du terrain naturel sous forme de Modèle Numérique de Terrain (MNT) au pas de 75 m.

Les données dont nous disposons relatives aux accidents géologiques sont les suivantes :

- ✓ Cartes géologiques (1/50000ème) et notices du BRGM : faille principale de Lillebonne – Fécamp à l'est du secteur d'étude et modifiant régionalement la structure du soubassement géologique.
- ✓ Mise en évidence lors d'études récentes réalisées pour le compte de la CODAH : faille Moulin – Yport à l'est du secteur d'étude, et constituant la marge ouest d'un fossé d'effondrement délimité par cet accident et le précédent.
- ✓ Étude géotechnique de la vallée de la Lézarde (organisme technique régional des Ponts et Chaussées – Rouen) 1969 : faille de la vallée de la Lézarde d'orientation NNW-SSE illustrant un décalage des formations crayeuses.
- ✓ Étude départementale de la CGG de 1997 : outre l'accident évoqué ci-dessus, l'ensemble des failles et linéaments supposés localement y sont reportés. Ils ne génèrent pas nécessairement d'incidences significatives sur les écoulements de la nappe.

Figure 4-24 : Synthèse des accidents géologiques connus et reconnus



Source : CGG 1997, fond documentaire SAFEGE

4.5 Données hydrogéologiques

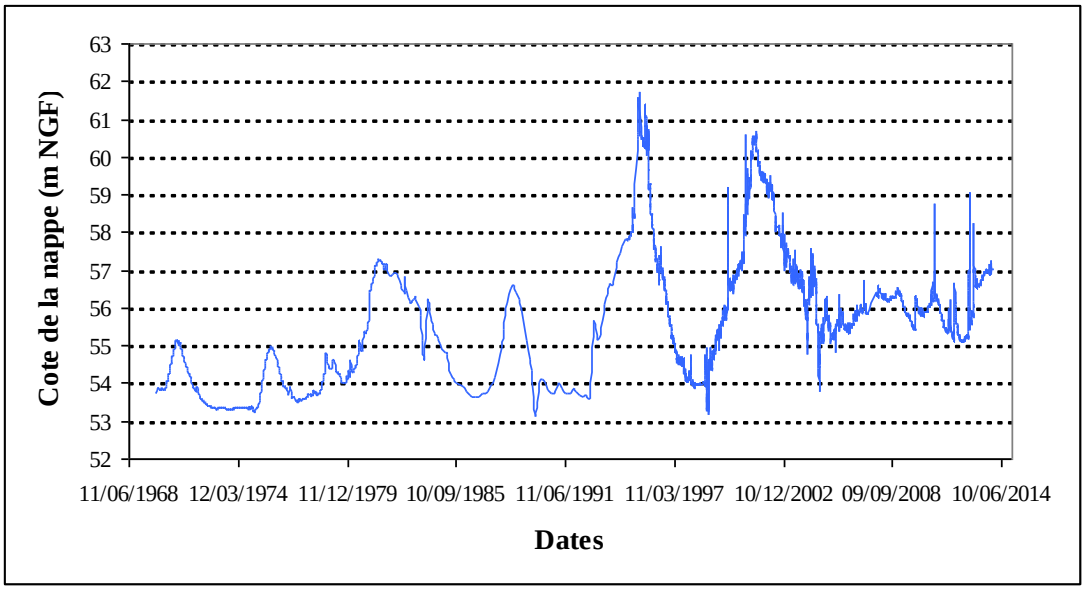
4.5.1 Piézométrie

4.5.1.1 Chroniques piézométriques

Au droit des entités hydrogéologiques des bassins de la Lézarde et du Saint-Laurent, le niveau de base hydraulique est imposé par les cours d'eau et leur nappe d'accompagnement. A leurs abords les variations saisonnières et interannuelles y sont limitées.

Le piézomètre de référence du secteur d'étude se situe sur la commune de Manéglise (00748X0008), au hameau des Hellandes (+ 110 m NGF). D'une profondeur de 60m, il ne représente pas la nappe du Cénomanien. Il est suivi par le BRGM et intègre le réseau de suivi départemental des eaux souterraines. La chronique de suivi entre novembre 1969 et décembre 2013 est la suivante :

Figure 4-25 : Chronique de suivi piézométrique à Manéglise



Source : site ADES http://www.ades.eaufrance.fr

La chronique de suivi illustre la succession d'époques de hautes et de basses eaux plus ou moins marquées. Dans le détail, on distingue aussi des variations saisonnières du niveau de la nappe.

Le niveau de la nappe évolue au droit du plateau entre 53,13 m NGF en basses eaux et 61,75 m NGF en hautes eaux.

Les dernières époques de basses eaux sont identifiées pour décembre 1998, octobre 2004 et septembre 2012. Les dernières époques de hautes eaux sont notées pour avril 1995 et juillet 2001.

Depuis 2012, la recharge de la nappe se traduit par une remontée des niveaux de la nappe qui atteignent 57 m NGF au début décembre 2013. A l'heure actuelle (décembre 2013) l'état hydrique de la nappe de la craie correspond à une situation intermédiaire de niveaux moyens.

Au vu de cette chronique de suivi il semble établit qu'il existe un niveau de base de la nappe vers 53,50 m NGF au-delà duquel la nappe ne descend pas.

4.5.1.2 Piézométrie de la nappe

La cartographie retenue est issue de l'atlas hydrogéologique régional de Haute Normandie « Cartes piézométriques de l'aquifère crayeux » (rapport final BRGM/RP-59301-FR, juin 2011).

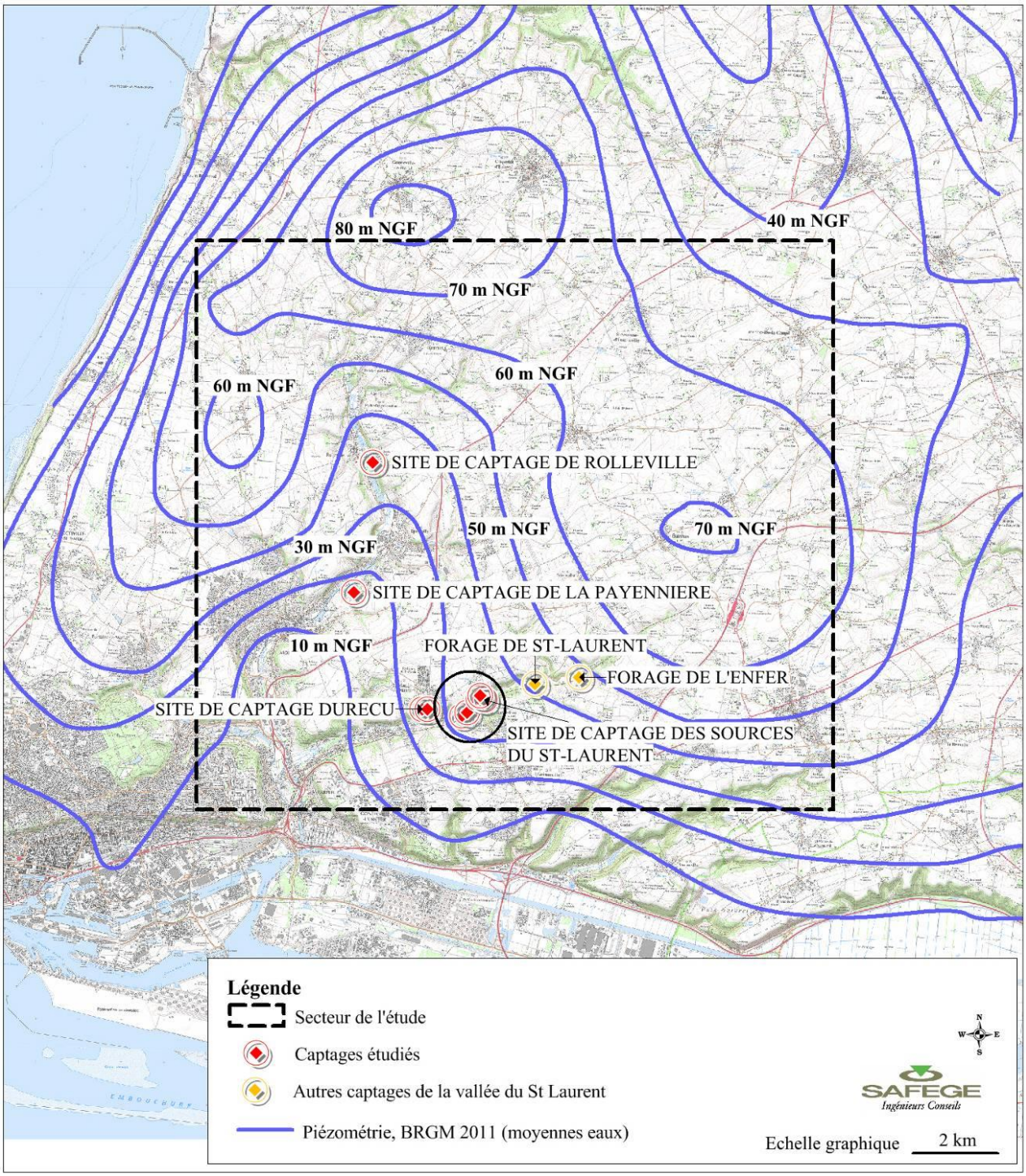
Elle est basée sur les relevés piézométriques synchrones effectués sur le territoire de la région Haute Normandie au printemps 2001 (conditions de très hautes eaux) et en automne 2006 (basses eaux) dans la nappe de la craie.

Elle résulte de la moyenne des deux états de hautes et basses eaux ; et peut être considérée comme une piézométrie moyenne de la nappe. Les isopièzes ont été reporté Cette piézométrie est établie sur un nombre limité de points d'appui (piézomètres, sites de mesures, etc.). C'est pourquoi certains détails de contextes géographiques précis n'apparaissent pas sur l'allure générale des isopièzes.

Au regard de la figure suivante, on remarque :

- ✓ La présence d'une crête piézométrique dans le quart nord-est du secteur d'étude. Deux points hauts de la nappe situés à Gonneville-la-Mallet (80 m NGF) et à Etainhus (70 m NGF) constituent la ligne maximale d'extension vers l'amont des entités hydrogéologiques de la Pointe de Caux.
- ✓ Les écoulements de la nappe se font à partir de cette crête de manière généralisée vers le sud-ouest. L'isopièze + 10 m NGF constitue la dernière indication de la cote de la nappe. Elle traverse la vallée de la Lézarde à Montivilliers et la vallée du Saint-Laurent à Harfleur.
- ✓ L'effet drainant de la vallée de la Lézarde est nettement visible sur l'allure des isopièzes. Le gradient hydraulique moyen y est d'environ 0,5%. L'altimétrie des sources de Rolleville et de la Payennière, marquant l'interception du toit de la nappe par la topographie, confirme la piézométrie du BRGM.
- ✓ L'effet de la vallée du Saint-Laurent n'est en revanche pas visible. Ceci est sans doute dû à une carence de points d'observation de la nappe dans ce secteur qui a conduit à lisser les isopièzes au droit de la vallée. L'altimétrie indiquée du toit de la nappe au droit des sources de Saint-Laurent est toutefois cohérente (entre 35 et 40 m NGF). On remarquera que ce constat d'absence de représentation de l'effet drainant de la vallée du Saint-Laurent est également valable pour tous les autres vallons connexes à la vallée de la Seine (Rogerval, Sandouville, Oudalle, etc.).

Figure 4-26 : Piézométrie de la nappe de la craie (BRGM, 2011)



Source : BRGM, 2011

4.5.2 Données sur les écoulements karstiques

4.5.2.1 Approche conceptuelle retenue

La structure de l'aquifère karstique est communément divisée en 3 zones, présentant chacune des caractéristiques hydrauliques singulières.

✓ L'épikarst

Il constitue la partie supérieure de l'aquifère karstique et résulte des phénomènes de décompression et d'altération. Il présente une perméabilité élevée comparée au reste de l'aquifère et peut être le siège d'une nappe perchée (sa base est semi-perméable). L'état de saturation en eau est dépendant des conditions hydrométéorologiques de surface.

✓ La zone non saturée

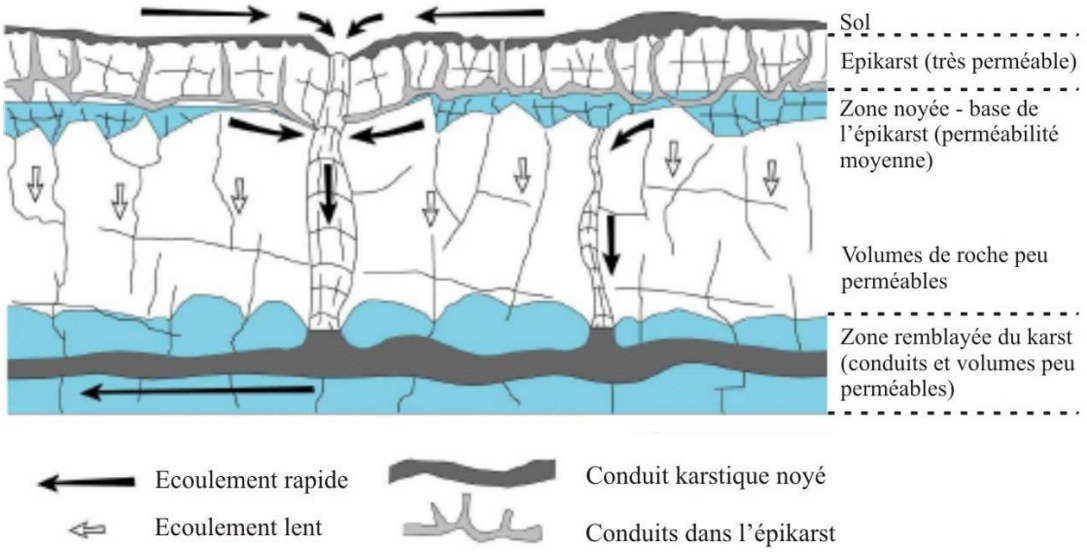
Sous-jacente à l'épikarst, sa fonction transmissive domine. Cette zone est sujette à une infiltration lente matricielle et à une infiltration rapide via les discontinuités subverticales. La fonction capacitive est liée à une fine fissuration de la matrice et à des conduits peu karstifiés.

L'épikarst et la zone non saturée forment la zone d'infiltration de l'aquifère karstique.

✓ La zone saturée ou zone noyée

C'est un milieu à triple porosité où la matrice micro-fissurée capacitive (pores et microfissures) peu perméable est en connexion avec des conduits drainants assurant l'écoulement vers l'exutoire. Celui-ci présente généralement un écoulement turbulent et rapide. A l'étiage, ces axes assurent le drainage des Systèmes Annexes aux Drains (SAD), principales zones capacitives de l'aquifère karstique, alors qu'il les alimente en période de crue (Gielin, 2010 ; Plagnes, 1997, IN : Fournier, 2006).

Figure 4-27 : Zonage hydraulique d'un aquifère karstique



(Smart & Friedrich, 1986, IN : Gielin, 2010)

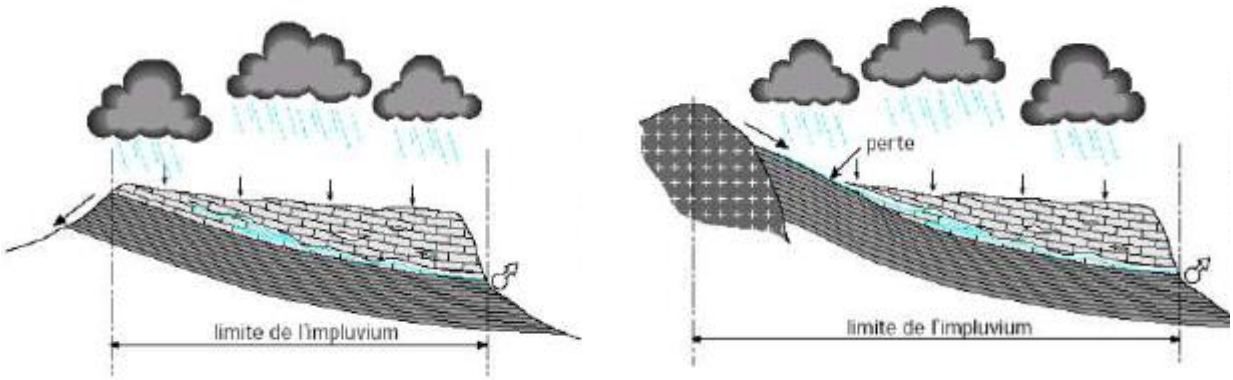
4.5.2.2 Approche morphologique de l'aquifère crayeux

A- Singularités du modelé karstique crayeux haut-normand

Au-delà de son fonctionnement hydraulique, le karst peut être appréhendé par ses aspects morphologiques de surface (exokart) et souterrains (endokarst) (Rodet, 1992). Ces formes sont variables et liées à la nature lithologique de l'impluvium du système karstique.

L'impluvium du karst haut-normand est formé pour partie de formations superficielles semi-imperméables favorisant la concentration du ruissellement, contrairement aux karsts nus méditerranéens ou alpins. Ce système karstique dit binaire s'oppose au type unaire où l'ensemble de l'impluvium est constitué de terrains karstifiables (Plagnes, 1997, IN : Fournier, 2006).

Figure 4-28 : Systèmes karstiques unaire et binaire



Système unaire. L'ensemble de l'impluvium est constitué de terrain karstifiables. Le drainage s'effectue principalement vers l'aval.

Système binaire. Une partie de l'impluvium est constituée de terrains non karstifiables qui concentrent l'infiltration des eaux en un point. Le

(Marsaud, 1996, IN : Fournier, 2006)

L'aquifère crayeux haut-normand est donc alimenté d'une part par une infiltration ponctuelle au niveau de points d'engouffrement préférentiel (formations superficielles) et d'autre part par une infiltration régionalisée (craie) (DAVID et al., 2010).

L'épikarst est essentiellement formé par des niveaux d'eaux perchés au-dessus de la craie, soit dans les argiles à silex (et notamment les biefs à silex), soit dans les poches de sables du Tertiaire.

B- Morphologie de l'exokarst crayeux haut-normand

La nature de l'impluvium du karst crayeux haut-normand implique un modelé singulier, caractérisé par la présence quasi exclusive de dolines et de vallées sèches à l'origine de la rareté du réseau hydrographique de surface (David et al. 2010).

a- Les vallées sèches

Les vallées sèches, à versant parfois dissymétriques, sont typiques des pays crayeux. Deux principaux types peuvent être distingués (Rodet, 1992) :

✓ Les vallées sèches exogènes

Ces vallées prennent naissance sur un substrat généralement imperméable et sont de ce fait drainées à l'amont. Les tendances à l'assèchement se développent plus en aval, lorsque ces vallées pénètrent sur les substrats crayeux (Rodet, 1992). La vallée du Sec Iton près de Damville dans l'Eure en est un exemple : lors de l'étiage les phénomènes de karstification conduisent à l'assèchement du cours d'eau lié à l'absorption totale du ruissellement par les pertes (David et al., 2010).

✓ Les vallées sèches endogènes

Ces vallées apparaissent à l'intérieur des plateaux et se développent vers les vallées majeures. Les vallées sèches endogènes ne sont pas drainées, du moins pas dans leur partie amont, et les émergences n'apparaissent qu'en aval. La vallée de la Rançon (région d'Yvetot, Seine Maritime) est un des nombreux exemples de ce type (RODET, 1992).

b- Les dolines ou bétoires

Bien que ce type d'indice karstique soit parfois difficile à appréhender car oblitéré par les formations superficielles et l'anthropisation, il n'en demeure pas moins largement représenté (RODET, 1992).

En Normandie, les pertes portent le nom local de « *bétoires* ». Alors que DAVID et al. (2010) regroupe sous ce terme l'ensemble des formes naturelles de l'exokarst constituant des points d'engouffrement rapide des eaux superficielles vers les eaux souterraines, RODET (1993) formule la définition génétique suivante : « *Les variations de perméabilité des formations de surface conduisent à une concentration des eaux de ruissellement au contact craie / formation superficielle et à une importante dissolution de la craie. Lorsque les entonnoirs résultant de cette érosion différentielle, les bétoires, atteignent une section suffisante pour recouper le champ de fracturation, ce dernier contrôle dès lors l'écoulement* ».

Quoi qu'il en soit, les bétoires ont une origine naturelle et sont directement connectées à la zone épikarstique et concentrent les eaux de ruissellement induisant une concentration de la pollution (RODET, 1993). Elles constituent le karst d'introduction (RODET, 1992).

Il est difficile de déterminer avec certitude les processus génétiques de formation des points d'engouffrement, en raison notamment de leur diversité :

- ✓ Les bétoires développées au gré de la tectonique :
  - ◆ les pertes développées au droit des diaclases ;
  - ◆ les pertes liées aux failles de décompression ;
  - ◆ les pertes de contact par faille ;
  - ◆ les pertes liées aux plis-bombements ou anticlinaux.
- ✓ Les bétoires liées aux contacts stratigraphiques :
  - ◆ les pertes développées au niveau des variations latérales de faciès (exemple : interface argiles et biefs à silex) ;
  - ◆ les pertes provoquées par les soutirages liés aux écoulements de sub-surface dans les formations superficielles.
- ✓ Les bétoires liées à l'effondrement de l'endokarst :
  - ◆ les effondrements au droit d'un drain karstique en vallée ;
  - ◆ les effondrements liés au recoupement d'un drain karstique par une racine d'altération de la craie (David et al., 2010)

Étant donné l'implantation géographique du secteur d'étude, nous sommes essentiellement confrontés à des pertes développées au droit de diaclases et d'interface argiles et biefs à silex. Elles sont alignées le long des vallons (secs la plupart du temps), isolées ou en chapelet.

Au cours de la phase de collecte d'information et de reconnaissances de terrain, SAFEGE a recensé les informations liées à l'existence de bétoires sur le territoire étudié. Les informations sont issues de différentes sources :

- ✓ BRGM – recensement des indices de cavités souterraines,
- ✓ Fond documentaire SAFEGE (issu principalement d'études réalisées pour le compte de la CODAH et du Syndicat Mixte de la Pointe de Caux, d'analyse de documents de recensements communaux de cavités, etc.),
- ✓ Syndicat Mixte de la Pointe de Caux.

Le résultat de ces recensements est reporté sur la Figure 4-31 page 94. Compte tenu de l'ampleur du phénomène et du nombre d'indices aucune analyse discriminante n'a été réalisée sur ces indices.

C- Les points d'émergence

A l'intérieur des terres du Pays de Caux, la restitution du drainage souterrain s'effectue généralement dans les vallées via les émergences. Les grottes sont rares. La figure suivante présente les émergences de la nappe dans les vallées de la Lézarde et du Saint-Laurent.

Différents types de sources peuvent être distingués :

- ✓ La source de contact ou émergence de recoupement (la plus fréquente)

  Elle correspond à un recoupement de la topographie locale par le toit de l'aquifère. Ce type d'émergence se situe principalement à l'aval des vallées, typiquement dans le talweg au milieu du vallon, et contribue à l'alimentation des cours d'eau pérennes.

  La nappe assure la régularité de l'alimentation et du débit des points d'émergence tandis que les écoulements karstiques, qui se développent essentiellement dans la partie superficielle de l'aquifère crayeux, assurent la concentration des émergences.

- ✓ Les sources de déversement, à « niveau de base suspendu »

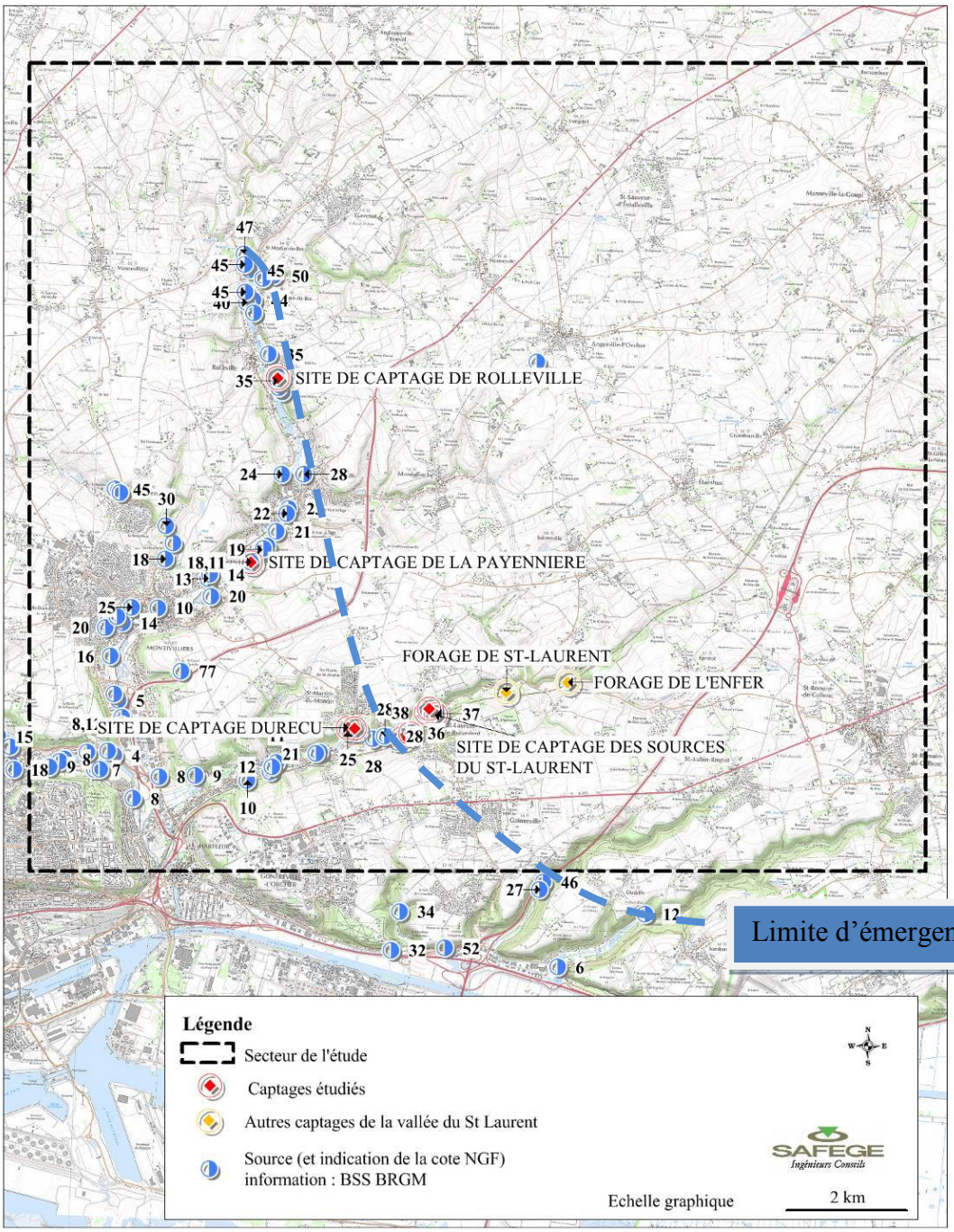
  Les particularités géologiques locales induisent un niveau de base de l'aquifère situé au-dessus du talweg. Ce type de source est observable en Haute-Normandie sur la côte d'Albâtre.

- ✓ Les sources de débordement de « karst barré »

  Ces sources sont situées en amont hydraulique et topographique des sources de contact. La nappe y est émergente lorsque les sources de débordement sont saturées et ne peuvent plus assurer le débit des drains. La mise en pression résultante des conduits karstiques conduit au déversement de ces émergences.

Les vallées sèches et les émergences forment le karst de restitution (Rodet, 1992).

Figure 4-29 : Localisation des émergences dans le secteur d'étude



Source : BRGM - http://infoterre.brgm.fr

Au vu de la figure précédente, il apparaît que les émergences identifiées s'organisent globalement de la manière suivante :

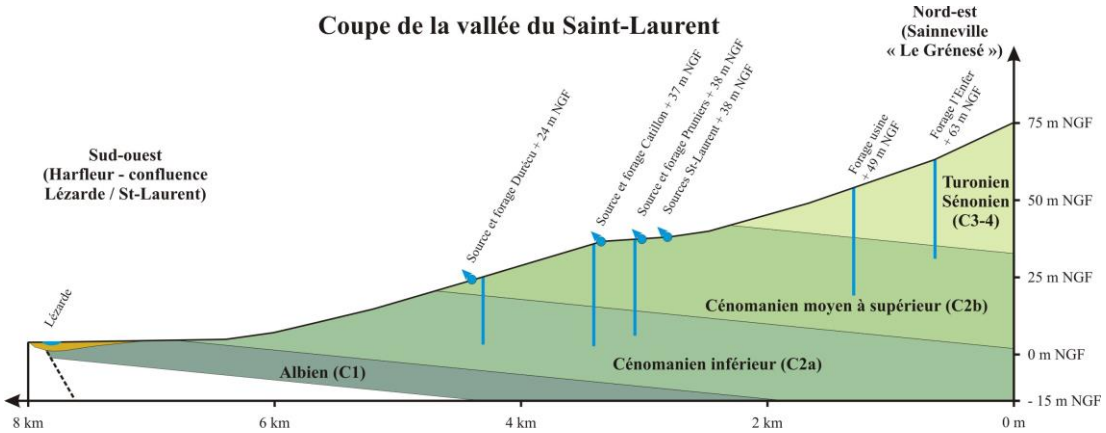
- ✓ Sur la partie amont du cours de la Lézarde (Saint-Martin du Bec – Montivilliers), elles sourdent majoritairement en rive gauche (côté est) ; c'est le cas des sources captées de Rolleville. On notera que la vallée d'Epouville / Manéglise est sèche, malgré une incision assez profonde des plateaux (30 à 40 m NGF au droit d'Epouville). A titre de comparaison les sources du Saint-Laurent émergent à +38 m NGF et celles de la Lézarde (Saint-Martin du Bec) à + 45 m NGF. Le vallon de Notre-Dame du Bec, talweg affluent en rive gauche de la Lézarde au nord d'Epouville, présente lui aussi une source qui émerge à 48 m NGF. Le fait que la vallée d'Epouville soit sèche constitue donc une singularité à l'échelle du secteur étudié.
- ✓ Sur la partie aval (Montivilliers – Harfleur), elles sourdent davantage en rive droite (côté ouest) ; elles donnent parfois naissance à des cours d'eau pérennes (rivière de Fontaine à Rouelles) ou temporaires (vallée de Fontenay au nord de Montivilliers), riches en points d'eau discontinus (mares, étangs), et à de petits affluents de fond de vallée.
- ✓ Dans la vallée du Saint-Laurent, les sources, moins nombreuses, sont moins évidentes à classer. Il semblerait toutefois que sur la partie amont (Saint-Laurent / Les Cressonnières) elles émergent en rive droite (côté nord) ; c'est le cas de la source Durécu et d'une demi-douzaine d'autres. Sur la partie aval (Les Cressonnières / Harfleur), elles émergent en rive gauche (côté sud) ; c'est le cas du griffon capté sur le site du Catillon (au pied du remblai SNCF).

Ces sources délimitent une ligne d'émergence grossièrement N-S dans la vallée de la Lézarde et s'incurvant vers le SE dans la vallée du Saint-Laurent.

On signale que les sources captées de Saint Laurent ne sont pas la résultante de manifestations karstiques. Il s'agit de plateaux drainant dont l'action se matérialise au droit de la plaine du fond de vallée.

Les sites de captage des Petites et Grandes Sources, Pruniers et Catillon sont situés au droit du lieu historique de l'émergence des sources de la rivière de Saint-Laurent. L'émergence s'explique par la combinaison de plusieurs facteurs que sont la lithologie du soubassement (changement de faciès) et la variabilité de la pente du talweg (cf. figure suivante). Le trop plein non capté des sources donne naissance au cours d'eau.

Figure 4-30 : Coupe schématique longitudinale de la vallée du Saint-Laurent



Photographie 4-1 et Photographie 4-2 : Modalités de captage des sources de Saint-Laurent

4.5.2.3 Morphologie de l'endokarst crayeux

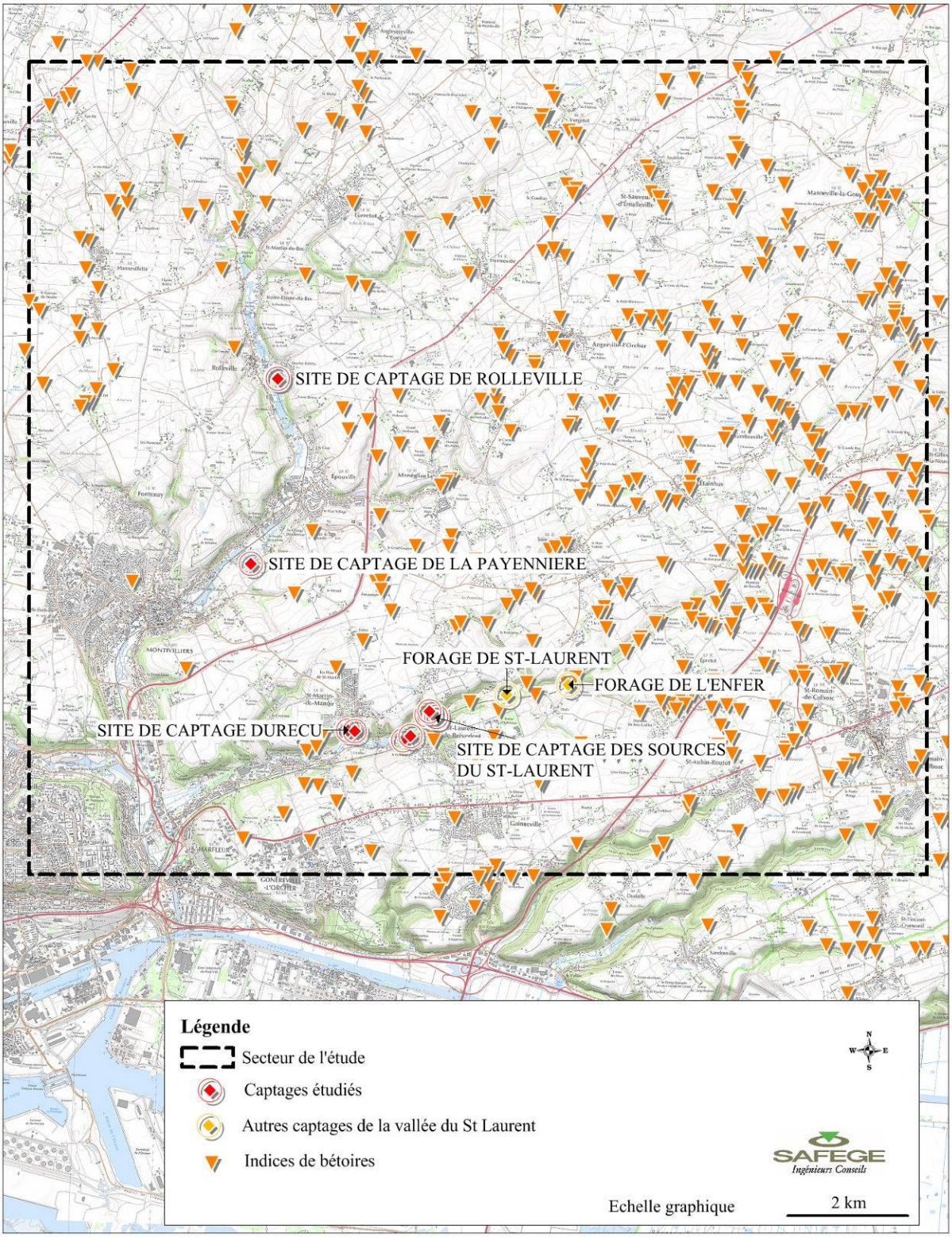
Le drainage souterrain s'organise à partir des points d'émergence (Rodet, 1992).

Les conduits souterrains, principalement sub-horizontaux, sont généralement localisés au niveau des vallons, en liaison avec les zones de détente induites par la topographie de surface (Geze, 1975, IN : Rodet, 1992). Les drains verticaux soulignent les formes d'introduction.

Les dimensions des conduits crayeux karstiques sont plus modestes que celles observées dans les calcaires francs et ne dépassent généralement pas le kilomètre (Rodet, 1992).

A proximité de la mer et de la Seine, le karst Haut-Normand a pu se développer en plusieurs étapes lors des phases successives de transgression / régression marine. Dans ce cas, les différents niveaux de karst ont pu se stabiliser au cours des temps, aussi bien au-dessus qu'au-dessous du niveau de base actuel de la Seine (+ 4 / 5 m NGF) et de la Manche. Ces différents niveaux de drains karstiques s'appuient sur les hétérogénéités lithologiques et structurelles du bassin (failles, diaclases, hard grounds, bancs de silex,…) et forment un réseau évolutif complexe (Rodet, 1992).

Figure 4-31 : Recensement des indices de cavités d'origine karstique (bétoires)



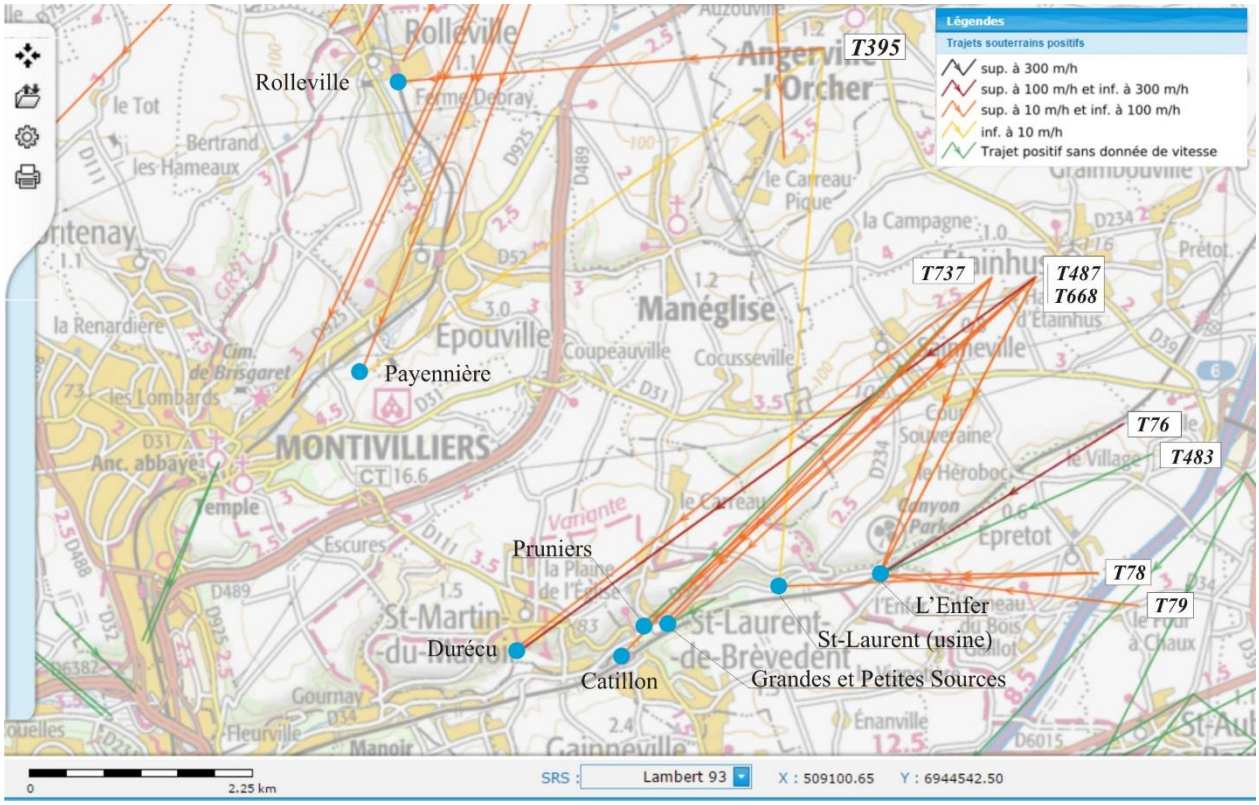
Sources diverses : BRGM, SMBV Pointe de Caux, SAFEGE

4.5.3 Les données de traçages

4.5.3.1 Données générales

Les opérations de traçages réalisées localement sont multiples comme l'indique l'extrait du site SIGES Seine Normandie proposé par le BRGM. La figure suivante présente uniquement les résultats positifs.

Figure 4-32 : Extrait cartographique du site SIGES SN des données de traçage



Source : http://sigessn.brgm.fr/

Les principales références bibliographiques sont les suivantes :

- ✓ T737 : Multitraçages campagne 2013 Rapport Final – version B (étude BAC CODAH Saint-Laurent, Rolleville, Payennière), IDDEA, 2014,
- ✓ T668 : Tester les relations souterraines entre la bétoire 9918 (Etainhus) et les différents captages, IDDEA, 2010,
- ✓ T487 : Relation entre les captages AEP de la vallée et la bétoire (9918) d'Etainhus, Saunier & Associés, 2008,
- ✓ T76 : Recherche des causes de pollution de captages d'eau potable et identification des points de pollution, BRGM, 1984,
- ✓ T78 : Recherche des causes de pollution de captages d'eau potable et identification des points de pollution, BRGM, 1984,

- ✓ T79 : Recherche des causes de pollution de captages d'eau potable et identification des points de pollution, BRGM, 1984,
- ✓ T483 : Réalisation d'une campagne de traçage colorimétrique et chimique protection du captage du SIAEP de st-romain nord-ouest (76), SAFEGE, 2006,
- ✓ T395 : Etude hydrogéologique du bassin versant de la Lézarde, synthèse des opérations de traçage et propositions d'actions, SAFEGE, mars 2008,

Ces opérations ont exclusivement suivi les restitutions de traceurs injectés sur les plateaux situés entre Angerville-l'Orcher et Epretot, au droit des captages des vallées du Saint-Laurent et de la Lézarde. Dans le chapitre suivant nous nous attardons davantage sur l'opération T737 réalisée par IDDEA dans le cadre strict de l'étude BAC Saint-Laurent.

Parmi celles-ci, nous indiquons que les résultats de l'opération réalisée à partir d'Angerville l'Orcher (T395) ont depuis lors été démentis par une opération plus récente réalisée par IDDEA en 2013 (cf. chapitre suivant).

Les fiches descriptives de ces opérations extraites du site SIGES sont reportées en annexe. On invite le lecteur à en prendre connaissance.

4.5.3.2 Expérimentation réalisées dans le cadre de l'étude

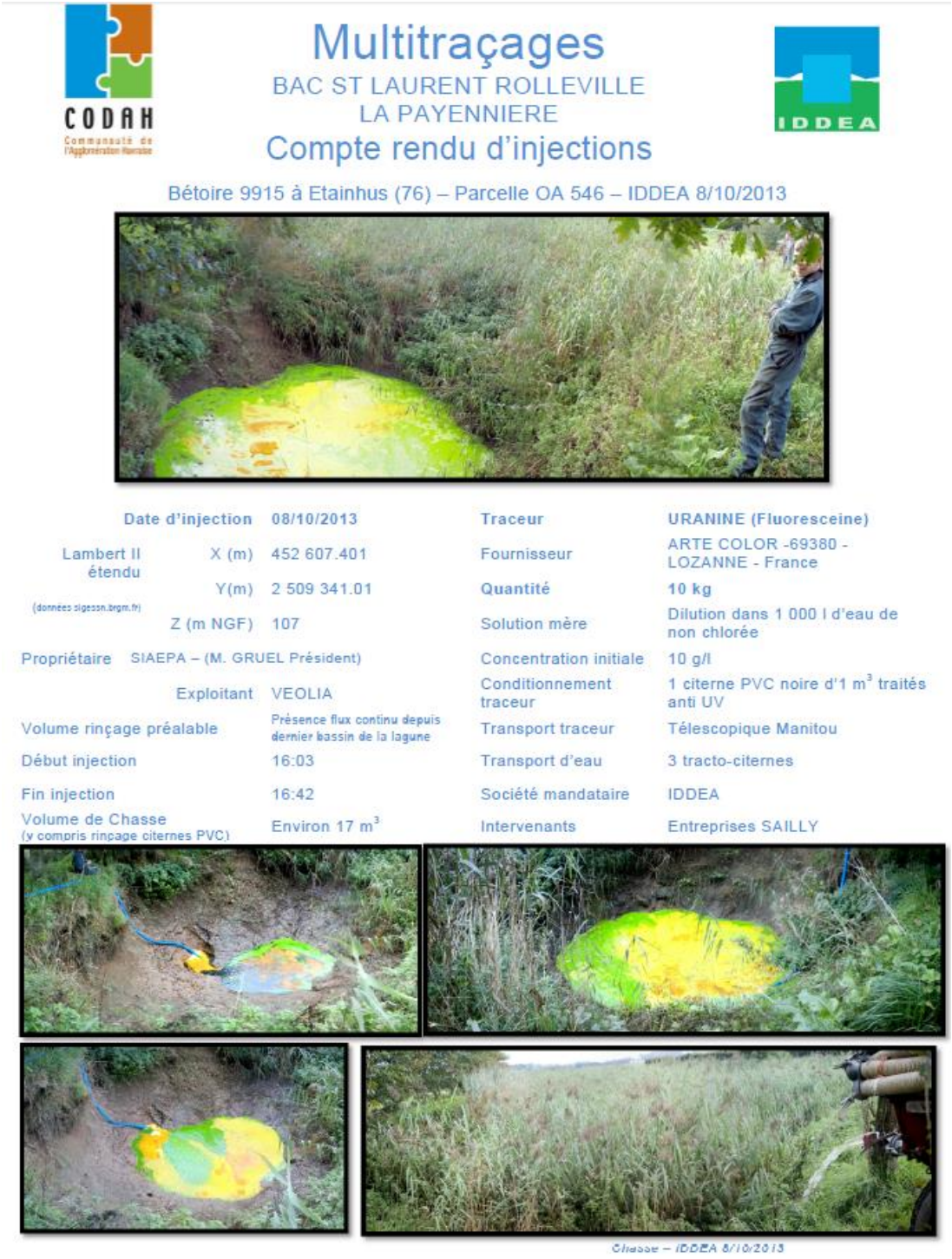
Pour le compte de la CODAH, IDDEA a procédé à une opération de multi-traçages dans le cadre de cette étude. Elle visait à tester des indices de karst sur le plateau situé au nord de la vallée du Saint-Laurent et à suivre leur connexion aux ouvrages AEP des vallées de Saint-Laurent et de la Lézarde.

Détails des opérations et résultats

La description des opérations d'injection est reportée aux figures suivantes.

Les résultats des opérations sont reportés à la Figure 4-35 page 99.

Figure 4-33 : Fiche descriptive de l'injection à Etainhus



Source : IDDEA, 2013

Figure 4-34 : Fiche descriptive de l'injection à Angerville-l'Orcher

Multitraçages

BAC ST LAURENT ROLLEVILLE
LA PAYENNIERE
Compte rendu d'injections

Bétoire 9937 à Angerville l'Orcher (76) – Parcelle **C 252** - IDDEA – **08/10/2013**

	Date d'injection	**08/10/2013**	**Traceur**	**Sulforhodamine B**
Lambert II étendu (données sigessn.brgm.fr)	X (m)	450 882.001	Fournisseur	ARTE COLOR -69380 - LOZANNE - France
	Y(m)	2 511 652.009	**Quantité**	**10.8 kg**
	Z (m NGF)	111	Solution mère	Dilution dans 1 000 l d'eau non chlorée
	Propriétaire	Mairie Angerville l'Orcher	Concentration initiale	10.8 g/l
	Exploitant	Mairie Angerville l'Orcher	Conditionnement traceur	1 citerne PVC noire d'1 m³ traitée anti UV
Volume rinçage préalable		Environ 11 m³	Transport traceur	Télescopique Manitou
Début injection		10 :58	Transport d'eau	3 tracto-citernes
Fin injection		11 :10	Société mandataire	IDDEA
Volume de Chasse (y compris rinçage citerne PVC noire)		Environ 20 m³ en 20 minutes	Intervenants	Entreprises SAILLY

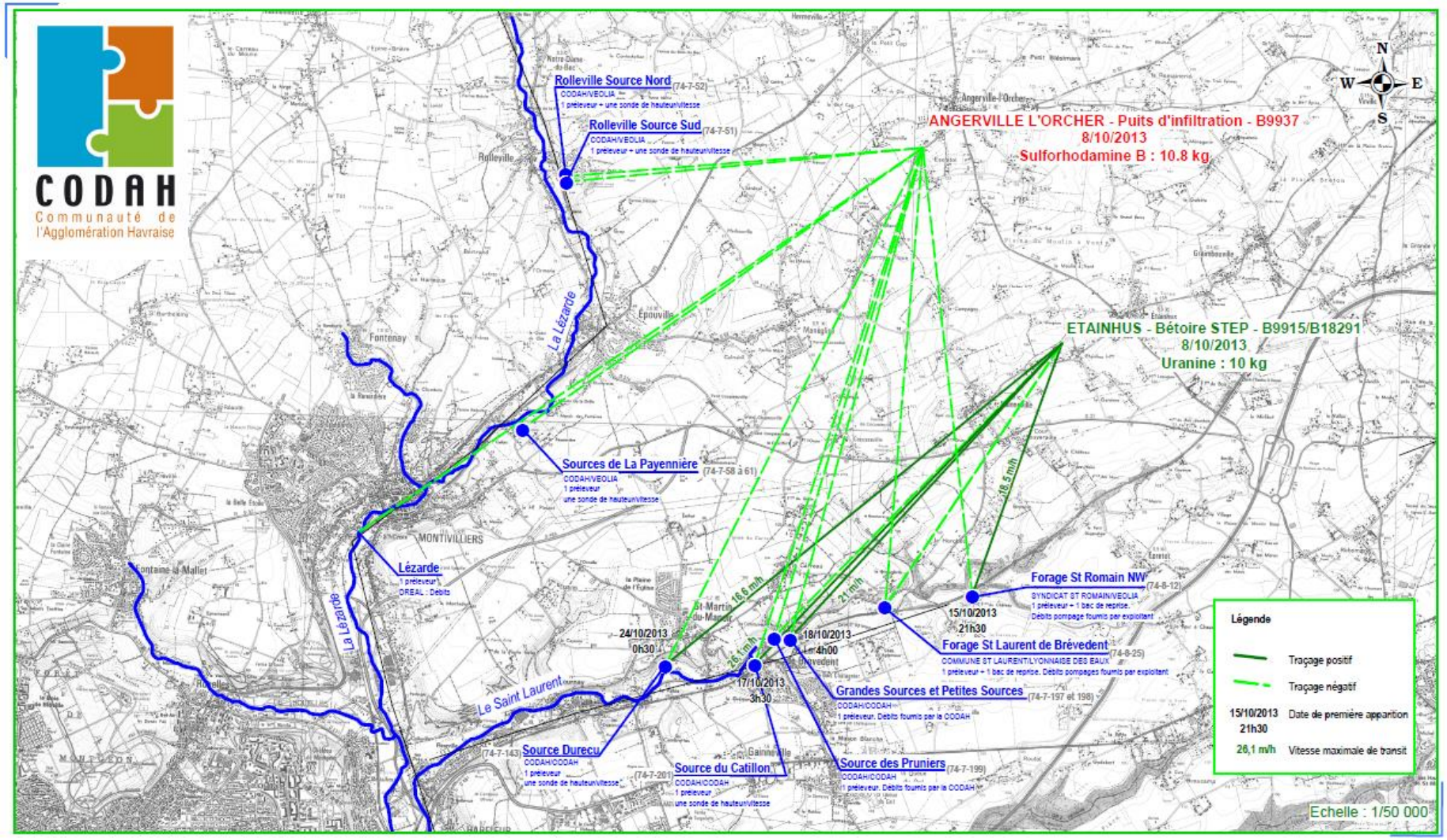
Injection et rinçage– IDDEA 8/10/2013

Fin de rincage et dépose– IDDEA 08/10/2013

Détail sur la tête de puits et le suivi du niveau de remplissage lors de l'injection -IDDEA -8/10/2013

Source : IDDEA, 2013

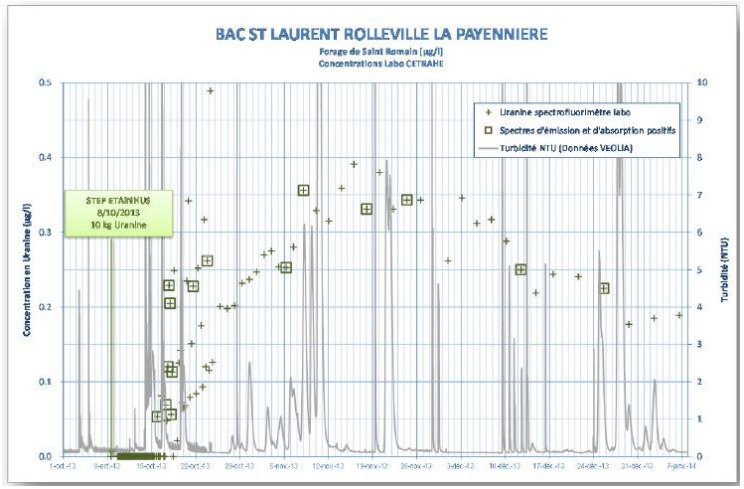
Figure 4-35 : Résultats des opérations de traçage (étude BAC Saint-Laurent)

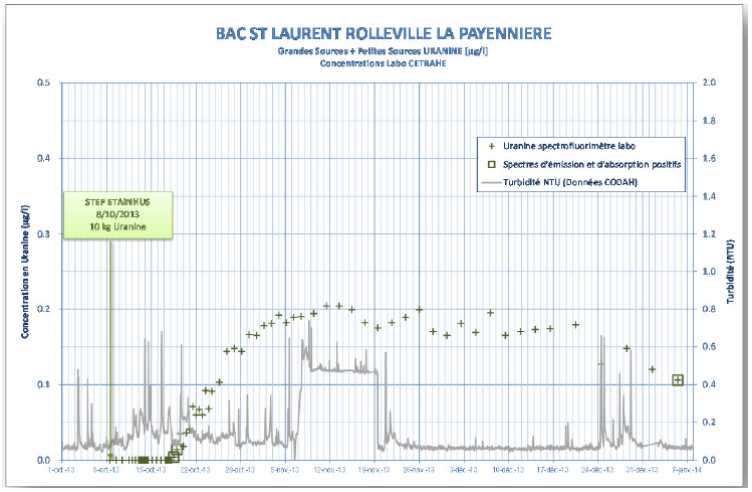


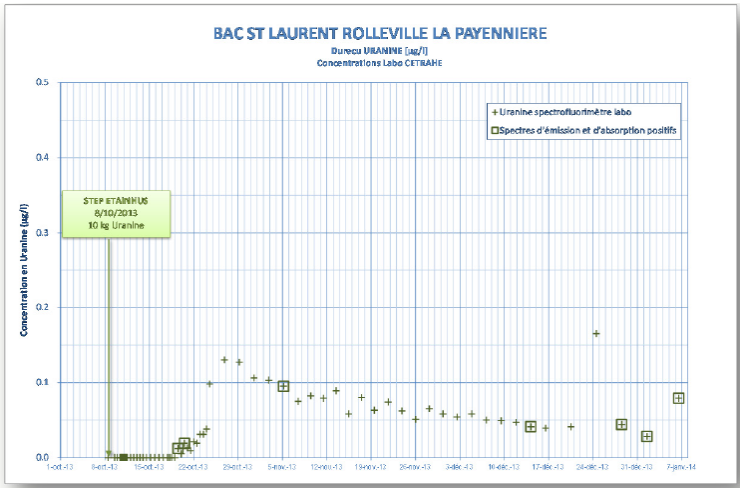
Source : IDDEA, 2013

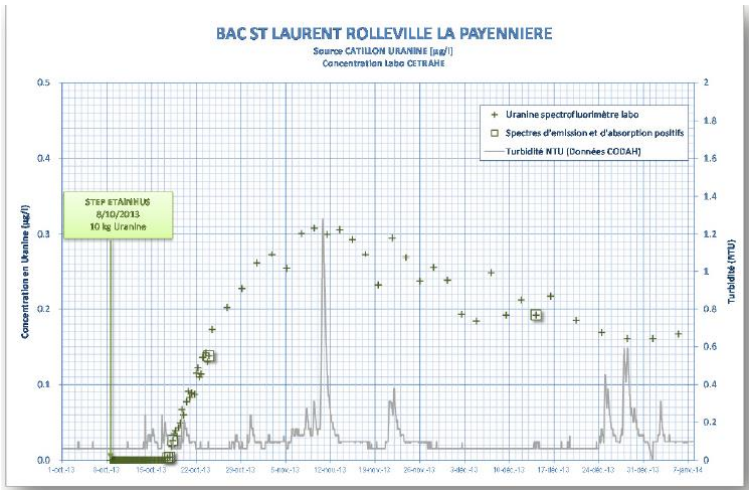
Figure 4-36 : Synthèse des résultats des opérations de traçage (étude BAC Saint-Laurent)

Injection	Traceur	Restitution	Résultat
B9915 B18291 Station d'épuration d'Etainhus	Uranine	Forage de St Romain	Positif
		Grandes Sources et Petites Sources	Positif
		Source du Catillon	Positif
		Source Durecu	Positif
		Source des Pruniers	Négatif
		Forage de Saint Laurent	Négatif
B9937 Puits d'infiltration Angerville l'Orcher	Sulforhodamine B	Forage de St Romain	Négatif
		Grandes Sources et Petites Sources	Négatif
		Source du Catillon	Négatif
		Source Durecu	Négatif
		Source des Pruniers	Négatif
		Forage de Saint Laurent	Négatif
		Rolleville Nord	Négatif
		Rolleville Sud	Négatif
		Sources de la Payennière	Négatif
		Lézarde à Montivilliers	Négatif









Source : IDDEA, 2013

Analyse des résultats

L'injection de sulforhodamine B au droit du puits d'infiltration d'Angerville l'Orcher n'a fourni aucun résultat positif sur l'ensemble des sites de suivi. IDDEA prouve la fiabilité de ses résultats et évoque :

- ✓ Des vitesses de transfert si faibles (< 20 m/h) que la restitution serait intervenue au-delà de la période de suivi.
- ✓ Un exutoire situé dans un autre système hydrographique non suivi.

On pourrait également ajouter la possible dilution du traceur dans des proportions importantes et ne permettant pas de le détecter avec les moyens usuels mis en place. On rappelle pourtant que le puits d'Angerville est réputé intercepter le karst.

IDDEA propose un parallèle avec une opération du même type réalisée en 2012 au droit de la bétoire B8095 située à Turretot (IDDEA, 2012). Les capacités élevées d'infiltration de la bétoire mises en évidence n'avaient pourtant pas permis de retrouver le traceur en aval.

L'injection d'uranine au droit de la bétoire B9915 située dans le dernier bassin de la station d'épuration par lagunage d'Etainhus à quant à elle pu être détectée au droit des sites de captage de la vallée du Saint-Laurent.

Les vitesses maximales des circulations souterraines, de l'ordre de 20 à 30 m/h paraissent faibles par rapport à ce qui a été expérimenté localement (en particulier lors des études BAC d'Yport et de Radicatel). Il existe bien un réseau karstique sous la vallée du Saint-Laurent, mais il semble assez peu réactif aux précipitations. L'effet réservoir y est important et il amortit les signaux liés à la pluie sur le débit des sources.

Les taux de restitution sont faibles et inférieurs à 5%. Ceci peut s'expliquer par l'adsorption probable du traceur particulaire sur les MES et la matière organique qu'elles transportent et par la dispersion possible du traceur le long du parcours hydraulique.

La comparaison de ces résultats avec d'autres expériences locales confirme l'existence de plusieurs conduits karstiques, étagés ou non, dont la séparation s'effectuerait soit sous le plateau, soit sous la vallée.

D'après les résultats calculés par IDDEA sur les vitesses modales de restitution, les concentrations et les délais de réapparition, nous proposons ci-après un schéma d'écoulement à partir de la bétoire testée.

- Le trajet est karstique depuis l'injection jusqu'à la vallée du Saint-Laurent, selon une composante globale nord / sud,

- Le traceur atteint en premier lieu le forage de l'Enfer qui semble implanté sur le Système Annexe au Drain (SAD). Les résultats sur ce site sont partiellement tronqués du fait de l'asservissement du préleveur aux temps de pompage dans le forage. La restitution y est plus concentrée, plus rapide et la vitesse plus importante qu'ailleurs.

- Le traceur poursuit son écoulement au sein du système karstifié de la vallée. Le karst étant noyé, le traceur y subit une dilution modérée avant d'atteindre le site de Catillon lui aussi exposé au karst (sourcin).

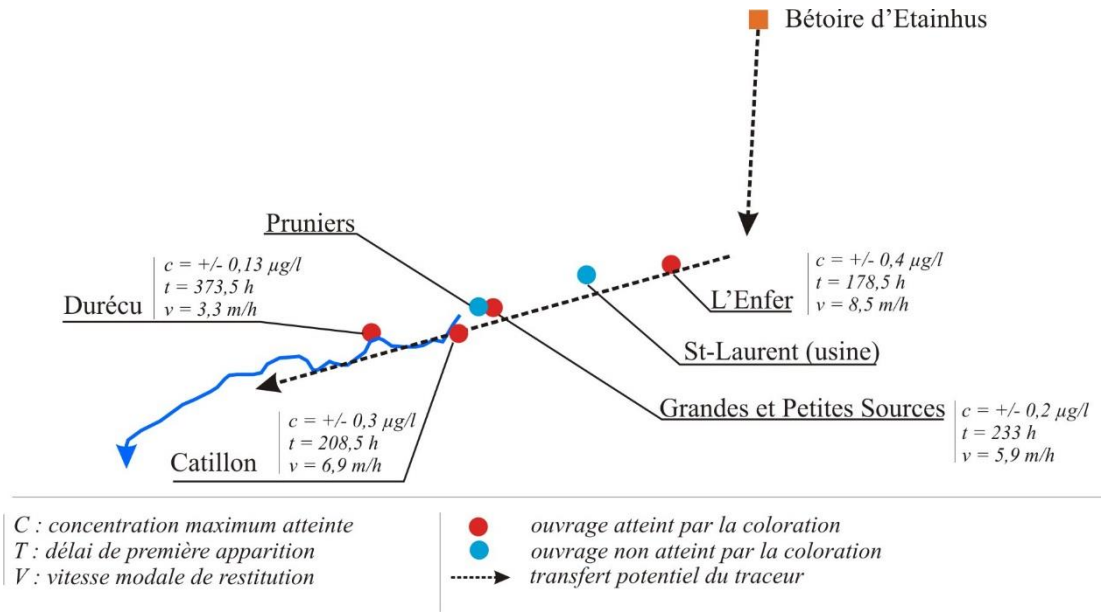
- En parallèle, le traceur étant passé dans la partie matricielle de l'aquifère atteint le plateau drainant des Grandes et Petites Sources. Le délai de réapparition est ralenti au passage dans la matrice et dans les alluvions.

- Enfin, le traceur atteint le site de Durécu le plus en aval des sites de suivi.

On notera que le forage de l'usine de la commune de Saint-Laurent pourtant sujet à la turbidité n'est pas atteint par le traceur. Sa position étant potentiellement trop parallèle au karst noyé majeur de la fallée.

Le site des Pruniers n'est pas non plus atteint alors qu'il est situé sur la même rive de la vallée que l'injection.

Figure 4-37 : Interprétation des restitutions et schéma d'écoulement



Source : SAFEGE, d'après données IDDEA 2013

5

Étude géologique

5.1 Étude stratigraphique

5.1.1 Établissement d'une coupe de référence locale

Les bassins des captages étudiés se situent principalement dans l'étage Cénomanien, nous avons établi à partir une coupe de référence à partir des coupes lithostratigraphiques de Juignet (1974) et de la stratigraphie des niveaux de silex de Hoyez. Deux zones permettent un recollement de tout l'étage : la falaise de Sainte Adresse (sous le blockaus du cap de la Hève) et la carrière Lafarge de Sandouville. La coupe de Sainte Adresse permet de d'observer la lithologie entre la surface d'Octeville et le premier HG de Rouen. Le faciès des séquences V et VI n'est pas celui de la province normanienne (sables glauconieux). La carrière Lafarge nous a permis d'étudier la partie comprise entre le Hard-Ground de Rouen et le Hard-Ground de Fagnet.

Figure 5-1 : Calage stratigraphique de la carrière Lafarge de Sandouville

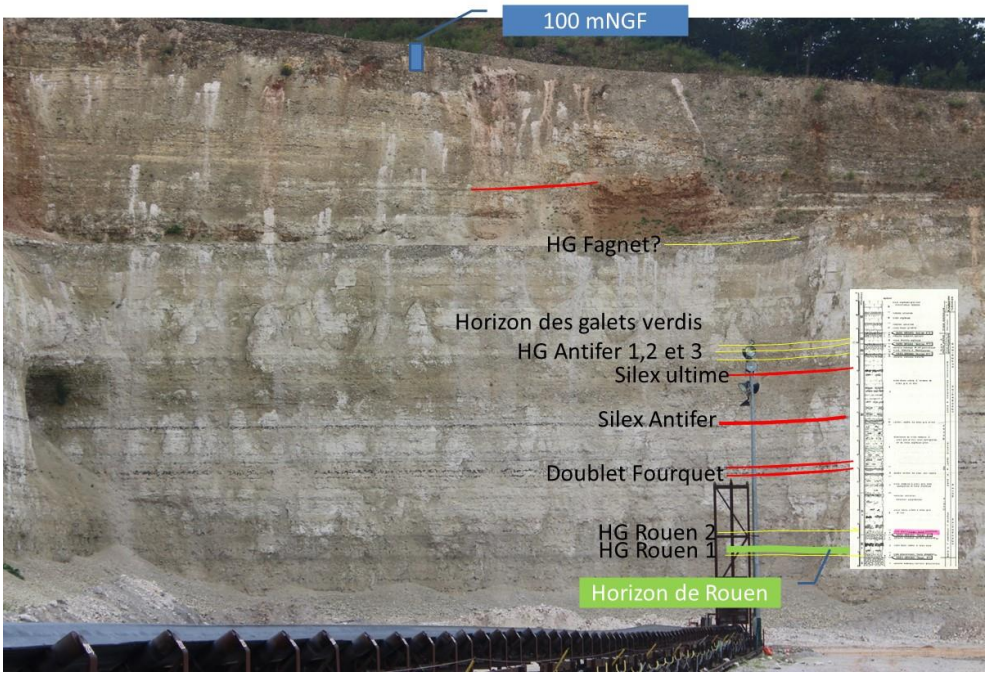
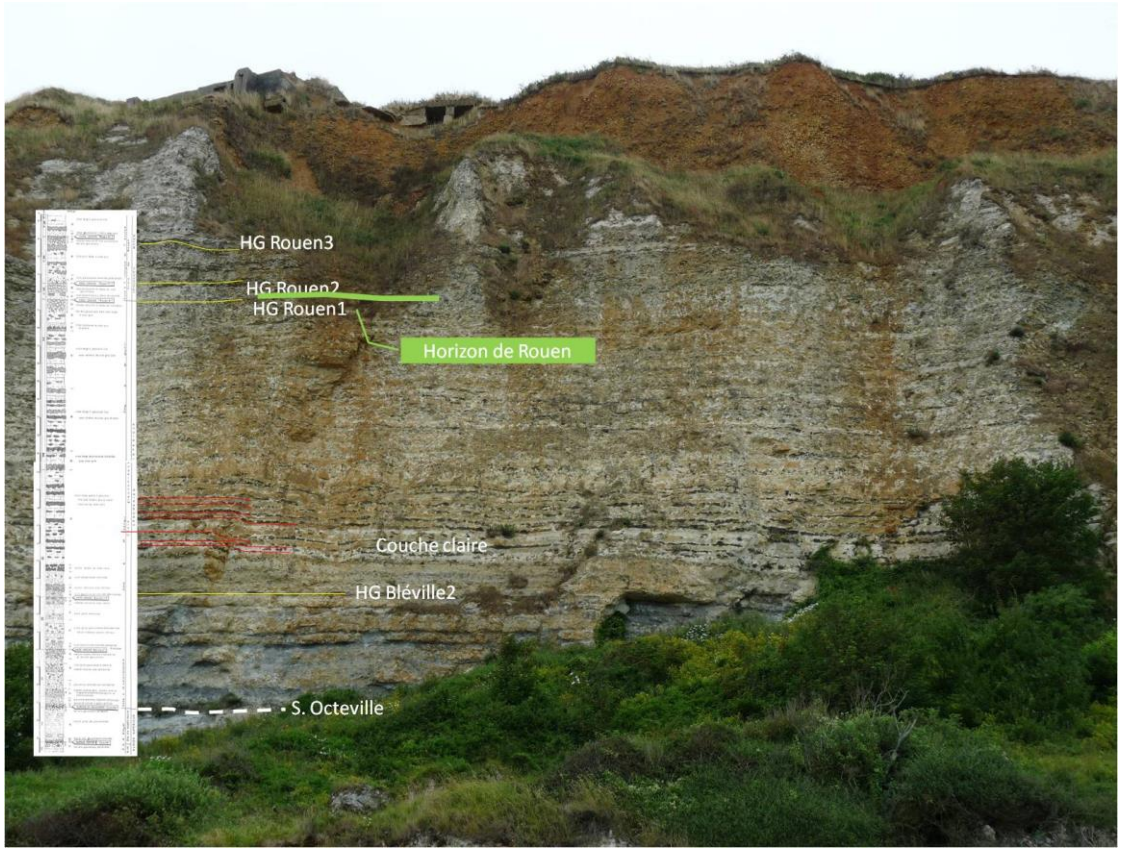


Figure 5-2 : Calage stratigraphique de la falaise de Sainte Adresse



5.1.2 Étude par sondages carottés

5.1.2.1 Objectif des sondages

Dans le cadre de cette étude, la CODAH a souhaité se doter des moyens d'atteindre les objectifs recherchés par l'étude BAC et notamment ceux nécessaires à la compréhension du fonctionnement hydrogéologique de l'aquifère de la craie dans l'objectif de proposer un juste périmètre d'alimentation. Cette étude complémentaire vient combler les lacunes laissées par l'absence d'affleurements locaux dans le périmètre de l'étude BAC Saint-Laurent / La Lézarde. Elle complète donc l'étude précise de la stratigraphie de la craie menée par SAFEGE dans le cadre des études BAC Radicatel et Yport, au droit des affleurements du littoral (falaises entre Étretat et Fécamp) et de la vallée de Seine (entre Gonfreville et Villequier) en s'appuyant sur le critère stratigraphique dont le rôle est localement primordial sur les écoulements de la nappe.

Les enseignements des travaux de recherche réalisés jusqu'à maintenant confirment que le secteur de la Pointe de Caux présente une certaine complexité dans la structure géologique du soubassement crayeux. C'est dans ce contexte que la CODAH a décidé d'engager les travaux de reconnaissance portant sur 5 ouvrages envisagés sur les communes de Saint-Martin du Manoir, Saint-Laurent de Brévedent, Gainneville d'une part et Nointot et Gommerville d'autre part. Les trois premiers, localisés au droit et de part et d'autre de la vallée du Saint-Laurent servent précisément les intérêts de la présente étude. Les deux derniers, positionnés au droit des BAC de Radicatel et d'Yport servent en premiers lieu les intérêts du suivi de ces bassins d'alimentation mais apportent également des connaissances sur la structure du soubassement régional.

Le programme d'investigation et les plans de localisation des ouvrages sont détaillés et présentés dans les chapitres suivants.

5.1.2.2 Programme d'investigation

La partie du programme visant spécifiquement l'étude Saint-Laurent comporte la réalisation de 3 sondages profonds au travers de la craie blanche à silex et jusqu'à l'Albien.

Un programme d'acquisition de données (diagraphies) est prévu au droit de chaque ouvrage permettant de préciser au cas par cas :

- ✓ la stratigraphie de la craie par imagerie de paroi,
- ✓ la résistivité de l'encaissant,
- ✓ le rayonnement gamma de l'encaissant,
- ✓ les flux horizontaux par mesure au micromoulinet.

Un de ces ouvrages positionné dans le fond de la vallée du Saint-Laurent à quelques centaines de mètres en amont des sites de captage de la CODAH, a été transformé en piézomètre pérenne au terme des investigations. Les deux autres à vocation destructive ont été remblayés dans les règles de l'Art.

5.1.2.3 Localisation des sondages

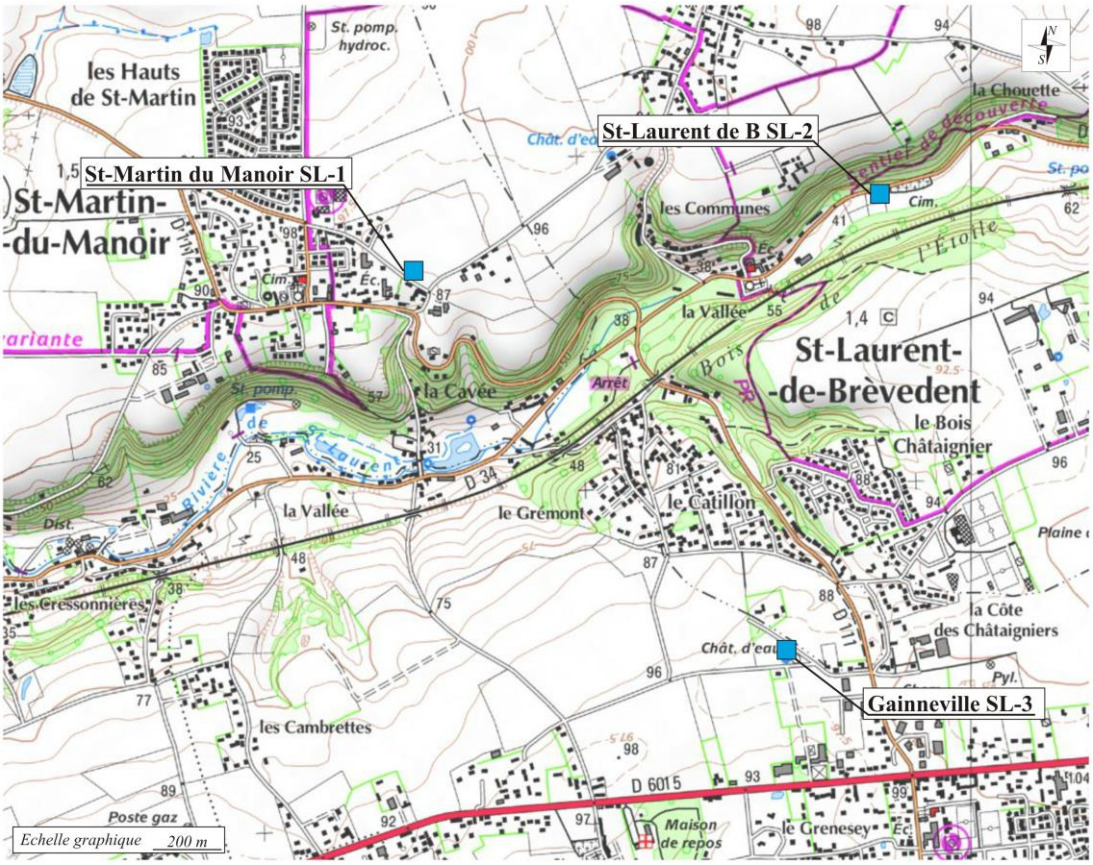
- ✓ 3 sondages de reconnaissance sont localisés dans le bassin versant du Saint Laurent à Saint-Martin du Manoir (SL-1), Saint-Laurent de Brévedent (SL-2) et Gainneville (SL-3).
- ✓ 1 sondage se situe sur la commune de Gommerville (RAD-1),
- ✓ 1 sondage se situe sur la commune de Nointot (YPO-1).

La carte page suivante permet de préciser la localisation de ces ouvrages.

Figure 5-3 : Localisation générale des ouvrages de reconnaissances

Source : IGN, Géoportail http://www.geoportail.gouv.fr, traitement SAFEGE

Figure 5-4 : Localisation des 3 sondages de reconnaissance autour de Saint-Laurent



Source : IGN, Géoportail http://www.geoportail.gouv.fr, traitement SAFEGE

5.1.3 Modalité de réalisation des piézomètres

Les sondages ont été réalisés au carottier au battage ou à câble selon les cas. Différentes machines ont été utilisées ; certaines (HYDROFOR) ont permis de collecter des échantillons de sol en très bon état pour l'analyse stratigraphique avec des pourcentages de récupération de l'ordre de 100%. Les autres (KLEMM) ont fourni des échantillons moins bien conservés et plus difficiles à analyser.

Les sondages ont volontairement atteint l'Albien afin de s'assurer de l'interception de l'ensemble des étages crayeux du Crétacé supérieur. Les marqueurs utilisés en temps réel pour juger de l'atteinte de la cote définitive du sondage sont la Gaize Normande et les Argiles du Gault ; ces formations sont assez souvent aisément identifiables en sondage carotté. Les travaux de reconnaissance ont fait l'objet d'un suivi de la part d'un hydrogéologue.

La foration de tête a été effectuée en diamètre 146 mm, puis télescopée en fonction de la profondeur en Ø126 mm puis Ø89 mm. Les 3 sondages ayant vocation à devenir des piézomètres ont été réalésés au tricône en diamètre 189 mm.

La foration a été réalisée à l'eau et au polycol. Des bâches de stockage étaient disposées autour de l'atelier de sondage.

5.1.4 Coupes géologiques

Les carottes ont été étudiées sur site. La description détaillée de chaque sondage et leur coupe stratigraphique figurent en annexe.

La description détaillée de chaque sondage et leur coupe stratigraphique figurent en annexe.

Ces sondages font apparaître le développement d'un faciès de sables glauconieux avec une forte bioturbation à la base de la craie glauconieuse. Il s'agit donc des dépôts du bassin normannien, tels que ceux décrits par Juignet à l'est du seuil d'Octeville (Juignet, 1974). La surface d'Octeville ne s'exprime d'ailleurs pas avec le conglomérat de base, et seul la bioturbation et le niveau d'argile verte permettent de placer la surface de ravinement d'Octeville.

L'interprétation proposée repose sur les coupes de références établies par P. JUIGNET (1974) et les travaux de reconnaissance effectués par J. RAGOT (1988) et B. HOYEZ (2008). Ces différents travaux permettent de mettre en évidence et de suivre des niveaux repères marqueurs de transition et identifiables en carotte et en diagraphies. Les niveaux repères utilisés dans ce contexte sont les suivants :

- ✓ La « surface de ravinement d'Octeville », visible à la base des falaises entre Sainte-Adresse et le Cap d'Antifer, marquant la fin de la séquence de dépôt de l'Albien et matérialisant l'interface entre l'Albien et le Cénomanien. Elle est identifiée en sondage par un dédoublement de niveaux singuliers d'argiles vertes et/ou bioturbés.

- ✓ Le Hard-ground d'Antifer 1, visible en falaise à Antifer et en vallée de Seine à Rogerville, marquant la transition entre le Cénomanien et le Turonien. Il est positionné notamment au regard de l'épais banc de craie marneuse dépourvue de silex dite « craie d'Antifer » sus-jacent. En sondage il est identifié par un banc de galet calcareux verdis, soit bioturbé, tantôt fossilifère.

- ✓ Le Hard-ground de la Courtine, observé à proximité de la Pointe de la Courtine (entre le Cap d'Antifer et Etretat). Coalescent et oxydé, il marque la transition entre le Turonien et le Coniacien.

D'autre niveaux repères mis en avant par les auteurs de la bibliographie consultée ont permis de repositionner les séquences en fonction des observations :

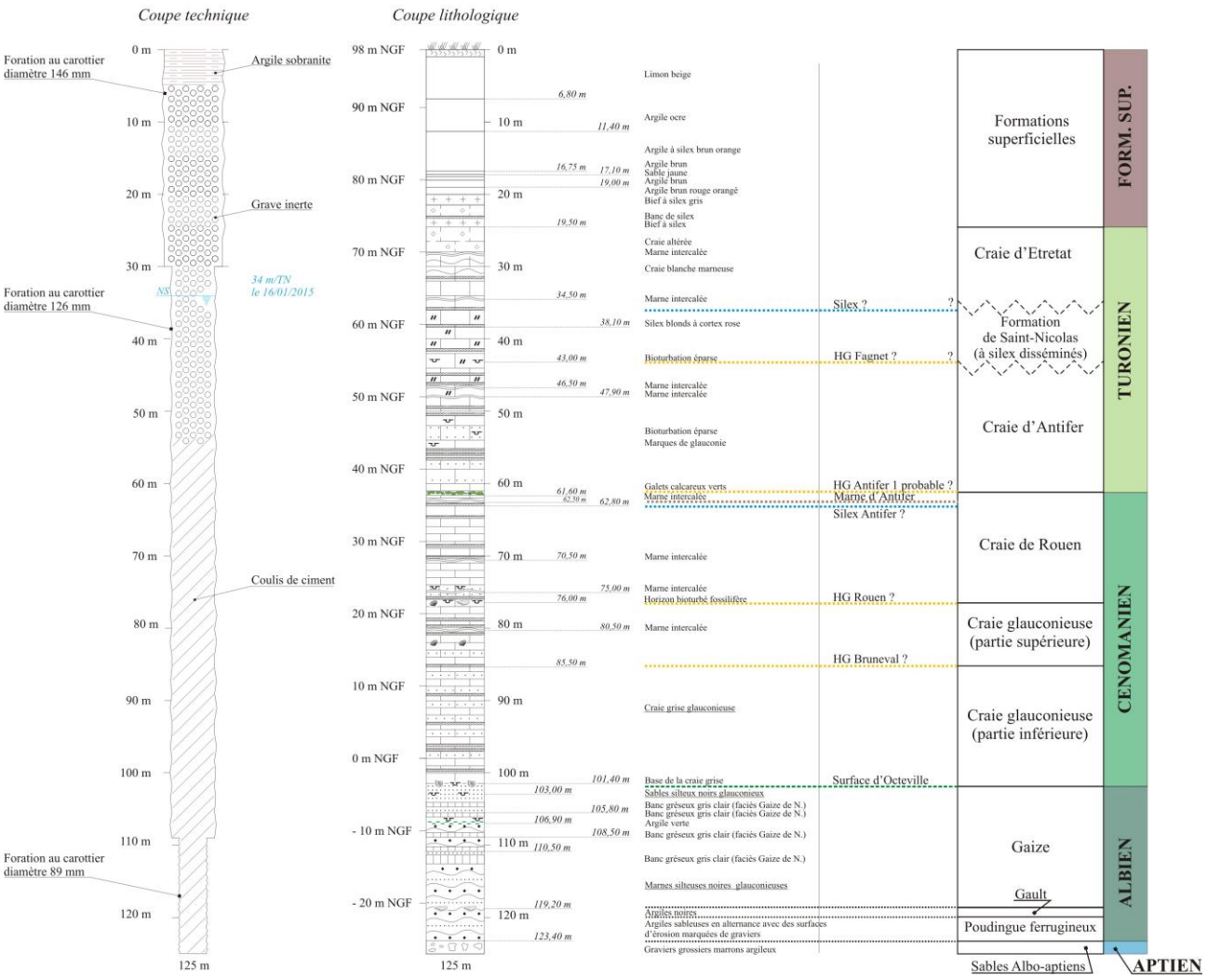
- ✓ Les hard-ground de Bruneval : marqueur Cénomanien marquant la limite entre la craie glauconieuse inférieure et la craie glauconieuse supérieure,

- ✓ Les hard-ground de Rouen : marqueur Cénomanien marquant la limite entre la craie glauconieuse supérieure et la craie grise glauconieuse de Rouen,

- ✓ Le hard-ground Fagnet : marqueur Turonien et marquant la limite entre la craie blanche d'Antifer et la craie blanche à silex disséminés de la formation de Saint-Nicolas.

Les époques Albiennes à Coniaciennes ont été reconnues en sondage entre les cotes extrêmes de - 87 m NGF et + 76 m NGF.

Figure 5-5 : Coupe stratigraphique interprétée du sondage SL3 (Gainneville)



5.1.5 Étude des diagraphies

Les diagraphies gamma-ray des sondages SL1, SL2 et SL3 permettent d'identifier plusieurs niveaux repères :

- ✓ La surface d'Octeville, qui est parfois soulignée par un liseré d'argile verte sur les carottes,
- ✓ Un double pic que nous avons dénommé Bléville, parce qu'il correspond vraisemblablement au début niveau glauconieux situés au-dessus des hard-ground de Bléville,
- ✓ Un double pic que nous avons dénommé Bruneval, parce qu'il correspond vraisemblablement au début niveau glauconieux situés au-dessus des hard-ground de Bruneval,
- ✓ La surface Rouen 1 et 2.

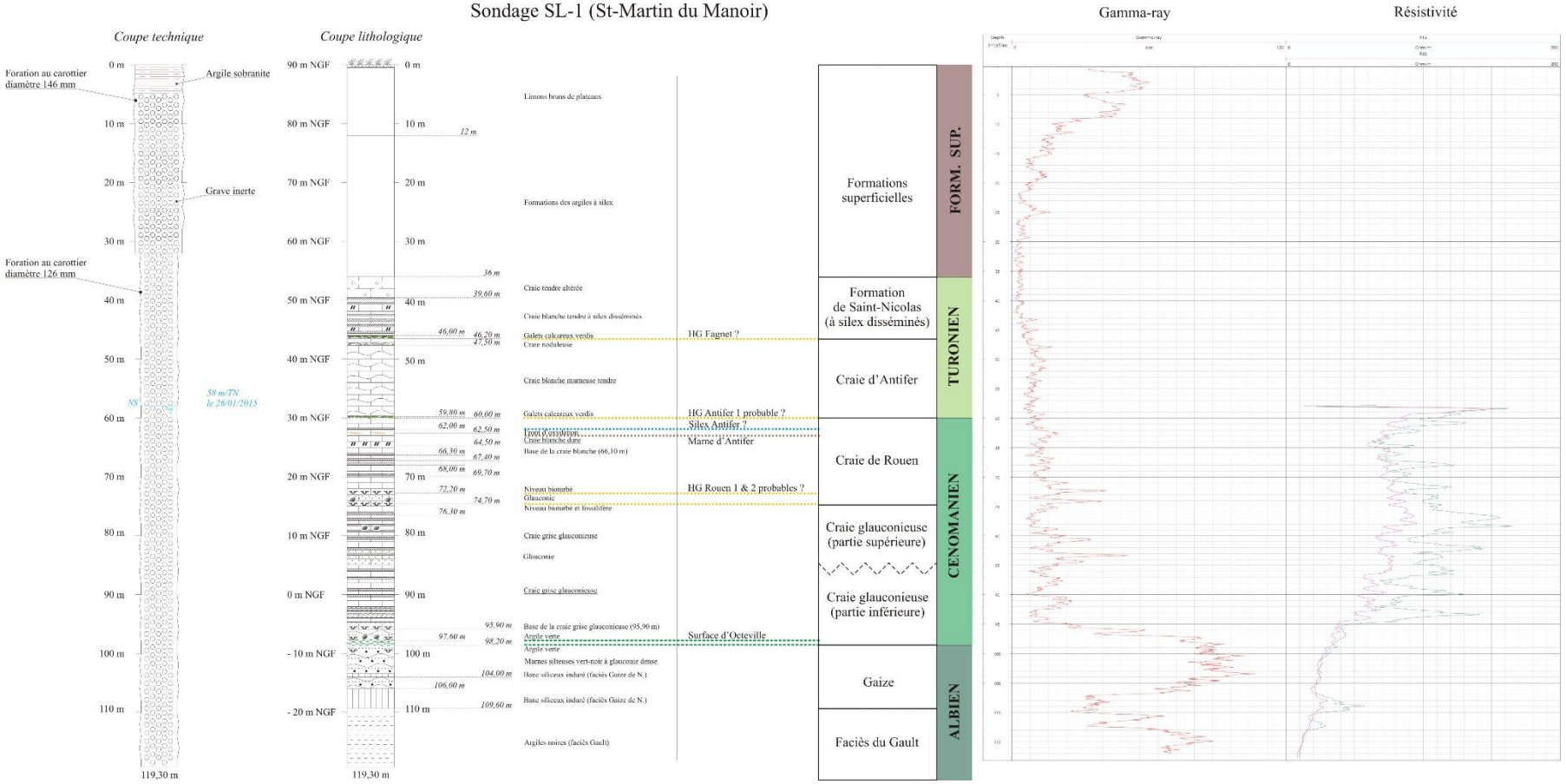
Les interprétations lithologiques effectuées au droit des 3 sondages du secteur Saint-Laurent, par confrontation de la coupe établie et de la diagraphie gamma-ray sont proposées aux figures suivantes.

Les résultats du micromoulinet réalisés uniquement au droit du sondage SL2 sont partiels ; ces mesures ne peuvent être effectuées qu'en deçà du niveau dynamique de la nappe en pompage. **La très faible productivité de l'aquifère** dans la partie interceptée par le sondage (Turonien basal, Cénomanien complet, Albien supérieur) implique un rabattement important dans l'ouvrage (environ 40 m à 3 m^3/h). Ainsi nous ne disposons de mesures qu'à hauteur des 13 derniers mètres (- 49 à – 62 m).

Les résultats indiquent cependant une arrivée d'eau potentiellement concentrée entre 51,5 et 54,5 m de profondeur ; soit à hauteur de la craie glauconieuse basale du Cénomanien inférieur selon la coupe lithologique interprétée. Le résultat de cet essai de micromoulinet est présenté à la Figure 5-9 page 114.

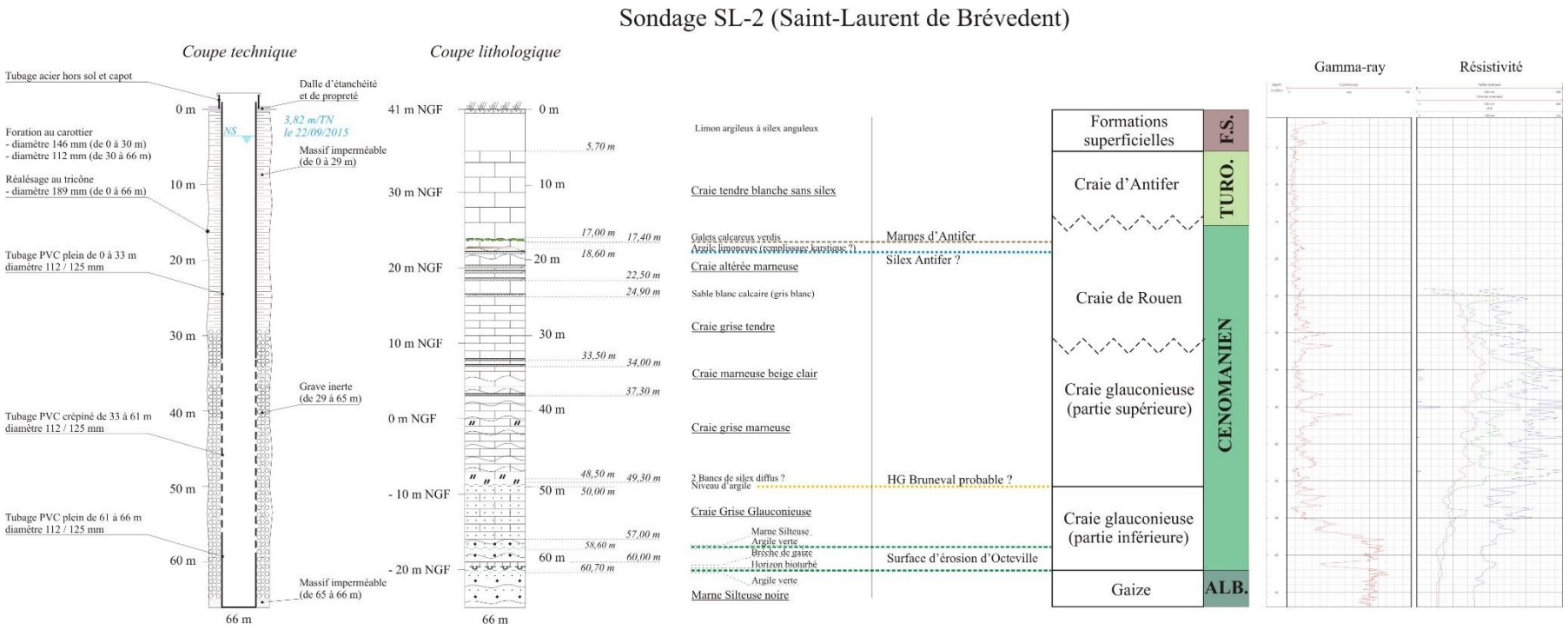
L'ensemble des résultats des diagraphies réalisées au droit des 5 sondages exécutés dans le cadre de cette étude est reporté en annexe.

Figure 5-6 : Recalage du signal du rayonnement gamma par rapport à la coupe stratigraphique établie (SL1)



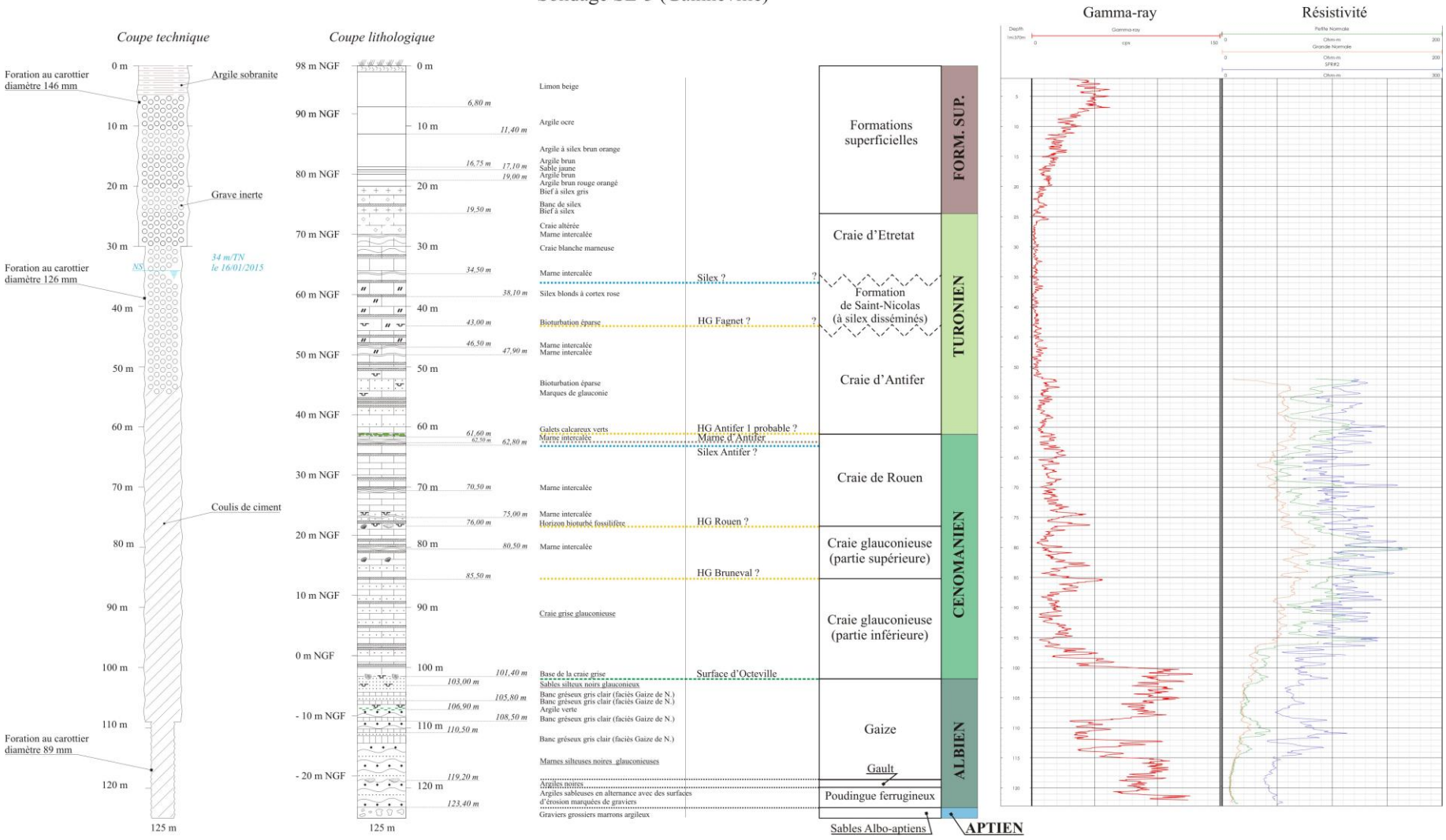
Source : SAFEGE

Figure 5-7 : Recalage du signal du rayonnement gamma par rapport à la coupe stratigraphique établie (SL2)



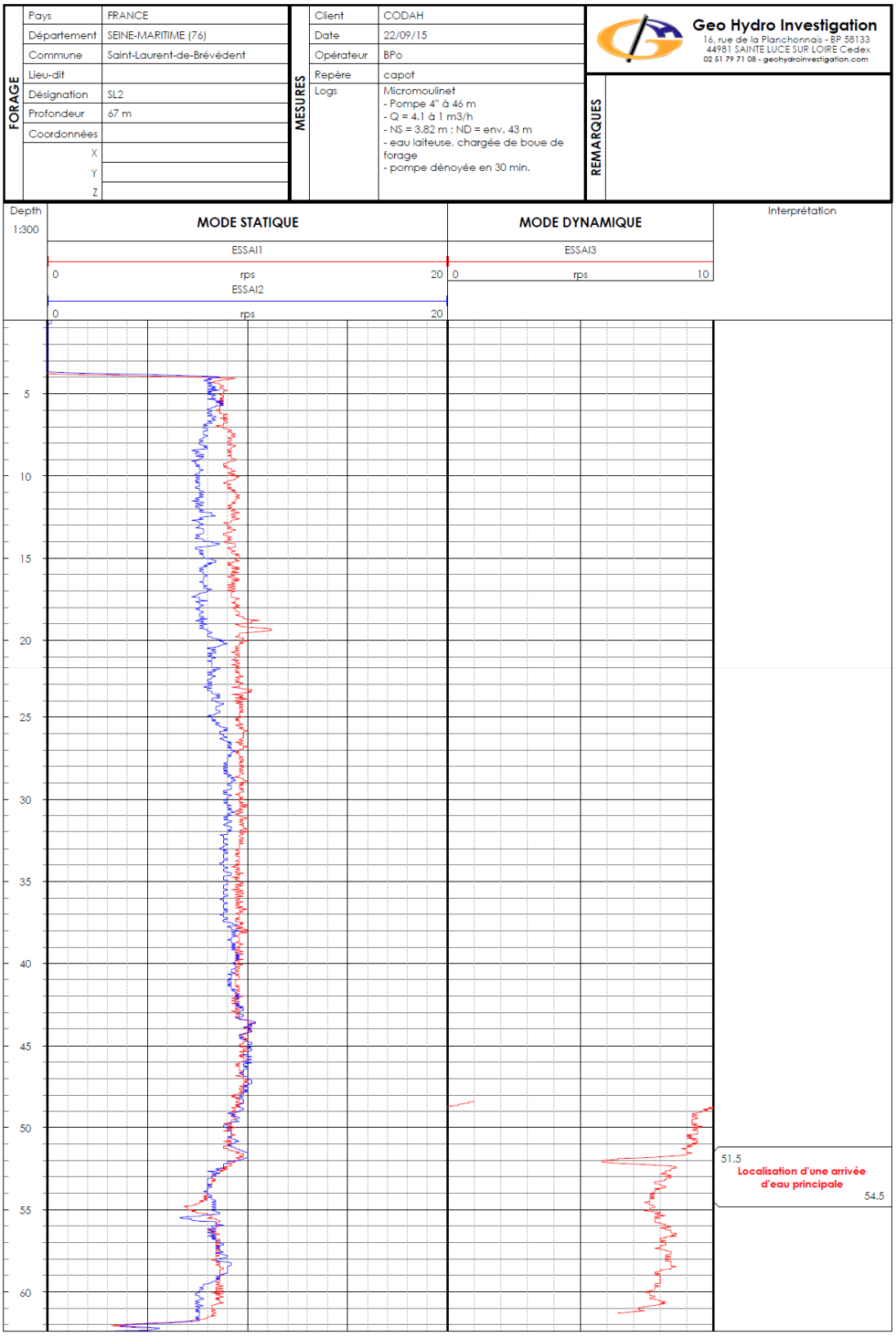
Source : SAFEGE

Figure 5-8 : Recalage du signal du rayonnement gamma par rapport à la coupe stratigraphique établie (SL3)



Source : SAFEGE

Figure 5-9 : Résultat du micromoulinet du sondage SL2



Source : GHI, 2015

5.1.6 Corrélation des logs

Les coupes carottées peuvent être corrélées les unes aux autres après avoir identifié les surfaces repères (cf. Figure 5-10 page 116).

On observe alors les principaux traits suivants :

- ✓ La surface d'Octeville est plus souvent marquée par une intense bioturbation des marnes silteuses de la gaize supérieure. Deux niveaux centimétriques d'argile verte soulignent cette surface sur SL1 et SL2. Sur SL3, ces niveaux argileux n'ont pas été rencontrés.

- ✓ L'état des carottes n'a pas permis d'identifier les HG de Bruneval. Par contre deux pics de gamma-ray, rencontrés sur tous les sondages, pourraient leur correspondre en référence au sondage RAD-1.

- ✓ Les HG de Rouen sont mieux exprimés notamment dans SL1 (niveaux bioturbés et fossilifères). Ce niveau correspond à deux pics de gamma ray sur SL1, que l'on retrouve sur tous les autres sondages.

Cette hypothèse conduirait à un**e épaisseur de craie glauconieuse de 24 m (SL1) à 25 m (SL3).** Le gamma-ray de SL2 donne une épaisseur du même ordre.

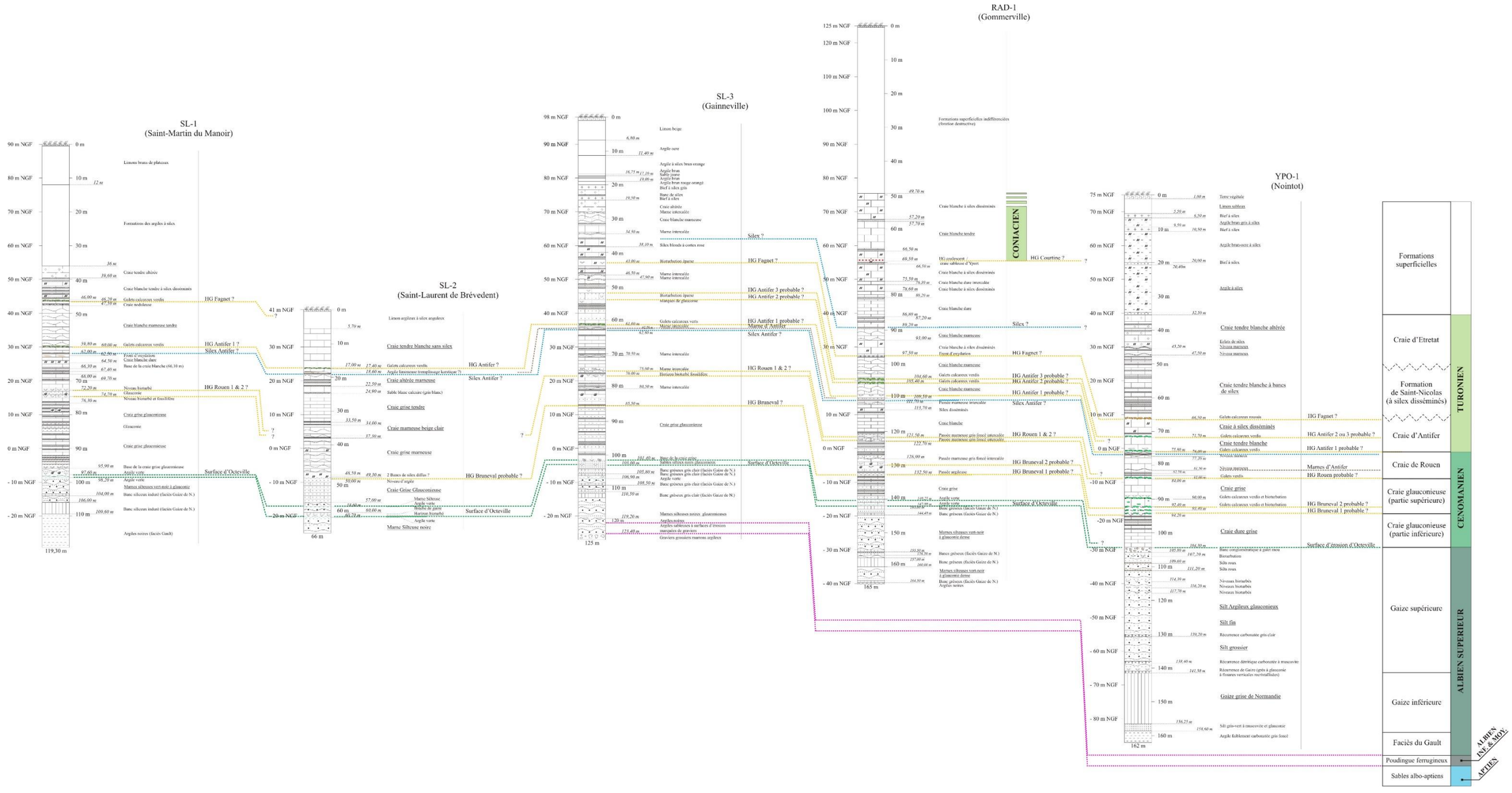
- ✓ La craie de Rouen se termine sur un niveau de silex noir (silex Antifer probable) et un niveau de galets verdis que nous avons rapportés au HG Antifer 1. Si le niveau marneux identifié comme la marne Antifer est correct, les repères silex/marne Antifer sont identifiables en gamma-ray par un pic. Les HG Antifer n'ont pas de signature en diagraphie.

Ces repères conduiraient à **une épaisseur de la craie de Rouen de 14 et 15 m** (SL1 et SL3).

- ✓ Le HG Fagnet est proposé dans nos log pour mémoire, car seul le sondage YPO1 semble l'avoir rencontré avec certitude. Le niveau de galets verdis supérieurs de SL-1 semble lui correspondre. De fait, la puissance de **la craie d'Antifer** est plus délicate à cerner. Avec l'apparition des premiers silex, **le faciès de « craie marneuse » serait de l'ordre de l'ordre de 13 à 14 m**.

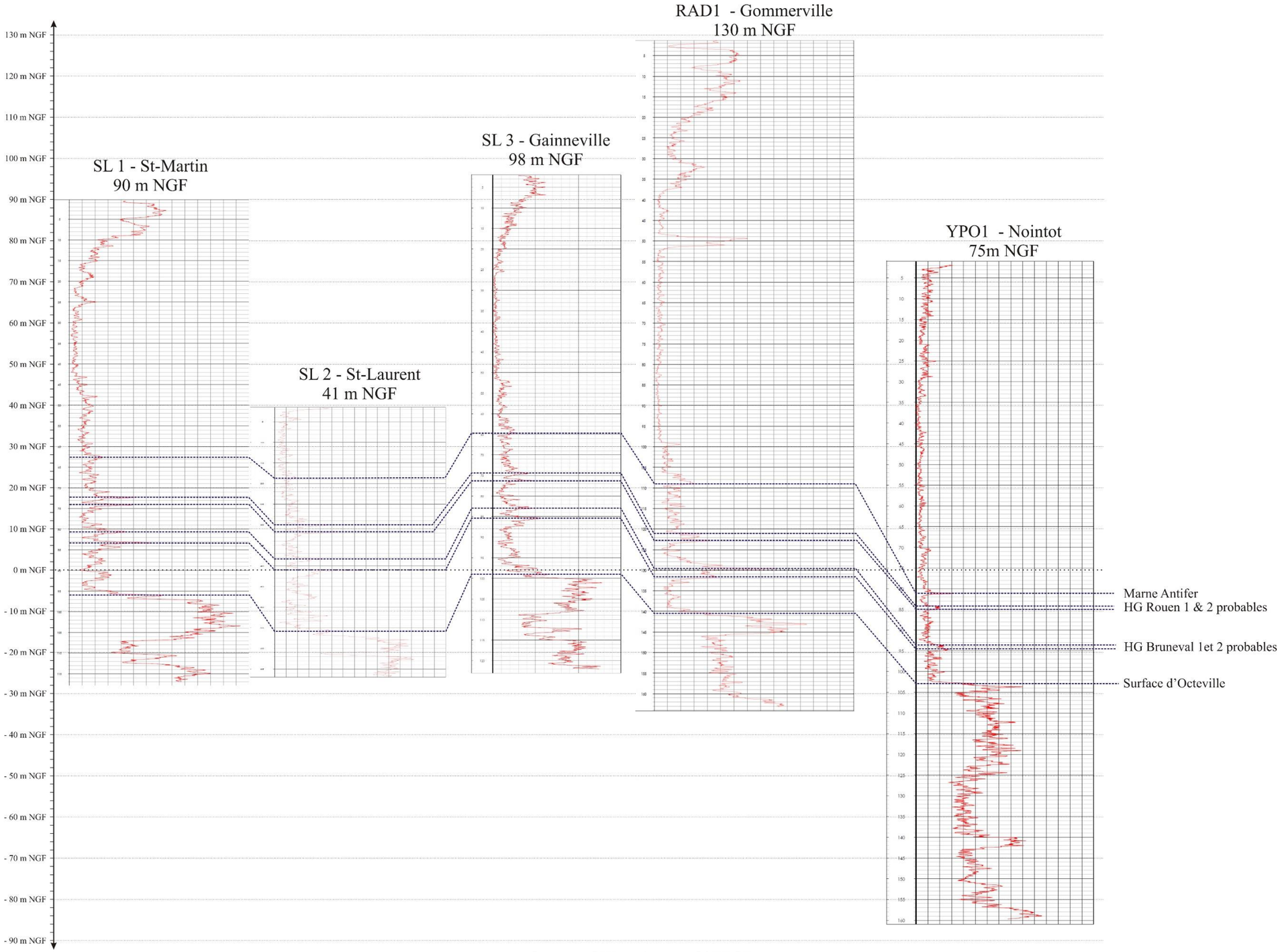
Enfin, signalons que le sondage RAD-1 a rencontré un niveau de craie sableuse rousse ressemblant au niveau des HG coalescents d'Yport.

Figure 5-10 : Comparaison et calage des coupes des ouvrages réalisés au cours de l'étude



Source : SAFEGE

Figure 5-11 : Confrontation et calage des logs Gamma-ray obtenus au droit des sondages



Source : GHI, traitement SAFEGE

5.2 Approche structurale

5.2.1 Étude des surfaces repères

Le décalage de repères stratigraphiques permet de préciser la localisation d'accidents. Cette méthode n'est valable que si les variations d'épaisseurs sont négligeables devant les rejets de failles, ce qui le cas à partir du Hard-ground de Saint Jouin-Bléville 1 (Figure 4-14).

Les affleurements étudiés concernent :

- ✓ Le Cénomanien en falaise de Bruneval à Antifer,
- ✓ Le passage Cénomanien-Turonien de la plage du Tilleul
- ✓ Le Cénomanien en vallée de Seine entre Oudalle et Sandouville.

Sur les recommandations de B. Hoyez, notre attention s'est portée sur deux panneaux présents à Bruneval sur lesquels B. Hoyez avait localisé le passage d'une faille. La partie basse de la falaise au sud du Terminal permet d'observer deux affleurements. Au nord, le bloc montre nettement les hard-ground de Bruneval et les niveaux de silex de Bruneval et Boucherot. Ces repères permettent d'identifier le niveau de silex à la base de la plage comme étant le silex de Guetteville de Hoyez. Au sud, l'affleurement montre que le niveau de silex de Guetteville est environ 4m plus haut. En haut de falaise, le décalage est observable dans la craie d'Antifer. Cet accident serait orienté N110 à N130°E. Il pourrait être en relation avec la poche de sable tertiaire du plateau (cf. carte géologique au 50.000ème).

Sur la plage du Tilleul, les hard ground éponymes sont nettement décalés de part et d'autres de la valleuse. Le compartiment nord est abaissé. Il est possible que ce décalage soit le fait de plusieurs failles, tel que celle de l'arche (figure suivante).

Figure 5-12 : Exemple de décalage de la plage du Tilleul

Sur les falaises de la Seine, la craie d'Antifer se remarque bien par l'absence de silex et le développement continu des hard-ground. Lors des campagnes de terrain de Juillet 2013, aucun décalage des surfaces repères n'a été identifié en falaise entre Rogerville et Ymonville (Le Vachat).

Source : Cliché SAFEGE

Figure 5-13 : Panneau de Saint Jouin Bruneval

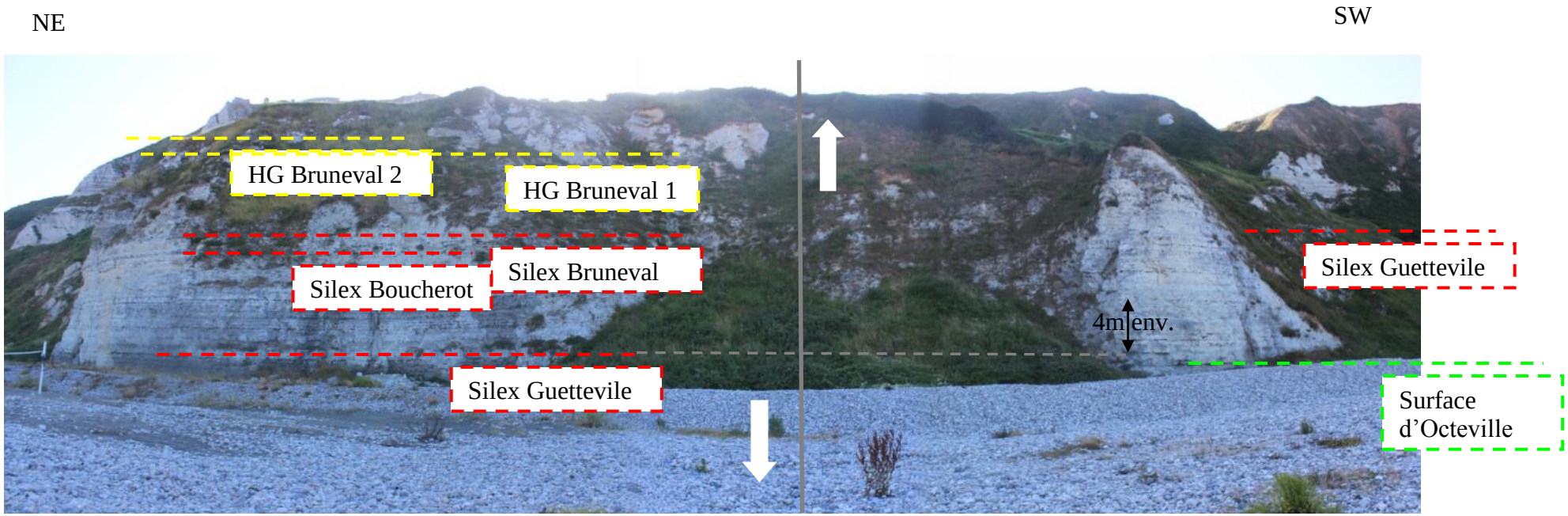


Figure 5-14 : Panneau de Rogerville

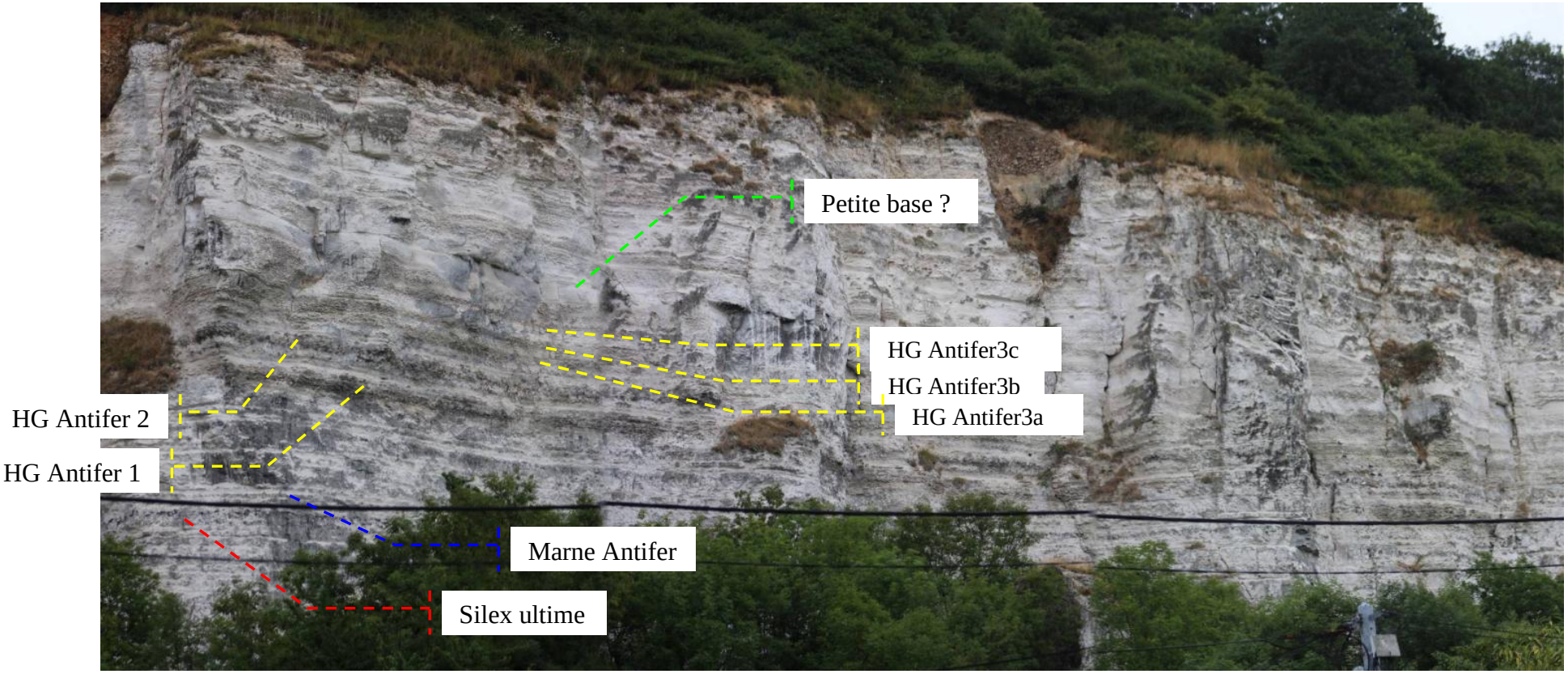


Figure 5-15 : Plage du Tilleul

5.2.2 Structure du bassin du Saint-Laurent

A partir des données de carottages, il est possible de corréler finement les sondages entre eux. Cette corrélation montre **un décalage des surfaces repères identifiées** (Surf. Octeville, HG Bruneval, Rouen, Antifer, silex Antifer). Etant donné que les formations de la craie glauconieuse et de la craie de Rouen sont d'épaisseur et de faciès semblables, ce décalage est donc post-sédimentaire.

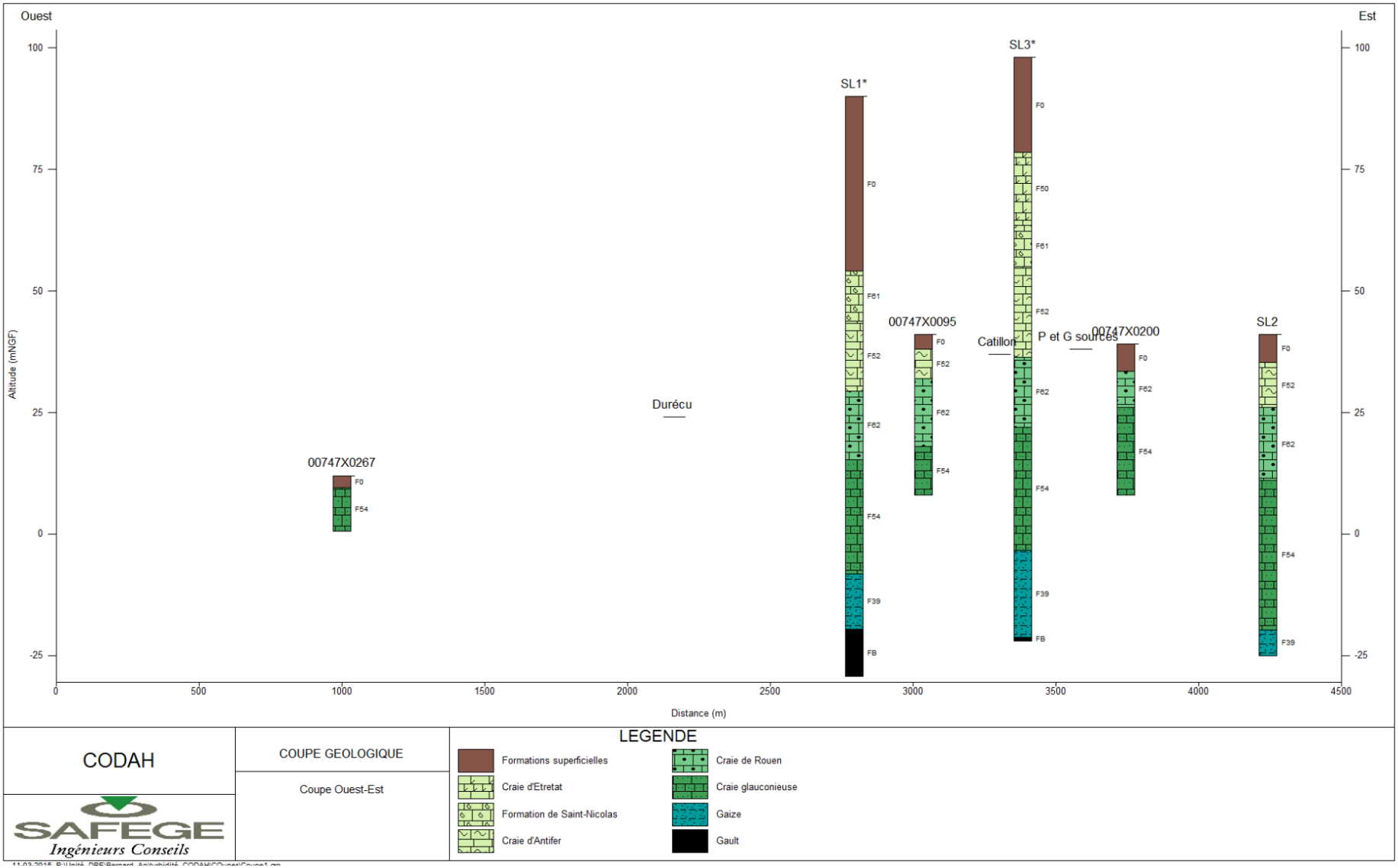
Ce rejet serait de l'ordre d'une dizaine de mètres. L'accident séparant SL1 et SL3 de SL2 pourrait se poursuivre dans la haute vallée de la Lézarde, et se prolonger jusqu'à l'accident mis en évidence sur le panneau de Bruneval. Il faudrait bien sûr d'autres sondages pour vérifier cette hypothèse, mais ce tracé correspond à la limite d'émergence des sources de la Figure 4-29 page 91. De plus, l'accident de Bruneval présente non seulement un compartiment abaissé NE, mais son rejet est du même ordre de grandeur (+/- 10 m).

Une coupe géologique a été réalisée en projetant les coupes des sondages dans la vallée du Saint Laurent. **Cette orientation permet de mettre en évidence le passage de l'accident et la position des sources dans la stratigraphie**.

Le décalage de la surface d'Octeville (vers -5 m NGF environ au droit de SL1 et SL3 pour -17 m NGF sur SL2) met en évidence le passage de la faille de la Haute Vallée de la Lézarde (si son prolongement était confirmé). **Cet accident structurant serait donc à l'origine de la vidange de la nappe de la craie par les affluents de la rive droite de la Seine (Oudalle, Rogerval, Saint-Laurent)**. Il constitue en effet un barrage à la section d'écoulement en remontant les assises imperméables de l'Albien.

Enfin, les sources du Saint Laurent, depuis l'amont (Grandes et Petites sources ainsi que Pruniers) vers l'aval (Durécu) sont toutes positionnées à la base de la craie d'Antifer. **Le rôle du silex Antifer peut ainsi être mis en avant comme surface hydrogéologique favorisant l'émergence des sources.**

Figure 5-16 : Coupe géologique et position des sources du Saint Laurent



5.2.3 Essai de carte structurale

L'approche entreprise avec les sondages du Saint Laurent a été élargie au Bec de Caux avec des données de carottages de RAD1 et YPO1 ainsi que quelques sondages d'appui jugés fiables dans la base Infoterre (BRGM).

Le faciès des galets verdis, marquant la position du hard-ground Antifer 1, permet de définir les côtes de ce niveau sur les sondages, mais aussi dans la carrière Lafarge de Sandouville. Les données sont les suivantes :

Tableau 5-1 : Côtes du hard ground Antifer

Point	Alt. Surface (IGN 25000ème)	Profondeur du HG Antifer	Côte du HG Antifer en m NGF +/-3 m
SL1	90	59,80	+ 30
SL2	41	17,40	+ 24
SL3	98	61,60	+ 36
RAD1	125	109,00	+ 16
Carrière Lafarge de Sandouville	100 m	Env. 25 m	+ 75 environ

Le décalage du HG Antifer est moins marqué entre les sondages SL1 & SL3 et SL2, mais il est encore présent, avec abaissement du compartiment de SL2 de 6 à 10 m. La côte de ce niveau au droit de la carrière Lafarge implique une structuration plus complexe avec un autre accident relevant les assises vers le sud.

Le second horizon facile à identifier est le passage aux sables verts de la gaize supérieure. En réalité, ce faciès peut être daté de l'Albien supérieur car on le retrouve au-dessous de la surface d'Octeville. Pour pouvoir augmenter le nombre de points d'appui, nous avons retenu le passage de la craie glauconieuse aux sables verts sachant que cette transition ne marque pas sensu stricto le passage Albien-Cénomanien.

Tableau 5-2 : Côtes du passage aux sables glauconieux

Point	Alt. Surface (IGN 25000ème)	Prof. Niveau de sables glauconieux	Côte du HG Antifer en m NGF +/-3 m
SL1	90	95,90	-6
SL2	41	57,00	-16
SL3	98	101,40	-3
RAD1	125	141,00	-36
00748X0042/F2-1	7 m	19,00	-12
00748X0001/F	125 m	109,00	+16
00746X0009/F	80 m	33,50	+46
Sondage DDE n°5	15 m	10,30	+5

Ces côtes ont été reportées sur le MNT du Bec de Caux réalisé au pas de 75 m.

Ces données permettent ainsi de compléter la carte des linéaments de la CGG pour définir plusieurs accidents :

① : faille de la Haute Vallée de la Lézarde. Les critères permettant de la tracer ont été discutés au chapitre précédent. Direction N150°E, rejet de 10 m vers le NE.

② : faille du Bois des Loges. Déjà tracée, cet accident N80°E présente un compartiment abaissé vers la côte (au nord).

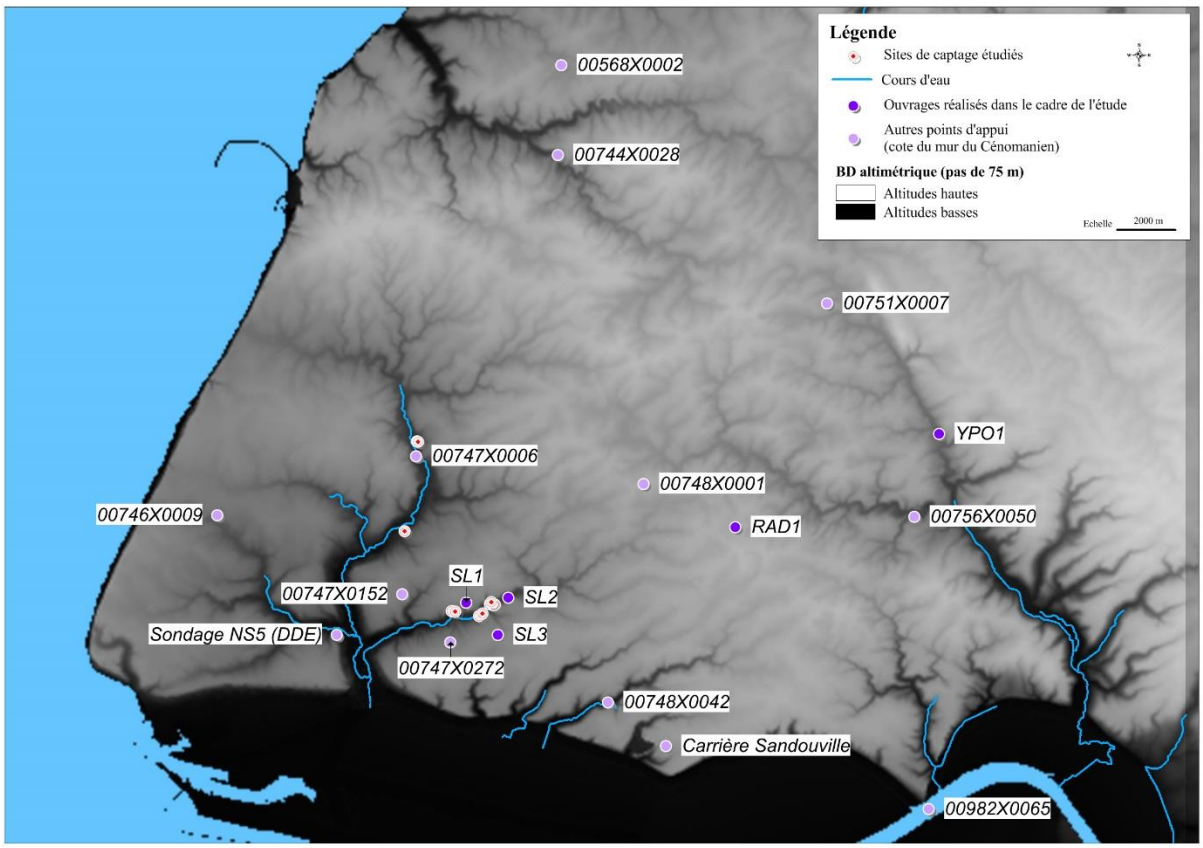
③ : faille du Saint Laurent. Fondée sur un argument géomorphologique, cette faille permettrait d'expliquer le décalage entre la côte +14 m NGF du sondage 00747X0272 et la côte 0 m NGF du sondage 00747X0152.

④ : faille de la Basse Vallée de la Lézarde. L'argument pour le tracé de cet accident est son orientation (parallèle à ①).

⑤ : faille de Saint-Gilles la Neuville. Cette faille est signalée à titre indicatif pour expliquer le décalage de RAD1 (-15,5 m NGF) avec la côte +16 m NGF du sondage 00748X0001. Son orientation n'est pas connue.

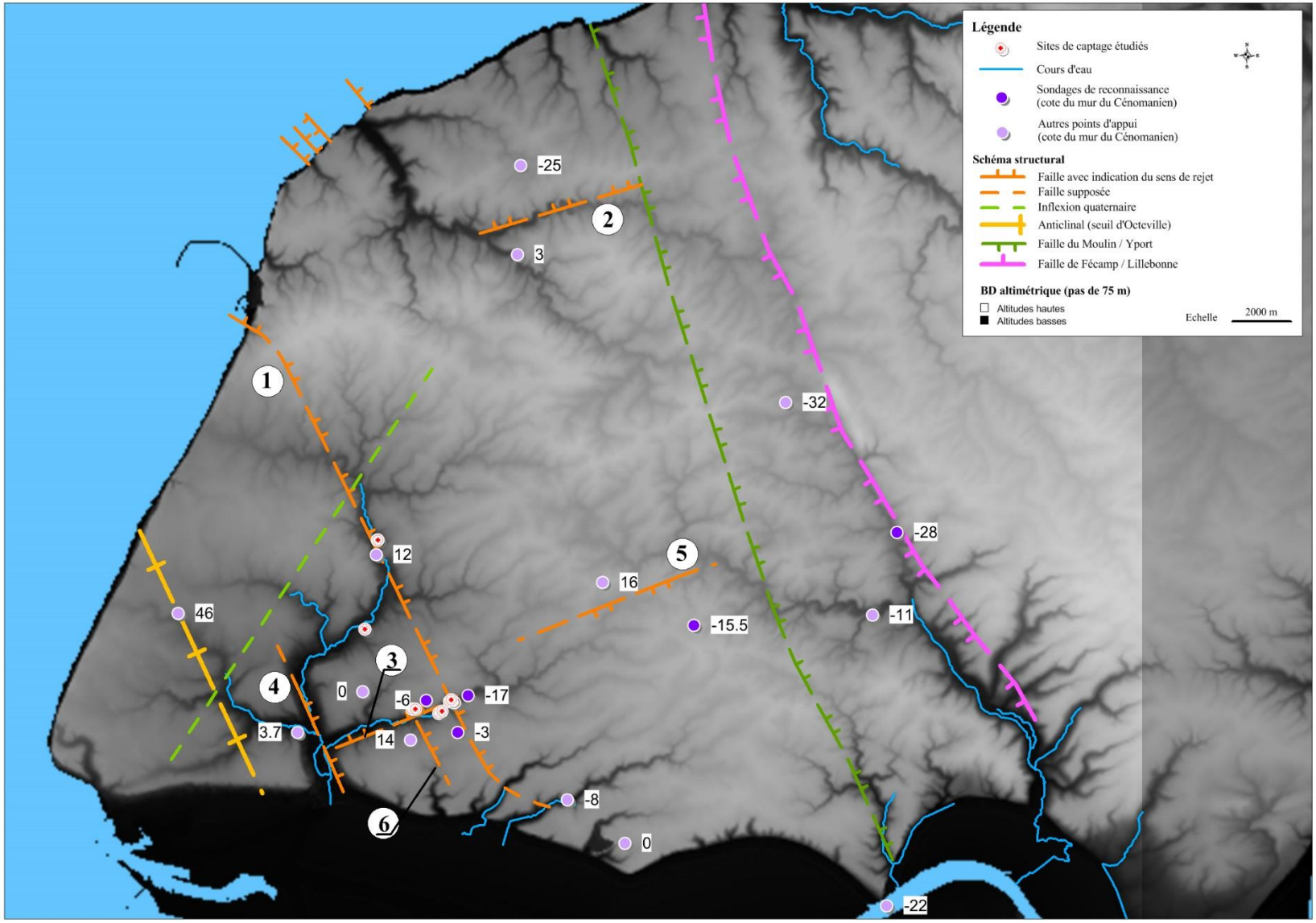
⑥: un accident parallèle aux failles (1) et (4) permet d'expliquer la côte +14 m NGF du sondage 00747X0272 par rapport aux côtes des sondages SL1 et SL3.

Figure 5-17 : Localisation des ouvrages de référence



Source : SAFEGE (d'après MNT de l'IGN)

Figure 5-18 : Schéma structural de la Pointe de Caux



Source : SAFEGE

6

Étude hydrogéologique

6.1 Typologie des écoulements souterrains

6.1.1 Rôle hydrogéologiques de certains niveaux

A la base du Cénomanien, le contact avec la Gaize n'est pas une ligne de déversement de source (observation à Bruneval et Saint-Jouin). Par contre, les bancs de silex de Boucherot et Bruneval, qui sont parfois évidés entre les bancs doubles, marquent de véritables lignes de sources.

Au-dessus de ces niveaux, les hard-grounds de Bruneval, Rouen et Antifer ne semblent pas particulièrement jouer un rôle hydrogéologique.

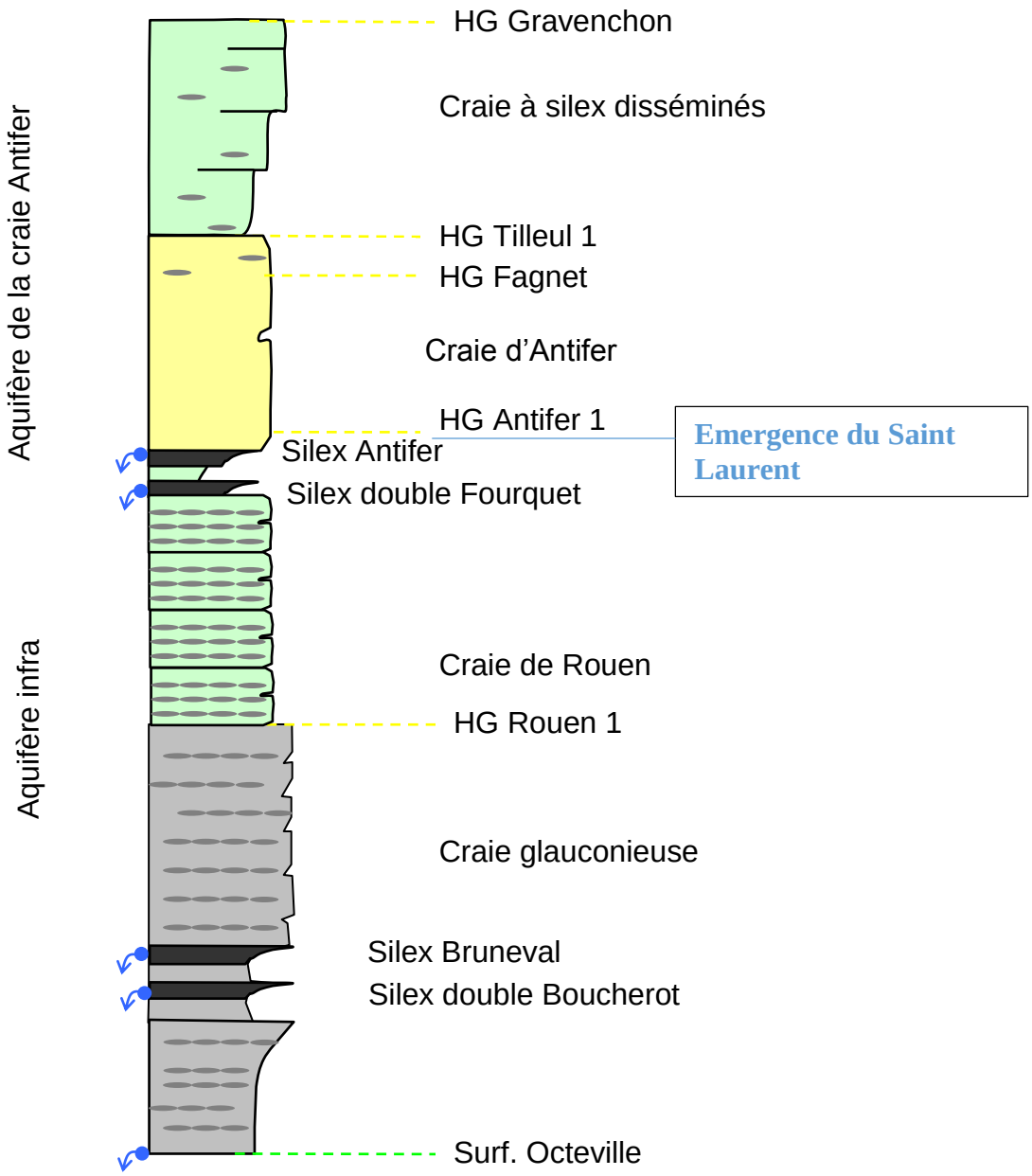
Le banc à silex d'Antifer et le banc double inférieur de Fourquet jouent par contre un rôle majeur. Parce qu'ils sont situés à la base de la craie d'Antifer, très poreuse), ils constituent des écrans peu perméables définissant des lignes de sources :

- ✓ Dans la carrière de Sandouville, les arrivées d'eau sont liées au silex Antifer,
- ✓ La source du château de Gonfreville et les suintements en falaise sont liés eux aussi au silex Antifer,
- ✓ La source de la plage d'Antifer est elle aussi liée au banc de silex (silex double de Fourquet).

Par ailleurs**, le sondage SL2 a mis en évidence dans la vallée, un réseau karstique fossile** (remplissage d'argile limoneuse) au-dessus des hard ground Antifer, probablement en lien avec la présence sous-jacente des premiers cordons de silex. Enfin, la coupe géologique le long du Saint Laurent démontre que les émergences (Grandes Sources, Petites Sources, Pruniers et Durécu) se situent à la base de la formation d'Antifer.

Il est donc nécessaire de considérer la craie d'Antifer et l'ensemble « craie de Rouen/craie glauconieuse » comme **deux réservoirs superposés** ayant chacun un mur imperméable à leur base constitué par des niveaux de silex continus à l'échelle du bassin de la Lézarde.

Figure 6-1 : Schéma hydrogéologique conceptuel



6.1.2 Karstification

La craie du Cénomanien ne présente pas de figures karstiques marquées. Les hard-ground du Turonien semblent par contre jouer un rôle important dans le développement du karst de restitution (surfaces de Radicatel 2 et Lillebonne, étudiés dans le cadre de l'étude du bassin d'alimentation de la source de Radicatel).

A l'échelle du secteur d'étude nous observons une forte densité de bétoires qui traduit l'existence d'un karst d'introduction, parfois assez bien développé, au vu des injections de traceurs effectuées lors d'opérations de traçage antérieures. Cette densité est bien marquée à l'Est de la faille de la haute Lézarde, en lien direct avec l'abaissement du niveau de base.

Le karst de restitution reste quant à lui relativement discret sur les affleurements du Cénomanien. Le forage du hameau de l'Enfer (Syndicat de Saint Romain Nord-Ouest) est réputé karstique ; les résultats de l'opération de traçage (IDDEA, 2013) confirment sa position le long d'un conduit, mais avec des caractéristiques démontrant des échanges avec la matrice (étalement du pic).

Des témoignages locaux rapportent également l'occurrence d'un effondrement en amont de l'usine de traitement de l'eau potable de la commune de Saint-Laurent de Brévedent (au moins 1,5 km en amont des Grandes Sources). Situé dans l'axe du talweg, au cœur des parcelles enherbées en amont des sources du Saint-Laurent, cet effondrement traduirait la sensibilité locale du soubassement vis-à-vis du karst.

6.2 Etude de la réponse des sources à la pluie

L'objectif est de caractériser la fonctionnalité des transferts des sources au travers du tarissement des débits et de la relation pluie débit. Les approches utilisées sont celles que Mangin (1975, 1984) a initié :

- ✓ L'analyse des courbes de tarissement ;
- ✓ L'analyse du signal pluie transformé en débit.

L'objectif est donc de préciser sur la ressource, affectée par des phénomènes karstiques, se comporte néanmoins comme un karst.

6.2.1 Données d'entrée

Précipitations

Les données pluviométriques utilisées sont celles de la CODAH aux stations d'Etainhus, Gonfreville et Saint Romain de Colbosc. Les données horaires ont été agglomérées en pluviométrie journalière.

Débits

Les analyses ont été réalisées à partir des données de débit disponibles pour les sources suivantes :

- ✓ Les sources de Saint Laurent : Petites et Grandes sources (données 2011 et 2012) ;
- ✓ La source de Pruniers (données 2011 et 2012).

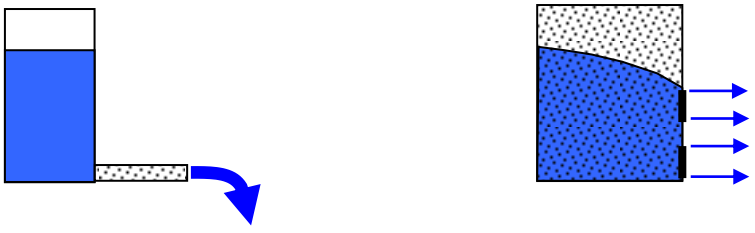
Chroniques

L'ensemble des chroniques de débits est fourni sous forme de graphiques en annexe.

6.2.2 Étude des courbes de tarissement

6.2.2.1 Rappel de la méthode

Les hydrologues ont développés deux approches analytiques pour corréler le débit à l'instant t avec le débit de base Q_0. Les modèles physiques correspondants sont celui de la cuve qui se vide ou du bac à sable qui se vidange au travers d'une paroi percée.



Pour le modèle de Maillet, le débit de la source est proportionnel au volume de l'hydrosystème, tandis que pour le modèle bac à sable, ce même débit est proportionnel à la puissance (en générale carré) de ce volume. Le modèle du bac correspond à une équation exponentielle connue sous le l'eau de courbe de Maillet. En utilisant l'équation de Maillet, on calcule le débit de base comme une fonction du débit initial Q_0 :

$$Q_t = Q_0 e^{-\infty(t-t_0)}$$

avec Q le débit, t le temps et α un coefficient de tarissement. Cette formule prend la forme d'une exponentielle.

Le coefficient de tarissement est de l'ordre de 10^{-1} à 10^{-3} j^{-1}. Marsaud a étudié expérimentalement cette loi et en a déduit que l'équation de Maillet rend bien compte des volumes mobilisés par une source de déversement, mais sous-estime ce même volume pour les sources de débordement.

Le modèle bac à sable, a permis d'écrire une équation dite hyperbolique (si n=2).

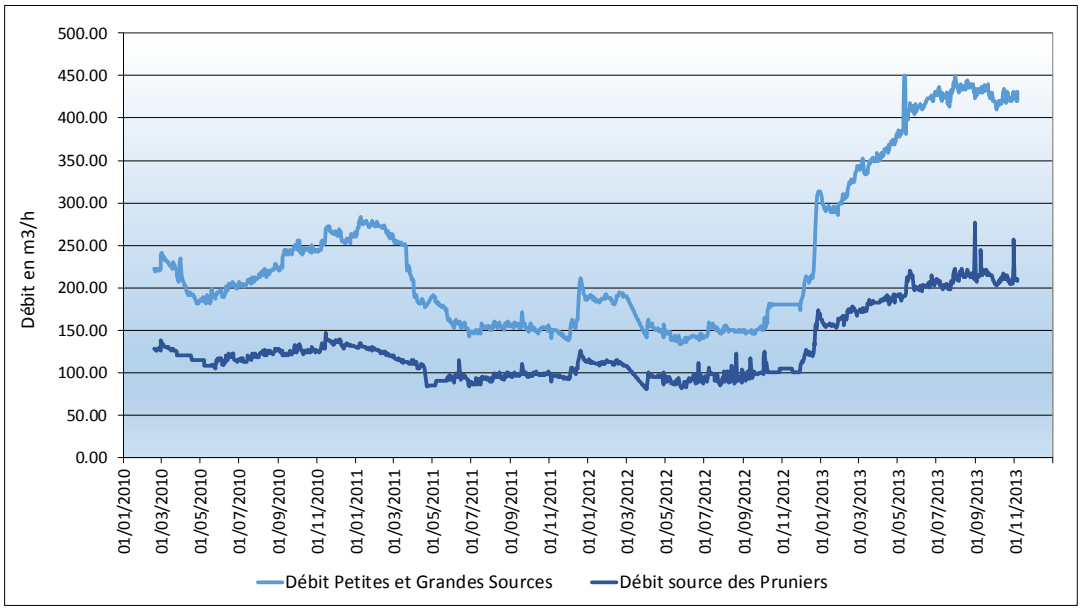
$$Q_t = \frac{Q_0}{[1+\alpha(t-t_0)]^n}$$

Selon les auteurs, cette équation correspond aux sources de déversement, tandis que l'équation de Maillet serait applicable aux sources dont le mur se situe profondément sous le terrain naturel.

Pour les sources karstiques, Mangin (1975) a ajouté une phase de décrue (vidange rapide) à la fonction de tarissement pur sans aucune recharge selon l'équation suivante :

$$Q_t = q_0\left(\frac{1-\eta t}{1+\varepsilon t}\right) + Q_0 e^{-\alpha t}$$

Figure 6-2 : Hydrogrammes des sources



6.2.2.2 Calage des courbes

En préambule, l'hydrogramme des sources amène quelques commentaires :

- ✓ On observe des cycles de recharge annuel mais pas de pics intermédiaires marqués pouvant être liés à des transferts ponctuels rapides,
- ✓ Le débit semble admettre un seuil bas qui pourrait caractériser un niveau de base de la nappe.

Etant donné la forme très particulière des hydrogrammes des sources étudiées, nous n'avons pas pu caler une courbe de tarissement avec l'équation de Mangin, même en négligeant le terme $q_0\left(\frac{1-\eta t}{1+\varepsilon t}\right)$. Ce premier constat conduit à penser que leur fonctionnement n'est pas karstique. Le modèle le plus proche des valeurs mesurées est une fonction hyperbolique tel que $Q_t = \frac{Q_0}{[1+\alpha(t-t_0)]^n} + q_0$. Le calage de l'hydrogramme n'est possible qu'avec un terme fixe :

Tableau 6-1 : Paramètres de calage des hydrogrammes (fonction hyperbolique)

Sources	Année	Q_0 en l/s	q_0 en l/s	n	α
Grande et Petite Sources	2011	30	40	1,6	$3{,}8.10^{-2}$
	2012	11	40	1,6	$3{,}8.10^{-2}$
Pruniers	2011	18	20	0,7	$1{,}3.10^{-2}$
	2012				

Afin de caler les hydrogrammes des sources, nous avons utilisé une équation de type sygmoïdale telle que :

$$Q_t = q_0 + Qo\left[1 - Q_0\left(\frac{1}{1+e^{-\alpha(t-ti)}}\right)\right]$$

La signification physique de cette équation serait Q_0 : terme de recharge, q_0 : débit de base, α le coefficient de tarissement et t_i le point d'inflexion de la courbe de tarissement.

Figure 6-3 : Exemple de calage des grandes et petites sources, année 2011

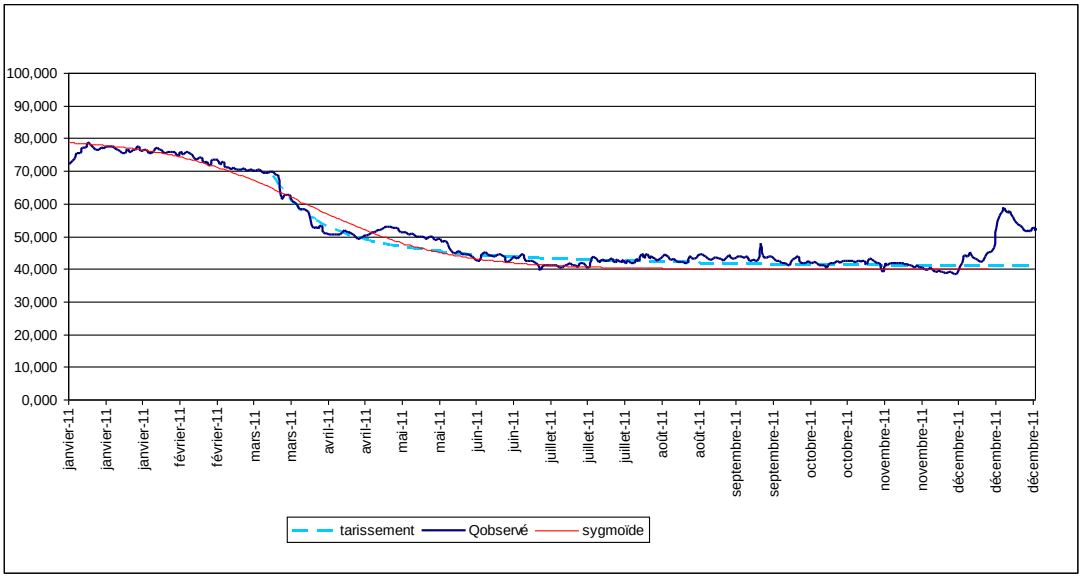


Tableau 6-2 : Paramètres de calage des hydrogrammes (fonction hyperbolique)

Sources	Année	Q_0 en l/s	q_0 en l/s	ti en j	α
Gde et Pte Source	2011	40	40	90	1,2 à $1{,}5.10^{-2}$

Les volumes annuels de vidange de la nappe sont :

Tableau 6-3 : Volumes de la ressource par captage (données CODAH)

Sources	2010 (hors Janvier)	2011 Année entière	2012 Année entière	2013 (hors Décembre)
Grande et Petite Sources	$1{,}70.10^6$ m³ 54 l/s	$3{,}10.10^6$ m³ 100 l/s	$1{,}47.10^6$ m³ 47 l/s	$2{,}89.10^6$ m³ 91 l/s
Pruniers	$0{,}94.10^6$ m³ 30 l/s	$1{,}79.10^6$ m³ 57 l/s	$0{,}92.10^6$ m³ 28 l/s	$1{,}45.10^6$ m³ 46 l/s

6.2.3 Étude du signal pluie-débit

L'analyse corrélative et spectrale est une des méthodes les plus couramment utilisées dans la caractérisation des écoulements qu'ils soient karstiques ou non. Elle permet d'étudier le débit (signal de sortie) comme étant la réponse d'un système (filtre) à la pluie (signal d'entrée). Dans notre cas, le signal d'entrée est la pluviométrie, la réponse au signal est le débit des sources et le filtre permettant la transformation de l'un à l'autre, la craie du Cénomanien.

Deux types d'analyses sont réalisés :

- ✓ L'analyse simple : qui permet de comparer les valeurs d'un paramètre entre plusieurs captages ;
- ✓ L'analyse croisée qui permet d'appréhender la relation entre le signal d'entrée (débit) et le signal de sortie (précipitation).

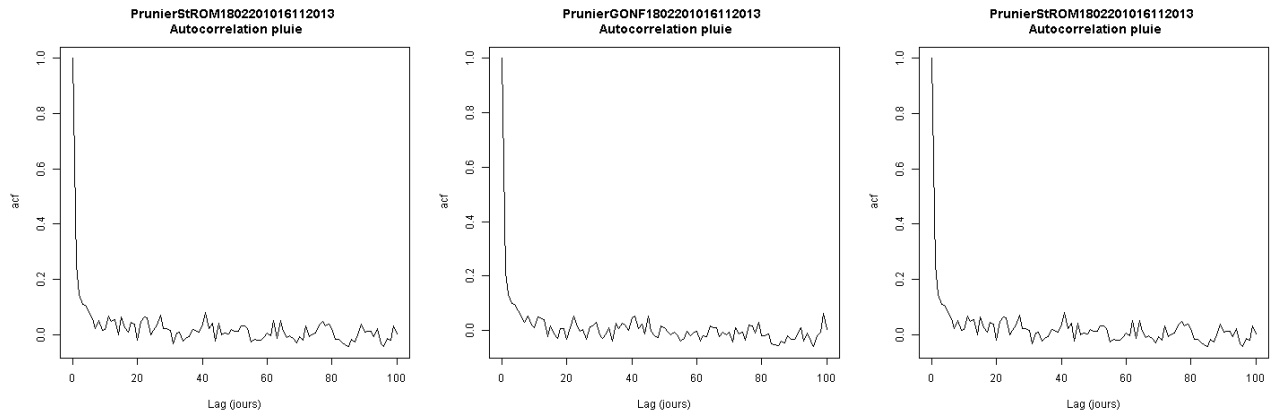
6.2.3.1 Analyse corrélative simple

L'autocorrélation permet de caractériser la dépendance des valeurs entre elles et ainsi la conservation de l'information d'une valeur à l'autre. Plus elle est forte plus l'effet mémoire du système est important et l'inertie forte. Le signal de sortie (débit ou niveau de la nappe) est karstique quand la mémoire est courte, sous réserve que le signal d'entrée soit aléatoire et sans effet mémoire.

A- Précipitations

Les valeurs d'autocorrélation pour les trois stations pluviométriques sont faibles (<0,2 j). La répartition peut donc être considérée comme aléatoire, et les pluies peuvent donc être utilisées pour l'analyse pluie/débit.

Figure 6-4 : Autocorrélation des précipitations aux stations



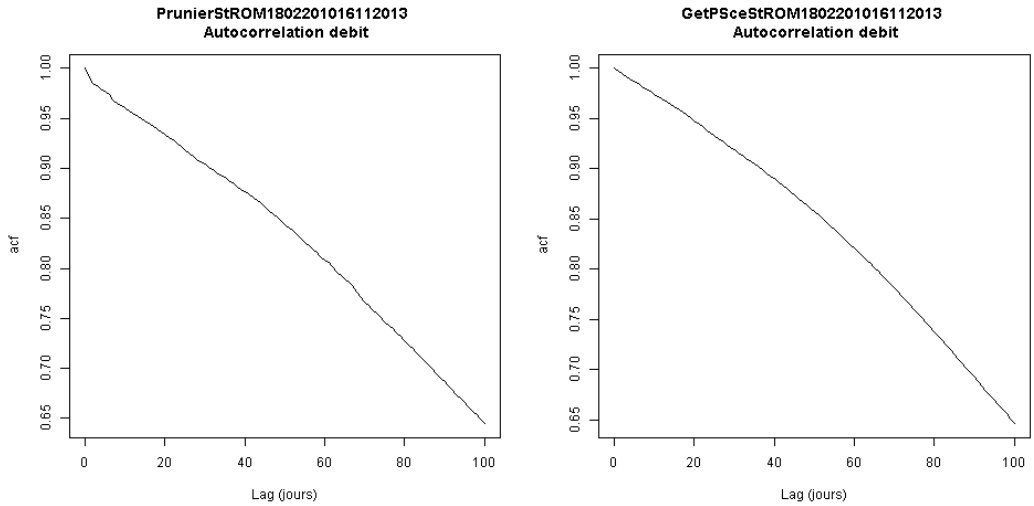
B- Débits des sources

Les autocorrélogrammes des deux systèmes sont similaires. L'effet mémoire (rk=0,2) est important :

- ✓ Grandes et Petites Sources = 225 jours
- ✓ Pruniers = 283 jours

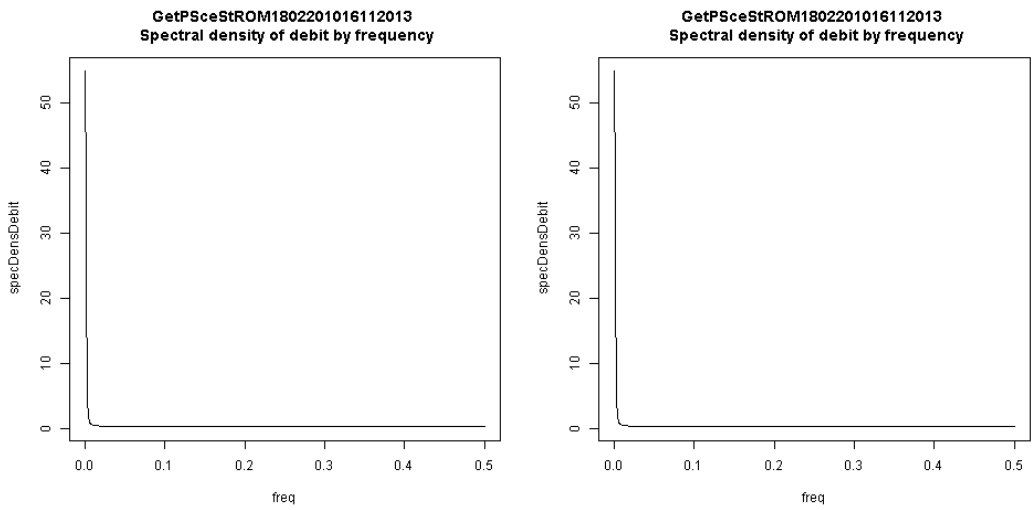
Pour des sources karstiques, l'effet mémoire est de l'ordre de quelques jours à quelques dizaines de jours.

Figure 6-5 : Courbes d'autocorrélation du débit



Le spectre de densité de variance permet de définir la fréquence de coupure (Fc), qui représente la régulation introduite par le système.

Figure 6-6 : Spectres de densité du débit



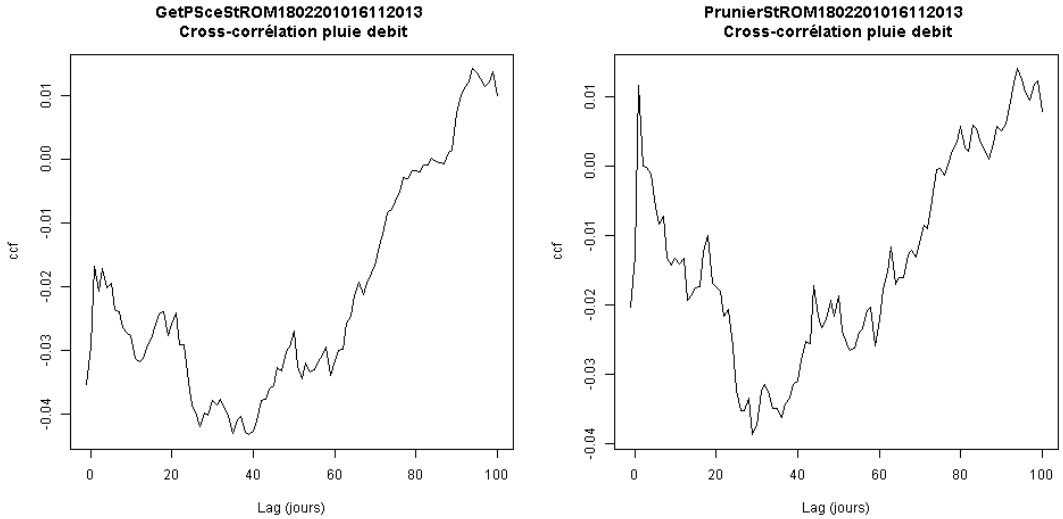
Les deux sources présentent une densité basse pour les hautes fréquences et vice versa. Les hautes fréquences sont donc filtrées par le système qui stocke les évènements pluvieux et les restituent sur le plus long terme. Le spectre ne montre pas d'artéfacts pouvant être liés à des circulations plus rapides.

6.2.3.2 Analyse corrélative croisée pluie-débit

A- Corrélation croisée

La corrélation croisée entre les précipitations et les débits permet d'analyser la relation entre ces deux paramètres et de caractériser le temps de réponse du système au signal d'entrée.

Figure 6-7 : Corrélation croisée pluie-débit

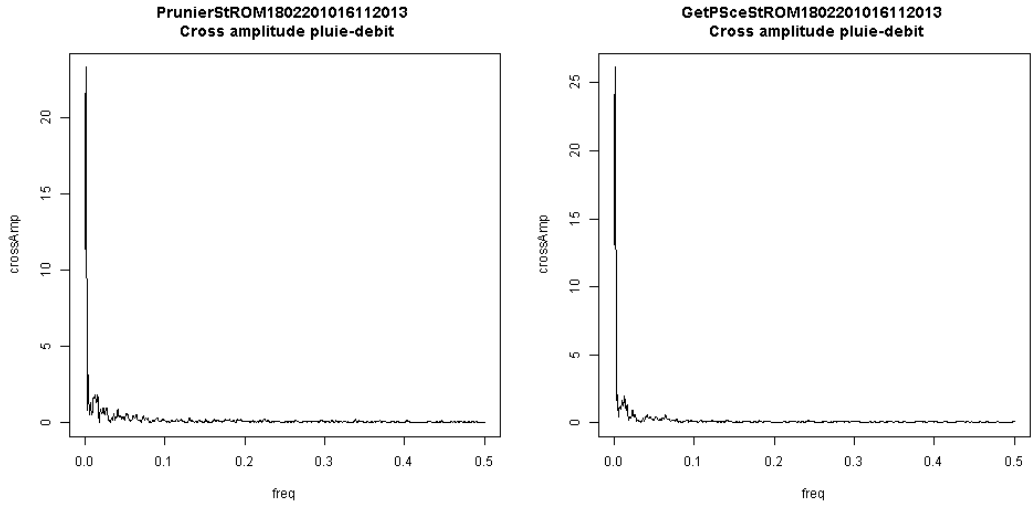


Les corrélations croisées ne montrent pas d'effet des pluies à court terme. La valeur de corrélation est basse même pour un délai de 100 jours. La pluie n'a donc pas d'effet immédiat notable sur les débits.

B- Amplitude croisée

L'amplitude croisée caractérise l'effet du milieu sur les amplitudes du signal d'entrée. Un signal peu filtré se caractérise par une amplitude croisée qui varie peu.

Figure 6-8 : Amplitude croisée pluie-débit

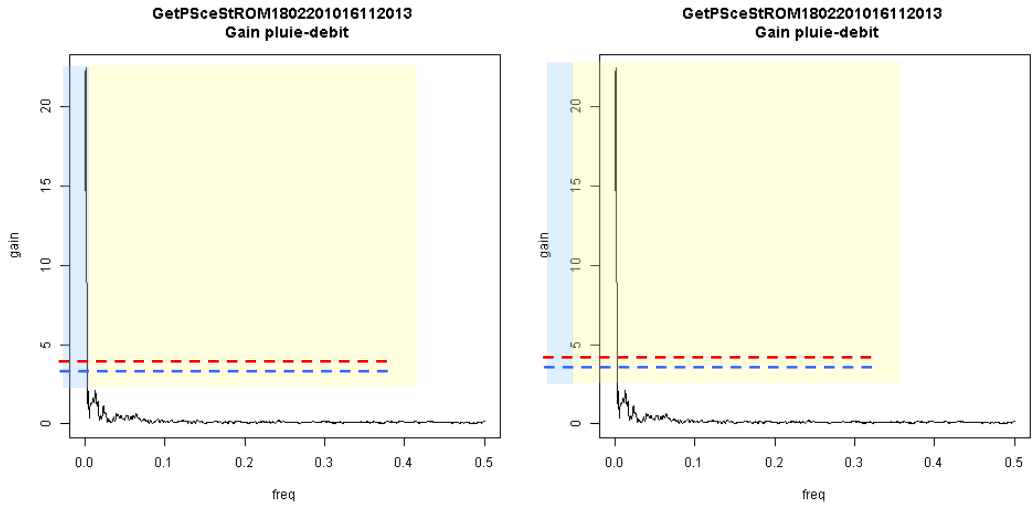


Pour des fréquences élevées, les valeurs d'amplitude sont très atténuées. Les valeurs sont très stables et proches de zéro, ce qui caractérise un fort effet de filtre du système.

C- Fonction gain

La fonction de gain permet de différencier l'amplification ou l'atténuation du signal d'entrée par le système et les durées d'écoulement rapide et lent.

Figure 6-9 : Fonction de gain pluie-débit



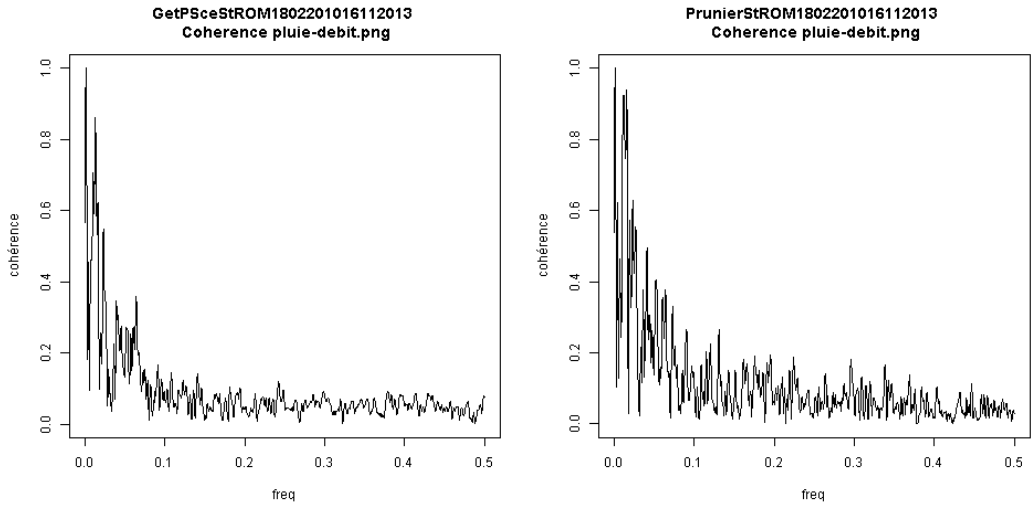
Le karst se manifeste par un gain proche de la valeur 1 vers les hautes fréquences, tandis qu'une rapide atténuation (gain<1) du signal pluie est interprétée comme le reflet de l'écoulement lent (Padilla, Pulido-Bosh, 1995). Pour les deux sources la fonction de gain décroit très rapidement pour être égale à 0 lorsque les fréquences sont supérieures à 0,03, soit inférieures à 30 jours. Le signal karstique, s'il existe, serait donc lié à cette faible amplitude du signal à 30 jours.

D- Fonction de cohérence

La fonction de cohérence permet d'estimer les relations linéaires entre les paramètres pour chaque fréquence.

Les courbes obtenues révèlent la présence d'une baisse de cohérence, entre 8 et 10 jours. Il n'existe pas de cohérence à forte fréquence.

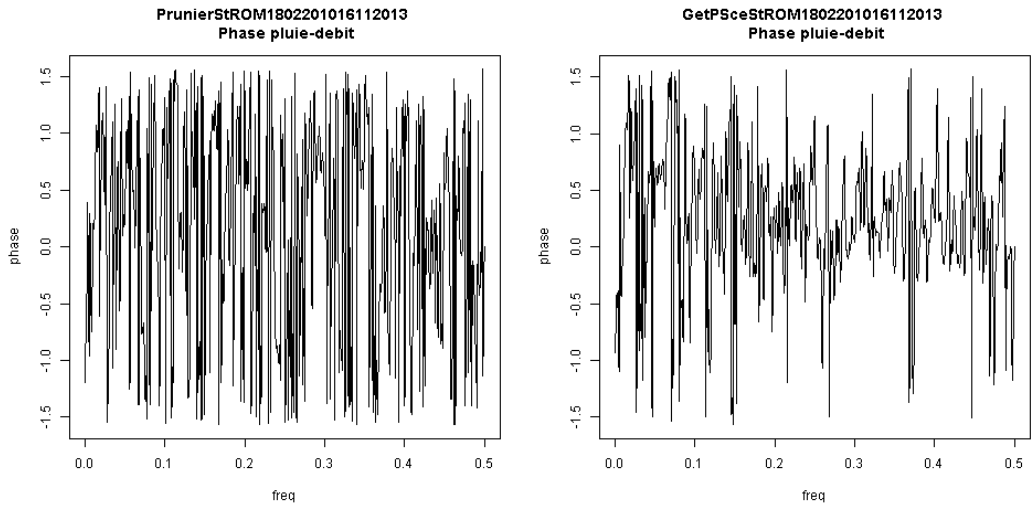
Figure 6-10 : Fonction de cohérence pluie-débit



E- Fonction de phase

La fonction de phase permet d'estimer le retard entre le signal d'entrée et le signal de sortie.

Figure 6-11 : Fonction de phase pluie-débit

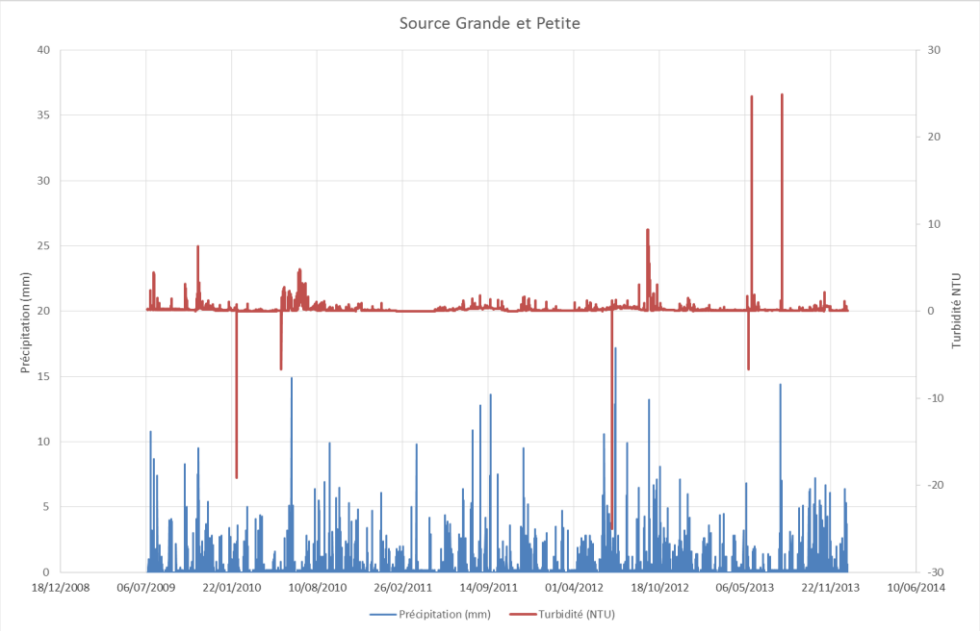


Pour les deux sources, la fonction de phase est trop bruitée pour calculer le décalage entre les deux séries.

6.2.4 Etude du signal pluie-turbidité

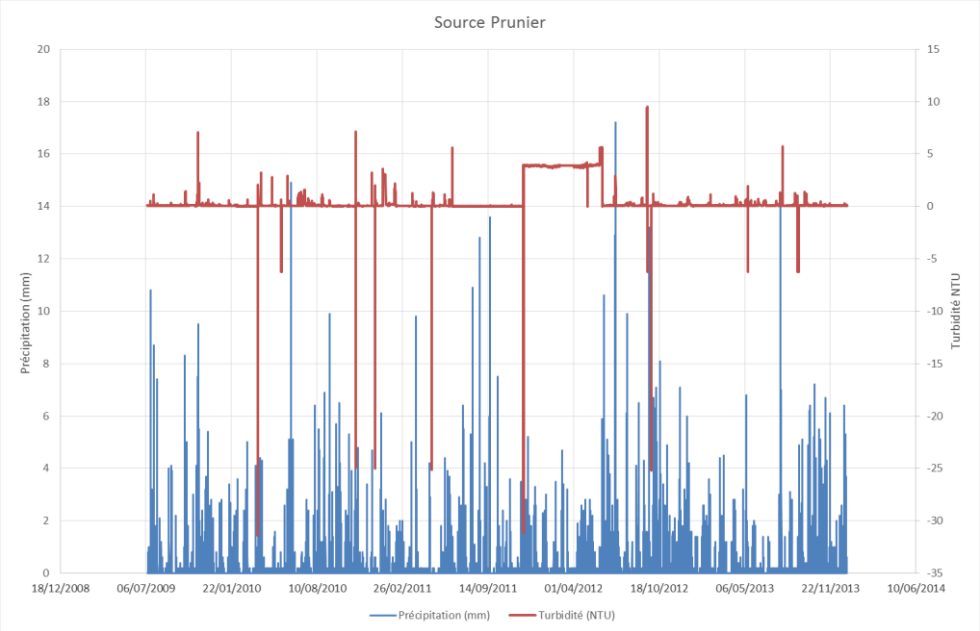
L'analyse a porté sur les années 2009 à 2013 au pas de temps horaire. Pour Grandes et Petites sources, les pics de 2013 sont bien marqués (>20 NTU).

Figure 6-12 : Données sur Grandes et Petites Sources



Sur les Pruniers, les données de 2012 seront faussées par une dérive probable de la sonde.

Figure 6-13 : Données sur Pruniers



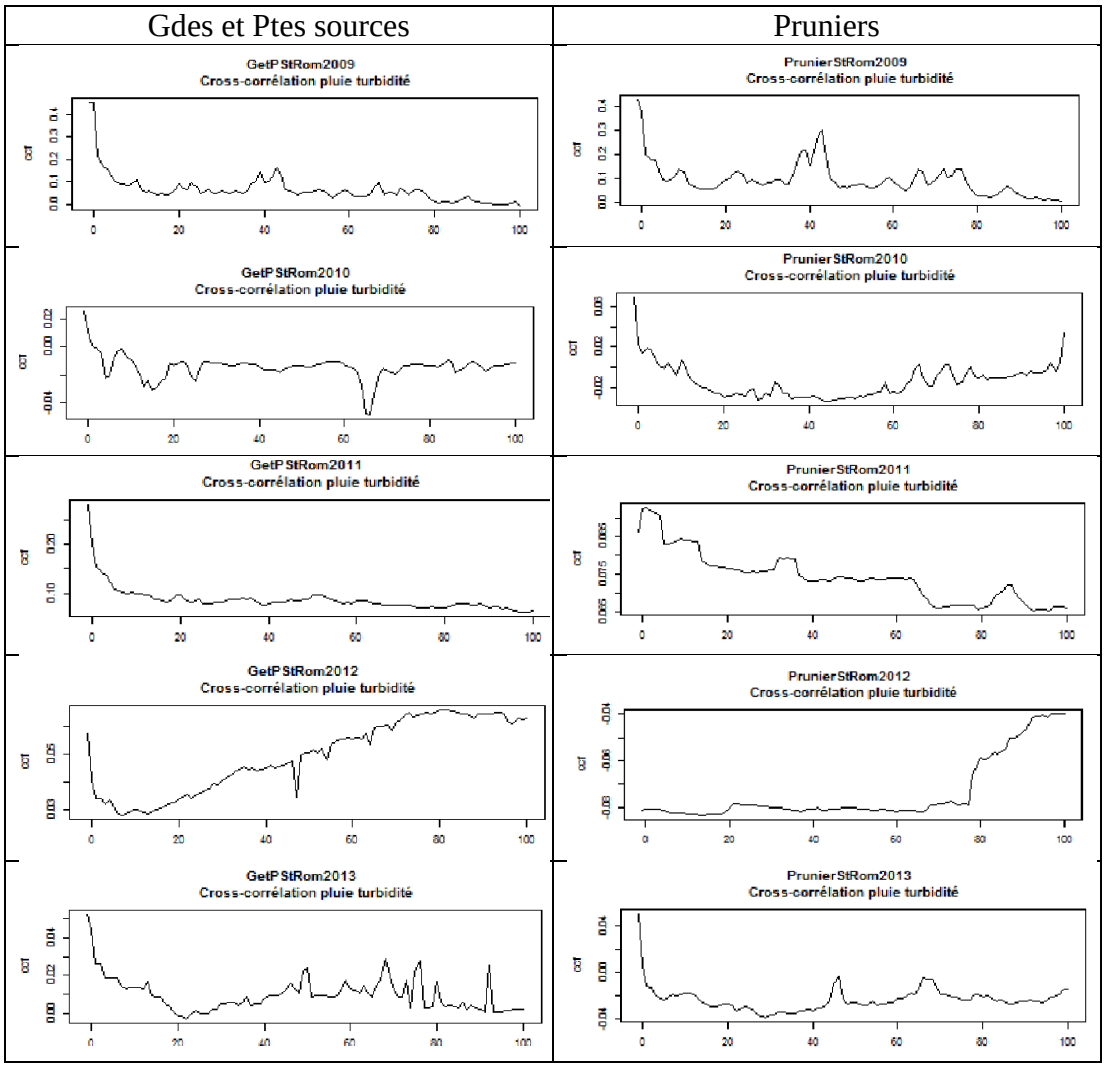
6.2.4.1 Analyse corrélative simple

Le signal caractère aléatoire de la pluie a été démontré au paragraphe 6.2.3.1A-. Les valeurs de Saint Romain de Colbosc ont été retenues. Pour la turbidité, les diagrammes d'autocorrélation ne sont pas étudiés dans notre approche.

6.2.4.2 Analyse corrélative croisée

A- Corrélation croisée

Figure 6-14 : Corrélation croisée au pas horaire pluie-turbidité



L'année 2009 comprend une série de mesures plus courte. **Les deux sources semblent réagir à la pluie environ 40 heures après les précipitations**, avec un coefficient de corrélation assez faible (>0,2 pour les Grande et Petite Sources, et de 0,3 pour Pruniers). Bien que faible, ce coefficient est assez nettement exprimé et ne se rencontre pas dans l'analyse pluie-débit. Deux pics semblent se distinguer, pouvant correspondre soit à deux voies de transfert, soit à deux phénomènes interdépendants.

Les années 2010 et 2011 ne ressemblent pas au signal de 2009 et les coefficients de corrélation deviennent non significatifs d'une relation linéaire (ccf<0,02). On peut supposer que le mode de transfert n'a pas permis l'expression de la turbidité (intensité des pluies, dates des évènements, rôle du couvert végétal….).

Pour 2012, le signal est faussé sur Grandes et Petites Sources.

Enfin, les relations pluie-turbidité de l'année 2013, avec deux pics de turbidité bien marqués dans les chroniques, sont marquées par de faibles coefficients de corrélation croisée. Ce coefficient remonte vers 45 heures (notamment sur Pruniers), mais à des valeurs basses, démontrant que **la relation n'est pas linéaire avec certainement des effets de seuils**.

N.B. : les valeurs de turbidité négatives n'ont pas été prises en compte.

B- Autres diagrammes

Les autres diagrammes sont disponibles en annexe.

Les diagrammes d'amplitudes croisées sont caractéristiques de systèmes avec un fort effet de filtrage de la pluie.

La baisse de cohérence est nette sur tous les diagrammes pour des fréquences inférieures à 0,1 (10 heures). L'année 2009 se caractérise par une cohérence plus forte entre le signal pluie et la turbidité (0,4).

Le diagramme de phase (donnant la valeur du décalage) est impossible à analyser et le diagramme du gain ne permet pas d'évaluer l'amplification ou non du signal.

D'une manière générale, le signal apparait peu structuré et n'est pas caractéristique d'une relation linéaire. L'aquifère semble posséder un effet de filtrage important. Seule l'année 2009 donne un signal de sortie en relation avec la pluie après un décalage d'une quarantaine d'heures. En prenant comme vitesse de transfert convectif une valeur de 15 à 20 m/h (cf. résultats de traçages au chapitre 4.5.3.2 page 96), cette interprétation tend à mettre en avant **une incidence de la pluie proche du captage** (< au kilomètre). Une autre explication pourrait être **un transfert de pression**, plus immédiat, qui conduirait à une remise en suspension des sédiments.

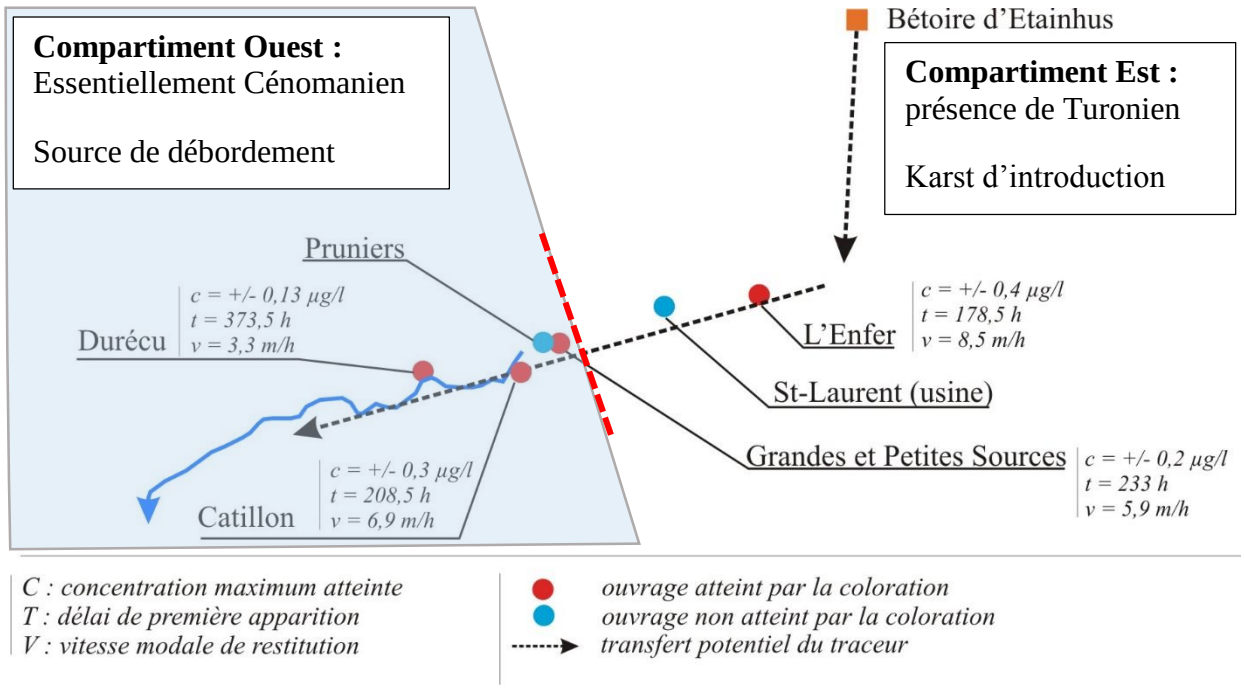
6.3 Bilan

6.3.1 Fonctionnement des émergences

L'origine et la localisation des sources captées dans le bassin du Saint Laurent sont conditionnées par un schéma tectonique qui fait remonter les assises de l'Albien à l'ouest de la faille de la Haute Lézarde.

Le schéma hydrogéologique qui en découlerait serait alors conditionné par deux compartiments tectoniques :

- ✓ **Un bloc oriental**, avec présence de Turonien et du Coniacien (plus favorable à la formation de karst) qui constitue la zone d'alimentation du système,
- ✓ **Un bloc occidental**, avec essentiellement du Cénomanien qui reçoit donc les écoulements du bloc est. Le système se vidange alors à la faveur de niveaux de silex (silex Antifer) peu perméables et d'extension continue à l'échelle du bassin.



6.3.2 Nature de la ressource captée

Les sources émergent dans la craie d'Antifer qui présente une porosité importante du fait de l'absence de silex. C'est le niveau exploité par la carrière de Sandouville. Cette formation est donc propice au stockage de l'eau souterraine, mais sa perméabilité fissurale est peu développée.

Ces propriétés sont confirmées par l'étude du signal pluie-débit et des courbes de débit. Les émergences Petites et Grandes sources ainsi que Pruniers ne répondent pas à l'équation de débit de Mangin, classiquement usitée pour caractériser le degré de fonctionnement karstique. De même, les relations avec la pluie sont mal corrélées pour une ressource karstique et l'inertie du débit est importante.

Dans le même temps, le traçage de la bétoire d'Etainhus s'est avéré positif avec des vitesses de l'ordre de 20 m/h, des concentrations faibles et un signal de restitution du colorant étalé. Des transferts rapides existent donc au sein de ce système et affectent le réservoir de la craie d'Antifer.

Le fonctionnement présenté supra peut être cohérent avec ces données d'apparence contradictoire si l'on considère que le milieu (craie d'Antifer) peut se comporter comme un milieu à double porosité.

L'existence d'une karstification à la base de la craie d'Antifer (cf. SL2) montre que de petits conduits peuvent exister. L'alimentation de ces conduits est majoritairement le fait de l'écoulement matriciel dans la craie d'Antifer. Localement, ce karst d'origine stratigraphique peut être relié à un karst d'introduction. Ce schéma expliquerait le résultat positif du traçage d'Etainhus.

7

Délimitation du bassin d'alimentation des captages

7.1 Bilan hydrologique

7.1.1 Principe

La méthode du bilan hydrologique est utilisée ici pour déterminer une superficie théorique d'alimentation du débit du forage. Le calcul se pose en ces termes : **« quelle est la surface théorique minimale de territoire permettant de fournir, par infiltration des pluies efficaces, le débit d'exhaure des différents sites de captage ? »**.

Le raisonnement se pose donc pour une approche double, matricielle (continue) et karstique (discontinue), du fonctionnement de l'aquifère. On considère que les données de débit sont représentatives d'une vidange homogène de l'aquifère matriciel par les drains karstiques et par la porosité de la matrice.

La formule d'application est la suivante :

S théorique = ∑ Q / P eff

Avec :

- S théorique : la superficie minimale théorique d'alimentation ; en m²
- ∑ Q : la somme des débits des sources (données transcrites en débit annuel d'exhaure), des prélèvements par forage et des cours d'eau, en m^3/an,
- P eff : la lame d'eau infiltrée par an au droit du secteur d'étude (mm/an ou m^3/m^2/an).

7.1.2 Calcul du bilan au droit de chacun des sites de captage

7.1.2.1 Le site de captage de Saint Laurent et Durécu

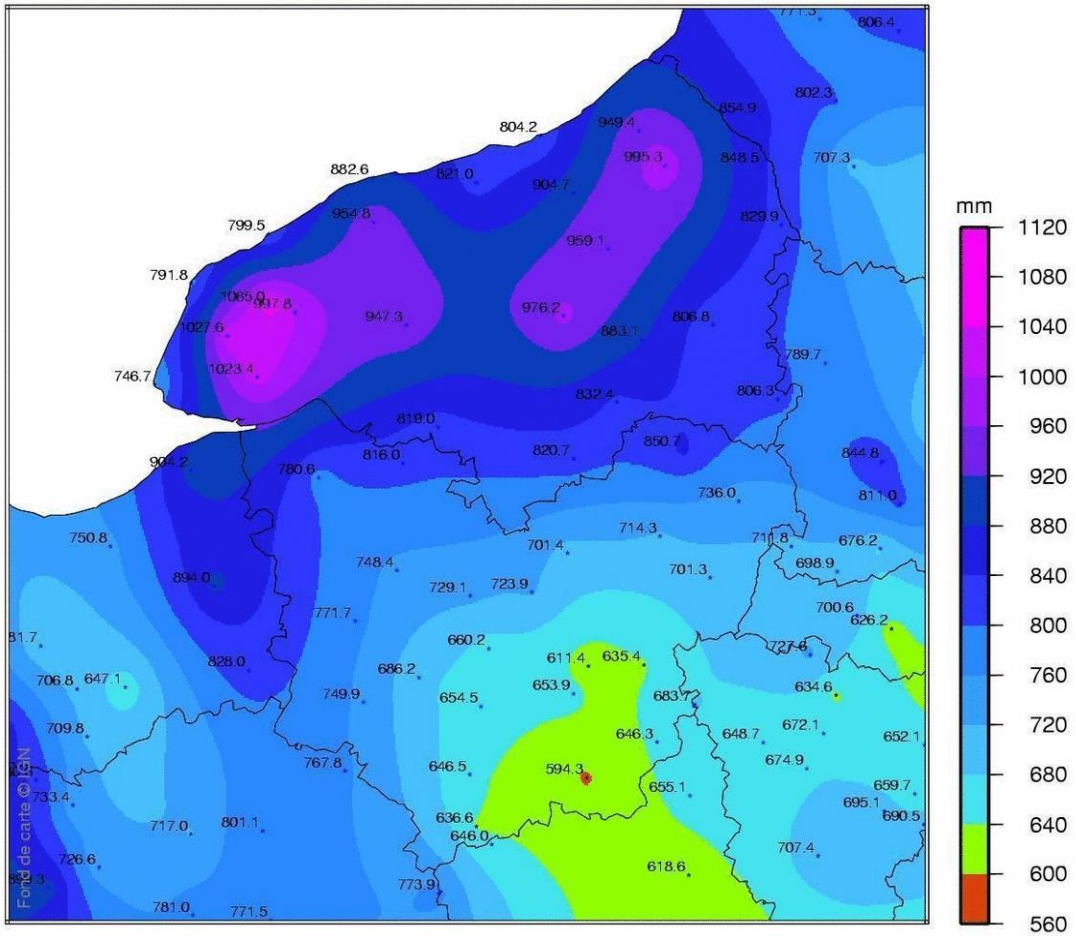
A- Données d'entrée

a- En entrée du système

La variable matérialisant les entrées de l'hydrosystème est la pluie efficace qui contribue à la recharge de l'aquifère. Elle est considérée identique en tous lieux du secteur d'étude et des bassins d'alimentation des différents sites de captage.

On notera dès à présent l'existence d'un gradient pluviométrique croissant le long de la vallée du Saint-Laurent illustré par les normales pluviométriques de Météo France et des isohyètes correspondantes reportées sur la figure suivante.

Figure 7-1 : Cumul des précipitations quotidiennes – normales calculées entre 1971 - 2000



Source : Météo France

La partie aval du Saint-Laurent (confluence avec la Lézarde) reçoit un cumul annuel de l'ordre de 900 mm/an et la partie amont (Saint-Romain de Colbosc) reçoit un cumul de l'ordre de 1 020 mm/an.

Les valeurs bibliographiques de la pluie efficaces dans ce secteur sont les suivantes :

- ✓ BURGEAP (1956 – bassin du Saint-Laurent) : **467 mm**,
- ✓ BURGEAP (1963 - bassin de la Lézarde) : **280 mm**,
- ✓ BRGM (1970 - bassin du Saint-Laurent) : **300 mm**,
- ✓ BRGM (Atlas départemental 1992 – secteur du Cap de la Hève) : **231 mm,**
- ✓ BURGEAP (1993 – bassin du Saint-Laurent) : **423 mm** sur la base de mesures.
- ✓ DREAL de Haute Normandie (Doctrine pour l'établissement des documents d'incidences - bassin versant du Rogerval) : **403 mm.**

Les données bibliographiques varient du simple au double : de 231 mm à 467 mm. La moyenne s'établie à 350 mm/an.

Les travaux de BURGEAP proposent une estimation de la pluie efficace qui rend compte du différentiel pluviométrique entre les deux vallées du Saint-Laurent et de la Lézarde. Une partie de ces travaux reposent sur des mesures locales. Au vu de ces éléments nous retiendrons donc :

- ✓ **Une pluie efficace de 280 mm/an** pour les bassins d'alimentation des ouvrages de Rolleville et de la Payennière (médians et amont du bassin versant de la Lézarde).

- ✓ **Une pluie efficace de 423 mm/an** pour le bassin d'alimentation des ouvrages de Saint-Laurent et de Durécu (médian et amont du bassin versant du Saint-Laurent),

b- En sortie du système

Les sorties de l'hydrosystème sont la somme de tous les prélèvements ou écoulements naturels de l'eau vers l'exutoire du bassin hydrogéologique.

L'entité évaluée est le territoire en amont de chaque site de captage.

<u>La production d'eau potable</u>

- ◆ Le débit naturel des sources de Saint-Laurent de Brévedent

  Nous nous basons ici sur les débits mesurés par IDDEA lors de l'opération de traçage entre octobre 2013 et janvier 2014. Compte tenu de l'époque, ils correspondent à une estimation des débits maximum du cycle hydrologique.

  Ils représentent toutefois la meilleure estimation dont nous disposons à l'heure actuelle. Les Grandes et Petites Sources, la source des Pruniers et la source (+ sourcin) du Catillon produisent un débit moyen de 347 l/s ; soit 10,94 m^3/an. Cette valeur ne tient pas compte de la production du forage des Pruniers ni de celui du Catillon, mais celle-ci s'avère assez peu significative devant le débit naturel des sources (plages horaires de fonctionnement très courtes).

- Le forage de l'usine de Saint-Laurent de Brévedent

  Le débit d'exploitation de ce forage est de l'ordre de 1 500 m^3/j[2] ; 0,55 Mm^3/an.

- Le forage de l'Enfer du Syndicat de Saint-Romain Nord-Ouest

  Le débit d'exploitation de ce forage est de l'ordre de 400 m^3/j[3]. Le volume annuel de prélèvement a été précisé par l'exploitant à 117 000 m^3 pour l'année 2013 (soit 0,12 Mm^3/an).

- Le débit du site de captage de Durécu. En l'état actuel des connaissances, la productivité de la source de ce site est estimée à 33,9 l/s ; soit 1,07 Mm^3/an (IDDEA, 2013).

- Autres prélèvements

  Compte tenu de l'ampleur des prélèvements AEP récapitulés ci-dessus, on considère comme négligeables les autres types de prélèvements, qu'ils soient industriels (peu vraisemblables), agricoles ou domestiques.

Total

Le total des prélèvements souterrains et des écoulements superficiels du bassin du Saint-Laurent est de 12,68 Mm^3/an.

L'écoulement naturel superficiel de l'eau du bassin versant

La station DREAL de Saint-Laurent de Brévedent indique un débit moyen interannuel de 0,070 m^3/s ; soit 6 048 m^3/j et 2,21 Mm^3/an.

Ce débit constitue de fait l'excédent des sources, non capté pour la production d'eau potable.

L'écoulement naturel souterrain de l'eau du bassin versant

Compte tenu des connaissances acquises sur la géologie de cette section du bassin du Saint-Laurent, et notamment le relèvement vers le sud-ouest des couches peu perméables du Cénomanien basal et de l'Albien, et la très faible productivité de ces étages confirmée par le passage d'un micromoulinet en SL2 (Saint-Laurent) (bien que résultats partiels), nous estimons que l'écoulement souterrain du bassin hydrogéologique au droit des sources du Saint-Laurent peut être négligé dans cette approche du bilan hydrogéologique.

[2] Source : Étude hydrogéologique du bassin versant de la Lézarde, SAFEGE, 2007

Bilan des sorties du système

Tableau 7-1 : Bilan des volumes sortant du bassin du Saint-Laurent

Vecteur	Débit unitaire	Débit journalier	Volume annuel
Débit naturel des sources et débit d'exploitation des ouvrages AEP	402 l/s	34 740 m^3/j	12,68 Mm^3/an
Écoulement superficiel	70 l/s	6 048 m^3/j	2,21 Mm^3/an
Écoulement souterrain	Négligé	Négligé	Négligé
Total	**472 l/s**	**40 788 m^3/j**	**14,89 Mm^3/an**

7.1.2.2 Superficie théorique minimale d'alimentation

Dans ces conditions (Pe = 423 mm/an et Q = 14,89 Mm^3/an), **la superficie minimale théorique d'alimentation du bassin du Saint Laurent en amont du site de captage est évaluée à 35,2 km².** Cette valeur est théorique et très approximative et n'est indiquée qu'à titre informatif. Elle ne saurait constituer la superficie du bassin d'alimentation des sources de Saint Laurent.

7.1.2.3 Le site de captage de la Payennière

La superficie minimale théorique est calculée pour la source et en amont de celle-ci (rive gauche de la vallée de la Lézarde).

En l'état actuel des connaissances, la productivité de la source de ce site est estimée à 66,6 l/s ; soit 2,10 Mm^3/an (IDDEA, 2013).

Dans ces conditions et pour une recharge annuelle identique (Pe = 280 mm/an) **la superficie minimale théorique d'alimentation serait de 7,50 km².**

7.1.2.4 Le site de captage de Rolleville

La superficie minimale théorique est calculée pour l'ensemble des deux sources et en amont de celles-ci (rive gauche de la vallée de la Lézarde).

En l'état actuel des connaissances, la productivité des sources de ce site est évaluée à 33 l/s ; soit 1,05 Mm^3/an (cf. chapitre 2.3.2 page 17).

Dans ces conditions et pour une recharge annuelle identique (Pe = 280 mm/an) **la superficie minimale théorique d'alimentation serait de 3,75 km².**

7.1.3 Synthèse des superficies minimales théoriques d'alimentation

Tableau 7-2 : Synthèse des superficies minimales théoriques d'alimentation

Site	Volume annuel théorique retenu	Pluie efficace retenue	Superficie minimale théorique d'alimentation
Saint-Laurent et Durécu	14,89 Mm^3	423 mm/an	35,20 km^2
Payennière	2,10 Mm^3	280 mm/an	7,50 km^2
Rolleville	1,05 Mm^3	280 mm/an	3,75 km^2
Total	**17,37 Mm^3**	**-**	**47,7 km^2**

L'approche de l'évaluation de la superficie des bassins d'alimentation par la méthode du bilan hydrologique est très théorique et sujette à un certain nombre d'approximations. Il convient donc de la considérer comme un ordre de grandeur de ce que pourrait être l'étendue d'approvisionnement minimale en amont de chaque site de captage. Elle peut être confrontée à l'approche cartographique proposée ci-après.

7.2 Délimitation du bassin d'alimentation des captages

7.2.1 Approche méthodologique

La méthodologie suivie par SAFEGE est adaptée aux propriétés de la craie qui est un réservoir présentant une triple porosité, de matrice, de fissures et de karst, et au sein de laquelle l'eau s'écoule très lentement dans la matrice poreuse ou au contraire très rapidement au sein des systèmes karstiques.

L'hypothèse retenue est que le karst, quand il est bien développé au sein de la craie, joue le rôle de drain de la matrice et des fissures. Les pores de la craie et les fissures assurent quant à eux la fonction capacitive de l'aquifère.

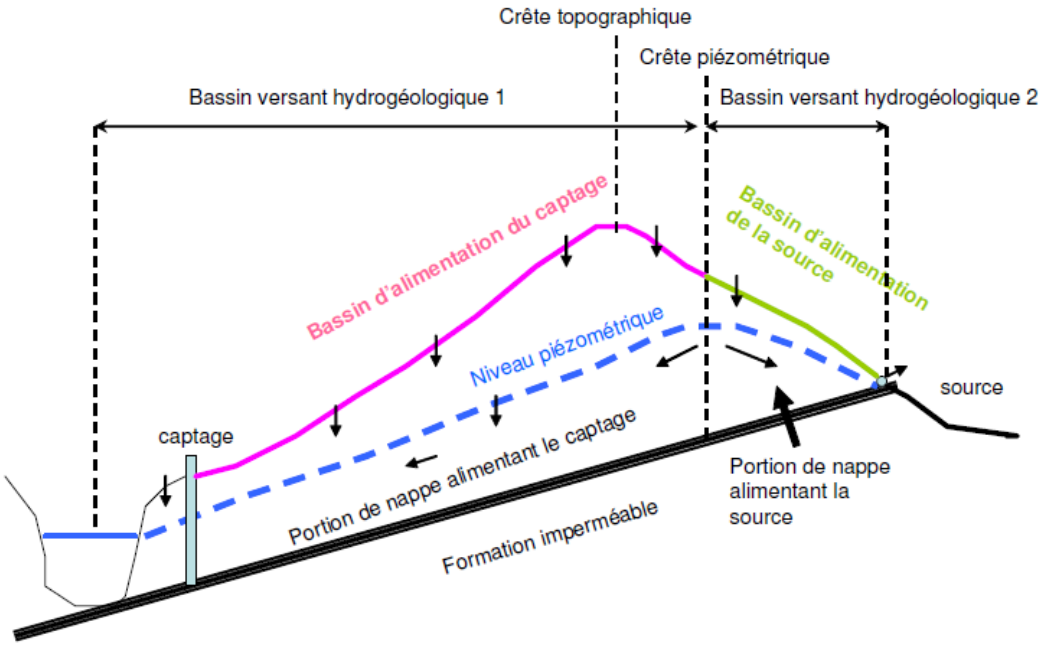
La méthodologie de SAFEGE, repose sur les propriétés particulières de la craie du Pays de Caux et se déroule en deux étapes :

1. **Définition du bassin « continu»** : c'est la zone qui contribue à l'alimentation permanente des sites de captage ; elle est définie en supposant que la piézométrie rend compte des écoulements de l'eau dans les pores de la craie et s'appuie sur les approches géomorphologiques et structurales,

2. **Définition du bassin « discontinu »** : il s'agit du réseau de drainage karstique et de ses points d'alimentation en surface qui intègrent les bassins topographiques des bétoires.

La figure page suivante est une schématisation en coupe de ce que représente le bassin d'alimentation d'un captage (BRGM, rapport RP-55874-FR, 2007).

Figure 7-2 : Schématisation en coupe des bassins d'alimentation de captage



Source : BRGM, rapport RP-55874-FR, 2007

7.2.2 Les bassins d'alimentation dits « continus »

L'ensemble des débits des différents sites de captage est soutenu par l'aquifère matriciel de la craie Turonienne à Coniacienne. La piézométrie de la nappe de craie constitue le moyen de délimiter efficacement le bassin hydrogéologique de l'alimentation des sites de captage.

Nous disposons sur ce secteur de plusieurs piézométries capables de contribuer à la cartographie des bassins d'alimentation continus.

7.2.2.1 Piézométrie du BRGM de 1990 (Atlas hydrogéologique départemental)

Cette piézométrie correspond à la cartographie du toit de la nappe réalisée en 1981 par J. C. Roux et al., remise à jour en 1990 par J.P. Hole, et al.

Les points d'appui de cette piézométrie (ouvrages de mesure) sont relativement rares à l'échelle du secteur d'étude.

Bien que la piézométrie se présente sous la forme de larges isopièzes au droit des plateaux, la carte laisse apparaître localement deux axes de drainage de la nappe au droit de la vallée du Saint-Laurent d'une part et de la vallée sèche de Manéglise plus au nord d'autre part. Ces vallées sont drainantes et conduisent les eaux du plateau (depuis Vergetot, Virville, etc.) d'est en ouest.

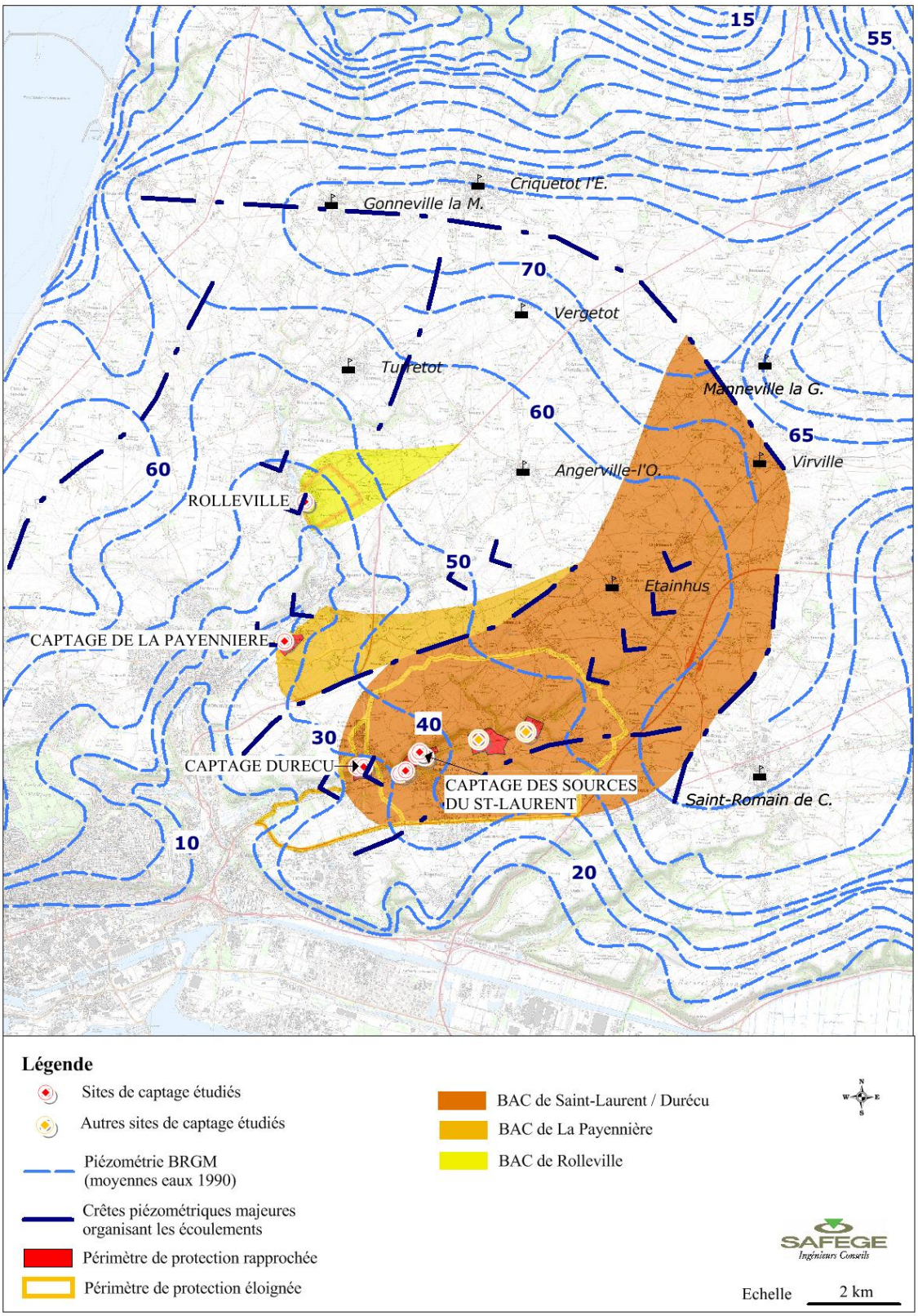
On constate une large zone d'incertitude et de gradients d'écoulement assez faibles entre les isopièzes 50 et 60 m NGF au centre de la carte (Angerville-l'Orcher, Etainhus).

Une crête piézométrique majeure en arc de cercle (est / ouest puis nord / sud) entre Gonneville la Mallet et Manneville la Goupil délimite assez nettement l'entité hydrogéologique du bassin de la Lézarde. Elle s'établit entre + 65 et + 70 m NGF. D'autres crêtes piézométriques de moindre importance départagent les sous-entités piézométriques de ce bassin.

Le site de captage de la CODAH à Saint Laurent se positionne à la cote approximative de + 30 m NGF.

Bassins d'alimentation	Superficie (BRGM, 1990)
Bassin du site de captage de Saint-Laurent	51,53 km²
Bassin du site de captage de La Payennière	6,27 km²
Bassin du captage de Rolleville	3,50 km²

Figure 7-3 : Piézométrie de 1990



Source : BRGM, traitement SAFEGE

7.2.2.2 Piézométrie de la Compagnie Générale de Géophysique de 1997

La piézométrie de la Compagnie Générale de Géophysique (CGG) date de 1997. Des états de basses et de hautes eaux de la nappe sont cartographiés. Les niveaux de hautes eaux sont reportés à la figure suivante.

A l'époque de la réalisation des cartes de la CGG, il n'était pas possible d'établir une carte d'étiage ou de recharge isochrone annuelle de la nappe de la craie (absence de modèle de traitement statistique des données piézométriques). Les plans fournis correspondent donc à des cartes d'étiage et de recharge historiques sur la base de mesures ponctuelles réalisées au droit de 1 660 puits corrélées à des suivis quasi continus effectués au droit des 26 stations de mesure.

Les tracés piézométriques reposent sur différentes méthodologies de mise en œuvre :

- ✓ Carte des niveaux moyens : réalisées sur la base de mesures effectuées au droit de 1660 puits de Seine Maritime (souvent quelques mesures seulement). Une carte brute a été tracée manuellement en se calant sur ces valeurs. Les époques et les niveaux mesurés ont été recalés sur les chroniques d'observation continue de 26 stations de mesures du département (piézomètres) répartis de manière homogène sur le territoire. Cette dernière étape a permis de disposer d'une carte piézométrique des niveaux moyens de la nappe.
- ✓ Pour le tracé des cartes de cotes exceptionnelles de la nappe, un coefficient d'étiage et de recharge de la nappe a été attribué à chaque piézomètre en fonction des mesures sporadiques mesurées et des chroniques de suivi des 26 piézomètres départementaux. L'application de ces coefficients par rapport à la carte des niveaux moyens a permis d'obtenir des cartes de hautes et de basses eaux exceptionnelles.

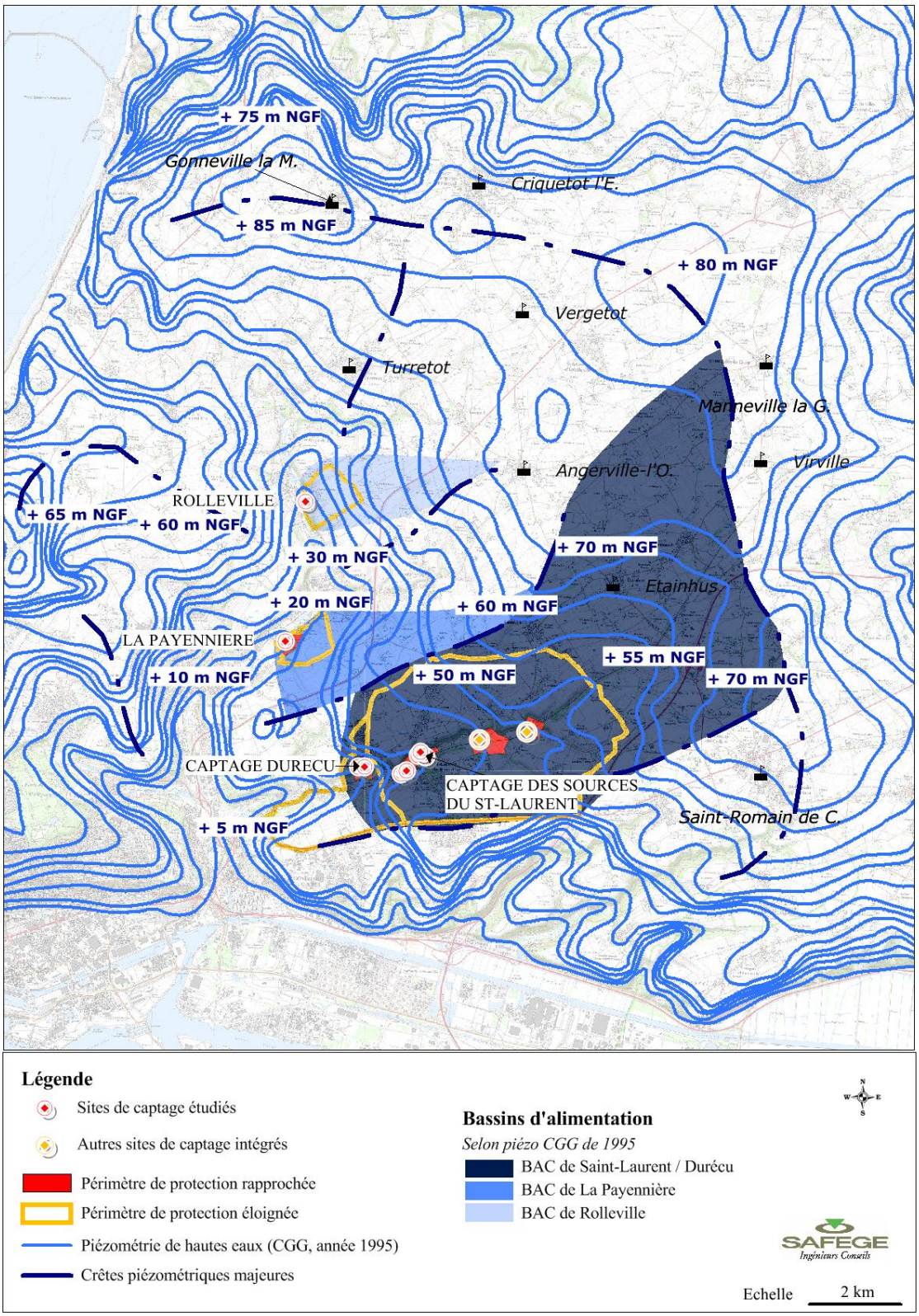
En l'occurrence :

- ✓ Le minimum observé sur tous les sites de suivi s'établit pour le premier tiers de l'année 1974. Un coefficient d'étiage est attribué à chaque station et appliqué au niveau moyen de la nappe pour obtenir un état global d'étiage.
- ✓ Le maximum observé sur tous les sites de suivi s'établit pour le premier tiers de l'année 1995. Un coefficient de recharge est attribué à chaque station et appliqué au niveau moyen de la nappe pour obtenir un état global de recharge maximal de la nappe.

Les points d'appui de cette piézométrie (ouvrages de mesure) sont denses le long des vallées et rares au droit des plateaux.

Les résultats sont globalement cohérents avec ceux de la piézométrie précédente (BRGM, 1990), notamment vis-à-vis de la présence d'une crête piézométrique en arc de cercle depuis Gonneville la Mallet jusqu'à Manneville la Goupil puis Saint-Romain de C.

Figure 7-4 : Piézométrie de 1995



Source : CGG, 1997, traitement SAFEGE

Selon cette piézométrie, la superficie des bassins d'alimentation continus est estimée de la manière suivante :

Bassins d'alimentation	Superficie (CGG, 1997)
Bassin du site de captage de Saint-Laurent / Durécu	50,50 km²
Bassin du site de captage de La Payennière	6,83 km²
Bassin du captage de Rolleville	4,75 km²

7.2.2.3 Piézométrie BRGM de février 2011

Cette cartographie est issue de l'atlas hydrogéologique régional de Haute Normandie « Cartes piézométriques de l'aquifère crayeux » (rapport final BRGM/RP-59301-FR, juin 2011).

Elle est basée sur les relevés piézométriques synchrones effectués sur le territoire de la région Haute Normandie au printemps 2001 (conditions de très hautes eaux) et en automne 2006 (basses eaux) dans la nappe de la craie.

Elle résulte de la moyenne des deux états de hautes et basses eaux, et peut être considérée comme une piézométrie moyenne de la nappe. Les isopièzes ont été reportées sur la figure proposée à la page suivante.

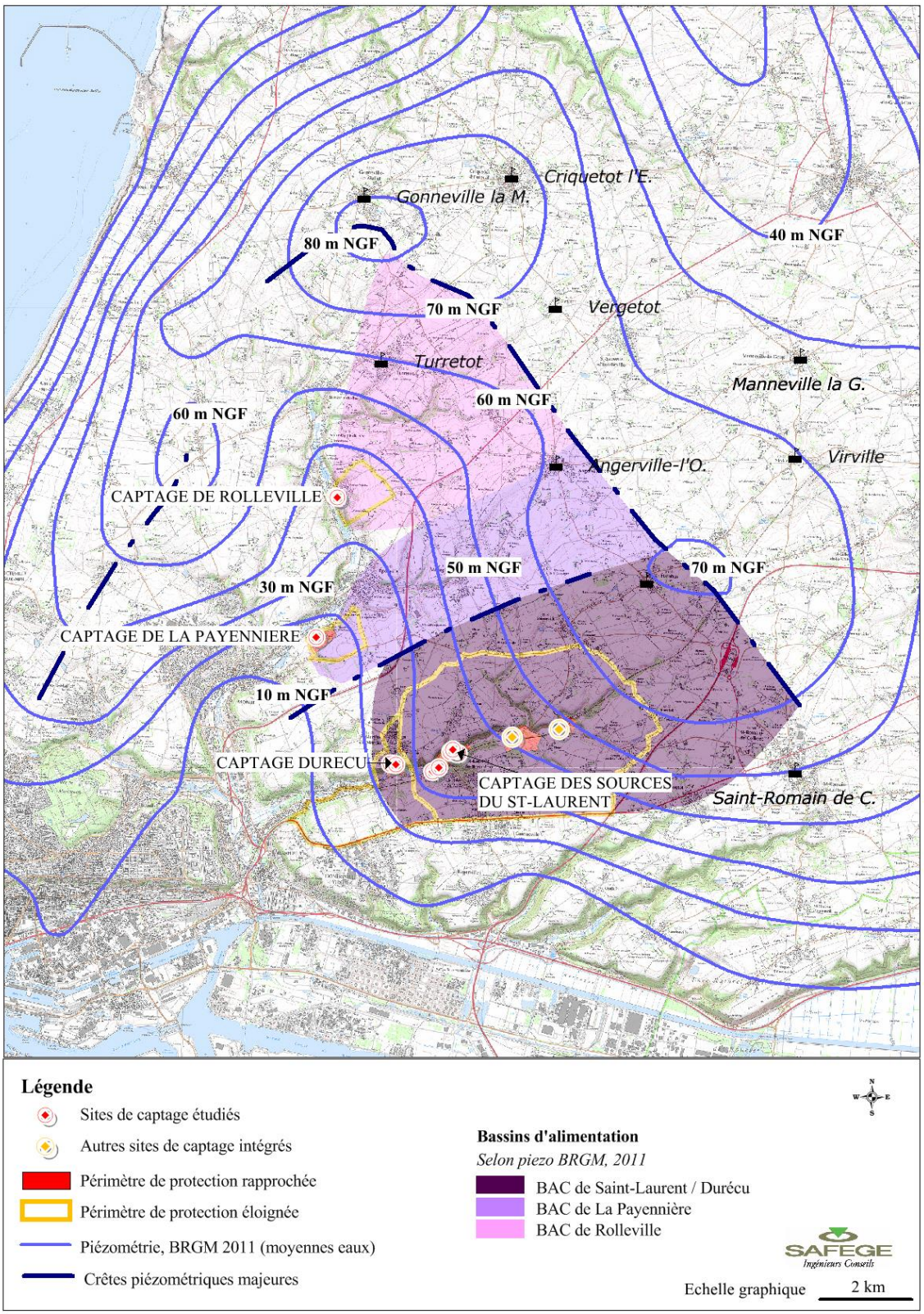
Cette piézométrie tranche avec les précédentes notamment :

- ✓ Par le fait d'une crête piézométrique plus directe orientée nord-ouest / sud-est reliant Gonneville la Mallet à Saint Romain de Colbosc.
- ✓ Par l'absence de sous-entités de drainage à l'intérieur du vaste ensemble de La Lézarde. La vallée du Saint-Laurent serait à ce titre drainée et non drainante.

Les cotes des altitudes repères sont néanmoins cohérentes avec les piézométries précédentes : le site de captage de Saint-Laurent se situe à la cote + 30 m NGF et la crête piézométrique amont entre 70 et 80 m NGF.

Cette piézométrie a récemment permis à positionner la limite amont des bassins d'alimentation des sites de captage de Radicatel et d'Yport à l'est.

Figure 7-5 : Piézométrie de 2011



Source : BRGM, traitement SAFEGE

Cette piézométrie, **trop approximative à l'échelle de la zone d'étude**, permet difficilement de tracer des bassins d'alimentation en amont des sites de captage. Aucun d'eux ne présente d'axe de drainage de la nappe permettant d'établir une entité piézométrique cohérente.

Sur la figure précédente, les contours ont pour la plupart été extrapolés à partir de la crête piézométrique générale amont (de Gonneville à Saint-Romain de C.), sans véritables arguments cartographiques. Cette piézométrie ne saurait à elle seule constituer la donnée d'entrée utile au tracé des bassins d'alimentation.

Selon cette piézométrie, la superficie des bassins d'alimentation continus est estimée de la manière suivante :

Bassins d'alimentation	Superficie (BRGM 2011)
Bassin du site de captage de Saint-Laurent / Durécu	38,68 km²
Bassin du site de captage de La Payennière	16,41 km²
Bassin du captage de Rolleville	19,59 km²

7.2.2.4 Synthèse des indications piézométriques et proposition de bassins d'alimentation continue

La confrontation des résultats des trois piézométries pour lesquelles des bassins d'alimentation continue ont été tracés est reportée dans le tableau suivant.

Bassins d'alimentation	Superficie (BRGM, 1990)	Superficie (CGG, 1997)	Superficie (BRGM 2011)
Bassin du site de captage de Saint-Laurent / Durécu	51,53 km²	50,50 km²	38,68 km²
Bassin du site de captage de La Payennière	6,27 km²	6,83 km²	16,41 km²
Bassin du captage de Rolleville	3,50 km²	4,75 km²	19,59 km²

Les bassins d'alimentation continue tracés à partir de la piézométrie du BRGM (2011) fournissent des superficies différentes de l'ordre de grandeur obtenu au moyen des deux autres piézométries (BRGM 1990 et CGG 1997).

L'ensemble de ces indications piézométriques nous permet de remarquer que deux des piézométries fournissent des résultats assez proches : BRG, 1990 et CGG 1997. A l'opposé, celle de 2011 fournit une sous-évaluation du BAC de Saint-Laurent et une surestimation de celles de La Payennière et de Rolleville.

Parmi les 2 premières, nous préférons retenir la piézométrie de la CGG en 1997, relative aux niveaux statistiques hauts de la nappe de 1995, plus précises et plus fines à l'échelle du territoire étudié.

Après réflexion, les ouvrages de Durécu (forage et source) sont inclus au groupe d'ouvrages dits « du Saint-Laurent » et intègrent le grand bassin d'alimentation correspondant. Trois bassins d'alimentation sont donc tracés, correspondants aux ouvrages / groupes d'ouvrages suivants :

- Le site de captage de Saint-Laurent regroupant les ressources des Grandes Sources, des Petites Sources, des Pruniers (source et forage), du Catillon (source et forage), de Durécu (forage et source),
- Le site de La Payennière,
- Le site de Rolleville.

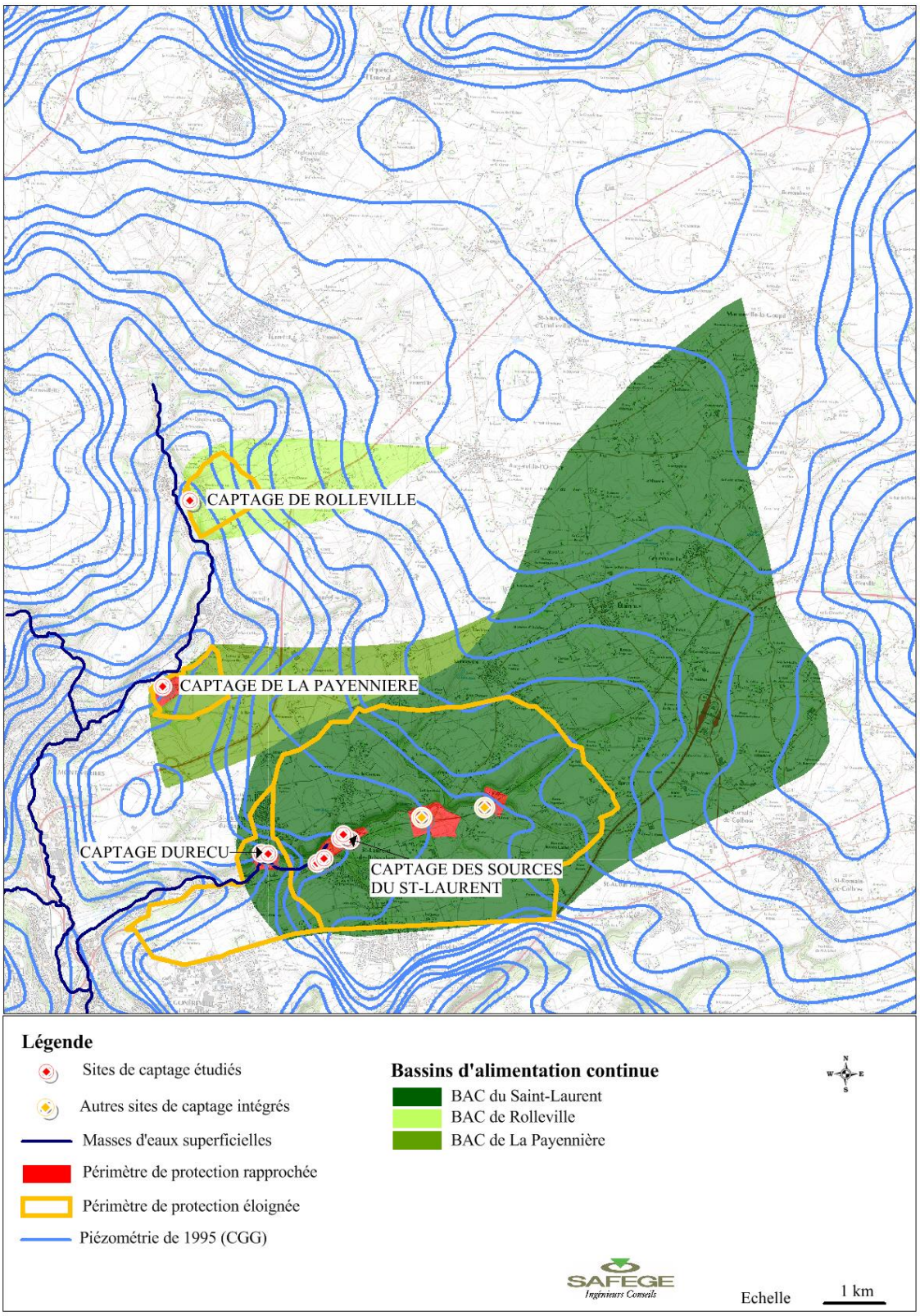
La partie aval de chaque bassin d'alimentation est calée selon les limites des périmètres de protection rapprochée ; périmètre tracé par le passé par les Hydrogéologues Agréés, et aucun élément actuel ne permet de remettre en question ces limites. De manière générale, toute l'emprise des périmètres de protection immédiate, rapprochée et éloignée est intégrée aux aires d'alimentation proposées.

La limite amont des zones d'alimentation est calée selon les cas :

- Sur la crête piézomètrique issue de la piézométrie de 1997 de la CGG dans le cas du bassin du Saint-Laurent.
- En fonction d'axes de drainage secondaires et n'apparaissant pas sur la piézométrie de 1997. Ceci conduit à proposer une emprise des petits bassins d'alimentation de Rolleville et de la Payennière qui soit cohérente avec l'ordre de grandeur de la superficie minimale théorique d'alimentation fournie par l'étude du bilan hydrogéologique (cf. chapitre 7.1 page 144).

Les limites latérales des unités de drainage continu sont donc tracées au moyen de la piézométrie de hautes eaux de la CGG (1997, selon l'état de la nappe en 1995). Ces contours plus fins permettent notamment de dissocier les zones d'alimentation vers l'une ou l'autre des ressources.

Figure 7-6 : Délimitation des bassins d'alimentation continus



Les bassins d'alimentation continue ainsi délimités fournissent les superficies suivantes.

Bassins d'alimentation	Superficie
Bassin du site de captage de Saint-Laurent / Durécu	50,50 km²
Bassin du site de captage de La Payennière	6,83 km²
Bassin du captage de Rolleville	4,75 km²

Soit un territoire continu couvert de l'ordre de près de 62 km² et couvrant une part importante de la rive gauche de la Lézarde**.**

7.2.3 Les bassins d'alimentation dits « discontinus »

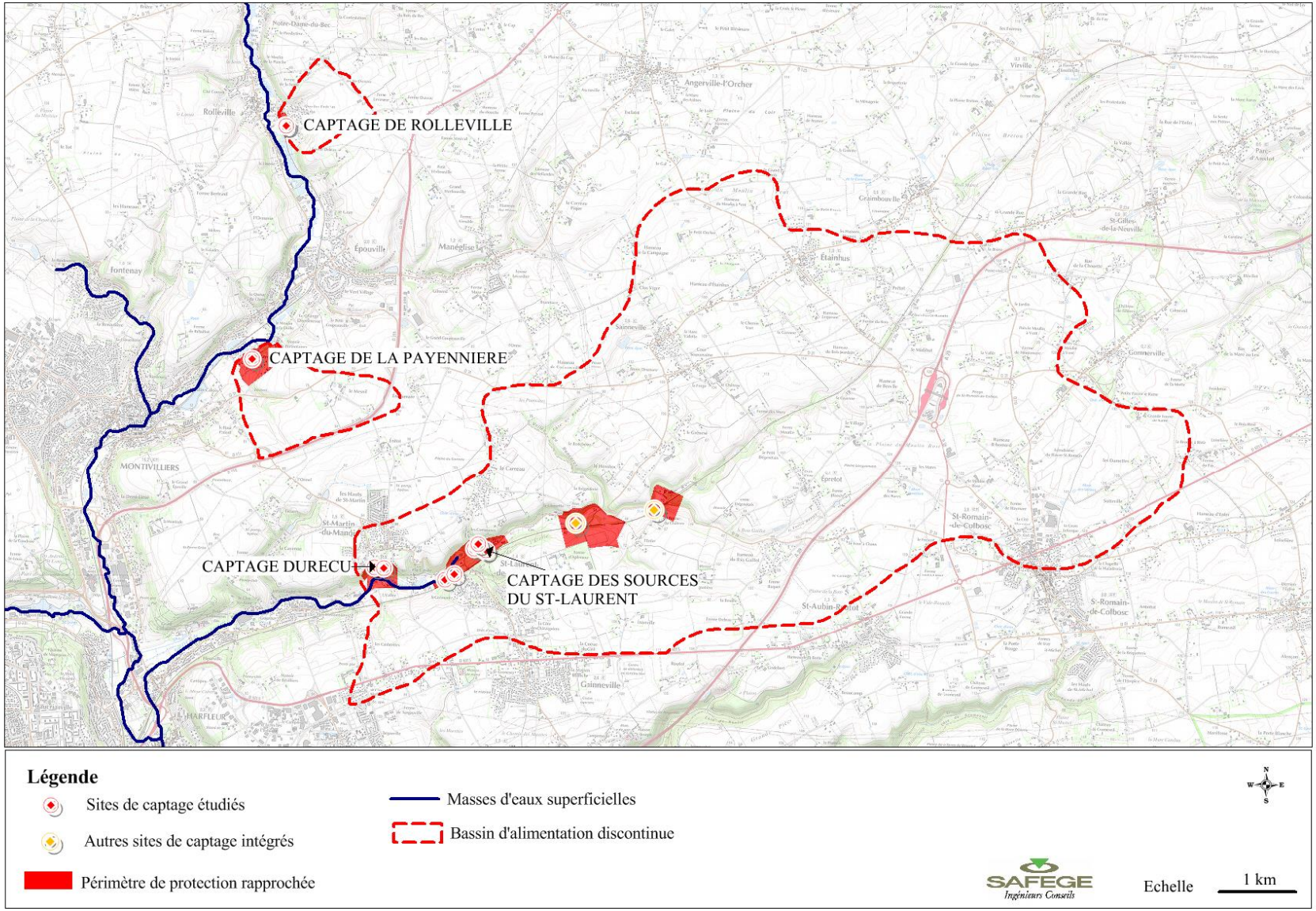
Tous les captages étudiés sont sensibles à la turbidité. Compte tenu de la sensibilité globale du secteur envers les phénomènes de karst, établie à partir de l'interprétation des opérations de traçage, des résultats de la campagne de sondages de reconnaissance, des recensements d'indices de cavités souterraines et du signal de la qualité des eaux aux captages, nous validons une alimentation potentielle des sites de captage par les eaux de ruissellement en surface. La réflexion autour de bassins discontinus est donc de fait, totalement justifiée.

Les sites de captage de Rolleville, La Payennière et Durécu sont positionnés en marge du fond de la vallée, en pieds de versants. Les bassins versants les alimentant s'étendent donc perpendiculairement à la vallée principale et sont de fait assez restreints. Le site de captage de Saint-Laurent (Grandes et Petites Sources, Catillon et Pruniers) s'étend quant à lui dans le fond de la vallée et il convient de considérer l'ensemble du bassin versant du Saint-Laurent en amont comme superficie potentielle d'alimentation discontinue.

On rappelle que les résultats d'opérations locales de traçage ne nous permettent pas de supposer l'interception des eaux de surfaces d'unités hydrographiques limitrophes. Les aires d'alimentation discontinues n'intègrent donc que l'unité hydrographique dans laquelle se trouve le captage considéré.

Les emprises des bassins d'alimentation discontinue sont reportées à la figure suivante.

Figure 7-7 : Délimitation des bassins d'alimentation discontinus



Source : SAFEGE

7.2.4 Les bassins globaux d'alimentation

Le bassin global d'alimentation est la réunion des bassins continu et discontinu définis ci avant. Il intègre donc l'ensemble du territoire contribuant de manière souterraine ou superficielle (dans le cas de captages sensibles au karst) à l'alimentation des captages.

Les bassins d'alimentation continus, discontinus et globaux sont reportés sur la figure suivante.

Les bassins d'alimentation ont été tracés de manière individuelle en fonction d'une logique géographique d'implantation des captages (3 bassins). Ils couvrent une part importante de la rive gauche de la Lézarde en amont d'une ligne Montivilliers / Gonfreville-l'Orcher.

On a également reporté dans le tableau suivant la superficie de chacun des bassins d'alimentation globaux.

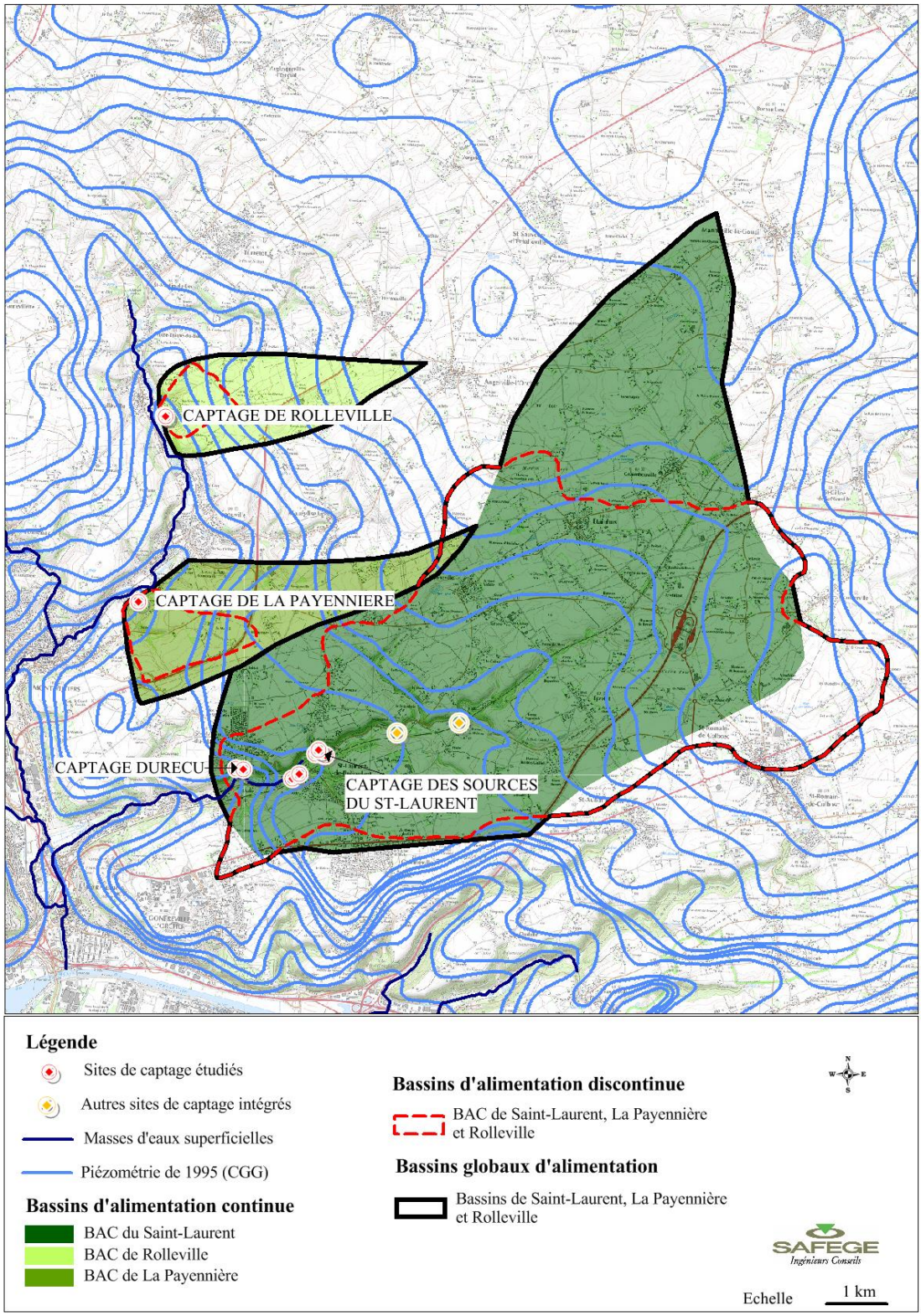
Tableau 7-3 : Détail des superficies des bassins d'alimentation

Bassins d'alimentation	Superficie	
	Cartographique	Bilan hydrogéologique
Bassin du site de captage de Saint-Laurent / Durécu	56,70 km²	35,20 km²
Bassin du site de captage de La Payennière	6,83 km²	7,50 km²
Bassin du captage de Rolleville	4,75 km²	3,75 km²

L'approche cartographique, basée essentiellement sur la prise en compte de données piézométriques et structurales, fournit une emprise de bassin proche de celle obtenue par le bilan hydrogéologique pour les bassins les plus petits (Payennière et Rolleville). Elle est en revanche maximaliste pour le bassin d'alimentation de Saint-Laurent / Durécu.

Compte tenu des nombreuses approximations liées à l'approche par le bilan hydrogéologique, qu'il convient de fait d'utiliser avec précaution**, nous accordons une place plus importante à l'approche cartographique**. C'est donc celle qui sera retenue pour la proposition de contours de bassins globaux d'alimentation.

Figure 7-8 : Bassins globaux d'alimentation



Source : SAFEGE

Compte tenu des différentes approches retenues (continues et discontinues), il apparait que certaines portions de bassins d'alimentation se superposent ; c'est le cas entre ceux de Saint-Laurent et de la Payennière au nord de Sainneville.

8

Bibliographie

- Antoine P., Coutard J.P., Gibbard P., Hallegouet B., Lautridou J.P. et Ozouf J.C. (2003) : The Pleistocène rivers of the English Channel region, in Journal of quaternary science, 18 (3-4), 227-243
- Arnaud. L., Baran. N., Branellec. M., Leduc. D., Flehoc. C., Tauvel. O. (2009) : Détermination des vitesses de transfert de l'eau et des nitrates dans la zone non saturée de l'aquifère crayeux en Haute Normandie, rapport n°BRGM/RP-57828-FR, décembre 2009
- Bakalowic M. (1979) : Contribution de la géochimie des eaux à la connaissance de l'aquifère karstique et de la karstification. Thèse d'état, Université Pierre et Marie Curie – Paris VI, Paris, 269 p.
- BRGM (1992) : Atlas hydrogéologique de la Seine-Maritime, Notice et cartes
- B. Mougin, M. Branellec, P-Y. David, C. Zammit, B. Bourgine: Atlas hydrogéologique régional de Haute Normandie « Cartes piézométriques de l'aquifère crayeux (Rapport final BRGM/RP-59301-FR, juin 2011), BRGM (2011)
- Bassompierre P. (1957) : Alimentation en eau potable de la Ville d'Yport (Seine-Maritime), Paris, le 19 décembre 1957
- Bassompierre P. et. Roux J.C. (1968) : Étude hydrogéologique des Fontaines d'Yport (Seine-Maritime), Rapport BRGM 68SGL084PNO
- Bignot G. et Guernet Cl. (1996) : la carrière de Limay : le Sparnacien, Bull. Info AGBP, t. 33, n°1 1996, p. 48-50
- Calba F. (1980) : Hydrogéologie du karst crayeux du Pays de Caux (France). Etude de deux bassins. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie – Paris VI, Paris, 189 p.
- Compagnie Générale de Géophysique (1997) : Géologie et Géométrie de l'aquifère de la craie, Département de la Seine-Maritime
- BRGM, Conditions d'infiltration, de circulation et de résurgence des eaux douces dans le Bassin d'Yport (Seine-Maritime), Avis du BRGM, décembre 1995- Rapport BRGM R38774 ;
- David P.-Y., Moisan J., Nachbaur A., Dörfliger N. (2010). Aménagement des bétoires en Haute-Normandie – Etat de l'art et préconisations de bonnes pratiques – Rapport final. BRGM/RP-58795-FR, 218 P.
- Dörflinger N. (2010) : Guide méthodologique, les outils de l'hydrogéologie karstique. Avec la collaboration de Ph. Crochet, R. Guerin, N. Jozja, B. Marsaud, P-H. Mondain, Ph. Muet, V. Plagnes. BRGM RP-58237-FR, 246 p.
- Maquaire O. et Gigot P. (1988) : Reconnaissance par sismique réfraction de la décompression et de l'instabilité des falaises vives du Bessin (Normandie, France), Geodinamica Acta (Paris) 1988, 2, 3, 150-159

- De La Queriere P., Pascaud P. et Roux J.C. (1970) : Nouvelles données acquises à la date du 15 décembre 1970 sur les bassins d'Yport et d'Étretat
- De La Queriere P.et Mathon C. (1991) : Conception du forage d'alimentation en eau potable d'Yport, rapport BRGM R33548HNO4S91
- Duperret A., Vandycke S., Mortimore R. N. and Genter A. (2008) : the use of paleostress analysis to determine how is recorded plate tectonics in chalk deposits along the eastern english channel in Normandy (France) and Sussex (UK), colloque en hommage à Jacques Angelier : les failles : pourquoi, où, comment.
- Fournier M. (2006) : Identification des modalités de transport et de la vulnérabilité du karst de la craie. Application de nouveaux outils statistiques d'analyse des données au système du Hannetot (Seine-Maritime, France). Thèse de doctorat d'hydrogéologie karstique : Université de Rouen, 228p.
- Fourniguet J. (1987) : Géodynamique actuelle en France. Une illustration des comparaisons des nivellements à l'étude des déformations actuelles. Géochronique n°23, pp 17-21
- Gielin (2010) : Caractérisation de l'épikart en vue de la gestion active d'un aquifère karstique méditerranéen (Nîmes, France). Mémoire d'Ingénieur Géologue n°415, LaSalle Beauvais, 209 p.
- Hanin G. (2010) : Contrôle structural et hydrogéologique sur la dynamique d'un champ captant en contexte crayeux karstique et sa sensibilité aux variations du signal climatique : implications en matière de vulnérabilité de la ressource, Thèse soutenue le 15 décembre 2010 à la faculté de géologie de Rouen
- Hauchard E. et Laignel B. (2008) : Évolution morphotectonique de la marge nord-occidentale du Bassin de Paris, Z. Geomorph. N. F. 52 4 463–488 Berlin - Stuttgart December 2008
- Hequette A. et Ruffin-Soler C. (2008) : Plages à risques, Phase II/2005-2007, rapport scientifique final du Programme INTERREG IIIa « plages à risque ».
- Hole J.P. et Roux J.C. (1978) : Vulnérabilité aux pollutions du bassin hydrogéologique d'Yport (Seine-Maritime), rapport BRGM 78DGN132PNO
- Hoyez B.(2008) : Falaises du Pays de Caux, lithostratigraphie des craies Turono-Campaniennes, Publications des Universités de Rouen et du Havre
- Hoyez B. (2013) : falaises de craie. Promenades géologiques dans les falaises blanches de Normandie.http://craies.crihan.fr.
- Juignet P. (1974) : la transgression crétacée sur la bordure orientale du massif aremoricain, Aptien, Albien, Cénomanien de Normandie et du Maine. Le stratotype du Cénomanien, Thèse soutenue le 9 avril 1974 à l'Université de Caen
- Kuntz G, Lautridou J.P. (1974) : Contribution à l'étude du Pliocène et du passage Pliocène-Quaternaire dans les dépôts de la forêt de la Londe près de Rouen. Corrélations possibles avec divers gisements de Haute-Normandie. In: Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire - Volume 11 - Numéro 3-4 - 1974. Quaternaire et préhistoire de la Somme et de la Basse Seine. pp. 117-128.
- Laignel B. (1997) : Les altérites à silex de l'ouest du bassin de Paris – Caractérisation lithologique, genèse et utilisation potentielle comme granulats – thèse soutenue à l'université de Rouen
- Lautridou J.P., Auguste P., Carpentier G., Cordy J.M., Lebret P., Lechevalier C., Lefebvre D. (2000) : L'Eémien et le Pléistocène moyen récent fluvio-marin et continental de la vallée de la Seine de Cléon au Havre (Normandie), Quaternaire, Année 2003, Volume 14, Numéro 14-1, pp. 25-30
- Lautridou J.-P., Auffret J.-P., Baltzer A. , Clet M., Lécolle F., Lefevre D., Lericolais G., Roblin-Jouve A., Balescu S., Carpentier G., Descombes J.-C., Occhietti S., et Rousseau D.D.(1999) : Le Fleuve Seine, le Fleuve Manche, dans le Bulletin de la Société Géologique de France, 1999, t.170, n°4, pp. 545-558

- Lefebvre D. (1988) : Les méandres hypertrophiés de la Basse Seine sont une forme dégradée de méandres surimposés, Bulletin trimestriel de la Société Géologique de Normandie et Amis du Museum du Havre, t.75, facs. 2, année 1988, 2ème trimestre
- Marsaud B. (1996) : Structure et fonctionnement de la zone noyée des karsts à partir des résultats expérimentaux, Univ. Paris XI Orsay
- Mortimore R.N., Wood C.J., Gallois R.W. (2001) : british upper Cretaceous stratigraphy. Geological conservation review series, n°23,
- Quesnel F. (1997) : Cartographie numérique en géologie de surface : application aux altérites à silex de l'ouest du Bassin de Paris - thèse universitaire soutenue à l'université de Rouen
- Ragot J. (1988) : La sédimentation crétacée aux abords de la l'accident Fécamp – Lillebonne – Villequier, Thèse soutenue à la faculté de géologie de Rouen le 28 juin 1998
- Rodet Joël (1991) : Quelques apports du karst à l'étude du Quaternaire du littoral du Bec-de-Caux, in. Quaternaire – volume 2 – numéro 2 – 1991, pp. 100-108
- Rodet Joël (1992) : La Craie et ses karsts, Centre Normand d'Etude du Karst et des cavités du sous-sol (C.N.E.K.)
- Rodet Joël (1993) Le rôle des formations quaternaires dans le drainage karstique : l'exemple des craies du bassin de Paris, in. Quaternaire – volume 4 – numéro 2-3 – 1993, pp 97-102
- SEEN (2004) : Etude de gestion des eaux superficielles du bassin versant de la vallée de l'Eure, rapport de phase 2 « Etude hydraulique et proposition d'aménagements »
- Ternet Y. (1969) : Notice explicative de la carte géologique au 1/50000, Fécamp, B.R.G.M.
- SAFEGE (2006-2007) : Etude de la circulation karstique des eaux de ruissellement, pour le compte de la CODAH, rapports de phase 1, 2 et 3 ;
- SAFEGE (2006-2007) : Etude hydrogéologique du bassin versant de la Lézarde, recensement des zones préférentielles d'infiltration et des circulations souterraines, pour le compte du Syndicat de bassin versant de la Pointe de Caux, rapports de phase 1, 2 et 3 ;
- SAFEGE (2010-2012) : Étude BAC des sources de RADICATEL, Phase 1 et 2, rapport d'étude pour le compte de la CODAH ;
- SAFEGE (2011-2013) : Étude BAC du captage d'Yport, Phase 1 et 2, rapport d'étude pour le compte de la CODAH ;
- Ursat, Voiment, Benc, Brechenmacher (1969) : vallée de la Lézarde, étude géotechnique. PV 4594. Organisme technique Régional des Ponts et Chaussées. Laboratoire Régional de Grand Quevilly.
- BURGEAP (1994) : Protection des captages de la vallée de Saint-Laurent de Brévedent – Tome I Rapport.
- DREAL de Haute Normandie (2010) : Doctrine pour l'établissement des documents d'incidences pour une meilleure prise en compte des milieux aquatiques.
- BRGM, JC ROUX et al. (1971) : Alimentation en eau potable de la Ville du Havre – définition de nouveaux périmètres de protection des captages.
- BURGEAP (1998) : Étude de fiabilité du captage Durécu en vue de sa protection.
- IDDEA (2010) : Traçage de la bétoire d'Etainhus – présentation des résultats et interprétation.
- IDDEA (2014) : Multi-traçages campagne 2013, Rapport final – version B (étude BAC Saint-Laurent).

Cartes :

- Fonds de plan IGN 25 000ème
- Carte géologique 1/50 000 Montivilliers – Étretat (XVII-9-10), BRGM,
- Carte géologique 1/50 000 Montivilliers – Fécamp (XVIII-8-9), BRGM,

Sites web consultés :

- http://www.brgm.fr/
- http://infoterre.brgm.fr/
- http://www.geoportail.fr/index.do
- http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/
- http://sigessn.brgm.fr/
- http://www.ades.eaufrance.fr/
- http://www.ars.haute-normandie.sante.fr/

ANNEXE 1

FICHES DESCRIPTIVES SIGES DES OPERATIONS DE TRAÇAGES BIBLIOGRAPHIQUES

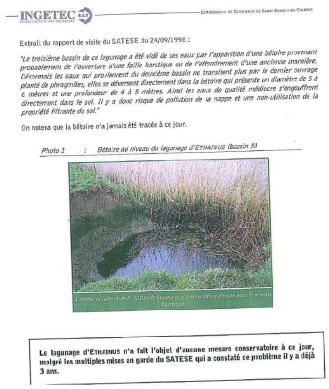
Fiche Traçage

Identifiant : T737

- Nature du point d'injection : **Bétoire**
- Date de l'injection : **08/10/2013**
- Identifiant d'injection : **B9915**
- Nombre de points de suivi : **6**

Objectif du traçage:

1. Identification du point d'injection



INGETEC

Extrait du rapport de visite du SATESE du 24/09/1998 :

"Le troisième bassin de ce lagunage a été vidé de ses eaux par l'apparition d'une bétoire provoquant également de l'ouverture d'une faille karstique ou de l'effondrement d'une ancienne ornière. Dévoyant les eaux qui précédemment du deuxième bassin se transitent plus par le dernier ouvrage planté de phragmites, elles se déversent directement dans la bétoire qui présente un diamètre de 5 à 6 mètres et une profondeur de 4 à 5 mètres. Ainsi les eaux de qualité médiocre s'engouffrent directement dans le sol. Il y a donc risque de pollution de la nappe et une non-utilisation de la propriété filtrante du sol."

On notera que la bétoire n'a jamais été tracée à ce jour.

Photo 2 : Bétoire au niveau du lagunage d'ETAINHUS (bassin 3)

Le lagunage d'ETAINHUS n'a fait l'objet d'aucune mesure conservatoire à ce jour, malgré les multiples mises en garde du SATESE qui a constaté ce problème il y a déjà 3 ans.

betoire 9915 - ref 654
date d'observation: octobre 2001

Nature du point :	**Bétoire**		
Identifiant :	**B9915**		
Désignation locale :			
Commune :	**76551 - SAINNEVILLE**		
Lieu-dit :	**HAMEAU D'ETAINHUS**		
Point de repère :			
Coordonnées :	X : **452607.401**	Y : **2509341.01**	
	X Lambert 93 : **504691.654**	Y Lambert 93 : **6943865.556**	
Précision des coordonnées :	**+/- 25.0 métres**		
Mode d'obtention :	**lecture d'un document cartographique type IGN 1/ 25 000 agrandi**		
Altitude :	**107.0m NGF**	Précision : **+/- 5.0 métres**	
Carto IGN n° :	**1710ET LE HAVRE.ÉTRETAT.PARC NATUREL RÉGIONAL DES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE**		
Bassin versant hydrographique :	**Lézarde**		
Bassin versant hydrogéologique :	**Saint-Laurent-de-Brévédent**		
Masse d'eau réceceptrice :	3202 - Craie altérée de l'estuaire de la Seine		
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)		
Entité hydrogéologique :	009a - PAYS DE CAUX / CRAIE		
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)		

2. Conditions de réalisation de l'injection

Date d'injection :	**08/10/2013**	Heure d'injection :	**00:00**
Durée d'observation :	**90**		
Suivi réalisé par :			
Nature du traceur :	**Uranine (cf. Fluorescéine)**		
Injection :	**Discontinu**	Durée (en heure) :	
Quantité injectée :	**10.0**	Unité :	**Kg**
Volume de chasse :	**17.0**	Unité :	**m3**
Chasse par écoulement naturel :	**Non**		
Conditions climatiques :	**Période pluvieuse**		
Cond. hydrogéologiques :	**indéterminé**		
Commentaires :			

3. Résultats du traçage

ID Pt de suivi	Nature du point	Résultat	Vitesse 1ère arrivée	Résultats	Fiabilité résultat (-1 à 10)
P743	Point de suivi	Positif	18.43 m/h	> DÉTAILS RÉSULTAT	10
P744	Point de suivi	Négatif	--	> DÉTAILS RÉSULTAT	10
S2761	Exutoire	Positif	21.02 m/h	> DÉTAILS RÉSULTAT	10
S2760	Exutoire	Positif	--	> DÉTAILS RÉSULTAT	10
S2762	Exutoire	Positif	26.09 m/h	> DÉTAILS RÉSULTAT	10
S2768	Exutoire	Positif	16.56 m/h	> DÉTAILS RÉSULTAT	10

4. Sources d'information

ID réf. biblio	Nature	Date	Titre	Auteurs	Organismes	Référence	Lieu d'archivage
1373	2	2014	CODAH BAC SAINT LAURENT-ROLLEVILLE-LA PAYENNIERE Multitraçages campagne 2013 Rapport Final – version B	N. BRETOT	IDDEA	IC130215_2 - CODAH-mars 2014	CODAH

5. Documents numériques disponibles (0)

Résultat Traçage

Résultat du traçage n°T683 au point de suivi n°P743

(distance point d'injection - point de suivi : **2437,9** m)
(dénivelé : **6** m)

Rappels

- Nature du point d'injection : **Bétoire**
- Date de l'injection : **18/04/2006**
- Identifiant d'injection : **P10016**
- Nombre de points de suivi : **2**

Objectif du traçage : OPERATION DANS LE CADRE DE LA PROTECTION DES OUVRAGES DE SAINT ROMAIN.

1. Identification du point de suivi

Nature du point :	**Point de suivi**	
Identifiant :	**P743**	
Désignation locale :	**PUITS DU SYNDICAT DE SAINT ROMAIN NORD OUEST "EPRETOT"**	
Commune :	**76596 - SAINT-LAURENT-DE-BREVEDENT**	
Lieu-dit :	**ENFER (L')**	
Point de repère :		
Coordonnées :	X : **451490.001**	Y : **2506310.009**
	X Lambert 93 : **503549.88**	Y Lambert 93 : **6940845.657**
Précision des coordonnées :	**+/- 25.0 métres**	
Mode d'obtention :	**lecture d'un document cartographique type IGN 1/ 25 000**	
Altitude :	**63.0m NGF**	Précision : **+/- 5.0 métres**
Carto IGN n° :	**1710ET LE HAVRE.ÉTRETAT.PARC NATUREL RÉGIONAL DES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE**	
Bassin versant hydrographique :	**Lézarde**	
Bassin versant hydrogéologique :	**Saint-Laurent-de-Brévédent**	
Masse d'eau réceceptrice :	3202 - Craie altérée de l'estuaire de la Seine	
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)	
Entité hydrogéologique :	009a - PAYS DE CAUX / CRAIE	
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)	

2. Conditions de réalisation du suivi

Mode de surveillance

Mode de suivi :		
Type d'équipement in situ :	Préleveur automatique	
Débit moyen de sortie (l/s) :		
	0 Prélèvements et concentrations mesurées	
Niveau statique (m/sol) :		
Eau de la craie :	☐ Seules	☑ Mélangées avec : **eaux brutes**
Bruit de fond naturel :		
Commentaires :	**SEUIL DE DETECTION = 100 µG/L.**	

Méthodes d'analyse

Appareil d'analyse :	**Inconnue**
Type de traçage :	**Quantitatif**

3. Résultats

Résultats généraux

Restitution du traceur au pt de suivi :	**OUI (traçage positif)**
Date de la première restitution :	Heure :
Vitesse de 1ère restitution observée :	
Pourcentage de restitution :	
Commentaires 1 :	**LA DETECTION EST MENEE PAR LE LABORATOIRE WESSING DE LYON, RELAYE PAR LES LABORATOIRES DE HONNOVRE ET ALTENBERGE AVEC DES METHODES D'ANALYSES SELON LA NORME ISO 17025.**
Commentaires 2 :	**UNE SEULE VALEURE SUPERIEURE A LA LIMITE DE DETECTION (1300µG/L) LE 13 MAI ENTRE 17H ET 21H.**

Analyse des pics de restitution

Concentration des pics de restitution :	**exprimée en inconnue**

4. Fiabilité des résultats du traçage

A la suite de travaux de Michel Lepiller, Paul-henri Mondain et Philippe Muet ont proposé 2 grilles d'évaluation de la fiabilité des traçages hydrogéologiques réalisés à partir de traceurs fluorescents :

- une pour les traçages à résultat positif,
- l'autre pour les traçages à résultat négatif.

Vous pouvez télécharger ces grilles d'évaluation.

Evaluation de la fiabilité du résultat de ce traçage par cette grille de notation : 3/10

Attention	***Cette grille d'évaluation n'est applicable qu'aux traceurs fluorescents. Par ailleurs, elle ne prends pas en compte les critères tels que la durée de suivi du traçage, la dose de traceur injectée...*** ***Les incertitudes concernant ces aspects du traçage peuvent être indiqués dans le champs "commentaires" ci-dessous***
Commentaires :	

5. Documents numériques disponibles (0)

Fiche Traçage

Identifiant : T668

- Nature du point d'injection : **Bétoire**
- Date de l'injection : **05/11/2009**
- Identifiant d'injection : **B9918**
- Nombre de points de suivi : **5**

Objectif du traçage: TESTER LES RELATIONS SOUTERRAINES ENTRE LA BETOIRE 9918 ET LES DIFFERENTS CAPTAGES

1. Identification du point d'injection

Nature du point :	**Bétoire**	
Identifiant :	**B9918**	
Désignation locale :		
Commune :	**76250 - ETAINHUS**	
Lieu-dit :		
Point de repère :		
Coordonnées :	X : **453056.001**	Y : **2509349.009**
	X Lambert 93 : **505140.045**	Y Lambert 93 : **6943869.841**
Précision des coordonnées :	**+/- 25.0 métres**	
Mode d'obtention :	**lecture d'un plan cadastral précis (1/2 500 ou moins)**	
Altitude :	**111.0m NGF**	Précision : **+/- 5.0 métres**
Carto IGN n° :	**1710ET LE HAVRE.ÉTRETAT.PARC NATUREL RÉGIONAL DES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE**	
Bassin versant hydrographique :	**Lézarde**	
Bassin versant hydrogéologique :	**Saint-Laurent-de-Brévédent**	
Masse d'eau réceceptrice :	3202 - Craie altérée de l'estuaire de la Seine	
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)	
Entité hydrogéologique :	009a - PAYS DE CAUX / CRAIE	
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)	

2. Conditions de réalisation de l'injection

Date d'injection :	**05/11/2009**	Heure d'injection :	**00:00**
Durée d'observation :	**64**		
Suivi réalisé par :	**IDDEA**		
Nature du traceur :	**Fluorescéine / Uranine**		
Injection :	**Discontinu**	Durée (en heure) :	
Quantité injectée :	**6.5**	Unité :	**Kg**
Volume de chasse :	**6.5**	Unité :	**inconnu**
Chasse par écoulement naturel :	**Oui**		
Conditions climatiques :	**Période pluvieuse**		
Cond. hydrogéologiques :	**Basses Eaux**		
Commentaires :	**UTILISATION DE 6,5 KG D'URANINE DILUES DANS 35L D'EAU NON CHLOREE. LE 6/11/2009, LE LIEU DE L'INJECTION ETAIT INONDE A CAUSE DE FORTES PLUIES. LE NIVEAU DE LA NAPPE A BEAUCOUP FLUCTUE PENDANT LA PERIODE DE SUIVI (CRUE DE NAPPE).**		

3. Résultats du traçage

ID Pt de suivi	Nature du point	Résultat	Vitesse 1ère arrivée	Résultats	Fiabilité résultat (-1 à 10)

P744	Point de suivi	Négatif	--	> DÉTAILS RÉSULTAT	10
P4227	Point de suivi	Positif	38.0 m/h	> DÉTAILS RÉSULTAT	10
S2766	Exutoire	Positif	59.7 m/h	> DÉTAILS RÉSULTAT	-1
P14238	Point de suivi	Positif	141.9 m/h	> DÉTAILS RÉSULTAT	-1
P743	Point de suivi	Positif	91.8 m/h	> DÉTAILS RÉSULTAT	-1

4. Sources d'information

ID réf. biblio	Nature	Date	Titre	Auteurs	Organismes	Référence	Lieu d'archivage
1290	2	2010	TRACAGE DE LA BETOIRE D'ETAINHUS. PRESENTATION DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS. CODAH.	N. BRETOT	IDDEA	IC090185_3	BRGM

5. Documents numériques disponibles (15)

... E_TRACAGE_IDDEA.PDF Rapport du traçage 82,05 Ko	... E_TRACAGE_IDDEA.PDF Rapport du traçage 82,05 Ko	... E_TRACAGE_IDDEA.PDF Rapport du traçage 82,05 Ko	... E_TRACAGE_IDDEA.PDF Rapport du traçage 82,05 Ko
... E_TRACAGE_IDDEA.PDF Rapport du traçage 82,05 Ko	... ACAGE_ETAIHUS_1.PDF Rapport du traçage 354,36 Ko	... ACAGE_ETAIHUS_1.PDF Rapport du traçage 354,36 Ko	... ACAGE_ETAIHUS_1.PDF Rapport du traçage 354,36 Ko
... ACAGE_ETAIHUS_1.PDF Rapport du traçage 354,36 Ko	... ACAGE_ETAIHUS_1.PDF Rapport du traçage 354,36 Ko	... ACAGE_ETAIHUS_2.PDF Rapport du traçage 46,36 Ko	... ACAGE_ETAIHUS_2.PDF Rapport du traçage 46,36 Ko
... ACAGE_ETAIHUS_2.PDF Rapport du traçage 46,36 Ko	... ACAGE_ETAIHUS_2.PDF Rapport du traçage 46,36 Ko	... ACAGE_ETAIHUS_2.PDF Rapport du traçage 46,36 Ko	

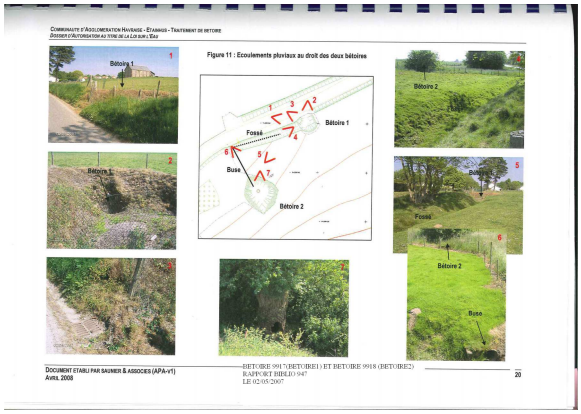
Fiche Traçage

Identifiant : T487

- Nature du point d'injection : **Bétoire**
- Date de l'injection : **08/12/1993**
- Identifiant d'injection : **B9918**
- Nombre de points de suivi : **3**

Objectif du traçage: VOIR S'IL Y A UNE RELATION ENTRE LES CAPTAGES AEP DE LA VALLEE ET LA BETOIRE (9918) D'ETAINHUS

1. Identification du point d'injection



Nature du point :	**Bétoire**	
Identifiant :	**B9918**	
Désignation locale :		
Commune :	**76250 - ETAINHUS**	
Lieu-dit :		
Point de repère :		
Coordonnées :	X : **453056.001**	Y : **2509349.009**
	X Lambert 93 : **505140.045**	Y Lambert 93 : **6943869.841**
Précision des coordonnées :	**+/- 25.0 métres**	
Mode d'obtention :	**lecture d'un plan cadastral précis (1/2 500 ou moins)**	
Altitude :	**111.0m NGF**	Précision : **+/- 5.0 métres**
Carto IGN n° :	**1710ET LE HAVRE.ÉTRETAT.PARC NATUREL RÉGIONAL DES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE**	
Bassin versant hydrographique :	**Lézarde**	
Bassin versant hydrogéologique :	**Saint-Laurent-de-Brévédent**	
Masse d'eau réceceptrice :	3202 - Craie altérée de l'estuaire de la Seine	
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)	
Entité hydrogéologique :	009a - PAYS DE CAUX / CRAIE	
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)	

2. Conditions de réalisation de l'injection

Date d'injection :	**08/12/1993**	Heure d'injection :	**00:00**
Durée d'observation :	**45**		
Suivi réalisé par :	**BURGEAP**		
Nature du traceur :	**Fluorescéine / Uranine**		
Injection :	**Discontinu**	Durée (en heure) :	
Quantité injectée :	**6.0**	Unité :	**Kg**
Volume de chasse :		Unité :	**m3**
Chasse par écoulement naturel :	**Non**		
Conditions climatiques :	**indéterminé**		
Cond. hydrogéologiques :	**indéterminé**		
Commentaires :			

3. Résultats du traçage

ID Pt de suivi	Nature du point	Résultat	Vitesse 1ère arrivée	Résultats	Fiabilité résultat (-1 à 10)
P743	**Point de suivi**	**Positif**	**4.79 m/h**	> DÉTAILS RÉSULTAT	**-1**

P14241	Point de suivi	Positif	15.2 m/h	> DÉTAILS RÉSULTAT	-1
P14238	Point de suivi	Positif	9.11 m/h	> DÉTAILS RÉSULTAT	-1

4. Sources d'information

ID réf. biblio	Nature	Date	Titre	Auteurs	Organismes	Référence	Lieu d'archivage
947	2	2008	ETAINHUS-TRAITEMENT DE BETOIRES-REALISATION DU DOSSIER D'AUTORISATION EN APPLICATION DES ARTICLES L.214-1 A L.214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT-AVRIL 2008	INCONNU	SAUNIER & ASSOCIES	70-2008-00121	DDAF 76-BOITE 08/30

5. Documents numériques disponibles (0)

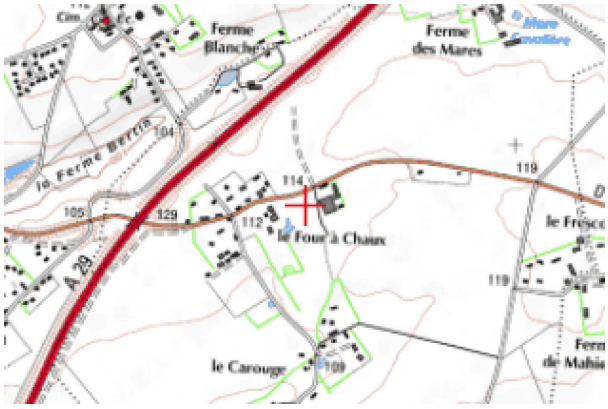
Fiche Traçage

Identifiant : T79

- Nature du point d'injection : **Bétoire**
- Identifiant d'injection : **B364**
- Date de l'injection : **22/11/1984**
- Nombre de points de suivi : **2**

Objectif du traçage: RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES D'EAU POTABLE ET IDENTIFICATION DES POINTS DE POLLUTION

1. Identification du point d'injection



Nature du point :	**Bétoire**	
Identifiant :	**B364**	
Désignation locale :		
Commune :	**76563 - SAINT-AUBIN-ROUTOT**	
Lieu-dit :	**FOUR A CHAUD**	
Point de repère :		
Coordonnées :	X : **454130.101**	Y : **2506023.009**
	X Lambert 93 : **506185.98**	Y Lambert 93 : **6940537.003**
Précision des coordonnées :	**+/- 25.0 métres**	
Mode d'obtention :	**lecture d'un document cartographique type IGN 1/ 25 000**	
Altitude :	**112.0m NGF**	Précision : **+/- 5.0 métres**
Carto IGN n° :	**1810O BOLBEC**	
Bassin versant hydrographique :	**Lézarde**	
Bassin versant hydrogéologique :	**Saint-Laurent-de-Brévédent**	
Masse d'eau réceceptrice :	3202 - Craie altérée de l'estuaire de la Seine	
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)	
Entité hydrogéologique :	009a - PAYS DE CAUX / CRAIE	
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)	

2. Conditions de réalisation de l'injection

Date d'injection :	**22/11/1984**	Heure d'injection :	**00:00**
Durée d'observation :	**18**		
Suivi réalisé par :	**BRGM SGR HNO**		
Nature du traceur :	**Fluorescéine / Uranine**		
Injection :	**Discontinu**	Durée (en heure) :	
Quantité injectée :	**2.0**	Unité :	**Kg**
Volume de chasse :		Unité :	**m3**
Chasse par écoulement naturel :	**Non**		
Conditions climatiques :			
Cond. hydrogéologiques :			
Commentaires :			

3. Résultats du traçage

ID Pt de suivi	Nature du point	Résultat	Vitesse 1ère arrivée	Résultats	Fiabilité résultat (-1 à 10)
P744	**Point de suivi**	**Négatif**	**--**	**> DÉTAILS RÉSULTAT**	**-2**
P743	**Point de**	**Positif**	**10.15 m/h**	**> DÉTAILS RÉSULTAT**	**-2**

	suivi				

4. Sources d'information

ID réf. biblio	Nature	Date	Titre	Auteurs	Organismes	Référence	Lieu d'archivage
44	2	1985	RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES D4EAU POTABLE EN SEINE MARITIME ; IDENTIFICATION DES POINTS DE POLLUTION PAR COLORATIONS ; PROPOSITION D'ACTION ; RAPPORT N°2	EBERENTZ P., JACQUOT P.	BRGM	85SGN615HNO	BRGM

5. Documents numériques disponibles (2)

... /85-SGN-615-HNO.PDF Rapport du traçage 10,91 Mo	... /85-SGN-615-HNO.PDF Rapport du traçage 10,91 Mo

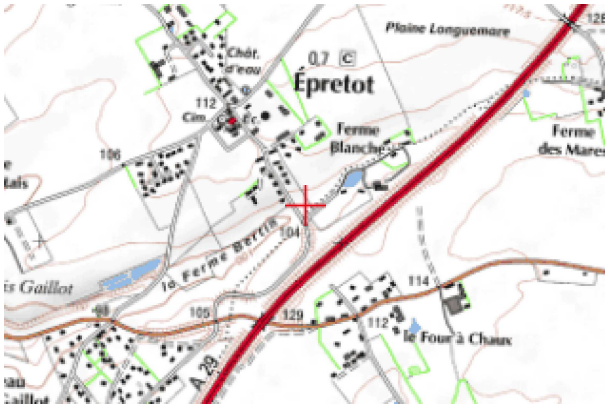
Fiche Traçage

Identifiant : T78

- Nature du point d'injection : **Bétoire**
- Identifiant d'injection : **B361**
- Date de l'injection : **22/01/1985**
- Nombre de points de suivi : **2**

Objectif du traçage: RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES D'EAU POTABLE ET IDENTIFICATION DES POINTS DE POLLUTION

1. Identification du point d'injection



Nature du point :	**Bétoire**		
Identifiant :	**B361**		
Désignation locale :			
Commune :	**76239 - EPRETOT**		
Lieu-dit :	**FERME BERTIN**		
Point de repère :	**A PROXIMITE DU CHEMIN EPRETOT - LE FOUR A CHAUD**		
Coordonnées :	X : **453709.001**	Y : **2506353.01**	
	X Lambert 93 : **505767.869**	Y Lambert 93 : **6940870.283**	
Précision des coordonnées :	**+/- 25.0 métres**		
Mode d'obtention :	**lecture d'un document cartographique type IGN 1/ 25 000**		
Altitude :	**104.0m NGF**	Précision : **+/- 5.0 métres**	
Carto IGN n° :	**1810O BOLBEC**		
Bassin versant hydrographique :	**Lézarde**		
Bassin versant hydrogéologique :	**Saint-Laurent-de-Brévédent**		
Masse d'eau réceceptrice :	3202 - Craie altérée de l'estuaire de la Seine		
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)		
Entité hydrogéologique :	009a - PAYS DE CAUX / CRAIE		
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)		

2. Conditions de réalisation de l'injection

Date d'injection :	**22/01/1985**	Heure d'injection :	**00:00**
Durée d'observation :	**27**		
Suivi réalisé par :	**BRGM SGR HNO**		
Nature du traceur :	**Fluorescéine / Uranine**		
Injection :	**Discontinu**	Durée (en heure) :	
Quantité injectée :	**2.0**	Unité :	**Kg**
Volume de chasse :		Unité :	**m3**
Chasse par écoulement naturel :	**Non**		
Conditions climatiques :			
Cond. hydrogéologiques :			
Commentaires :			

3. Résultats du traçage

ID Pt de suivi	Nature du point	Résultat	Vitesse 1ère arrivée	Résultats	Fiabilité résultat (-1 à 10)
P744	**Point de suivi**	**Positif**	**23.29 m/h**	**> DÉTAILS RÉSULTAT**	**-2**
P743	**Point de**	**Positif**	**15.77 m/h**	**> DÉTAILS RÉSULTAT**	**-2**

	suivi				

4. Sources d'information

ID réf. biblio	Nature	Date	Titre	Auteurs	Organismes	Référence	Lieu d'archivage
44	2	1985	RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES D4EAU POTABLE EN SEINE MARITIME ; IDENTIFICATION DES POINTS DE POLLUTION PAR COLORATIONS ; PROPOSITION D'ACTION ; RAPPORT N°2	EBERENTZ P., JACQUOT P.	BRGM	85SGN615HNO	BRGM

5. Documents numériques disponibles (2)

... /85-SGN-615-HNO.PDF Rapport du traçage 10,91 Mo	... /85-SGN-615-HNO.PDF Rapport du traçage 10,91 Mo

Fiche Traçage

Identifiant : T76

- Nature du point d'injection : **Point d'injection**
- Identifiant d'injection : **P742**
- Date de l'injection : **29/03/1949**
- Nombre de points de suivi : **1**

Objectif du traçage: RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES D'EAU POTABLE ET IDENTIFICATION DES POINTS DE POLLUTION

1. Identification du point d'injection

Nature du point :	**Point d'injection**	
Identifiant :	**P742**	
Désignation locale :		
Commune :	**76239 - EPRETOT**	
Lieu-dit :	**CAYENNE (LA)**	
Point de repère :		
Coordonnées :	X : **453959.801**	Y : **2507870.009**
	X Lambert 93 : **506031.06**	Y Lambert 93 : **6942384.275**
Précision des coordonnées :	**+/- 25.0 mètres**	
Mode d'obtention :	**lecture d'un document cartographique type IGN 1/ 25 000**	
Altitude :	**97.0m NGF**	Précision : **+/- 5.0 mètres**
Carto IGN n° :	**1710ET LE HAVRE.ÉTRETAT.PARC NATUREL RÉGIONAL DES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE**	
Bassin versant hydrographique :	**Lézarde**	
Bassin versant hydrogéologique :	**Saint-Laurent-de-Brévédent**	
Masse d'eau réceceptrice :	3202 - Craie altérée de l'estuaire de la Seine	
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)	
Entité hydrogéologique :	009a - PAYS DE CAUX / CRAIE	
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)	

2. Conditions de réalisation de l'injection

Date d'injection :	**29/03/1949**	Heure d'injection :	**00:00**
Durée d'observation :	**1**		
Suivi réalisé par :	**SNCF**		
Nature du traceur :	**Fluorescéine / Uranine**		
Injection :	**Discontinu**	Durée (en heure) :	
Quantité injectée :		Unité :	**Kg**
Volume de chasse :		Unité :	**m3**
Chasse par écoulement naturel :	**Non**		
Conditions climatiques :			
Cond. hydrogéologiques :			
Commentaires :	**INJECTION ENTRE 16H15 ET 17H30**		

3. Résultats du traçage

ID Pt de suivi	Nature du point	Résultat	Vitesse 1ère arrivée	Résultats	Fiabilité résultat (-1 à 10)
P743	**Point de suivi**	**Positif**	**185.48 m/h**	> DÉTAILS RÉSULTAT	**-2**

4. Sources d'information

ID réf. biblio	Nature	Date	Titre	Auteurs	Organismes	Référence	Lieu d'archivage
182	**2**	**1949**	**PROJET D'ADDUCTION D'EAU POTABLE DU SYNDICAT INTERCOMMUNAL DE SAINT-ROMAIN NORD OUEST (SEINE INFERIEURE)**	**NICOLESCO C.-P.**	**BRGM**	**49PNO002**	**BRGM**
22	**2**	**1111**	**BANQUE DE DONNEE DU SOUS-SOL**	**BRGM**	**BRGM**	**BSS FICHE PAPIER**	**BRGM**
17	**2**	**1984**	**RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES AEP EN HAUTE NORMANDIE**	**EBERENTZ P., PANEL R.**	**BRGM**	**84AGI131HNO**	**BRGM**
44	**2**	**1985**	**RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES D4EAU POTABLE EN SEINE MARITIME ; IDENTIFICATION DES POINTS DE POLLUTION PAR COLORATIONS ; PROPOSITION**	**EBERENTZ P., JACQUOT P.**	**BRGM**	**85SGN615HNO**	**BRGM**

			D'ACTION ; RAPPORT N°2				

5. Documents numériques disponibles (2)

... /84-AGI-131-HNO.PDF Rapport du traçage 4,03 Mo	**... /85-SGN-615-HNO.PDF** Rapport du traçage 10,91 Mo

ANNEXE 2

OPERATION DE MULTI-TRAÇAGES REALISEE PAR IDDEA EN 2013

IDDEA

CODAH
Communauté de l'Agglomération Havraise

BAC SAINT LAURENT-ROLLEVILLE-LA PAYENNIERE

Multitraçages campagne 2013

Rapport Final – version B

Réf. Devis	Réf. Du rapport
MBC	IC130215_2
Réf. Du client : BC n°88064518 et 19	
Indice : 0	Date : 7/02/2014
Indice : A	Date : 26/02/2014
Indice : B	Date : 10/03/2014
Rédacteur :N. BRETOT	
Vérificateur :N. BRETOT	

289, avenue Duhamel Dumonceau - 45160 OLIVET - Tél : 02 38 25 15 62 - Fax : 02 38 25 15 63
18, rue de la Fromenterie - 91120 PALAISEAU - Tél : 01 69 74 28 00 - Fax : 01 69 74 28 08
14 bis rue de l'Aubette - Parc d'activités Saint-Gilles - 76000 ROUEN- Tél : 02 35 66 22 30 - Fax : 02 35 66 22 76
contact@iddea-ingenierie.fr - www.iddea-ingenierie.fr

IDDEA

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 5
2. LES POINTS D'INJECTION ET LES TRACEURS UTILISES 5
2.1. POINTS D'INJECTION 5
2.2. TRACEURS UTILISES 6
2.3. PRECAUTIONS POUR L'INJECTION ET L'ECHANTILLONNAGE 6
2.4. POINTS ET MODE DE SUIVI 7
3. PLANNING D'INTERVENTION 9
4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS 11
4.1. RESULTATS DES MESURES DE DEBIT 11
4.1.1. Précipitations durant l'expérience 11
4.1.2. Suivi du débit sources de Catillon 12
4.1.1. Suivi du débit sources des Pruniers, Grandes Sources et Petites Sources 15
4.1.2. Suivi des débits de la source Durecu 16
4.1.3. Suivi des débits des Sources de la Payennière 17
4.1.4. Suivi des débits des sources Rolleville Nord et Sud 18
4.1.5. Suivi des débits de la Lézarde 18
4.2. RESULTATS DU SUIVI AU FLUORIMETRE DE TERRAIN A LA PAYENNIERE 20
4.2.1. Mode de suivi 20
4.2.2. Suivi de la restitution de la Sulforhodamine B à la source de la Payennière 21
4.3. RESULTATS DES SUIVIS DE LA SULFORHODAMINE B AVEC ECHANTILLONNEUR AUTOMATIQUE 22
4.3.1. Sulforhodamine B Sources de Rolleville 22
4.3.2. Sulforhodamine B Forage de St Romain 24
4.3.3. Sulforhodamine B Forage de Saint Laurent de Brévedent 25
4.3.4. Sulforhodamine B Grandes Sources et Petites Sources 26
4.3.5. Sulforhodamine B Source des Pruniers 27
4.3.6. Sulforhodamine B Source du Catillon 28
4.3.7. Sulforhodamine B Source Durecu 29
4.3.8. Sulforhodamine B Lézarde 30
4.4. RESULTATS DES SUIVIS DE L'URANINE AVEC ECHANTILLONNEUR AUTOMATIQUE 31
4.4.1. Uranine Forage de St Romain 31
4.4.2. Uranine Forage de St Laurent 32
4.4.3. Uranine Grandes Sources et Petites Sources 33
4.4.4. Uranine Source des Pruniers 34
4.4.5. Uranine Source du Catillon 35
4.4.6. Uranine Source Durecu 36
4.5. EXPLOITATION ET PRESENTATION DES RESULTATS 37
4.5.1. Méthode d'interprétation quantitative 37
4.5.2. Synthèse des résultats positifs 42
5. CONCLUSION 45

Liste des figures

Figure 1 : Description de l'expérience 8
Figure 2 : Précipitations à Octeville 11
Figure 2 : Schéma du positionnement du matériel de suivi à la source de Catillon 12
Figure 3 : Suivi du débit à la source de Catillon 13
Figure 4 : Suivi du débit au « sourcin » 14
Figure 5 : Suivi des débits au mélange Grandes Sources et Petites Sources et Source des Pruniers 15
Figure 6 : Suivi des débits à la source Durecu 16
Figure 7 : Suivi du débit au mélange des sources de la Payennière 17
Figure 8 : Suivi du débit de la Lézarde à l'aval de Montivilliers 18
Figure 9 : Fluorescence à la source de la Payennière 21
Figure 10 : Recherche de la Sulforhodamine B à l'aval de la Source Sud 22
Figure 11 : Recherche de la Sulforhodamine B à l'aval de la Source Nord 23
Figure 12 : Recherche de la Sulforhodamine B au Forage de St Romain 24
Figure 13 : Recherche de la Sulforhodamine B au Forage de Saint Laurent de Brévedent 25
Figure 14 : Recherche de la Sulforhodamine B aux Grandes et Petites Sources 26
Figure 15 : Recherche de la Sulforhodamine B à la source des Pruniers 27
Figure 16 : Recherche de la Sulforhodamine B à la source du Catillon 28
Figure 17 : Recherche de la Sulforhodamine B à la source Durecu 29
Figure 18 : Recherche de la Sulforhodamine B sur la Lézarde 30
Figure 19 : Restitution de l'Uranine au Forage de Saint Romain 31
Figure 20 : Restitution de l'Uranine aux Grandes Sources et Petites Sources 33
Figure 21 : Restitution de l'Uranine à la source des Pruniers 34
Figure 22 : Restitution de l'Uranine à la source du Catillon 35
Figure 23 : Restitution de l'Uranine à la source Durecu 36
Figure 24 : Approche systémique des traçages 39
Figure 26 : Résultats des expériences 44

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des points d'injection 5
Tableau 2 : Planning des échantillonnages 9
Tableau 3 : Débits moyen durant le suivi 19
Tableau 4 : Bilan de Restitution de l'Uranine pour les traçages positifs 42
Tableau 5 : Proposition d'une évaluation des résultats des traçages 43

Liste des annexes

Annexe 1 : Fiche d'annonce des traçages
Annexe 2 : Détail des injections
Annexe 3 : Jaugeage à la source du Catillon
Annexe 4 : Sulforhodamine B : résultats des analyses CETRAHE
Annexe 5 : Uranine: résultats des analyses CETRAHE
Annexe 6 : Fiches de synthèse des interpretations

GLOSSAIRE

AEP	Alimentation en Eau Potable
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BSS	Banque de données du Sous-Sol
IGN	Institut National Géographique
NGF	Nivellement Général de France
MES	Matières En Suspension
UV	Ultra-Violet

Mots clefs		Département		Communes
Traçage	BAC	Seine Maritime	76	Etainhus Angerville l'Orcher

1. INTRODUCTION

Ce rapport présente les résultats de l'expérience de traçage effectuée pour le compte du CODAH d'octobre 2013 à Janvier 2014.

2. Les points d'injection et les traceurs utilisés

2.1. Points d'injection

Conformément à notre rapport de phase 1[1], les deux points d'injection ont été :

La bétoire de la STEP d'Etainhus	Le puits d'infiltration d'Angerville l'Orcher
Numéro SIGESSN : **B9915 ou B18291**	Numéro SIGESSN : **B9937**
Coordonnées (m): • X Lambert IIe : **452 607.401** • Y Lambert IIe : **2 509 341.01** • X Lambert 93 : **504 691.654** • Y Lambert 93 : **6 943 865.556** Précision des coordonnées : +/- 25.0 m Mode d'obtention : lecture d'un document cartographique type IGN 1/ 25 000 agrandi Altitude : **107 m NGF** Précision : +/- 5.0 m	Coordonnées (m): • X Lambert IIe : **450 882.001** • Y Lambert IIe : **2 511 652.009** • X Lambert 93 : **502 986.418** • Y Lambert 93 : **6 946 189.406** Précision des coordonnées : +/- 25.0 m Mode d'obtention : lecture d'un document cartographique type IGN 1/ 25 000 agrandi Altitude : **111 m NGF** Précision : +/- 5.0 m

Tableau 1 : Caractéristiques des points d'injection

[1] IDDEA Oct.2013 » BAC SAINT LAURENT-ROLLEVILLE-LA PAYENNIERE-Multitraçages campagne 2013-Résultats de la phase préparatoire »-Rapport IC130215-1 version C.

2.2. Traceurs utilisés

Au regard des distances à tracer entre les points d'injection et les points de suivi les plus éloignés, des conditions d'injection, des caractéristiques des traceurs utilisés et des risque de colorer les eaux potables, en particulier aux sources de la Payennière où la mise en place d'une alimentation de secours est problématique, les traceurs utilisés ont été les suivant :

Bétoire de la STEP d'Etainhus **B9915 ou B18291** : 10 kg d'Uranine
Puits d'infiltration d'Angerville l'Orcher **B9937** : 10,8 kg de Sulforhodamine B

2.3. Précautions pour l'injection et l'échantillonnage

Parmi toutes les précautions habituellement prises pour effectuer une opération de traçage dans les règles de l'art, il convient de rappeler notamment :

- la mise en place du protocole de suivi avant l'injection du traceur
- le prélèvement des blancs avant ou au plus tard le jour de l'injection
- l'utilisation d'un véhicule dédié pour le transport des traceurs
- le prélèvement des échantillons par une personne n'ayant été en contact, ni de près ni de loin, avec les traceurs

On se reportera à l'annexe 1 pour l'annonce du traçage et à l'annexe 2 pour le détail des injections.

2.4. Points et mode de suivi

Le tableau ci-dessous présente les coordonnées des points de suivi, les modes de suivi ainsi que le nombre d'analyse effectuées au laboratoire du CETRAHE par l'équipe de Névila JOZJA.

Point de suivi	Indice BSS	Lambert II (données BSS) X (m)	Lambert II (données BSS) Y (m)	Z (m NGF)	Distance au point d'injection (km) B9915 ou B18291	Distance au point d'injection (km) B9937	Remarques	Mode de suivi : Mesure de débits	Mode de suivi : Préleveur automatique 24 flacons	Mode de suivi : Préleveurs automatique et Fluorimètre en continu	Durée de suivi (jours)	Échantillons d'eau	Analyses : Uranine	Analyses : Sulforhodamine B
Forage St Romain	74-8-12	451 502	2 506 297	63	3,2	5,4	Prélèvement dans bac de reprise à l'aval du turbidimètre alimenté en continu par une pompe dédiée	VEOLIA	X		90	240	107	52
Forage St Laurent	74-8-25	450 455	2 506 175	49	3,8	5,5	Prélèvement dans bac de reprise à l'aval du turbidimètre alimenté en continu par une pompe dédiée	LYONNAISE	X		90	239	68	51
Grdes Sources et Petites Sources	74-7-197 et 198	449 239	2 505 795	38	4,8	6,1	Prélèvement dans le canal à l'aval du mélange Grandes Sources + Petites sources	CODAH	X		90	240	72	54
Source des Pruniers	74-7-199	449 110	2 505 809	38	4,9	6,1	-	CODAH	X		90	240	66	53
Sources du Catillon	74-7-201	448 887	2 505 475	36	5,3	6,5	Prélèvement dans la galerie au pied du turbidimètre. Exhaure de la galerie parallèle obstrué le temps de l'expérience pour diriger les flux principalement vers la galerie principale. Suivi du débit dans la galerie principale.	IDDEA	X		90	240	125	54
Source Durecu	74-7-143	447 814	2 505 519	25	6,1	6,9	Prélèvement dans la bâche de la source. Suivi du débit dans le siphon d'exhaure.	IDDEA	X		90	240	72	53
Sources de La payennière	74-7-58 à 61	446 103	2 508 271	17	6,5	5,9	Prélèvement et sonde de fluorescence dans la canalisation vers l'étang. Mesure du débit dans la bâche de mélange de toutes les sources, dans la canalisation d'amenée. Logger inondé lors des épisodes pluvieux violents de novembre 2013.	IDDEA		X	90	239	-	64
Source Rolleville Nord	74-7-52	446 627	2 511 358	35	6,3	4,3	Prélèvement dans la bâche. Mesure indirecte du débit dans le canal d'exhaure.	IDDEA	X		90	240	-	49
Source Rolleville Sud	74-7-51	446 638	2 511 277	35	6,2	4,3	Prélèvement dans le canal en aval immédiat de l'exhaure de la source. Mesure directe du débit de débordement de la source dans le canal.	IDDEA	X		90	240	-	53
Lézarde	-	444 118	2 507 045	6	8,7	8,2	Prélèvement dans la rivière. Débit fourni en amont par la DREAL. Préleveur emporté par la crue de Novembre 2013.	DREAL	X		90	168	-	35
										TOTAL	90	2326	510	518

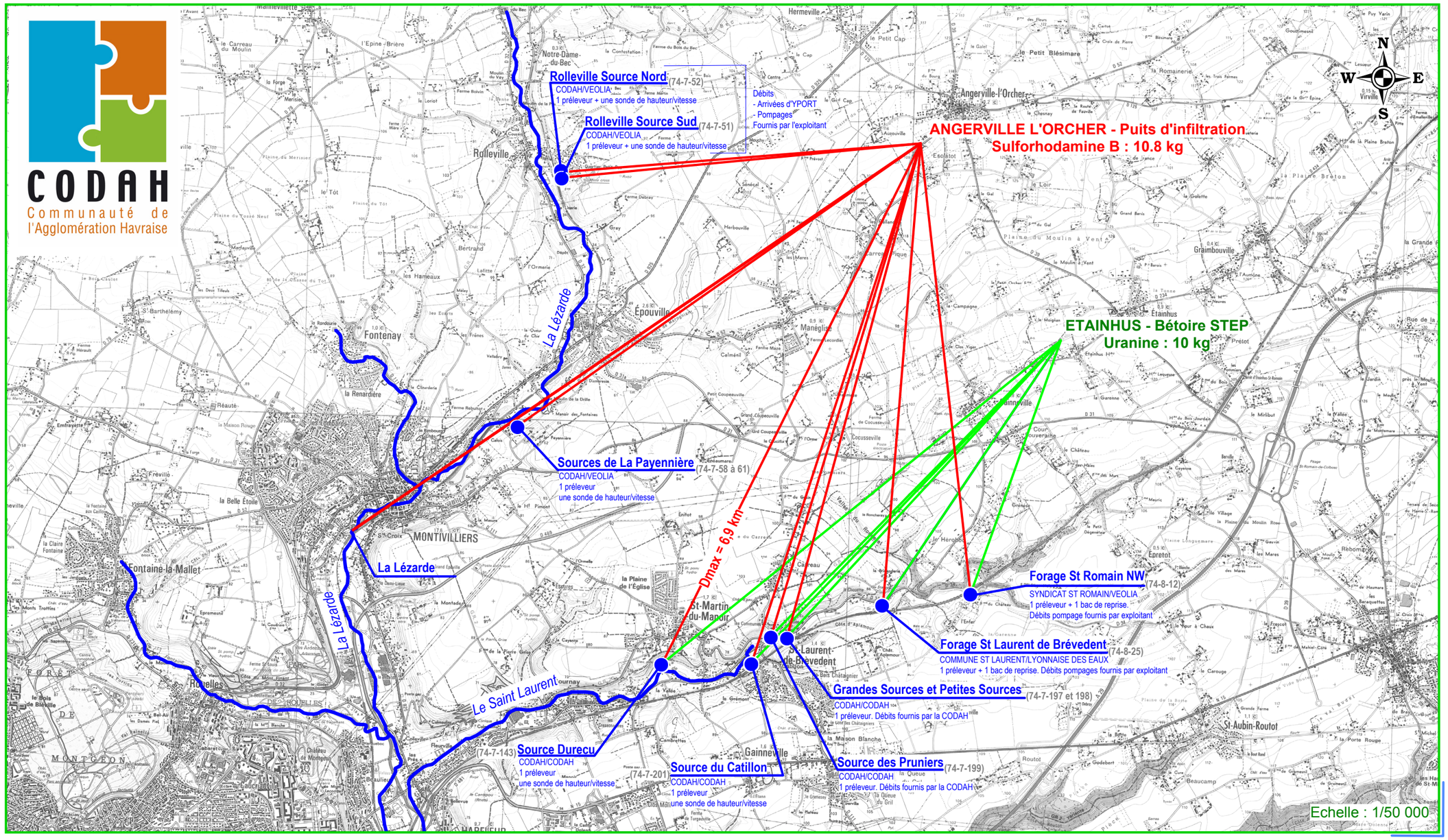


Figure 1 : Description de l'expérience

3. Planning d'intervention

Ci-dessous le planning des échantillonnages.

Tâches	Date	Pas de temps entre prélèvements (h)	Nbre prélèvement par échantillon	Durée entre chaque relève (h)
Injection + lancement suivi	8/10/2014	1:00	1	24:00
Relève n°1	9/10/2014	2:00	1	48:00
Relève n°2	11/10/2014	3 :00	1	72 :00
Relève n°3	14/10/2014	4 :00	1	96 :00
Relève n°4	18/10/2014	6 :00	1	144 :00
Relève n°5	24/10/2014	14 :00	1	336 :00
Relève n°6	7/11/2014	12 :00	1	288 :00
Relève n°7	19/11/2014	13 :00	1	312 :00
Relève n°8	2/12/2014	14 :00	1	336 :00
Relève n°9	16/12/2014	24 :00	1	576 :00
Relève n°10 Dépose matériel	8/01/2014	-	-	-

Tableau 2 : Planning des échantillonnages

Au total, 10 séries de 24 échantillons ont été prélevées sur les points suivis par un échantillonneur automatique.

Concernant le préleveur sur la Lézarde, la crue de début novembre 2013 l'a emporté. Les séries 4 et 5 n'ont pu être prélevées.

A cette même période, le logger du suivi en continu aux sources de la Payennière a été submergé l'endommageant définitivement. Ce matériel loué en Belgique a du être remplacé par un neuf en provenance de Suisse. Compte tenus des délais de diagnostic, de transport, de configuration, de vérification du bon fonctionnement et d'installation sur site, le matériel a de nouveau été opérationnel pour le dernier mois de suivi. Durant ce temps, l'échantillonneur automatique a prélevé sans dommage.

Au total 2 326 échantillons ont été prélevés lors de cette expérience.

L'ensemble des échantillons a été prélevé par du personnel n'ayant jamais été mis en contact, ni de près ni de loin, avec le traceur, ni au moment de sa préparation, ni au moment du transport, ni au moment de l'injection. Le transport du traceur a été effectué par des véhicules dédiés. Enfin, lors des échantillonnages les précautions suivantes sont été prises :

- utilisation de gants jetables, changés à chaque nouveau point de suivi
- rinçage systématique de chaque flacon avec l'eau du prélèvement à réaliser

4. Résultats et interprétations

4.1. Résultats des mesures de débit

4.1.1. Précipitations durant l'expérience

D'après les données enregistrées à la station meteo France d'Octeville disponibles sur le site internet de meteo ciel, cette expérience s'inscrit dans un contexte de fin d'automne et de début d'hiver pluvieux.

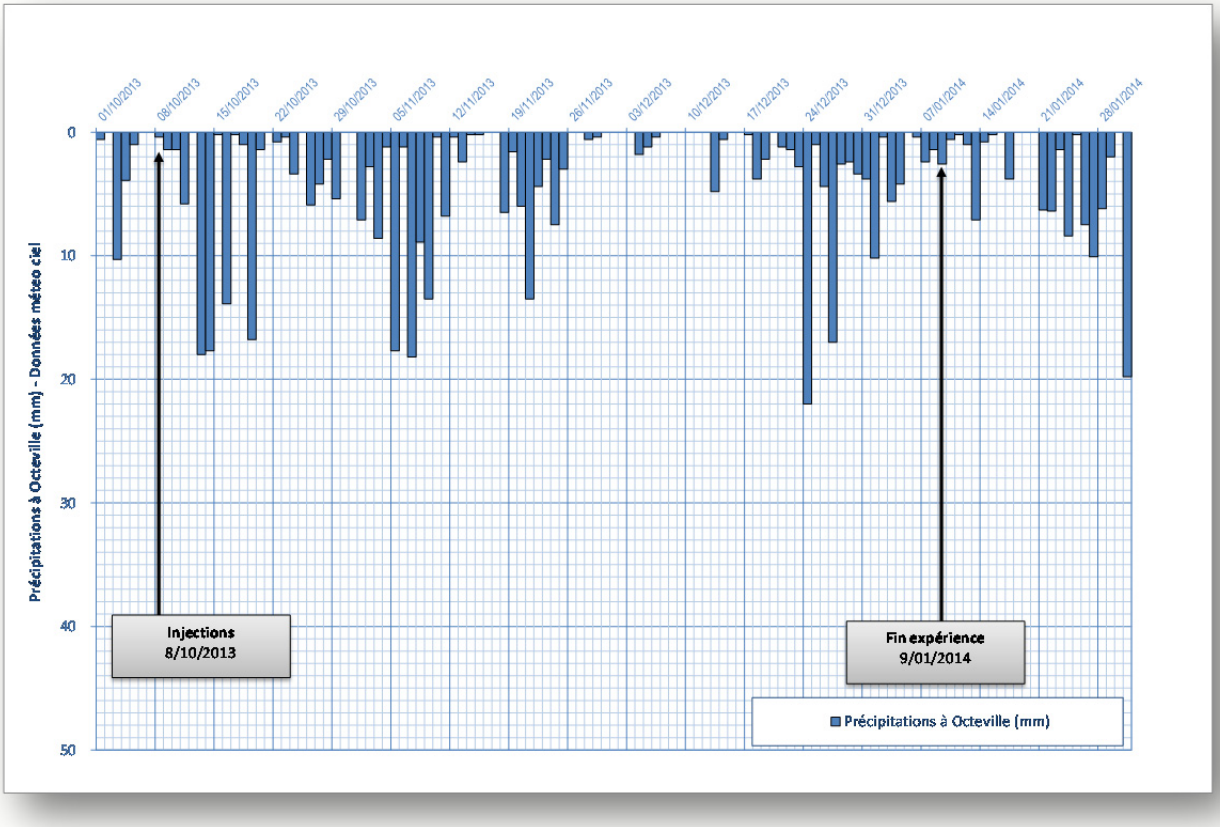


Figure 2 : Précipitations à Octeville

Les précipitations de décembre 2013 ont été inférieures à la normale mensuelle alors que celles d'octobre et novembre 2013 ainsi que celles de janvier 2014 les ont dépassées de 34 % à 58 %.

4.1.2. Suivi du débit sources de Catillon

Lors de l'expérience le flux d'eau en provenance de la source a été dirigé vers la galerie principale par obturation de l'exutoire de la galerie secondaire conformément au schéma ci-dessous.

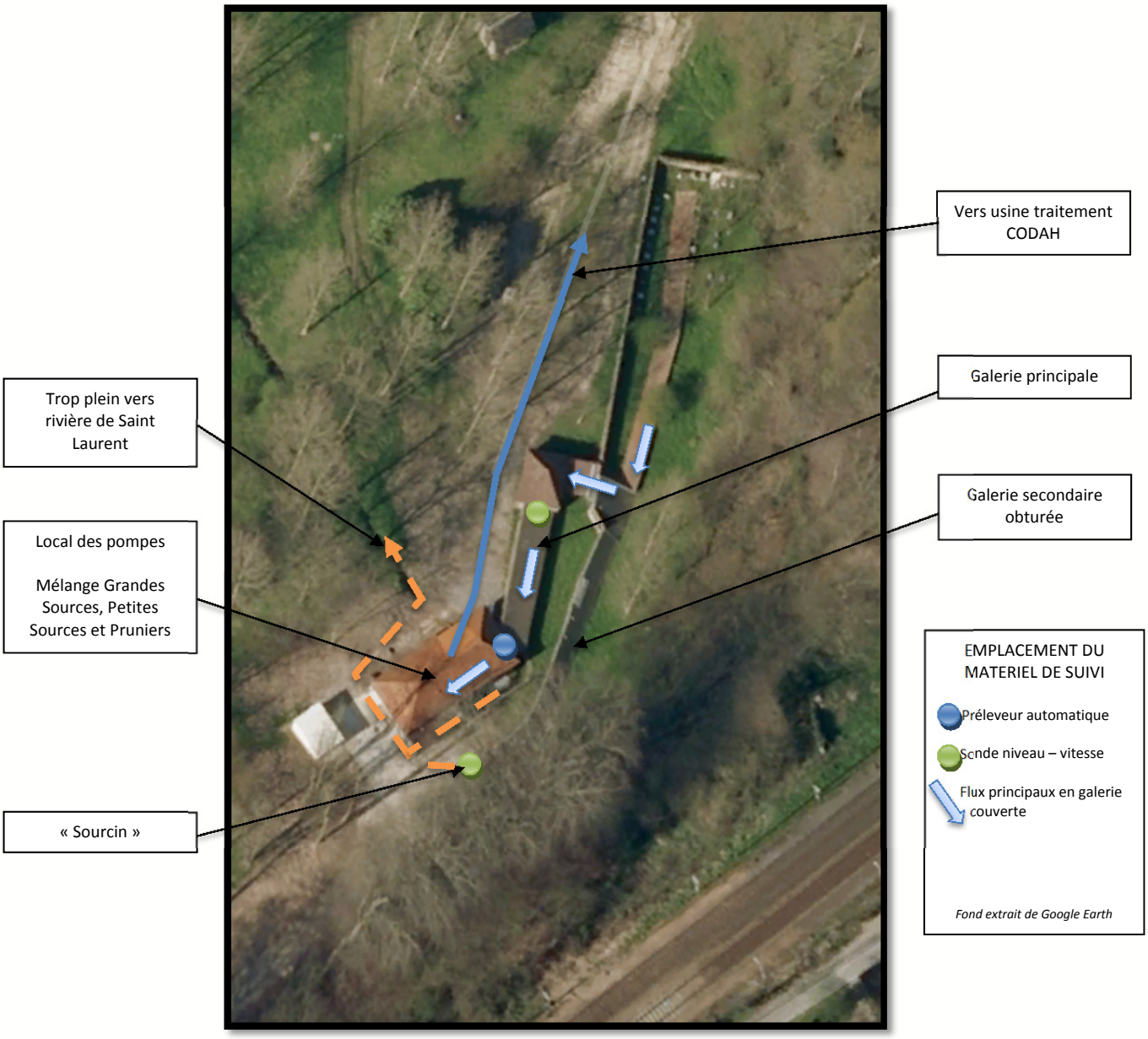


Figure 3 : Schéma du positionnement du matériel de suivi à la source de Catillon

Le suivi du débit des sources de Catillon a été réalisé par IDDEA avec la mise en place d'une sonde de hauteur et de vitesse dans la galerie qui conduit les eaux de la source du Catillon vers la bâche de mélange avec celles des sources des Pruniers, Grandes Sources et de Petites Sources.

Alors que le préleveur automatique a été installé au pied du turbidimètre, le matériel de suivi des hauteurs et des vitesses a été installé en amont à l'endroit où la section de la galerie est rectangulaire avec les parois latérales en briques et la surface au sol enduite de ciment.

Préalablement, la vitesse moyenne de la section a été définie par mesure au vélocimètre des vitesses en 36 points répartis sur la section conformément à Annexe 3.

La sonde a ensuite été installée à la position pour laquelle la vitesse instantanée était la plus proche de la vitesse moyenne.

Le graphique ci-dessous présente le débit instantané ainsi que le débit moyen journalier.

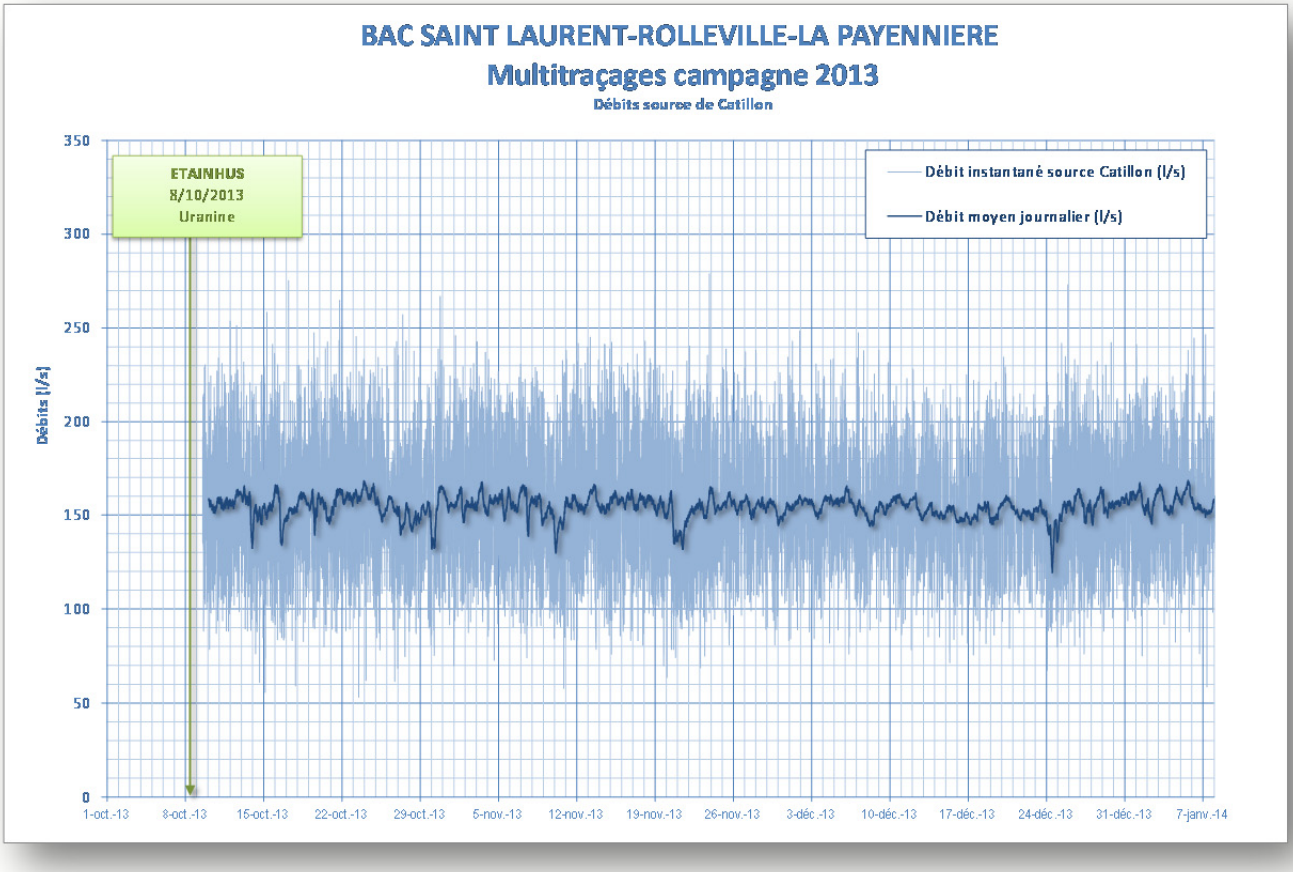


Figure 4 : Suivi du débit à la source de Catillon

Le débit de la source du Catillon semble plus influencé par les phases de pompages dans la bâche de mélange avec les eaux brutes en provenance des sources des Pruniers, des Grandes Sources et des Petites Sources que par les précipitations.

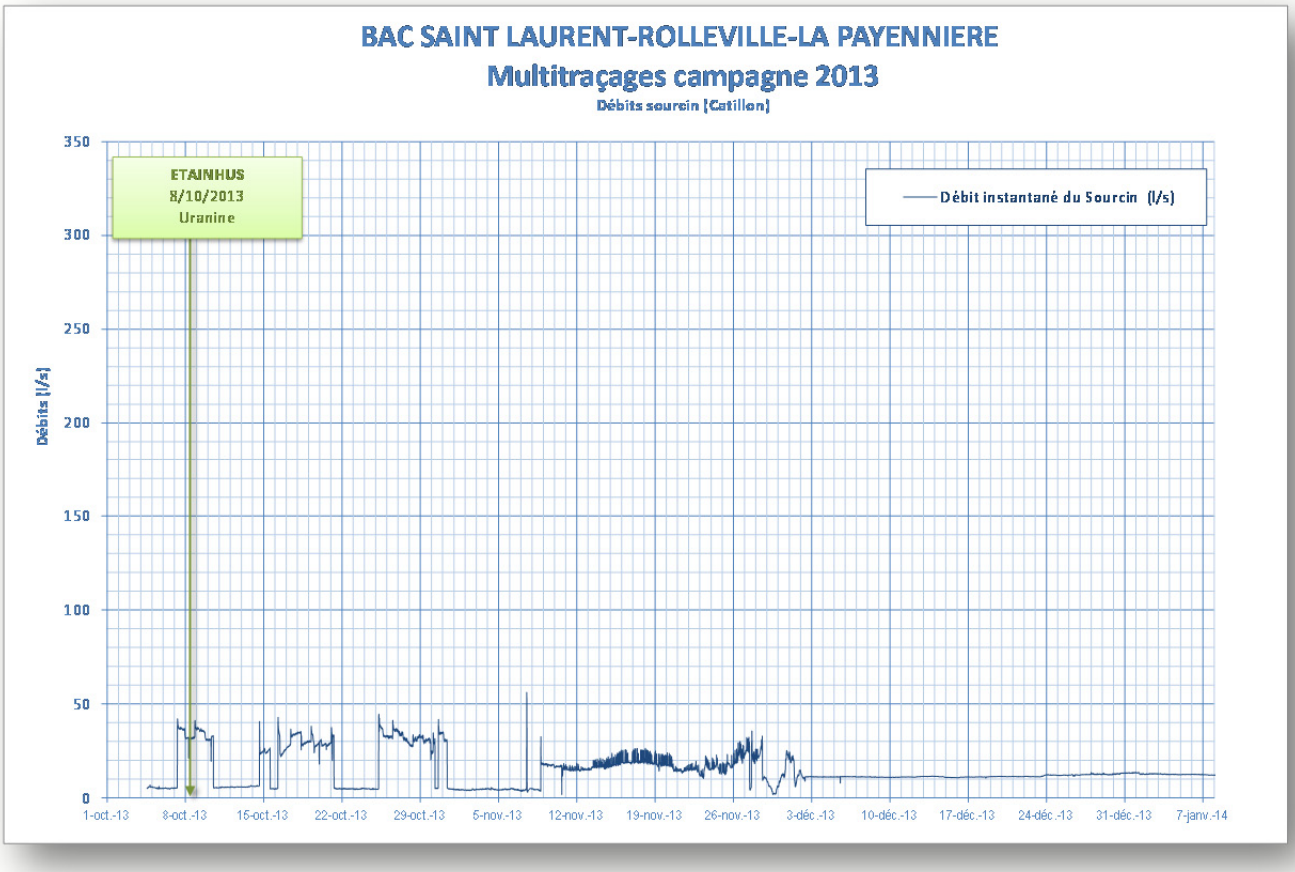


Figure 5 : Suivi du débit au « sourcin »

Au niveau de la galerie aujourd'hui secondaire, un écoulement non capté, qui rejoint le trop-plein de la source du Catillon en direction de la rivière de Saint Laurent, a lui aussi été suivi en continu.

Le débit du sourcin semble être influencé périodiquement par une exploitation anthropique jusqu'au 9 novembre 2013. En novembre 2013 jusqu'à la fin du suivi, cette influence n'est plus visible que le 27 novembre. D'un débit moyen compris entre 10 et 20 l/s, cette exutoire est tributaire des manœuvres effectuées sur la vanne de la galerie secondaire. On constate que l'influence sur le débit de la source principale (figure 3) n'est pas visible.

4.1.1. Suivi du débit sources des Pruniers, Grandes Sources et Petites Sources

Le suivi des débits aux sources des Pruniers, aux Grandes Sources et Petites Sources a été réalisé par la CODAH.

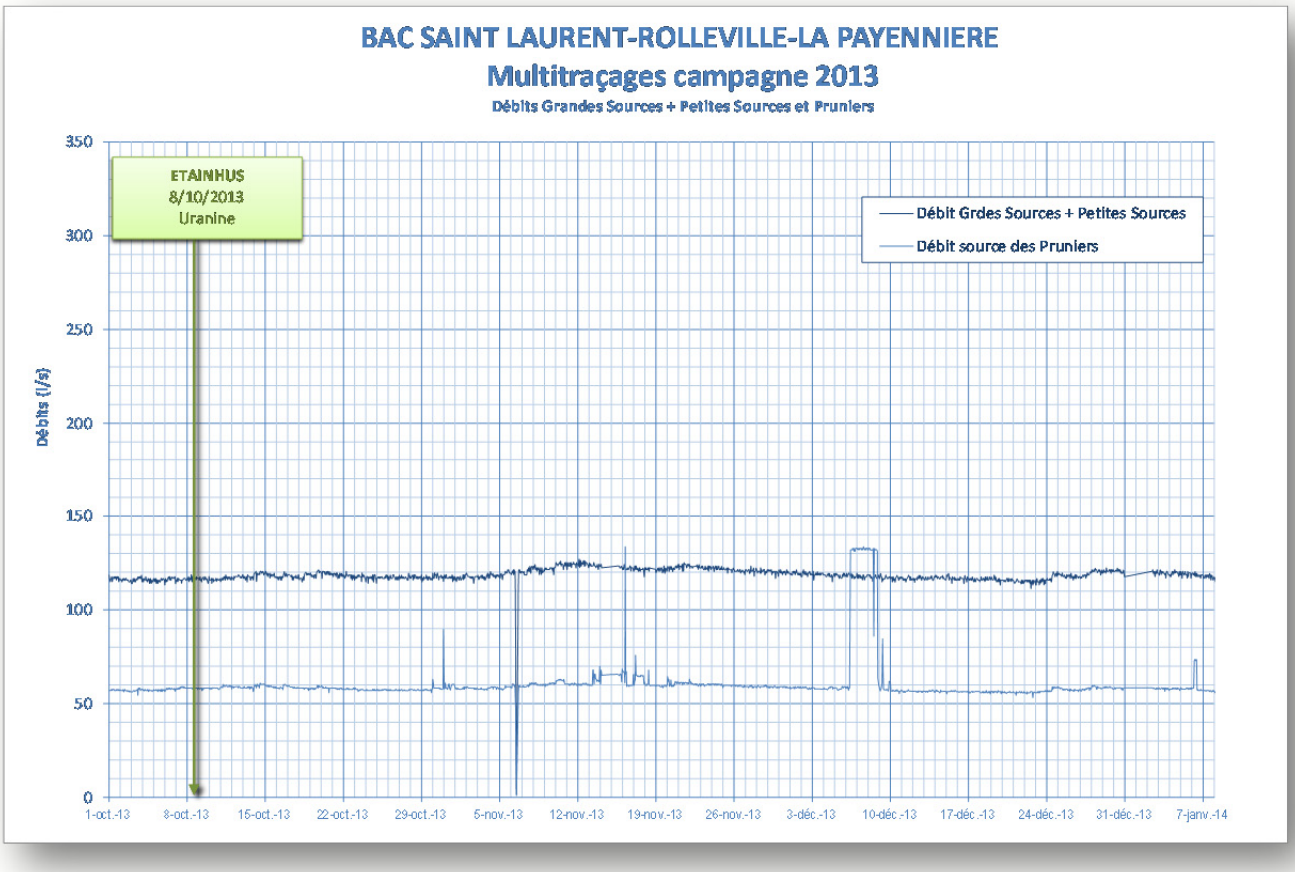


Figure 6 : Suivi des débits au mélange Grandes Sources et Petites Sources et Source des Pruniers

Le débit au mélange Grandes Sources et Petites Sources représente sensiblement le double de celui à la Source des Pruniers. Une crue importante début décembre 2013 n'est visible que sur la Source des Pruniers.

4.1.2. Suivi des débits de la source Durecu

Le suivi des débits de la source Durecu a été réalisé par IDDEA avec la mise en place d'une sonde de vitesse dans la canalisation de vidange toujours en charge de la bâche de la Source.

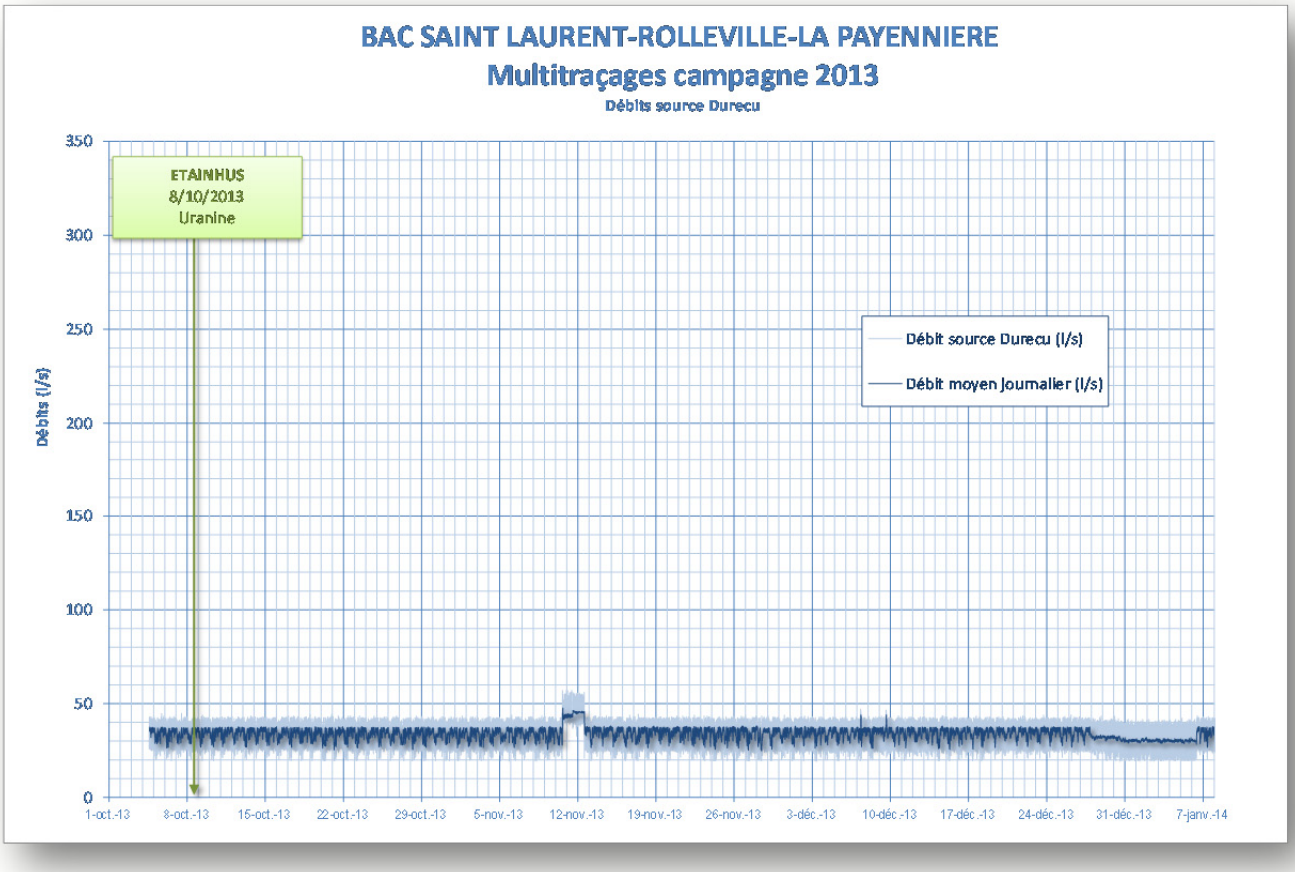


Figure 7 : Suivi des débits à la source Durecu

On observe une crue à la mi-novembre 2013 sur 2 environs 2 jours à mettre en relation avec les très fortes précipitations lors de cette période.

Suite à un épisode turbide ayant débuté fin décembre 2013, le Forage situé à proximité de la Source Durecu a été mis à l'arrêt par la CODAH.

La bâche de pompage dans laquelle se vidange la bâche de la Source Durecu a fonctionné en surverse durant une semaine. Le débit de la source Durecu n'était alors plus influencé par les phases de pompage au forage.

4.1.3. Suivi des débits des Sources de la Payennière

Le suivi des débits aux sources de la Payennière a été réalisé par IDDEA avec l'installation d'une sonde de vitesse dans la canalisation d'amenée de l'ensemble des sources.

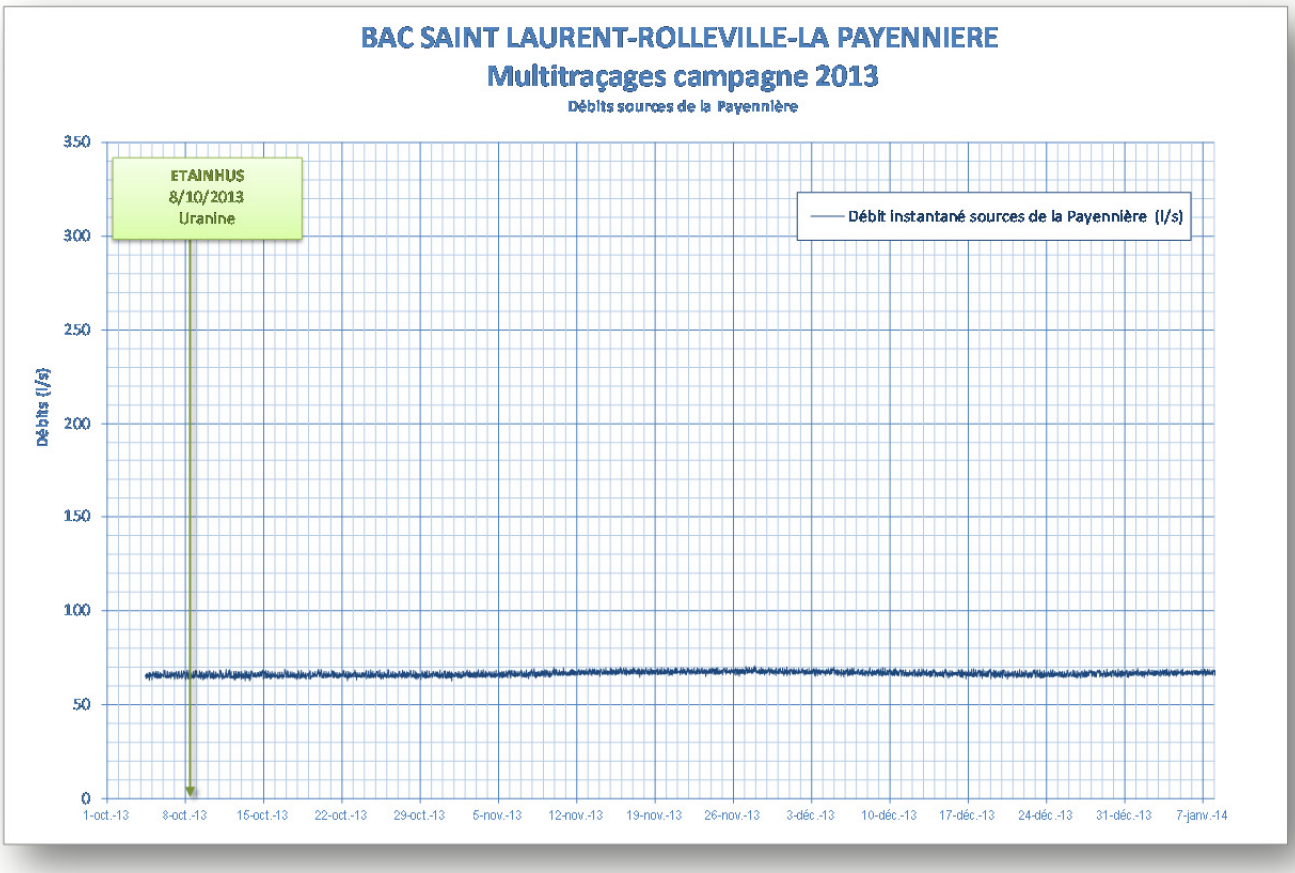


Figure 8 : Suivi du débit au mélange des sources de la Payennière

Le débit au mélange des sources de la Payennière a été continu du 4/10/2013 au 9/01/2014 au pas de temps de la minute. Sur cette période, il atteint une moyenne d'environ 66,5 l/s avec un léger bombement courant novembre 2013.

4.1.4. Suivi des débits des sources Rolleville Nord et Sud

La hauteur et la vitesse dans le canal à l'aval de la Source Sud et de l'exutoire de la source Nord a été mis en place durant toute la durée du suivi. En l'absence du débit de chaque pompe de prélèvement, il ne nous est pas possible de calculer le débit de chacune des deux sources de Rolleville.

4.1.5. Suivi des débits de la Lézarde

Les données de débit de la source de la Lézarde sont fournies par la DREAL.

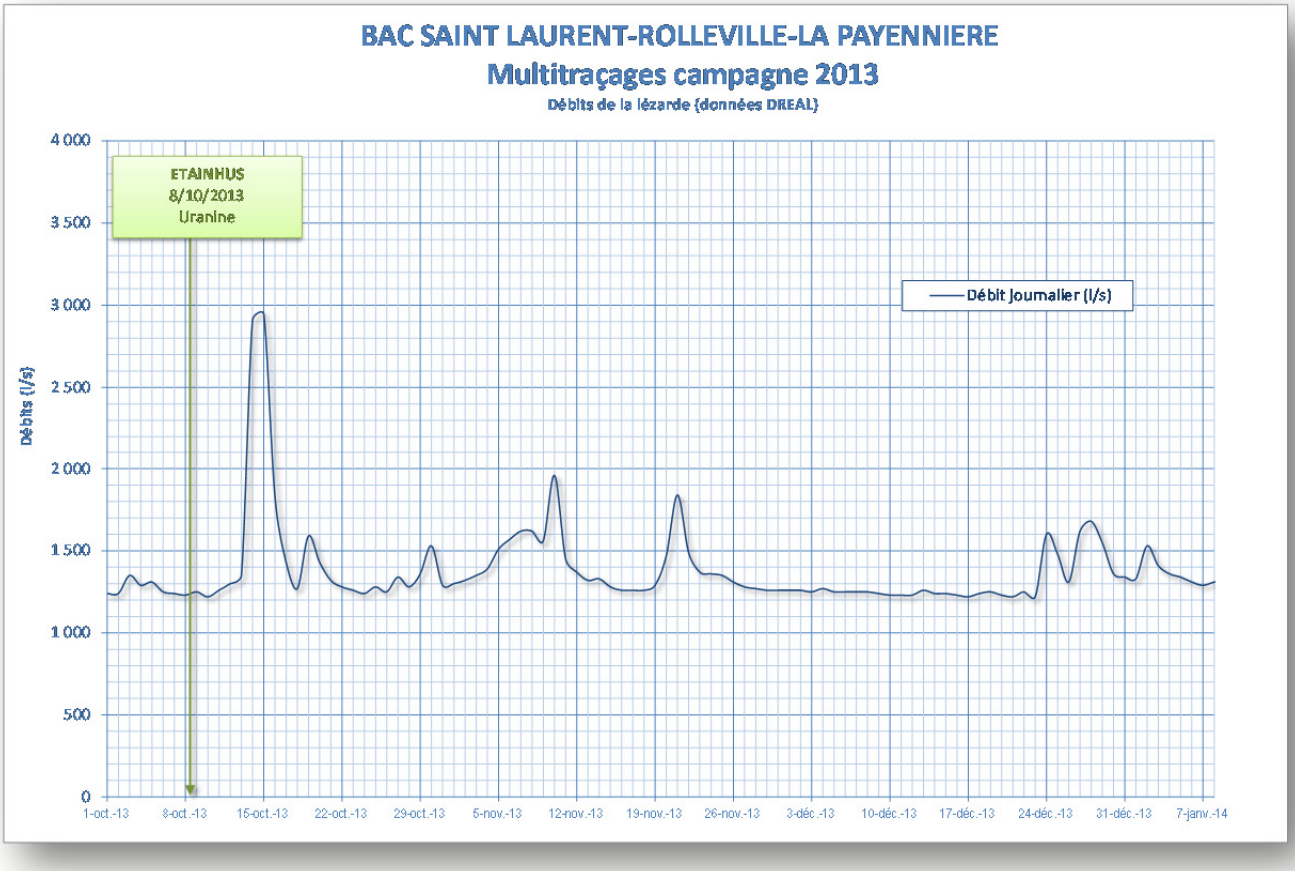


Figure 9 : Suivi du débit de la Lézarde à l'aval de Montivilliers

Du 01/10/2013 au 12/01/2014 le débit moyen de la Lézarde à l'aval de Montivilliers a atteint une moyenne de 1 377,5 l/s. Lors d'une crue spectaculaire mi-octobre, le débit a plus que doublé en s'approchant des 3 000 l/s.

Le tableau ci-dessous rassemble les données de débit enregistrées aux différents points de suivi.

Lieux	Période	Débit moyen (l/s)
Source du Catillon	9/10/2013 – 9/01/2014	153,9
« Sourcin » au Catillon	4/10/2013 – 9/01/2014	14,6
Mélange Grandes Sources et Petites Sources	1/10/2013 –12/01/2014	118,4
Source des Pruniers	1/10/2013 –12/01/2014	60,1
Sources de la Payennière	4/10/2013 – 9/01/2014	66,6
Source Durecu	4/10/2013 – 9/01/20014	33,9
La Lézarde à l'aval de Montivilliers	01/10/2013 - 10/01/2014	1 377,5

Tableau 3 : Débits moyen durant le suivi

En ce qui concerne les sources de Rolleville, le suivi en continu de la hauteur et de la vitesse dans le canal à l'aval de la Source Sud et de l'exutoire de la source Nord a été mis en place durant toute la durée du suivi. En l'absence du débit de chaque pompe de prélèvement, il ne nous est pas possible de calculer le débit de chacune des deux sources de Rolleville.

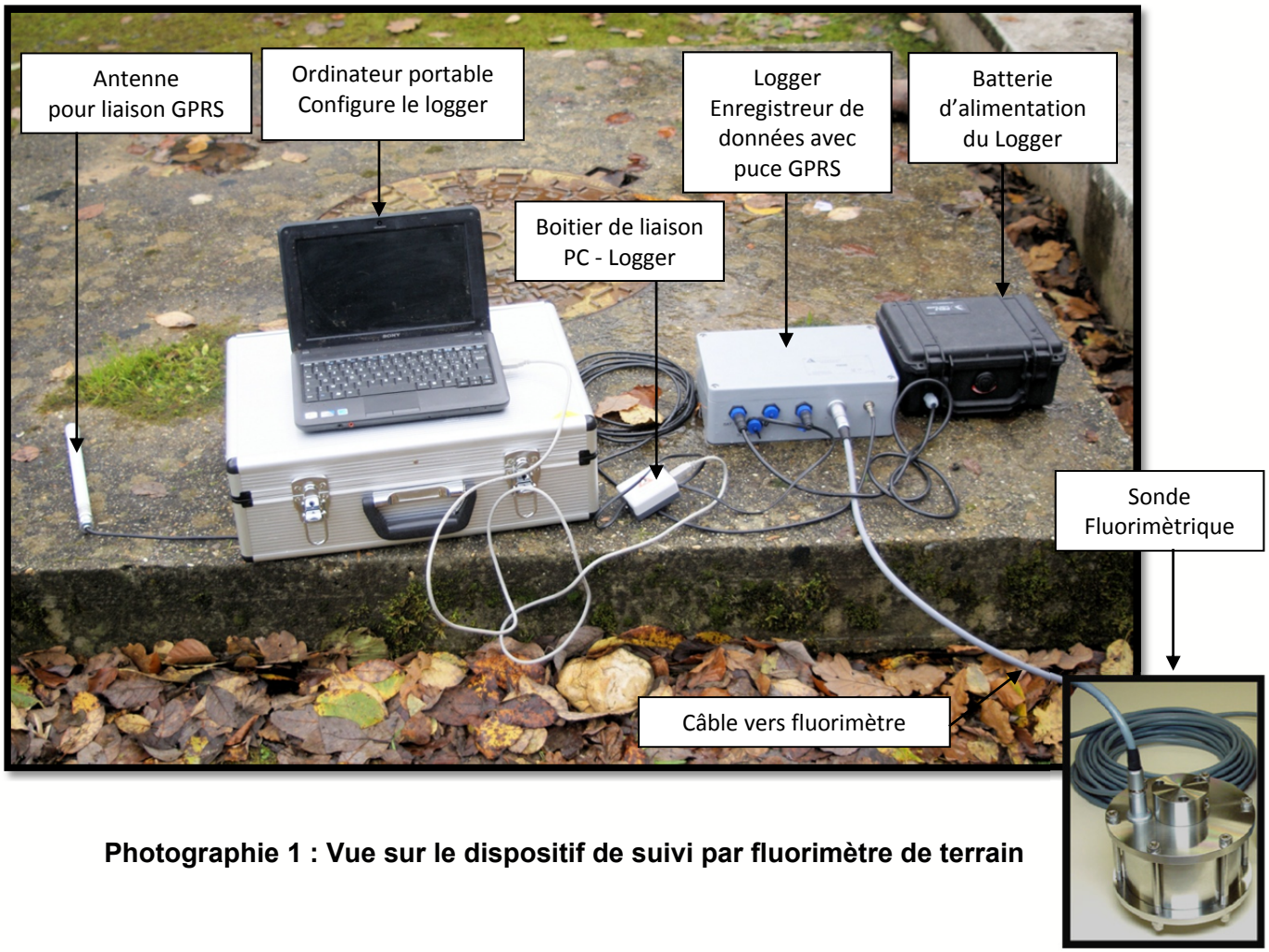
Contrairement à ce qui est constaté sur le débit de la Lézarde, le débit des sources paraît peu sensible aux précipitations d'automne et de début d'hiver durant la période de suivi.

4.2. Résultats du suivi au fluorimètre de terrain à la Payennière

4.2.1. Mode de suivi

Le mélange des sources de la Payennière a été équipé d'un système de suivi par fluorimètre de terrain installé au niveau de la canalisation qui alimente l'étang.

La prise de vue ci-dessous présente le principe de son fonctionnement.



Photographie 1 : Vue sur le dispositif de suivi par fluorimètre de terrain

4.2.2. Suivi de la restitution de la Sulforhodamine B à la source de la Payennière

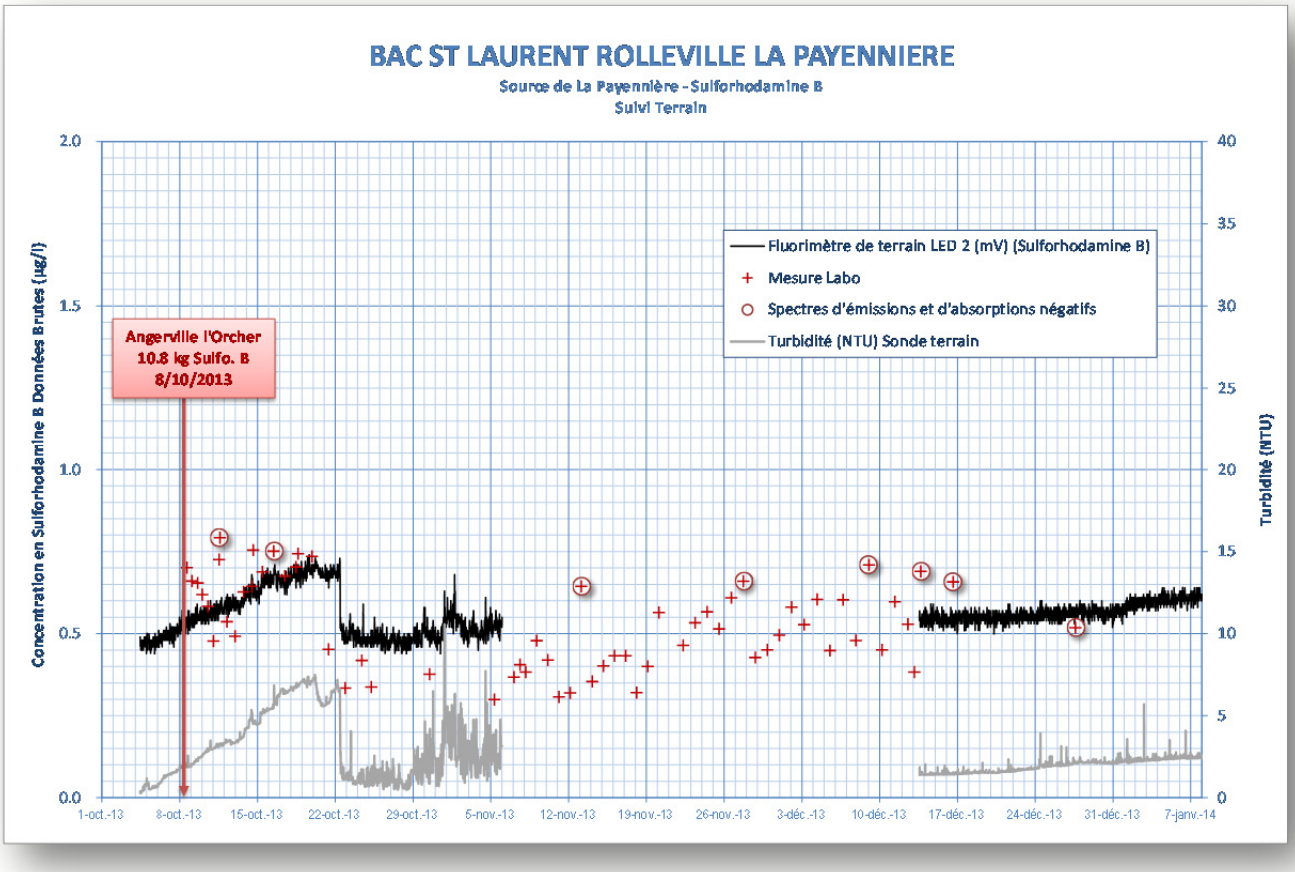


Figure 10 : Fluorescence à la source de la Payennière

La concentration théorique en sulforhodamine B a été calculée à partir du signal fourni par le fluorimètre de terrain. Les variations sont directement corrélables avec celles de la turbidité enregistrée. Aucun pic de restitution n'est visible durant les 3 mois de suivi. Les analyses effectuées en laboratoire montrent que cette fluorescence n'est pas liée à la présence du traceur recherché.

Aucune restitution de Sulforhodamine B n'est visible aux sources de la Payennière durant les 3 mois de suivi. Ceci a été confirmé par plusieurs spectres d'émission et d'absorption.

4.3. Résultats des suivis de la Sulforhodamine B avec échantillonneur automatique

On se reportera à l'Annexe 3 qui présente les résultats des analyses effectuées au laboratoire du CETRAHE.

4.3.1. Sulforhodamine B Sources de Rolleville

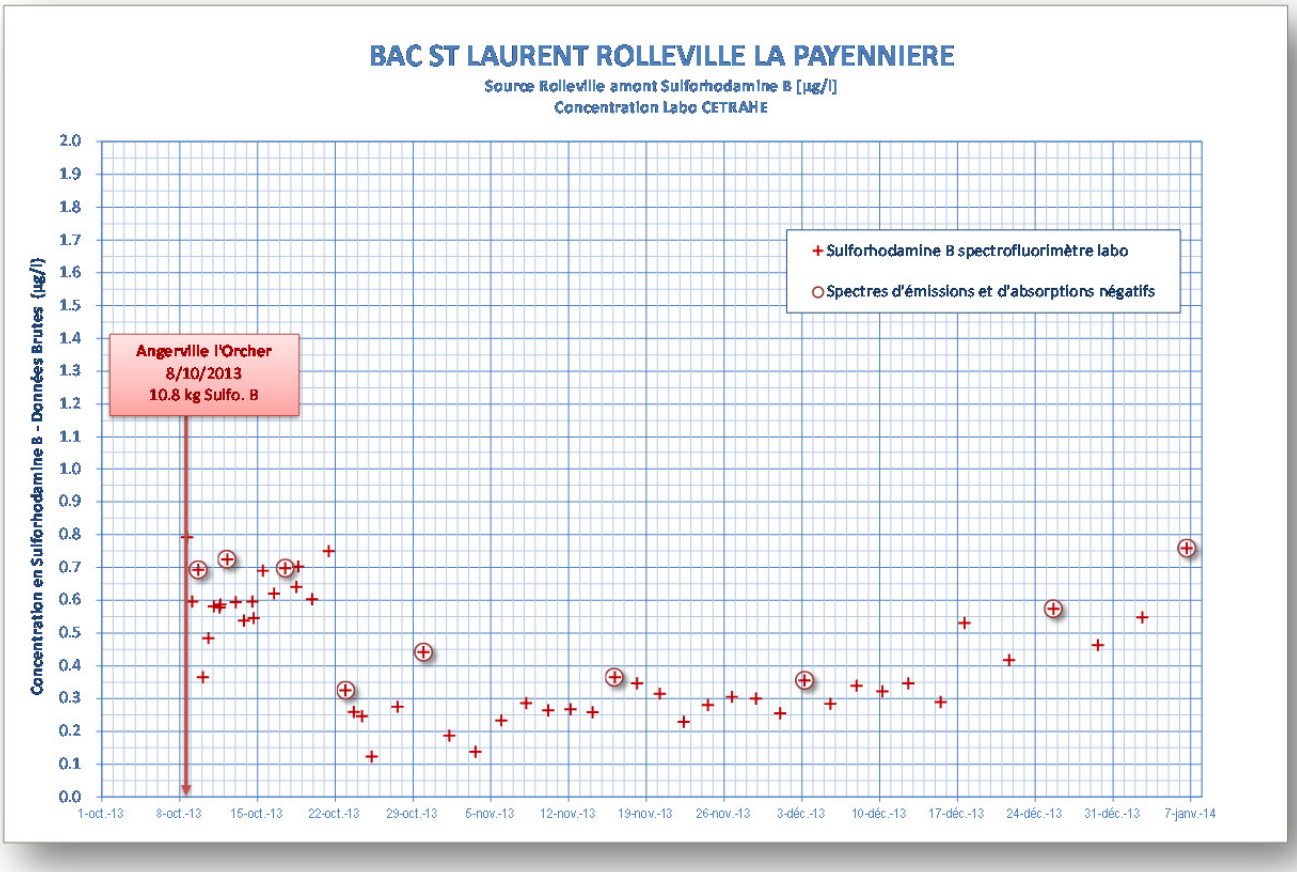


Figure 11 : Recherche de la Sulforhodamine B à l'aval de la Source Sud

Durant les 3 mois de suivi, aucune trace de Sulforhodamine B n'a été détectée en amont du canal situé immédiatement en aval de la Source Sud de Rolleville. L'absence du traceur a été vérifiée par spectres d'émission et d'absorption.

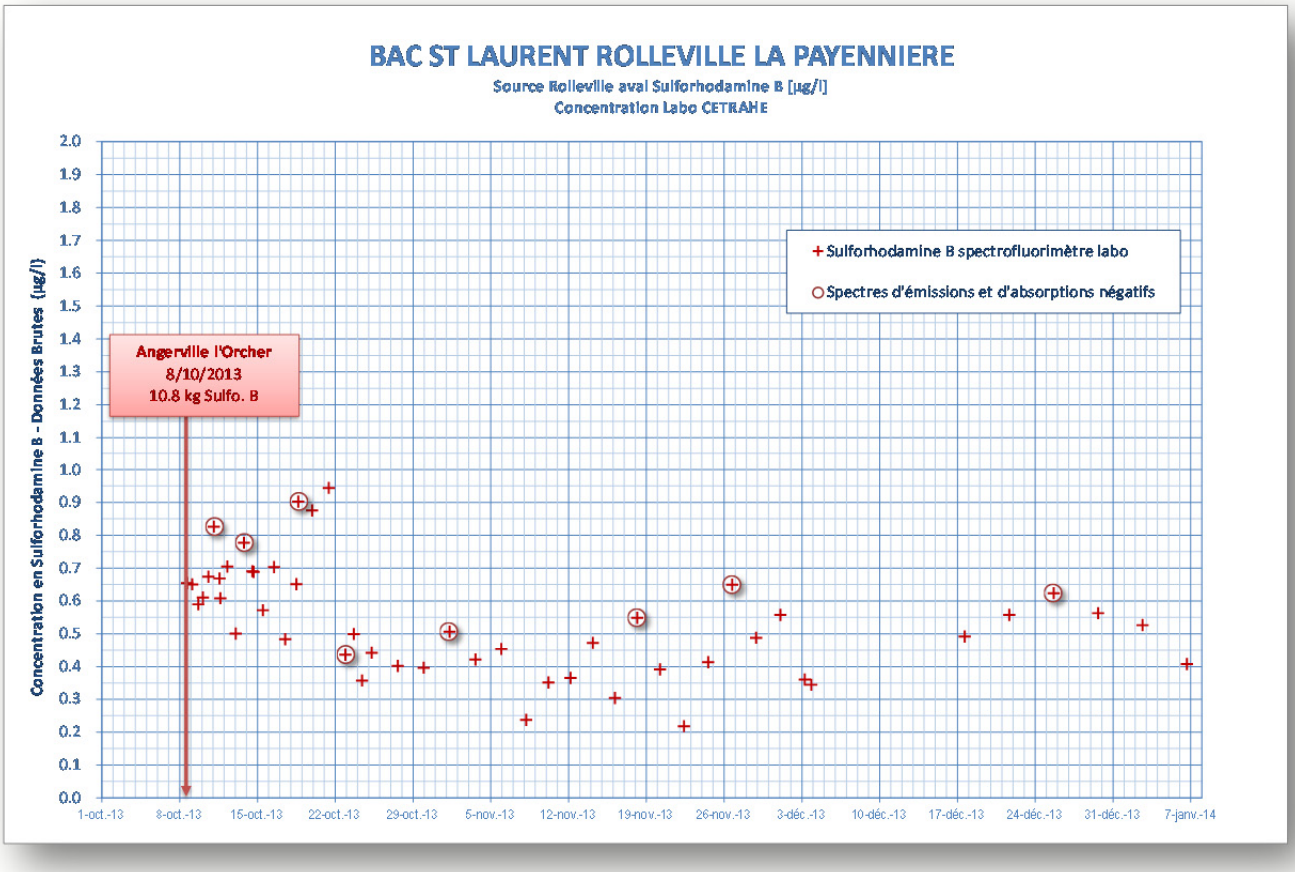


Figure 12 : Recherche de la Sulforhodamine B à l'aval de la Source Nord

Durant les 3 mois de suivi, aucune trace de Sulforhodamine B n'a été détectée en aval du canal situé immédiatement à l'exutoire de la Source Nord. L'absence du traceur a été vérifiée par spectres d'émission et d'absorption.

4.3.2. Sulforhodamine B Forage de St Romain

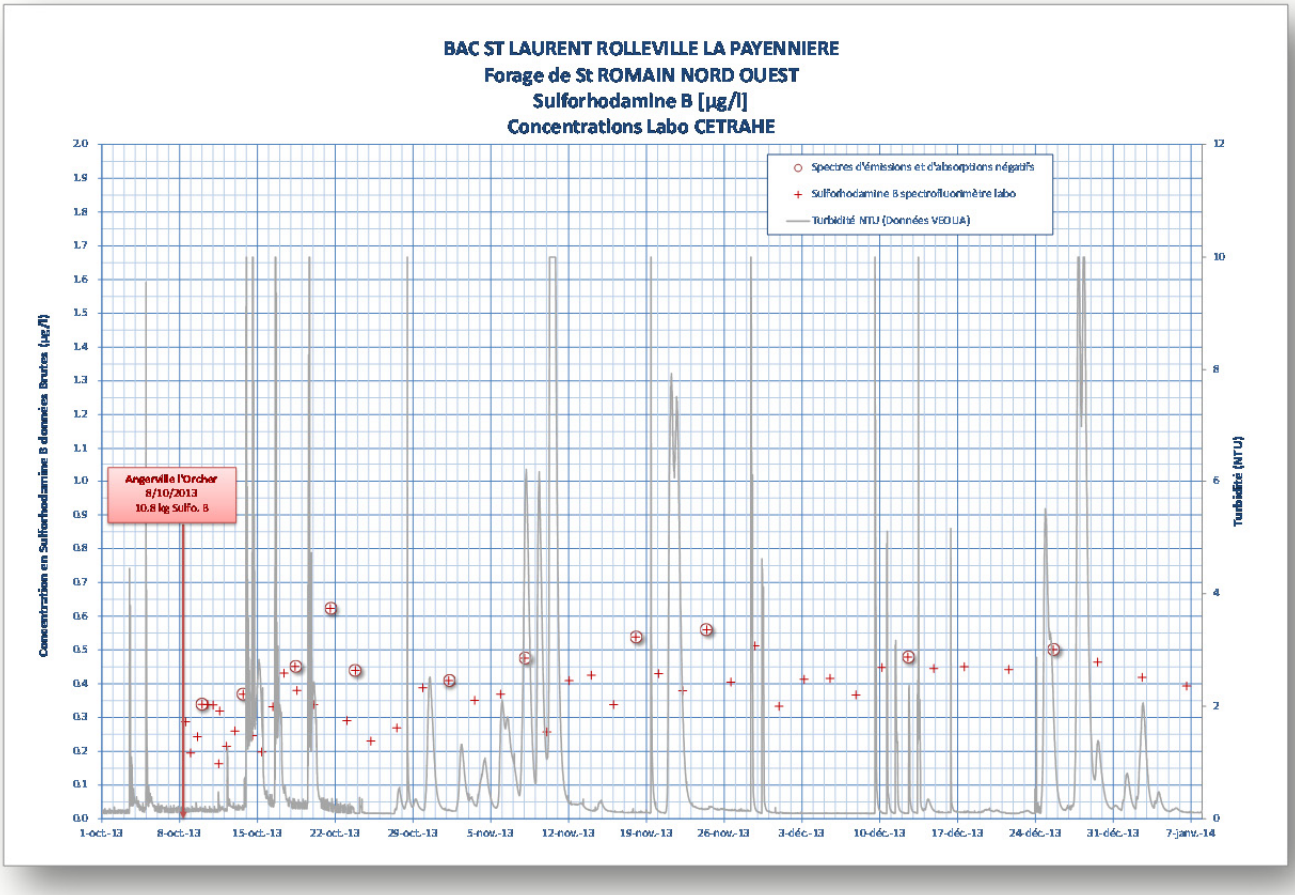


Figure 13 : Recherche de la Sulforhodamine B au Forage de St Romain

Durant les 3 mois de suivi, aucune trace de Sulforhodamine B n'a été détectée au forage de Saint Romain au lieu-dit l'Enfer. L'absence du traceur a été vérifiée par spectres d'émission et d'absorption.

4.3.3. Sulforhodamine B Forage de Saint Laurent de Brévedent

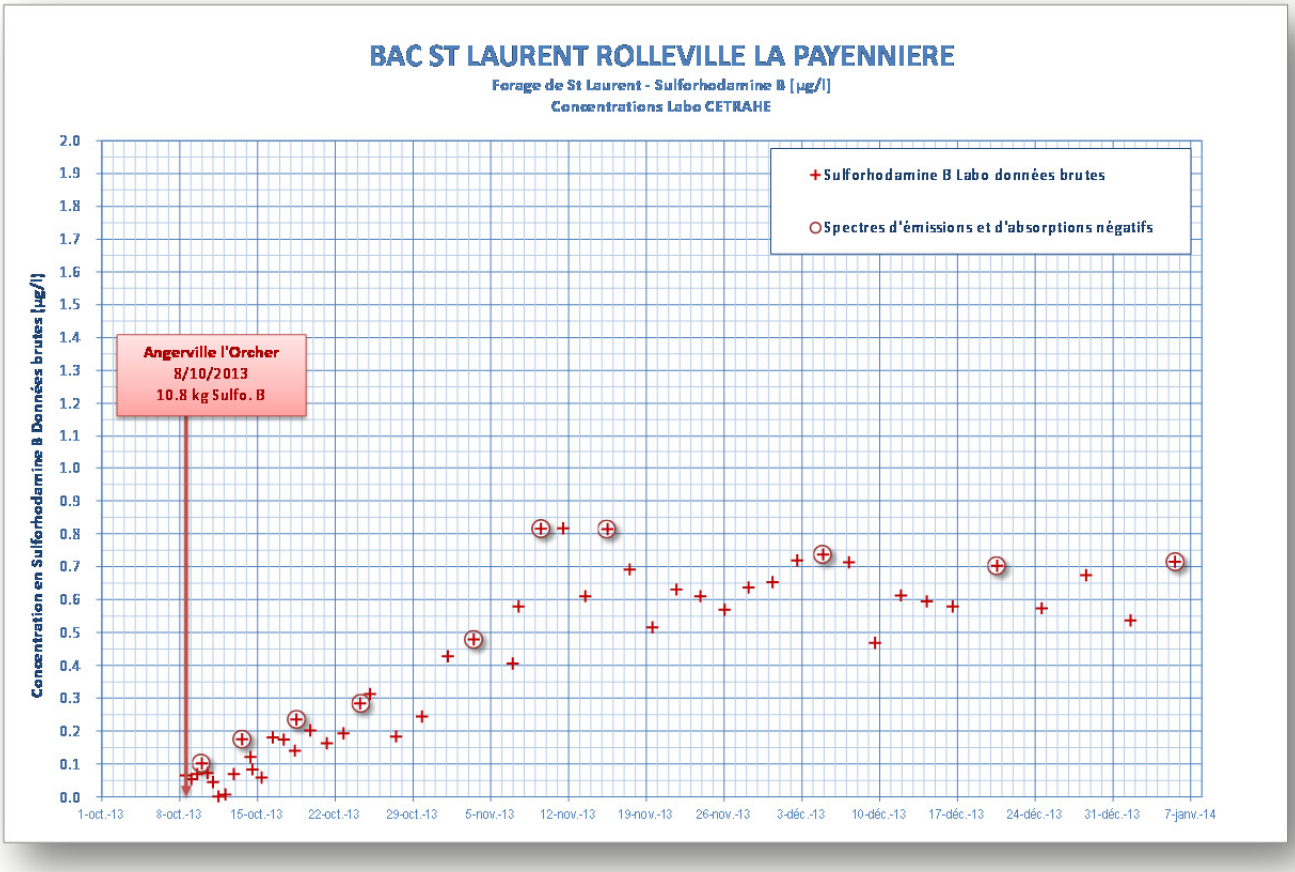


Figure 14 : Recherche de la Sulforhodamine B au Forage de Saint Laurent de Brévedent

Durant les 3 mois de suivi, aucune trace de Sulforhodamine n'a été détectée au forage de Saint Laurent de Brévedent. L'absence du traceur a été vérifiée par spectres d'émission et d'absorption.

4.3.4. Sulforhodamine B Grandes Sources et Petites Sources

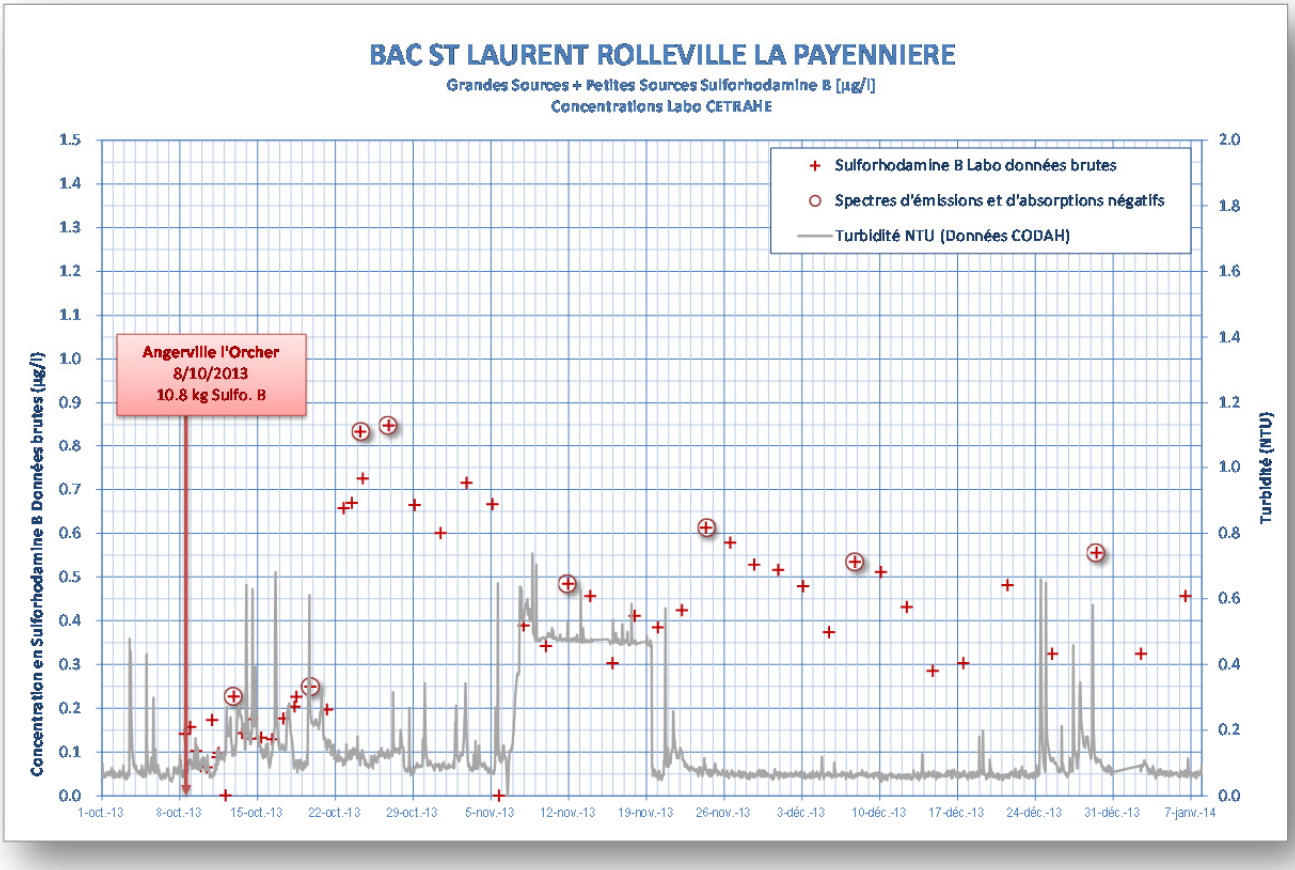


Figure 15 : Recherche de la Sulforhodamine B aux Grandes et Petites Sources

Durant les 3 mois de suivi, aucune trace de Sulforhodamine n'a été détectée au mélange Grandes Sources et Petites Sources. L'absence du traceur a été vérifiée par spectres d'émission et d'absorption.

4.3.5. Sulforhodamine B Source des Pruniers

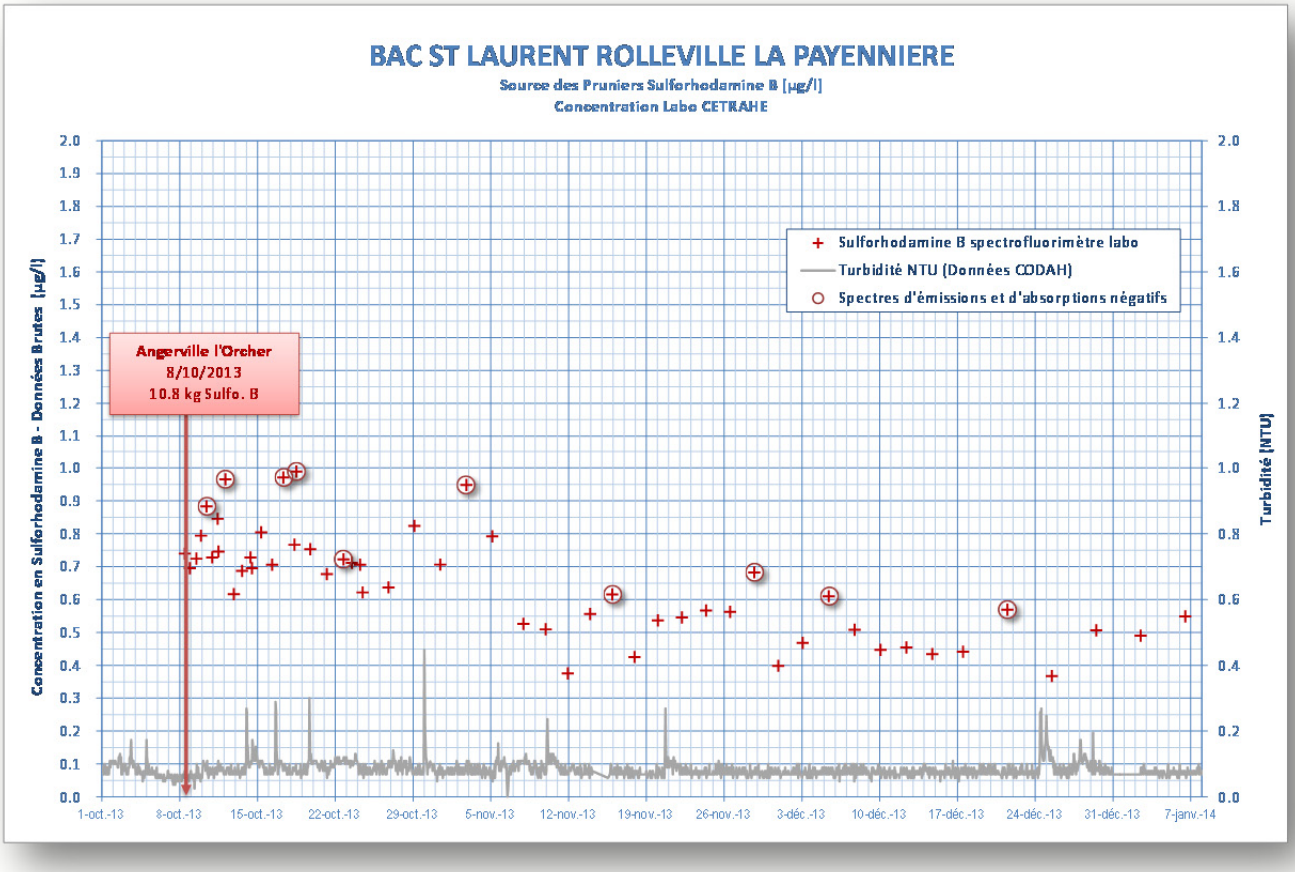


Figure 16 : Recherche de la Sulforhodamine B à la source des Pruniers

Durant les 3 mois de suivi, aucune trace de Sulforhodamine n'a été détectée à la source des Pruniers. L'absence du traceur a été vérifiée par spectres d'émission et d'absorption.

4.3.6. Sulforhodamine B Source du Catillon

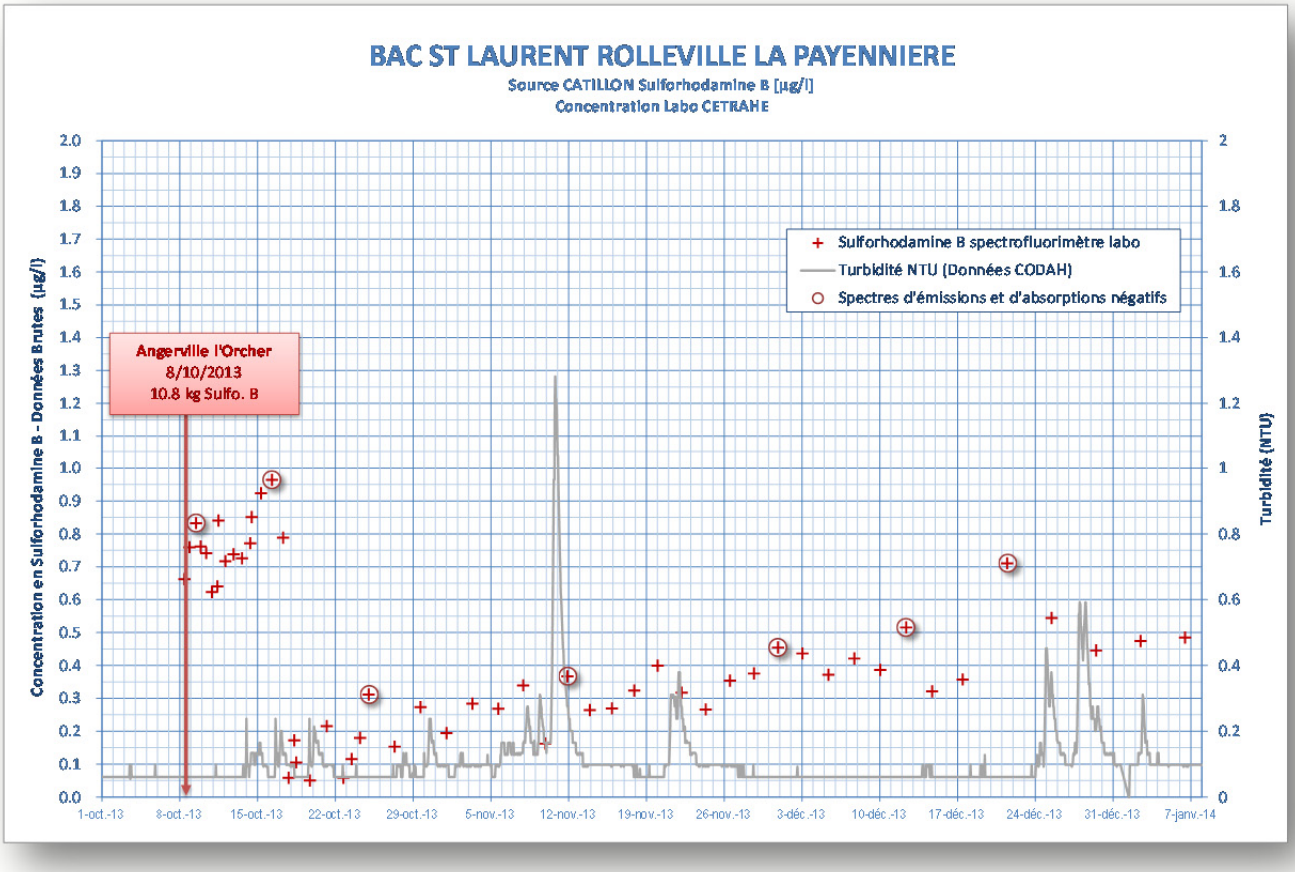


Figure 17 : Recherche de la Sulforhodamine B à la source du Catillon

Durant les 3 mois de suivi, aucune trace de Sulforhodamine B n'a été détectée à la source du Catillon. L'absence du traceur a été vérifiée par spectres d'émission et d'absorption.

4.3.7. Sulforhodamine B Source Durecu

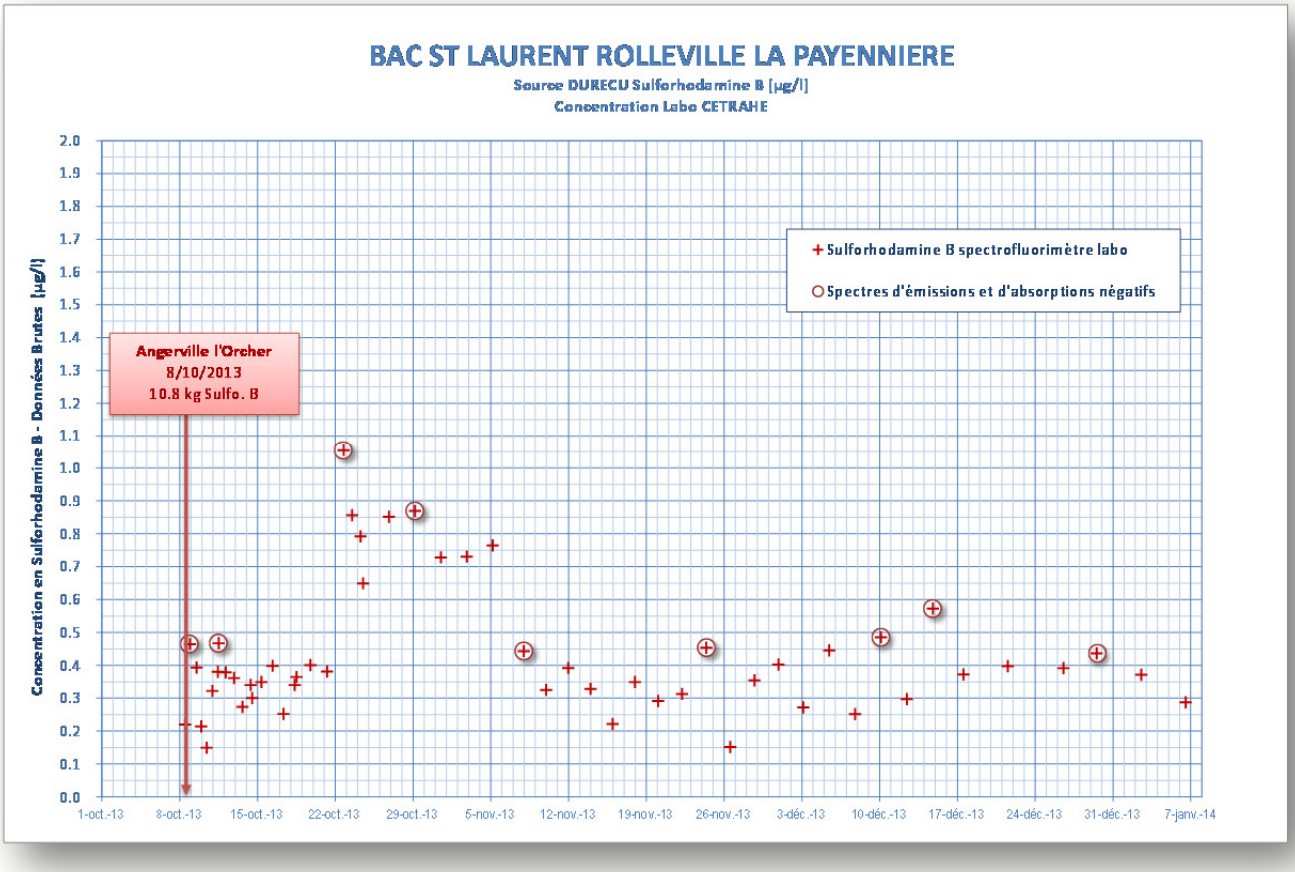


Figure 18 : Recherche de la Sulforhodamine B à la source Durecu

Durant les 3 mois de suivi, aucune trace de Sulforhodamine B n'a été détectée à la source Durecu. L'absence du traceur a été vérifiée par spectres d'émission et d'absorption.

4.3.8. Sulforhodamine B Lézarde

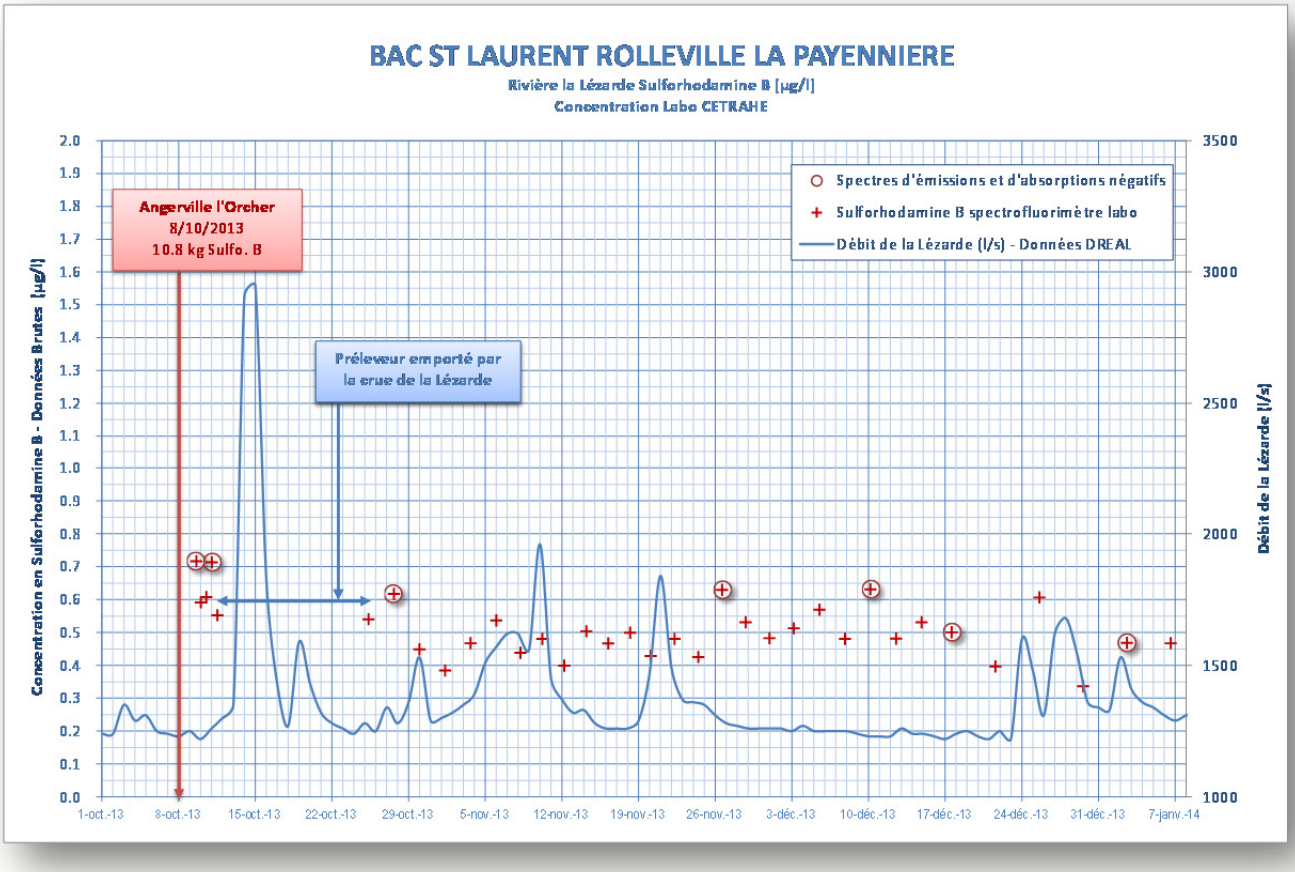


Figure 19 : Recherche de la Sulforhodamine B sur la Lézarde

Durant les 3 mois de suivi, aucune trace de Sulforhodamine B n'a été détectée sur la Lézarde à l'aval de Montivilliers. L'absence du traceur a été vérifiée par spectres d'émission et d'absorption.

Bien qu'il ne soit pas possible d'exclure la possibilité d'une restitution durant l'absence de prélèvement consécutif à l'emportement du préleveur par la crue de la rivière, ceci paraît peu probable.

4.4. Résultats des suivis de l'Uranine avec échantillonneur automatique

4.4.1. Uranine Forage de St Romain

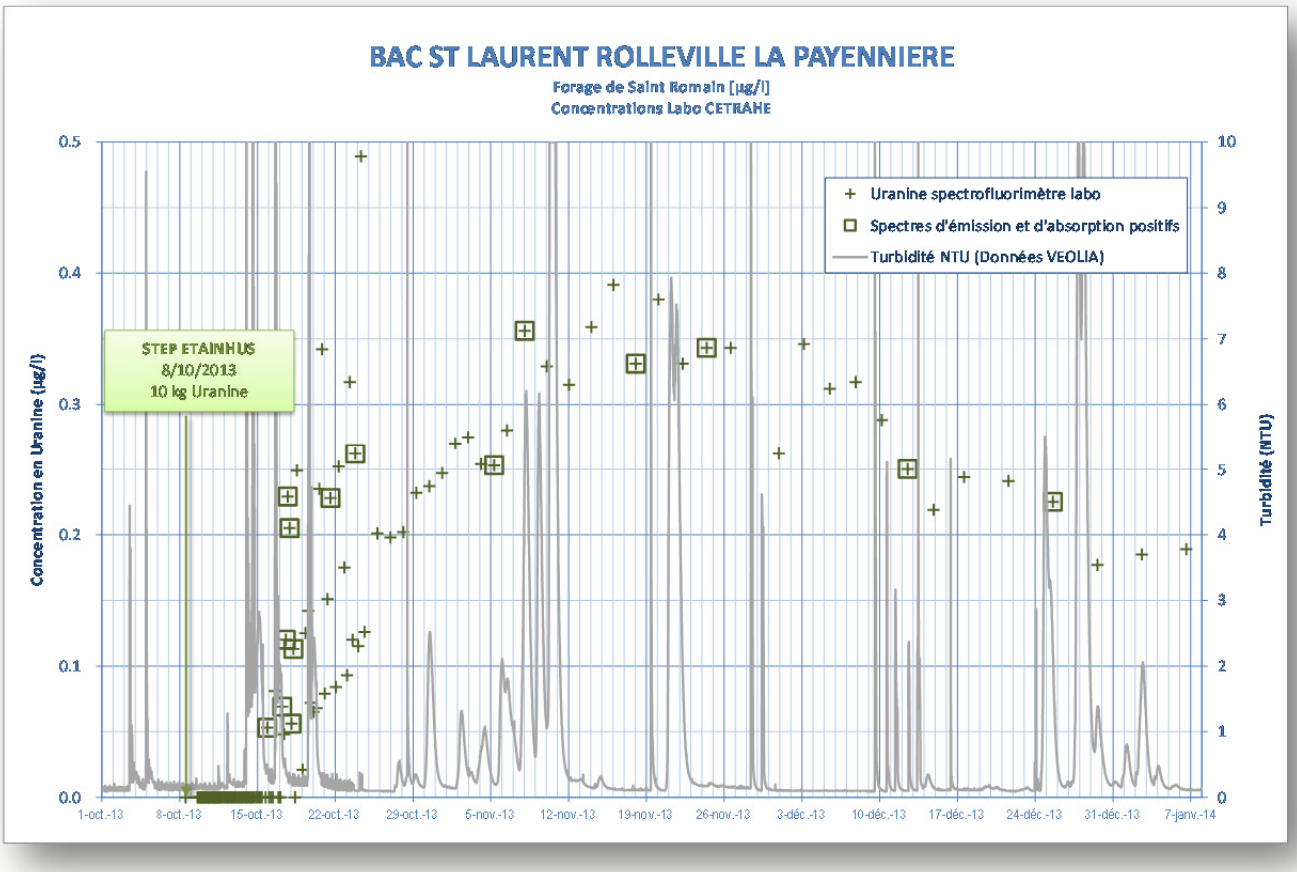
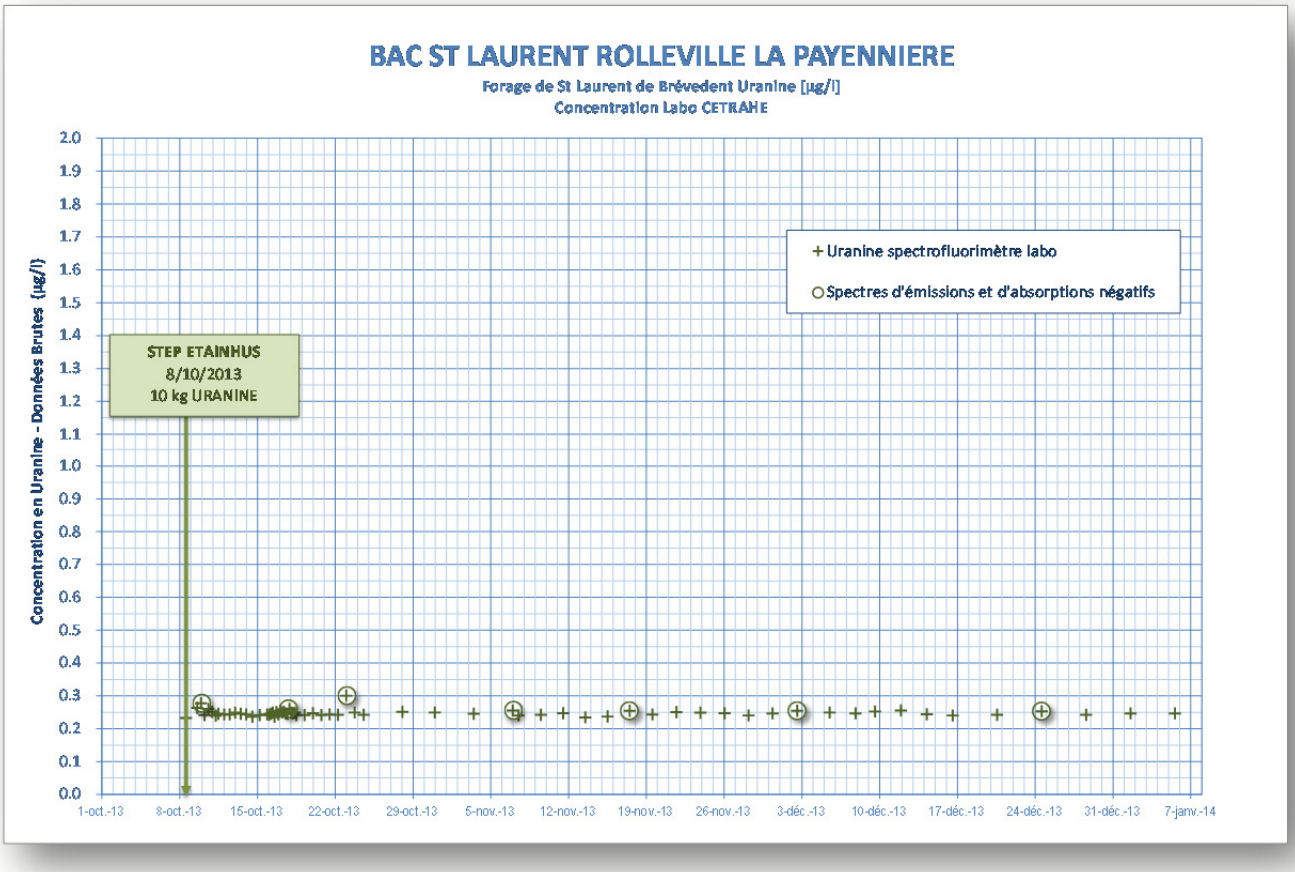


Figure 20 : Restitution de l'Uranine au Forage de Saint Romain

La restitution d'Uranine au Forage de Saint Romain au lieu-dit de l'Enfer débute le 15/10/2013 à 21h30 et se prolonge jusqu'à la fin de la période de suivi montrant un effet réservoir important. Durant cette période, les crues turbides consécutives aux forts épisodes pluvieux ont entrainé l'arrêt du pompage par l'exploitant. Dès lors seule la pompe du turbidimètre, d'un débit très faible par rapport aux pompes de production, sollicitait le couple Forage-Aquifère.

Le forage de Saint Romain est en relation étroite avec un conduit karstique dont on ne connaît pas le débit. La détermination de la quantité de traceur restitué se fera à partir du débit capable estimé comme supérieur à 36 m^3/h soit 10 l/s (dossier BSS n°74-8-12).

4.4.2. Uranine Forage de St Laurent



Aucune restitution d'Uranine n'a été constatée au Forage de Saint Laurent de Brévedent. L'absence du traceur a été vérifiée par spectres d'émission et d'absorption.

4.4.3. Uranine Grandes Sources et Petites Sources

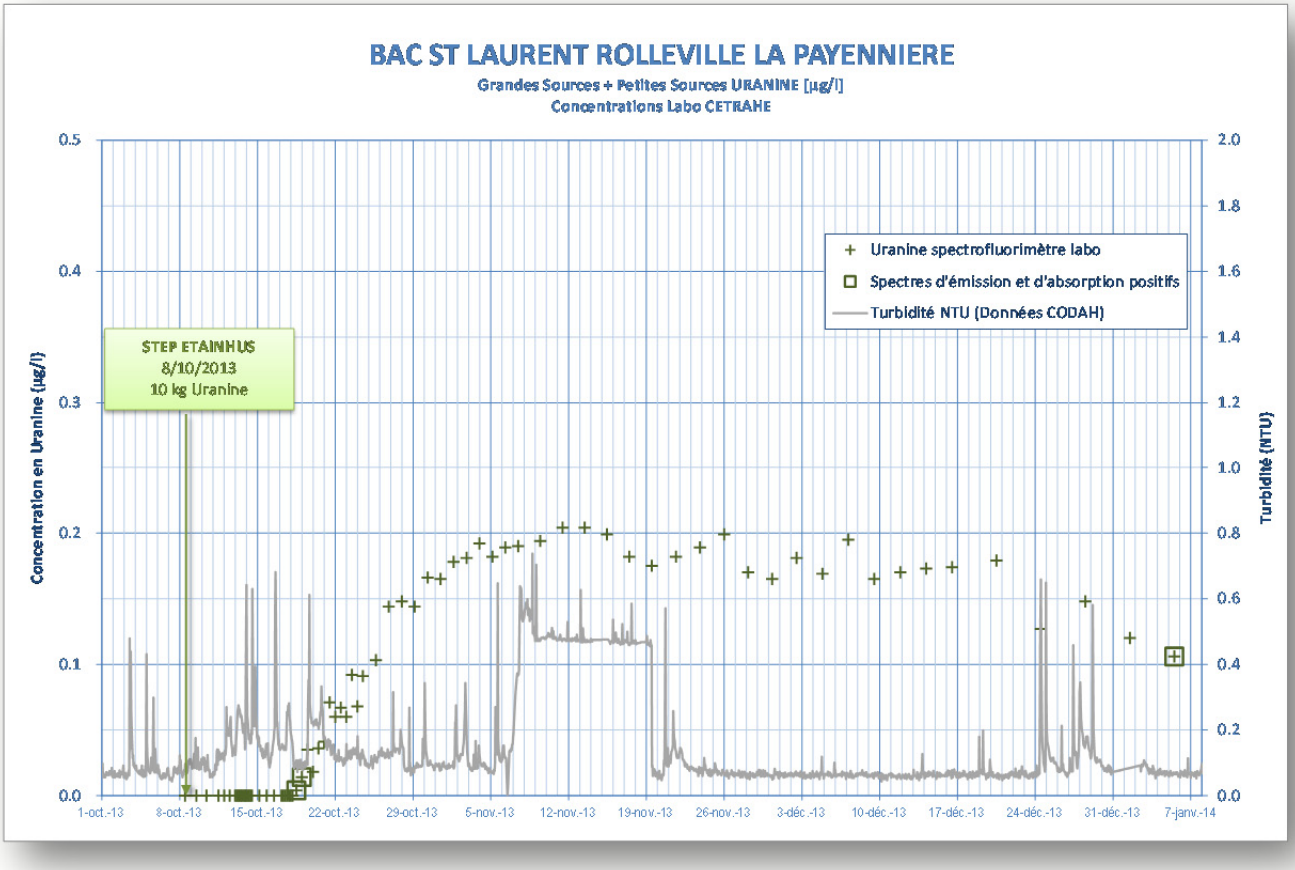


Figure 21 : Restitution de l'Uranine aux Grandes Sources et Petites Sources

La restitution d'Uranine au mélange Grandes Sources et Petites Sources débute le 18/10/2013 à 4 :00 et se prolonge jusqu'à la fin de la période de suivi montrant un effet réservoir important. Cette restitution est indépendante des épisodes de crues turbides. La présence du traceur a été vérifiée par spectres d'émission et d'absorption.

4.4.4. Uranine Source des Pruniers

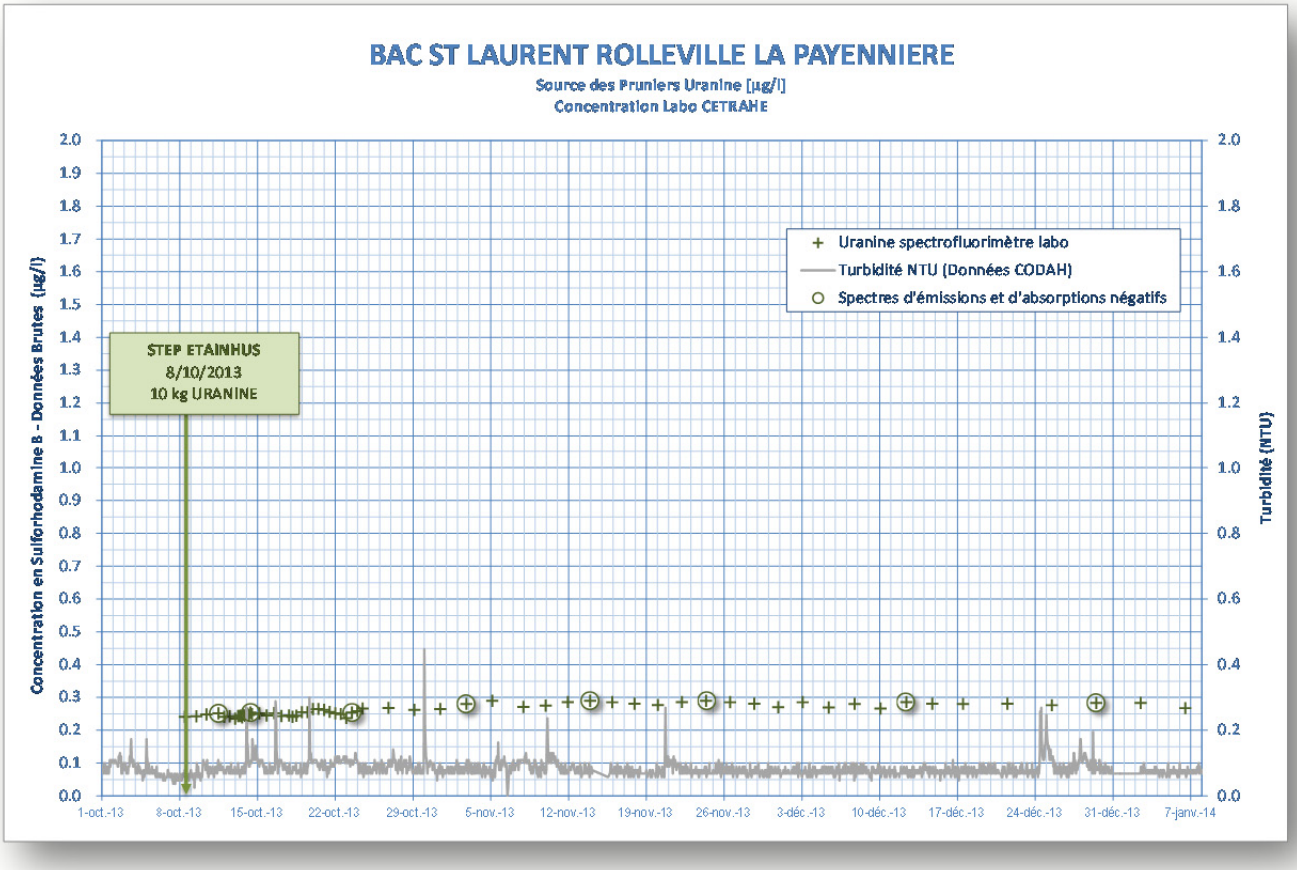


Figure 22 : Restitution de l'Uranine à la source des Pruniers

Aucune restitution d'Uranine n'a été constatée à la source des Pruniers. L'absence de traceur a été vérifiée par plusieurs spectres d'émission et d'absorption.

4.4.5. Uranine Source du Catillon

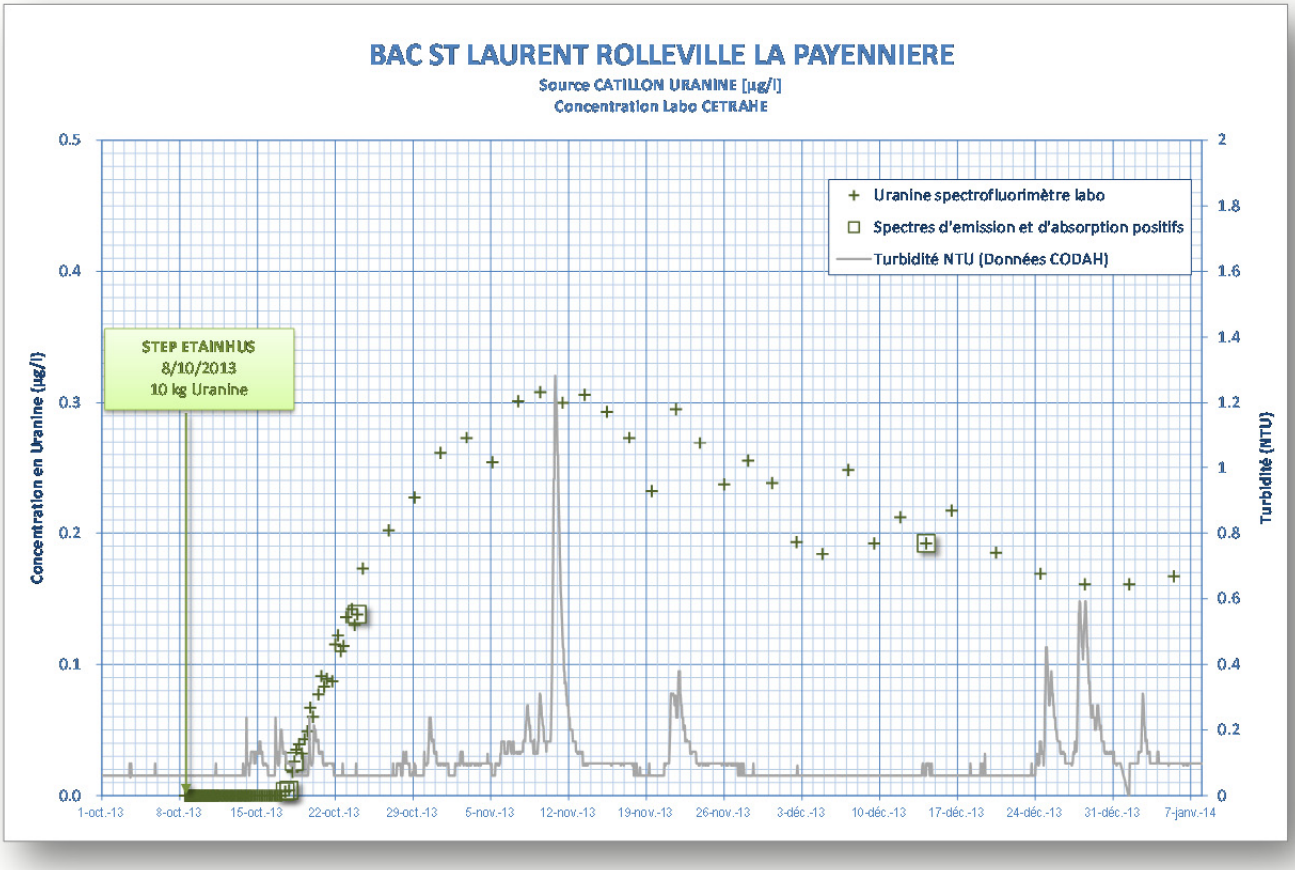


Figure 23 : Restitution de l'Uranine à la source du Catillon

La restitution d'Uranine à la source du Catillon débute le 17/10/2013 à 3 :30 et se prolonge jusqu'à la fin de la période de suivi montrant un effet réservoir important. Cette restitution est bien structurée et indépendante des épisodes de crues turbides. La présence du traceur a été vérifiée par plusieurs spectres d'émissions et d'absorptions en laboratoire.

4.4.6. Uranine Source Durecu

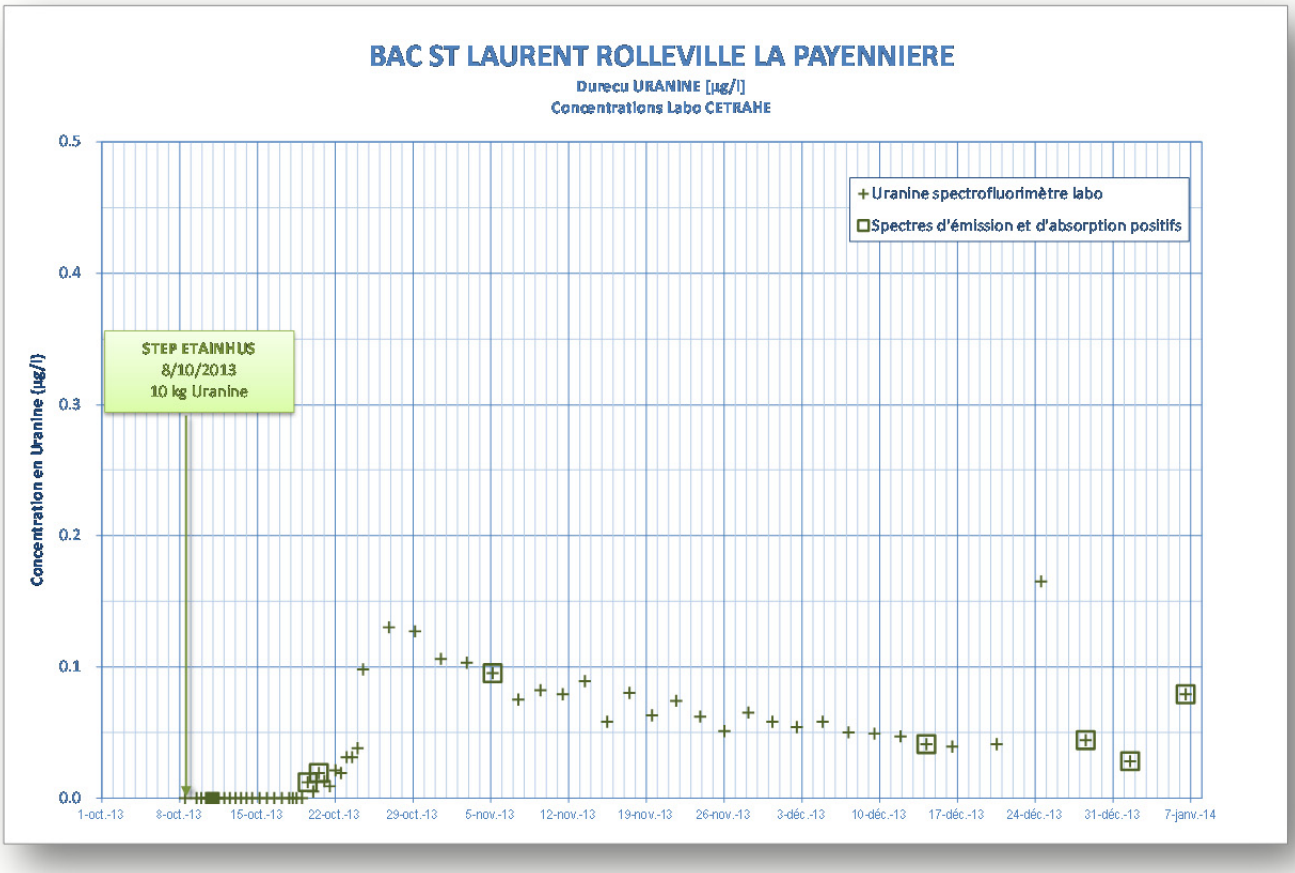


Figure 24 : Restitution de l'Uranine à la source Durecu

La restitution d'Uranine à la source Durecu débute le 24/10/2013 à 0 :30 et se prolonge jusqu'à la fin de la période de suivi montrant un effet réservoir important. La présence du traceur a été vérifiée par plusieurs spectres d'émission et d'absorption.

4.5. Exploitation et présentation des résultats

4.5.1. Méthode d'interprétation quantitative

Ce chapitre est extrait du Guide d'interprétation des traçages.

A partir des représentations des concentrations en traceur en fonction du temps, on peut déterminer des paramètres simples du transit comme :

- Le temps de transit minimum « t_{min} » correspondant au temps écoulé entre l'heure de l'injection et l'heure où la première apparition du traceur est constatée à l'exutoire,
- La durée de la restitution correspondant à la différence du temps écoulé entre l'heure de la première apparition du traceur (t_{min}) et l'heure de la disparition du traceur dans l'eau (t_{max} = moment où les concentrations s'apparentent au bruit de fond),
- Le temps modal de transit « t_m », donné par la différence entre l'heure d'injection et l'heure d'observation du maximum de concentration.

En prenant la distance horizontale la plus courte parcourue par le traceur entre le point d'injection et le point de restitution que l'on nomme la distance apparente « L_a » on peut en déduire :

- La vitesse maximale de transit : $V_{max} = La/t_{min}$,
- La vitesse modale de transit : $V_m = La/t_{m,}$

A partir de la courbe de restitution on peut tracer la restitution normée ou « restitution unitaire » correspondant à la répartition de la concentration que l'on aurait pu observer si la masse injectée correspondait à l'unité :

$$R_u(t) = \frac{C(t)}{M_i}$$

Où $R_u(t)$ est la restitution unitaire (unité L^{-3}),
$C(t)$ est la concentration (unité $M \cdot L^{-3}$)
M_i la masse de traceur injectée (unité M).

Le maximum de cette restitution normée, que l'on peut appeler $C_u max$, correspond à la dilution minimale observée à l'exutoire.

La maîtrise des débits au point de restitution permet de calculer un bilan de restitution (Masse restituée, pourcentage de restitution). Ce bilan de restitution est obtenu à partir de la courbe de flux dont l'expression est la suivante :

$$\Phi\,(t) = Q(t)C(t)$$

Où Φ (t) est le flux (unité M . T^{-1}),
Q(t) est le débit (unité L^3 . T^{-1}),
C(t) est la concentration (unité M . L^{-3}).

La masse restituée est alors données par l'expression :

$$M_r = \int_0^{+\infty} Q(t)C(t)dt$$

Où M_r est la masse restituée (unité M),
Q(t) est le débit,
C(t) est la concentration.

Le pourcentage de restitution est obtenu en faisant le rapport entre la masse injectée et la masse restituée :

$$r = \frac{M_r}{M_i} \times 100$$

Où r est le pourcentage de restitution,
M_r la masse restituée,
M_i la masse injectée.

On peut également calculer des volumes d'eau caractéristiques du système traçage :

$$V_i = \int_0^{tmin} Q\,(t)dt$$

Où V_i est le volume d'eau passé à l'exutoire avant la première apparition de traceurs (unité L^3),
t_{min} est le temps avant l'apparition du traceur (unité T),
Q(t) est le débit (unité L^3 . T^{-1}).

$$V_r = \int_{tmin}^{tmax} Q\,(t)dt$$

Où V_r est le volume d'eau écoulé à l'exutoire au cours de la restitution du traceur ; c'est le volume d'eau tracé (unité L^3),
t_{min} est le temps avant l'apparition du traceur,
t_{max} est le temps au bout duquel le traceur n'est plus présent à l'exutoire,
Q(t) est le débit.

L'approche systémique des traçages a permis d'adapter aux traçages hydrologiques et en milieu karstique, les concepts développés en génie chimique (Gaillard, 1976 ; Guizerix & al, 1970 ; Molinari, 1976).

La réponse impulsionnelle (fonction de transfert) de ce système traçage correspond à la fonction de sortie pour une fonction d'entrée de très courte durée et d'une amplitude égale à l'unité (signal de Dirac).

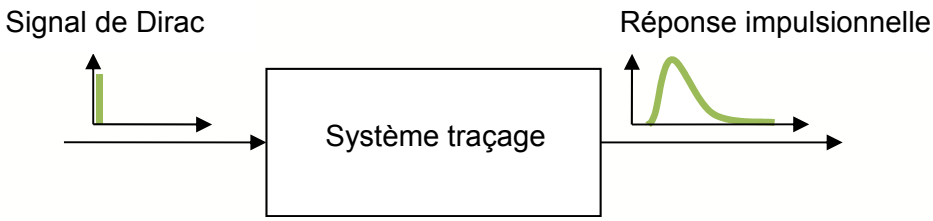


Figure 25 : Approche systémique des traçages

La Distribution des Temps de Séjours (DTS) permet de décrire le transit du traceur dans le système traçage. Elle correspond à la fonction de densité de probabilité qui donne la probabilité qu'a une molécule de traceur de séjourner dans le système durant un temps compris entre t et t+dt. C'est la courbe de distribution du nuage de traceur. L'expression de la DTS est la suivante :

$$h(t) = \frac{C(t)Q(t)}{\int_0^{+\infty} C(t)Q(t)dt}$$

où h(t) est la DTS (unité T^{-1}),
C(t) est la concentration en fonction du temps,
Q(t) est le débit au point de restitution.

La DTS n'est en fait rien d'autre que l'expression du flux de traceur normé par rapport à la masse de traceur restituée. Elle peut également s'écrire :

$$h(t) = \frac{\Phi(t)}{M_r}$$

où h(t) est la DTS (unité T^{-1}),
$\Phi(t)$ est le flux en traceur en fonction du temps (unité $M \cdot T^{-1}$),
M_r est la masse restituée (unité M).

De ce fait :

$$\int_0^{+\infty} h(t)dt = 1$$

Si le débit est constant durant l'opération de traçage, la DTS peut être calculée sans avoir besoin de mesurer ce dernier. Ceci est très pratique dans le cas où le débit de l'exutoire surveillé n'est pas mesurable compte tenu des conditions d'émergence.

Lorsque l'injection peut être assimilée à une impulsion de Dirac (injection courte devant le temps de la restitution), la DTS donne la réponse impulsionnelle du système-traçage pour les conditions hydrologiques dans lequel il se trouve au moment du traçage (M.Lepiller & P.H.Mondain – 1986).

A partir de la DTS on peut calculer un certain nombre de paramètres décrivant le transit du traceur au sein du système-traçage. Comme toute distribution statistique la DTS peut être décrite par des moments du temps qui caractérisent la répartition du nuage de traceur.

Le moment d'ordre 1 correspond au temps moyen de transit (de séjour) ou espérance mathématique de la distribution. Il correspond à l'abscisse du centre de gravité du nuage de traceur :

$$\bar{t} = \int_0^{+\infty} t\, h(t)dt$$

où $\bar{t}$ est le temps moyen de transit (unité T),
t est le temps,
h(t) est la DTS.

Les moments d'ordre 2, 3 et 4 peuvent également être calculés et fournir des paramètres complémentaires pour décrire la DTS : coefficient de variation, coefficient d'asymétrie et coefficient d'aplatissement (Dreiss et Dzikowski in Marsaud – 1997).

Le temps de moyen de transit permet calculer la **vitesse apparente** de transit :

$$v_{app} = \frac{L_a}{\bar{t}}$$

où v_{app} est la vitesse apparente (unité $L \cdot T^{-1}$),
$\bar{t}$ est le temps moyen de transit,
L_a est la distance horizontale la plus probable parcourue par le traceur entre les points d'injection et de suivi.

Cette **vitesse apparente** est une caractéristique du déplacement du nuage de traceur dans son ensemble. Elle caractérise le transport hydraulique du traceur. Il ne faut pas la confondre avec la vitesse moyenne de transit qui rend compte du déplacement de chaque molécule de traceur :

$$\bar{v} = L_a \int_0^{+\infty} \frac{1}{t}\, h(t)dt$$

où $\bar{v}$ est la vitesse moyenne de transit (unité $L \cdot T^{-1}$),
h(t) est la DTS,
L_a est la distance horizontale en ligne droite entre le point d'injection et de suivi.

Enfin il peut être intéressant de calculer le volume d'eau parcouru par le traceur. Ce volume peut-être assimilé au volume du système traçage. Il est également connu sous le nom de volume de Allen (Allen 1923 in Guizerix & Margrita, 1976). Ce volume se calcule de la façon suivante :

$$V_a = \int_0^{\bar{t}} Q(t)dt$$

où V_a est le volume de Allen (unité L^3),
$\bar{t}$ est le temps moyen de séjour,
Q(t) est le débit à l'exutoire.

A partir de ce volume on peut calculer une section moyenne du système-traçage :

$$S_a = \frac{V_a}{L_a}$$

où S_a est la section de Allen,
V_a est le volume de Allen (unité L^3),
L_a est la distance horizontale en ligne droite entre le point d'injection et de suivi.

4.5.2. Synthèse des résultats positifs

Seules les restitutions de l'Uranine peuvent être quantifiées et interprétées. On se reportera à l'Annexe 6 qui présente la synthèse de ces interprétations.

Traceur	Point de restitution	Vitesse maximale de transit (m/h)	Vitesse modale (m/h)	Vitesse moyenne (m/h)	Taux de restitution %	Quantité restituée (g)
Uranine	Forage de St Romain	18,5	8,5	3,6	0,18	18
Uranine	Grandes Sources et Petites Sources	21,0	5,9	5,0	1,31	131
Uranine	Source du Catillon	26,1	6,9	6,1	2,18	218
Uranine	Source Durecu	16,6	3,3	7,8	0,09	9

Tableau 4 : Bilan de Restitution de l'Uranine pour les traçages positifs

Injection	Traceur	Restitution	Résultat	Degré de confiance (de 0 à 10)	Critères d'évaluation [2]
B9915 B18291 Station d'épuration d'Etainhus	Uranine	Forage de St Romain	Positif	10	*Fluorimètre de terrain et/ou échantillons avec analyses spectro fluorimétriques en Laboratoire montrant une restitution structurée du traceur prouvée par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission.*
		Grandes Sources et Petites Sources	Positif	10	*Fluorimètre de terrain et/ou échantillons avec analyses spectro fluorimétriques en Laboratoire montrant une restitution structurée du traceur prouvée par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission.*
		Source du Catillon	Positif	10	*Fluorimètre de terrain et/ou échantillons avec analyses spectro fluorimétriques en Laboratoire montrant une restitution structurée du traceur prouvée par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission.*
		Source Durecu	Positif	10	*Fluorimètre de terrain et/ou échantillons avec analyses spectro fluorimétriques en Laboratoire montrant une restitution structurée du traceur prouvée par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission.*
		Source des Pruniers	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*
		Forage de Saint Laurent	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*
B9937 Puits d'infiltration Angerville l'Orcher	Sulforhodamine B	Forage de St Romain	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*
		Grandes Sources et Petites Sources	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*
		Source du Catillon	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*
		Source Durecu	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*
		Source des Pruniers	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*
		Forage de Saint Laurent	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*
		Rolleville Nord	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*
		Rolleville Sud	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*
		Sources de la Payennière	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*
		Lézarde à Montivilliers	Négatif	10	*Un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimètriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission*

Tableau 5 : Proposition d'une évaluation des résultats des traçages

[2] PH. MONDAIN, P. MUET. 2008. »Proposition d'une grille d'évaluation des résultats des traçages en milieu karstique (au moyen de traceurs fluorescents) ». CFH – Colloque hydrogéologie et karst au travers des travaux de Michel Lepiller 17 mai 2008. P 191 à 205.

CODAH
Communauté de l'Agglomération Havraise

Rolleville Source Nord (74-7-52)
CODAH/VEOLIA
1 préleveur + une sonde de hauteur/vitesse

Rolleville Source Sud (74-7-51)
CODAH/VEOLIA
1 préleveur + une sonde de hauteur/vitesse

ANGERVILLE L'ORCHER - Puits d'infiltration - B9937
8/10/2013
Sulforhodamine B : 10.8 kg

ETAINHUS - Bétoire STEP - B9915/B18291
8/10/2013
Uranine : 10 kg

Sources de La Payennière (74-7-58 à 61)
CODAH/VEOLIA
1 préleveur
une sonde de hauteur/vitesse

Lézarde
1 préleveur
DREAL : Débits

Forage St Romain NW (74-8-12)
SYNDICAT ST ROMAIN/VEOLIA
1 préleveur + 1 bac de reprise.
Débits pompage fournis par exploitant

Forage St Laurent de Brévedent (74-8-25)
COMMUNE ST LAURENT/LYONNAISE DES EAUX
1 préleveur + 1 bac de reprise. Débits pompages fournis par exploitant

Grandes Sources et Petites Sources (74-7-197 et 198)
CODAH/CODAH
1 préleveur. Débits fournis par la CODAH

Source Durecu (74-7-143)
CODAH/CODAH
1 préleveur
une sonde de hauteur/vitesse

Source du Catillon (74-7-201)
CODAH/CODAH
1 préleveur
une sonde de hauteur/vitesse

Source des Pruniers (74-7-199)
CODAH/CODAH
1 préleveur. Débits fournis par la CODAH

24/10/2013 0h30
18/10/2013 4h00
17/10/2013 3h30
15/10/2013 21h30

16,6 m/h
21 m/h
26,1 m/h
18,5 m/h

Légende
- Traçage positif
- Traçage négatif
- 15/10/2013 21h30 — Date de première apparition
- 26,1 m/h — Vitesse maximale de transit

Echelle : 1/50 000

Figure 26 : Résultats des expériences

5. Conclusion

L'expérience de traçage colorimétrique par injection de 10,8 kg de Sulforhodamine B au puits d'infiltration (B9937) d'Angerville l'Orcher donne des résultats négatifs sur l'ensemble des 10 points de suivi. La quantité de traceur injectée, les pas de temps des prélèvements, la durée très importante du suivi, le nombre d'analyses ainsi que la vérification des résultats par plusieurs spectres d'émission et d'absorption sur chacun des points donnent une fiabilité maximale à ces résultats.

Même s'il persistera toujours un doute sur la probabilité de passage du traceur au droit du point de suivi sur la Lézarde à l'aval de Montivilliers et en amont de la confluence avec la rivière de Saint Laurent, la restitution dans la rivière par des sources non suivies nous paraît peu probable.

Aussi, plusieurs hypothèses peuvent être émises sur l'absence d'apparition du traceur durant les 3 mois de suivi. D'une part les vitesses de circulations souterraines pourraient être inférieures à une vingtaine de mètres par heure auquel cas, le traceur pourrait être restitué après 3 mois. D'autre part, soit l'exutoire des eaux engouffrées au droit du puits d'infiltration est à rechercher ailleurs ; plus au Nord dans la vallée de la Lézarde ou dans un autre bassin versant de surface. Ce dernier point fait écho au traçage effectué à partir de la bétoire B 8095 à Turretot en juin 2012. L'exutoire de ce point d'engouffrement à débit capable très important, dont la relation avec des circulations souterraines karstiques est très probable, n'a pas été trouvé.

Concernant les résultats du traçage effectué à partir de la bétoire B9915 située dans le dernier bassin de la station d'épuration par lagunage d'Etainhus, la même confiance et la même fiabilité des résultats s'appliquent.

Les vitesses maximales des circulations souterraines, de l'ordre de 20 à 30 m/h paraissent faibles par rapport à ce qui a été expérimenté par ailleurs, en particulier dans les BAC d'Yport et Radicatel où elles dépassent plusieurs centaines de mètres par heure, sont néanmoins le signe de circulations karstiques.

Le réseau karstique de la vallée de Saint Laurent, semble moins réactif aux précipitations que ce qui est constaté dans d'autres bassins versants de la Pointe de Caux et du Pays de Caux. Un effet réservoir important a été mis en évidence par ces opérations de traçage. Il doit jouer un rôle d'amortissement des signaux liés à la pluie sur le débit des sources elles-mêmes.

Les taux de restitution faibles, inférieurs à 5 %, peuvent s'expliquer d'une part par une adsorption probable sur les eaux très chargées en MES et en matières organiques engouffrées simultanément au traceur au point d'injection et, d'autre part, par une dispersion possible dans la vallée de Saint Laurent et l'existence de résurgence dans la rivière elle-même, non suivi dans le cadre de cette expérience.

L'absence de restitution à la source des Pruniers, contrairement à ce que nous avions pu constater en 2009 lors du traçage du puits d'infiltration d'Etainhus, va dans le sens de l'existence de plusieurs conduits karstiques, étagés ou non, dont la séparation s'effectuerait soit sous le plateau, soit sous la vallée.

A l'exception de la source des Pruniers, l'ensemble des sources exploitées par la CODAH dans la vallée de Saint Laurent est vulnérable aux pollutions en provenance de la station d'épuration d'Etainhus.

Tout comme en 2009, le forage de Saint Laurent de Brévedent n'a pas été touché par le traceur. Cet ouvrage paraît donc plus éloigné du réseau karstique que ne l'est le forage de Saint Romain au lieu dit-l'enfer. Malgré l'arrêt des pompes inhérent à de fortes crues turbides interdisant l'exploitation du point d'eau, le simple pompage en continu par la pompe dédiée à l'alimentation en continu du turbidimètre à ce point d'eau a permis de constater la restitution du traceur. Le forage de Saint Romain est très proche d'un réseau karstique dont le débit n'est pas connu avec précision.

Restriction d'usage du rapport

Ces informations sont soumises à l'exhaustivité et la fiabilité des documents disponibles et consultables, l'existence d'une information « cachée » ou « erronée » est toujours possible. L'exhaustivité et la véracité absolue ne peut donc être garantie.

Tous les éléments de ce rapport (cartes, photos, pièces et documents divers,…) constituent une seule et même entité indissociable. La responsabilité d'IDDEA ne saurait être engagée par une utilisation, une communication ou une reproduction partielle de ce rapport et ses annexes sans l'accord préalable d'IDDEA.

ANNEXE 1 : FICHE D’ANNONCE DES TRAÇAGES

RESERVE A LA DREAL Déclaration reçue le : _____ N° de déclaration : _____

FICHE DE DÉCLARATION PRÉALABLE D'UN TRAÇAGE EN RÉGION HAUTE-NORMANDIE

L'objectif de ce formulaire de déclaration préalable des opérations de traçage est de :

1. prévenir les organismes chargés de la distribution d'eau potable ainsi que les services de la police de l'eau afin qu'ils puissent gérer au mieux les problèmes liés à ces essais (coloration de l'eau, etc…)
2. tenir un registre des opérations de traçages réalisées en Haute-Normandie afin :
   - > d'éviter les interférences et erreur d'interprétation lorsque plusieurs opérateurs réalisent des traçages simultanément dans un même périmètre,
   - > de garder trace des opérations de traçages y compris celles non bancarisées dans la base de données régionale des traçages
3. contrôler le type de traceur injecté dans les eaux souterraines

Prestataire responsable des essais :	CODAH / IDDEA		
Personne responsable :	**Nom :** Sandrine CURTENAZ N BRETOT	**Tél :** 02 35 31 96 07 02.35.66.36.67	**E-mail :** sandrine.curtenaz@agglo-havraise.fr nicolas.bretot@iddea-ingenierie.fr
Intitulé de l'étude : CODAH : Multitraçages BAC ST LAURENT ROLLEVILLE LA PAYENNIERE			

Date : 26/09/2013 **Signature**

A renvoyer au moins 15 jours avant le début de l'essai de traçage :

- *par mail aux destinataires suivant :*
  - Bureau de la police de l'eau de la DDTM : ddtm-srmt-bpe@seine-maritime.gouv.fr (si dpt76)
ddtm-sebf-pep@eure.gouv.fr (si dpt27)
  - DREAL Service ressource : veronique.feeny@developpement-durable.gouv.fr
  - ARS Haute-Normandie Anne.GERARD@ars.sante.fr (si dpt 76)
Delphine.JULIEN@ars.sante.fr (si dpt 27)
  - Collectivités AEP concernées *[1] : selon secteur
  - BRGM : SGR_HNO@brgm.fr
  - Cellule opérationnelle de la Gendarmerie : corg.ggd76@gendarmerie.interieur.gouv.fr (si dpt76)
corg.ggd27@gendarmerie.interieur.gouv.fr (si dpt27)

  *[1] A charge aux collectivités AEP qui recevront cette déclaration de prévenir leur éventuel distributeur d'eau si la distribution ne se fait pas en régie

ET

- *par courrier à : DREAL Haute-Normandie / Service Ressources – 1, rue Dufay – 76100 ROUEN*

Situation des essais				Traceur		Date prévue pour l'injection
Injection		Suivi				
Commune (département)	**Points d'injection :** *- ID Bétoire, si bétoire - N°BSS, si forage - X, Y L93. Si autre*	**Points de suivi :** *- N°BSS si forage ou source - X, Y L93. Si autre*	**Durée prévisionnelle du suivi**	**Traceur utilisé**	**Quantité / Unité**	
ETAINHUS (76) Bétoire STEP ANGERVILLE L'ORCHER(76) Puits d'infiltration RD52	 X = 453 256 Y = 209 135 X = 451 085 Y = 211 441	- F 74-8-12 - - F 74-8-25 - - Sces 74-7-197 et 198 - - Sce 74-7-199 - - -	3 mois 3 mois 3 mois 3 mois	Uranine Sulforhodamine B	10 kg 15 kg	8/10/2013 8/10/2013
		- Sce 74-7-201 - - Sce 74-7-143 - Sces 74-7-58 à 61 - - Sces 74-7-51 et 52 - - La lézarde à Montivilliers	3 mois 3 mois 3 mois 3 mois 3 mois			

ANNEXE 2 : DETAIL DES INJECTIONS

Multitraçages

BAC ST LAURENT ROLLEVILLE
LA PAYENNIERE

Compte rendu d'injections

Bétoire 9915 à Etainhus (76) – Parcelle OA 546 – IDDEA 8/10/2013

Date d'injection		**08/10/2013**	**Traceur**	**URANINE (Fluoresceine)**
Lambert II étendu (données sigessn.brgm.fr)	X (m)	452 607.401	Fournisseur	ARTE COLOR -69380 - LOZANNE - France
	Y(m)	2 509 341.01	**Quantité**	**10 kg**
	Z (m NGF)	107	Solution mère	Dilution dans 1 000 l d'eau de non chlorée
Propriétaire	SIAEPA – (M. GRUEL Président)		Concentration initiale	10 g/l
	Exploitant	VEOLIA	Conditionnement traceur	1 citerne PVC noire d'1 m^3 traités anti UV
Volume rinçage préalable		Présence flux continu depuis dernier bassin de la lagune	Transport traceur	Télescopique Manitou
Début injection		16:03	Transport d'eau	3 tracto-citernes
Fin injection		16:42	Société mandataire	IDDEA
Volume de Chasse (y compris rinçage citernes PVC)		Environ 17 m^3	Intervenants	Entreprises SAILLY

Chasse – IDDEA 8/10/2013

Multitraçages

BAC ST LAURENT ROLLEVILLE
LA PAYENNIERE

Compte rendu d'injections

Bétoire 9937 à Angerville l'Orcher (76) – Parcelle **C 252** - IDDEA – **08/10/2013**

	Date d'injection	**08/10/2013**	**Traceur**	**Sulforhodamine B**
Lambert II étendu	X (m)	450 882.001	Fournisseur	ARTE COLOR -69380 - LOZANNE - France
	Y(m)	2 511 652.009	**Quantité**	**10.8 kg**
(données sigessn.brgm.fr)	Z (m NGF)	111	Solution mère	Dilution dans 1 000 l d'eau non chlorée
	Propriétaire	Mairie Angerville l'Orcher	Concentration initiale	10.8 g/l
	Exploitant	Mairie Angerville l'Orcher	Conditionnement traceur	1 citerne PVC noire d'1 m^3 traitée anti UV
Volume rinçage préalable		Environ 11 m^3	Transport traceur	Télescopique Manitou
Début injection		10 :58	Transport d'eau	3 tracto-citernes
Fin injection		11 :10	Société mandataire	IDDEA
Volume de Chasse (y compris rinçage citerne PVC noire)		Environ 20 m^3 en 20 minutes	Intervenants	Entreprises SAILLY

Injection et rinçage– IDDEA 8/10/2013

Fin de rincage et dépose– IDDEA 08/10/2013

Détail sur la tête de puits et le suivi du niveau de remplissage lors de l'injection -IDDEA -8/10/2013

ANNEXE 3 :

JAUGEAGE A LA SOURCE DU CATILLON

Mesure du débit dans un canal

in Hydraulique générale - Armando LENCASTRE -2008

Client : CODAH

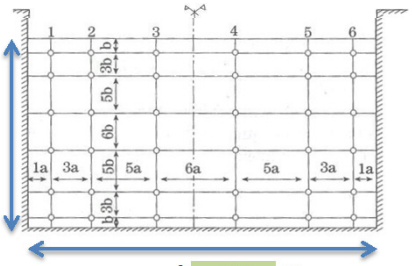
Etudes : IC130215

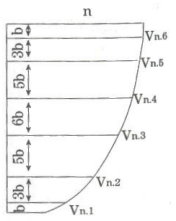
Intitulé : Mesure du débit source du catillon

Date 26/02/2014 **Opérateur** Guillaume VERMEIRE

v 1.0.0 du 31/03/2010

B 59
b 2.5
unité cm

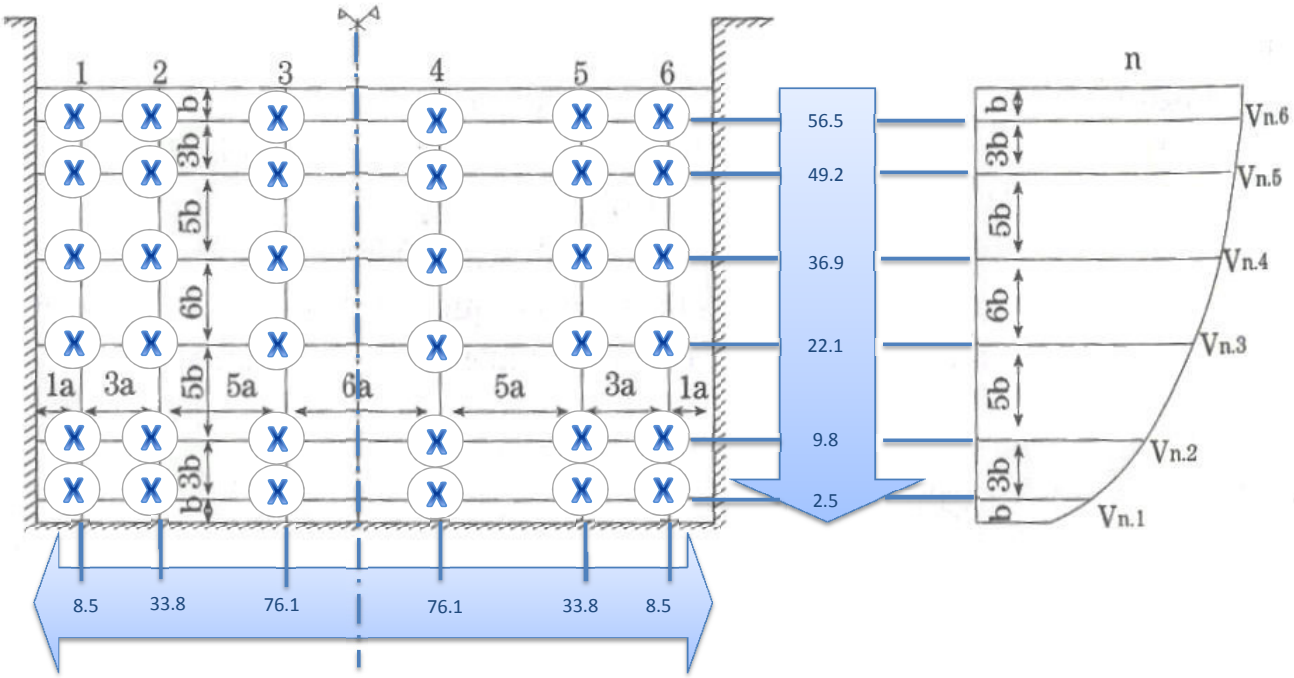




A 203 cm
a 8.5 cm

Unité des vitesses m/s

$V_{1.6}$	$V_{2.6}$	$V_{3.6}$	$V_{4.6}$	$V_{5.6}$	$V_{6.6}$
0.064	0.076	0.104	0.116	0.128	0.048
$V_{1.5}$	$V_{2.5}$	$V_{3.5}$	$V_{4.5}$	$V_{5.5}$	$V_{6.5}$
0.047	0.087	0.107	0.111	0.148	0.138
$V_{1.4}$	$V_{2.4}$	$V_{3.4}$	$V_{4.4}$	$V_{5.4}$	$V_{6.4}$
0.079	0.078	0.104	0.136	0.148	0.061
$V_{1.3}$	$V_{2.3}$	$V_{3.3}$	$V_{4.3}$	$V_{5.3}$	$V_{6.3}$
0.079	0.096	0.113	0.119	0.130	0.110
$V_{1.2}$	$V_{2.2}$	$V_{3.2}$	$V_{4.2}$	$V_{5.2}$	$V_{6.2}$
0.062	0.089	0.098	0.102	0.107	0.028
$V_{1.1}$	$V_{2.1}$	$V_{3.1}$	$V_{4.1}$	$V_{5.1}$	$V_{6.1}$
0.081	0.051	0.095	0.090	0.062	0.081
V1 (m/s)	**V2 (m/s)**	**V3 (m/s)**	**V4 (m/s)**	**V5 (m/s)**	**V6 (m/s)**
0.070	0.083	0.105	0.116	0.128	0.081
				U (m/s) =	**0.103**



ANNEXE 4 :

SULFORHODAMINE B : RESULTATS DES ANALYSES CETRAHE

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Forage Saint Romain**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

52 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 13:00		0.287				0.000
	2	08/10/2013 14:00						0.000
	3	08/10/2013 15:00						0.000
	4	08/10/2013 16:00						0.000
	5	08/10/2013 17:00						0.000
	6	08/10/2013 18:00						0.000
	7	08/10/2013 19:00						0.000
	8	08/10/2013 20:00						0.000
	9	08/10/2013 21:00						0.000
	10	08/10/2013 22:00						0.000
	11	08/10/2013 23:00						0.000
	12	09/10/2013 00:00		0.195				0.000
	13	09/10/2013 01:00						0.000
	14	09/10/2013 02:00						0.000
	15	09/10/2013 03:00						0.000
	16	09/10/2013 04:00						0.000
	17	09/10/2013 05:00						0.000
	18	09/10/2013 06:00						0.000
	19	09/10/2013 07:00						0.000
	20	09/10/2013 08:00						0.000
	21	09/10/2013 09:00						0.000
	22	09/10/2013 10:00						0.000
	23	09/10/2013 11:00						0.000
	24	09/10/2013 12:00						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 14:30		0.243				0.000
	2	09/10/2013 16:30						0.000
	3	09/10/2013 18:30						0.000
	4	09/10/2013 20:30						0.000
	5	09/10/2013 22:30						0.000
	6	10/10/2013 00:30		0.339		négatif	négatif	0.000
	7	10/10/2013 02:30						0.000
	8	10/10/2013 04:30						0.000
	9	10/10/2013 06:30						0.000
	10	10/10/2013 08:30						0.000
	11	10/10/2013 10:30						0.000
	12	10/10/2013 12:30		0.338				0.000
	13	10/10/2013 14:30						0.000
	14	10/10/2013 16:30						0.000
	15	10/10/2013 18:30						0.000
	16	10/10/2013 20:30						0.000
	17	10/10/2013 22:30						0.000
	18	11/10/2013 00:30		0.337				0.000
	19	11/10/2013 02:30						0.000
	20	11/10/2013 04:30						0.000
	21	11/10/2013 06:30						0.000
	22	11/10/2013 08:30						0.000
	23	11/10/2013 10:30						0.000
	24	11/10/2013 12:30		0.163				0.000
Relève 3	1	11/10/2013 14:30		0.319				0.000
	2	11/10/2013 17:30						0.000
	3	11/10/2013 20:30						0.000
	4	11/10/2013 23:30						0.000
	5	12/10/2013 02:30						0.000
	6	12/10/2013 05:30		0.215				0.000
	7	12/10/2013 08:30						0.000
	8	12/10/2013 11:30						0.000
	9	12/10/2013 14:30						0.000
	10	12/10/2013 17:30						0.000
	11	12/10/2013 20:30						0.000
	12	12/10/2013 23:30		0.260				0.000
	13	13/10/2013 02:30						0.000
	14	13/10/2013 05:30						0.000
	15	13/10/2013 08:30						0.000
	16	13/10/2013 11:30						0.000
	17	13/10/2013 14:30						0.000
	18	13/10/2013 17:30		0.369		négatif	négatif	0.000
	19	13/10/2013 20:30						0.000
	20	13/10/2013 23:30						0.000
	21	14/10/2013 02:30						0.000
	22	14/10/2013 05:30						0.000
	23	14/10/2013 08:30						0.000
	24	14/10/2013 11:30		0.281				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Forage Saint Romain**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

52 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 13:30		0.246				0.000
	2	14/10/2013 17:30						0.000
	3	14/10/2013 21:30						0.000
	4	15/10/2013 01:30						0.000
	5	15/10/2013 05:30						0.000
	6	15/10/2013 09:30		0.198				0.000
	7	15/10/2013 13:30						0.000
	8	15/10/2013 17:30						0.000
	9	15/10/2013 21:30						0.000
	10	16/10/2013 01:30						0.000
	11	16/10/2013 05:30						0.000
	12	16/10/2013 09:30		0.332				0.000
	13	16/10/2013 13:30						0.000
	14	16/10/2013 17:30						0.000
	15	16/10/2013 21:30						0.000
	16	17/10/2013 01:30						0.000
	17	17/10/2013 05:30						0.000
	18	17/10/2013 09:30		0.431				0.000
	19	17/10/2013 13:30						0.000
	20	17/10/2013 17:30						0.000
	21	17/10/2013 21:30						0.000
	22	18/10/2013 01:30						0.000
	23	18/10/2013 05:30						0.000
	24	18/10/2013 09:30		0.451		négatif	négatif	0.000
Relève 5	1	18/10/2013 13:30		0.380				0.000
	2	18/10/2013 19:30						0.000
	3	19/10/2013 01:30						0.000
	4	19/10/2013 07:30						0.000
	5	19/10/2013 13:30						0.000
	6	19/10/2013 19:30						0.000
	7	20/10/2013 01:30		0.338				0.000
	8	20/10/2013 07:30						0.000
	9	20/10/2013 13:30						0.000
	10	20/10/2013 19:30						0.000
	11	21/10/2013 01:30						0.000
	12	21/10/2013 07:30						0.000
	13	21/10/2013 13:30		0.623		négatif	négatif	0.000
	14	21/10/2013 19:30						0.000
	15	22/10/2013 01:30						0.000
	16	22/10/2013 07:30						0.000
	17	22/10/2013 13:30						0.000
	18	22/10/2013 19:30						0.000
	19	23/10/2013 01:30		0.291				0.000
	20	23/10/2013 07:30						0.000
	21	23/10/2013 13:30						0.000
	22	23/10/2013 19:30		0.439		négatif	négatif	0.000
	23	24/10/2013 01:30						0.000
	24	24/10/2013 07:30						0.000
Relève 6	1	24/10/2013 15:10						0.000
	2	25/10/2013 05:10		0.230				0.000
	3	25/10/2013 19:10						0.000
	4	26/10/2013 09:10						0.000
	5	26/10/2013 23:10						0.000
	6	27/10/2013 13:10		0.269				0.000
	7	28/10/2013 03:10						0.000
	8	28/10/2013 17:10						0.000
	9	29/10/2013 07:10						0.000
	10	29/10/2013 21:10		0.388				0.000
	11	30/10/2013 11:10						0.000
	12	31/10/2013 01:10						0.000
	13	31/10/2013 15:10						0.000
	14	01/11/2013 05:10		0.409		négatif	négatif	0.000
	15	01/11/2013 19:10						0.000
	16	02/11/2013 09:10						0.000
	17	02/11/2013 23:10						0.000
	18	03/11/2013 13:10		0.351				0.000
	19	04/11/2013 03:10						0.000
	20	04/11/2013 17:10						0.000
	21	05/11/2013 07:10						0.000
	22	05/11/2013 21:10		0.369				0.000
	23	06/11/2013 11:10						0.000
	24	07/11/2013 01:10						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Forage Saint Romain**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

52 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 13:10						0.000
	2	08/11/2013 01:10		0.476		négatif	négatif	0.000
	3	08/11/2013 13:10						0.000
	4	09/11/2013 01:10						0.000
	5	09/11/2013 13:10						0.000
	6	10/11/2013 01:10		0.257				0.000
	7	10/11/2013 13:10						0.000
	8	11/11/2013 01:10						0.000
	9	11/11/2013 13:10						0.000
	10	12/11/2013 01:10		0.409				0.000
	11	12/11/2013 13:10						0.000
	12	13/11/2013 01:10						0.000
	13	13/11/2013 13:10						0.000
	14	14/11/2013 01:10		0.425				0.000
	15	14/11/2013 13:10						0.000
	16	15/11/2013 01:10						0.000
	17	15/11/2013 13:10						0.000
	18	16/11/2013 01:10		0.338				0.000
	19	16/11/2013 13:10						0.000
	20	17/11/2013 01:10						0.000
	21	17/11/2013 13:10						0.000
	22	18/11/2013 01:10		0.538		négatif	négatif	0.000
	23	18/11/2013 13:10						0.000
	24	19/11/2013 01:10						0.000
Relève 8	1	19/11/2013 13:30						0.000
	2	20/11/2013 02:30		0.430				0.000
	3	20/11/2013 15:30						0.000
	4	21/11/2013 04:30						0.000
	5	21/11/2013 17:30						0.000
	6	22/11/2013 06:30		0.379				0.000
	7	22/11/2013 19:30						0.000
	8	23/11/2013 08:30						0.000
	9	23/11/2013 21:30						0.000
	10	24/11/2013 10:30		0.560		négatif	négatif	0.000
	11	24/11/2013 23:30						0.000
	12	25/11/2013 12:30						0.000
	13	26/11/2013 01:30						0.000
	14	26/11/2013 14:30		0.405				0.000
	15	27/11/2013 03:30						0.000
	16	27/11/2013 16:30						0.000
	17	28/11/2013 05:30						0.000
	18	28/11/2013 18:30		0.512				0.000
	19	29/11/2013 07:30						0.000
	20	29/11/2013 20:30						0.000
	21	30/11/2013 09:30						0.000
	22	30/11/2013 22:30		0.333				0.000
	23	01/12/2013 11:30						0.000
	24	02/12/2013 00:30						0.000
Relève 9	1	02/12/2013 14:30						0.000
	2	03/12/2013 04:30		0.413				0.000
	3	03/12/2013 18:30						0.000
	4	04/12/2013 08:30						0.000
	5	04/12/2013 22:30						0.000
	6	05/12/2013 12:30		0.416				0.000
	7	06/12/2013 02:30						0.000
	8	06/12/2013 16:30						0.000
	9	07/12/2013 06:30						0.000
	10	07/12/2013 20:30		0.367				0.000
	11	08/12/2013 10:30						0.000
	12	09/12/2013 00:30						0.000
	13	09/12/2013 14:30						0.000
	14	10/12/2013 04:30		0.448				0.000
	15	10/12/2013 18:30						0.000
	16	11/12/2013 08:30						0.000
	17	11/12/2013 22:30						0.000
	18	12/12/2013 12:30		0.479		négatif	négatif	0.000
	19	13/12/2013 02:30						0.000
	20	13/12/2013 16:30						0.000
	21	14/12/2013 06:30						0.000
	22	14/12/2013 20:30		0.445				0.000
	23	15/12/2013 10:30						0.000
	24	16/12/2013 00:30						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Forage Saint Romain**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

52 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 14:30						0.000
	2	17/12/2013 14:30		0.450				0.000
	3	18/12/2013 14:30						0.000
	4	19/12/2013 14:30						0.000
	5	20/12/2013 14:30						0.000
	6	21/12/2013 14:30		0.442				0.000
	7	22/12/2013 14:30						0.000
	8	23/12/2013 14:30						0.000
	9	24/12/2013 14:30						0.000
	10	25/12/2013 14:30		0.501		négatif	négatif	0.000
	11	26/12/2013 14:30						0.000
	12	27/12/2013 14:30						0.000
	13	28/12/2013 14:30						0.000
	14	29/12/2013 14:30		0.464				0.000
	15	30/12/2013 14:30						0.000
	16	31/12/2013 14:30						0.000
	17	01/01/2014 14:30						0.000
	18	02/01/2014 14:30		0.419				0.000
	19	03/01/2014 14:30						0.000
	20	04/01/2014 14:30						0.000
	21	05/01/2014 14:30						0.000
	22	06/01/2014 14:30		0.393				0.000
	23	07/01/2014 14:30						0.000
	24	08/01/2014 14:30						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Forage Saint Laurent**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

51 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 14:00		0.065				0.000
	2	08/10/2013 15:00						0.000
	3	08/10/2013 16:00						0.000
	4	08/10/2013 17:00						0.000
	5	08/10/2013 18:00						0.000
	6	08/10/2013 19:00						0.000
	7	08/10/2013 20:00						0.000
	8	08/10/2013 21:00						0.000
	9	08/10/2013 22:00						0.000
	10	08/10/2013 23:00						0.000
	11	09/10/2013 00:00						0.000
	12	09/10/2013 01:00		0.054				0.000
	13	09/10/2013 02:00						0.000
	14	09/10/2013 03:00						0.000
	15	09/10/2013 04:00						0.000
	16	09/10/2013 05:00						0.000
	17	09/10/2013 06:00						0.000
	18	09/10/2013 07:00						0.000
	19	09/10/2013 08:00						0.000
	20	09/10/2013 09:00						0.000
	21	09/10/2013 10:00						0.000
	22	09/10/2013 11:00						0.000
	23	09/10/2013 12:00						0.000
	24	09/10/2013 13:00						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 14:00		0.069				0.000
	2	09/10/2013 16:00						0.000
	3	09/10/2013 18:00						0.000
	4	09/10/2013 20:00						0.000
	5	09/10/2013 22:00						0.000
	6	10/10/2013 00:00		0.102		négatif	négatif	0.000
	7	10/10/2013 02:00						0.000
	8	10/10/2013 04:00						0.000
	9	10/10/2013 06:00						0.000
	10	10/10/2013 08:00						0.000
	11	10/10/2013 10:00						0.000
	12	10/10/2013 12:00		0.072				0.000
	13	10/10/2013 14:00						0.000
	14	10/10/2013 16:00						0.000
	15	10/10/2013 18:00						0.000
	16	10/10/2013 20:00						0.000
	17	10/10/2013 22:00						0.000
	18	11/10/2013 00:00		0.045				0.000
	19	11/10/2013 02:00						0.000
	20	11/10/2013 04:00						0.000
	21	11/10/2013 06:00						0.000
	22	11/10/2013 08:00						0.000
	23	11/10/2013 10:00						0.000
	24							0.000
Relève 3	1	11/10/2013 12:00		0.001				0.000
	2	11/10/2013 15:00						0.000
	3	11/10/2013 18:00						0.000
	4	11/10/2013 21:00						0.000
	5	12/10/2013 00:00						0.000
	6	12/10/2013 03:00		0.007				0.000
	7	12/10/2013 06:00						0.000
	8	12/10/2013 09:00						0.000
	9	12/10/2013 12:00						0.000
	10	12/10/2013 15:00						0.000
	11	12/10/2013 18:00						0.000
	12	12/10/2013 21:00		0.069				0.000
	13	13/10/2013 00:00						0.000
	14	13/10/2013 03:00						0.000
	15	13/10/2013 06:00						0.000
	16	13/10/2013 09:00						0.000
	17	13/10/2013 12:00						0.000
	18	13/10/2013 15:00		0.175		négatif	négatif	0.000
	19	13/10/2013 18:00						0.000
	20	13/10/2013 21:00						0.000
	21	14/10/2013 00:00						0.000
	22	14/10/2013 03:00						0.000
	23	14/10/2013 06:00						0.000
	24	14/10/2013 09:00		0.121				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Forage Saint Laurent**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

51 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 13:00		0.083				0.000
	2	14/10/2013 17:00						0.000
	3	14/10/2013 21:00						0.000
	4	15/10/2013 01:00						0.000
	5	15/10/2013 05:00						0.000
	6	15/10/2013 09:00		0.058				0.000
	7	15/10/2013 13:00						0.000
	8	15/10/2013 17:00						0.000
	9	15/10/2013 21:00						0.000
	10	16/10/2013 01:00						0.000
	11	16/10/2013 05:00						0.000
	12	16/10/2013 09:00		0.181				0.000
	13	16/10/2013 13:00						0.000
	14	16/10/2013 17:00						0.000
	15	16/10/2013 21:00						0.000
	16	17/10/2013 01:00						0.000
	17	17/10/2013 05:00						0.000
	18	17/10/2013 09:00		0.174				0.000
	19	17/10/2013 13:00						0.000
	20	17/10/2013 17:00						0.000
	21	17/10/2013 21:00						0.000
	22	18/10/2013 01:00						0.000
	23	18/10/2013 05:00						0.000
	24	18/10/2013 09:00		0.14				0.000
Relève 5	1	18/10/2013 12:00		0.235		négatif	négatif	0.000
	2	18/10/2013 18:00						0.000
	3	19/10/2013 00:00						0.000
	4	19/10/2013 06:00						0.000
	5	19/10/2013 12:00						0.000
	6	19/10/2013 18:00		0.202				0.000
	7	20/10/2013 00:00						0.000
	8	20/10/2013 06:00						0.000
	9	20/10/2013 12:00						0.000
	10	20/10/2013 18:00						0.000
	11	21/10/2013 00:00						0.000
	12	21/10/2013 06:00		0.163				0.000
	13	21/10/2013 12:00						0.000
	14	21/10/2013 18:00						0.000
	15	22/10/2013 00:00						0.000
	16	22/10/2013 06:00						0.000
	17	22/10/2013 12:00						0.000
	18	22/10/2013 18:00		0.193				0.000
	19	23/10/2013 00:00						0.000
	20	23/10/2013 06:00						0.000
	21	23/10/2013 12:00						0.000
	22	23/10/2013 18:00						0.000
	23	24/10/2013 00:00						0.000
	24	24/10/2013 06:00		0.284		négatif	négatif	0.000
Relève 6	1	24/10/2013 13:20						0.000
	2	25/10/2013 03:20		0.312				0.000
	3	25/10/2013 17:20						0.000
	4	26/10/2013 07:20						0.000
	5	26/10/2013 21:20						0.000
	6	27/10/2013 11:20		0.183				0.000
	7	28/10/2013 01:20						0.000
	8	28/10/2013 15:20						0.000
	9	29/10/2013 05:20						0.000
	10	29/10/2013 19:20		0.244				0.000
	11	30/10/2013 09:20						0.000
	12	30/10/2013 23:20						0.000
	13	31/10/2013 13:20						0.000
	14	01/11/2013 03:20		0.427				0.000
	15	01/11/2013 17:20						0.000
	16	02/11/2013 07:20						0.000
	17	02/11/2013 21:20						0.000
	18	03/11/2013 11:20		0.478		négatif	négatif	0.000
	19	04/11/2013 01:20						0.000
	20	04/11/2013 15:20						0.000
	21	05/11/2013 05:20						0.000
	22	05/11/2013 19:20						0.000
	23	06/11/2013 09:20						0.000
	24	06/11/2013 23:20		0.405				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Forage Saint Laurent**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

51 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 12:15		0.578				0.000
	2	08/11/2013 00:15						0.000
	3	08/11/2013 12:15						0.000
	4	09/11/2013 00:15						0.000
	5	09/11/2013 12:15		0.815		négatif	négatif	0.000
	6	10/11/2013 00:15						0.000
	7	10/11/2013 12:15						0.000
	8	11/11/2013 00:15						0.000
	9	11/11/2013 12:15		0.816				0.000
	10	12/11/2013 00:15						0.000
	11	12/11/2013 12:15						0.000
	12	13/11/2013 00:15						0.000
	13	13/11/2013 12:15		0.61				0.000
	14	14/11/2013 00:15						0.000
	15	14/11/2013 12:15						0.000
	16	15/11/2013 00:15						0.000
	17	15/11/2013 12:15		0.814		négatif	négatif	0.000
	18	16/11/2013 00:15						0.000
	19	16/11/2013 12:15						0.000
	20	17/11/2013 00:15						0.000
	21	17/11/2013 12:15		0.691				0.000
	22	18/11/2013 00:15						0.000
	23	18/11/2013 12:15						0.000
	24	19/11/2013 00:15						0.000
Relève 8	1	19/11/2013 13:00		0.515				0.000
	2	20/11/2013 02:00						0.000
	3	20/11/2013 15:00						0.000
	4	21/11/2013 04:00						0.000
	5	21/11/2013 17:00		0.63				0.000
	6	22/11/2013 06:00						0.000
	7	22/11/2013 19:00						0.000
	8	23/11/2013 08:00						0.000
	9	23/11/2013 21:00		0.61				0.000
	10	24/11/2013 10:00						0.000
	11	24/11/2013 23:00						0.000
	12	25/11/2013 12:00						0.000
	13	26/11/2013 01:00		0.569				0.000
	14	26/11/2013 14:00						0.000
	15	27/11/2013 03:00						0.000
	16	27/11/2013 16:00						0.000
	17	28/11/2013 05:00		0.636				0.000
	18	28/11/2013 18:00						0.000
	19	29/11/2013 07:00						0.000
	20	29/11/2013 20:00						0.000
	21	30/11/2013 09:00		0.653				0.000
	22	30/11/2013 22:00						0.000
	23	01/12/2013 11:00						0.000
	24	02/12/2013 00:00						0.000
Relève 9	1	02/12/2013 14:00		0.719				0.000
	2	03/12/2013 04:00						0.000
	3	03/12/2013 18:00						0.000
	4	04/12/2013 08:00						0.000
	5	04/12/2013 22:00		0.737		négatif	négatif	0.000
	6	05/12/2013 12:00						0.000
	7	06/12/2013 02:00						0.000
	8	06/12/2013 16:00						0.000
	9	07/12/2013 06:00		0.713				0.000
	10	07/12/2013 20:00						0.000
	11	08/12/2013 10:00						0.000
	12	09/12/2013 00:00						0.000
	13	09/12/2013 14:00		0.468				0.000
	14	10/12/2013 04:00						0.000
	15	10/12/2013 18:00						0.000
	16	11/12/2013 08:00						0.000
	17	11/12/2013 22:00		0.612				0.000
	18	12/12/2013 12:00						0.000
	19	13/12/2013 02:00						0.000
	20	13/12/2013 16:00						0.000
	21	14/12/2013 06:00		0.594				0.000
	22	14/12/2013 20:00						0.000
	23	15/12/2013 10:00						0.000
	24	16/12/2013 00:00						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Forage Saint Laurent**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

51 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 14:00		0.578				0.000
	2	17/12/2013 14:00						0.000
	3	18/12/2013 14:00						0.000
	4	19/12/2013 14:00						0.000
	5	20/12/2013 14:00		0.702		négatif	négatif	0.000
	6	21/12/2013 14:00						0.000
	7	22/12/2013 14:00						0.000
	8	23/12/2013 14:00						0.000
	9	24/12/2013 14:00		0.573				0.000
	10	25/12/2013 14:00						0.000
	11	26/12/2013 14:00						0.000
	12	27/12/2013 14:00						0.000
	13	28/12/2013 14:00		0.674				0.000
	14	29/12/2013 14:00						0.000
	15	30/12/2013 14:00						0.000
	16	31/12/2013 14:00						0.000
	17	01/01/2014 14:00		0.536				0.000
	18	02/01/2014 14:00						0.000
	19	03/01/2014 14:00						0.000
	20	04/01/2014 14:00						0.000
	21	05/01/2014 14:00		0.714		négatif	négatif	0.000
	22	06/01/2014 14:00						
	23	07/01/2014 14:00						
	24	08/01/2014 14:00						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Rolleville Aval**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

49 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 16:00		0.654				0.000
	2	08/10/2013 17:00						0.000
	3	08/10/2013 18:00						0.000
	4	08/10/2013 19:00						0.000
	5	08/10/2013 20:00						0.000
	6	08/10/2013 21:00						0.000
	7	08/10/2013 22:00						0.000
	8	08/10/2013 23:00						0.000
	9	09/10/2013 00:00						0.000
	10	09/10/2013 01:00						0.000
	11	09/10/2013 02:00						0.000
	12	09/10/2013 03:00		0.650				0.000
	13	09/10/2013 04:00						0.000
	14	09/10/2013 05:00						0.000
	15	09/10/2013 06:00						0.000
	16	09/10/2013 07:00						0.000
	17	09/10/2013 08:00						0.000
	18	09/10/2013 09:00						0.000
	19	09/10/2013 10:00						0.000
	20	09/10/2013 11:00						0.000
	21	09/10/2013 12:00						0.000
	22	09/10/2013 13:00						0.000
	23	09/10/2013 14:00						0.000
	24	09/10/2013 15:00						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 16:00		0.589				0.000
	2	09/10/2013 18:00						0.000
	3	09/10/2013 20:00						0.000
	4	09/10/2013 22:00						0.000
	5	10/10/2013 00:00						0.000
	6	10/10/2013 02:00		0.610				0.000
	7	10/10/2013 04:00						0.000
	8	10/10/2013 06:00						0.000
	9	10/10/2013 08:00						0.000
	10	10/10/2013 10:00						0.000
	11	10/10/2013 12:00						0.000
	12	10/10/2013 14:00		0.673				0.000
	13	10/10/2013 16:00						0.000
	14	10/10/2013 18:00						0.000
	15	10/10/2013 20:00						0.000
	16	10/10/2013 22:00						0.000
	17	11/10/2013 00:00						0.000
	18	11/10/2013 02:00		0.826		négatif	négatif	0.000
	19	11/10/2013 04:00						0.000
	20	11/10/2013 06:00						0.000
	21	11/10/2013 08:00						0.000
	22	11/10/2013 10:00						0.000
	23	11/10/2013 12:00						0.000
	24	11/10/2013 14:00		0.668				0.000
Relève 3	1	11/10/2013 16:00		0.608				0.000
	2	11/10/2013 19:00						0.000
	3	11/10/2013 22:00						0.000
	4	12/10/2013 01:00						0.000
	5	12/10/2013 04:00						0.000
	6	12/10/2013 07:00		0.704				0.000
	7	12/10/2013 10:00						0.000
	8	12/10/2013 13:00						0.000
	9	12/10/2013 16:00						0.000
	10	12/10/2013 19:00						0.000
	11	12/10/2013 22:00						0.000
	12	13/10/2013 01:00		0.500				0.000
	13	13/10/2013 04:00						0.000
	14	13/10/2013 07:00						0.000
	15	13/10/2013 10:00						0.000
	16	13/10/2013 13:00						0.000
	17	13/10/2013 16:00						0.000
	18	13/10/2013 19:00		0.777		négatif	négatif	0.000
	19	13/10/2013 22:00						0.000
	20	14/10/2013 01:00						0.000
	21	14/10/2013 04:00						0.000
	22	14/10/2013 07:00						0.000
	23	14/10/2013 10:00						0.000
	24	14/10/2013 13:00		0.690				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Rolleville Aval**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

49 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 16:00		0.688				0.000
	2	14/10/2013 20:00						0.000
	3	15/10/2013 00:00						0.000
	4	15/10/2013 04:00						0.000
	5	15/10/2013 08:00						0.000
	6	15/10/2013 12:00		0.571				0.000
	7	15/10/2013 16:00						0.000
	8	15/10/2013 20:00						0.000
	9	16/10/2013 00:00						0.000
	10	16/10/2013 04:00						0.000
	11	16/10/2013 08:00						0.000
	12	16/10/2013 12:00		0.703				0.000
	13	16/10/2013 16:00						0.000
	14	16/10/2013 20:00						0.000
	15	17/10/2013 00:00						0.000
	16	17/10/2013 04:00						0.000
	17	17/10/2013 08:00						0.000
	18	17/10/2013 12:00		0.483				0.000
	19	17/10/2013 16:00						0.000
	20	17/10/2013 20:00						0.000
	21	18/10/2013 00:00						0.000
	22	18/10/2013 04:00						0.000
	23	18/10/2013 08:00						0.000
	24	18/10/2013 12:00		0.651				0.000
Relève 5	1	18/10/2013 16:00		0.902		négatif	négatif	0.000
	2	18/10/2013 22:00						0.000
	3	19/10/2013 04:00						0.000
	4	19/10/2013 10:00						0.000
	5	19/10/2013 16:00						0.000
	6	19/10/2013 22:00		0.875				0.000
	7	20/10/2013 04:00						0.000
	8	20/10/2013 10:00						0.000
	9	20/10/2013 16:00						0.000
	10	20/10/2013 22:00						0.000
	11	21/10/2013 04:00						0.000
	12	21/10/2013 10:00		0.944				0.000
	13	21/10/2013 16:00						0.000
	14	21/10/2013 22:00						0.000
	15	22/10/2013 04:00						0.000
	16	22/10/2013 10:00						0.000
	17	22/10/2013 16:00						0.000
	18	22/10/2013 22:00		0.436		négatif	négatif	0.000
	19	23/10/2013 04:00						0.000
	20	23/10/2013 10:00						0.000
	21	23/10/2013 16:00		0.499				0.000
	22	23/10/2013 22:00						0.000
	23	24/10/2013 04:00						0.000
	24	24/10/2013 10:00		0.357				0.000
Relève 6	1	24/10/2013 17:00						0.000
	2	25/10/2013 07:00		0.442				0.000
	3	25/10/2013 21:00						0.000
	4	26/10/2013 11:00						0.000
	5	27/10/2013 01:00						0.000
	6	27/10/2013 15:00		0.401				0.000
	7	28/10/2013 05:00						0.000
	8	28/10/2013 19:00						0.000
	9	29/10/2013 09:00						0.000
	10	29/10/2013 23:00		0.396				0.000
	11	30/10/2013 13:00						0.000
	12	31/10/2013 03:00						0.000
	13	31/10/2013 17:00						0.000
	14	01/11/2013 07:00		0.506		négatif	négatif	0.000
	15	01/11/2013 21:00						0.000
	16	02/11/2013 11:00						0.000
	17	03/11/2013 01:00						0.000
	18	03/11/2013 15:00		0.421				0.000
	19	04/11/2013 05:00						0.000
	20	04/11/2013 19:00						0.000
	21	05/11/2013 09:00						0.000
	22	05/11/2013 23:00		0.453				0.000
	23	06/11/2013 13:00						0.000
	24	07/11/2013 03:00						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Rolleville Aval**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

49 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 16:30						0.000
	2	08/11/2013 04:30		0.237				0.000
	3	08/11/2013 16:30						0.000
	4	09/11/2013 04:30						0.000
	5	09/11/2013 16:30						0.000
	6	10/11/2013 04:30		0.351				0.000
	7	10/11/2013 16:30						0.000
	8	11/11/2013 04:30						0.000
	9	11/11/2013 16:30						0.000
	10	12/11/2013 04:30		0.365				0.000
	11	12/11/2013 16:30						0.000
	12	13/11/2013 04:30						0.000
	13	13/11/2013 16:30						0.000
	14	14/11/2013 04:30		0.472				0.000
	15	14/11/2013 16:30						0.000
	16	15/11/2013 04:30						0.000
	17	15/11/2013 16:30						0.000
	18	16/11/2013 04:30		0.304				0.000
	19	16/11/2013 16:30						0.000
	20	17/11/2013 04:30						0.000
	21	17/11/2013 16:30						0.000
	22	18/11/2013 04:30		0.548		négatif	négatif	0.000
	23	18/11/2013 16:30						0.000
	24	19/11/2013 04:30						0.000
Relève 8	1	19/11/2013 16:30						0.000
	2	20/11/2013 05:30		0.391				0.000
	3	20/11/2013 18:30						0.000
	4	21/11/2013 07:30						0.000
	5	21/11/2013 20:30						0.000
	6	22/11/2013 09:30		0.218				0.000
	7	22/11/2013 22:30						0.000
	8	23/11/2013 11:30						0.000
	9	24/11/2013 00:30						0.000
	10	24/11/2013 13:30		0.413				0.000
	11	25/11/2013 02:30						0.000
	12	25/11/2013 15:30						0.000
	13	26/11/2013 04:30						0.000
	14	26/11/2013 17:30		0.649		négatif	négatif	0.000
	15	27/11/2013 06:30						0.000
	16	27/11/2013 19:30						0.000
	17	28/11/2013 08:30						0.000
	18	28/11/2013 21:30		0.487				0.000
	19	29/11/2013 10:30						0.000
	20	29/11/2013 23:30						0.000
	21	30/11/2013 12:30						0.000
	22	01/12/2013 01:30		0.557				0.000
	23	01/12/2013 14:30						0.000
	24	02/12/2013 03:30						0.000
Relève 9	1	02/12/2013 16:30						0.000
	2	03/12/2013 06:30		0.360				0.000
	3	03/12/2013 20:30		0.344				0.000
	4	04/12/2013 10:30						
	5	05/12/2013 00:30						
	6	05/12/2013 14:30						
	7	06/12/2013 04:30						
	8	06/12/2013 18:30						
	9	07/12/2013 08:30						
	10	07/12/2013 22:30						
	11	08/12/2013 12:30						
	12	09/12/2013 02:30						
	13	09/12/2013 16:30						
	14	10/12/2013 06:30						
	15	10/12/2013 20:30						
	16	11/12/2013 10:30						
	17	12/12/2013 00:30						
	18	12/12/2013 14:30						
	19	13/12/2013 04:30						
	20	13/12/2013 18:30						
	21	14/12/2013 08:30						
	22	14/12/2013 22:30						
	23	15/12/2013 12:30						
	24	16/12/2013 02:30						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Rolleville Aval**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

49 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 16:00						
	2	17/12/2013 16:00		0.491				0.000
	3	18/12/2013 16:00						0.000
	4	19/12/2013 16:00						0.000
	5	20/12/2013 16:00						0.000
	6	21/12/2013 16:00		0.557				0.000
	7	22/12/2013 16:00						0.000
	8	23/12/2013 16:00						0.000
	9	24/12/2013 16:00						0.000
	10	25/12/2013 16:00		0.623		négatif	négatif	0.000
	11	26/12/2013 16:00						0.000
	12	27/12/2013 16:00						0.000
	13	28/12/2013 16:00						0.000
	14	29/12/2013 16:00		0.562				0.000
	15	30/12/2013 16:00						0.000
	16	31/12/2013 16:00						0.000
	17	01/01/2014 16:00						0.000
	18	02/01/2014 16:00		0.526				0.000
	19	03/01/2014 16:00						0.000
	20	04/01/2014 16:00						0.000
	21	05/01/2014 16:00						0.000
	22	06/01/2014 16:00		0.407				0.000
	23	07/01/2014 16:00						
	24	08/01/2014 16:00						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Rolleville Amont**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 16:00		0.791				0.000
	2	08/10/2013 17:00						0.000
	3	08/10/2013 18:00						0.000
	4	08/10/2013 19:00						0.000
	5	08/10/2013 20:00						0.000
	6	08/10/2013 21:00						0.000
	7	08/10/2013 22:00						0.000
	8	08/10/2013 23:00						0.000
	9	09/10/2013 00:00						0.000
	10	09/10/2013 01:00						0.000
	11	09/10/2013 02:00						0.000
	12	09/10/2013 03:00		0.595				0.000
	13	09/10/2013 04:00						0.000
	14	09/10/2013 05:00						0.000
	15	09/10/2013 06:00						0.000
	16	09/10/2013 07:00						0.000
	17	09/10/2013 08:00						0.000
	18	09/10/2013 09:00						0.000
	19	09/10/2013 10:00						0.000
	20	09/10/2013 11:00						0.000
	21	09/10/2013 12:00						0.000
	22	09/10/2013 13:00						0.000
	23	09/10/2013 14:00						0.000
	24	09/10/2013 15:00						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 16:00		0.692		négatif	négatif	0.000
	2	09/10/2013 18:00						0.000
	3	09/10/2013 20:00						0.000
	4	09/10/2013 22:00						0.000
	5	10/10/2013 00:00						0.000
	6	10/10/2013 02:00		0.365				0.000
	7	10/10/2013 04:00						0.000
	8	10/10/2013 06:00						0.000
	9	10/10/2013 08:00						0.000
	10	10/10/2013 10:00						0.000
	11	10/10/2013 12:00						0.000
	12	10/10/2013 14:00		0.484				0.000
	13	10/10/2013 16:00						0.000
	14	10/10/2013 18:00						0.000
	15	10/10/2013 20:00						0.000
	16	10/10/2013 22:00						0.000
	17	11/10/2013 00:00						0.000
	18	11/10/2013 02:00		0.581				0.000
	19	11/10/2013 04:00						0.000
	20	11/10/2013 06:00						0.000
	21	11/10/2013 08:00						0.000
	22	11/10/2013 10:00						0.000
	23	11/10/2013 12:00						0.000
	24	11/10/2013 14:00		0.577				0.000
Relève 3	1	11/10/2013 16:00		0.586				0.000
	2	11/10/2013 19:00						0.000
	3	11/10/2013 22:00						0.000
	4	12/10/2013 01:00						0.000
	5	12/10/2013 04:00						0.000
	6	12/10/2013 07:00		0.724		négatif	négatif	0.000
	7	12/10/2013 10:00						0.000
	8	12/10/2013 13:00						0.000
	9	12/10/2013 16:00						0.000
	10	12/10/2013 19:00						0.000
	11	12/10/2013 22:00						0.000
	12	13/10/2013 01:00		0.594				0.000
	13	13/10/2013 04:00						0.000
	14	13/10/2013 07:00						0.000
	15	13/10/2013 10:00						0.000
	16	13/10/2013 13:00						0.000
	17	13/10/2013 16:00						0.000
	18	13/10/2013 19:00		0.537				0.000
	19	13/10/2013 22:00						0.000
	20	14/10/2013 01:00						0.000
	21	14/10/2013 04:00						0.000
	22	14/10/2013 07:00						0.000
	23	14/10/2013 10:00						0.000
	24	14/10/2013 13:00		0.595				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Rolleville Amont**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 16:00		0.545				0.000
	2	14/10/2013 20:00						0.000
	3	15/10/2013 00:00						0.000
	4	15/10/2013 04:00						0.000
	5	15/10/2013 08:00						0.000
	6	15/10/2013 12:00		0.689				0.000
	7	15/10/2013 16:00						0.000
	8	15/10/2013 20:00						0.000
	9	16/10/2013 00:00						0.000
	10	16/10/2013 04:00						0.000
	11	16/10/2013 08:00						0.000
	12	16/10/2013 12:00		0.62				0.000
	13	16/10/2013 16:00						0.000
	14	16/10/2013 20:00						0.000
	15	17/10/2013 00:00						0.000
	16	17/10/2013 04:00						0.000
	17	17/10/2013 08:00						0.000
	18	17/10/2013 12:00		0.697		négatif	négatif	0.000
	19	17/10/2013 16:00						0.000
	20	17/10/2013 20:00						0.000
	21	18/10/2013 00:00						0.000
	22	18/10/2013 04:00						0.000
	23	18/10/2013 08:00						0.000
	24	18/10/2013 12:00		0.64				0.000
Relève 5	1	18/10/2013 16:00		0.702				0.000
	2	18/10/2013 22:00						0.000
	3	19/10/2013 04:00						0.000
	4	19/10/2013 10:00						0.000
	5	19/10/2013 16:00						0.000
	6	19/10/2013 22:00		0.603				0.000
	7	20/10/2013 04:00						0.000
	8	20/10/2013 10:00						0.000
	9	20/10/2013 16:00						0.000
	10	20/10/2013 22:00						0.000
	11	21/10/2013 04:00						0.000
	12	21/10/2013 10:00		0.749				0.000
	13	21/10/2013 16:00						0.000
	14	21/10/2013 22:00						0.000
	15	22/10/2013 04:00						0.000
	16	22/10/2013 10:00						0.000
	17	22/10/2013 16:00						0.000
	18	22/10/2013 22:00		0.325		négatif	négatif	0.000
	19	23/10/2013 04:00						0.000
	20	23/10/2013 10:00						0.000
	21	23/10/2013 16:00		0.259				0.000
	22	23/10/2013 22:00						0.000
	23	24/10/2013 04:00						0.000
	24	24/10/2013 10:00		0.246				0.000
Relève 6	1	24/10/2013 16:45						0.000
	2	25/10/2013 06:45		0.123				0.000
	3	25/10/2013 20:45						0.000
	4	26/10/2013 10:45						0.000
	5	27/10/2013 00:45						0.000
	6	27/10/2013 14:45		0.275				0.000
	7	28/10/2013 04:45						0.000
	8	28/10/2013 18:45						0.000
	9	29/10/2013 08:45						0.000
	10	29/10/2013 22:45		0.441		négatif	négatif	0.000
	11	30/10/2013 12:45						0.000
	12	31/10/2013 02:45						0.000
	13	31/10/2013 16:45						0.000
	14	01/11/2013 06:45		0.187				0.000
	15	01/11/2013 20:45						0.000
	16	02/11/2013 10:45						0.000
	17	03/11/2013 00:45						0.000
	18	03/11/2013 14:45		0.138				0.000
	19	04/11/2013 04:45						0.000
	20	04/11/2013 18:45						0.000
	21	05/11/2013 08:45						0.000
	22	05/11/2013 22:45		0.233				0.000
	23	06/11/2013 12:45						0.000
	24	07/11/2013 02:45						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Rolleville Amont**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 16:15						0.000
	2	08/11/2013 04:15		0.286				0.000
	3	08/11/2013 16:15						0.000
	4	09/11/2013 04:15						0.000
	5	09/11/2013 16:15						0.000
	6	10/11/2013 04:15		0.264				0.000
	7	10/11/2013 16:15						0.000
	8	11/11/2013 04:15						0.000
	9	11/11/2013 16:15						0.000
	10	12/11/2013 04:15		0.267				0.000
	11	12/11/2013 16:15						0.000
	12	13/11/2013 04:15						0.000
	13	13/11/2013 16:15						0.000
	14	14/11/2013 04:15		0.258				0.000
	15	14/11/2013 16:15						0.000
	16	15/11/2013 04:15						0.000
	17	15/11/2013 16:15						0.000
	18	16/11/2013 04:15		0.365		négatif	négatif	0.000
	19	16/11/2013 16:15						0.000
	20	17/11/2013 04:15						0.000
	21	17/11/2013 16:15						0.000
	22	18/11/2013 04:15		0.346				0.000
	23	18/11/2013 16:15						0.000
	24	19/11/2013 04:15						0.000
Relève 8	1	19/11/2013 16:00						0.000
	2	20/11/2013 05:00		0.315				0.000
	3	20/11/2013 18:00						0.000
	4	21/11/2013 07:00						0.000
	5	21/11/2013 20:00						0.000
	6	22/11/2013 09:00		0.229				0.000
	7	22/11/2013 22:00						0.000
	8	23/11/2013 11:00						0.000
	9	24/11/2013 00:00						0.000
	10	24/11/2013 13:00		0.280				0.000
	11	25/11/2013 02:00						0.000
	12	25/11/2013 15:00						0.000
	13	26/11/2013 04:00						0.000
	14	26/11/2013 17:00		0.305				0.000
	15	27/11/2013 06:00						0.000
	16	27/11/2013 19:00						0.000
	17	28/11/2013 08:00						0.000
	18	28/11/2013 21:00		0.300				0.000
	19	29/11/2013 10:00						0.000
	20	29/11/2013 23:00						0.000
	21	30/11/2013 12:00						0.000
	22	01/12/2013 01:00		0.255				0.000
	23	01/12/2013 14:00						0.000
	24	02/12/2013 03:00						0.000
Relève 9	1	02/12/2013 16:00						0.000
	2	03/12/2013 06:00		0.355		négatif	négatif	0.000
	3	03/12/2013 20:00						0.000
	4	04/12/2013 10:00						0.000
	5	05/12/2013 00:00						0.000
	6	05/12/2013 14:00		0.284				0.000
	7	06/12/2013 04:00						0.000
	8	06/12/2013 18:00						0.000
	9	07/12/2013 08:00						0.000
	10	07/12/2013 22:00		0.339				0.000
	11	08/12/2013 12:00						0.000
	12	09/12/2013 02:00						0.000
	13	09/12/2013 16:00						0.000
	14	10/12/2013 06:00		0.322				0.000
	15	10/12/2013 20:00						0.000
	16	11/12/2013 10:00						0.000
	17	12/12/2013 00:00						0.000
	18	12/12/2013 14:00		0.346				0.000
	19	13/12/2013 04:00						0.000
	20	13/12/2013 18:00						0.000
	21	14/12/2013 08:00						0.000
	22	14/12/2013 22:00						0.000
	23	15/12/2013 12:00		0.289				0.000
	24	16/12/2013 02:00						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Rolleville Amont**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 15:30						0.000
	2	17/12/2013 15:30		0.53				0.000
	3	18/12/2013 15:30						0.000
	4	19/12/2013 15:30						0.000
	5	20/12/2013 15:30						0.000
	6	21/12/2013 15:30		0.417				0.000
	7	22/12/2013 15:30						0.000
	8	23/12/2013 15:30						0.000
	9	24/12/2013 15:30						0.000
	10	25/12/2013 15:30		0.573		négatif	négatif	0.000
	11	26/12/2013 15:30						0.000
	12	27/12/2013 15:30						0.000
	13	28/12/2013 15:30						0.000
	14	29/12/2013 15:30		0.463				0.000
	15	30/12/2013 15:30						0.000
	16	31/12/2013 15:30						0.000
	17	01/01/2014 15:30						0.000
	18	02/01/2014 15:30		0.547				0.000
	19	03/01/2014 15:30						0.000
	20	04/01/2014 15:30						0.000
	21	05/01/2014 15:30						0.000
	22	06/01/2014 15:30		0.758		négatif	négatif	0.000
	23	07/01/2014 15:30						
	24	08/01/2014 15:30						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source de la Payenière**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

64 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 15:30		0.701				0.000
	2	08/10/2013 16:30						0.000
	3	08/10/2013 17:30						0.000
	4	08/10/2013 18:30						0.000
	5	08/10/2013 19:30						0.000
	6	08/10/2013 20:30						0.000
	7	08/10/2013 21:30						0.000
	8	08/10/2013 22:30						0.000
	9	08/10/2013 23:30						0.000
	10	09/10/2013 00:30						0.000
	11	09/10/2013 01:30						0.000
	12	09/10/2013 02:30		0.660				0.000
	13	09/10/2013 03:30						0.000
	14	09/10/2013 04:30						0.000
	15	09/10/2013 05:30						0.000
	16	09/10/2013 06:30						0.000
	17	09/10/2013 07:30						0.000
	18	09/10/2013 08:30						0.000
	19	09/10/2013 09:30						0.000
	20	09/10/2013 10:30						0.000
	21	09/10/2013 11:30						0.000
	22	09/10/2013 12:30						0.000
	23	09/10/2013 13:30						0.000
	24							0.000
Relève 2	1	09/10/2013 15:00		0.654				0.000
	2	09/10/2013 17:00						0.000
	3	09/10/2013 19:00						0.000
	4	09/10/2013 21:00						0.000
	5	09/10/2013 23:00						0.000
	6	10/10/2013 01:00		0.619				0.000
	7	10/10/2013 03:00						0.000
	8	10/10/2013 05:00						0.000
	9	10/10/2013 07:00						0.000
	10	10/10/2013 09:00						0.000
	11	10/10/2013 11:00						0.000
	12	10/10/2013 13:00		0.583				0.000
	13	10/10/2013 15:00						0.000
	14	10/10/2013 17:00						0.000
	15	10/10/2013 19:00						0.000
	16	10/10/2013 21:00						0.000
	17	10/10/2013 23:00						0.000
	18	11/10/2013 01:00		0.477				0.000
	19	11/10/2013 03:00						0.000
	20	11/10/2013 05:00						0.000
	21	11/10/2013 07:00						0.000
	22	11/10/2013 09:00						0.000
	23	11/10/2013 11:00						0.000
	24	11/10/2013 13:00		0.725				0.000
Relève 3	1	11/10/2013 15:00		0.792		négatif	négatif	0.000
	2	11/10/2013 18:00						0.000
	3	11/10/2013 21:00						0.000
	4	12/10/2013 00:00						0.000
	5	12/10/2013 03:00						0.000
	6	12/10/2013 06:00		0.536				0.000
	7	12/10/2013 09:00						0.000
	8	12/10/2013 12:00						0.000
	9	12/10/2013 15:00						0.000
	10	12/10/2013 18:00						0.000
	11	12/10/2013 21:00						0.000
	12	13/10/2013 00:00		0.492				0.000
	13	13/10/2013 03:00						0.000
	14	13/10/2013 06:00						0.000
	15	13/10/2013 09:00						0.000
	16	13/10/2013 12:00						0.000
	17	13/10/2013 15:00						0.000
	18	13/10/2013 18:00		0.627				0.000
	19	13/10/2013 21:00						0.000
	20	14/10/2013 00:00						0.000
	21	14/10/2013 03:00						0.000
	22	14/10/2013 06:00						0.000
	23	14/10/2013 09:00						0.000
	24	14/10/2013 12:00		0.644				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source de la Payenière**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

64 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 15:00		0.754				0.000
	2	14/10/2013 19:00						0.000
	3	14/10/2013 23:00						0.000
	4	15/10/2013 03:00						0.000
	5	15/10/2013 07:00						0.000
	6	15/10/2013 11:00		0.688				0.000
	7	15/10/2013 15:00						0.000
	8	15/10/2013 19:00						0.000
	9	15/10/2013 23:00						0.000
	10	16/10/2013 03:00						0.000
	11	16/10/2013 07:00						0.000
	12	16/10/2013 11:00		0.751		négatif	négatif	0.000
	13	16/10/2013 15:00						0.000
	14	16/10/2013 19:00						0.000
	15	16/10/2013 23:00						0.000
	16	17/10/2013 03:00						0.000
	17	17/10/2013 07:00						0.000
	18	17/10/2013 11:00		0.675				0.000
	19	17/10/2013 15:00						0.000
	20	17/10/2013 19:00						0.000
	21	17/10/2013 23:00						0.000
	22	18/10/2013 03:00						0.000
	23	18/10/2013 07:00						0.000
	24	18/10/2013 11:00		0.703				0.000
Relève 5	1	18/10/2013 15:30		0.743				0.000
	2	18/10/2013 21:30						0.000
	3	19/10/2013 03:30						0.000
	4	19/10/2013 09:30						0.000
	5	19/10/2013 15:30						0.000
	6	19/10/2013 21:30		0.735				0.000
	7	20/10/2013 03:30						0.000
	8	20/10/2013 09:30						0.000
	9	20/10/2013 15:30						0.000
	10	20/10/2013 21:30						0.000
	11	21/10/2013 03:30						0.000
	12	21/10/2013 09:30		0.452				0.000
	13	21/10/2013 15:30						0.000
	14	21/10/2013 21:30						0.000
	15	22/10/2013 03:30						0.000
	16	22/10/2013 09:30						0.000
	17	22/10/2013 15:30						0.000
	18	22/10/2013 21:30		0.334				0.000
	19	23/10/2013 03:30						0.000
	20	23/10/2013 09:30						0.000
	21	23/10/2013 15:30						0.000
	22	23/10/2013 21:30						0.000
	23	24/10/2013 03:30						0.000
	24	24/10/2013 09:30		0.418				0.000
Relève 6	1	24/10/2013 16:00						0.000
	2	25/10/2013 06:00		0.337				0.000
	3	25/10/2013 20:00						0.000
	4	26/10/2013 10:00						0.000
	5	27/10/2013 00:00						0.000
	6	27/10/2013 14:00						0.000
	7	28/10/2013 04:00						0.000
	8	28/10/2013 18:00						0.000
	9	29/10/2013 08:00						0.000
	10	29/10/2013 22:00						0.000
	11	30/10/2013 12:00		0.376				0.000
	12	31/10/2013 02:00						0.000
	13	31/10/2013 16:00						0.000
	14	01/11/2013 06:00						0.000
	15	01/11/2013 20:00						0.000
	16	02/11/2013 10:00						0.000
	17	03/11/2013 00:00						0.000
	18	03/11/2013 14:00						0.000
	19	04/11/2013 04:00						0.000
	20	04/11/2013 18:00						0.000
	21	05/11/2013 08:00		0.299				0.000
	22	05/11/2013 22:00						0.000
	23	06/11/2013 12:00						0.000
	24	07/11/2013 02:00		0.367				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source de la Payenière**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

64 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 15:20		0.405				0.000
	2	08/11/2013 03:20		0.383				0.000
	3	08/11/2013 15:20						0.000
	4	09/11/2013 03:20		0.478				0.000
	5	09/11/2013 15:20						0.000
	6	10/11/2013 03:20		0.419				0.000
	7	10/11/2013 15:20						0.000
	8	11/11/2013 03:20		0.307				0.000
	9	11/11/2013 15:20						0.000
	10	12/11/2013 03:20		0.319				0.000
	11	12/11/2013 15:20						0.000
	12	13/11/2013 03:20		0.644		négatif	négatif	0.000
	13	13/11/2013 15:20						0.000
	14	14/11/2013 03:20		0.354				0.000
	15	14/11/2013 15:20						0.000
	16	15/11/2013 03:20		0.401				0.000
	17	15/11/2013 15:20						0.000
	18	16/11/2013 03:20		0.432				0.000
	19	16/11/2013 15:20						0.000
	20	17/11/2013 03:20		0.432				0.000
	21	17/11/2013 15:20						0.000
	22	18/11/2013 03:20		0.320				0.000
	23	18/11/2013 15:20						0.000
	24	19/11/2013 03:20		0.400				0.000
Relève 8	1	19/11/2013 14:30						0.000
	2	20/11/2013 03:30		0.564				0.000
	3	20/11/2013 16:30						0.000
	4	21/11/2013 05:30						0.000
	5	21/11/2013 18:30						0.000
	6	22/11/2013 07:30		0.464				0.000
	7	22/11/2013 20:30						0.000
	8	23/11/2013 09:30		0.533				0.000
	9	23/11/2013 22:30						0.000
	10	24/11/2013 11:30		0.566				0.000
	11	25/11/2013 00:30						0.000
	12	25/11/2013 13:30		0.514				0.000
	13	26/11/2013 02:30						0.000
	14	26/11/2013 15:30		0.609				0.000
	15	27/11/2013 04:30						0.000
	16	27/11/2013 17:30		0.659		négatif	négatif	0.000
	17	28/11/2013 06:30						0.000
	18	28/11/2013 19:30		0.427				0.000
	19	29/11/2013 08:30						0.000
	20	29/11/2013 21:30		0.450				0.000
	21	30/11/2013 10:30						0.000
	22	30/11/2013 23:30		0.495				0.000
	23	01/12/2013 12:30						0.000
	24	02/12/2013 01:30		0.580				0.000
Relève 9	1	02/12/2013 15:00						0.000
	2	03/12/2013 05:00		0.527				0.000
	3	03/12/2013 19:00						0.000
	4	04/12/2013 09:00		0.604				0.000
	5	04/12/2013 23:00						0.000
	6	05/12/2013 13:00		0.448				0.000
	7	06/12/2013 03:00						0.000
	8	06/12/2013 17:00		0.603				0.000
	9	07/12/2013 07:00						0.000
	10	07/12/2013 21:00		0.479				0.000
	11	08/12/2013 11:00						0.000
	12	09/12/2013 01:00		0.709		négatif	négatif	0.000
	13	09/12/2013 15:00						0.000
	14	10/12/2013 05:00		0.450				0.000
	15	10/12/2013 19:00						0.000
	16	11/12/2013 09:00		0.597				0.000
	17	11/12/2013 23:00						0.000
	18	12/12/2013 13:00		0.528				0.000
	19	13/12/2013 03:00		0.383				0.000
	20	13/12/2013 17:00		0.689		négatif	négatif	0.000
	21	14/12/2013 07:00						0.000
	22	14/12/2013 21:00						0.000
	23	15/12/2013 11:00						0.000
	24	16/12/2013 01:00						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source de la Payenière**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

64 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 15:00		0.657		négatif	négatif	0.000
	2	17/12/2013 15:00						0.000
	3	18/12/2013 15:00						0.000
	4	19/12/2013 15:00						0.000
	5	20/12/2013 15:00						0.000
	6	21/12/2013 15:00						0.000
	7	22/12/2013 15:00						0.000
	8	23/12/2013 15:00						0.000
	9	24/12/2013 15:00						0.000
	10	25/12/2013 15:00						0.000
	11	26/12/2013 15:00						0.000
	12	27/12/2013 15:00		0.518		négatif	négatif	0.000
	13	28/12/2013 15:00						0.000
	14	29/12/2013 15:00						0.000
	15	30/12/2013 15:00						0.000
	16	31/12/2013 15:00						0.000
	17	01/01/2014 15:00						0.000
	18	02/01/2014 15:00						0.000
	19	03/01/2014 15:00						0.000
	20	04/01/2014 15:00						0.000
	21	05/01/2014 15:00						0.000
	22	06/01/2014 15:00						0.000
	23	07/01/2014 15:00						0.000
	24	08/01/2014 15:00		0.469				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Grande source et Petite source**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

54 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 11:30		0.141				0.000
	2	08/10/2013 12:30						0.000
	3	08/10/2013 13:30						0.000
	4	08/10/2013 14:30						0.000
	5	08/10/2013 15:30						0.000
	6	08/10/2013 16:30						0.000
	7	08/10/2013 17:30						0.000
	8	08/10/2013 18:30						0.000
	9	08/10/2013 19:30						0.000
	10	08/10/2013 20:30						0.000
	11	08/10/2013 21:30						0.000
	12	08/10/2013 22:30		0.157				0.000
	13	08/10/2013 23:30						0.000
	14	09/10/2013 00:30						0.000
	15	09/10/2013 01:30						0.000
	16	09/10/2013 02:30						0.000
	17	09/10/2013 03:30						0.000
	18	09/10/2013 04:30						0.000
	19	09/10/2013 05:30						0.000
	20	09/10/2013 06:30						0.000
	21	09/10/2013 07:30						0.000
	22	09/10/2013 08:30						0.000
	23	09/10/2013 09:30						0.000
	24	09/10/2013 10:30						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 12:00		0.102				0.000
	2	09/10/2013 14:00						0.000
	3	09/10/2013 16:00						0.000
	4	09/10/2013 18:00						0.000
	5	09/10/2013 20:00						0.000
	6	09/10/2013 22:00		0.067				0.000
	7	10/10/2013 00:00						0.000
	8	10/10/2013 02:00						0.000
	9	10/10/2013 04:00						0.000
	10	10/10/2013 06:00						0.000
	11	10/10/2013 08:00						0.000
	12	10/10/2013 10:00		0.065				0.000
	13	10/10/2013 12:00						0.000
	14	10/10/2013 14:00						0.000
	15	10/10/2013 16:00						0.000
	16	10/10/2013 18:00						0.000
	17	10/10/2013 20:00						0.000
	18	10/10/2013 22:00		0.173				0.000
	19	11/10/2013 00:00						0.000
	20	11/10/2013 02:00						0.000
	21	11/10/2013 04:00						0.000
	22	11/10/2013 06:00						0.000
	23	11/10/2013 08:00						0.000
	24	11/10/2013 10:00		0.088				0.000
Relève 3	1	11/10/2013 12:00		0.098				0.000
	2	11/10/2013 15:00						0.000
	3	11/10/2013 18:00						0.000
	4	11/10/2013 21:00						0.000
	5	12/10/2013 00:00						0.000
	6	12/10/2013 03:00		0.001				0.000
	7	12/10/2013 06:00						0.000
	8	12/10/2013 09:00						0.000
	9	12/10/2013 12:00						0.000
	10	12/10/2013 15:00						0.000
	11	12/10/2013 18:00						0.000
	12	12/10/2013 21:00		0.227		négatif	négatif	0.000
	13	13/10/2013 00:00						0.000
	14	13/10/2013 03:00						0.000
	15	13/10/2013 06:00						0.000
	16	13/10/2013 09:00						0.000
	17	13/10/2013 12:00						0.000
	18	13/10/2013 15:00		0.143				0.000
	19	13/10/2013 18:00						0.000
	20	13/10/2013 21:00						0.000
	21	14/10/2013 00:00						0.000
	22	14/10/2013 03:00						0.000
	23	14/10/2013 06:00						0.000
	24	14/10/2013 09:00		0.130				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Grande source et Petite source**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

54 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 12:00		0.175				0.000
	2	14/10/2013 16:00						0.000
	3	14/10/2013 20:00						0.000
	4	15/10/2013 00:00						0.000
	5	15/10/2013 04:00						0.000
	6	15/10/2013 08:00		0.133				0.000
	7	15/10/2013 12:00						0.000
	8	15/10/2013 16:00						0.000
	9	15/10/2013 20:00						0.000
	10	16/10/2013 00:00						0.000
	11	16/10/2013 04:00						0.000
	12	16/10/2013 08:00		0.129				0.000
	13	16/10/2013 12:00						0.000
	14	16/10/2013 16:00						0.000
	15	16/10/2013 20:00						0.000
	16	17/10/2013 00:00						0.000
	17	17/10/2013 04:00						0.000
	18	17/10/2013 08:00		0.177				0.000
	19	17/10/2013 12:00						0.000
	20	17/10/2013 16:00						0.000
	21	17/10/2013 20:00						0.000
	22	18/10/2013 00:00						0.000
	23	18/10/2013 04:00						0.000
	24	18/10/2013 08:00		0.204				0.000
Relève 5	1	18/10/2013 12:00		0.226				0.000
	2	18/10/2013 18:00						0.000
	3	19/10/2013 00:00						0.000
	4	19/10/2013 06:00						0.000
	5	19/10/2013 12:00						0.000
	6	19/10/2013 18:00		0.249		négatif	négatif	0.000
	7	20/10/2013 00:00						0.000
	8	20/10/2013 06:00						0.000
	9	20/10/2013 12:00						0.000
	10	20/10/2013 18:00						0.000
	11	21/10/2013 00:00						0.000
	12	21/10/2013 06:00		0.197				0.000
	13	21/10/2013 12:00						0.000
	14	21/10/2013 18:00						0.000
	15	22/10/2013 00:00						0.000
	16	22/10/2013 06:00						0.000
	17	22/10/2013 12:00						0.000
	18	22/10/2013 18:00		0.657				0.000
	19	23/10/2013 00:00						0.000
	20	23/10/2013 06:00						0.000
	21	23/10/2013 12:00		0.669				0.000
	22	23/10/2013 18:00						0.000
	23	24/10/2013 00:00						0.000
	24	24/10/2013 06:00		0.834		négatif	négatif	0.000
Relève 6	1	24/10/2013 11:40		0.725				0.000
	2	25/10/2013 01:40						0.000
	3	25/10/2013 15:40						0.000
	4	26/10/2013 05:40						0.000
	5	26/10/2013 19:40		0.848		négatif	négatif	0.000
	6	27/10/2013 09:40						0.000
	7	27/10/2013 23:40						0.000
	8	28/10/2013 13:40						0.000
	9	29/10/2013 03:40		0.664				0.000
	10	29/10/2013 17:40						0.000
	11	30/10/2013 07:40						0.000
	12	30/10/2013 21:40						0.000
	13	31/10/2013 11:40		0.600				0.000
	14	01/11/2013 01:40						0.000
	15	01/11/2013 15:40						0.000
	16	02/11/2013 05:40						0.000
	17	02/11/2013 19:40		0.715				0.000
	18	03/11/2013 09:40						0.000
	19	03/11/2013 23:40						0.000
	20	04/11/2013 13:40						0.000
	21	05/11/2013 03:40		0.666				0.000
	22	05/11/2013 17:40						0.000
	23	06/11/2013 07:40						0.000
	24	06/11/2013 21:40						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Grande source et Petite source**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

54 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 11:00						0.000
	2	07/11/2013 23:00		0.389				0.000
	3	08/11/2013 11:00						0.000
	4	08/11/2013 23:00						0.000
	5	09/11/2013 11:00						0.000
	6	09/11/2013 23:00		0.342				0.000
	7	10/11/2013 11:00						0.000
	8	10/11/2013 23:00						0.000
	9	11/11/2013 11:00						0.000
	10	11/11/2013 23:00		0.484		négatif	négatif	0.000
	11	12/11/2013 11:00						0.000
	12	12/11/2013 23:00						0.000
	13	13/11/2013 11:00						0.000
	14	13/11/2013 23:00		0.456				0.000
	15	14/11/2013 11:00						0.000
	16	14/11/2013 23:00						0.000
	17	15/11/2013 11:00						0.000
	18	15/11/2013 23:00		0.303				0.000
	19	16/11/2013 11:00						0.000
	20	16/11/2013 23:00						0.000
	21	17/11/2013 11:00						0.000
	22	17/11/2013 23:00		0.411				0.000
	23	18/11/2013 11:00						0.000
	24	18/11/2013 23:00						0.000
Relève 8	1	19/11/2013 12:00						0.000
	2	20/11/2013 01:00		0.385				0.000
	3	20/11/2013 14:00						0.000
	4	21/11/2013 03:00						0.000
	5	21/11/2013 16:00						0.000
	6	22/11/2013 05:00		0.424				0.000
	7	22/11/2013 18:00						0.000
	8	23/11/2013 07:00						0.000
	9	23/11/2013 20:00						0.000
	10	24/11/2013 09:00		0.612		négatif	négatif	0.000
	11	24/11/2013 22:00						0.000
	12	25/11/2013 11:00						0.000
	13	26/11/2013 00:00						0.000
	14	26/11/2013 13:00		0.578				0.000
	15	27/11/2013 02:00						0.000
	16	27/11/2013 15:00						0.000
	17	28/11/2013 04:00						0.000
	18	28/11/2013 17:00		0.528				0.000
	19	29/11/2013 06:00						0.000
	20	29/11/2013 19:00						0.000
	21	30/11/2013 08:00						0.000
	22	30/11/2013 21:00		0.516				0.000
	23	01/12/2013 10:00						0.000
	24	01/12/2013 23:00						0.000
Relève 9	1	02/12/2013 12:30						0.000
	2	03/12/2013 02:30		0.479				0.000
	3	03/12/2013 16:30						0.000
	4	04/12/2013 06:30						0.000
	5	04/12/2013 20:30						0.000
	6	05/12/2013 10:30		0.374				0.000
	7	06/12/2013 00:30						0.000
	8	06/12/2013 14:30						0.000
	9	07/12/2013 04:30						0.000
	10	07/12/2013 18:30		0.534		négatif	négatif	0.000
	11	08/12/2013 08:30						0.000
	12	08/12/2013 22:30						0.000
	13	09/12/2013 12:30						0.000
	14	10/12/2013 02:30		0.511				0.000
	15	10/12/2013 16:30						0.000
	16	11/12/2013 06:30						0.000
	17	11/12/2013 20:30						0.000
	18	12/12/2013 10:30		0.431				0.000
	19	13/12/2013 00:30						0.000
	20	13/12/2013 14:30						0.000
	21	14/12/2013 04:30						0.000
	22	14/12/2013 18:30		0.285				0.000
	23	15/12/2013 08:30						0.000
	24	15/12/2013 22:30						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Grande source et Petite source**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

54 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 12:30						0.000
	2	17/12/2013 12:30		0.303				0.000
	3	18/12/2013 12:30						0.000
	4	19/12/2013 12:30						0.000
	5	20/12/2013 12:30						0.000
	6	21/12/2013 12:30		0.481				0.000
	7	22/12/2013 12:30						0.000
	8	23/12/2013 12:30						0.000
	9	24/12/2013 12:30						0.000
	10	25/12/2013 12:30		0.324				0.000
	11	26/12/2013 12:30						0.000
	12	27/12/2013 12:30						0.000
	13	28/12/2013 12:30						0.000
	14	29/12/2013 12:30		0.555		négatif	négatif	0.000
	15	30/12/2013 12:30						0.000
	16	31/12/2013 12:30						0.000
	17	01/01/2014 12:30						0.000
	18	02/01/2014 12:30		0.324				0.000
	19	03/01/2014 12:30						0.000
	20	04/01/2014 12:30						0.000
	21	05/01/2014 12:30						0.000
	22	06/01/2014 12:30		0.456				0.000
	23	07/01/2014 12:30						
	24	08/01/2014 12:30						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source Durécu**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 11:30		0.220				0.000
	2	08/10/2013 12:30						0.000
	3	08/10/2013 13:30						0.000
	4	08/10/2013 14:30						0.000
	5	08/10/2013 15:30						0.000
	6	08/10/2013 16:30						0.000
	7	08/10/2013 17:30						0.000
	8	08/10/2013 18:30						0.000
	9	08/10/2013 19:30						0.000
	10	08/10/2013 20:30						0.000
	11	08/10/2013 21:30						0.000
	12	08/10/2013 22:30		0.464		négatif	négatif	0.000
	13	08/10/2013 23:30						0.000
	14	09/10/2013 00:30						0.000
	15	09/10/2013 01:30						0.000
	16	09/10/2013 02:30						0.000
	17	09/10/2013 03:30						0.000
	18	09/10/2013 04:30						0.000
	19	09/10/2013 05:30						0.000
	20	09/10/2013 06:30						0.000
	21	09/10/2013 07:30						0.000
	22	09/10/2013 08:30						0.000
	23	09/10/2013 09:30						0.000
	24	09/10/2013 10:30						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 12:30		0.393				0.000
	2	09/10/2013 14:30						0.000
	3	09/10/2013 16:30						0.000
	4	09/10/2013 18:30						0.000
	5	09/10/2013 20:30						0.000
	6	09/10/2013 22:30		0.214				0.000
	7	10/10/2013 00:30						0.000
	8	10/10/2013 02:30						0.000
	9	10/10/2013 04:30						0.000
	10	10/10/2013 06:30						0.000
	11	10/10/2013 08:30						0.000
	12	10/10/2013 10:30		0.149				0.000
	13	10/10/2013 12:30						0.000
	14	10/10/2013 14:30						0.000
	15	10/10/2013 16:30						0.000
	16	10/10/2013 18:30						0.000
	17	10/10/2013 20:30						0.000
	18	10/10/2013 22:30		0.322				0.000
	19	11/10/2013 00:30						0.000
	20	11/10/2013 02:30						0.000
	21	11/10/2013 04:30						0.000
	22	11/10/2013 06:30						0.000
	23	11/10/2013 08:30						0.000
	24	11/10/2013 10:30		0.380				0.000
Relève 3	1	11/10/2013 12:30		0.467		négatif	négatif	0.000
	2	11/10/2013 15:30						0.000
	3	11/10/2013 18:30						0.000
	4	11/10/2013 21:30						0.000
	5	12/10/2013 00:30						0.000
	6	12/10/2013 03:30		0.378				0.000
	7	12/10/2013 06:30						0.000
	8	12/10/2013 09:30						0.000
	9	12/10/2013 12:30						0.000
	10	12/10/2013 15:30						0.000
	11	12/10/2013 18:30						0.000
	12	12/10/2013 21:30		0.361				0.000
	13	13/10/2013 00:30						0.000
	14	13/10/2013 03:30						0.000
	15	13/10/2013 06:30						0.000
	16	13/10/2013 09:30						0.000
	17	13/10/2013 12:30						0.000
	18	13/10/2013 15:30		0.273				0.000
	19	13/10/2013 18:30						0.000
	20	13/10/2013 21:30						0.000
	21	14/10/2013 00:30						0.000
	22	14/10/2013 03:30						0.000
	23	14/10/2013 06:30						0.000
	24	14/10/2013 09:30		0.340				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source Durécu**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 12:30		0.3				0.000
	2	14/10/2013 16:30						0.000
	3	14/10/2013 20:30						0.000
	4	15/10/2013 00:30						0.000
	5	15/10/2013 04:30						0.000
	6	15/10/2013 08:30		0.349				0.000
	7	15/10/2013 12:30						0.000
	8	15/10/2013 16:30						0.000
	9	15/10/2013 20:30						0.000
	10	16/10/2013 00:30						0.000
	11	16/10/2013 04:30						0.000
	12	16/10/2013 08:30		0.398				0.000
	13	16/10/2013 12:30						0.000
	14	16/10/2013 16:30						0.000
	15	16/10/2013 20:30						0.000
	16	17/10/2013 00:30						0.000
	17	17/10/2013 04:30						0.000
	18	17/10/2013 08:30		0.252				0.000
	19	17/10/2013 12:30						0.000
	20	17/10/2013 16:30						0.000
	21	17/10/2013 20:30						0.000
	22	18/10/2013 00:30						0.000
	23	18/10/2013 04:30						0.000
	24	18/10/2013 08:30		0.34				0.000
Relève 5	1	18/10/2013 12:30		0.364				0.000
	2	18/10/2013 18:30						0.000
	3	19/10/2013 00:30						0.000
	4	19/10/2013 06:30						0.000
	5	19/10/2013 12:30						0.000
	6	19/10/2013 18:30		0.4				0.000
	7	20/10/2013 00:30						0.000
	8	20/10/2013 06:30						0.000
	9	20/10/2013 12:30						0.000
	10	20/10/2013 18:30						0.000
	11	21/10/2013 00:30						0.000
	12	21/10/2013 06:30		0.381				0.000
	13	21/10/2013 12:30						0.000
	14	21/10/2013 18:30						0.000
	15	22/10/2013 00:30						0.000
	16	22/10/2013 06:30						0.000
	17	22/10/2013 12:30						0.000
	18	22/10/2013 18:30		1.054		négatif	négatif	0.000
	19	23/10/2013 00:30						0.000
	20	23/10/2013 06:30						0.000
	21	23/10/2013 12:30		0.856				0.000
	22	23/10/2013 18:30						0.000
	23	24/10/2013 00:30						0.000
	24	24/10/2013 06:30		0.792				0.000
Relève 6	1	24/10/2013 12:15		0.649				0.000
	2	25/10/2013 02:15						0.000
	3	25/10/2013 16:15						0.000
	4	26/10/2013 06:15						0.000
	5	26/10/2013 20:15		0.851				0.000
	6	27/10/2013 10:15						0.000
	7	28/10/2013 00:15						0.000
	8	28/10/2013 14:15						0.000
	9	29/10/2013 04:15		0.869		négatif	négatif	0.000
	10	29/10/2013 18:15						0.000
	11	30/10/2013 08:15						0.000
	12	30/10/2013 22:15						0.000
	13	31/10/2013 12:15		0.728				0.000
	14	01/11/2013 02:15						0.000
	15	01/11/2013 16:15						0.000
	16	02/11/2013 06:15						0.000
	17	02/11/2013 20:15		0.73				0.000
	18	03/11/2013 10:15						0.000
	19	04/11/2013 00:15						0.000
	20	04/11/2013 14:15						0.000
	21	05/11/2013 04:15		0.764				0.000
	22	05/11/2013 18:15						0.000
	23	06/11/2013 08:15						0.000
	24	06/11/2013 22:15						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source Durécu**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 11:30						0.000
	2	07/11/2013 23:30		0.443		négatif	négatif	0.000
	3	08/11/2013 11:30						0.000
	4	08/11/2013 23:30						0.000
	5	09/11/2013 11:30						0.000
	6	09/11/2013 23:30		0.325				0.000
	7	10/11/2013 11:30						0.000
	8	10/11/2013 23:30						0.000
	9	11/11/2013 11:30						0.000
	10	11/11/2013 23:30		0.392				0.000
	11	12/11/2013 11:30						0.000
	12	12/11/2013 23:30						0.000
	13	13/11/2013 11:30						0.000
	14	13/11/2013 23:30		0.328				0.000
	15	14/11/2013 11:30						0.000
	16	14/11/2013 23:30						0.000
	17	15/11/2013 11:30						0.000
	18	15/11/2013 23:30		0.221				0.000
	19	16/11/2013 11:30						0.000
	20	16/11/2013 23:30						0.000
	21	17/11/2013 11:30						0.000
	22	17/11/2013 23:30		0.349				0.000
	23	18/11/2013 11:30						0.000
	24	18/11/2013 23:30						0.000
Relève 8	1	19/11/2013 12:30						0.000
	2	20/11/2013 01:30		0.291				0.000
	3	20/11/2013 14:30						0.000
	4	21/11/2013 03:30						0.000
	5	21/11/2013 16:30						0.000
	6	22/11/2013 05:30		0.313				0.000
	7	22/11/2013 18:30						0.000
	8	23/11/2013 07:30						0.000
	9	23/11/2013 20:30						0.000
	10	24/11/2013 09:30		0.453		négatif	négatif	0.000
	11	24/11/2013 22:30						0.000
	12	25/11/2013 11:30						0.000
	13	26/11/2013 00:30						0.000
	14	26/11/2013 13:30		0.151				0.000
	15	27/11/2013 02:30						0.000
	16	27/11/2013 15:30						0.000
	17	28/11/2013 04:30						0.000
	18	28/11/2013 17:30		0.354				0.000
	19	29/11/2013 06:30						0.000
	20	29/11/2013 19:30						0.000
	21	30/11/2013 08:30						0.000
	22	30/11/2013 21:30		0.402				0.000
	23	01/12/2013 10:30						0.000
	24	01/12/2013 23:30						0.000
Relève 9	1	02/12/2013 13:00						0.000
	2	03/12/2013 03:00		0.272				0.000
	3	03/12/2013 17:00						0.000
	4	04/12/2013 07:00						0.000
	5	04/12/2013 21:00						0.000
	6	05/12/2013 11:00		0.445				0.000
	7	06/12/2013 01:00						0.000
	8	06/12/2013 15:00						0.000
	9	07/12/2013 05:00						0.000
	10	07/12/2013 19:00		0.251				0.000
	11	08/12/2013 09:00						0.000
	12	08/12/2013 23:00						0.000
	13	09/12/2013 13:00						0.000
	14	10/12/2013 03:00		0.485		négatif	négatif	0.000
	15	10/12/2013 17:00						0.000
	16	11/12/2013 07:00						0.000
	17	11/12/2013 21:00						0.000
	18	12/12/2013 11:00		0.297				0.000
	19	13/12/2013 01:00						0.000
	20	13/12/2013 15:00						0.000
	21	14/12/2013 05:00						0.000
	22	14/12/2013 19:00		0.572		négatif	négatif	0.000
	23	15/12/2013 09:00						0.000
	24	15/12/2013 23:00						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source Durécu**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 13:00						0.000
	2	17/12/2013 13:00		0.372				0.000
	3	18/12/2013 13:00						0.000
	4	19/12/2013 13:00						0.000
	5	20/12/2013 13:00						0.000
	6	21/12/2013 13:00		0.397				0.000
	7	22/12/2013 13:00						0.000
	8	23/12/2013 13:00						0.000
	9	24/12/2013 13:00						0.000
	10	25/12/2013 13:00						0.000
	11	26/12/2013 13:00		0.391				0.000
	12	27/12/2013 13:00						0.000
	13	28/12/2013 13:00						0.000
	14	29/12/2013 13:00		0.436		négatif	négatif	0.000
	15	30/12/2013 13:00						0.000
	16	31/12/2013 13:00						0.000
	17	01/01/2014 13:00						0.000
	18	02/01/2014 13:00		0.371				0.000
	19	03/01/2014 13:00						0.000
	20	04/01/2014 13:00						0.000
	21	05/01/2014 13:00						0.000
	22	06/01/2014 13:00		0.287				0.000
	23	07/01/2014 13:00						
	24	08/01/2014 13:00						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source de la lézarde**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

35 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
Relève 2	1	09/10/2013 15:00		0.716		négatif	négatif	0.000
	2	09/10/2013 17:00						0.000
	3	09/10/2013 19:00						0.000
	4	09/10/2013 21:00						0.000
	5	09/10/2013 23:00						0.000
	6	10/10/2013 01:00		0.591				0.000
	7	10/10/2013 03:00						0.000
	8	10/10/2013 05:00						0.000
	9	10/10/2013 07:00						0.000
	10	10/10/2013 09:00						0.000
	11	10/10/2013 11:00						0.000
	12	10/10/2013 13:00		0.607				0.000
	13	10/10/2013 15:00						0.000
	14	10/10/2013 17:00						0.000
	15	10/10/2013 19:00						0.000
	16	10/10/2013 21:00						0.000
	17	10/10/2013 23:00						0.000
	18	11/10/2013 01:00		0.713		négatif	négatif	0.000
	19	11/10/2013 03:00						0.000
	20	11/10/2013 05:00						0.000
	21	11/10/2013 07:00						0.000
	22	11/10/2013 09:00						0.000
	23	11/10/2013 11:00						0.000
	24	11/10/2013 13:00		0.552				0.000
Relève 3	1	11/10/2013 15:00						
	2	11/10/2013 18:00						
	3	11/10/2013 21:00						
	4	12/10/2013 00:00						
	5	12/10/2013 03:00						
	6	12/10/2013 06:00						
	7	12/10/2013 09:00						
	8	12/10/2013 12:00						
	9	12/10/2013 15:00						
	10	12/10/2013 18:00						
	11	12/10/2013 21:00						
	12	13/10/2013 00:00						
	13	13/10/2013 03:00						
	14	13/10/2013 06:00						
	15	13/10/2013 09:00						
	16	13/10/2013 12:00						
	17	13/10/2013 15:00						
	18	13/10/2013 18:00						
	19	13/10/2013 21:00						
	20	14/10/2013 00:00						
	21	14/10/2013 03:00						
	22	14/10/2013 06:00						
	23	14/10/2013 09:00						
	24	14/10/2013 12:00						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source de la lézarde**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

35 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	Préleveur renversé et emporté par la crue						
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
Relève 5	1	Récupération ,vérification et nettoyage préleveur						
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
Relève 6	1	24/10/2013 18:10						0.000
	2	25/10/2013 08:10		0.540				0.000
	3	25/10/2013 22:10						0.000
	4	26/10/2013 12:10						0.000
	5	27/10/2013 02:10						0.000
	6	27/10/2013 16:10		0.617		négatif	négatif	0.000
	7	28/10/2013 06:10						0.000
	8	28/10/2013 20:10						0.000
	9	29/10/2013 10:10						0.000
	10	30/10/2013 00:10		0.448				0.000
	11	30/10/2013 14:10						0.000
	12	31/10/2013 04:10						0.000
	13	31/10/2013 18:10						0.000
	14	01/11/2013 08:10		0.384				0.000
	15	01/11/2013 22:10						0.000
	16	02/11/2013 12:10						0.000
	17	03/11/2013 02:10						0.000
	18	03/11/2013 16:10		0.467				0.000
	19	04/11/2013 06:10						0.000
	20	04/11/2013 20:10						0.000
	21	05/11/2013 10:10						0.000
	22	06/11/2013 00:10		0.536				0.000
	23	06/11/2013 14:10						0.000
	24	07/11/2013 04:10						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source de la lézarde**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

35 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 17:30						0.000
	2	08/11/2013 05:30		0.438				0.000
	3	08/11/2013 17:30						0.000
	4	09/11/2013 05:30						0.000
	5	09/11/2013 17:30						0.000
	6	10/11/2013 05:30		0.480				0.000
	7	10/11/2013 17:30						0.000
	8	11/11/2013 05:30						0.000
	9	11/11/2013 17:30						0.000
	10	12/11/2013 05:30		0.399				0.000
	11	12/11/2013 17:30						0.000
	12	13/11/2013 05:30						0.000
	13	13/11/2013 17:30						0.000
	14	14/11/2013 05:30		0.503				0.000
	15	14/11/2013 17:30						0.000
	16	15/11/2013 05:30						0.000
	17	15/11/2013 17:30						0.000
	18	16/11/2013 05:30		0.466				0.000
	19	16/11/2013 17:30						0.000
	20	17/11/2013 05:30						0.000
	21	17/11/2013 17:30						0.000
	22	18/11/2013 05:30		0.499				0.000
	23	18/11/2013 17:30						0.000
	24	19/11/2013 05:30						0.000
Relève 8	1	19/11/2013 14:00						0.000
	2	20/11/2013 03:00		0.428				0.000
	3	20/11/2013 16:00						0.000
	4	21/11/2013 05:00						0.000
	5	21/11/2013 18:00						0.000
	6	22/11/2013 07:00		0.480				0.000
	7	22/11/2013 20:00						0.000
	8	23/11/2013 09:00						0.000
	9	23/11/2013 22:00						0.000
	10	24/11/2013 11:00		0.425				0.000
	11	25/11/2013 00:00						0.000
	12	25/11/2013 13:00						0.000
	13	26/11/2013 02:00						0.000
	14	26/11/2013 15:00		0.629		négatif	négatif	0.000
	15	27/11/2013 04:00						0.000
	16	27/11/2013 17:00						0.000
	17	28/11/2013 06:00						0.000
	18	28/11/2013 19:00		0.530				0.000
	19	29/11/2013 08:00						0.000
	20	29/11/2013 21:00						0.000
	21	30/11/2013 10:00						0.000
	22	30/11/2013 23:00		0.482				0.000
	23	01/12/2013 12:00						0.000
	24	02/12/2013 01:00						0.000
Relève 9	1	02/12/2013 14:30						0.000
	2	03/12/2013 04:30		0.512				0.000
	3	03/12/2013 18:30						0.000
	4	04/12/2013 08:30						0.000
	5	04/12/2013 22:30						0.000
	6	05/12/2013 12:30		0.569				0.000
	7	06/12/2013 02:30						0.000
	8	06/12/2013 16:30						0.000
	9	07/12/2013 06:30						0.000
	10	07/12/2013 20:30		0.480				0.000
	11	08/12/2013 10:30						0.000
	12	09/12/2013 00:30						0.000
	13	09/12/2013 14:30						0.000
	14	10/12/2013 04:30		0.631		négatif	négatif	0.000
	15	10/12/2013 18:30						0.000
	16	11/12/2013 08:30						0.000
	17	11/12/2013 22:30						0.000
	18	12/12/2013 12:30		0.481				0.000
	19	13/12/2013 02:30						0.000
	20	13/12/2013 16:30						0.000
	21	14/12/2013 06:30						0.000
	22	14/12/2013 20:30		0.530				0.000
	23	15/12/2013 10:30						0.000
	24	16/12/2013 00:30						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source de la lézarde**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

35 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 14:30						0.000
	2	17/12/2013 14:30		0.500		négatif	négatif	0.000
	3	18/12/2013 14:30						0.000
	4	19/12/2013 14:30						0.000
	5	20/12/2013 14:30						0.000
	6	21/12/2013 14:30		0.396				0.000
	7	22/12/2013 14:30						0.000
	8	23/12/2013 14:30						0.000
	9	24/12/2013 14:30						0.000
	10	25/12/2013 14:30		0.606				0.000
	11	26/12/2013 14:30						0.000
	12	27/12/2013 14:30						0.000
	13	28/12/2013 14:30						0.000
	14	29/12/2013 14:30		0.336				0.000
	15	30/12/2013 14:30						0.000
	16	31/12/2013 14:30						0.000
	17	01/01/2014 14:30						0.000
	18	02/01/2014 14:30		0.468		négatif	négatif	0.000
	19	03/01/2014 14:30						0.000
	20	04/01/2014 14:30						0.000
	21	05/01/2014 14:30						0.000
	22	06/01/2014 14:30		0.467				0.000
	23	07/01/2014 14:30						
	24	08/01/2014 14:30						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source des Pruniers**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 11:00		0.739				0.000
	2	08/10/2013 12:00						0.000
	3	08/10/2013 13:00						0.000
	4	08/10/2013 14:00						0.000
	5	08/10/2013 15:00						0.000
	6	08/10/2013 16:00						0.000
	7	08/10/2013 17:00						0.000
	8	08/10/2013 18:00						0.000
	9	08/10/2013 19:00						0.000
	10	08/10/2013 20:00						0.000
	11	08/10/2013 21:00						0.000
	12	08/10/2013 22:00		0.695				0.000
	13	08/10/2013 23:00						0.000
	14	09/10/2013 00:00						0.000
	15	09/10/2013 01:00						0.000
	16	09/10/2013 02:00						0.000
	17	09/10/2013 03:00						0.000
	18	09/10/2013 04:00						0.000
	19	09/10/2013 05:00						0.000
	20	09/10/2013 06:00						0.000
	21	09/10/2013 07:00						0.000
	22	09/10/2013 08:00						0.000
	23	09/10/2013 09:00						0.000
	24	09/10/2013 10:00						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 12:00		0.724				0.000
	2	09/10/2013 14:00						0.000
	3	09/10/2013 16:00						0.000
	4	09/10/2013 18:00						0.000
	5	09/10/2013 20:00						0.000
	6	09/10/2013 22:00		0.794				0.000
	7	10/10/2013 00:00						0.000
	8	10/10/2013 02:00						0.000
	9	10/10/2013 04:00						0.000
	10	10/10/2013 06:00						0.000
	11	10/10/2013 08:00						0.000
	12	10/10/2013 10:00		0.883		négatif	négatif	0.000
	13	10/10/2013 12:00						0.000
	14	10/10/2013 14:00						0.000
	15	10/10/2013 16:00						0.000
	16	10/10/2013 18:00						0.000
	17	10/10/2013 20:00						0.000
	18	10/10/2013 22:00		0.728				0.000
	19	11/10/2013 00:00						0.000
	20	11/10/2013 02:00						0.000
	21	11/10/2013 04:00						0.000
	22	11/10/2013 06:00						0.000
	23	11/10/2013 08:00						0.000
	24	11/10/2013 10:00		0.845				0.000
Relève 3	1	11/10/2013 12:00		0.746				0.000
	2	11/10/2013 15:00						0.000
	3	11/10/2013 18:00						0.000
	4	11/10/2013 21:00						0.000
	5	12/10/2013 00:00						0.000
	6	12/10/2013 03:00		0.965		négatif	négatif	0.000
	7	12/10/2013 06:00						0.000
	8	12/10/2013 09:00						0.000
	9	12/10/2013 12:00						0.000
	10	12/10/2013 15:00						0.000
	11	12/10/2013 18:00						0.000
	12	12/10/2013 21:00		0.616				0.000
	13	13/10/2013 00:00						0.000
	14	13/10/2013 03:00						0.000
	15	13/10/2013 06:00						0.000
	16	13/10/2013 09:00						0.000
	17	13/10/2013 12:00						0.000
	18	13/10/2013 15:00		0.687				0.000
	19	13/10/2013 18:00						0.000
	20	13/10/2013 21:00						0.000
	21	14/10/2013 00:00						0.000
	22	14/10/2013 03:00						0.000
	23	14/10/2013 06:00						0.000
	24	14/10/2013 09:00		0.728				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source des Pruniers**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 12:00		0.695				0.000
	2	14/10/2013 16:00						0.000
	3	14/10/2013 20:00						0.000
	4	15/10/2013 00:00						0.000
	5	15/10/2013 04:00						0.000
	6	15/10/2013 08:00		0.804				0.000
	7	15/10/2013 12:00						0.000
	8	15/10/2013 16:00						0.000
	9	15/10/2013 20:00						0.000
	10	16/10/2013 00:00						0.000
	11	16/10/2013 04:00						0.000
	12	16/10/2013 08:00		0.705				0.000
	13	16/10/2013 12:00						0.000
	14	16/10/2013 16:00						0.000
	15	16/10/2013 20:00						0.000
	16	17/10/2013 00:00						0.000
	17	17/10/2013 04:00						0.000
	18	17/10/2013 08:00		0.971		négatif	négatif	0.000
	19	17/10/2013 12:00						0.000
	20	17/10/2013 16:00						0.000
	21	17/10/2013 20:00						0.000
	22	18/10/2013 00:00						0.000
	23	18/10/2013 04:00						0.000
	24	18/10/2013 08:00		0.766				0.000
Relève 5	1	18/10/2013 12:00		0.989		négatif	négatif	0.000
	2	18/10/2013 18:00						0.000
	3	19/10/2013 00:00						0.000
	4	19/10/2013 06:00						0.000
	5	19/10/2013 12:00						0.000
	6	19/10/2013 18:00		0.753				0.000
	7	20/10/2013 00:00						0.000
	8	20/10/2013 06:00						0.000
	9	20/10/2013 12:00						0.000
	10	20/10/2013 18:00						0.000
	11	21/10/2013 00:00						0.000
	12	21/10/2013 06:00		0.677				0.000
	13	21/10/2013 12:00						0.000
	14	21/10/2013 18:00						0.000
	15	22/10/2013 00:00						0.000
	16	22/10/2013 06:00						0.000
	17	22/10/2013 12:00						0.000
	18	22/10/2013 18:00		0.722		négatif	négatif	0.000
	19	23/10/2013 00:00						0.000
	20	23/10/2013 06:00						0.000
	21	23/10/2013 12:00		0.711				0.000
	22	23/10/2013 18:00						0.000
	23	24/10/2013 00:00						0.000
	24	24/10/2013 06:00		0.705				0.000
Relève 6	1	24/10/2013 11:10		0.621				0.000
	2	25/10/2013 01:10						0.000
	3	25/10/2013 15:10						0.000
	4	26/10/2013 05:10						0.000
	5	26/10/2013 19:10		0.637				0.000
	6	27/10/2013 09:10						0.000
	7	27/10/2013 23:10						0.000
	8	28/10/2013 13:10						0.000
	9	29/10/2013 03:10		0.823				0.000
	10	29/10/2013 17:10						0.000
	11	30/10/2013 07:10						0.000
	12	30/10/2013 21:10						0.000
	13	31/10/2013 11:10		0.706				0.000
	14	01/11/2013 01:10						0.000
	15	01/11/2013 15:10						0.000
	16	02/11/2013 05:10						0.000
	17	02/11/2013 19:10		0.948		négatif	négatif	0.000
	18	03/11/2013 09:10						0.000
	19	03/11/2013 23:10						0.000
	20	04/11/2013 13:10						0.000
	21	05/11/2013 03:10		0.792				0.000
	22	05/11/2013 17:10						0.000
	23	06/11/2013 07:10						0.000
	24	06/11/2013 21:10						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source des Pruniers**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 10:35						0.000
	2	07/11/2013 22:35		0.526				0.000
	3	08/11/2013 10:35						0.000
	4	08/11/2013 22:35						0.000
	5	09/11/2013 10:35						0.000
	6	09/11/2013 22:35		0.509				0.000
	7	10/11/2013 10:35						0.000
	8	10/11/2013 22:35						0.000
	9	11/11/2013 10:35						0.000
	10	11/11/2013 22:35		0.375				0.000
	11	12/11/2013 10:35						0.000
	12	12/11/2013 22:35						0.000
	13	13/11/2013 10:35						0.000
	14	13/11/2013 22:35		0.556				0.000
	15	14/11/2013 10:35						0.000
	16	14/11/2013 22:35						0.000
	17	15/11/2013 10:35						0.000
	18	15/11/2013 22:35		0.615		négatif	négatif	0.000
	19	16/11/2013 10:35						0.000
	20	16/11/2013 22:35						0.000
	21	17/11/2013 10:35						0.000
	22	17/11/2013 22:35		0.425				0.000
	23	18/11/2013 10:35						0.000
	24	18/11/2013 22:35						0.000
Relève 8	1	19/11/2013 12:00						0.000
	2	20/11/2013 01:00		0.536				0.000
	3	20/11/2013 14:00						0.000
	4	21/11/2013 03:00						0.000
	5	21/11/2013 16:00						0.000
	6	22/11/2013 05:00		0.545				0.000
	7	22/11/2013 18:00						0.000
	8	23/11/2013 07:00						0.000
	9	23/11/2013 20:00						0.000
	10	24/11/2013 09:00		0.566				0.000
	11	24/11/2013 22:00						0.000
	12	25/11/2013 11:00						0.000
	13	26/11/2013 00:00						0.000
	14	26/11/2013 13:00		0.562				0.000
	15	27/11/2013 02:00						0.000
	16	27/11/2013 15:00						0.000
	17	28/11/2013 04:00						0.000
	18	28/11/2013 17:00		0.682		négatif	négatif	0.000
	19	29/11/2013 06:00						0.000
	20	29/11/2013 19:00						0.000
	21	30/11/2013 08:00						0.000
	22	30/11/2013 21:00		0.398				0.000
	23	01/12/2013 10:00						0.000
	24	01/12/2013 23:00						0.000
Relève 9	1	02/12/2013 12:00						0.000
	2	03/12/2013 02:00		0.468				0.000
	3	03/12/2013 16:00						0.000
	4	04/12/2013 06:00						0.000
	5	04/12/2013 20:00						0.000
	6	05/12/2013 10:00		0.61		négatif	négatif	0.000
	7	06/12/2013 00:00						0.000
	8	06/12/2013 14:00						0.000
	9	07/12/2013 04:00						0.000
	10	07/12/2013 18:00		0.508				0.000
	11	08/12/2013 08:00						0.000
	12	08/12/2013 22:00						0.000
	13	09/12/2013 12:00						0.000
	14	10/12/2013 02:00		0.447				0.000
	15	10/12/2013 16:00						0.000
	16	11/12/2013 06:00						0.000
	17	11/12/2013 20:00						0.000
	18	12/12/2013 10:00		0.454				0.000
	19	13/12/2013 00:00						0.000
	20	13/12/2013 14:00						0.000
	21	14/12/2013 04:00						0.000
	22	14/12/2013 18:00		0.434				0.000
	23	15/12/2013 08:00						0.000
	24	15/12/2013 22:00						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source des Pruniers**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

53 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 12:00						0.000
	2	17/12/2013 12:00		0.441				0.000
	3	18/12/2013 12:00						0.000
	4	19/12/2013 12:00						0.000
	5	20/12/2013 12:00						0.000
	6	21/12/2013 12:00		0.569		négatif	négatif	0.000
	7	22/12/2013 12:00						0.000
	8	23/12/2013 12:00						0.000
	9	24/12/2013 12:00						0.000
	10	25/12/2013 12:00		0.367				0.000
	11	26/12/2013 12:00						0.000
	12	27/12/2013 12:00						0.000
	13	28/12/2013 12:00						0.000
	14	29/12/2013 12:00		0.506				0.000
	15	30/12/2013 12:00						0.000
	16	31/12/2013 12:00						0.000
	17	01/01/2014 12:00						0.000
	18	02/01/2014 12:00		0.49				0.000
	19	03/01/2014 12:00						0.000
	20	04/01/2014 12:00						0.000
	21	05/01/2014 12:00						0.000
	22	06/01/2014 12:00		0.548				0.000
	23	07/01/2014 12:00						
	24	08/01/2014 12:00						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source du Catillon**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

54 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 10:30		0.662				0.000
	2	08/10/2013 11:30						0.000
	3	08/10/2013 12:30						0.000
	4	08/10/2013 13:30						0.000
	5	08/10/2013 14:30						0.000
	6	08/10/2013 15:30						0.000
	7	08/10/2013 16:30						0.000
	8	08/10/2013 17:30						0.000
	9	08/10/2013 18:30						0.000
	10	08/10/2013 19:30						0.000
	11	08/10/2013 20:30						0.000
	12	08/10/2013 21:30		0.759				0.000
	13	08/10/2013 22:30						0.000
	14	08/10/2013 23:30						0.000
	15	09/10/2013 00:30						0.000
	16	09/10/2013 01:30						0.000
	17	09/10/2013 02:30						0.000
	18	09/10/2013 03:30						0.000
	19	09/10/2013 04:30						0.000
	20	09/10/2013 05:30						0.000
	21	09/10/2013 06:30						0.000
	22	09/10/2013 07:30						0.000
	23	09/10/2013 08:30						0.000
	24	09/10/2013 09:30						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 11:30		0.832		négatif	négatif	0.000
	2	09/10/2013 13:30						0.000
	3	09/10/2013 15:30						0.000
	4	09/10/2013 17:30						0.000
	5	09/10/2013 19:30						0.000
	6	09/10/2013 21:30		0.761				0.000
	7	09/10/2013 23:30						0.000
	8	10/10/2013 01:30						0.000
	9	10/10/2013 03:30						0.000
	10	10/10/2013 05:30						0.000
	11	10/10/2013 07:30						0.000
	12	10/10/2013 09:30		0.741				0.000
	13	10/10/2013 11:30						0.000
	14	10/10/2013 13:30						0.000
	15	10/10/2013 15:30						0.000
	16	10/10/2013 17:30						0.000
	17	10/10/2013 19:30						0.000
	18	10/10/2013 21:30		0.623				0.000
	19	10/10/2013 23:30						0.000
	20	11/10/2013 01:30						0.000
	21	11/10/2013 03:30						0.000
	22	11/10/2013 05:30						0.000
	23	11/10/2013 07:30						0.000
	24	11/10/2013 09:30		0.640				0.000
Relève 3	1	11/10/2013 11:30		0.840				0.000
	2	11/10/2013 14:30						0.000
	3	11/10/2013 17:30						0.000
	4	11/10/2013 20:30						0.000
	5	11/10/2013 23:30						0.000
	6	12/10/2013 02:30		0.717				0.000
	7	12/10/2013 05:30						0.000
	8	12/10/2013 08:30						0.000
	9	12/10/2013 11:30						0.000
	10	12/10/2013 14:30						0.000
	11	12/10/2013 17:30						0.000
	12	12/10/2013 20:30		0.737				0.000
	13	12/10/2013 23:30						0.000
	14	13/10/2013 02:30						0.000
	15	13/10/2013 05:30						0.000
	16	13/10/2013 08:30						0.000
	17	13/10/2013 11:30						0.000
	18	13/10/2013 14:30		0.725				0.000
	19	13/10/2013 17:30						0.000
	20	13/10/2013 20:30						0.000
	21	13/10/2013 23:30						0.000
	22	14/10/2013 02:30						0.000
	23	14/10/2013 05:30						0.000
	24	14/10/2013 08:30		0.771				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source du Catillon**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

54 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 11:30		0.851				0.000
	2	14/10/2013 15:30						0.000
	3	14/10/2013 19:30						0.000
	4	14/10/2013 23:30						0.000
	5	15/10/2013 03:30						0.000
	6	15/10/2013 07:30		0.923				0.000
	7	15/10/2013 11:30						0.000
	8	15/10/2013 15:30						0.000
	9	15/10/2013 19:30						0.000
	10	15/10/2013 23:30						0.000
	11	16/10/2013 03:30						0.000
	12	16/10/2013 07:30		0.964		négatif	négatif	0.000
	13	16/10/2013 11:30						0.000
	14	16/10/2013 15:30						0.000
	15	16/10/2013 19:30						0.000
	16	16/10/2013 23:30						0.000
	17	17/10/2013 03:30						0.000
	18	17/10/2013 07:30		0.788				0.000
	19	17/10/2013 11:30						0.000
	20	17/10/2013 15:30						0.000
	21	17/10/2013 19:30		0.058				0.000
	22	17/10/2013 23:30						0.000
	23	18/10/2013 03:30						0.000
	24	18/10/2013 07:30		0.172				0.000
Relève 5	1	18/10/2013 11:30		0.105				0.000
	2	18/10/2013 17:30						0.000
	3	18/10/2013 23:30						0.000
	4	19/10/2013 05:30						0.000
	5	19/10/2013 11:30						0.000
	6	19/10/2013 17:30		0.05				0.000
	7	19/10/2013 23:30						0.000
	8	20/10/2013 05:30						0.000
	9	20/10/2013 11:30						0.000
	10	20/10/2013 17:30						0.000
	11	20/10/2013 23:30						0.000
	12	21/10/2013 05:30		0.215				0.000
	13	21/10/2013 11:30						0.000
	14	21/10/2013 17:30						0.000
	15	21/10/2013 23:30						0.000
	16	22/10/2013 05:30						0.000
	17	22/10/2013 11:30						0.000
	18	22/10/2013 17:30		0.058				0.000
	19	22/10/2013 23:30						0.000
	20	23/10/2013 05:30						0.000
	21	23/10/2013 11:30		0.115				0.000
	22	23/10/2013 17:30						0.000
	23	23/10/2013 23:30						0.000
	24	24/10/2013 05:30		0.179				0.000
Relève 6	1	24/10/2013 10:30						0.000
	2	25/10/2013 00:30		0.311		négatif	négatif	0.000
	3	25/10/2013 14:30						0.000
	4	26/10/2013 04:30						0.000
	5	26/10/2013 18:30						0.000
	6	27/10/2013 08:30		0.153				0.000
	7	27/10/2013 22:30						0.000
	8	28/10/2013 12:30						0.000
	9	29/10/2013 02:30						0.000
	10	29/10/2013 16:30		0.273				0.000
	11	30/10/2013 06:30						0.000
	12	30/10/2013 20:30						0.000
	13	31/10/2013 10:30						0.000
	14	01/11/2013 00:30		0.194				0.000
	15	01/11/2013 14:30						0.000
	16	02/11/2013 04:30						0.000
	17	02/11/2013 18:30						0.000
	18	03/11/2013 08:30		0.283				0.000
	19	03/11/2013 22:30						0.000
	20	04/11/2013 12:30						0.000
	21	05/11/2013 02:30						0.000
	22	05/11/2013 16:30		0.268				0.000
	23	06/11/2013 06:30						0.000
	24	06/11/2013 20:30						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source du Catillon**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

54 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 09:50						0.000
	2	07/11/2013 21:50		0.339				0.000
	3	08/11/2013 09:50						0.000
	4	08/11/2013 21:50						0.000
	5	09/11/2013 09:50						0.000
	6	09/11/2013 21:50		0.162				0.000
	7	10/11/2013 09:50						0.000
	8	10/11/2013 21:50						0.000
	9	11/11/2013 09:50						0.000
	10	11/11/2013 21:50		0.367		négatif	négatif	0.000
	11	12/11/2013 09:50						0.000
	12	12/11/2013 21:50						0.000
	13	13/11/2013 09:50						0.000
	14	13/11/2013 21:50		0.264				0.000
	15	14/11/2013 09:50						0.000
	16	14/11/2013 21:50						0.000
	17	15/11/2013 09:50						0.000
	18	15/11/2013 21:50		0.269				0.000
	19	16/11/2013 09:50						0.000
	20	16/11/2013 21:50						0.000
	21	17/11/2013 09:50						0.000
	22	17/11/2013 21:50		0.323				0.000
	23	18/11/2013 09:50						0.000
	24	18/11/2013 21:50						0.000
Relève 8	1	19/11/2013 11:30						0.000
	2	20/11/2013 00:30		0.399				0.000
	3	20/11/2013 13:30						0.000
	4	21/11/2013 02:30						0.000
	5	21/11/2013 15:30						0.000
	6	22/11/2013 04:30		0.317				0.000
	7	22/11/2013 17:30						0.000
	8	23/11/2013 06:30						0.000
	9	23/11/2013 19:30						0.000
	10	24/11/2013 08:30		0.266				0.000
	11	24/11/2013 21:30						0.000
	12	25/11/2013 10:30						0.000
	13	25/11/2013 23:30						0.000
	14	26/11/2013 12:30		0.353				0.000
	15	27/11/2013 01:30						0.000
	16	27/11/2013 14:30						0.000
	17	28/11/2013 03:30						0.000
	18	28/11/2013 16:30		0.375				0.000
	19	29/11/2013 05:30						0.000
	20	29/11/2013 18:30						0.000
	21	30/11/2013 07:30						0.000
	22	30/11/2013 20:30		0.454		négatif	négatif	0.000
	23	01/12/2013 09:30						0.000
	24	01/12/2013 22:30						0.000
Relève 9	1	02/12/2013 11:30						0.000
	2	03/12/2013 01:30		0.436				0.000
	3	03/12/2013 15:30						0.000
	4	04/12/2013 05:30						0.000
	5	04/12/2013 19:30						0.000
	6	05/12/2013 09:30		0.371				0.000
	7	05/12/2013 23:30						0.000
	8	06/12/2013 13:30						0.000
	9	07/12/2013 03:30						0.000
	10	07/12/2013 17:30		0.421				0.000
	11	08/12/2013 07:30						0.000
	12	08/12/2013 21:30						0.000
	13	09/12/2013 11:30						0.000
	14	10/12/2013 01:30		0.386				0.000
	15	10/12/2013 15:30						0.000
	16	11/12/2013 05:30						0.000
	17	11/12/2013 19:30						0.000
	18	12/12/2013 09:30		0.515		négatif	négatif	0.000
	19	12/12/2013 23:30						0.000
	20	13/12/2013 13:30						0.000
	21	14/12/2013 03:30						0.000
	22	14/12/2013 17:30		0.321				0.000
	23	15/12/2013 07:30						0.000
	24	15/12/2013 21:30						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Sulforhodamine B

Masse injectée 10,8 kg

Lieu de prélèvement **Source du Catillon**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

54 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 11:30						0.000
	2	17/12/2013 11:30		0.357				0.000
	3	18/12/2013 11:30						0.000
	4	19/12/2013 11:30						0.000
	5	20/12/2013 11:30						0.000
	6	21/12/2013 11:30		0.71		négatif	négatif	0.000
	7	22/12/2013 11:30						0.000
	8	23/12/2013 11:30						0.000
	9	24/12/2013 11:30						0.000
	10	25/12/2013 11:30		0.544				0.000
	11	26/12/2013 11:30						0.000
	12	27/12/2013 11:30						0.000
	13	28/12/2013 11:30						0.000
	14	29/12/2013 11:30		0.445				0.000
	15	30/12/2013 11:30						0.000
	16	31/12/2013 11:30						0.000
	17	01/01/2014 11:30						0.000
	18	02/01/2014 11:30		0.474				0.000
	19	03/01/2014 11:30						0.000
	20	04/01/2014 11:30						0.000
	21	05/01/2014 11:30						0.000
	22	06/01/2014 11:30		0.484				0.000
	23	07/01/2014 11:30						
	24	08/01/2014 11:30						

ANNEXE 5 :

URANINE: RESULTATS DES ANALYSES CETRAHE

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Source des Pruniers**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

66 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 11:00		0.241				0.000
	2	08/10/2013 12:00						0.000
	3	08/10/2013 13:00						0.000
	4	08/10/2013 14:00						0.000
	5	08/10/2013 15:00						0.000
	6	08/10/2013 16:00						0.000
	7	08/10/2013 17:00						0.000
	8	08/10/2013 18:00						0.000
	9	08/10/2013 19:00						0.000
	10	08/10/2013 20:00						0.000
	11	08/10/2013 21:00						0.000
	12	08/10/2013 22:00						0.000
	13	08/10/2013 23:00						0.000
	14	09/10/2013 00:00						0.000
	15	09/10/2013 01:00						0.000
	16	09/10/2013 02:00						0.000
	17	09/10/2013 03:00						0.000
	18	09/10/2013 04:00						0.000
	19	09/10/2013 05:00						0.000
	20	09/10/2013 06:00						0.000
	21	09/10/2013 07:00						0.000
	22	09/10/2013 08:00						0.000
	23	09/10/2013 09:00						0.000
	24	09/10/2013 10:00						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 12:00		0.242				0.000
	2	09/10/2013 14:00						0.000
	3	09/10/2013 16:00						0.000
	4	09/10/2013 18:00						0.000
	5	09/10/2013 20:00						0.000
	6	09/10/2013 22:00						0.000
	7	10/10/2013 00:00						0.000
	8	10/10/2013 02:00						0.000
	9	10/10/2013 04:00						0.000
	10	10/10/2013 06:00						0.000
	11	10/10/2013 08:00						0.000
	12	10/10/2013 10:00		0.248				0.000
	13	10/10/2013 12:00						0.000
	14	10/10/2013 14:00						0.000
	15	10/10/2013 16:00						0.000
	16	10/10/2013 18:00						0.000
	17	10/10/2013 20:00						0.000
	18	10/10/2013 22:00						0.000
	19	11/10/2013 00:00						0.000
	20	11/10/2013 02:00						0.000
	21	11/10/2013 04:00						0.000
	22	11/10/2013 06:00						0.000
	23	11/10/2013 08:00						0.000
	24	11/10/2013 10:00						0.000
Relève 3	1	11/10/2013 12:00		0.251		négatif	négatif	0.000
	2	11/10/2013 15:00						0.000
	3	11/10/2013 18:00						0.000
	4	11/10/2013 21:00						0.000
	5	12/10/2013 00:00		0.241				0.000
	6	12/10/2013 03:00						0.000
	7	12/10/2013 06:00						0.000
	8	12/10/2013 09:00						0.000
	9	12/10/2013 12:00		0.242				0.000
	10	12/10/2013 15:00						0.000
	11	12/10/2013 18:00						0.000
	12	12/10/2013 21:00						0.000
	13	13/10/2013 00:00		0.235				0.000
	14	13/10/2013 03:00						0.000
	15	13/10/2013 06:00		0.243				0.000
	16	13/10/2013 09:00		0.243				0.000
	17	13/10/2013 12:00		0.244				0.000
	18	13/10/2013 15:00		0.239				0.000
	19	13/10/2013 18:00		0.247				0.000
	20	13/10/2013 21:00		0.244				0.000
	21	14/10/2013 00:00		0.253				0.000
	22	14/10/2013 03:00		0.250				0.000
	23	14/10/2013 06:00		0.246				0.000
	24	14/10/2013 09:00		0.254		négatif	négatif	0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Source des Pruniers**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

66 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 12:00		0.249				0.000
	2	14/10/2013 16:00						0.000
	3	14/10/2013 20:00						0.000
	4	15/10/2013 00:00						0.000
	5	15/10/2013 04:00		0.251				0.000
	6	15/10/2013 08:00						0.000
	7	15/10/2013 12:00						0.000
	8	15/10/2013 16:00						0.000
	9	15/10/2013 20:00		0.245				0.000
	10	16/10/2013 00:00						0.000
	11	16/10/2013 04:00						0.000
	12	16/10/2013 08:00						0.000
	13	16/10/2013 12:00		0.252				0.000
	14	16/10/2013 16:00						0.000
	15	16/10/2013 20:00						0.000
	16	17/10/2013 00:00						0.000
	17	17/10/2013 04:00		0.243				0.000
	18	17/10/2013 08:00						0.000
	19	17/10/2013 12:00						0.000
	20	17/10/2013 16:00						0.000
	21	17/10/2013 20:00		0.245				0.000
	22	18/10/2013 00:00						0.000
	23	18/10/2013 04:00		0.241				0.000
	24	18/10/2013 08:00						0.000
Relève 5	1	18/10/2013 12:00		0.244				0.000
	2	18/10/2013 18:00						0.000
	3	19/10/2013 00:00		0.255				0.000
	4	19/10/2013 06:00						0.000
	5	19/10/2013 12:00		0.255				0.000
	6	19/10/2013 18:00						0.000
	7	20/10/2013 00:00		0.264				0.000
	8	20/10/2013 06:00						0.000
	9	20/10/2013 12:00		0.265				0.000
	10	20/10/2013 18:00						0.000
	11	21/10/2013 00:00		0.262				0.000
	12	21/10/2013 06:00						0.000
	13	21/10/2013 12:00		0.256				0.000
	14	21/10/2013 18:00						0.000
	15	22/10/2013 00:00		0.251				0.000
	16	22/10/2013 06:00						0.000
	17	22/10/2013 12:00		0.249				0.000
	18	22/10/2013 18:00						0.000
	19	23/10/2013 00:00		0.237				0.000
	20	23/10/2013 06:00						0.000
	21	23/10/2013 12:00		0.254		négatif	négatif	0.000
	22	23/10/2013 18:00						0.000
	23	24/10/2013 00:00		0.258				0.000
	24	24/10/2013 06:00						0.000
Relève 6	1	24/10/2013 11:10		0.266				0.000
	2	25/10/2013 01:10						0.000
	3	25/10/2013 15:10						0.000
	4	26/10/2013 05:10						0.000
	5	26/10/2013 19:10		0.268				0.000
	6	27/10/2013 09:10						0.000
	7	27/10/2013 23:10						0.000
	8	28/10/2013 13:10						0.000
	9	29/10/2013 03:10		0.262				0.000
	10	29/10/2013 17:10						0.000
	11	30/10/2013 07:10						0.000
	12	30/10/2013 21:10						0.000
	13	31/10/2013 11:10		0.265				0.000
	14	01/11/2013 01:10						0.000
	15	01/11/2013 15:10						0.000
	16	02/11/2013 05:10						0.000
	17	02/11/2013 19:10		0.280		négatif	négatif	0.000
	18	03/11/2013 09:10						0.000
	19	03/11/2013 23:10						0.000
	20	04/11/2013 13:10						0.000
	21	05/11/2013 03:10		0.290				0.000
	22	05/11/2013 17:10						0.000
	23	06/11/2013 07:10				négatif	négatif	0.000
	24	06/11/2013 21:10						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Source des Pruniers**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

66 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 10:35						0.000
	2	07/11/2013 22:35		0.271				0.000
	3	08/11/2013 10:35						0.000
	4	08/11/2013 22:35						0.000
	5	09/11/2013 10:35						0.000
	6	09/11/2013 22:35		0.275				0.000
	7	10/11/2013 10:35						0.000
	8	10/11/2013 22:35						0.000
	9	11/11/2013 10:35						0.000
	10	11/11/2013 22:35		0.286				0.000
	11	12/11/2013 10:35						0.000
	12	12/11/2013 22:35						0.000
	13	13/11/2013 10:35						0.000
	14	13/11/2013 22:35		0.290		négatif	négatif	0.000
	15	14/11/2013 10:35				négatif	négatif	0.000
	16	14/11/2013 22:35						0.000
	17	15/11/2013 10:35						0.000
	18	15/11/2013 22:35		0.285				0.000
	19	16/11/2013 10:35						0.000
	20	16/11/2013 22:35						0.000
	21	17/11/2013 10:35						0.000
	22	17/11/2013 22:35		0.281				0.000
	23	18/11/2013 10:35						0.000
	24	18/11/2013 22:35						0.000
Relève 8	1	19/11/2013 12:00						0.000
	2	20/11/2013 01:00		0.277				0.000
	3	20/11/2013 14:00						0.000
	4	21/11/2013 03:00						0.000
	5	21/11/2013 16:00						0.000
	6	22/11/2013 05:00		0.286				0.000
	7	22/11/2013 18:00						0.000
	8	23/11/2013 07:00						0.000
	9	23/11/2013 20:00						0.000
	10	24/11/2013 09:00		0.290		négatif	négatif	0.000
	11	24/11/2013 22:00						0.000
	12	25/11/2013 11:00						0.000
	13	26/11/2013 00:00						0.000
	14	26/11/2013 13:00		0.285				0.000
	15	27/11/2013 02:00						0.000
	16	27/11/2013 15:00						0.000
	17	28/11/2013 04:00						0.000
	18	28/11/2013 17:00		0.281				0.000
	19	29/11/2013 06:00						0.000
	20	29/11/2013 19:00						0.000
	21	30/11/2013 08:00						0.000
	22	30/11/2013 21:00		0.27				0.000
	23	01/12/2013 10:00						0.000
	24	01/12/2013 23:00						0.000
Relève 9	1	02/12/2013 12:00						0.000
	2	03/12/2013 02:00		0.285				0.000
	3	03/12/2013 16:00						0.000
	4	04/12/2013 06:00						0.000
	5	04/12/2013 20:00						0.000
	6	05/12/2013 10:00		0.269				0.000
	7	06/12/2013 00:00						0.000
	8	06/12/2013 14:00						0.000
	9	07/12/2013 04:00						0.000
	10	07/12/2013 18:00		0.28				0.000
	11	08/12/2013 08:00						0.000
	12	08/12/2013 22:00						0.000
	13	09/12/2013 12:00						0.000
	14	10/12/2013 02:00		0.266				0.000
	15	10/12/2013 16:00						0.000
	16	11/12/2013 06:00						0.000
	17	11/12/2013 20:00						0.000
	18	12/12/2013 10:00		0.286		négatif	négatif	0.000
	19	13/12/2013 00:00						0.000
	20	13/12/2013 14:00						0.000
	21	14/12/2013 04:00						0.000
	22	14/12/2013 18:00		0.281				0.000
	23	15/12/2013 08:00						0.000
	24	15/12/2013 22:00						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Source des Pruniers**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

66 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 12:00						0.000
	2	17/12/2013 12:00		0.280				0.000
	3	18/12/2013 12:00						0.000
	4	19/12/2013 12:00						0.000
	5	20/12/2013 12:00						0.000
	6	21/12/2013 12:00		0.281				0.000
	7	22/12/2013 12:00						0.000
	8	23/12/2013 12:00						0.000
	9	24/12/2013 12:00						0.000
	10	25/12/2013 12:00		0.276				0.000
	11	26/12/2013 12:00						0.000
	12	27/12/2013 12:00				négatif	négatif	0.000
	13	28/12/2013 12:00				négatif	négatif	0.000
	14	29/12/2013 12:00		0.283		négatif	négatif	0.000
	15	30/12/2013 12:00				négatif	négatif	0.000
	16	31/12/2013 12:00						0.000
	17	01/01/2014 12:00						0.000
	18	02/01/2014 12:00		0.283				0.000
	19	03/01/2014 12:00						0.000
	20	04/01/2014 12:00						0.000
	21	05/01/2014 12:00						0.000
	22	06/01/2014 12:00		0.267				
	23	07/01/2014 12:00						
	24	08/01/2014 12:00						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Grande source et Petite source**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

73 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 11:30		0.247				0.000
	2	08/10/2013 12:30						0.000
	3	08/10/2013 13:30						0.000
	4	08/10/2013 14:30						0.000
	5	08/10/2013 15:30						0.000
	6	08/10/2013 16:30						0.000
	7	08/10/2013 17:30						0.000
	8	08/10/2013 18:30						0.000
	9	08/10/2013 19:30						0.000
	10	08/10/2013 20:30						0.000
	11	08/10/2013 21:30						0.000
	12	08/10/2013 22:30						0.000
	13	08/10/2013 23:30						0.000
	14	09/10/2013 00:30						0.000
	15	09/10/2013 01:30						0.000
	16	09/10/2013 02:30						0.000
	17	09/10/2013 03:30						0.000
	18	09/10/2013 04:30						0.000
	19	09/10/2013 05:30						0.000
	20	09/10/2013 06:30						0.000
	21	09/10/2013 07:30						0.000
	22	09/10/2013 08:30						0.000
	23	09/10/2013 09:30						0.000
	24	09/10/2013 10:30						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 12:00		0.250				0.000
	2	09/10/2013 14:00						0.000
	3	09/10/2013 16:00						0.000
	4	09/10/2013 18:00						0.000
	5	09/10/2013 20:00						0.000
	6	09/10/2013 22:00						0.000
	7	10/10/2013 00:00						0.000
	8	10/10/2013 02:00						0.000
	9	10/10/2013 04:00						0.000
	10	10/10/2013 06:00						0.000
	11	10/10/2013 08:00						0.000
	12	10/10/2013 10:00		0.237				0.000
	13	10/10/2013 12:00						0.000
	14	10/10/2013 14:00						0.000
	15	10/10/2013 16:00						0.000
	16	10/10/2013 18:00						0.000
	17	10/10/2013 20:00						0.000
	18	10/10/2013 22:00						0.000
	19	11/10/2013 00:00						0.000
	20	11/10/2013 02:00						0.000
	21	11/10/2013 04:00						0.000
	22	11/10/2013 06:00						0.000
	23	11/10/2013 08:00						0.000
	24	11/10/2013 10:00						0.000
Relève 3	1	11/10/2013 12:00		0.240				0.000
	2	11/10/2013 15:00						0.000
	3	11/10/2013 18:00						0.000
	4	11/10/2013 21:00						0.000
	5	12/10/2013 00:00		0.246				0.000
	6	12/10/2013 03:00						0.000
	7	12/10/2013 06:00						0.000
	8	12/10/2013 09:00						0.000
	9	12/10/2013 12:00		0.240				0.000
	10	12/10/2013 15:00						0.000
	11	12/10/2013 18:00						0.000
	12	12/10/2013 21:00						0.000
	13	13/10/2013 00:00		0.245				0.000
	14	13/10/2013 03:00						0.000
	15	13/10/2013 06:00		0.238				0.000
	16	13/10/2013 09:00		0.247				0.000
	17	13/10/2013 12:00		0.241				0.000
	18	13/10/2013 15:00		0.259		négatif	négatif	0.000
	19	13/10/2013 18:00		0.245				0.000
	20	13/10/2013 21:00		0.259				0.000
	21	14/10/2013 00:00		0.247				0.000
	22	14/10/2013 03:00		0.252				0.000
	23	14/10/2013 06:00		0.253				0.000
	24	14/10/2013 09:00		0.241				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Grande source et Petite source**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

73 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 12:00		0.25				0.000
	2	14/10/2013 16:00						0.000
	3	14/10/2013 20:00						0.000
	4	15/10/2013 00:00						0.000
	5	15/10/2013 04:00		0.259				0.000
	6	15/10/2013 08:00						0.000
	7	15/10/2013 12:00						0.000
	8	15/10/2013 16:00						0.000
	9	15/10/2013 20:00		0.255				0.000
	10	16/10/2013 00:00						0.000
	11	16/10/2013 04:00						0.000
	12	16/10/2013 08:00						0.000
	13	16/10/2013 12:00		0.264				0.000
	14	16/10/2013 16:00						0.000
	15	16/10/2013 20:00						0.000
	16	17/10/2013 00:00						0.000
	17	17/10/2013 04:00		0.272				0.000
	18	17/10/2013 08:00						0.000
	19	17/10/2013 12:00						0.000
	20	17/10/2013 16:00						0.000
	21	17/10/2013 20:00		0.276		négatif	négatif	0.000
	22	18/10/2013 00:00				négatif	négatif	0.000
	23	18/10/2013 04:00		0.277		positif très faible	positif très faible	0.001
	24	18/10/2013 08:00		0.28		positif très faible	positif très faible	0.004
Relève 5	1	18/10/2013 12:00		0.282		positif faible	positif faible	0.006
	2	18/10/2013 18:00						
	3	19/10/2013 00:00		0.292		positif	positif	0.016
	4	19/10/2013 06:00						
	5	19/10/2013 12:00		0.313				0.037
	6	19/10/2013 18:00						
	7	20/10/2013 00:00		0.296				0.02
	8	20/10/2013 06:00						
	9	20/10/2013 12:00		0.314				0.038
	10	20/10/2013 18:00						
	11	21/10/2013 00:00		0.319				0.043
	12	21/10/2013 06:00						
	13	21/10/2013 12:00		0.349				0.073
	14	21/10/2013 18:00						
	15	22/10/2013 00:00		0.338				0.062
	16	22/10/2013 06:00						
	17	22/10/2013 12:00		0.345				0.069
	18	22/10/2013 18:00						
	19	23/10/2013 00:00		0.338				0.062
	20	23/10/2013 06:00						
	21	23/10/2013 12:00		0.37				0.094
	22	23/10/2013 18:00						
	23	24/10/2013 00:00		0.346				0.07
	24	24/10/2013 06:00						
Relève 6	1	24/10/2013 11:40		0.383	0.369			0.093
	2	25/10/2013 01:40						
	3	25/10/2013 15:40		0.395	0.381			0.105
	4	26/10/2013 05:40						
	5	26/10/2013 19:40		0.436	0.422			0.146
	6	27/10/2013 09:40						
	7	27/10/2013 23:40		0.44	0.426			0.15
	8	28/10/2013 13:40						
	9	29/10/2013 03:40		0.436	0.422			0.146
	10	29/10/2013 17:40						
	11	30/10/2013 07:40		0.458	0.444			0.168
	12	30/10/2013 21:40						
	13	31/10/2013 11:40		0.457	0.443			0.167
	14	01/11/2013 01:40						
	15	01/11/2013 15:40		0.47	0.456			0.18
	16	02/11/2013 05:40						
	17	02/11/2013 19:40		0.473	0.459			0.183
	18	03/11/2013 09:40						
	19	03/11/2013 23:40		0.484	0.47			0.194
	20	04/11/2013 13:40						
	21	05/11/2013 03:40		0.474	0.46			0.184
	22	05/11/2013 17:40						
	23	06/11/2013 07:40		0.481	0.467			0.191
	24	06/11/2013 21:40						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Grande source et Petite source**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

73 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 11:00		0.482	0.468			0.192
	2	07/11/2013 23:00						
	3	08/11/2013 11:00						
	4	08/11/2013 23:00						
	5	09/11/2013 11:00		0.486	0.472			0.196
	6	09/11/2013 23:00						
	7	10/11/2013 11:00						
	8	10/11/2013 23:00						
	9	11/11/2013 11:00		0.496	0.482			0.206
	10	11/11/2013 23:00						
	11	12/11/2013 11:00						
	12	12/11/2013 23:00						
	13	13/11/2013 11:00		0.496	0.482			0.206
	14	13/11/2013 23:00						
	15	14/11/2013 11:00						
	16	14/11/2013 23:00						
	17	15/11/2013 11:00		0.491	0.477			0.201
	18	15/11/2013 23:00						
	19	16/11/2013 11:00						
	20	16/11/2013 23:00						
	21	17/11/2013 11:00		0.474	0.46			0.184
	22	17/11/2013 23:00						
	23	18/11/2013 11:00						
	24	18/11/2013 23:00						
Relève 8	1	19/11/2013 12:00		0.467	0.453			0.177
	2	20/11/2013 01:00						
	3	20/11/2013 14:00						
	4	21/11/2013 03:00						
	5	21/11/2013 16:00		0.474	0.46			0.184
	6	22/11/2013 05:00						
	7	22/11/2013 18:00						
	8	23/11/2013 07:00						
	9	23/11/2013 20:00		0.481	0.467			0.191
	10	24/11/2013 09:00						
	11	24/11/2013 22:00						
	12	25/11/2013 11:00						
	13	26/11/2013 00:00		0.491	0.477			0.201
	14	26/11/2013 13:00						
	15	27/11/2013 02:00						
	16	27/11/2013 15:00						
	17	28/11/2013 04:00		0.462	0.448			0.172
	18	28/11/2013 17:00						
	19	29/11/2013 06:00						
	20	29/11/2013 19:00						
	21	30/11/2013 08:00		0.457	0.443			0.167
	22	30/11/2013 21:00						
	23	01/12/2013 10:00						
	24	01/12/2013 23:00						
Relève 9	1	02/12/2013 12:30		0.473	0.459			0.183
	2	03/12/2013 02:30						
	3	03/12/2013 16:30						
	4	04/12/2013 06:30						
	5	04/12/2013 20:30		0.461	0.447			0.171
	6	05/12/2013 10:30						
	7	06/12/2013 00:30						
	8	06/12/2013 14:30						
	9	07/12/2013 04:30		0.487	0.473			0.197
	10	07/12/2013 18:30						
	11	08/12/2013 08:30						
	12	08/12/2013 22:30						
	13	09/12/2013 12:30		0.457	0.443			0.167
	14	10/12/2013 02:30						
	15	10/12/2013 16:30						
	16	11/12/2013 06:30						
	17	11/12/2013 20:30		0.462	0.448			0.172
	18	12/12/2013 10:30						
	19	13/12/2013 00:30						
	20	13/12/2013 14:30						
	21	14/12/2013 04:30		0.465	0.451			0.175
	22	14/12/2013 18:30						
	23	15/12/2013 08:30						
	24	15/12/2013 22:30						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Grande source et Petite source**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

73 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 12:30		0.466	0.452			0.176
	2	17/12/2013 12:30						
	3	18/12/2013 12:30						
	4	19/12/2013 12:30						
	5	20/12/2013 12:30		0.471	0.457			0.181
	6	21/12/2013 12:30						
	7	22/12/2013 12:30						
	8	23/12/2013 12:30						
	9	24/12/2013 12:30		0.419	0.405			0.129
	10	25/12/2013 12:30						
	11	26/12/2013 12:30						
	12	27/12/2013 12:30						
	13	28/12/2013 12:30		0.44	0.426			0.15
	14	29/12/2013 12:30						
	15	30/12/2013 12:30						
	16	31/12/2013 12:30						
	17	01/01/2014 12:30		0.412	0.398			0.122
	18	02/01/2014 12:30						
	19	03/01/2014 12:30						
	20	04/01/2014 12:30						
	21	05/01/2014 12:30		0.398	0.384	positif	positif	0.108
	22	06/01/2014 12:30						
	23	07/01/2014 12:30						
	24	08/01/2014 12:30						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Forage St Romain**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

107 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 13:00		0.275				0.000
	2	08/10/2013 14:00						
	3	08/10/2013 15:00						
	4	08/10/2013 16:00						
	5	08/10/2013 17:00						
	6	08/10/2013 18:00						
	7	08/10/2013 19:00						
	8	08/10/2013 20:00						
	9	08/10/2013 21:00						
	10	08/10/2013 22:00						
	11	08/10/2013 23:00						
	12	09/10/2013 00:00						
	13	09/10/2013 01:00						
	14	09/10/2013 02:00						
	15	09/10/2013 03:00						
	16	09/10/2013 04:00						
	17	09/10/2013 05:00						
	18	09/10/2013 06:00						
	19	09/10/2013 07:00						
	20	09/10/2013 08:00						
	21	09/10/2013 09:00						
	22	09/10/2013 10:00						
	23	09/10/2013 11:00						
	24	09/10/2013 12:00						
Relève 2	1	09/10/2013 14:30		0.249				0.000
	2	09/10/2013 16:30						0.000
	3	09/10/2013 18:30						0.000
	4	09/10/2013 20:30						0.000
	5	09/10/2013 22:30		0.240				0.000
	6	10/10/2013 00:30		0.249				0.000
	7	10/10/2013 02:30		0.242				0.000
	8	10/10/2013 04:30		0.244				0.000
	9	10/10/2013 06:30		0.248				0.000
	10	10/10/2013 08:30		0.242				0.000
	11	10/10/2013 10:30		0.241				0.000
	12	10/10/2013 12:30		0.258				0.000
	13	10/10/2013 14:30		0.242				0.000
	14	10/10/2013 16:30		0.238				0.000
	15	10/10/2013 18:30		0.247				0.000
	16	10/10/2013 20:30		0.249				0.000
	17	10/10/2013 22:30		0.245				0.000
	18	11/10/2013 00:30		0.245				0.000
	19	11/10/2013 02:30		0.251				0.000
	20	11/10/2013 04:30		0.236				0.000
	21	11/10/2013 06:30		0.244				0.000
	22	11/10/2013 08:30		0.234				0.000
	23	11/10/2013 10:30		0.247				0.000
	24	11/10/2013 12:30		0.261				0.000
Relève 3	1	11/10/2013 14:30		0.245				0.000
	2	11/10/2013 17:30						0.000
	3	11/10/2013 20:30						0.000
	4	11/10/2013 23:30						0.000
	5	12/10/2013 02:30		0.242				0.000
	6	12/10/2013 05:30		0.248				0.000
	7	12/10/2013 08:30						0.000
	8	12/10/2013 11:30						0.000
	9	12/10/2013 14:30		0.254				0.000
	10	12/10/2013 17:30						0.000
	11	12/10/2013 20:30						0.000
	12	12/10/2013 23:30		0.267				0.000
	13	13/10/2013 02:30		0.249				0.000
	14	13/10/2013 05:30						0.000
	15	13/10/2013 08:30						0.000
	16	13/10/2013 11:30						0.000
	17	13/10/2013 14:30		0.280		négatif	négatif	0.000
	18	13/10/2013 17:30		0.274				0.000
	19	13/10/2013 20:30						0.000
	20	13/10/2013 23:30						0.000
	21	14/10/2013 02:30		0.237				0.000
	22	14/10/2013 05:30						0.000
	23	14/10/2013 08:30						0.000
	24	14/10/2013 11:30		0.246				0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Forage St Romain**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

107 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 13:30		0.249				0.000
	2	14/10/2013 17:30						0.000
	3	14/10/2013 21:30						0.000
	4	15/10/2013 01:30						0.000
	5	15/10/2013 05:30		0.259		négatif	négatif	0.000
	6	15/10/2013 09:30		0.263		négatif	négatif	0.000
	7	15/10/2013 13:30				positif	positif	
	8	15/10/2013 17:30						0.000
	9	15/10/2013 21:30		0.316		positif	positif	0.053
	10	16/10/2013 01:30		0.281				0.018
	11	16/10/2013 05:30		0.27				0.007
	12	16/10/2013 09:30		0.268				0.005
	13	16/10/2013 13:30		0.344				0.081
	14	16/10/2013 17:30		0.292				0.029
	15	16/10/2013 21:30		0.258				0.000
	16	17/10/2013 01:30		0.27				0.007
	17	17/10/2013 05:30		0.332		positif	positif	0.069
	18	17/10/2013 09:30		0.311				0.048
	19	17/10/2013 13:30		0.383		positif	positif	0.120
	20	17/10/2013 17:30		0.492		positif	positif	0.229
	21	17/10/2013 21:30		0.468		positif	positif	0.205
	22	18/10/2013 01:30		0.319		positif	positif	0.056
	23	18/10/2013 05:30		0.376		positif	positif	0.113
	24	18/10/2013 09:30		0.266				0.003
Relève 5	1	18/10/2013 13:30		0.510	0.51			0.247
	2	18/10/2013 19:30						
	3	19/10/2013 01:30		0.282	0.28			0.021
	4	19/10/2013 07:30		0.386	0.39			0.125
	5	19/10/2013 13:30		0.403	0.41			0.142
	6	19/10/2013 19:30		0.333	0.34			0.072
	7	20/10/2013 01:30		0.326	0.33			0.065
	8	20/10/2013 07:30		0.329	0.33			0.068
	9	20/10/2013 13:30		0.496	0.50			0.235
	10	20/10/2013 19:30		0.603	0.61			0.342
	11	21/10/2013 01:30		0.340	0.34			0.079
	12	21/10/2013 07:30		0.412	0.41			0.151
	13	21/10/2013 13:30		0.489	0.49	positif	positif	0.228
	14	21/10/2013 19:30						
	15	22/10/2013 01:30		0.345	0.35			0.084
	16	22/10/2013 07:30		0.513	0.52			0.252
	17	22/10/2013 13:30						
	18	22/10/2013 19:30		0.436	0.44			0.175
	19	23/10/2013 01:30		0.354	0.36			0.093
	20	23/10/2013 07:30		0.578	0.58			0.317
	21	23/10/2013 13:30		0.381	0.38			0.120
	22	23/10/2013 19:30		0.523	0.53	positif	positif	0.262
	23	24/10/2013 01:30		0.376	0.38			0.115
	24	24/10/2013 07:30		0.750	0.75			0.489
Relève 6	1	24/10/2013 15:10		0.387	0.389			0.126
	2	25/10/2013 05:10						
	3	25/10/2013 19:10		0.462	0.464			0.201
	4	26/10/2013 09:10						
	5	26/10/2013 23:10		0.459	0.461			0.198
	6	27/10/2013 13:10						
	7	28/10/2013 03:10		0.463	0.465			0.202
	8	28/10/2013 17:10						
	9	29/10/2013 07:10		0.493	0.495			0.232
	10	29/10/2013 21:10						
	11	30/10/2013 11:10		0.498	0.500			0.237
	12	31/10/2013 01:10						
	13	31/10/2013 15:10		0.508	0.510			0.247
	14	01/11/2013 05:10						
	15	01/11/2013 19:10		0.531	0.533			0.270
	16	02/11/2013 09:10						
	17	02/11/2013 23:10		0.536	0.538			0.275
	18	03/11/2013 13:10						
	19	04/11/2013 03:10		0.515	0.517			0.254
	20	04/11/2013 17:10						
	21	05/11/2013 07:10		0.514	0.516	positif	positif	0.253
	22	05/11/2013 21:10						
	23	06/11/2013 11:10		0.541	0.543			0.280
	24	07/11/2013 01:10						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Forage St Romain**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

107 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 13:10						
	2	08/11/2013 01:10		0.596	0.619	positif	positif	0.356
	3	08/11/2013 13:10						
	4	09/11/2013 01:10						
	5	09/11/2013 13:10						
	6	10/11/2013 01:10		0.569	0.592			0.329
	7	10/11/2013 13:10						
	8	11/11/2013 01:10						
	9	11/11/2013 13:10						
	10	12/11/2013 01:10		0.555	0.578			0.315
	11	12/11/2013 13:10						
	12	13/11/2013 01:10						
	13	13/11/2013 13:10						
	14	14/11/2013 01:10		0.599	0.622			0.359
	15	14/11/2013 13:10						
	16	15/11/2013 01:10						
	17	15/11/2013 13:10						
	18	16/11/2013 01:10		0.631	0.654			0.391
	19	16/11/2013 13:10						
	20	17/11/2013 01:10						
	21	17/11/2013 13:10						
	22	18/11/2013 01:10		0.571	0.594	positif	positif	0.331
	23	18/11/2013 13:10						
	24	19/11/2013 01:10						
Relève 8	1	19/11/2013 13:30						
	2	20/11/2013 02:30		0.620	0.643			0.380
	3	20/11/2013 15:30						
	4	21/11/2013 04:30						
	5	21/11/2013 17:30						
	6	22/11/2013 06:30		0.571	0.594			0.331
	7	22/11/2013 19:30						
	8	23/11/2013 08:30						
	9	23/11/2013 21:30						
	10	24/11/2013 10:30		0.583	0.606	positif	positif	0.343
	11	24/11/2013 23:30						
	12	25/11/2013 12:30						
	13	26/11/2013 01:30						
	14	26/11/2013 14:30		0.583	0.606			0.343
	15	27/11/2013 03:30						
	16	27/11/2013 16:30						
	17	28/11/2013 05:30						
	18	28/11/2013 18:30						
	19	29/11/2013 07:30						
	20	29/11/2013 20:30						
	21	30/11/2013 09:30						
	22	30/11/2013 22:30		0.502	0.525			0.262
	23	01/12/2013 11:30						
	24	02/12/2013 00:30						
Relève 9	1	02/12/2013 14:30						
	2	03/12/2013 04:30		0.586	0.609			0.346
	3	03/12/2013 18:30						
	4	04/12/2013 08:30						
	5	04/12/2013 22:30						
	6	05/12/2013 12:30		0.552	0.575			0.312
	7	06/12/2013 02:30						
	8	06/12/2013 16:30						
	9	07/12/2013 06:30						
	10	07/12/2013 20:30		0.557	0.580			0.317
	11	08/12/2013 10:30						
	12	09/12/2013 00:30						
	13	09/12/2013 14:30						
	14	10/12/2013 04:30		0.528	0.551			0.288
	15	10/12/2013 18:30						
	16	11/12/2013 08:30						
	17	11/12/2013 22:30						
	18	12/12/2013 12:30		0.490	0.513	positif	positif	0.250
	19	13/12/2013 02:30						
	20	13/12/2013 16:30						
	21	14/12/2013 06:30						
	22	14/12/2013 20:30		0.459	0.482			0.219
	23	15/12/2013 10:30						
	24	16/12/2013 00:30						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Forage St Romain**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

107 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 14:30						
	2	17/12/2013 14:30		0.484	0.507			0.244
	3	18/12/2013 14:30						
	4	19/12/2013 14:30						
	5	20/12/2013 14:30						
	6	21/12/2013 14:30		0.481	0.504			0.241
	7	22/12/2013 14:30						
	8	23/12/2013 14:30						
	9	24/12/2013 14:30						
	10	25/12/2013 14:30		0.465	0.488	positif	positif	0.225
	11	26/12/2013 14:30						
	12	27/12/2013 14:30						
	13	28/12/2013 14:30						
	14	29/12/2013 14:30		0.417	0.440			0.177
	15	30/12/2013 14:30						
	16	31/12/2013 14:30						
	17	01/01/2014 14:30						
	18	02/01/2014 14:30		0.425	0.448			0.185
	19	03/01/2014 14:30						
	20	04/01/2014 14:30						
	21	05/01/2014 14:30						
	22	06/01/2014 14:30		0.429	0.452			0.189
	23	07/01/2014 14:30						
	24	08/01/2014 14:30				positif	positif	

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Source Durecu**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

73 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 11:30		0.252				0.000
	2	08/10/2013 12:30						0.000
	3	08/10/2013 13:30						0.000
	4	08/10/2013 14:30						0.000
	5	08/10/2013 15:30						0.000
	6	08/10/2013 16:30						0.000
	7	08/10/2013 17:30						0.000
	8	08/10/2013 18:30						0.000
	9	08/10/2013 19:30						0.000
	10	08/10/2013 20:30						0.000
	11	08/10/2013 21:30						0.000
	12	08/10/2013 22:30						0.000
	13	08/10/2013 23:30						0.000
	14	09/10/2013 00:30						0.000
	15	09/10/2013 01:30						0.000
	16	09/10/2013 02:30						0.000
	17	09/10/2013 03:30						0.000
	18	09/10/2013 04:30						0.000
	19	09/10/2013 05:30						0.000
	20	09/10/2013 06:30						0.000
	21	09/10/2013 07:30						0.000
	22	09/10/2013 08:30						0.000
	23	09/10/2013 09:30						0.000
	24	09/10/2013 10:30						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 12:30		0.239				0.000
	2	09/10/2013 14:30						0.000
	3	09/10/2013 16:30						0.000
	4	09/10/2013 18:30						0.000
	5	09/10/2013 20:30						0.000
	6	09/10/2013 22:30		0.242				0.000
	7	10/10/2013 00:30						0.000
	8	10/10/2013 02:30						0.000
	9	10/10/2013 04:30						0.000
	10	10/10/2013 06:30						0.000
	11	10/10/2013 08:30		0.247				0.000
	12	10/10/2013 10:30		0.246				0.000
	13	10/10/2013 12:30		0.251				0.000
	14	10/10/2013 14:30		0.243				0.000
	15	10/10/2013 16:30		0.242				0.000
	16	10/10/2013 18:30		0.242				0.000
	17	10/10/2013 20:30		0.236				0.000
	18	10/10/2013 22:30		0.252		négatif	négatif	0.000
	19	11/10/2013 00:30		0.239				0.000
	20	11/10/2013 02:30		0.248				0.000
	21	11/10/2013 04:30		0.248				0.000
	22	11/10/2013 06:30		0.243				0.000
	23	11/10/2013 08:30		0.242				0.000
	24	11/10/2013 10:30		0.244				0.000
Relève 3	1	11/10/2013 12:30		0.250				0.000
	2	11/10/2013 15:30						0.000
	3	11/10/2013 18:30						0.000
	4	11/10/2013 21:30						0.000
	5	12/10/2013 00:30		0.257				0.000
	6	12/10/2013 03:30						0.000
	7	12/10/2013 06:30						0.000
	8	12/10/2013 09:30						0.000
	9	12/10/2013 12:30		0.254				0.000
	10	12/10/2013 15:30						0.000
	11	12/10/2013 18:30						0.000
	12	12/10/2013 21:30						0.000
	13	13/10/2013 00:30		0.256				0.000
	14	13/10/2013 03:30						0.000
	15	13/10/2013 06:30						0.000
	16	13/10/2013 09:30						0.000
	17	13/10/2013 12:30		0.250				0.000
	18	13/10/2013 15:30						0.000
	19	13/10/2013 18:30						0.000
	20	13/10/2013 21:30						0.000
	21	14/10/2013 00:30		0.254				0.000
	22	14/10/2013 03:30						0.000
	23	14/10/2013 06:30						0.000
	24	14/10/2013 09:30						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Source Durecu**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

73 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 12:30		0.261		négatif	négatif	0.000
	2	14/10/2013 16:30						0.000
	3	14/10/2013 20:30						0.000
	4	15/10/2013 00:30						0.000
	5	15/10/2013 04:30		0.259				0.000
	6	15/10/2013 08:30						0.000
	7	15/10/2013 12:30						0.000
	8	15/10/2013 16:30						0.000
	9	15/10/2013 20:30		0.256				0.000
	10	16/10/2013 00:30						0.000
	11	16/10/2013 04:30						0.000
	12	16/10/2013 08:30						0.000
	13	16/10/2013 12:30		0.269				0.000
	14	16/10/2013 16:30						0.000
	15	16/10/2013 20:30						0.000
	16	17/10/2013 00:30						0.000
	17	17/10/2013 04:30		0.267				0.000
	18	17/10/2013 08:30						0.000
	19	17/10/2013 12:30						0.000
	20	17/10/2013 16:30						0.000
	21	17/10/2013 20:30		0.295		négatif	négatif	0.000
	22	18/10/2013 00:30						0.000
	23	18/10/2013 04:30		0.287				0.000
	24	18/10/2013 08:30						0.000
Relève 5	1	18/10/2013 12:30		0.281				0.000
	2	18/10/2013 18:30						0.000
	3	19/10/2013 00:30		0.279				0.000
	4	19/10/2013 06:30		0.292		négatif	négatif	0.000
	5	19/10/2013 12:30		0.293		négatif	négatif	0.000
	6	19/10/2013 18:30						0.000
	7	20/10/2013 00:30		0.286		négatif	négatif	0.000
	8	20/10/2013 06:30						0.000
	9	20/10/2013 12:30		0.300		négatif	négatif	0.000
	10	20/10/2013 18:30						0.000
	11	21/10/2013 00:30		0.294				0.000
	12	21/10/2013 06:30				négatif	négatif	0.000
	13	21/10/2013 12:30		0.290		négatif	négatif	0.000
	14	21/10/2013 18:30				négatif	négatif	0.000
	15	22/10/2013 00:30		0.302		positif	positif	
	16	22/10/2013 06:30						0.000
	17	22/10/2013 12:30		0.300				0.000
	18	22/10/2013 18:30						0.000
	19	23/10/2013 00:30		0.312				0.000
	20	23/10/2013 06:30				négatif	négatif	0.000
	21	23/10/2013 12:30		0.312				0.000
	22	23/10/2013 18:30				négatif	négatif	0.000
	23	24/10/2013 00:30		0.319		positif faible	positif faible	0.007
	24	24/10/2013 06:30						
Relève 6	1	24/10/2013 12:15		0.379				0.067
	2	25/10/2013 02:15						
	3	25/10/2013 16:15						
	4	26/10/2013 06:15						
	5	26/10/2013 20:15		0.411				0.099
	6	27/10/2013 10:15						
	7	28/10/2013 00:15						
	8	28/10/2013 14:15						
	9	29/10/2013 04:15		0.408				0.096
	10	29/10/2013 18:15						
	11	30/10/2013 08:15						
	12	30/10/2013 22:15						
	13	31/10/2013 12:15		0.387				0.075
	14	01/11/2013 02:15						
	15	01/11/2013 16:15						
	16	02/11/2013 06:15						
	17	02/11/2013 20:15		0.384				0.072
	18	03/11/2013 10:15						
	19	04/11/2013 00:15						
	20	04/11/2013 14:15						
	21	05/11/2013 04:15		0.376		positif	positif	0.064
	22	05/11/2013 18:15						
	23	06/11/2013 08:15						
	24	06/11/2013 22:15						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Source Durecu**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

73 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 11:30		0.365	0.356			0.044
	2	07/11/2013 23:30						
	3	08/11/2013 11:30						
	4	08/11/2013 23:30						
	5	09/11/2013 11:30		0.372	0.363			0.051
	6	09/11/2013 23:30						
	7	10/11/2013 11:30						
	8	10/11/2013 23:30						
	9	11/11/2013 11:30		0.369	0.36			0.048
	10	11/11/2013 23:30						
	11	12/11/2013 11:30						
	12	12/11/2013 23:30						
	13	13/11/2013 11:30		0.379	0.37			0.058
	14	13/11/2013 23:30						
	15	14/11/2013 11:30						
	16	14/11/2013 23:30						
	17	15/11/2013 11:30		0.348	0.339			0.027
	18	15/11/2013 23:30						
	19	16/11/2013 11:30						
	20	16/11/2013 23:30						
	21	17/11/2013 11:30		0.37	0.361			0.049
	22	17/11/2013 23:30						
	23	18/11/2013 11:30						
	24	18/11/2013 23:30						
Relève 8	1	19/11/2013 12:30		0.353	0.344			0.032
	2	20/11/2013 01:30						
	3	20/11/2013 14:30						
	4	21/11/2013 03:30						
	5	21/11/2013 16:30		0.364	0.355			0.043
	6	22/11/2013 05:30						
	7	22/11/2013 18:30						
	8	23/11/2013 07:30						
	9	23/11/2013 20:30		0.352	0.343			0.031
	10	24/11/2013 09:30						
	11	24/11/2013 22:30						
	12	25/11/2013 11:30						
	13	26/11/2013 00:30		0.341	0.332			0.02
	14	26/11/2013 13:30						
	15	27/11/2013 02:30						
	16	27/11/2013 15:30						
	17	28/11/2013 04:30		0.355	0.346			0.034
	18	28/11/2013 17:30						
	19	29/11/2013 06:30						
	20	29/11/2013 19:30						
	21	30/11/2013 08:30		0.348	0.339			0.027
	22	30/11/2013 21:30						
	23	01/12/2013 10:30						
	24	01/12/2013 23:30						
Relève 9	1	02/12/2013 13:00		0.344	0.335			0.023
	2	03/12/2013 03:00						
	3	03/12/2013 17:00						
	4	04/12/2013 07:00						
	5	04/12/2013 21:00		0.348	0.339			0.027
	6	05/12/2013 11:00						
	7	06/12/2013 01:00						
	8	06/12/2013 15:00						
	9	07/12/2013 05:00		0.34	0.331			0.019
	10	07/12/2013 19:00						
	11	08/12/2013 09:00						
	12	08/12/2013 23:00						
	13	09/12/2013 13:00		0.339	0.33			0.018
	14	10/12/2013 03:00						
	15	10/12/2013 17:00						
	16	11/12/2013 07:00						
	17	11/12/2013 21:00		0.337	0.328			0.016
	18	12/12/2013 11:00						
	19	13/12/2013 01:00						
	20	13/12/2013 15:00						
	21	14/12/2013 05:00		0.331	0.322	positif	positif	0.01
	22	14/12/2013 19:00						
	23	15/12/2013 09:00						
	24	15/12/2013 23:00						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Source Durecu**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

73 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 13:00		0.329	0.32			0.008
	2	17/12/2013 13:00						
	3	18/12/2013 13:00						
	4	19/12/2013 13:00						
	5	20/12/2013 13:00		0.331	0.322			0.01
	6	21/12/2013 13:00						
	7	22/12/2013 13:00						
	8	23/12/2013 13:00						
	9	24/12/2013 13:00		0.455	0.446			0.134
	10	25/12/2013 13:00						
	11	26/12/2013 13:00						
	12	27/12/2013 13:00						
	13	28/12/2013 13:00		0.334	0.325	positif	positif	0.013
	14	29/12/2013 13:00						
	15	30/12/2013 13:00						
	16	31/12/2013 13:00						
	17	01/01/2014 13:00		0.322	0.313	positif faible	positif faible	0.001
	18	02/01/2014 13:00						
	19	03/01/2014 13:00						
	20	04/01/2014 13:00						
	21	05/01/2014 13:00						
	22	06/01/2014 13:00		0.369	0.36	positif	positif	0.048
	23	07/01/2014 13:00						
	24	08/01/2014 13:00						

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Forage St Laurent**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

68 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 1	1	08/10/2013 14:00		0.232				0.000
	2	08/10/2013 15:00						0.000
	3	08/10/2013 16:00						0.000
	4	08/10/2013 17:00						0.000
	5	08/10/2013 18:00						0.000
	6	08/10/2013 19:00						0.000
	7	08/10/2013 20:00						0.000
	8	08/10/2013 21:00						0.000
	9	08/10/2013 22:00						0.000
	10	08/10/2013 23:00						0.000
	11	09/10/2013 00:00						0.000
	12	09/10/2013 01:00						0.000
	13	09/10/2013 02:00						0.000
	14	09/10/2013 03:00						0.000
	15	09/10/2013 04:00						0.000
	16	09/10/2013 05:00						0.000
	17	09/10/2013 06:00						0.000
	18	09/10/2013 07:00						0.000
	19	09/10/2013 08:00						0.000
	20	09/10/2013 09:00						0.000
	21	09/10/2013 10:00						0.000
	22	09/10/2013 11:00						0.000
	23	09/10/2013 12:00						0.000
	24	09/10/2013 13:00						0.000
Relève 2	1	09/10/2013 14:00		0.263				0.000
	2	09/10/2013 16:00						0.000
	3	09/10/2013 18:00						0.000
	4	09/10/2013 20:00						0.000
	5	09/10/2013 22:00		0.277		négatif	négatif	0.000
	6	10/10/2013 00:00						0.000
	7	10/10/2013 02:00						0.000
	8	10/10/2013 04:00						0.000
	9	10/10/2013 06:00		0.241				0.000
	10	10/10/2013 08:00						0.000
	11	10/10/2013 10:00						0.000
	12	10/10/2013 12:00						0.000
	13	10/10/2013 14:00		0.260				0.000
	14	10/10/2013 16:00						0.000
	15	10/10/2013 18:00						0.000
	16	10/10/2013 20:00						0.000
	17	10/10/2013 22:00		0.251				0.000
	18	11/10/2013 00:00						0.000
	19	11/10/2013 02:00						0.000
	20	11/10/2013 04:00						0.000
	21	11/10/2013 06:00		0.239				0.000
	22	11/10/2013 08:00						0.000
	23	11/10/2013 10:00						0.000
	24							0.000
Relève 3	1	11/10/2013 12:00		0.245				0.000
	2	11/10/2013 15:00						0.000
	3	11/10/2013 18:00						0.000
	4	11/10/2013 21:00						0.000
	5	12/10/2013 00:00		0.243				0.000
	6	12/10/2013 03:00						0.000
	7	12/10/2013 06:00						0.000
	8	12/10/2013 09:00						0.000
	9	12/10/2013 12:00		0.243				0.000
	10	12/10/2013 15:00						0.000
	11	12/10/2013 18:00						0.000
	12	12/10/2013 21:00						0.000
	13	13/10/2013 00:00		0.249				0.000
	14	13/10/2013 03:00						0.000
	15	13/10/2013 06:00						0.000
	16	13/10/2013 09:00						0.000
	17	13/10/2013 12:00		0.245				0.000
	18	13/10/2013 15:00						0.000
	19	13/10/2013 18:00						0.000
	20	13/10/2013 21:00						0.000
	21	14/10/2013 00:00		0.243				0.000
	22	14/10/2013 03:00						0.000
	23	14/10/2013 06:00						0.000
	24	14/10/2013 09:00						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Forage St Laurent**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

68 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 4	1	14/10/2013 13:00		0.236				0.000
	2	14/10/2013 17:00						0.000
	3	14/10/2013 21:00						0.000
	4	15/10/2013 01:00						0.000
	5	15/10/2013 05:00		0.241				0.000
	6	15/10/2013 09:00						0.000
	7	15/10/2013 13:00						0.000
	8	15/10/2013 17:00						0.000
	9	15/10/2013 21:00		0.243				0.000
	10	16/10/2013 01:00		0.242				0.000
	11	16/10/2013 05:00		0.245				0.000
	12	16/10/2013 09:00		0.248				0.000
	13	16/10/2013 13:00		0.236				0.000
	14	16/10/2013 17:00		0.25				0.000
	15	16/10/2013 21:00		0.244				0.000
	16	17/10/2013 01:00		0.254				0.000
	17	17/10/2013 05:00		0.249				0.000
	18	17/10/2013 09:00		0.252				0.000
	19	17/10/2013 13:00		0.246				0.000
	20	17/10/2013 17:00		0.245				0.000
	21	17/10/2013 21:00		0.260		négatif	négatif	0.000
	22	18/10/2013 01:00		0.248				0.000
	23	18/10/2013 05:00		0.247				0.000
	24	18/10/2013 09:00		0.248				0.000
Relève 5	1	18/10/2013 12:00		0.241				0.000
	2	18/10/2013 18:00						0.000
	3	19/10/2013 00:00						0.000
	4	19/10/2013 06:00		0.241				0.000
	5	19/10/2013 12:00						0.000
	6	19/10/2013 18:00						0.000
	7	20/10/2013 00:00		0.247				0.000
	8	20/10/2013 06:00						0.000
	9	20/10/2013 12:00						0.000
	10	20/10/2013 18:00		0.241				0.000
	11	21/10/2013 00:00						0.000
	12	21/10/2013 06:00						0.000
	13	21/10/2013 12:00		0.243				0.000
	14	21/10/2013 18:00						0.000
	15	22/10/2013 00:00						0.000
	16	22/10/2013 06:00		0.242				0.000
	17	22/10/2013 12:00						0.000
	18	22/10/2013 18:00						0.000
	19	23/10/2013 00:00		0.300		négatif	négatif	0.000
	20	23/10/2013 06:00						0.000
	21	23/10/2013 12:00						0.000
	22	23/10/2013 18:00		0.249				0.000
	23	24/10/2013 00:00						0.000
	24	24/10/2013 06:00						0.000
Relève 6	1	24/10/2013 13:20		0.242				0.000
	2	25/10/2013 03:20						0.000
	3	25/10/2013 17:20						0.000
	4	26/10/2013 07:20						0.000
	5	26/10/2013 21:20						0.000
	6	27/10/2013 11:20						0.000
	7	28/10/2013 01:20		0.251				0.000
	8	28/10/2013 15:20						0.000
	9	29/10/2013 05:20						0.000
	10	29/10/2013 19:20						0.000
	11	30/10/2013 09:20						0.000
	12	30/10/2013 23:20		0.249				0.000
	13	31/10/2013 13:20						0.000
	14	01/11/2013 03:20						0.000
	15	01/11/2013 17:20						0.000
	16	02/11/2013 07:20						0.000
	17	02/11/2013 21:20						0.000
	18	03/11/2013 11:20		0.245				0.000
	19	04/11/2013 01:20						0.000
	20	04/11/2013 15:20						0.000
	21	05/11/2013 05:20						0.000
	22	05/11/2013 19:20						0.000
	23	06/11/2013 09:20						0.000
	24	06/11/2013 23:20		0.255		négatif	négatif	0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Forage St Laurent**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

68 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 7	1	07/11/2013 12:15		0.240				0.000
	2	08/11/2013 00:15						0.000
	3	08/11/2013 12:15						0.000
	4	09/11/2013 00:15						0.000
	5	09/11/2013 12:15		0.242				0.000
	6	10/11/2013 00:15						0.000
	7	10/11/2013 12:15						0.000
	8	11/11/2013 00:15						0.000
	9	11/11/2013 12:15		0.247				0.000
	10	12/11/2013 00:15						0.000
	11	12/11/2013 12:15						0.000
	12	13/11/2013 00:15						0.000
	13	13/11/2013 12:15		0.234				0.000
	14	14/11/2013 00:15						0.000
	15	14/11/2013 12:15						0.000
	16	15/11/2013 00:15						0.000
	17	15/11/2013 12:15		0.237				0.000
	18	16/11/2013 00:15						0.000
	19	16/11/2013 12:15						0.000
	20	17/11/2013 00:15						0.000
	21	17/11/2013 12:15		0.254		négatif	négatif	0.000
	22	18/11/2013 00:15						0.000
	23	18/11/2013 12:15						0.000
	24	19/11/2013 00:15						0.000
Relève 8	1	19/11/2013 13:00		0.243				0.000
	2	20/11/2013 02:00						0.000
	3	20/11/2013 15:00						0.000
	4	21/11/2013 04:00						0.000
	5	21/11/2013 17:00		0.250				0.000
	6	22/11/2013 06:00						0.000
	7	22/11/2013 19:00						0.000
	8	23/11/2013 08:00						0.000
	9	23/11/2013 21:00		0.248				0.000
	10	24/11/2013 10:00						0.000
	11	24/11/2013 23:00						0.000
	12	25/11/2013 12:00						0.000
	13	26/11/2013 01:00		0.247				0.000
	14	26/11/2013 14:00						0.000
	15	27/11/2013 03:00						0.000
	16	27/11/2013 16:00						0.000
	17	28/11/2013 05:00		0.240				0.000
	18	28/11/2013 18:00						0.000
	19	29/11/2013 07:00						0.000
	20	29/11/2013 20:00						0.000
	21	30/11/2013 09:00		0.246				0.000
	22	30/11/2013 22:00						0.000
	23	01/12/2013 11:00						0.000
	24	02/12/2013 00:00						0.000
Relève 9	1	02/12/2013 14:00		0.254		négatif	négatif	0.000
	2	03/12/2013 04:00						0.000
	3	03/12/2013 18:00						0.000
	4	04/12/2013 08:00						0.000
	5	04/12/2013 22:00						0.000
	6	05/12/2013 12:00		0.249				0.000
	7	06/12/2013 02:00						0.000
	8	06/12/2013 16:00						0.000
	9	07/12/2013 06:00						0.000
	10	07/12/2013 20:00		0.246				0.000
	11	08/12/2013 10:00						0.000
	12	09/12/2013 00:00						0.000
	13	09/12/2013 14:00		0.252				0.000
	14	10/12/2013 04:00						0.000
	15	10/12/2013 18:00						0.000
	16	11/12/2013 08:00						0.000
	17	11/12/2013 22:00		0.255				0.000
	18	12/12/2013 12:00						0.000
	19	13/12/2013 02:00						0.000
	20	13/12/2013 16:00						0.000
	21	14/12/2013 06:00		0.244				0.000
	22	14/12/2013 20:00						0.000
	23	15/12/2013 10:00						0.000
	24	16/12/2013 00:00						0.000

IDDEA

Traçage Codah

Traceur Uranine

Masse injectée 10 kg

Lieu de prélèvement **Forage St Laurent**

UNIVERSITE D'ORLEANS

POLYTECH ORLÉANS

CETRAHE

68 analyses

N° de série	N° d'éch.	Date	Temps relatif en min	Conc. Brute en ng/mL	C°brute corrigée en ng/mL	Spectre émission	Spectre excitation	C° nette en ng/mL
Relève 10	1	16/12/2013 14:00		0.240				0.000
	2	17/12/2013 14:00						0.000
	3	18/12/2013 14:00						0.000
	4	19/12/2013 14:00						0.000
	5	20/12/2013 14:00		0.242				0.000
	6	21/12/2013 14:00						0.000
	7	22/12/2013 14:00						0.000
	8	23/12/2013 14:00						0.000
	9	24/12/2013 14:00		0.253		négatif	négatif	0.000
	10	25/12/2013 14:00						0.000
	11	26/12/2013 14:00						0.000
	12	27/12/2013 14:00						0.000
	13	28/12/2013 14:00		0.242				0.000
	14	29/12/2013 14:00						0.000
	15	30/12/2013 14:00						0.000
	16	31/12/2013 14:00						0.000
	17	01/01/2014 14:00		0.246				0.000
	18	02/01/2014 14:00						0.000
	19	03/01/2014 14:00						0.000
	20	04/01/2014 14:00						0.000
	21	05/01/2014 14:00		0.246				0.000
	22	06/01/2014 14:00						
	23	07/01/2014 14:00						
	24	08/01/2014 14:00						

ANNEXE 6 :

FICHES DE SYNTHESE DES INTERPRETATIONS

Paramètres du transit

Traçage depuis STEP ETAINHUS
Restitution au forage de Saint Romain
Injection de 10 Kg d'Uranine le 8/10/2013 à 16 h 3 min

Distance entre le point d'injection et le point de restitution : 3.2 km

Description de la courbe de restitution

Début de la restitution le 15/10/2013 à 21 h 30 min
Fin de la restitution le 6/1/2014 à 14 h 30 min
Durée de la restitution : 1985 heures
Temps minimum de transit : 173.45 heures
Vitesse maximale de transit : 18.43 m/h
Temps modal de transit : 375.45 heures
Vitesse modale de transit : 8.51 m/h
Maximum de la restitution unitaire : 0,49E-12 L-1

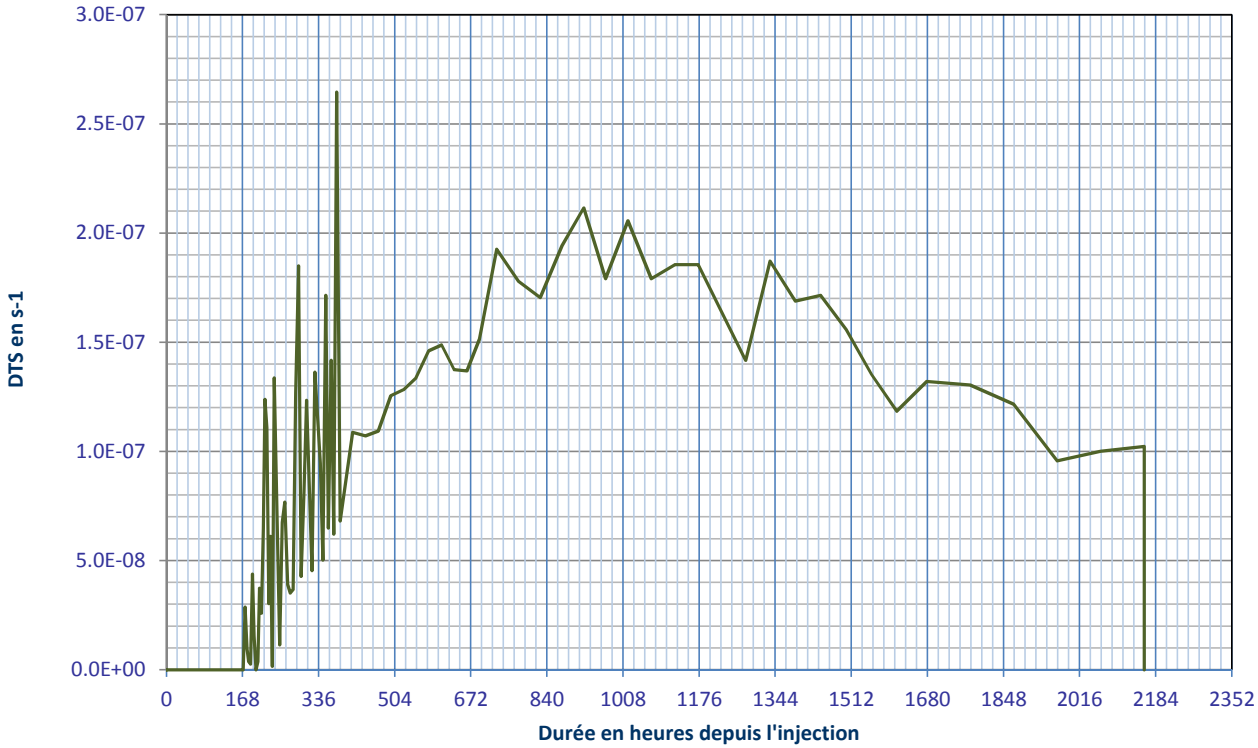
Caractéristiques de la DTS

Temps moyen de séjour : 1167.01 heures
Vitesse apparente de transit : 2.74 m/h
Vitesse moyenne de transit : 3.58 m/h
Masse de traceur restitué : 0.018 kg
Bilan de restitution : 0.18 %
Maximum de la DTS : 2.6E-07 s^{-1}

Volumes caractéristiques :

Volume avant restitution : 6244 m3
Volume pendant restitution : 71604 m3
Volume de Allen : 42012 m3
Section de Allen : 13.15 m²

Distribution des Temps de Séjour



Paramètres du transit

Traçage depuis STEP ETAINHUS

Restitution au mélange Grandes Sources Petites Sources

Injection de 10 Kg d'Uranine le 8/10/2013 à 16 h 3 min

Distance entre le point d'injection et le point de restitution : 4.79 km

Description de la courbe de restitution

Début de la restitution le 18/10/2013 à 4 h 0 min
Fin de la restitution le 5/1/2014 à 12 h 30 min
Durée de la restitution : 1904.5 heures
Temps minimum de transit : 227.95 heures
Vitesse maximale de transit : 21.02 m/h
Temps modal de transit : 810.95 heures
Vitesse modale de transit : 5.91 m/h
Maximum de la restitution unitaire : 0,21E-12 L-1

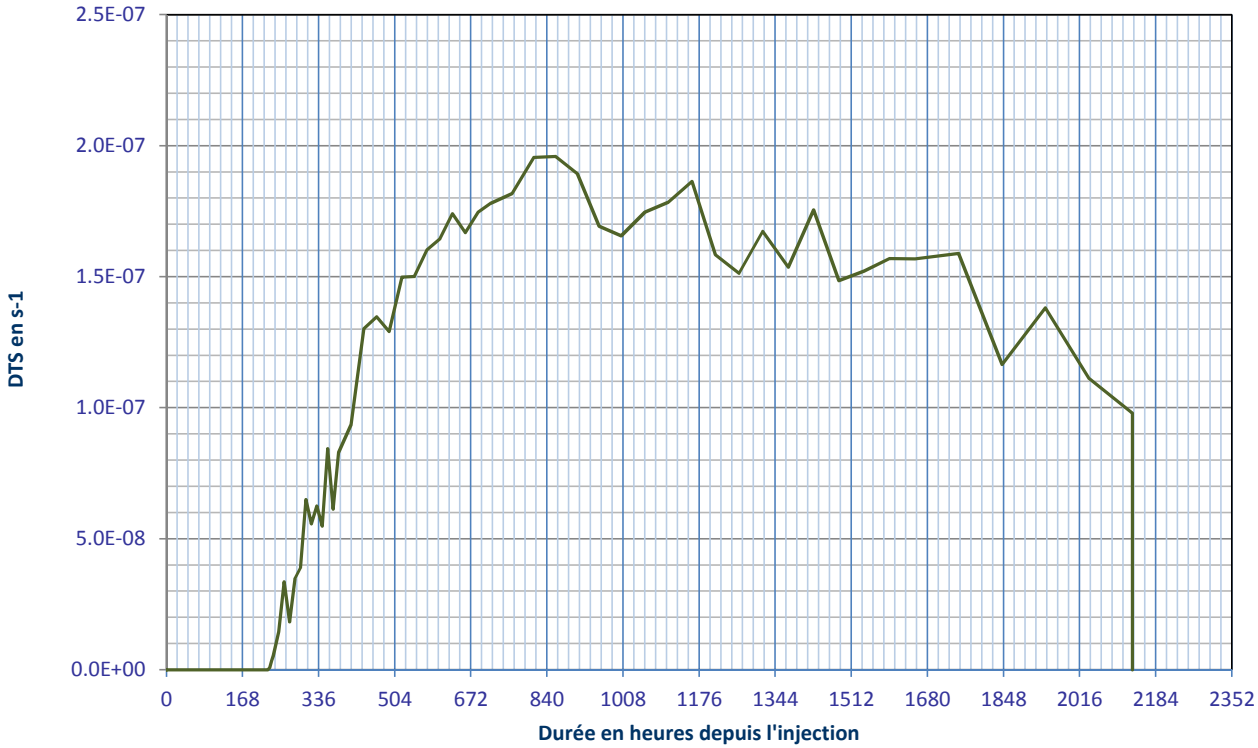
Caractéristiques de la DTS

Temps moyen de séjour : 1197.95 heures
Vitesse apparente de transit : 4 m/h
Vitesse moyenne de transit : 4.99 m/h
Masse de traceur restitué : 0.131 kg
Bilan de restitution : 1.31 %
Maximum de la DTS : 2.0E-07 s^{-1}

Volumes caractéristiques :

Volume avant restitution : 96318 m3
Volume pendant restitution : 818008 m3
Volume de Allen : 515734 m3
Section de Allen : 107.62 m²

Distribution des Temps de Séjour



Paramètres du transit

Traçage depuis STEP ETAINHUS
Restitution à la source Durecu
Injection de 10 Kg d'Uranine le 8/10/2013 à 16 h 3 min

Distance entre le point d'injection et le point de restitution : 6.1 km

Description de la courbe de restitution

Début de la restitution le 24/10/2013 à 0 h 30 min
Fin de la restitution le 6/1/2014 à 13 h 0 min
Durée de la restitution : 1788.5 heures
Temps minimum de transit : 368.45 heures
Vitesse maximale de transit : 16.56 m/h
Temps modal de transit : 1844.95 heures
Vitesse modale de transit : 3.31 m/h
Maximum de la restitution unitaire : 0,13E-12 L-1

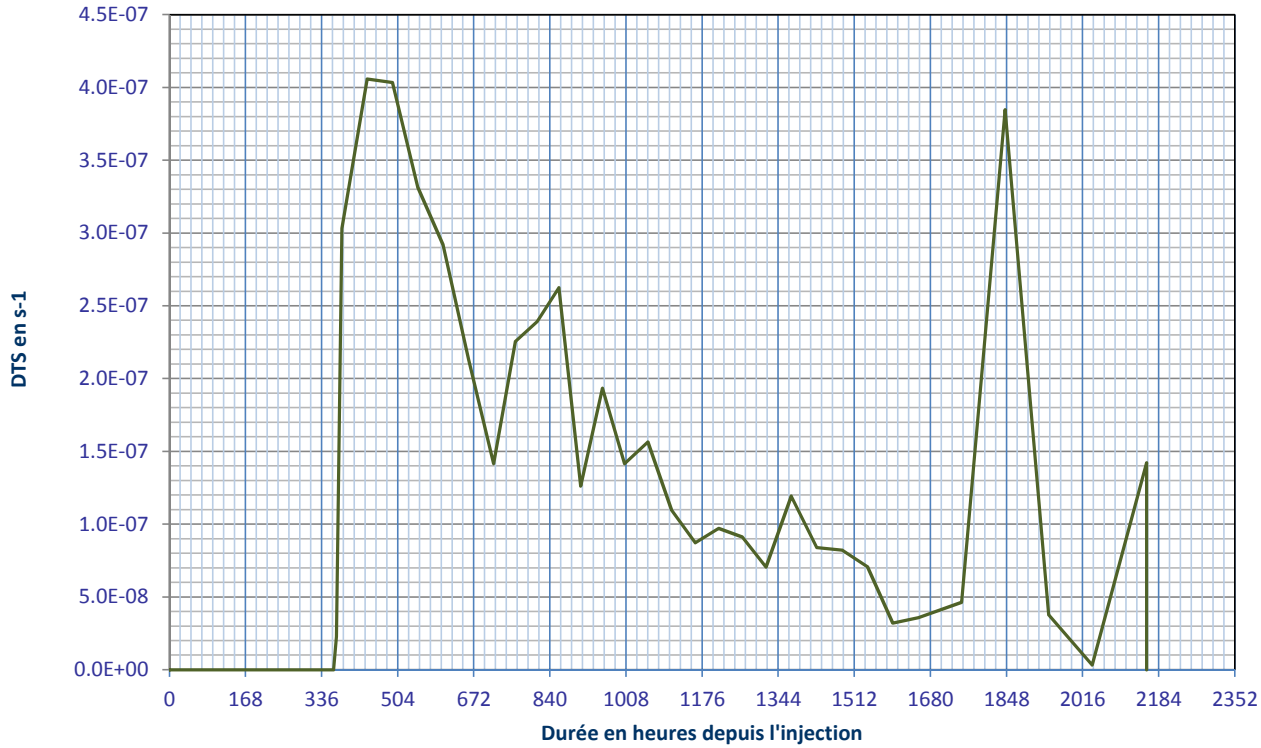
Caractéristiques de la DTS

Temps moyen de séjour : 1021.94 heures
Vitesse apparente de transit : 5.97 m/h
Vitesse moyenne de transit : 7.78 m/h
Masse de traceur restitué : 0.009 kg
Bilan de restitution : 0.09 %
Maximum de la DTS : 4.1E-07 s^{-1}

Volumes caractéristiques :

Volume avant restitution : 44244 m3
Volume pendant restitution : 217711 m3
Volume de Allen : 129722 m3
Section de Allen : 21.26 m²

Distribution des Temps de Séjour



Paramètres du transit

Traçage depuis STEP ETAINHUS
Restitution à la Source du Catillon
Injection de 10 Kg d'Uranine le 8/10/2013 à 16 h 3 min

Distance entre le point d'injection et le point de restitution : 5.31 km

Description de la courbe de restitution

Début de la restitution le 17/10/2013 à 3 h 30 min
Fin de la restitution le 5/1/2014 à 11 h 30 min
Durée de la restitution : 1928 heures
Temps minimum de transit : 203.45 heures
Vitesse maximale de transit : 26.09 m/h
Temps modal de transit : 773.78 heures
Vitesse modale de transit : 6.86 m/h
Maximum de la restitution unitaire : 0,31E-12 L-1

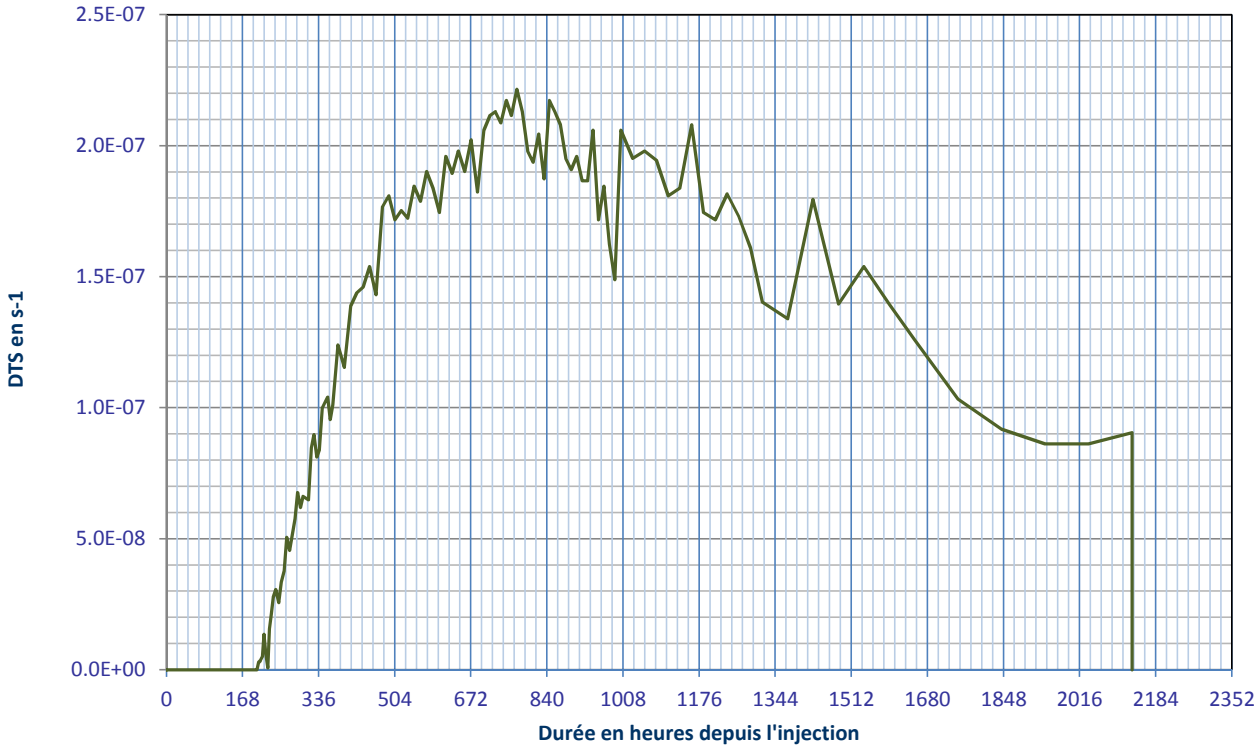
Caractéristiques de la DTS

Temps moyen de séjour : 1112.89 heures
Vitesse apparente de transit : 4.77 m/h
Vitesse moyenne de transit : 6.04 m/h
Masse de traceur restitué : 0.218 kg
Bilan de restitution : 2.18 %
Maximum de la DTS : 2.2E-07 s^{-1}

Volumes caractéristiques :

Volume avant restitution : 117155 m3
Volume pendant restitution : 1081566 m3
Volume de Allen : 626257 m3
Section de Allen : 117.96 m²

Distribution des Temps de Séjour



ANNEXE 3

COMPTE RENDU ET RESULTATS DES DIAGRAPHIES REALISEES PAR GEO-HYDRO-INVETIGATION EN 2015