SAEPA de la région de Montville

08NRE012

Aout 2011

Etude d'environnement préalable à la procédure de DUP

Phase 2 – Étude hydrogéologique

SAFEGE
Ingénieurs Conseils

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

TABLE DES MATIÈRES

1 Préambule 8

2 Caractéristiques physiques de la zone d'étude 9

2.1 Géomorphologie et topographie 9

2.2 Environnement naturel 13

2.2.1 Environnement aux abords des sites de production 13

2.2.1.1 Contexte paysager 13

2.2.1.2 Patrimoine écologique aux abords des sites de production 15

2.2.2 Environnement naturel du périmètre d'étude 19

2.3 Climatologie 21

2.3.1 Précipitations 21

2.3.2 Températures 21

2.4 Les milieux aquatiques 22

2.4.1 Présentation générale du réseau hydrographique 22

2.4.2 Hydrométrie 23

2.4.3 Réseau hydrographique secondaire 25

2.4.3.1 Émergence de la nappe 25

2.4.3.2 Jaugeage du débit du ruisseau des Sondres 26

2.4.4 Potentialité naturelle de la rivière dans la zone d'étude 29

2.4.4.1 Qualité des eaux 30

2.4.4.2 Peuplement piscicole 32

2.5 Géologie 32

2.5.1 Séries géologiques 32

2.5.2 Contexte structural 36

2.5.3 Succession lithologique au droit des sites de production 36

2.5.4 Risques de nature géologique 39

2.5.4.1 Cavités d'origine naturelle 39

2.5.4.2 Cavités d'origine artificielle – les marnières 39

2.6 Pédologie 42

2.7 Hydrogéologie 45

2.7.1 Le réservoir 45
2.7.2 Piézométrie et bassin versant hydrogéologique 46
2.7.2.1 Piézométrie 46
2.7.2.2 Circulation de la nappe et bassin piézométrique 47
2.7.3 Estimation du bassin d'alimentation des forages de Montville 49
2.7.4 Alimentation de la nappe 50
2.7.4.1 Généralités 50
2.7.4.2 Surface minimale théorique d'alimentation 51
2.7.5 Paramètres hydrodynamiques de la nappe 52
2.7.5.1 Forage des Sondres 52
2.7.5.2 Champ captant des Anglais 54
2.7.5.3 Productivité des sites d'exploitation 56
2.7.6 Données relatives au karst 58
2.7.7 Bilan de la pression de prélèvement à l'échelle du bassin versant hydrogéologique du Cailly 61
2.7.8 Qualité des eaux de la nappe 64
2.7.8.1 Le forage F1 64
2.7.8.2 Le forage F2 69
2.7.8.3 Le forage des Sondres 71
2.7.8.4 Autre suivi en cours de la qualité des eaux de la nappe 72
2.7.8.5 Analyses de première adduction – type CEE 75
2.7.8.6 Synthèse de la qualité des eaux de la nappe 76
2.8 Synthèse des éléments hydrogéologiques 76
3 Notice d'incidence des prélèvements 79
3.1 Rappels sur la demande de DUP 79
3.1.1 Objet de la Demande 80
3.1.2 Réglementation applicable 80
3.2 Rubrique visée par la nomenclature des opérations soumises à autorisation 81
3.3 Document d'incidences 82
3.3.1 Identité du pétitionnaire 83
3.3.2 Analyse de l'état initial du site et de son environnement 83
3.3.3 Effets des prélèvements sur l'environnement 83
3.3.3.1 Incidence quantitative des pompages sur la nappe 85
3.3.3.2 Incidence qualitative des pompages sur la nappe 98
3.3.3.3 Incidence du pompage sur le milieu aquatique et relation nappe-rivière 98
3.3.3.4 Incidence du pompage sur les milieux naturels 101
3.3.3.5 Synthèse des effets des prélèvements sur le milieu souterrain et l'environnement naturel 102

3.3.4 Mesures d'accompagnement et moyens de surveillance à prévoir dans le cadre du projet 103

3.3.5 Compatibilité avec les documents de planification et de gestion des ressources et du territoire 107

3.3.5.1 Risques majeurs 107

3.3.5.2 Le Code de l'Environnement 108

3.3.5.3 Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de Seine Normandie (SDAGE) et Directive Cadre de l'Eau (DCE) 108

3.3.5.4 SAGE du bassin du Cailly 110

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 2-1 : Périmètre d'étude (rappel) 10
Figure 2-2 : Hydrographie et classification des pentes du périmètre d'étude 11
Figure 2-3 : Localisation des ouvrages nivelés (site des Anglais) 12
Figure 2-4 : Territoire de prospection de l'inventaire floristique et faunistique 15
Figure 2-5 : Répartition des espèces selon leur indice de rareté (extrait de l'étude Faune – Flore) 17
Figure 2-6 : Localisation des espèces végétales patrimoniales (extrait de l'étude Faune – Flore) 18
Figure 2-7 : Espaces naturels remarquables du périmètre d'étude 20
Figure 2-8 : Schéma descriptif du contexte hydrologique proche 23
Figure 2-9 : Suivi débitmétrique du Cailly (Station de Fontaine-le-Bourg) 24
Figure 2-10 : Chronique de suivi des débits de la source du ruisseau des Sondres 27
Figure 2-11 : Comparaison des niveaux de la nappe et des niveaux de la source des Sondres 28
Figure 2-12 : Carte géologique du périmètre d'étude 35
Figure 2-13 : Plan de localisation des piézomètres (extrait du compte rendu de travaux) 38
Figure 2-14 : Coupe technique des piézomètres 38
Figure 2-15 : Coupe explicative de l'aquifère crayeux dans le contexte Haut-Normand 40
Figure 2-16 : Carte de synthèse des données relatives à l'existence de cavités souterraines dans le périmètre de l'étude 41
Figure 2-17 : Couverture pédologique du secteur d'étude (extrait de l'Atlas pédologique régional) 44
Figure 2-18 : Suivi du piézomètre départemental 77-5-99 à Fontaine-le-Bourg 46
Figure 2-19 : Carte piézométrique de la nappe de la craie (CGG) 48
Figure 2-20 : Délimitation du périmètre BAC dans le cas d'un aquifère libre (d'après BRGM 2007) 49
Figure 2-21 : Bilan hydrique du périmètre d'étude 51
Figure 2-22 : Courbe de descente de la nappe, forage des Sondres (1970) 53
Figure 2-23 : Représentation graphique des pertes de charge 57
Figure 2-24 : Carte de synthèse des opérations de traçages antérieures 60
Figure 2-25 : Chronique de suivi du niveau de la nappe au piézomètre de Rocquemont (ind. nat. 77-3-2) 63

Figure 2-26 : Évolution des concentrations de nitrates au droit du forage F1 65
Figure 2-27 : Évolution des concentrations de nitrates au droit du forage F2 69
Figure 2-28 : Évolution des concentrations de nitrates du forage des Sondres..... 71
Figure 2-29 : Résultat du suivi Tétrachloroéthylène + Trichloroéthylène sur le forage F2 des Anglais 74
Figure 2-30 : Résultat du suivi Tétrachloroéthylène + Trichloroéthylène sur le forage des Sondres 74
Figure 2-31 : Résultat du suivi Tétrachloroéthylène + Trichloroéthylène sur le forage F1 des Anglais 75
Figure 3-2 : Points suivis lors du pompage d'essai de longue durée 85
Figure 3-3 : Prélèvement au droit du forage Legrand lors des pompages d'essai du site Les Anglais 88
Figure 3-4 : Suivi du pompage d'essai sur le champ captant des Anglais à Montville... 89
Figure 3-5 : Représentation de la zone d'appel et de la zone d'influence..... 90
Figure 3-6 : Zone d'influence et zone d'appel des sites de production (Méthode Wyssling) 95
Figure 3-7 : Carte interprétative des rabattements de la nappe après 72h de pompage 96
Figure 3-8 : Suivi du débit des Sondres pendant les essais..... 101
Figure 3-1 : Solutions envisageables pour protéger la ressource et pérenniser l'alimentation en eau potable (issue du SAGE du Cailly, livret n°2) 111

Tableau 2-1 : Nivellement des ouvrages des sites de production 12
Tableau 2-2 : Pluies statistiques 21
Tableau 2-3 : Caractéristiques des rivières 22
Tableau 2-4 : Débits caractéristiques du Cailly et de la Clérette 23
Tableau 2-5 : Qualité physico-chimique des eaux du Cailly 31
Tableau 2-6 : Coupes lithologiques relevées au droit des piézomètres 37
Tableau 2-7 : Synthèse des données relatives aux pompages d'essai de 1960 54
Tableau 2-8 : Conditions de réalisation du pompage d'essai de longue durée 55
Tableau 2-9 : Calcul des pertes de charge 56
Tableau 2-10 : Synthèse des données relatives à des opérations de traçage 59
Tableau 2-11 : Synthèse des résultats de traçages anciens (BRGM) 59
Tableau 2-12 : Récapitulatif des prélèvements anthropiques identifiés sur le bassin d'alimentation du Cailly 62
Tableau 3-1 : rubriques de la nomenclature 81
Tableau 3-2 : Identification du pétitionnaire 83
Tableau 3-3 : Synthèse des rabattements observés au cours de l'essai 86
Tableau 3-4 : Calcul des isochrones par la méthode de Wyssling (site de production des Anglais) 93
Tableau 3-5 : Calcul des isochrones par la méthode de Wyssling (site de production des Sondres) 94

Photographie 2-1 : Le Cailly à hauteur du site des Anglais 25
Photographie 2-2 et Photographie 2-3 : Contexte d'installation de la sonde de débit .. 26

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 **Bibliographie**

Annexe 2 **Coupes géologiques et techniques des forages de production**

Annexe 3 **Rapport de pompages d'essai sur le forage des Sondres à Montville et avis de l'Hydrogéolgue agréé**

Annexe 4 **Interprétations du pompage de longue durée**

Annexe 5 **Résultats des Analyses complètes des eaux de nappe des forages F1 et F2 du site des Anglais**

Annexe 6 **Rapport d'expertise Faune - Flore**

Annexe 7 **Données relatives à la création des deux piézomètres**

Annexe 8 **Avis d'Hydrogéologue agréé – Ouverture d'une carrière de matériaux alluvionnaires et création d'un plan d'eau de loisirs**

1

Préambule

Le syndicat d'eau de la Région de Montville souhaite entamer la procédure de Déclaration d'Utilité Publique des points d'eau de Montville. Le Comité Syndical a délibéré en faveur de l'exécution de cette procédure lors de la séance du 29 septembre 2005. Le compte rendu de la séance, ainsi que les décisions qui y ont été prises sont placées en annexes.

Le SAEPA a confié à SAFEGE l'étude environnementale préalable à l'établissement des périmètres de protection physiques des ouvrages. Celle-ci débute par une présentation de la collectivité de l'eau et du réseau de production, d'adduction et de distribution.

L'objectif de ce dossier est, d'une part, de présenter les principales caractéristiques géographiques, physiques et techniques de la zone d'étude qui sera définie en collaboration avec la DDASS de Seine-Maritime et l'Hydrogéologue agréé.

Ce rapport représente la deuxième phase de l'étude relative à l'analyse du contexte environnemental de l'implantation des ouvrages de production d'eau potable. Les contextes géologiques et hydrogéologiques sont en particulier décrits.

Les trois ouvrages de production de Montville sont concernés : forages F1 et F2 du site des Anglais et le forage des Sondres.

Le document contient également une partie décrivant les incidences du projet sur la ressource en eaux souterraines, les milieux aquatiques et les milieux naturels alentours. Cette analyse se base sur un essai de pompage de longue durée réalisé au droit du site de production des Anglais.

On précise par ailleurs que le forage des Sondres a déjà fait l'objet de pompages d'essai en 1970 et qu'un avis d'Hydrogéologue agréé relatif à la mise en production de cet ouvrage a été formulé en aout 1974. Les principaux résultats de ces essais sont repris dans cette étude. Sous réserve de dispositions particulières, l'avis de l'Hydrogéologue était favorable à l'exploitation du forage à un débit de 150 m^3/h, soit 3 000 m^3/j. Ce volume de prélèvement est celui faisant l'objet de la demande de DUP actuelle pour le forage des Sondres.

2

Caractéristiques physiques de la zone d'étude

Trois ouvrages font l'objet de cette étude d'environnement : les forages F1 et F2 dits « des Anglais » et le forage des Sondres, tous situés sur le territoire communal de Montville.

La situation géographique précise des ouvrages est présentée dans le rapport de phase 1.

Le périmètre d'étude, territoire d'investigation sur lequel est basée l'analyse de cette étude, a été proposé par SAFEGE et validé par l'Hydrogéologue en charge du dossier. Il est rappelé à la Figure 2-1.

2.1 Géomorphologie et topographie

Les ouvrages s'inscrivent dans la vallée du Cailly, à proximité du fond du talweg, marqué par le passage du cours d'eau. Les terrains d'implantation des sites de production sont plutôt plats autour de la cote de 47 m NGF. La pente du talweg est peu marquée et est orientée vers le sud-ouest.

Les sites de production sont situés à l'exutoire d'un bassin versant hydrographique qui s'étend sur 16 640 hectares. Il est constitué de deux entités principales : le bassin versant de la vallée du Cailly et celui de la Clérette. Les ouvrages de production d'eau potable se situent en aval de la confluence des deux vallées. Au sein du bassin hydrographique, on recense de larges secteurs où les pentes sont fortes et supérieures à 10%.

La Figure 2-2 illustre ce contexte.

Une grande partie du périmètre d'étude présente une pente supérieure à 10%. Ces secteurs sont localisés au droit des versants des vallées principales et secondaires. A l'inverse, les secteurs de très faible pente (< 2%) sont très peu représentés.

Ce fait engendre une prépondérance de l'aléa de ruissellement potentiel par rapport à l'infiltration et à la percolation des pluies météoriques.

Figure 2-1 : Périmètre d'étude (rappel)

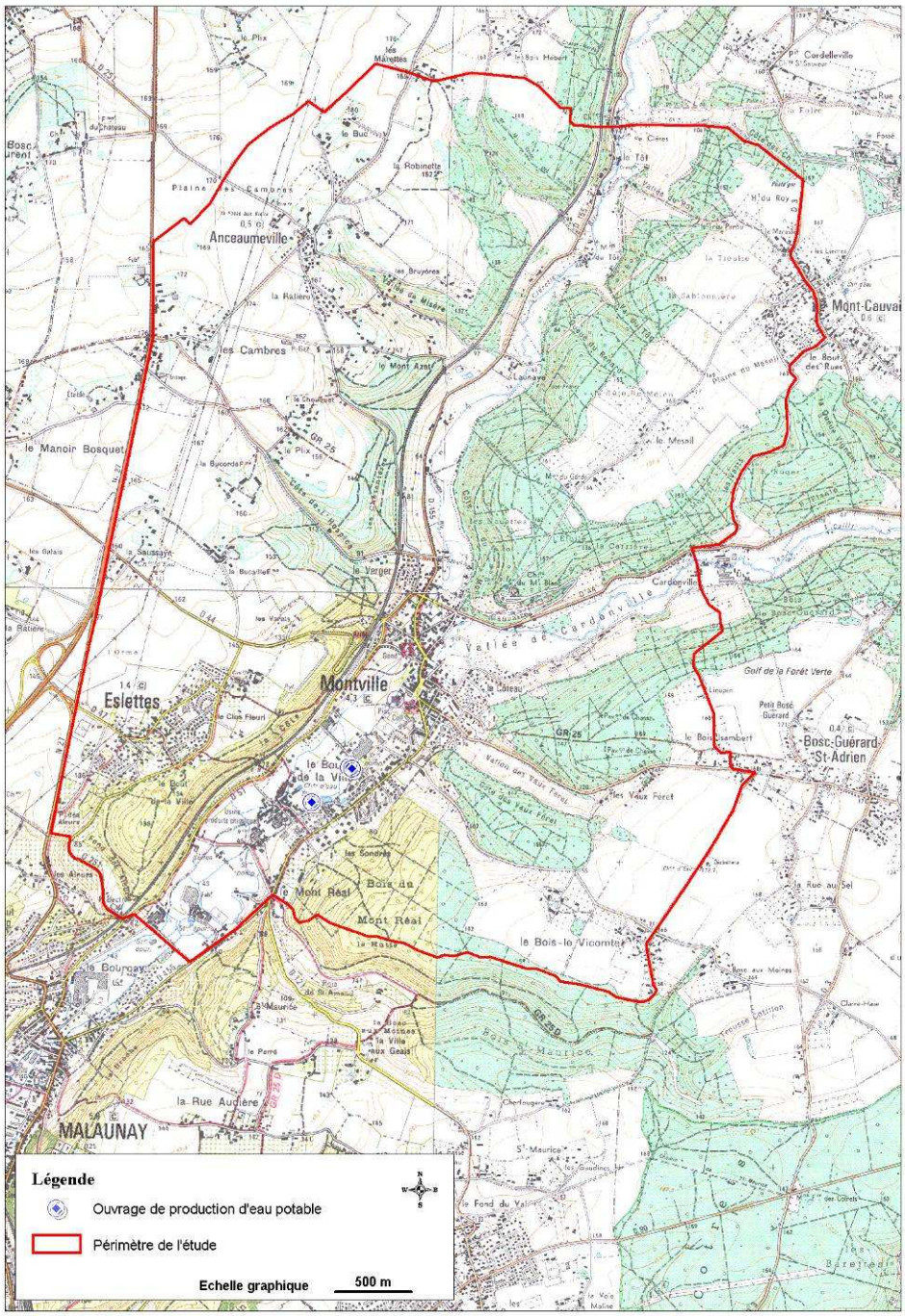
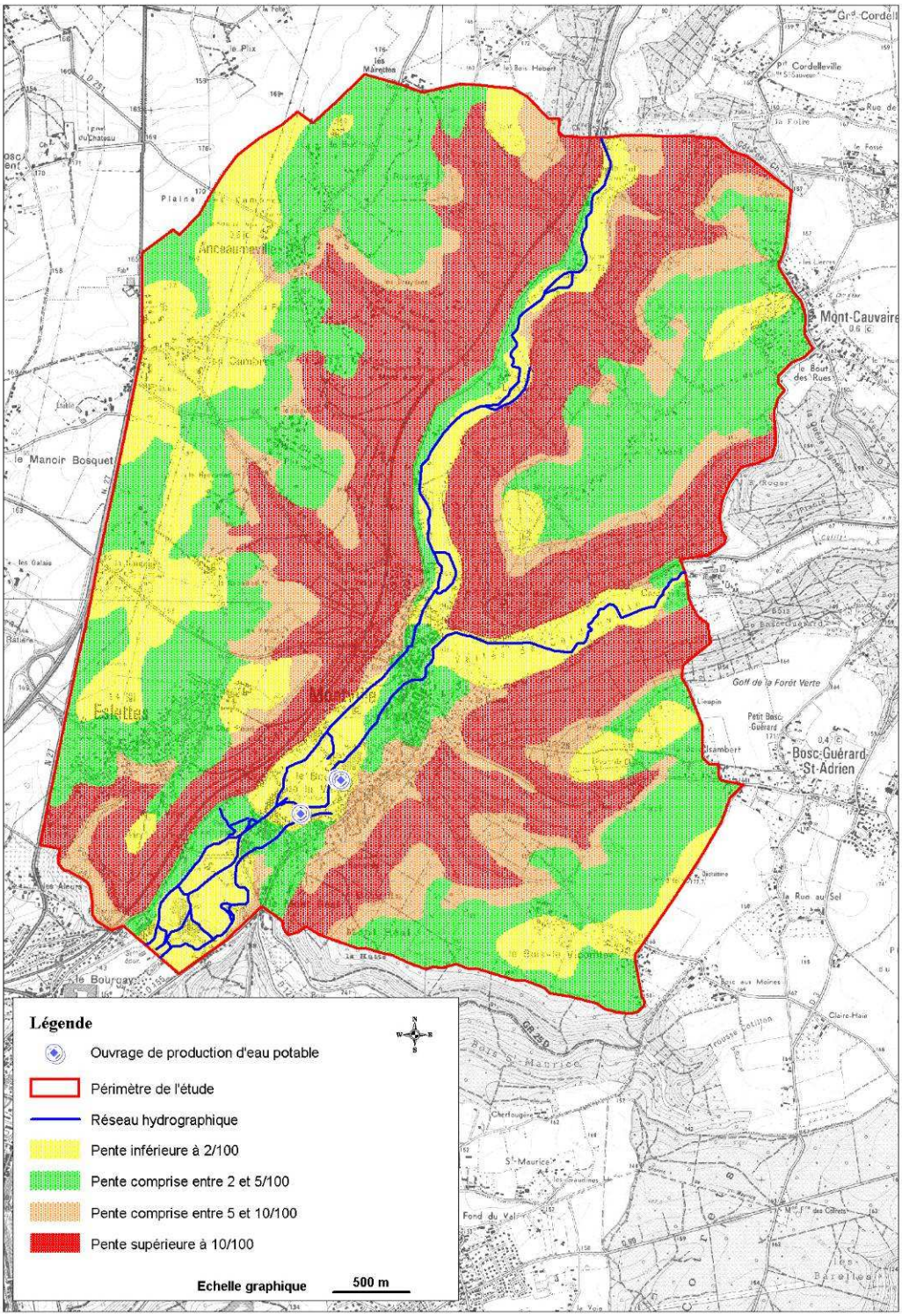


Figure 2-2 : Hydrographie et classification des pentes du périmètre d'étude

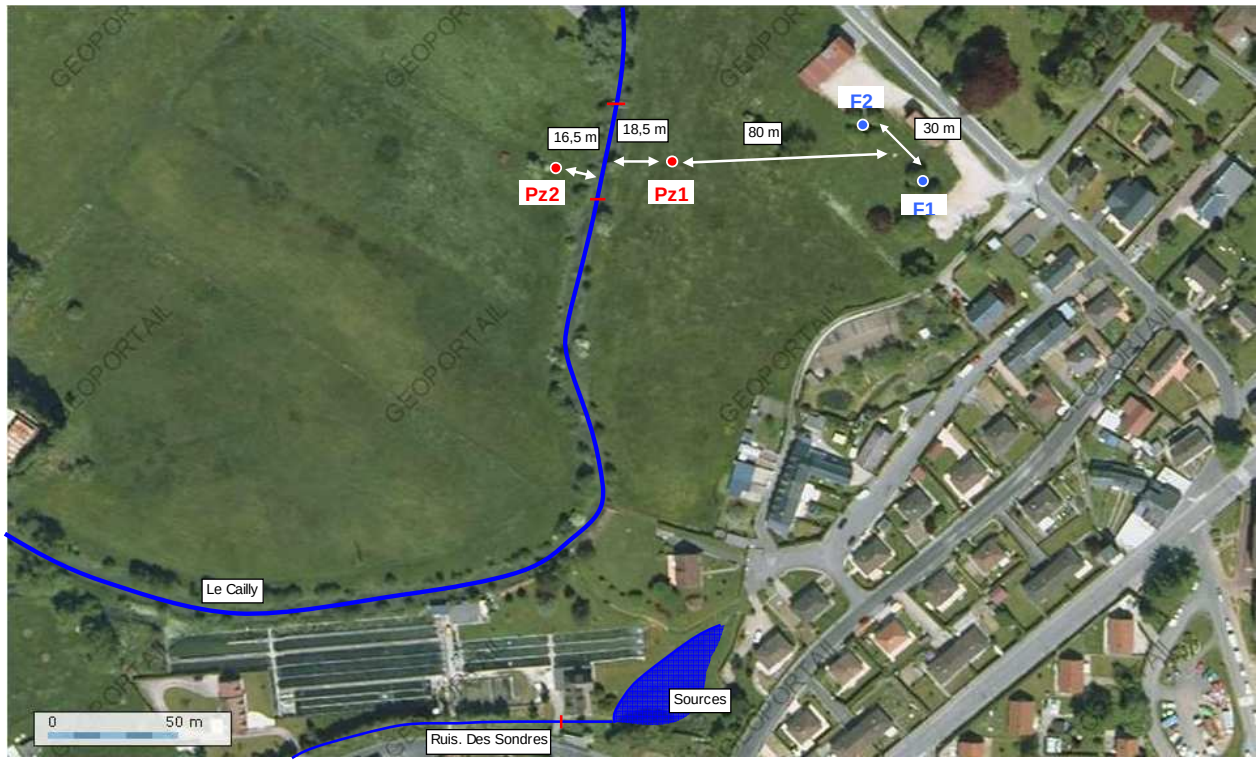


Dans le cadre de la présente étude d'environnement, SAFEGE a fait procéder à la réalisation de deux piézomètres à proximité du site de production des Anglais. A cette occasion un nivellement des ouvrages a été réalisé par SAFEGE ; les données altimétriques sont les suivantes. La cote de référence est celle du forage F2, annoncée à 47,39 m NGF.

Tableau 2-1 : Nivellement des ouvrages des sites de production

Ouvrage		Cote altimétrique m NGF
F1	Sol	47,41 m
	Tête d'ouvrage	48,65 m
F2	Sol	47,39 m
	Tête d'ouvrage	48,55 m
Pz1	Sol	47,65 m
	Tête d'ouvrage	48,25 m
Pz2	Sol	47,09 m
	Tête d'ouvrage	47,70 m
Les Sondres	Sol	48,00 m

Figure 2-3 : Localisation des ouvrages nivelés (site des Anglais)



2.2 Environnement naturel

2.2.1 Environnement aux abords des sites de production

2.2.1.1 Contexte paysager

Les sites de production sont implantés dans les herbages humides du fond de la vallée du Cailly. Le paysage est ouvert et montre quelques haies de haute tige dans le fond de vallée et le long du cours d'eau.

La plaine alluviale est complètement enherbée entre les deux sites de pompage. Il s'agit de prairies de fauche.

L'environnement humain est très marqué à proximité des sites. Ces éléments seront repris dans le rapport de phase 3 (étude de l'environnement anthropique). On recense :

- ✓ quelques habitations isolées au fond et dans l'axe de la vallée, en bordure du Cailly.
- ✓ des usines et industries également implantées dans la vallée,
- ✓ un plan d'eau de loisirs en amont,
- ✓ des quartiers résidentiels en pied de versant est et ouest de la vallée.

La planche photographique suivante présente quelques illustrations photographiques du site et du contexte paysager.

Ces parcelles ne font pas l'objet d'une protection particulière. On ne recense aucun espace naturel d'intérêt communautaire de type Natura 2000, ni aucun espace d'inventaire de type ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique) au droit ni aux abords des sites de pompage.

Planche photographique 2-1 : Contexte paysager d'implantation des sites de production (extrait de l'étude Faune – Flore)

Photo 1 : Prairie en rive droite du Cailly

Photo 2 : Rivière le Cailly

Photo 3 : Site de production « Les Anglais »

Photo 4 : Le ruisseau « Les Sondres »

Photo 5 : Site de production « Les Sondres »

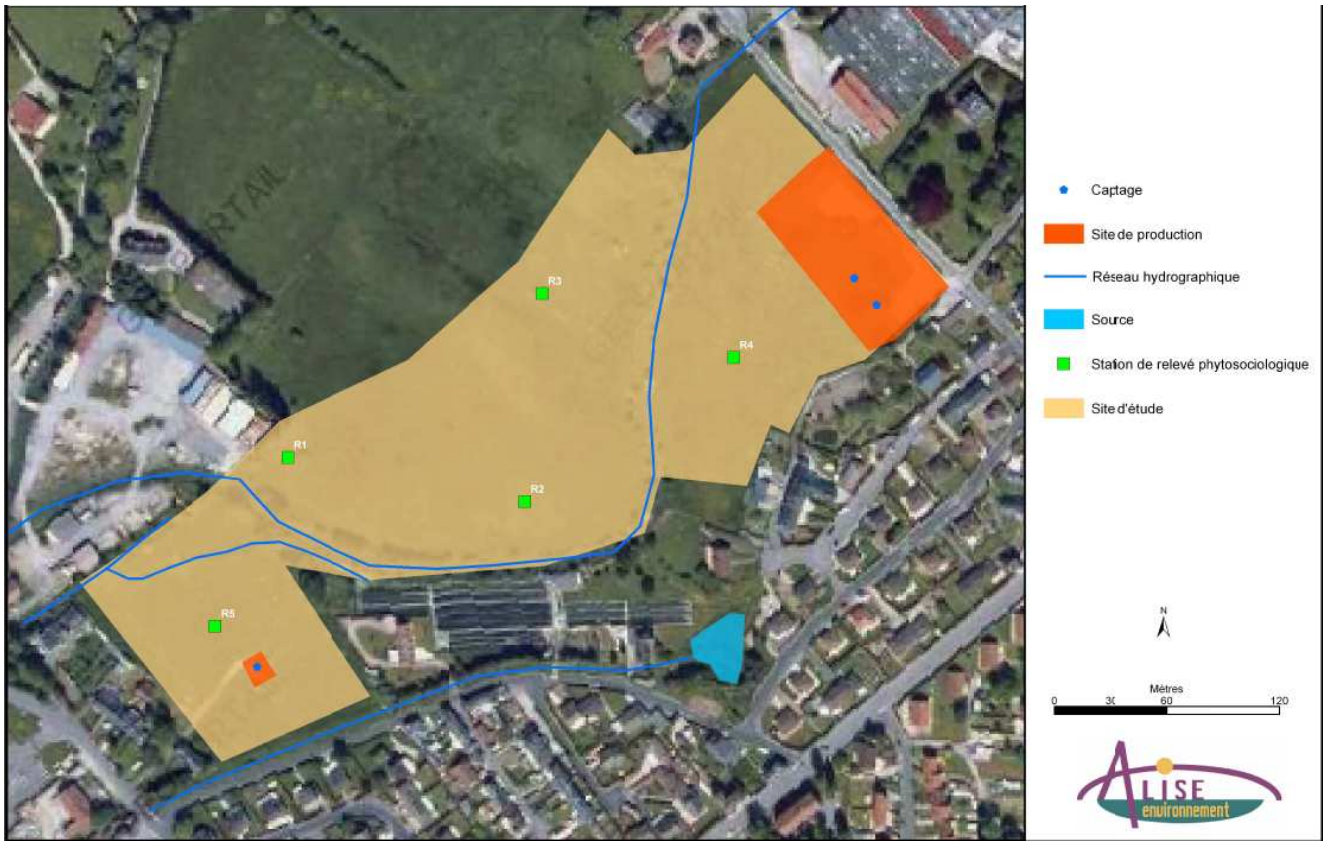
Photo 6 : Prairie autour du site de production « Les Sondres »

2.2.1.2 Patrimoine écologique aux abords des sites de production

La sensibilité de ces sites a été évaluée au travers d'un inventaire de la faune et de flore potentiellement présente sur le site, ayant pour objectif de définir la qualité écologique de l'environnement des sites de production. Les principaux résultats sont les suivants. L'intégralité du rapport d'expertise est placée en annexe.

Les résultats de l'inventaire ont été obtenus au travers d'une enquête bibliographique et de deux reconnaissances de terrain effectuées le 1er juin et le 20 août 2009. Le territoire de prospection est présenté sur la figure suivante ; il couvre plus de 6 hectares. Les stations de relevés phytosociologiques y sont également localisées.

Figure 2-4 : Territoire de prospection de l'inventaire floristique et faunistique



A- Habitats et intérêt floristique

Les habitats ont été classés suivants la nomenclature Corine Biotope. Quatre type d'habitats sont distingués :

- ✓ Rivières (Cailly, ruisseau des Sondres) ; code Corine Biotope 24.1,
- ✓ Source ; code Corine Biotope 22.1,
- ✓ Prairies ; code Corine Biotope 37.2 et 38.2,
- ✓ Habitations ; code Corine Biotope 86.1,

Deux types de prairies se distinguent :

- ✓ Une prairie mésohygrophile à hygrophyle haute et dense assez abondamment fleurie jusqu'au fauchage en juin (code 37.2), situé en rive droite du Cailly.
- ✓ Une prairie mésophile (code 38.2) en rive gauche du Cailly (même rive que les sites de production).

Le territoire de prospection est majoritairement constitué de milieux à tendance humide compte tenu de leur situation en fond de vallée. Ces milieux peuvent présenter une valeur patrimoniale intéressante dans la mesure où ils constituent un réservoir de biodiversité. Ces habitats sont par ailleurs en régression sur le territoire national.

Le territoire étudié présente un rôle fonctionnel important.

L'intérêt floristique des prairies est marqué par la présence de la Laîche des rives, observée au droit de la station R1. Cette espèce est caractéristique d'une bonne humidité du milieu ; elle ne supporte qu'un assèchement de courte durée. On précise toutefois que la station d'observation est la plus éloignée des sites de pompage et qu'elle se situe sur la rive opposée aux sites.

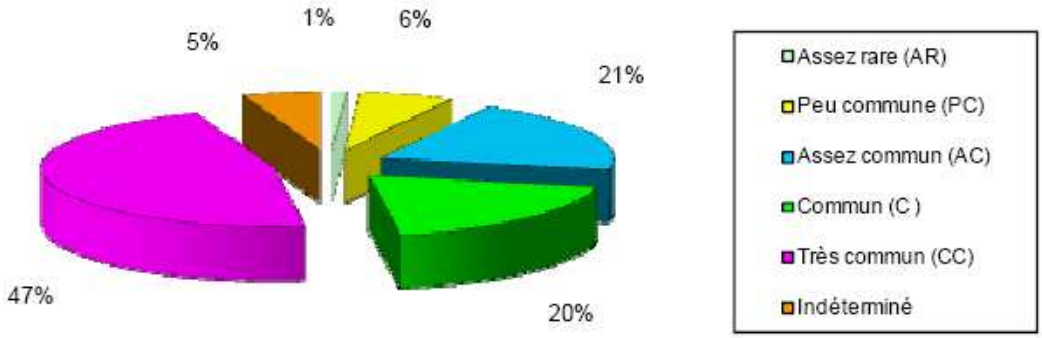
Le cortège floristique rencontré le long des berges du Cailly reste typique des bordures de cours d'eau. La ripisylve est clairsemée et constituée de jeunes individus. L'Aulne glutineux est l'espèce dominante. Il est accompagné de l'Aubepine, du Cornouiller, du Saule, etc. La strate herbacée est classiquement composée de l'Angélique sauvage, de la Salicaire commune, l'Epilobe hirsute, etc. Le lit mineur accueille la Callitriche à fruits plats et la Ache nodiflore.

Le ruisseau des Sondres est assez colmaté. Il présente un faciès lentique qui se traduit par le développement d'espèces communes à peu communes. Le bras droit du ruisseau des Sondres, transitant par la pisciculture, accueille la Cardamine amère avant sa confluence avec le Cailly. Cette espèce est assez rare en Haute Normandie.

Les sites de production sont fortement impactés par les activités humaines : fauche régulière, stabilisation des accès carrossables, etc. Les espèces floristiques y sont mésophiles et sont fréquentes dans ces milieux anthropisés. Toutes les espèces recensées sont communes.

Les prospections ont permis de déterminer 92 espèces floristiques. **Aucune espèce protégée n'a été recensée**. On peu classer les espèces identifiées selon leur indice de rareté. La répartition sur le secteur est la suivante :

Figure 2-5 : Répartition des espèces selon leur indice de rareté (extrait de l'étude Faune – Flore)



Aucune espèce rare ou menacée, figurant sur la liste des espèces protégées au titre de la loi n°77-629 du 10 juillet 1976 (art. 3, 4, 5) se trouvant sur la liste définie par l'arrêté du 20 janvier 1982, modifié par l'arrêté du 15 septembre 1982 relatif aux espèces végétales protégées sur le plan national et sur la liste définie par l'arrêté du 3 avril 1990 relatif aux espèces végétales protégées en région Haute-Normandie complétant la liste nationale, n'a été identifiée lors des prospections.

Toutefois, il convient de noter la présence de la Cardamine amère (espèce assez rare en Haute-Normandie) et du Lychnide fleur de coucou (espèce assez commune mais patrimoniale en Haute Normandie).

- ✓ La Cardamine amère est hygrophile, parfois amphibie. On la trouve d'ordinaire sur les berges de cours d'eau, dans les prairies et bois humides. Dans le contexte de l'étude, sa présence est davantage liée au cours d'eau qu'à la nappe sous-jacente.
- ✓ Le Lychnide fleur de coucou est méso-hygrophyle à hygrophyle. On le trouve d'ordinaire dans les prairies hygrophiles, prés, clairières de bois humides et les fossés. Sa présence est liée à deux facteurs : la présence de la nappe à faible profondeur à proximité du cours d'eau, mais également et pour une part au moins égale, au mode de gestion des prairies ; c'est à dire au fauchage.

La localisation de ces deux espèces est précisée sur la figure suivante :

Figure 2-6 : Localisation des espèces végétales patrimoniales (extrait de l'étude Faune – Flore)

B- Inventaire et intérêt faunistique

36 espèces ont été contactées. Elles peuvent être rattachées aux milieux suivants : milieu arbustif, milieu aquatique, milieu anthropisé.

Les espèces les plus remarquables identifiées sont l'Aigrette garzette et le Martin pêcheur. Ces deux espèces sont inscrites à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux. Ils ne nichent pas sur le territoire prospecté.

Le territoire est utilisé comme zone de chasse pour l'Hirondelle rustique et le Martinet noir ; espèces en fort déclin en France et inscrite à la liste orange.

On précise également que le territoire est potentiellement favorable à la présence de chiroptères (pas d'inventaire particulier).

Aucune espèce de batracien ni de reptile n'a été contactée malgré la présence de milieux favorables.

Les espèces de lépidoptères rhopalocères identifiées sont majoritairement communes dans la région. Seule la présence de chenilles de la Cuculie de la Scrophulaire est exceptionnelle en Haute Normandie (espèce déterminante de ZNIEFF).

Les espèces d'odonates et d'orthoptères identifiées sont communes en Normandie.

L'intérêt faunistique de la zone est relativement faible. On retiendra qu'elle constitue un territoire de chasse pour des espèces inscrites à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux. L'intérêt de la zone pour les mammifères, les batraciens, les reptiles et les insectes est très limité.

2.2.2 Environnement naturel du périmètre d'étude

Le paysage est typique des vallées haut-normandes ; le fond est enherbé et voué au pâturage, tandis que les versants de plus forte pente sont boisés. Les plateaux sont cultivés jusqu'à la rupture de pente ; ils ne sont pas présents sur le secteur d'étude.

Les milieux aquatiques et leurs annexes sont des composantes majeures du paysage local de la vallée : Cailly, source, ruisseaux et fossés, prairies humides, etc. La végétation souligne ces différents éléments en particulier aux abords du site : végétation aquatique, ripisylve, etc.

Par ailleurs, **aucun espace naturel protégé** (tel que réserve naturelle, arrêté de protection de biotope…) ne concerne le projet. De la même manière, **aucun espace protégé ou inventorié au regard des critères Natura 2000** (directives européennes dites Oiseaux et Habitats) ne concerne la zone d'étude.

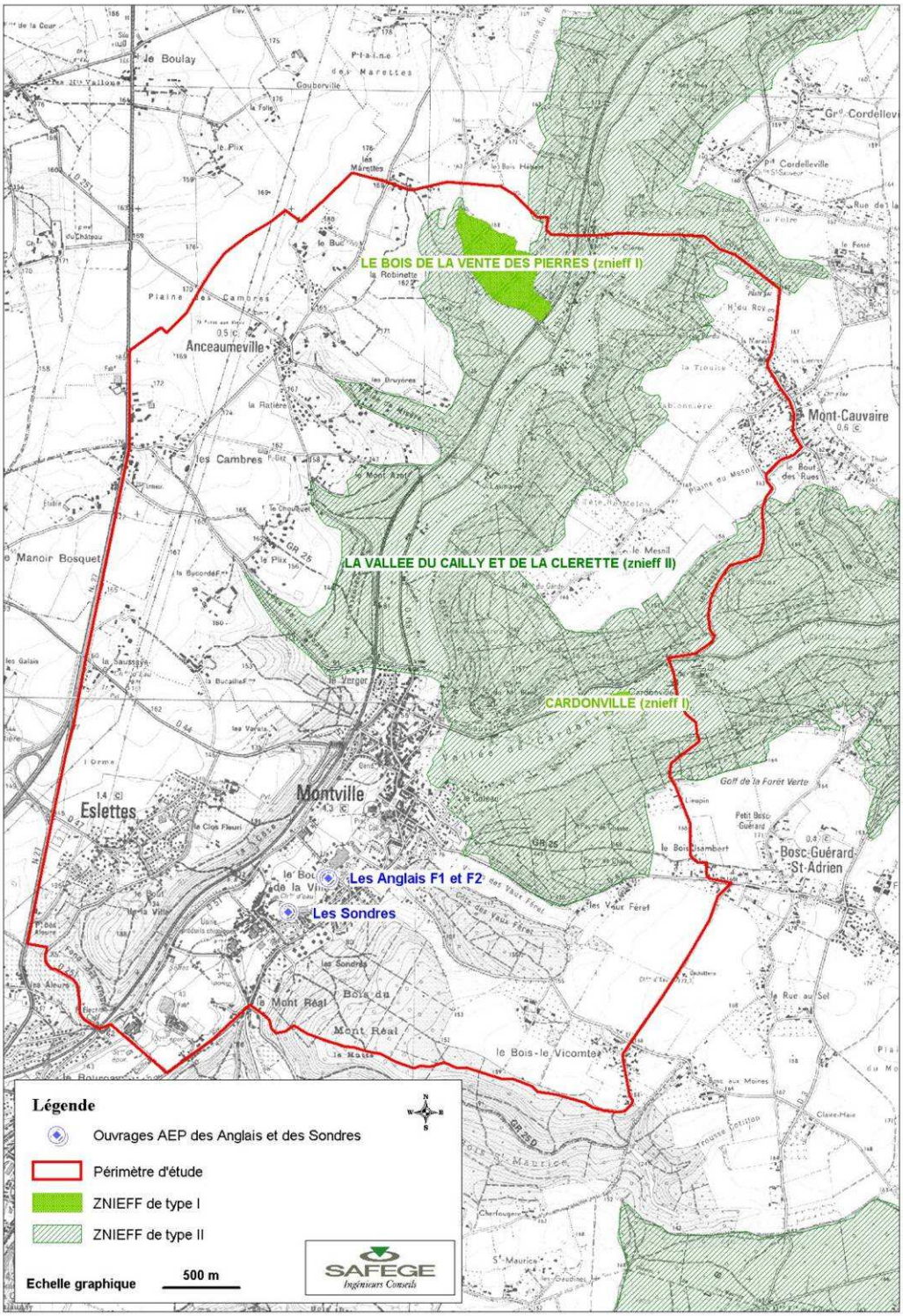
Il n'existe pas de sites inscrits ou classés au titre de la Loi du 21 avril 1906 (codifiée aux articles L. 341-1 à 22 du code de l'environnement), instituant un cadre réglementaire pour la protection des sites et monuments naturels.

On note en revanche l'existence des espaces d'inventaire suivants :

- ✓ ZNIEFF de type I « Le Bois de la Vente des Pierres » - identifiant 85000010 s'étendant sur 22 hectares. Le site est situé à 4 000 m en amont des forages, et sur le versant droit de la vallée de la Clères.
- ✓ ZNIEFF de type I « Cardonville » - identifiant 85000014 s'étendant sur 9 hectares dans la vallée du Cailly, 2 000 m en amont des forages.
- ✓ ZNIEFF de type II « La Vallée du Cailly » - identifiant 8500 s'étendant sur 3 750 hectares et couvrant en grande partie les versants boisés des vallées de la Clères et du Cailly.

Ces sites sont localisés sur la figure suivante.

Figure 2-7 : Espaces naturels remarquables du périmètre d'étude



2.3 Climatologie

Les données climatologiques ont été recueillies auprès des services Météo France et concernent la station de Boos (période d'observation 1979-2008) localisée à une vingtaine de kilomètres au sud du projet. Cette station est la plus proche du site qui fournisse des données statistiques complètes et validées par MétéoFrance.

La région bénéficie d'un climat tempéré largement influencé par la proximité de la mer. Le climat est relativement doux.

2.3.1 Précipitations

Les principaux éléments sont les suivants :

- ✓ hauteur moyenne annuelle des précipitations : 859,3 mm.
- ✓ répartition de la pluviométrie mensuelle homogène : amplitude des précipitations moyennes mensuelles de 36,7 mm. Période la plus arrosée en décembre (95,0 mm) ; période la moins arrosée en avril (58,3 mm).
- ✓ hauteur maximale journalière sur la période de référence en octobre 1983 : 81,3 mm ;
- ✓ nombre de jours de pluie (pluie journalière supérieure à 1mm) de 135,4 jours et nombre de jours de pluie supérieur à 10 mm de 24,1 jours.
- ✓ hauteurs des précipitations statistiques recueillies en 24 heures : (les précipitations maximales de période de retour de 5, 10, 20, 50 et 100 ans sont données dans le tableau suivant. Elles proviennent des services de MétéoFrance, et ont été estimées par la loi de Poisson et la loi exponentielle simple – période 1957-2004).

Tableau 2-2 : Pluies statistiques

Intervalle de temps	Hauteurs en millimètres				
	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
1 heure	21,8	25,4	28,7	32,5	35,2
24 heures	44,2	49,9	55,4	62,5	67,8

2.3.2 Températures

Les principaux éléments sont les suivants :

- ✓ température moyenne annuelle de 10,4°C.
- ✓ températures moyennes quotidiennes variant de 3,7°C (janvier) à 17,7°C (août).
- ✓ température quotidienne la plus basse : - 17,1°C (janv. 1985).
- ✓ température quotidienne la plus haute : 38,1°C (août 2003).

2.4 Les milieux aquatiques

2.4.1 Présentation générale du réseau hydrographique

Le périmètre d'étude intercepte deux vallées principales ; elles accueillent des écoulements hydrologiques significatifs : la Clérette et le Cailly.

Les caractéristiques principales de ces rivières et de leurs bassins versants sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 2-3 : Caractéristiques des rivières

	Le Cailly	**La Clérette**
Bassin versant	270 km² (38 communes)	
Longueur	28.35 km	10,25 km
Sources/confluence	Cailly à 128 mNGF ; la Seine à Rouen à 5 mNGF	Clère à 102 mNGF / Cailly à Montville à 46 mNGF
Pente	4.3 ‰	5.5 ‰
Régime hydraulique	Pluvial tempéré par les apports de la nappe de la craie, sensibilité aux étiages à l'amont (pertes) réactivité aux pluies	Pluvial tempéré par les apports de la nappe, sensibilité aux pluies

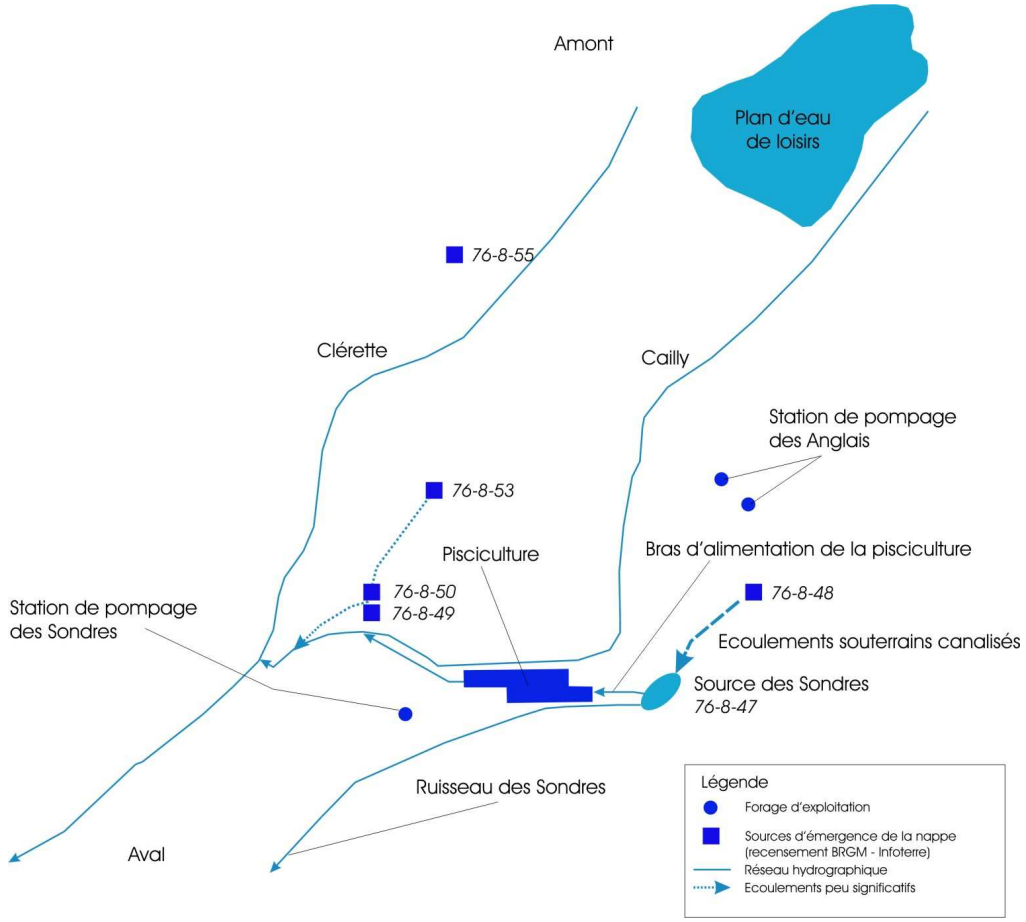
Le Cailly et la Clérette s'écoulent parallèlement dans le fond de vallée à hauteur de la zone d'étude. Les deux rivières confluent en aval immédiat de Montville à hauteur du captage des Sondres sur le site industriel Brenntag. Le Cailly, placé sur la rive gauche de la vallée est le plus proche des sites de pompage. On évalue sa distance à environ 70 et 100 m des forages d'exploitation. D'importantes sources au pied du versant est de la vallée se trouvent entre les sites d'implantation des ouvrages. Il s'agit des sources des Sondres, qui alimentent le ruisseau des Sondres. Celui-ci conflue avec le Cailly à environ 600 m en aval de l'émergence.

La pisciculture Avenel se trouve aux sources : ses prises d'eau se trouvent en aval immédiat des sources et sur le cours du ruisseau des Sondres.

Dans le bourg de Montville, environ 250 m en amont du site de captage des Anglais, un plan d'eau de loisirs a été créé vers 1992 à l'initiative de la Ville de Montville. Ce projet a fait l'objet d'un avis de l'Hydrogéologue agréé. Il s'agit du seul élément du paysage de type plan d'eau à proximité des sites de captages, exception faite de l'émergence des sources des Sondres.

Le schéma présenté à la figure suivante permet d'illustrer le contexte hydrographique.

Figure 2-8 : Schéma descriptif du contexte hydrologique proche



2.4.2 Hydrométrie

Trois stations de jaugeage gérées par la DREAL de Haute Normandie permettent de caractériser le débit des différents cours d'eau. Les données hydrométriques sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 2-4 : Débits caractéristiques du Cailly et de la Clérette

Lieu du jaugeage	Q_{mna5} (m^3/s)	Module (m^3/s)	Superficie du bassin jaugé (km^2)
La Clérette à Launaye (en amont du site)	0,260	0,620	60,34
Le Cailly à Cardonville (en amont du site)	0,530	0,870	91,10
Le Cailly à Malaunay (en aval du site)	1,600	2,400	180,19

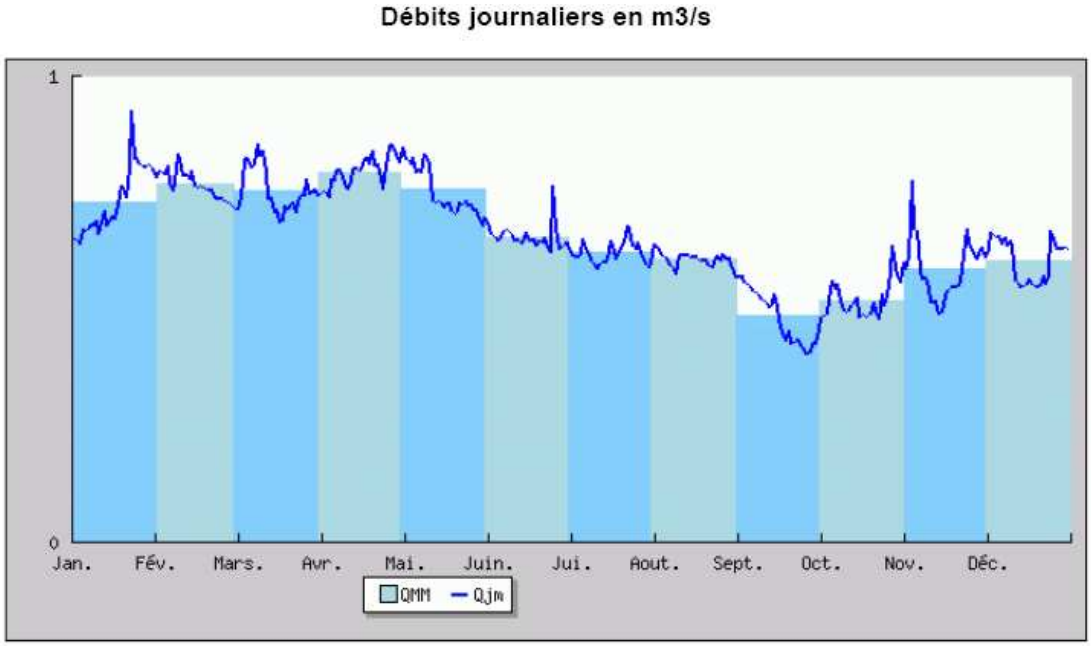
La confluence entre la Clérette et le Cailly intervient au sein du périmètre d'étude en aval du site de production des Sondres. On considère que la station de jaugeage située à Malaunay est représentative du cumul des débits des deux cours d'eau.

On constate une élévation des débits des cours d'eau entre l'amont et l'aval. Ceci traduit des apports d'eau conséquents entre l'amont du secteur d'étude (Cardonville et Launaye) et l'aval (Malaunay). La distance entre les stations est d'environ 6 000 m.

Le débit global moyen du Cailly augmente de 1,530 m^3/s entre les stations amont et aval.

Le débit du Cailly est suivi à la station de Fontaine-le-Bourg (Station du Grand-Tendos – n°H9913010, données issue du site de la banque hydro). Le bassin versant drainé en cet endroit est de 84,9 km². La figure suivante présente la chronique de suivi des débits du Cailly en amont du secteur d'étude.

Figure 2-9 : Suivi débitmétrique du Cailly (Station de Fontaine-le-Bourg)



Pour l'année 2009 (dernière année pour laquelle le cycle annuel est complet) on constate que l'étiage du cours d'eau se produit au mois de septembre, ce qui est caractéristique d'une relation hydraulique étroite entre la nappe et le cours d'eau, au moins sur la partie amont du bassin versant ; la nappe soutient les débits du cours d'eau jusqu'à son propre étiage, ce qui diffère l'étiage du cours d'eau au delà de la période estivale. La date d'apparition des étiages de nappe est largement dépendante de la pluviométrie des mois de septembre et d'octobre.

Photographie 2-1 : Le Cailly à hauteur du site des Anglais

2.4.3 Réseau hydrographique secondaire

2.4.3.1 Émergence de la nappe

A hauteur des sites d'exploitation d'eau souterraine, la Banque de Données du Sous-sol (BSS) recense plusieurs sources d'émergence de la nappe. Bien que ces données soient assez anciennes, elles retranscrivent des informations sur les potentialités des sites. Six sources sont en effet recensées aussi bien en rive gauche de la vallée qu'en rive droite et dans un périmètre proche des sites de production. Elles sont localisées sur la Figure 2-8 page 23. Certaines sont très productives.

Les informations issues de la BSS fournissent les éléments suivants :

- ✓ Les débits d'exhaure de ces sources sont variables d'une source à l'autre ; les données indiquent des débits variant de 10 m^3/h (76-8-49 et 76-8-53) à 1 000 ou 2 000 m^3/h (pour la source du ruisseau des Sondres 76-8-47).
- ✓ Le débit de chacune des sources varie peu au cours de l'année hydrologique.
- ✓ Il est mentionné que certaines de ces sources, aussi bien en rive gauche qu'en rive droite sont sensibles aux arrivées turbides à la suite de forts épisodes orageux. **Cet élément indique que le secteur est globalement soumis à la présence et aux inconvénients liés au karst.**

L'ensemble de ces émergences explique l'augmentation significative du débit du Cailly et de la Clérette au droit du périmètre d'étude. **On en conclut que le périmètre d'étude, et en particulier les abords des sites de production d'eau potable, sont soutenus par des émergences très significatives de la nappe.**

2.4.3.2 Jaugeage du débit du ruisseau des Sondres

A proximité des sites de pompage, il existe une émergence de la nappe qui donne naissance au ruisseau des Sondres. Son débit a été jaugé pendant une année au droit d'une station de jaugeage implantée et suivie par SAFEGE (entre juillet 2009 – juillet 2010). La situation du ruisseau est précisée sur le schéma présenté à la Figure 2-8 page 23.

Le matériel installé fonctionne par mesure de la vitesse d'écoulement de la lame d'eau. Afin de bénéficier d'une vitesse suffisamment significative pour faciliter la lecture des enregistrements, la station a été implantée peu en aval de l'émergence principale. Elle se situe donc à quelques dizaines de mètres de l'étendue d'eau constituant le lieu d'émergence. D'autre part, ce positionnement permet de s'affranchir des émissaires pluviaux situés en aval de la station et disposés le long de la rue longeant le ruisseau des Sondres.

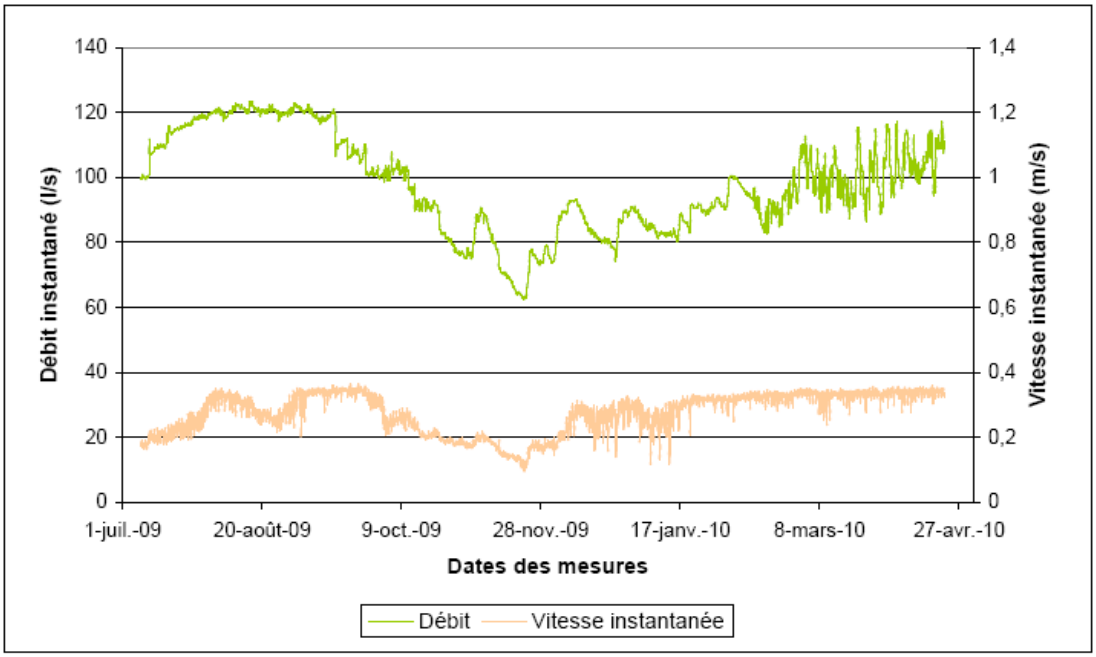
La station a été implantée le 7 juillet 2009 en parallèle de la pisciculture en aval de la dérivation alimentant celle-ci. Le débit jaugé au droit de la station n'intègre pas les débits ponctionnés par la pisciculture pour le renouvellement de l'eau des bassins. Le débit ponctionné par la pisciculture est évalué à 200 l/s (720 m^3/h); il est relativement constant.

Le site d'implantation de la station de jaugeage ne remet pas en question la lecture de l'évolution du débit en fonction des aléas naturels (saisonnalité piézométrique de la nappe et climatologie). Il permet également de mesurer l'influence des pompages d'essai programmés au droit des forages du site des Anglais.

Photographie 2-2 et Photographie 2-3 : Contexte d'installation de la sonde de débit

La chronique suivante (Figure 2-10) présente l'évolution du débit de la source de juillet 2009 à juillet 2010.

Figure 2-10 : Chronique de suivi des débits de la source du ruisseau des Sondres



Le graphique tient compte des réajustements des mesures de la sonde en se basant sur plusieurs relèves manuelles précises du niveau d'eau du ruisseau, effectuées en cours de suivi.

Dans les conditions de mesures, en aval du bras alimentant la pisciculture, le débit varie en moyenne de 60 l/s (215 m^3/h) lors des périodes d'étiage à 120 l/s (430 m^3/h) en moyenne lors des périodes de plus hautes eaux.

Le débit moyen s'établit quant à lui vers 100 l/s sur une section d'écoulement jaugée de 1,24 m². On précise par ailleurs que les vitesses mesurées par le capteur sont très faibles, tout comme les variations enregistrées au cours de la période de suivi. Ceci contraint à relativiser la mesure de débit. Le paramètre qui paraît être le mieux adapté pour le suivi de l'évolution de la source reste la mesure de la hauteur d'eau dans la section jaugée.

Ce débit doit être complété du débit du débit dérivé en amont pour l'approvisionnement de la pisciculture (environ 200 l/s d'après l'exploitant du site). La somme des débits de la source des Sondres est donc de 300 l/s (soit 1 080 m^3/h).

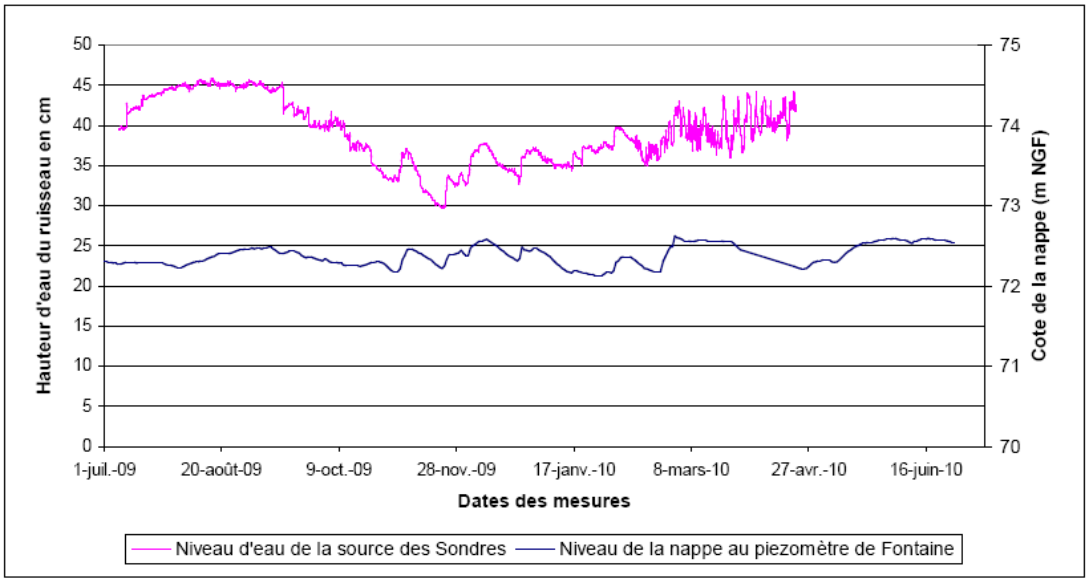
Les résultats des mesures de débits correspondent aux indications fournies par la Banque de Données du Sous-sol, qui indiquent un débit pour la source de 1 000 à 2 000 m^3/h. Ces données sont anciennes ; elles datent de 1962 et la période de suivi de 2009 – 2010 s'inscrit dans un contexte de niveaux moyens à bas de la nappe.

On note que le débit des sources montre des variations interannuelles dont l'amplitude est relativement importante (environ 60 l/s). Elles illustrent le fait que la source est directement dépendante des conditions de recharge de la nappe de la craie placée en amont. En effet, on remarque que l'étiage de la source est observé pour les mois d'octobre – novembre et les hauts débits pour les mois de juillet à septembre.

D'autres variations de plus faible amplitude (10 à 20 l/s) sont à raccorder à des phénomènes climatiques plus ponctuels (épisode pluvieux intense, mise en charge ponctuelle de la nappe, etc.) et les opérations de nettoyage et d'entretien du cours d'eau (faucardage, désenvasement). Ces phénomènes semblent montrer une relative inertie du système alimentant les sources puisque les précipitations ponctuelles sont nettement atténuées dans leur amplitude. Le débit de ces sources semble être marqué en majorité par les grandes amplitudes du niveau de la nappe.

Pour illustrer le lien entre les différents systèmes nous proposons sur le graphique suivant les chroniques de suivi des niveaux de la source et des niveaux de la nappe au droit du piézomètre de Fontaine-le-Bourg (ces données seront reprises et détaillées plus loin dans le dossier). Les données piézométriques sont issues du suivi départemental organisé par l'Agence de l'Eau et le BRGM.

Figure 2-11 : Comparaison des niveaux de la nappe et des niveaux de la source des Sondres



On constate que l'évolution est similaire sur la majeure partie du suivi en ce qui concerne les évènements ponctuels d'envergure hebdomadaire. En revanche, l'évolution des niveaux est plus tamponnée au droit du piézomètre qu'au niveau de la source des Sondres ; on ne distingue pas par exemple sur le piézomètre l'augmentation des débits observable à la source entre juillet et septembre 2009. On précise que les mesures des niveaux de la nappe ne sont pas indiquées par le BRGM entre fin mars et mi-avril 2010 (période de pompages d'essai) – défaut de la sonde.

La hauteur d'eau moyenne du ruisseau au cours de la période de suivi est de 0,39 m ; elle varie entre 0,30 et 0,45 m.

2.4.4 Potentialité naturelle de la rivière dans la zone d'étude

Les éléments présentés ci-dessous sont issus de la visite diagnostique du cours d'eau menée par SAFEGE au mois de mai 2010 et ayant porté sur un tronçon de 500 ml depuis l'aval du site Legrand en amont jusqu'au site Brenntag en aval. D'autres éléments complémentaires sont issus du SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) des bassins versants du Cailly, de l'Aubette et du Robec, approuvé par arrêté préfectoral).

Le Cailly est une rivière de dimensions moyennes dont les caractéristiques naturelles en font une rivière d'assez fortes potentialités naturelles. Les pentes sont assez marquées, le débit soutenu par la puissante nappe de la craie, exception faite du cours médian soumis à des pertes (rivière en position perchée par rapport à la nappe) qui présente ainsi une sensibilité forte à l'étiage. Les eaux sont fraiches.

La rivière de vocation salmonicole (première catégorie) est une rivière dite à « truites».

Sur le tronçon intercepté par la zone d'étude, le Cailly présente un lit de l'ordre de 4 m de large en moyenne pour une lame d'eau d'une trentaine de centimètres dans les zones courantes et de l'ordre d'une soixantaine de centimètres dans les zones plus lentes. Les écoulements sont assez diversifiés (succession de plats lents, courants et rapides). Le SAGE (livret n°2 – diagnostic et orientations) confirme ces notions d'écoulement.

Le cours est majoritairement naturel et le lit sinueux. Les berges sont naturelles, parsemée d'une ripisylve à base d'aulne, et d'un cortège de plantes caractéristiques (scrofulaire, grande consoude, caltha, cresson, baldingère…).

Le peuplement macro-invertébré benthique observé paraît assez diversifié sans être très riche (présence de limnephilidés, d'elmidés, de baetidés, de sangsues, de planaires, de diptères, gastéropodes…). Il semble révéler, à ce niveau d'approche (pas de relevé type IBGN mis en œuvre) une qualité moyenne. Celle-ci témoigne d'une qualité d'habitat correcte et non optimale, mais aussi de l'effet limitant probable de la qualité des eaux.

Les fonds sont majoritairement graveleux mais les dépôts calcocarboniques sont abondants et créent de véritables gangues autour des éléments. Ce phénomène est causé par la présence d'espèces algales incrustantes (cyanobactéries, diatomées et xanthophycées). La DREAL évalue la vitesse de concrétionnement à environ 3 mm/an (source SAGE). La végétation aquatique est assez diversifiée avec des bryophytes, et diverses phanérogames (cresson, ache, callitriche, cératophylle…). Les algues filamenteuses sont localement abondantes. Les habitats sont ainsi diversifiés mais les phénomènes de calcification est facteur de modération important des potentialités.

Remarque : l'exutoire de la pisciculture s'opère dans un bras de cours d'eau rejoignant le Cailly. En aval du point de rejet, on n'observe quasiment pas de dépôts calcocarboniques. En revanche, les phénomènes d'eutrophisation semblent accrus avec la prolifération d'algues filamenteuses.

Le cours du ruisseau des Sondres est quant à lui, excessivement élargi dès le secteur des sources, et les dépôts y sont abondants. Le lit est encombré de limons, formant d'imposantes banquettes colonisées par la végétation. Et sa position perchée limite les vitesses d'écoulement. Cette configuration est propice aux phénomènes d'eutrophisation (développements algaux, et de végétation).

En définitive, il apparaît que le fond et les berges du Cailly ne permettent que très localement la relation hydraulique entre le cours d'eau et la nappe alluviale de la vallée. On rappelle que les phénomènes de colmatage calcocarbonique du fond du cours d'eau sont importants.

2.4.4.1 Qualité des eaux

La qualité des eaux est jugée par rapport aux concentrations de plusieurs paramètres physicochimiques, mais également par rapport à la qualité hydrobiologique du cours d'eau.

A- Physicochimie

Dans les documents du SAGE, une telle analyse de la physicochimie avait permis de statuer sur une altération très déclassante des nitrates, par rapport à l'objectif de qualité de l'époque (1B selon la grille SPEP de 1971). La qualité des eaux est médiocre et en deçà de l'objectif de qualité. D'autres paramètres sont problématiques et déclassants ; il s'agit des matières phosphorées, azotées et dans une moindre mesure des Matières en Suspension.

La qualité physicochimique des eaux est également appréciée au travers des analyses effectuées par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL). Les données qui nous été transmises couvrent la période 1995 – 2006. Les critères physico-chimiques soutenant la biologie sont fixés par des limites supérieure et inférieure du bon état. Les valeurs seuils sont précisées dans le tableau suivant. La définition des critères de « bon état écologique » a été précisée dans la Circulaire DCE 2005/12 relative à la définition du « bon état » et à la constitution des référentiels pour les eaux douces de surface, en application de la directive européenne 2000/60/DCE du 23 octobre 2000.

Tableau 2-5 : Qualité physico-chimique des eaux du Cailly

Paramètre	Seuil du critère de bon état	Percentile 90 et confrontation au seuil de bon état
DBO5 (mg/l)	3 à 6	2,5
DCO (mg/l)	-	-
NTK (mg/l)	1 à 2	0,8
Ptot (mg/l)	0,05 à 0,2	0,16
PO4 (mg/l)	0,1 à 0,5	0,24
MES (mg/l)	-	32
O dissous (mg/l)	6 à 8	12,3
Saturation O2 (%)	70 à 90	-
NO2 (mg/l)	0,1 à 0,3	0,08
NO3 (mg/l)	10 à 50	23,3
NH4 (mg/l)	0,1 à 0,5	0,18
COD (mg/l)	5 à 7	1,83

L'ensemble des paramètres étudiés présente une concentration (percentile 90%) conforme ou en deçà de l'intervalle ou du seuil de bon état (couleur verte). Aucun des paramètres n'est déclassant pour la qualité des eaux du Cailly. On peut donc supposer qu'il existe une amélioration de la qualité physicochimique du Cailly entre 2002 et 2006, notamment en ce qui concerne les matières azotées (nitrates, nitrites) et les matières phosphorées (phosphore total et orthophosphates).

B- Hydrobiologie

La qualité hydrobiologique de l'eau est jugée en Haute Normandie principalement au travers de L'IBGN : l'Indice Biologique Global Normalisé. C'est une méthode normalisée par AFNOR [1] (NFT 90-350), basée sur l'analyse de la macro-faune benthique et donnant une expression synthétique de la qualité générale d'un cours d'eau (note de 0 – qualité très mauvaise- à 20 –qualité excellente) tant au niveau de la qualité chimique de l'eau (présence ou absence d'organismes polluo-sensibles) qu'au niveau de l'habitat du lit mineur. En effet, plus ce dernier est diversifié (vitesse d'écoulement, profondeurs, substrats différents), plus il y aura de niches écologiques et plus le peuplement de macro-invertébrés sera riche en familles d'insectes, de crustacés, de vers…

Il existe une station de suivi en amont de Montville à Fontaine le Bourg. Il s'agit de la station la plus proche qui soit représentative de la qualité des eaux du Cailly à hauteur du site étudié.

La moyenne des indices fournis depuis 1995 est de 13,6/20. Plus récemment depuis 2004 les indices fluctuent entre 12 et 14/20.

Le SAGE du Cailly indique une qualité hydrobiologique bonne à médiocre sur l'ensemble de son cours.

2.4.4.2 Peuplement piscicole

Les données récentes relatives au peuplement piscicole du Cailly (données RHP 2000-2004) à Malaunay font état d'un peuplement déséquilibré : 8 espèces y sont observées, et le chabot domine très largement (84 % des effectifs). On notera toutefois que plusieurs espèces remarquables y sont notées : lamproie de planer, lamproie fluviatile et truite de mer.

Les potentialités piscicoles générale de la rivière sont importantes en tant qu'affluent de la Seine et à l'existence de zones potentielles de frayères pour les grands migrateurs. La qualité des eaux, les obstacles (ouvrages) limitent conjointement l'intérêt actuel du cours d'eau.

Le SAGE indique une qualité piscicole au travers de l'indice poisson, mauvaise à médiocre depuis 1995.

2.5 Géologie

2.5.1 Séries géologiques

Le secteur d'étude s'étend le long de la vallée du Cailly, rivière affluente de la Seine.

A la lecture de la carte géologique du secteur, les formations géologiques rencontrées à l'affleurement sur le secteur, des plus récentes aux plus anciennes, sont les suivantes :

• Les formations superficielles

- ✓ Alluvions récentes (Fz) : Limons, sables et tourbe. La lithologie et l'épaisseur de ces alluvions sont très variables. La tourbe recouvre des niveaux de galets, de limons noirâtres ou brunâtres associés à des silex roulés.
- ✓ Colluvions (C) : Limons argileux enrobant des silex entiers ou éclatés. Ces colluvions se trouvent principalement sur les versants et au fond des vallées sèches.
- ✓ Complexe de limons (LP) : Limons non différenciés. Ils couvrent 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 les vents des périodes froides quaternaires.

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.

- ✓ Formation argilo-sableuse à silex (Rs) : Argiles sableuses brun-rouge à silex, solifluées sur les pentes dans une large mesure. Elles sont d'épaisseur variable : quelques mètres à près de 20 m. On distingue plusieurs éléments parmi lesquels des silex provenant de la craie, entiers et recouverts d'un enduit noir ferromagnétique à la partie inférieure, entiers ou fragmentés à la partie supérieure avec un cortex plus ou moins épais, altéré en brun, parfois rouge. Il s'agit du produit d'altération de la craie.

• Les formations sédimentaires massives

- ✓ Sénonien (C5-4) : La partie supérieure est composée d'une craie blanche à jaunâtre riche en bioclastes, déposée en strates régulières séparées par des lits de rognons de silex. La partie inférieure, présente sur la zone d'étude, est formée d'une alternance de craie blanche ou jaunâtre et de lits marneux grisâtres. Cette seconde unité contient très peu de silex. Son épaisseur varie de 20 à 30 m. Le Coniacien, partie inférieure du complexe est très largement représentée sur le périmètre de l'étude, et notamment sur la partie haute des versants de la vallée du Cailly.
- ✓ Turonien (C3) : Il s'agit d'une craie marneuse grisâtre sans silex. Son épaisseur varie de 35 à 40 m. Elle affleure largement le long des versants.

Dans cette zone des vallées du Cailly et de la Clérette, où le fond de vallée est plus large, traduisant une pente généralement plus faible, les alluvions récentes sont très largement représentées.

Les affleurements de la zone sont constitués d'une part, de formations superficielles d'âge Tertiaire ou Quaternaire de nature et d'épaisseur variables, et d'autre part de formations crayeuses massives d'âge Sénonien/Turonien (Campanien, Coniacien et Turonien). Ces affleurements correspondent à des zones de sensibilité accrue pour l'aquifère sous-jacent, pour lesquelles les couverts superficiels de protection peu perméables de type formation résiduelle à silex sont inexistants.

Les zones de plus haute altimétrie sont recouvertes par des dépôts de loess silto-argileux et/ou de limons d'origine éolienne. Ces zones sont localisées sur les pourtours du périmètre d'étude.

Entre ces deux types de formations, du point de vue topographique, nous pouvons distinguer des biefs et limons à silex ; ces formations superficielles, généralement argilo-sableuse, correspondent à la partie supérieure des argiles à silex sous-jacentes et sont souvent très remaniées par le ruissellement et la solifluxion. Elles sont visibles sur les versants, en particulier en rive gauche de la vallée du Cailly. Les argiles à silex sont elles-mêmes issues de la décalcification de la craie.

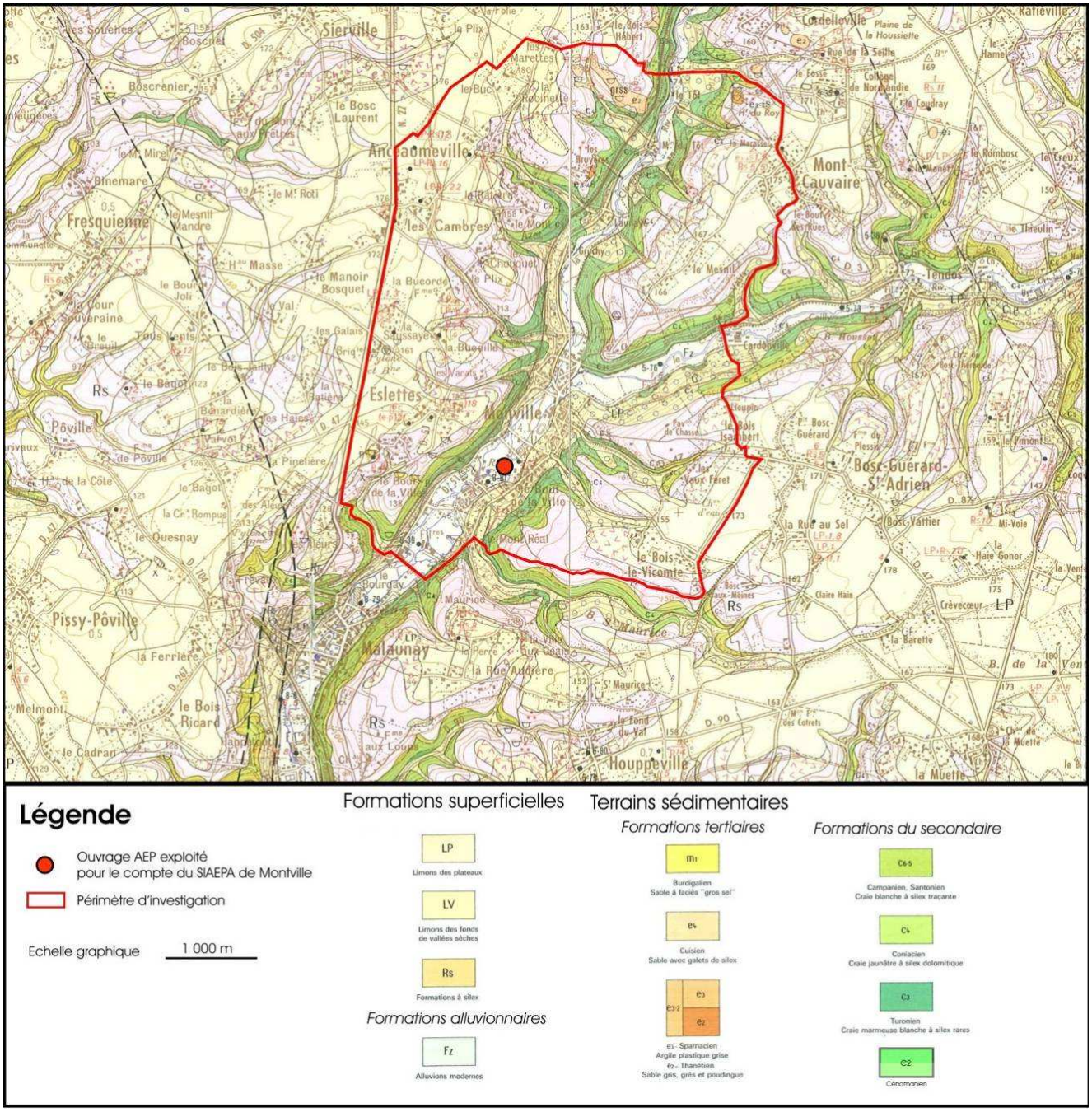
Elles sont peu perméables et caractérisent des secteurs de plus faible sensibilité du point de vue de la vulnérabilité de l'aquifère sous-jacent.

L'ensemble repose sur la formation non complète de la craie à silex du Sénonien puis sur la formation marneuse sans silex du Turonien épaisse d'une trentaine de mètres et altérée en surface. Dans le secteur, la craie du Sénonien/Turonien constitue ainsi le principal réservoir de la nappe.

Au droit des sites de production situés en fond de vallée, le Sénonien n'apparaît pas.

Toutefois, la fissuration, marquée par de nombreux vallons secs, affecte la craie.

Figure 2-12 : Carte géologique du périmètre d'étude



On rappelle en annexe les coupes géologiques et techniques des ouvrages de production. Elles avaient été présentées dans le rapport de phase 1.

2.5.2 Contexte structural

L'étude des cartes géologiques du secteur indique qu'aucune faille géologique avérée n'est recensée au droit de l'emprise du périmètre de l'étude. On suspecte toutefois la présence de failles ayant conduit au développement des vallées de la Clérette et du Cailly.

Les lignes structurales directrices observées dans le secteur présentent deux orientations d'importance inégale :

- ✓ une direction armoricaine majeure nord-ouest / sud-est, sur laquelle s'alignent par exemple l'accident de Seine à hauteur de Rouen et la faille du Grand Tendos traversant le bassin du Cailly en amont du périmètre d'étude.
- ✓ une direction varisque mineure nord-est / sud-ouest, qui génère des structures secondaires de portée moindre : vallée de la Clérette, vallée du Cailly, etc.

Les écoulements des eaux souterraines sont guidés par ces axes majeurs : failles avec rejet marqué ou diaclases développées en véritables conduits karstiques. Des résultats de traçage sont renseignés dans le secteur par l'Atlas Hydrogéologique de Seine Maritime. On renvoie le lecteur au chapitre 0 page 55 correspondant pour prendre connaissance de données. Ils indiquent que des écoulements souterrains, guidés par un axe drainage karstique depuis l'amont du bassin du Robec, aboutissent dans le bassin du Cailly (déconnexion d'une partie amont du bassin du Robec). Ce phénomène peut s'expliquer par la présence d'un réseau de fissures, développé à la faveur de la faille avérée du Grand Tendos (cf. ci-dessus).

2.5.3 Succession lithologique au droit des sites de production

Les séries géologiques rencontrées à proximité des forages ont été identifiées au cours des opérations de création d'ouvrages de suivi de type piézomètre.

Dans le cadre de la réalisation des pompages d'essai, deux piézomètres ont été réalisés aux abords du site de production des Anglais faisant l'objet des essais. Les interventions se sont déroulées le 20 juillet 2009. La coupe technique et l'implantation des ouvrages, proposées par SAFEGE, ont été validées par l'Hydrogéologue agréé.

L'implantation des piézomètres a été validée sur le terrain par SAFEGE. Situés de part et d'autre du Cailly, les piézomètres permettent de dégager l'influence du cours d'eau sur la réalimentation ou non de la nappe.

Étant donné les propriétés foncières des parcelles d'implantation les deux piézomètres n'ont pas été réalisés de manière identique :

- ✓ Le premier (TRI2), situé en rive gauche s'inscrit sur les parcelles du syndicat (à droite sur le plan ci-dessous). Il sera conservé comme point de suivi de la nappe à l'issu de l'étude. Il a été réalisé en ce sens. La parcelle d'implantation est cadastrée n°62 de la section AD.
- ✓ Le second (TRI1), situé sur la rive droite s'inscrit sur une parcelle privée. Une convention d'usage temporaire du sol et d'accès au site a été contractualisée entre le syndicat et le propriétaire. Il a été retiré à l'issue des pompages d'essai et de l'étude. La parcelle d'implantation est cadastrée n°66 de la section AD.

La coupe géologique résultante des opérations est la suivante :

Tableau 2-6 : Coupes lithologiques relevées au droit des piézomètres

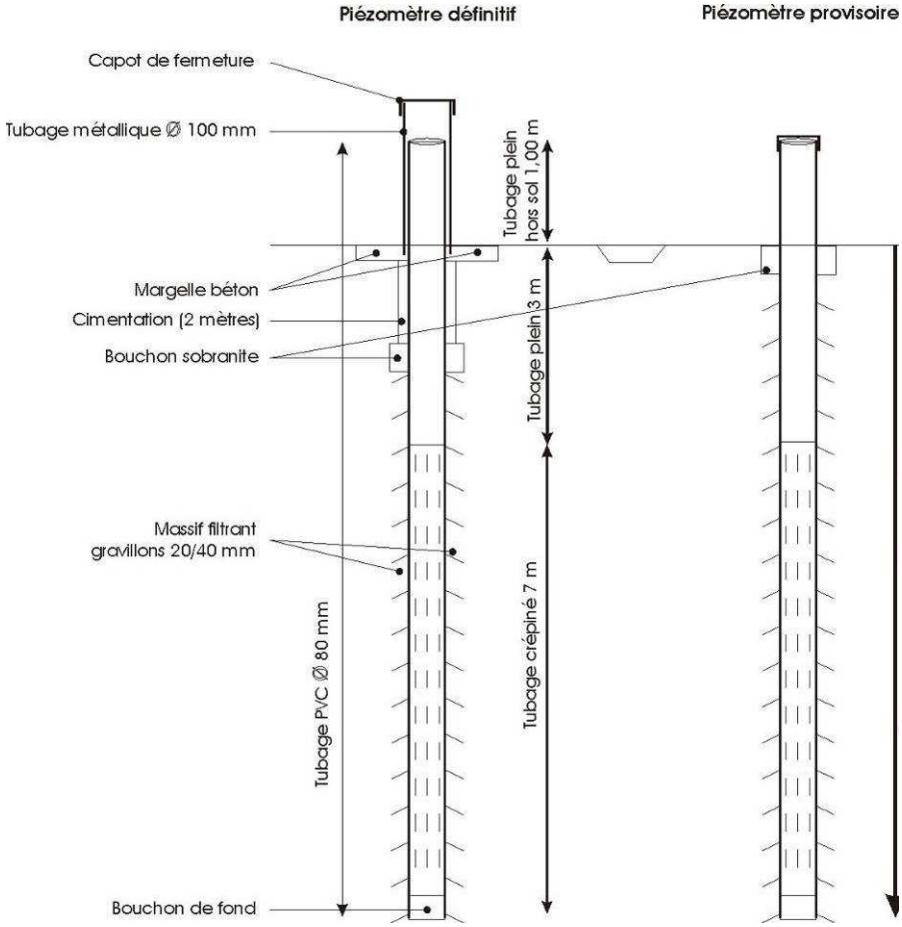
Piézomètre TRI1	Piézomètre TRI2	Lithologies correspondantes
De 0 à – 2,90 m	De 0 à 1,60 m	Limon argileux à silex
De – 2,90 m à -6 50m	De – 1,60 m à – 3,30 m	Sable limono-argileux à silex
De -6,50 m à – 10,33 m	De – 3,30 m à – 11,85 m	Craie blanche altérée

La couverture d'alluvions varie de 3 à 6,50 m. Il s'agit de limons argileux en tête puis de sables limono-argileux.

Les coupes lithologiques sont présentées en annexe ainsi que l'enregistrement des paramètres de foration (vitesse d'avancement, pression d'injection, couple de rotation, etc.).

Figure 2-13 : Plan de localisation des piézomètres (extrait du compte rendu de travaux)

Figure 2-14 : Coupe technique des piézomètres



2.5.4 Risques de nature géologique

2.5.4.1 Cavités d'origine naturelle

L'existence de cavités souterraines est en partie liée à la géologie du secteur : elles sont dues à l'action des eaux qui circulent dans les fissures de la craie. Les eaux, chargées en acide carbonique, entraînent la dissolution de la craie. Les fissures s'agrandissent, se relient et finissent par constituer de véritables réseaux de conduits de type karstique. Les cavités ainsi établies sont trouvées à des profondeurs variables.

Les eaux de ruissellement parviennent à ces réseaux en traversant les formations superficielles, qui recouvrent la craie. L'eau parvient à entraîner les particules fines jusqu'à constituer en surface des entonnoirs d'infiltrations, fréquemment appelés dans la région, les « bétoires ». Ces points remarquables sont donc les témoins de surface de l'existence d'un réseau de cavités souterraines naturelles.

Le schéma page suivante présente l'évolution et la formation d'un réseau de cavités souterraines d'origine naturelle.

2.5.4.2 Cavités d'origine artificielle – les marnières

Ces cavités sont d'origine anthropique, c'est-à-dire creusées par l'homme, afin d'utiliser la craie notamment pour l'amendement des champs et conserver ainsi la qualité productive des terres. Cette pratique d'exploitation souterraine de la marne débute au 18ème siècle, quand la culture des terres de plateaux aura pris un réel essor.

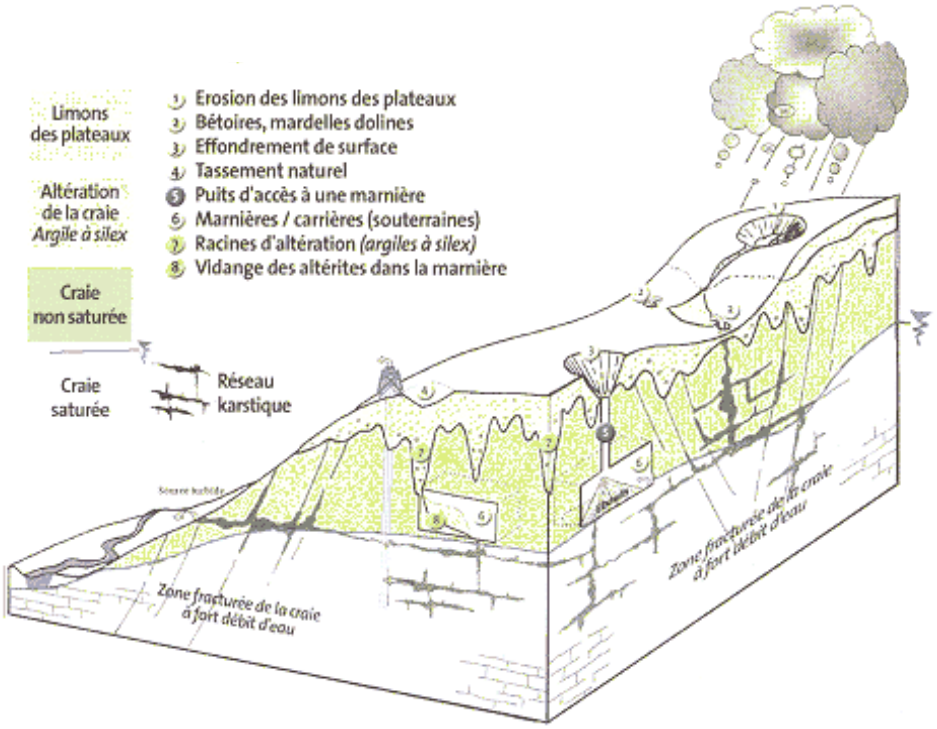
Pour assurer la rentabilité de son exploitation, chaque exploitant réalisait sa marnière en tirant du sous-sol, le matériau crayeux (appelé localement marne) absent à la surface des plateaux, mais trouvé à des profondeurs pouvant parfois atteindre 40 mètres. La parcellisation des terres a donc conduit à la multiplication des marnières.

Sur le plateau, la marnière est reliée à la surface par un puits d'accès vertical creusé manuellement ; ce puits traverse les formations superficielles et une certaine épaisseur de craie afin d'assurer la solidité du toit de l'exploitation. A partir du puits, les chambres sont creusées prenant des formes et des tailles variables selon les terrains rencontrés et les méthodes de travail de l'exploitant.

Les puits d'accès de ces marnières, aujourd'hui abandonnés, ont été soit laissés tels quels (pour les plus anciens) soit fermés ou comblés par des matériaux divers (bois, argile, sable, pierres, déchets….). Parfois, cet accès est signalé par une clôture entourant le puits ou par un arbre planté au droit du site.

Il arrive des infiltrations préférentielles se développent au droit des anciens puits d'accès de ces carrières. Potentiellement, les écoulements gagnent alors plus facilement la nappe. **On n'exclut pas l'existence de plusieurs de ces anciennes carrières au droit des zones de plateau.**

Figure 2-15 : Coupe explicative de l'aquifère crayeux dans le contexte Haut-Normand



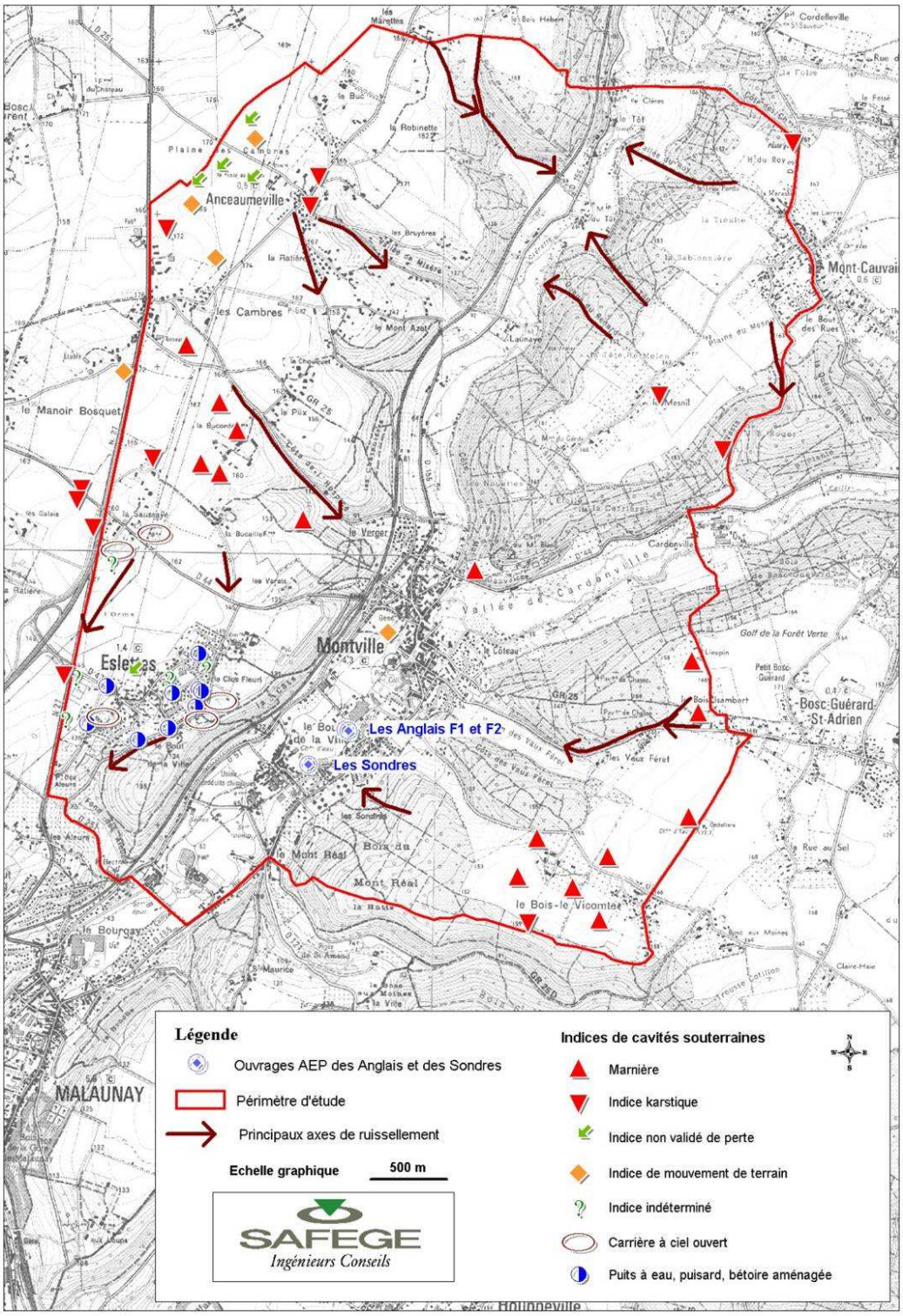
Les indices de cavités d'origine karstique font l'objet d'une localisation sur la carte de synthèse présentée à la fin de ce chapitre.

Dans le cadre de la révision des documents d'urbanisme, les communes font procéder à l'inventaire des indices de cavités souterraines sur l'ensemble de leurs territoires communaux. Par le biais d'une enquête adressée aux mairies et après confirmation auprès des services de la DDEA de la Seine Maritime, nous avons pu obtenir les renseignements suivants :

- ✓ Un recensement des indices de cavité souterraine a été réalisé par les communes d'Eslettes, Malaunay et Mont-Cauvaire.
- ✓ Une telle étude est en cours pour la commune de Clères.
- ✓ Montville dispose d'un inventaire réalisé dans le cadre de l'enquête préfectorale réalisée en 1995. Ces indices sont mentionnés au Plan d'Occupation des Sols.
- ✓ Ancéaumeville dispose d'une étude de repérage des indices de cavités le long de la Route Nationale n°27 (en limite ouest du périmètre d'étude).

L'ensemble des données collectées relatives à la présence de cavités souterraines est reporté à la figure suivante. Les données intègrent en particulier les informations issues de la base de données du BRGM en 2009.

Figure 2-16 : Carte de synthèse des données relatives à l'existence de cavités souterraines dans le périmètre de l'étude



2.6 Pédologie

La majeure partie du périmètre d'étude est couvert de limons de plateaux d'origine loessique. Ils sont constitués de particules siliceuses très fines (en majorité 2 à 50 µm). Cette couverture peut atteindre 10 m en certains endroits relativement protégés de l'érosion et des vents dominants.

Il s'agit de sols non hydromorphes, perméables, facilitant la percolation de la surface vers le sous-sol.

A l'amorce des versants, les argiles à silex affleurent. Cette formation peu perméable est fréquemment solifluée sur les pentes et les bas de versants.

Le fond des vallées développées est couvert d'alluvions fines, hydromorphes, de nature plutôt argileuse.

Les sols mal structurés, particulièrement les sols limoneux et argileux, sont sujets à la formation d'une couche imperméable plus ou moins épaisse à leur surface, appelée couche de battance.

Ce processus survient lors des pluies intenses, par les gouttes qui martèlent la surface et font éclater les agrégats du sol. Une quantité de fines particules est alors entraînée par ruissellement, et les particules restantes se cimentent ensemble pour former avec le temps une couche durcie à la surface.

Cette strate empêche par la suite l'eau et l'air de bien s'infiltrer dans le sol, ce qui nuit aux racines, à l'activité de la flore et de la faune du sol et au développement des plantes.

Les sols nus de ces zones s'imperméabilisent, favorisant l'apparition du ruissellement des eaux pluviales au détriment de leur infiltration. On estime que la capacité d'infiltration d'un tel sol décroît de 30 à 60 mm/h pour un sol structuré, poreux et meuble, à 1 mm/h pour un sol battant.

L'érosion des sols qui s'ensuit provoque la mise en suspension de particules minérales. C'est alors une eau turbide qui s'écoule et s'engouffre potentiellement dans le sous-sol par le biais des bétoires, principal vecteur de pollution de la nappe par les eaux de ruissellement.

Étant donné la localisation du secteur d'étude au cœur du Pays de Caux, et la prépondérance de sols limoneux sur la majeure partie du périmètre d'investigation, on peut retenir un facteur de risque élevé à la formation d'une croûte de battance et à l'apparition des phénomènes de ruissellement d'eaux turbides.

La figure ci-après illustre la répartition des différents types de sols sur le périmètre de l'étude.

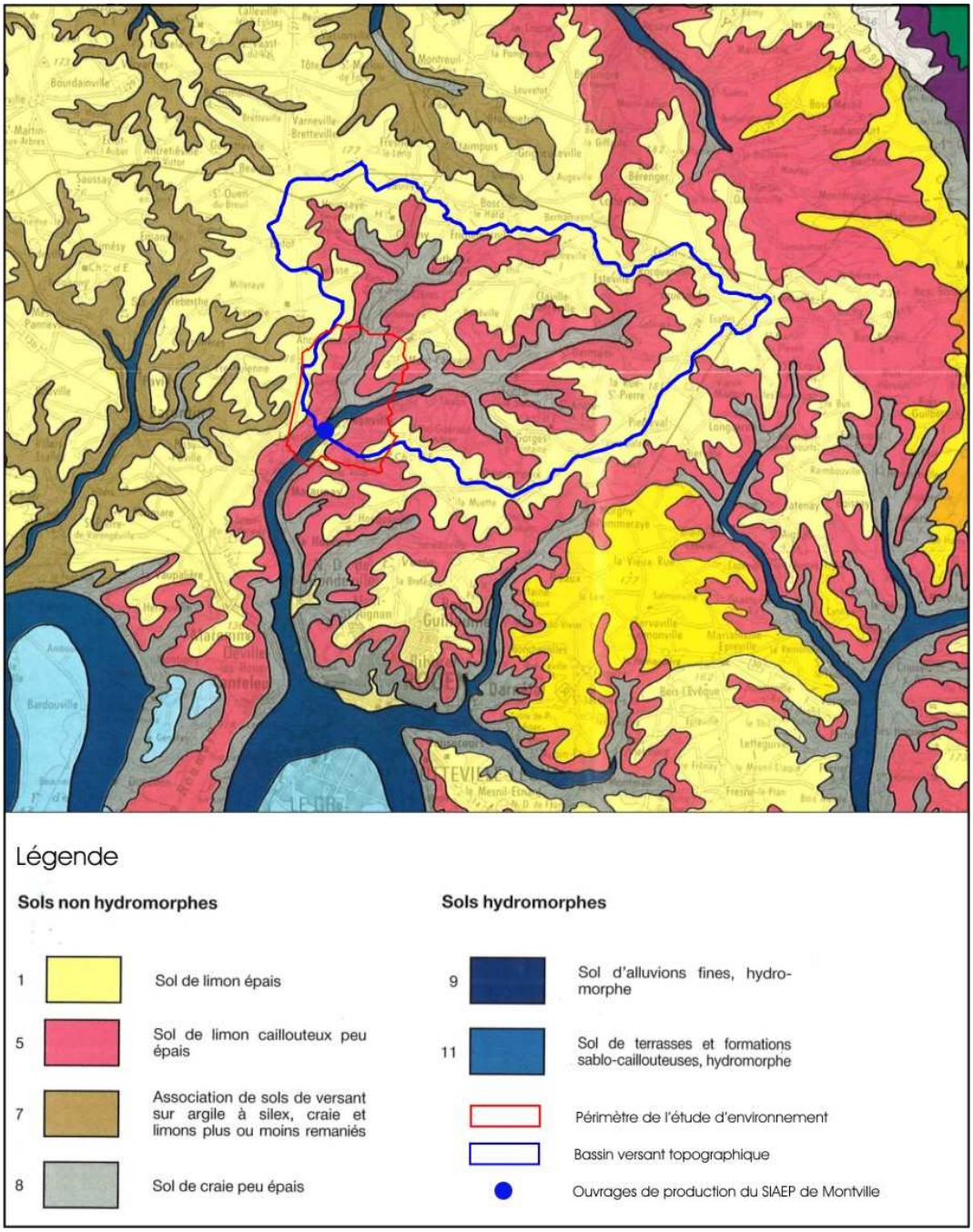
Les sols de limon épais sont représentés sur tout le pourtour du périmètre, sur les secteurs les plus pats et les plus hauts topographiquement. Ce sol est très sensible à la battance, au tassement et à l'érosion.

Les sols de limon caillouteux peu épais correspondent à des limons de plateaux et de versants, des colluvions dérivées, de moins d'un mètre d'épaisseur ; ils reposent sur les argiles à silex. Ils couvrent les secteurs de pente moyenne à forte. Tous les horizons sont constitués au moins en partie d'argile, conduisant à diminuer leur capacité d'infiltration.

Les sols de craie peu épais sont constitués de craie, de colluvions limoneuses peu épaisses ; ils reposent sur la craie. Ils couvrent les secteurs de plus forte pente pour lesquels la couverture de formation superficielle est très diminuée par l'érosion. Les premiers horizons de craie sont souvent assez altérés (jusqu'à un mètre).

Les sols d'alluvions fines sont des alluvions récentes. Répandus dans le fond des vallées, les différents horizons de ces sols sont presque toujours constitués d'une part d'argile. La granulométrie de ces formations est très variable, ce qui conduit à une hétérogénéité spatiale du matériau : certains secteurs sont plus tourbeux, d'autres plus caillouteux, etc.

Figure 2-17 : Couverture pédologique du secteur d'étude (extrait de l'Atlas pédologique régional)



2.7 Hydrogéologie

2.7.1 Le réservoir

L'aquifère principal du secteur est l'aquifère de la craie. La nappe libre qui s'y développe est largement exploitée pour l'alimentation en eau potable.

L'aquifère crayeux est ainsi constitué de deux compartiments :

- ✓ Une ***zone non-saturée*** dans laquelle les transferts d'eau s'effectuent selon une composante verticale,
- ✓ Une ***zone saturée*** (la nappe) où les transferts s'effectuent selon une composante sub-horizontale.

Son substratum profond est constitué par les formations de la base du Cénomanien et par les argiles du Gault de l'Albien, bien que, sous les plateaux, il puisse être constitué par la craie non fissurée ou la partie inférieure de la craie argileuse.

Les écoulements des eaux souterraines s'accomplissent suivant un double régime :

- ✓ Un régime de perméabilité, lié à la porosité matricielle de la craie parfois très importante >30% dans certains cas (perméabilité en petit, entre les grains de la roche),
- ✓ Un régime d'écoulement de type karstique lié à la fissuration que l'eau agrandi par dissolution (perméabilité en grand). L'écoulement en milieu fissuré est assimilable à un écoulement en milieu poreux ; il y a une anisotropie des perméabilités kx/ky qui déforme un peu les cônes d'appel.

Au sein de la nappe, les vitesses d'écoulements sont alors très variables : de quelques centimètres par jour dans les pores, à plusieurs mètres par heure dans un réseau karstique.

Ce réseau est bien développé sous les vallées et les vallons secs. Sous les plateaux, le réseau de fissures est moins dense et cantonné à la partie supérieure de la craie, sous l'argile à silex et bien souvent au dessus du niveau piézométrique de la nappe. En profondeur, les fissures ouvertes deviennent très rares. Il en résulte que le substratum réel de la nappe est souvent constitué par la craie compacte, indépendamment du niveau stratigraphique.

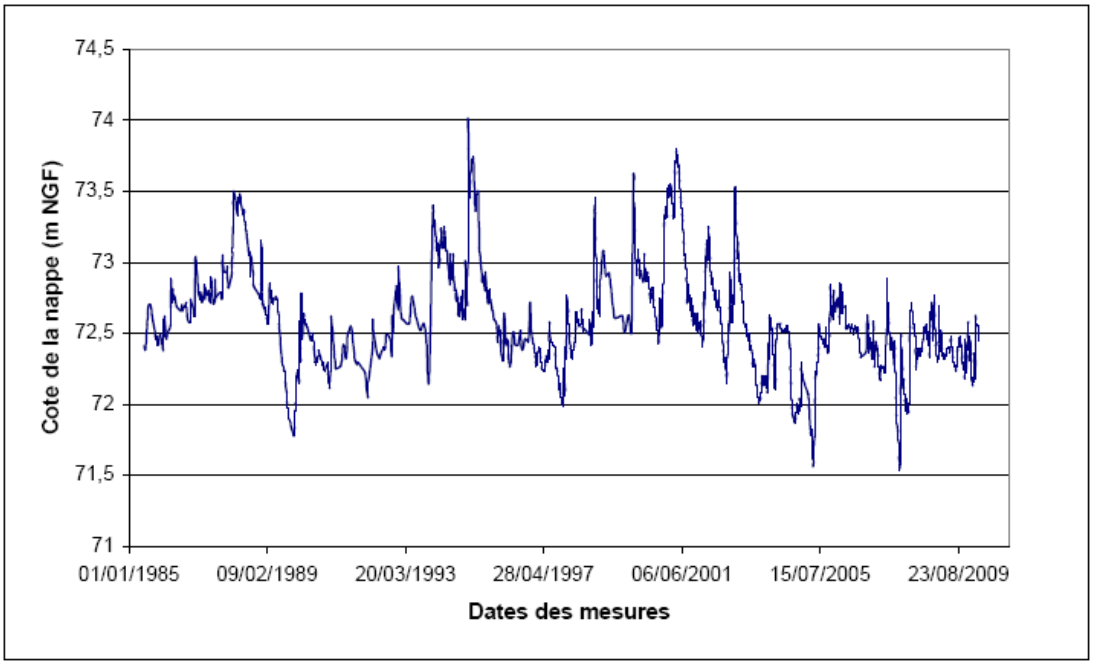
Le Turonien, qui constitue l'aquifère exploité par les forages de Montville est plus marneux ; il est moins fissuré et moins perméable que les étages sus-jacents.

2.7.2 Piézométrie et bassin versant hydrogéologique

2.7.2.1 Piézométrie

Un suivi départemental des niveaux de la nappe est effectué au droit de quelques piézomètres. Le plus proche du secteur est celui de Fontaine-le-Bourg (indice national 77-5-99). La chronique de suivi est la suivante.

Figure 2-18 : Suivi du piézomètre départemental 77-5-99 à Fontaine-le-Bourg



Le suivi indique des variations pluriannuelles du niveau de la nappe, mettant ainsi en évidence des années de hautes eaux et des années de basses eaux. Par exemple, une lente décrue est globalement visible depuis les hautes eaux de 2001. Un niveau bas est atteint pour le printemps 2005. Depuis le début d'année 2008, la tendance est à la hausse.

On distingue également des variations annuelles des niveaux de la nappe qui correspondent à la saisonnalité de l'alimentation de celle-ci. D'ordinaire, les hautes eaux sont observées pour les mois de décembre et janvier et les basses eaux pour les mois d'août et septembre.

Actuellement, au droit du bassin hydrogéologique du Cailly, nous nous situons dans une année de niveaux moyens de la nappe. Elle est mesurée au droit du piézomètre à 72,50 m NGF en avril 2010.

2.7.2.2 Circulation de la nappe et bassin piézométrique

Dans le périmètre d'étude considéré, la nappe s'écoule globalement du nord-est vers le sud-ouest, principalement drainée par les deux vallées du Cailly et de la Clérette.

La figure placée à la page suivante illustre le contexte piézométrique du secteur d'étude et plus généralement du bassin du Cailly.

Le long des principaux axes de drainage, la nappe présente un gradient moyen de l'ordre de **0,4%** quelque soit la situation de la nappe (hautes ou basses eaux).

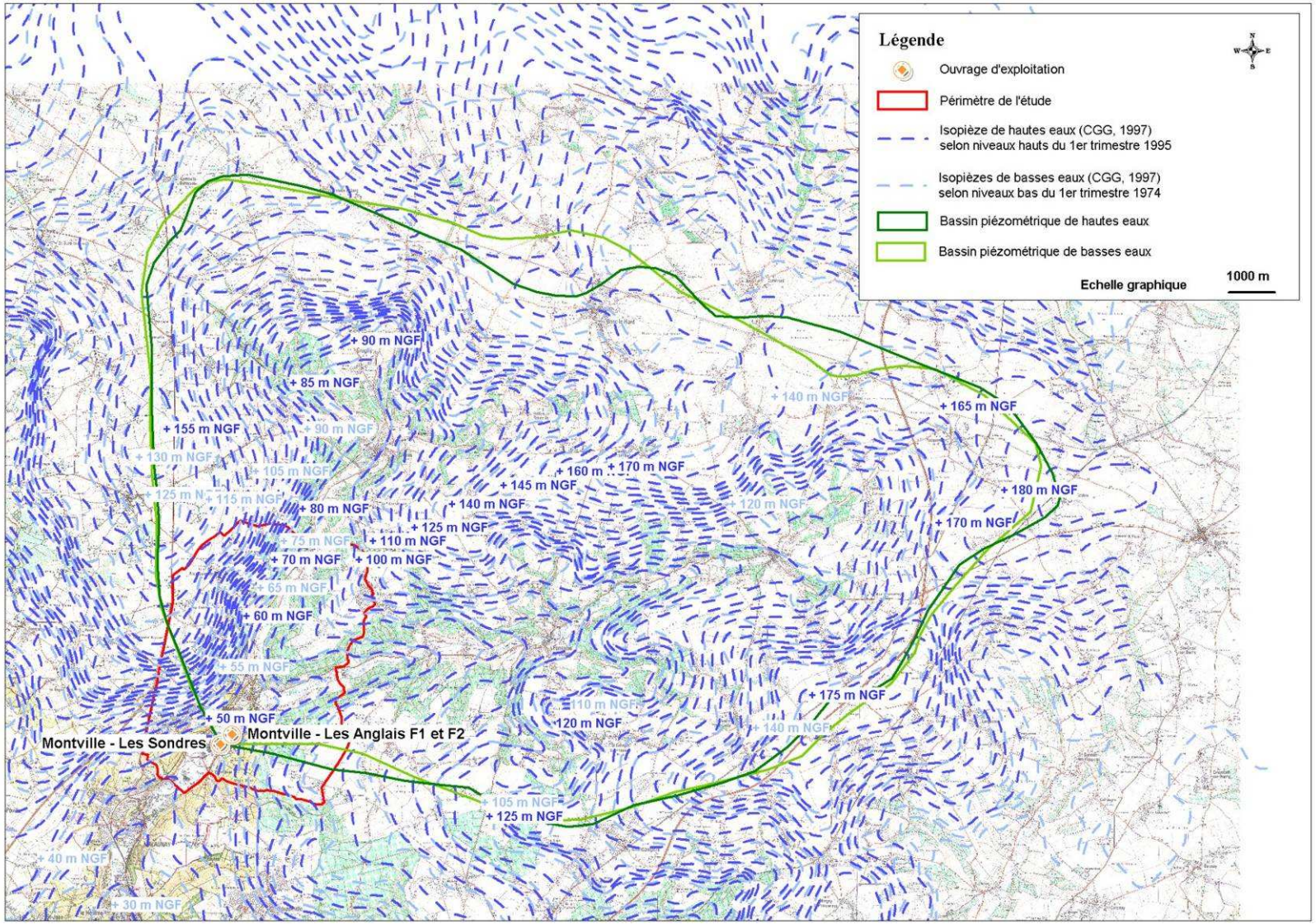
Les sources d'émergence de la nappe de la craie à hauteur de Montville témoignent de la rencontre de la surface topographique avec le toit de la nappe.

Le bassin piézométrique des forages de Montville est la partie de l'aquifère dans laquelle les eaux souterraines s'écoulent vers les forages (exutoires). Il est déterminé par une ligne de partage des eaux souterraines en amont qui est potentiellement migrante selon les états de basses ou de hautes eaux de la nappe.

Ce bassin versant s'étend ainsi au nord des sites de captage. Sa délimitation est proposée ci-dessous au regard des données piézométriques issues de l'étude de la Compagnie Générale de Géophysique (1997), qui fournit des données extrêmes de hautes eaux (1995) et de basses eaux (1974).

Deux bassins hydrogéologiques sont alors cartographiés : en situation de hautes eaux et en basses eaux. Il apparaît qu'ils sont relativement similaires dans leurs contours (bassin de basses eaux = 190 km² et bassin de hautes eaux = 187 km. **On mesure l'étendue du bassin global, comme le bassin de plus grande enveloppe (interceptant hautes et basses eaux), à 195 km².**

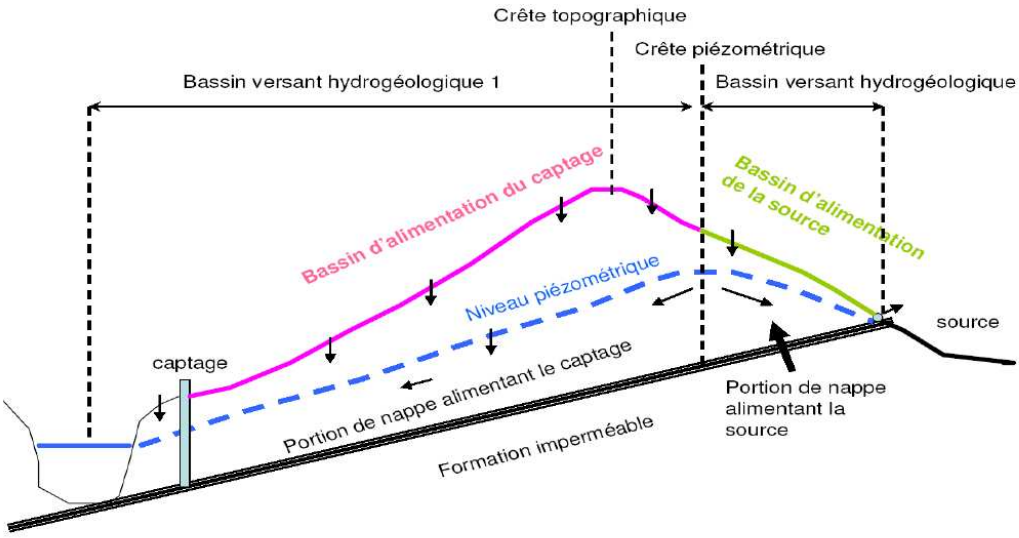
Figure 2-19 : Carte piézométrique de la nappe de la craie (CGG)



2.7.3 Estimation du bassin d'alimentation des forages de Montville

La notion de bassin d'alimentation de captage a été introduite avec la réglementation relative au Grenelle de l'Environnement. Le bassin d'alimentation des ouvrages est le secteur géographique constitué de la somme des points de la surface du sol qui contribuent à l'alimentation du forage par l'infiltration directe des eaux ou par l'infiltration de cours d'eau. Dans le cas de l'aquifère libre Sénonien - Turonien et en l'absence de niveau imperméable de surface, il correspond ici à la projection en surface de la portion de nappe alimentant le forage (incluant la surface située entre la crête topographique et la crête piézométrique) ; soit le bassin piézométrique défini au chapitre précédent.

Figure 2-20 : Délimitation du périmètre BAC dans le cas d'un aquifère libre (d'après BRGM 2007)



D'autre part, on connaît la sensibilité du sous bassement crayeux par rapport au développement du karst et des relations hydrauliques potentielles entre différentes entités hydrogéologiques. Ces informations seront développées dans les chapitres suivants.

On admet donc deux fonctionnements possibles de l'aquifère dans ce secteur :

- ✓ Le premier est matriciel, il correspond au drainage matriciel de la nappe. Il constitue l'alimentation continue du site de captage.
- ✓ Le second est karstique, il correspond au drainage de surfaces complémentaires superficielles (par interception de ruissellements lors d'évènements pluvieux) s'ajoutant à l'emprise du bassin piézométrique. Il s'agit ici d'une alimentation dite discontinue.

Les informations relatives aux résultats des opérations de traçage ayant été effectuées dans le secteur qui sont synthétisées au chapitre 2.7.5 suivant, nous conduisent à inclure une zone qui se trouve pourtant en dehors des bassins versants topographiques et hydrogéologiques.

Deux sites d'injection situés à l'ouest (secteur d'Eslettes) et à l'est (secteur de Quincampoix), doivent être inclus au périmètre. Bien que les sites d'injection se situent au dehors ou en bordure des bassins hydrographiques et hydrogéologiques, les écoulements sont conduits par le karst vers l'intérieur du bassin d'alimentation des ouvrages de Montville.

Le bassin d'alimentation global s'élève alors à une superficie de 202 km².

Sa délimitation cartographique est proposée en annexe.

2.7.4 Alimentation de la nappe

2.7.4.1 Généralités

D'une manière générale, la zone d'étude bénéficie d'un climat humide, des hivers doux et des étés tempérés, avec parfois des amplitudes thermiques annuelles plus importantes, des hivers plus rigoureux et des étés plus chauds.

En Haute-Normandie, le système karstique est binaire (l'aquifère karstique est en partie alimenté par un écoulement de surface et par la nappe de la craie) et comprend deux modes d'infiltration :

- ✓ Par des points d'infiltration concentrée, là où le ruissellement organisé sur les parties imperméables du bassin aborde le terrain karstifiable et s'y perd en profondeur (bétoire, faille, etc.),
- ✓ Par une infiltration directe, diffuse, plus ou moins différée selon l'efficacité des couvertures de l'épikarst et sur toute la surface d'affleurement du karst.

L'alimentation de la nappe s'effectue donc par deux composantes ; la première lente par infiltration des pluies efficaces au travers des horizons du sol, la seconde ponctuellement et occasionnellement par engouffrement des eaux de ruissellement.

La pluie efficace résulte de l'excédent des précipitations sur l'évaporation réelle et correspond à une estimation de l'alimentation de la nappe et des cours d'eau par ruissellemejt. La pluie efficace moyenne donnée par l'Atlas hydrogéologique de la Seine Maritime est de l'ordre de 394 mm/an.

Un bilan hydrique global a été effectué à l'échelle du périmètre d'étude. Les données d'entrée sont celles de la station météorologique de Boos et sont relatives à la période 1979 – 2008 : pluviométrie mensuelle moyenne, coefficient de ruissellement et Réserve Utile des sols (RFU).

Étant donné que les sols limoneux du périmètre d'étude sont soumis au phénomène de battance et qu'une grande partie du territoire présente des pentes supérieures à 10%, nous avons retenu un coefficient de ruissellement moyen de 10%.

Étant donné que le périmètre d'étude se partage entre formations de plateau pour lesquelles la RFU est maximale (supérieure à 100 mm), et formations de pentes ou de fonds de vallée pour lesquelles la RFU est moindre (entre 50 et 100 mm), nous retenons une RFU maximale de 80 mm.

Le principe du bilan hydrique consiste à intégrer au mois m_{+1} la pluviométrie du mois précédent en tenant compte de l'état hydrique des sols du mois m_0.

Figure 2-21 : Bilan hydrique du périmètre d'étude

Coefficient de ruissellement	0,1
Valeur maximum de la RFU	80
Valeur initiale de la RFU	0
Année de départ	1979
Année de fin	2008

Stations météorologiques de référence : Rouen - Boos

1979-2008	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	TOTAL
Précipitations	65,3	83,6	75,5	95,0	74,3	59,6	71,2	58,3	75,8	63,4	71,7	65,6	**859,3**
Ruissellement	6,5	8,4	7,6	9,5	7,4	6,0	7,1	5,8	7,6	6,3	7,2	6,6	**85,9**
Déficit P-R	58,8	75,2	68,0	85,5	66,9	53,6	64,1	52,5	68,2	57,1	64,5	59,0	**773,4**
ETP	62,9	31,7	11,0	8,1	10,4	18,3	43,8	72,1	98,8	112,0	122,6	105,9	**697,6**
ETR	58,8	31,7	11,0	8,1	10,4	18,3	43,8	52,5	68,2	57,1	64,5	59,0	**483,4**
RFU	0,0	43,5	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	60,4	29,8	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Lame infiltrée	0,0	0,0	20,5	77,4	56,5	35,3	20,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**210,0**

Le calcul réalisé montre :

- ✓ Une pluie efficace (P – ETR) de 375,9 mm/an ; ce qui correspond à la valeur fournie par l'Atlas (394 mm/an).
- ✓ Une recharge annuelle de la nappe de 210 mm/an. Ce qui représente 25% des pluies moyennes annuelles (859 mm).

La part de l'écoulement souterrain (lame infiltrée ou recharge annuelle) correspond aux données d'entrée utilisées dans l'étude BRGM 86SGN221HNO (JM BARRAT, mars 1986)[1]. Dans cette étude (modélisation), l'écoulement souterrain était évalué pour le calage du modèle entre 190 et 213 mm/an.

2.7.4.2 Surface minimale théorique d'alimentation

Par le raisonnement inverse, on peut déduire une surface minimale théorique nécessaire à l'alimentation des forages de Montville. La méthodologie intègre le débit critique de pompage de chaque ouvrage ; c'est à dire le débit maximal de pompage que l'on peut autoriser dans l'ouvrage sans que cela ne conduise à un déséquilibre entre le pompage et le réapprovisionnement de la nappe.

[1] Modèle de gestion de la ressource en eau du Haut bassin du Cailly.

Le raisonnement se base, en l'absence de débit critique sur l'ensemble des ouvrages, sur le débit maximal d'exploitation indiqué dans la demande de DUP pour les deux champs captant (3 000 m^3/j pour le site des Sondres et 3 800 m^3/j pour le site des Anglais) et sur la valeur de la recharge retenue pour le secteur ; soit 210 mm/an.

De cette manière, la superficie théorique minimale nécessaire à l'alimentation des ouvrages à hauteur des débits sollicités est de 12 km² (1 182 ha). Autrement dit, l'infiltration des précipitations au droit d'un territoire de 12 km² permettrait de subvenir aux besoins du syndicat.

2.7.5 Paramètres hydrodynamiques de la nappe

Les pompages d'essai permettent de mesurer les paramètres hydrodynamiques de la nappe (transmissivité et coefficient d'emmagasinement), et de quantifier les caractéristiques particulières de l'aquifère (conditions aux limites). C'est une évaluation de la ressource en eau souterraine exploitable par la prévision du rabattement en fonction des débits pompés.

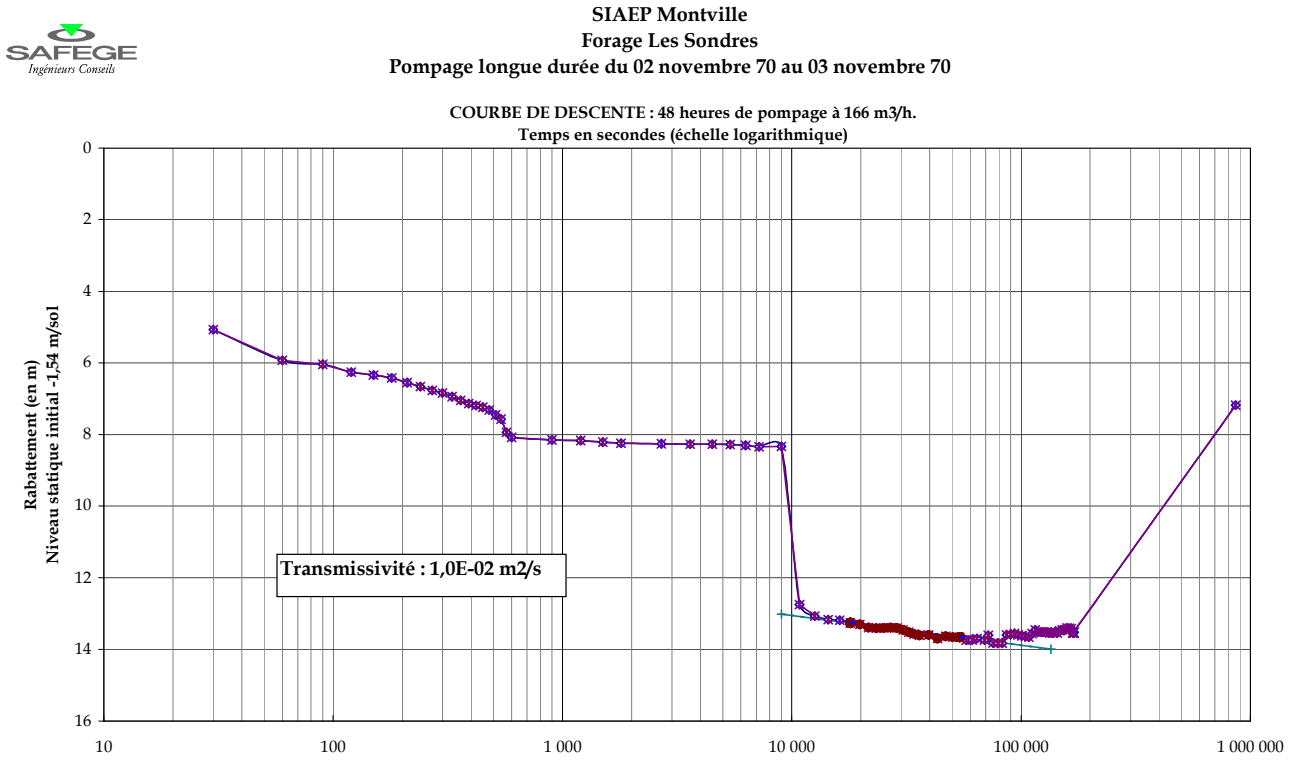
2.7.5.1 Forage des Sondres

Le forage des Sondres a fait l'objet de pompages d'essais (par paliers et de longue durée) lors de sa création en 1970. L'interprétation des données du pompage de longue durée a permis de dégager les paramètres hydrodynamiques de la nappe.

- ✓ La **transmissivité** (T), c'est un paramètre qui régit la capacité de l'aquifère à laisser s'écouler une lame d'eau. Elle se mesure en m²/s elle est fonction de la perméabilité et de l'épaisseur de l'aquifère.
- ✓ Le **coefficient d'emmagasinement** (S), qui caractérise la capacité de l'aquifère à se comporter comme une éponge (stockage). Il n'a pas d'unité et est fonction de la porosité efficace de la roche.

Nous avons retranscrit les résultats du suivi de l'essai de 1970. La courbe de descente du niveau de la nappe peut être représentée de la manière suivante :

Figure 2-22 : Courbe de descente de la nappe, forage des Sondres (1970)



Le rapport de la SADE indique qu'au terme du pompage de longue durée (de 47 h à des débits variant entre 166 et 212 m^3/h), le suivi de la remontée des niveaux indiquait une mauvaise réalimentation de l'aquifère au droit du forage. Le suivi de la descente de la nappe indique un rabattement final maximal d'environ 9 m.

La transmissivité tirée des pompages est évaluée à 5. 10^{-2} m^2/s ; cette valeur est cohérente avec le contexte d'implantation de l'ouvrage. Elle correspond à un aquifère crayeux assez productif situé en fond de vallée mais dont la réalimentation n'est pas optimale.

Grâce au suivi de quelques piézomètres implantés autour de l'ouvrage, le coefficient d'emmagasinement a pu être calculé à 0,1 %. Cette valeur, faible, est caractéristique d'un aquifère semi-captif.

Lors de la création de l'ouvrage, on a noté que le niveau piézométrique de la nappe s'établissait au-dessus du mur des argiles à silex ; traduisant ainsi une légère surpression de la nappe. La valeur du coefficient d'emmagasinement confirme ce fait.

L'interprétation des courbes de rabattement en fonction du log du temps sur les ouvrages et les piézomètres montrent une descente rapide puis un palier très net. Cette inflexion, dans le cas des aquifères semi-captifs peut être interprétée comme étant la marque de phénomènes de drainance (débit entrant aux limites, cf. chap. 3.3.3.1 sur l'influence des pompages).

2.7.5.2 Champ captant des Anglais

A- Données anciennes

En 1960, des pompages de longue durée ont été effectués au droit des deux forages du site des Anglais. Les données disponibles relatives à ces essais sont le débit de pompage, le temps de pompage et le rabattement final obtenu dans les ouvrages. Les résultats sont les suivants :

Tableau 2-7 : Synthèse des données relatives aux pompages d'essai de 1960

Ouvrage	Date du pompage	Durée de pompage	Débit de pompage	Cote initiale de la nappe	Cote dynamique de la nappe	Rabattements en fin d'essai	Débit spécifique
F1	Du 20 au 23 juin 1960	72 h	90 m^3/h	45,64 m NGF	30,26 m NGF	15,38 m	5,85 m^3/h/m
F2			205 m^3/h	46,24 m NGF	36,24 m NGF	10,00 m	20,50 m^3/h/m

Ces essais ont été réalisés simultanément. Les rabattements indiqués correspondent au cumul des incidences de chaque ouvrage sur la nappe. On remarque d'ores et déjà que le forage F1 présente de moins qualités capacitives que le forage F2 ; F1 présente plus de pertes de charge en pompage.

B- Données récentes

Un pompage de longue durée a été réalisé sur ce champ captant. Il a été suivi sur les forages et les deux nouveaux piézomètres et a permis de calculer la transmissivité et le coefficient d'emmagasinement au droit du champ captant.

Les résultats des incidences du projet sont amplement détaillés au chapitre 3.3 page 82. Nous ne reprenons ici que le détail des principaux paramètres de la nappe.

Les paramètres hydrodynamiques et les conditions de réalisation de ces essais sont décrits dans le tableau ci-après. 72 heures de pompages ont été maintenues en continu sur le champ captant des Anglais de la manière suivante :

- ✓ h0 : lancement du forage F1 à 85 m^3/h,
- ✓ h+24h : lancement du forage F2 à 90 m^3/h, arrêt du forage F1,
- ✓ h+48h : lancement du forage F1 à 75 m^3/h, maintien du forage F2 à 110 m^3/h.
- ✓ h+72h : arrêt des pompes.

En moyenne, sur ce champ captant, la transmissivité est du même ordre de grandeur que celle du forage des Sondres (7×10^{-2} m²/s pour les Anglais et $5,5 \times 10^{-2}$ m²/s pour les Sondres). Le coefficient d'emmagasinement est faible : de l'ordre de 0,8 % (pour 0,1 % aux Sondres).

On note une hétérogénéité des paramètres hydrodynamiques entre les deux piézomètres du champ captant (presque un facteur 10) traduisant les variations des terrains et la semi-captivité de l'aquifère.

Les courbes de rabattement en fonction du log du temps présentent de la même manière une inflexion nette qui peut être la traduction d'un phénomène de drainance (débit entrant).

Tableau 2-8 : Conditions de réalisation du pompage d'essai de longue durée

	F1	F2	F1+F2	PZ1	PZ2	*Moyenne*
Débit, Q en m^3/h	85	90	185 (F1 = 75, F2 = 110)	80 m de F1	115 m de F1	-
Durée pompage, t en heures	24	24	24	24 F1	24 F1	-
Transmissivité, T en m^2/s	$2,2.10^{-2}$	$8,5.10^{-2}$	$2,8.10^{-2}$	$7,6.10^{-2}$	$1,2.10^{-1}$	*7.10^{-2}*
Emmagasinement, S en %	-	-	-	0,2	1,5	*0,8*
Transmissivité à la remontée 15/04	$2,5.10^{-2}$	$4,2.10^{-2}$	$4,1.10^{-2}$	$7,3.10^{-2}$	$1,3.10^{-1}$	*$6,7.10^{-2}$*

La différence qui s'observe entre F1 et F2 correspond aux premières indications fournies par les pompages d'essai de 1960, ce qui indique que la dégradation de l'ouvrage F1 n'intervient que peu dans la productivité de l'ouvrage. Ceci met plutôt en évidence :

- ✓ Soit un défaut de réalisation, mais que rien dans les documents d'époque ne semble indiquer,
- ✓ Soit une hétérogénéité importante dans les paramètres hydrodynamiques de la craie.

La deuxième hypothèse est retenue puisqu'elle corrobore les résultats hétérogènes des calculs de la transmissivité présentés dans les tableaux précédents. Le sous-bassement crayeux présente de moins bonnes capacités transmissives au droit de F1.

On précise également qu'à la lecture des courbes de descente des niveaux de la nappe il semble que ces niveaux ne soient pas stabilisés en fin d'essai, en particulier à la fin de la troisième journée de pompage (pompage simultané sur les deux ouvrages). Il est donc important de noter qu'après 24h de pompage simultané, le milieu ne trouve pas son équilibre, ce qui traduit l'existence d'une perturbation dans la réalimentation des forages (caractéristiques de l'encaissant et limites d'alimentation). Les derniers rabattements de la nappe, observés en fin de pompage, ne sont donc pas ceux d'un système à l'équilibre (les données relatives aux rabattements de la nappe observés sont synthétisées dans le

Tableau 3-3 page 86).

On précise que l'interprétation des courbes de remontée des niveaux de la nappe fournit les mêmes résultats en termes de vulnérabilité que l'analyse effectuée à la descente du plan d'eau. Et ce, malgré les complications naturelles inhérentes au pompage (variation de débit) et au milieu (non homogène). La moyenne de transmissivité obtenue à la remontée (6,7 x 10^{-2} m²/s) équivaut à celle obtenue à la descente (7 x 10^{-2} m²/s). On retiendra donc une transmissivité moyenne et globale de 7 x 10^{-2} m²/s.

2.7.5.3 Productivité des sites d'exploitation

A- Évaluation et origine des pertes de charge pour la nappe

Les rabattements constatés pendant les pompages d'essais correspondent à une perte de charge du milieu saturé entre l'état initial et l'état dynamique. La synthèse des pertes de charge observées (rabattement) est proposée au chapitre 2.7.5.2 page 54. Ils ont permis d'extrapoler les pertes de charges des deux ouvrages.

On détermine ces derniers à partir de l'équation de Jacob :

$$S= BQ+CQ^2$$

A partir des rabattements spécifiques (S/Q), on peut calculer les pertes de charges des ouvrages.

- ✓ Les pertes de charges linéaires (B) : conséquence de l'écoulement laminaire de l'aquifère au voisinage du puits.
- ✓ Les pertes de charges quadratiques (C) : caractérisent l'équipement technique du forage (diamètre du tube, crépines, elle est fonction du débit.

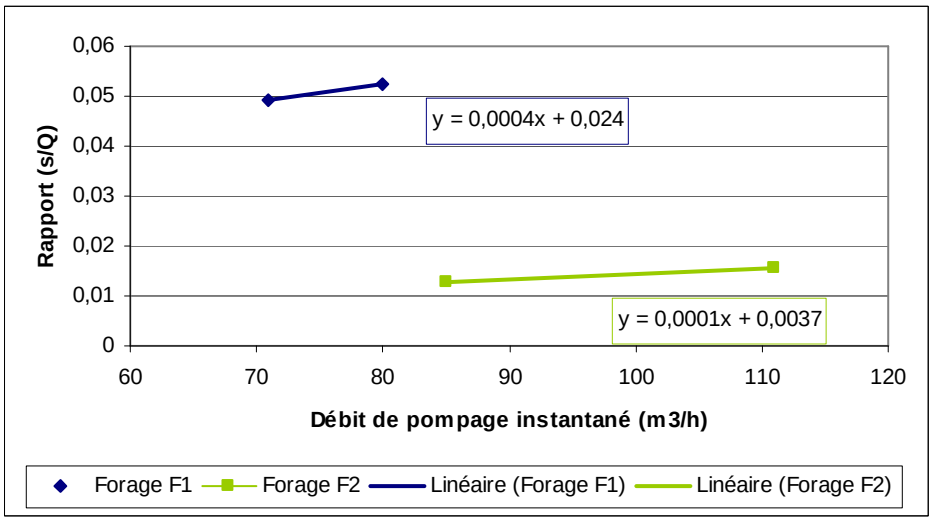
Le tableau suivant présente les calculs des différentes pertes de charge, obtenues par le tracé des droites (s/Q) = f(Q) présenté à la figure suivante.

Tableau 2-9 : Calcul des pertes de charge

	Débit de pompage (m^3/h)	Rabattement (m)	Rapport (s/Q)	Pertes de charge linéaires	Pertes de charge quadratiques
F1	71	3,5	0,049	0,024	0,0004
	80	4,2	0,052		
F2	85	1,1	0,013	0,0037	0,0001
	111	1,75	0,016		

On précise dès maintenant que ces calculs s'effectuent d'ordinaire d'après les résultats des pompages d'essai par paliers, par lesquels nous disposerions des quatre données de rabattement pour des débits croissants. Les droites seraient donc plus ajustées que celles présentées ci-dessous. Les caractéristiques et l'origine des pertes de charge ne pourront être clairement établies qu'après réalisation d'un essai de puits sur chaque ouvrage. Néanmoins, les résultats ci-dessus permettent d'avoir une idée des phénomènes en jeu.

Figure 2-23 : Représentation graphique des pertes de charge



On remarque :

- ✓ Que les pertes de charges quadratiques sont du même ordre de grandeur (0,0001 pour 0,0004). On aurait pu s'attendre à ce qu'elles soient plus élevées pour F1 compte tenu de la dégradation un peu plus avancée de l'état de ce forage. Elles tendraient à prouver que l'état de l'ouvrage intervient peu dans les rabattements observés en cours de pompage.
- ✓ Que les pertes de charge linéaires sont nettement différentes d'un ouvrage à l'autre ; le forage F1 présente des pertes de charge 10 fois supérieures à celles de F2. Connaissant les bonnes valeurs de la transmissivité de l'encaissant (environ 10^{-2} m²/s) dans chacune des situations de pompage (F1 seul et F2 seul), on en déduit que ces pertes de charge se produisent principalement dans l'environnement immédiat du forage F1, à l'interface entre l'encaissant et l'ouvrage.

L'amélioration des capacités hydrauliques du champ captant et donc la limitation des impacts sur la nappe ne seront obtenus que par une réhabilitation des forages de production. Les opérations de nettoyage qui pourront être programmées restitueront des ouvrages en meilleure qualité, offrant a priori des pertes de charges moindres pour la nappe.

B- Débit spécifique et productivité des ouvrages

Le débit spécifique des ouvrages est de 21,2 m^3/h/m pour F1 et 81,8 m^3/h/m pour F2 ce qui implique que les pertes de charges sont plus importantes pour F1 compte tenu de la transmissivité relativement similaire obtenue lors des pompages indépendants effectués sur chaque ouvrage.

Le calcul et la détermination de l'origine des pertes de charge, proposés au chapitre 3.3.3.1 page 85, permettent d'envisager que les pertes de charge responsables de la moins bonne productivité de F1 sont des pertes de charge linéaires, rencontrées à l'interface entre le milieu encaissant (la craie) et l'ouvrage (tubage crépiné). Les pertes de charge quadratiques sont quasiment équivalentes malgré l'état de dégradation différent entre les deux forages. Le passage camera effectué dans les ouvrages avait permis d'illustrer ce fait (cf. rapport de phase 1).

L'étude de la SADE réalisée pour le forage des Sondres en 1970 indiquait : un débit spécifique de 20 m^3/h/m pour le forage du même nom et précisait pour le champ captant des Anglais que les ouvrages possédaient respectivement un débit spécifique de 130 m^3/h/m et 26 m^3/h/m pour F1 et F2. La productivité des ouvrages semble donc s'être inversée entre 1970 et 2010 (sous réserve d'une inversion dans la dénomination des deux captages à l'époque).

2.7.6 Données relatives au karst

Localement, la craie est fracturée et/ou karstifiée. L'infiltration et la circulation des eaux vers la nappe y sont très rapides. Les bétoires accentuent le phénomène puisqu'elles permettent un transit rapide des eaux de ruissellement vers la nappe par un réseau de fissures.

Sur le secteur d'étude, plusieurs de ces points singuliers d'infiltration ont été repérés lors des reconnaissances menées sur le terrain (cf. chapitre 2.5.4) et d'autres sont mentionnés par la base de données du BRGM**.**

Nous avons vu au travers des chapitres précédents que la zone d'étude était soumise aux contraintes liées à l'existence d'un karst :

- ✓ Présence et recensement d'indices d'effondrement de type karstique (bétoire),
- ✓ Turbidité de certaines sources de la vallée du Cailly pendant quelques jours à la suite de phénomènes orageux,
- ✓ Résultats d'opérations de traçages significatives de l'existence de conduits préférentiels de drainage (cf. ci-après).

Des données relatives à la réalisation d'opérations de traçage ont pu être collectées auprès du BRGM. Dans la majorité des cas ces opérations visent à vérifier l'existence de relations hydrauliques souterraines entre un point d'engouffrement potentiel de pollution et les sources de la vallée et/ou les forages d'exploitation d'eaux souterraines.

Les données significatives sont consignées dans le tableau suivant et représentées sur la carte de synthèse proposée à la fin de ce chapitre.

Tableau 2-10 : Synthèse des données relatives à des opérations de traçage

Étude	Point d'injection	Point de suivi	Identifiant du traçage
Recherche d'origines de pollution affectant la pisciculture de Montville et susceptible de menacer le captage de Sierville	Bétoire le long de l'autoroute A28	Source en amont d'une pisciculture	145
		Source en amont d'une pisciculture	146
Évaluer la vulnérabilité des sources situées en aval d'une décharge de refus de compostage	Bétoire en aval d'une décharge	Source	268
Étude des relations entre les travaux de l'autoroute A28 et la pisciculture de Montville	Bétoire le long de l'autoroute A28	Source en amont d'une pisciculture	351

Une seule estimation de la vitesse moyenne de transfert des écoulements a été renseignée. Elle met en évidence une vitesse de 80 m/h, ce qui corrobore l'existence de conduits karstiques reliant les sites d'infiltration et les exutoires de la nappe, matérialisés par l'émergence de sources dans la vallée du Cailly. Des vitesses plus élevées pourraient être observées entre des sites mis fréquemment en relation hydraulique : bétoire d'exutoire pluvial, puisard, etc.

Toutes ces données sont représentées sur la carte de synthèse suivante.

D'autre part, l'Atlas Hydrogéologique de la Seine Maritime fait état de traçages anciens réalisés depuis le sud-est du bassin d'alimentation – secteur de Quincampoix. Les données et résultats sont les suivants :

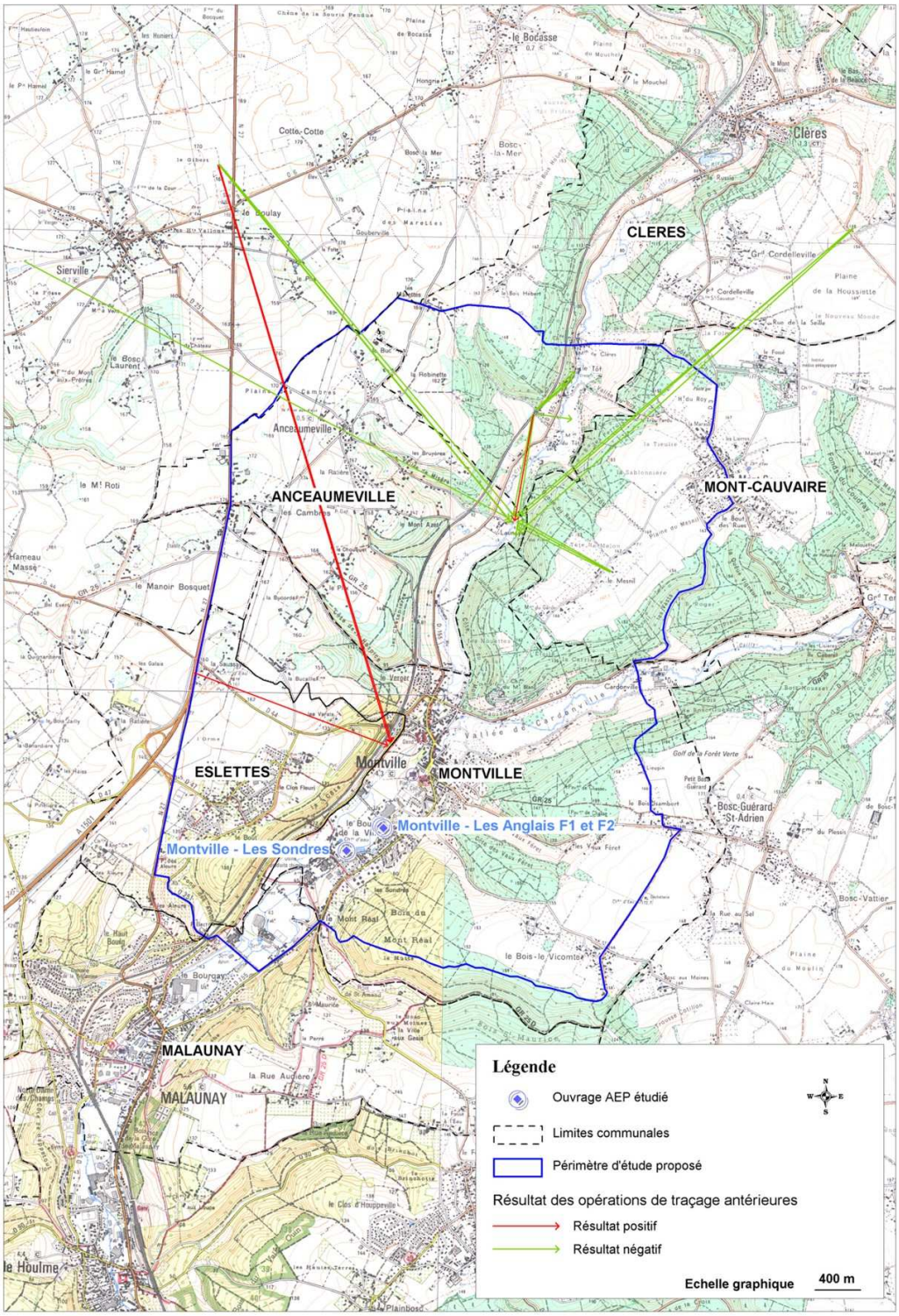
Tableau 2-11 : Synthèse des résultats de traçages anciens (BRGM)

Indice du traçage	Commune et site d'injection	Lieu de restitution	Gradient hydraulique moyen	Vitesse moyenne de transfert
23	Quincampoix – bétoire	Source du Grand-Tendos à Fontaine-le-Bourg	2%	195 m/h
65	St-André-sur-Cailly – bétoire	Forage de Fontaine-le-Bourg	1,5%	14 m/h
66	St-André-sur-Cailly – bétoire	Forage de Fontaine-le-Bourg	1,6%	38 m/h

Bien que situés en dehors du périmètre d'étude, ces informations apportent des précisions sur les contours du bassin d'alimentation des ouvrages. Ils prouveraient que la partie amont du bassin hydrogéologique du Robec serait déconnectée de son bassin versant hydrographique. Les écoulements seraient dirigés via le karst vers le bassin du Cailly. Les vitesses de transfert témoignent de la présence d'un karst très

développé sur le secteur sud-est du bassin d'alimentation des ouvrages (rive gauche de la vallée du Cailly). Ces données de traçage ne sont pas représentées sur la carte suivante.

Figure 2-24 : Carte de synthèse des opérations de traçages antérieures



2.7.7 Bilan de la pression de prélèvement à l'échelle du bassin versant hydrogéologique du Cailly

Dans cette partie nous proposons une évaluation de la pression des prélèvements, qu'ils soient publics (AEP), industriels ou privés. Une comparaison est donc menée entre le débit entrant dans le système représenté par le bassin d'alimentation.

- ✓ Le débit d'entrée est l'infiltration des pluies efficaces : soit 210 mm/an. La conversion donne un volume annuel entrant de 42 x 10^6 m^3 répartis sur l'emprise du bassin global piézométrique estimée à 202 km².
- ✓ Le débit de sortie correspond à la somme du débit du Cailly, du ruisseau des Sondres, du débit de la nappe et des prélèvements anthropiques exercés sur le bassin d'alimentation.
  - Le débit moyen du Cailly est estimé égal au module du cours d'eau (valeur statistique) au droit de la station de jaugeage de Malaunay. Nous ne retiendrons arbitrairement que 80% de ce module puisque la station de jaugeage se situe en fait 2,5 km en aval hydraulique des forages et du bassin d'alimentation.

    Le module retenu est de 2,16 m^3/s ; soit un volume annuel sortant de 54.10^6 m^3/an (80% de 68.10^6 m^3/an).
  - Le débit moyen du ruisseau des Sondres basé sur le suivi mis en place par SAFEGE entre juillet 2009 et juillet 2010. On estime ce débit à 200 l/s auquel on doit ajouter le prélèvement effectué pour la pisciculture en amont de la station de jaugeage. Ce débit complémentaire est évalué à 100 l/s, ce qui porte le débit moyen global de la source à 300 l/s ; soit environ 10 x 10^6 m^3/an.

Le débit naturel sortant du système par écoulement gravitaire superficiel est estimé à environ 64 x 10^6 m^3/an.

- Le débit d'écoulement de la nappe est dérivé de la formule de Darcy :

$$Q = T \times i \times l$$

Avec :

- Q = débit annuel de la nappe au droit d'une section transversale de la vallée du Cailly à hauteur des sites de production de Montville, en m^3/an,
- T = transmissivité moyenne observée au droit des ouvrages ; soit 7.10^{-2} m²/s,
- i = gradient d'écoulement de la nappe ; soit 0,4%
- l = largeur de la section d'évaluation ; soit 450 m.

Soit un débit d'exhaure de la nappe de 5.10^6 m^3/an.

- Les sites et les volumes de prélèvement en nappe (AEP + industriels) ou en rivière (irrigation) sont consignés dans le tableau suivant. Les chiffres sont issus des services de la DDASS (AEP), de l'agence de l'eau (industriels + irrigation). Concernant les sites de pompage de Montville nous avons considéré le débit de pompage comme celui étant sollicité par DUP.

Tableau 2-12 : Récapitulatif des prélèvements anthropiques identifiés sur le bassin d'alimentation du Cailly

Nature Maitre d'ouvrage	Maitre d'Ouvrage	Type d'ouvrage	Nom de l'ouvrage	Données d'entrée	Unité	Volume annuel de prélèvement (m3)
Collectivités	SIAEP de Montville	Forage	Les Anglais F1	3800	m3/j	1387000
		Forage	Les Anglais F2			
		Forage	Les Sondres	3000	m3/j	1095000
		Forage	Forage de Clères	230	m3/j	83950
	Communauté d'Agglomération de Rouen	Forages	F7, F8, F10, F11, F12, F13	18680	m3/j	6818200
	SIAEP de Mont Cauvaire	Forage	Grand Tendos	300	m3/j	109500
	SIAEP de Sierville	Forage	Forage du bourg	40	m3/j	14600
	Commune de Bosc-le-Hard	Forage	Bosc-le-Hard	180	m3/j	65700
	SIAEP du Haut Cailly	Forage	La Rue Saint Pierre	715	m3/j	260975
Industriels	Legrand - Montville	Forage	_	82011	m3/an (2007)	82011
	Legrand - Fontaine-le-Bourg	Forage	_	200598	m3/an (2007)	200598
Privés	Privé - Montville	Captage en rivière	_	1100	m3/an	1100
	Privé - Anceaumeville	Captage en rivière	_	3140	m3/an	3140
	Privé - Anceaumeville	Captage en rivière	_	13050	m3/an	13050
						10 134 824

Le total des prélèvements anthropiques annuels s'élève à 10.10^6 m^3/an.

Ces résultats indiquent que la somme des débits annuels sortant du système est de 79.10^6 m^3/an.

Le bilan fournirait dans ces conditions :

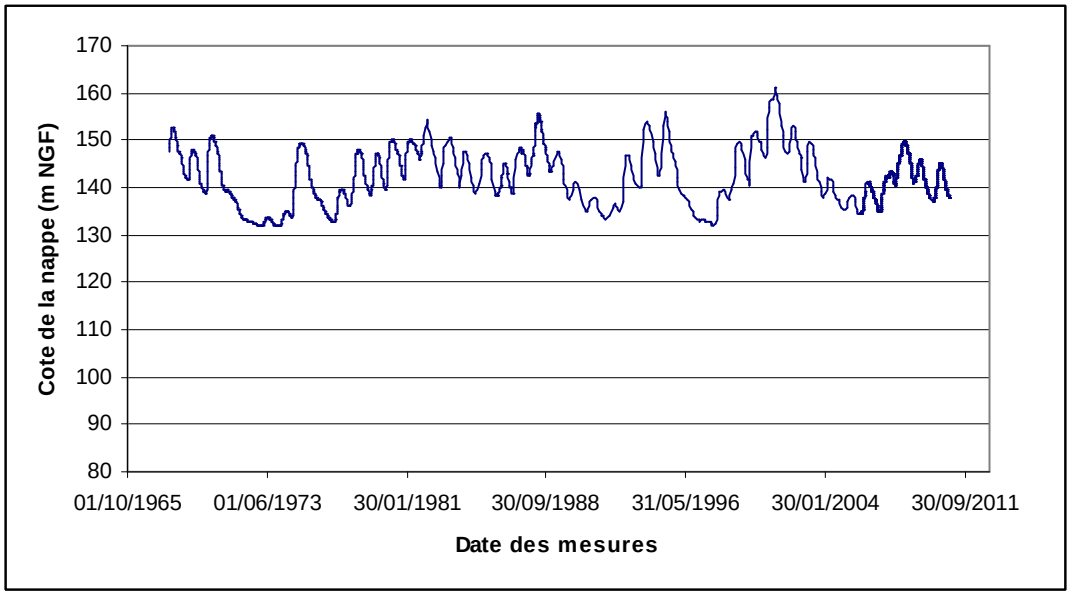
- ✓ 42.10^6 m^3/an en entrée du système,
- ✓ 79.10^6 m^3/an en sortie. Ce résultat est très largement impacté par le débit du Cailly (68%).

Le volume sortant du bassin obtenu est supérieur au volume entrant (environ le double). Bien que nous ne puissions retenir ce bilan car non réaliste à l'échelle du bassin d'alimentation (sorties > entrées), le calcul a au moins le mérite de montrer que le bassin est sujet à une pression de prélèvement non négligeable. Le volume total des prélèvements anthropiques d'eau est calculé, dans la limite des volumes de prélèvement autorisés et/ou réellement effectués, à 10 millions de m^3. Ce volume correspond quant à lui à 24% du débit annuel entrant dans le système (recharge de la nappe) et à 13% du cumul des sorties du système.

L'ajustement des variables d'entrée et notamment de la recharge annuelle (en jouant sur la réserve utile des sols ou sur le coefficient de ruissellement) ne permet pas d'équilibrer le bilan. Retenir ce bilan consisterait à admettre que le système est toujours en déséquilibre et qu'une vidange continuelle de l'aquifère est envisagée.

Cette hypothèse n'est pas vérifiée par le suivi des niveaux de la nappe au droit du piézomètre de Rocquemont situé sur le bassin versant du Cailly (ind. nat. 77-3-2). La chronique de suivi présentée ci-dessous couvre la période 1968 – 2010. Aucune surexploitation n'est mise en évidence, indiquant une pression de prélèvement trop forte pour le système. Le niveau de base semble s'établir vers 132 m NGF.

Figure 2-25 : Chronique de suivi du niveau de la nappe au piézomètre de Rocquemont (ind. nat. 77-3-2)



En ce qui concerne l'imprécision provenant de l'étendue du bassin d'alimentation, nous ne disposons pas d'éléments permettant d'inclure de nouvelles zones en périphérie du bassin d'alimentation (à l'image des secteurs inclus par le biais des résultats de traçage présentés précédemment). Il est peu probable que le bassin soit plus étendu que la délimitation cartographique proposée compte tenu de la piézométrie et de l'importance des entités hydrographiques et hydrogéologiques limitrophes : bassins de l'Austreberthe à l'ouest, du Robec au sud et de l'Andelle à l'est. En inversant le raisonnement ; c'est à dire en partant des volumes annuels sortant (79 millions de m^3) pour arriver à une superficie minimale théorique d'alimentation, cette superficie serait de 376 km². Ce résultat ne correspond pas aux contraintes géographiques et piézométriques du secteur d'étude.

Quoiqu'il en soit, la somme des prélèvements anthropiques est évaluée à 10 millions de m^3, ce qui n'est pas négligeable pour le contexte. 97% de ces prélèvements sont effectués pour le compte des Collectivités de l'Eau et la production d'eau potable.

Enfin on précise que l'impact de la demande de DUP concernant les forages de Montville, pour laquelle le débit global de prélèvement sollicité est de 6 800 m^3/j sur les deux sites de production, est évalué à 25% des prélèvements anthropiques globaux autorisés actuellement.

On rappelle toutefois que les sites des Sondres et des Anglais sont d'ores et déjà exploités depuis de nombreuses années.

2.7.8 Qualité des eaux de la nappe

Un suivi qualitatif des eaux brutes et des eaux traitées est engagé par les Services de la DDASS sur les eaux des forages. Les données traitées dans ce chapitre concernent la période 1990 – 2009.

Les forages disposent d'une chloration dans la colonne d'eau au niveau des crépines d'aspiration des pompes. Les points de prélèvement de la DDASS se situent dans les locaux techniques sur les colonnes de refoulement. Aussi, il n'existe pas de jeu de données relatives aux eaux brutes de la nappe. Toutes les eaux analysées par la DDASS à Montville sont des eaux traitées par chloration.

La principale implication concerne l'évaluation de la bactériologie des eaux. On s'attend à ce que la détection des bactéries soit faussée.

La qualité des eaux exploitées au droit des forages 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.

Le jeu de données est assez fourni. En conséquence, il est possible de décrire des évolutions temporelles de la qualité des eaux. Les analyses correspondant toutes à des eaux chlorées, nous traitons indifféremment dans la suite de ce chapitre les eaux dites « d'exhaure » et les eaux dites « de sortie de station ». Le jeu de données représente les eaux prélevées avant répartition entre les hauts et bas services de chaque site de production.

2.7.8.1 Le forage F1

A- Nitrates

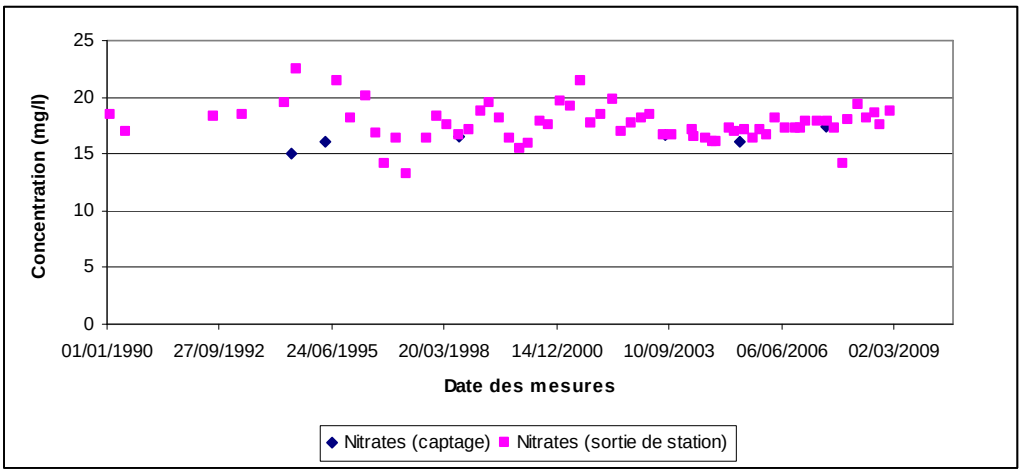
Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique présent en abondance dans la nature.

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 infiltrations). Les doses importantes ont pour origine essentielle les engrais et les rejets d'eaux usées.

En France, la valeur limite de concentration en nitrates admise pour les eaux souterraines est de 50 mg/l. La valeur guide est fixée à 25 mg/l.

Les résultats d'analyses sont les suivants :

Figure 2-26 : Évolution des concentrations de nitrates au droit du forage F1



Les concentrations sont en augmentation depuis 2003. Elles atteignent aujourd'hui environ 19 mg/l. Celles-ci restent toutefois largement inférieures au seuil de qualité.

B- 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.

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

7 paramètres sont suivis et analysés : l'atrazine et ses dérivés (déséthylatrazine et déisopropylatrazine), le glyphosate et l'AMPA, le diuron et la simazine.

Les résultats ne montrent pas de concentration significative (> 0 µg/l) pour le glyphosate, l'AMPA, la déisopropylatrazine, le diuron.

En revanche on constate :

- ✓ Un bruit de fond de l'atrazine en sortie de station, compris entre 0,02 et 0,09 µg/l. Les concentrations sont en baisse de 1994 à 2009. Le seuil de qualité n'a jamais été dépassé.
- ✓ Quelques détections occasionnelles de déséthylatrazine d'une concentration de 0,06 µg/l. Deux de ces détections sont récentes (2008). Le seuil de qualité n'a jamais été dépassé.
- ✓ Deux détections anciennes de simazine (1994) inférieures au seuil de qualité.

C- Bactériologie

Les bactéries coliformes, telles *E.coli*, existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels (sols, végétation, eaux naturelles). L'absence de ces dernières dans l'eau traitée ne signifie pas nécessairement que l'eau ne présente pas un risque pathogène, car les kystes de certains parasites sont plus résistants à la désinfection que les coliformes.

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 généralement présentes dans le sol et les rivières. Leur absence dans une nappe est un signe d'efficacité de la filtration naturelle.

La recherche de germes totaux revivifiables permet de mesurer les conditions sanitaires de la distribution (stagnation de l'eau, entretien déficient, présence de nutriments) et du résiduel de désinfection. Une faible valeur témoigne d'une bonne efficacité du traitement et du bon état du système de stockage-distribution.

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 à 22°C et 37°C : rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle,
- ✓ Germes pathogènes (salmonelles, staphylocoques, Entérovirus, Bactériophages fécaux) : absence.

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

Les résultats mettent en évidence des présences occasionnelles de micro-organismes, le plus souvent anciennes. Toutes espèces confondues, on dénombre 11 dépassements de seuil.

D- Hydrocarbures

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

On ne recense pas de résultats significatifs pour le 1,2 dichloroéthane, le benzène et le benzo(a)pyrène. **Les résultats d'analyses des autres composés font l'objet d'un chapitre spécifique** : cf. chapitre 2.7.8.4 page 72.

On constate un bruit de fond de tetrachloroéthylène de 2 à 15 µg/l. Quelques valeurs de trichloroéthylène sont observées (de 1 à 10 µg/l). Pour ces deux paramètres, le seuil de qualité s'entend par la somme des concentrations. Le seuil est de 10 µg/l. Il a été dépassé une fois en 1992. La moyenne est à 5 µg/l.

E- Métaux

Dans les eaux souterraines, en particulier pour les nappes captives et les nappes alluviales peu aérées, 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 coprécipiter.

Les seuils de qualité sont de 200 mg/l pour le fer et l'aluminium, 1 µg/l pour le mercure et 10 µg/l pour le plomb.

Les concentrations de fer et d'aluminium correspondent au contexte d'implantation des ouvrages. Elles sont majoritairement comprises entre 10 et 100 mg/l. On note cependant quelques fortes concentrations occasionnelles de fer : un seul dépassement du seuil est observé en octobre 2001 (395 mg/l).

F- Turbidité

Ce paramètre représente la teneur en matière en suspension présente dans l'eau, lui donnant un aspect trouble. Sur ces particules en suspension peuvent se fixer des bactéries, kystes parasites et virus qui se protègent des désinfectants.

En France, la limite admissible est de 2 NTU pour les eaux brutes. Au point de distribution, la limite de qualité est fixée à 1 NTU avec une valeur référence de qualité de 0,5 NTU.

Les analyses de turbidité sont souvent peu représentatives. Dans les eaux souterraines, la turbidité est un événement ponctuel. Les analyses correspondent donc à un état précis de la nappe à un instant donné. Elles ne peuvent être extrapolées à un état général de la nappe.

Les analyses effectuées sont comprises entre 0,23 et 2,41. Les données sont cependant anciennes (antérieures à 1995). Deux de ces valeurs sont supérieures au seuil de qualité.

Le suivi opéré durant le pompage d'essai à montré un dépassement de la norme en début d'opération (1,28 NTU). Cette valeur a rapidement diminuée pour se stabiliser à 0,65 NTU. Ce phénomène indique une légère mobilisation de particules en début de pompage (a mettre en relation avec l'état de l'ouvrage et son mode de pompage).

La turbidité mesurée au droit de ces forages est due soit à des fins débris de craie soit au lessivage des fines de la formation alluvionnaire, malgré le fait que les forages soient correctement protégés vis à vis de ces transferts.

G- 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 :

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

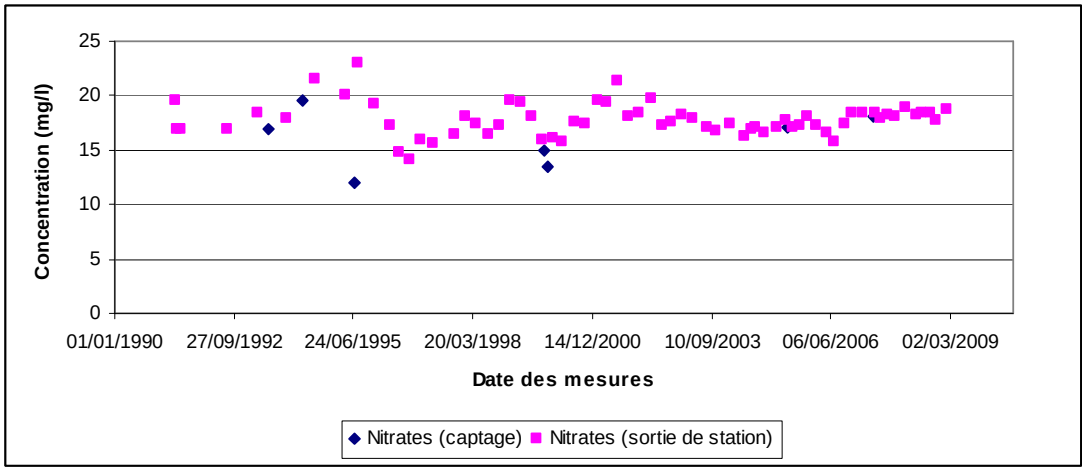
La conductivité moyenne relevée est de 590 µS/cm. Ceci correspond à des eaux de bonne qualité de minéralisation moyenne.

2.7.8.2 Le forage F2

A- Nitrates

Les résultats des analyses effectuées peuvent être synthétisés de la manière suivante :

Figure 2-27 : Évolution des concentrations de nitrates au droit du forage F2



Les concentrations sont très proches de celles du forage F1. La moyenne s'établit à 17,6 mg/l Les concentrations sont croissantes depuis 2003. Elles atteignent aujourd'hui 19 mg/l. Celles-ci restent toutefois largement inférieures au seuil de qualité.

B- Pesticides

Les résultats mettent en évidence un bruit de fond régulier de l'atrazine. Le seuil de qualité a été dépassé une fois en 1993 (0,11 µg/l). Depuis les valeurs sont en baisse. Elles sont aujourd'hui de 0,02 µg/l environ.

Quelques traces de déséthylatrazine apparaissent de manière occasionnelle, y compris récemment. Le maximum observé est de 0,07 µg/l.

Des concentrations de simazine ont également été observées. Elles n'ont jamais dépassé le seuil de qualité.

On ne relève aucune trace d'atrazine déispropyl, de diuron, de glyphosate et d'AMPA.

Au vu des analyses récentes, les concentrations de pesticides sont inférieures au seuil de qualité.

C- Bactériologie

Les eaux de ce forage sont plutôt de bonne qualité bactériologique. Quelques rares individus d'entérocoques, de bactéries et spores sulfito-réducteurs ont pu être dénombrés, le plus souvent sur les analyses anciennes.

D- Hydrocarbures

On ne recense pas de résultats significatifs pour le 1,2 dichloroéthane, le benzène et le benzo(a)pyrène. **Les résultats d'analyses des autres composés font l'objet d'un chapitre spécifique** : cf. chapitre 2.7.8.4 page 72.

Il existe un bruit de fond pour le tetrachloroéthylène à hauteur de 6 µg/l et pour le trichloroéthylène évalué à 1 µg/l lorsque le composé est décelé. La somme des deux paramètres montre une moyenne de 6,7 µg/l. Des valeurs maximales de 25 et 30 µg/l ont été atteintes en 1993. A ces occasions le seuil de qualité a été dépassé.

E- Métaux

Les concentrations de fer total mesurées sont beaucoup plus faibles qu'au droit du forage voisin F1. Elles oscillent entre 10 et 20 mg/l.

Les concentrations d'aluminium sont cohérentes avec celles du forage F1 (entre 10 et 50 mg/l).

Une analyse ancienne (1993) fait état de la détection de plomb : 2 µg/l ; ce qui reste inférieur au seuil de qualité.

Le mercure n'a jamais été observé.

F- Turbidité

La turbidité oscille entre 0,1 et 0,8 NTU. Les valeurs sont conformes au seuil de qualité. La turbidité a été contrôlée au cours du pompage d'essai. Elle n'a pas montré de variation en dehors de la gamme présentée ci avant.

G- Conductivité

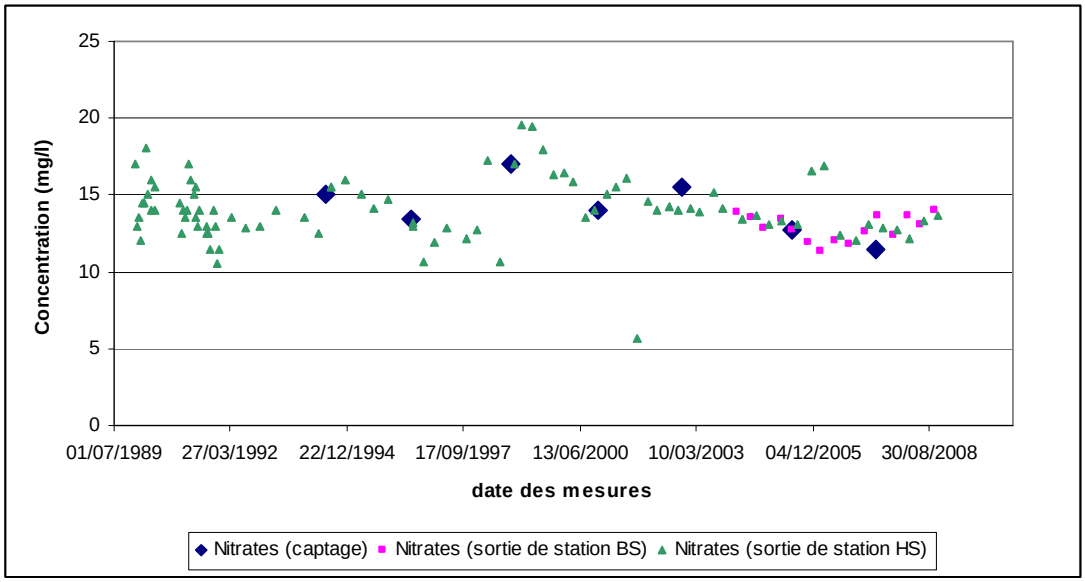
La conductivité moyenne est calculée à 591 µS/cm, ce qui est cohérent avec le forage voisin.

2.7.8.3 Le forage des Sondres

A- Nitrates

Depuis une vingtaine d'années la concentration de nitrates évolue entre 10 et 20 mg/l. Elle aujourd'hui de 14 mg/l. La hausse est constante depuis 2006.

Figure 2-28 : Évolution des concentrations de nitrates du forage des Sondres



B- Pesticides

Les traces de pesticides sont relativement rares. On ne recense que deux détections d'atrazine en 2004 (0,03 µg/l) et 2005 (0,02 µg/l). Elles ne sont pas révélatrices de dégradation de la qualité de l'eau au regard des pesticides.

On recense également une concentration significative de glyphosate en 2007 (0,32 µg/l). Cette valeur est supérieure au seuil de qualité. 18 analyses ont été effectuées depuis et aucune ne montre une récurrence de ce paramètre.

C- Bactériologie

Quelques apparitions de pollution bactériologique ont pu être mises en évidence. On recense ces détections avant 2000 :

- ✓ Coliformes : 60 individus en 1992 et 11 individus en 2000,
- ✓ Entérocoques : 41 individus en 1992 et 4 individus en 1994,
- ✓ Coliformes thermotolérants : 46 individus en 1992,

- ✓ Spores et bactéries anaérobies sulfito-réductrices : 5, 10, 1 et 15 individus avant 1995.

Ces détections sont tout à fait occasionnelles et ne témoignent pas d'une pollution chronique de la ressource.

D- Hydrocarbures

On ne recense pas de résultats significatifs pour le 1,2 dichloroéthane et le benzène. Le benzo(a)pyrène a été détecté une fois en janvier 2005 (0,04 µg/l). **Les résultats d'analyses des autres composés font l'objet d'un chapitre spécifique** : cf. chapitre 2.7.8.4 page 72.

Un bruit de fond de tétrachloroéthylène est calculé aux environs de 4,2 µg/l. Une seule valeur significative de 10,8 µg/l a été détectée en 1999. La somme des deux composés atteint une moyenne de 5,4 µg/l. Le seuil de qualité a été dépassé une fois en 1999 (15,8 µg/l).

E- Métaux

Les concentrations de métaux sont toutes inférieures aux seuils de qualité. L'aluminium évolue entre 10 et 20 mg/l, le fer entre 18 et 76 mg/l.

Le mercure a été détecté une fois (0,08 µg/l en 1992), tout comme le plomb (2 µg/l en 1996).

F- Turbidité

La turbidité relevée varie entre 0,1 et 10 NTU. A plusieurs reprises le seuil de qualité a été dépassé.

G- Conductivité

La conductivité moyenne est calculée à 579 µS/cm. Ce qui est conforme à celle mesurée au droit des deux autres forages.

2.7.8.4 Autre suivi en cours de la qualité des eaux de la nappe

Les résultats du contrôle officiel de la qualité de l'eau effectué par la DDASS mettent en évidence les résultats suivants. Les données qui suivent sont issues du dossier de demande de dérogation.

- ✓ Cinq dépassements de la limite de qualité définie pour le paramètre Tétrachloroéthylène + Trichloroéthylène sur l'eau issue du forage F2 ainsi que sur le réseau de distribution :

- Au niveau du forage :
  - 16,9 µg/l en tétra + trichloroéthylène (dont 16 µg/l en tétrachloroéthylène) le 16 avril 2009,
  - 14 µg/l en tétra + trichloroéthylène (dont 13 µg/l en tétrachloroéthylène) le 12 mai 2009,
  - 27,7 µg/l en tétra + trichloroéthylène (dont 26 µg/l en tétrachloroéthylène) le 18 juin 2009.
- Sur le réseau de distribution :
  - 12,8 µg/l en tétra + trichloroéthylène le 13 mai 2009,
  - 26,8 µg/l en tétra + trichloroéthylène (dont 25 µg/l en tétrachloroéthylène) le 20 juillet 2009.

✓ Deux dépassements très ponctuels de la limite de qualité relative aux pesticides ont été observés sur le forage des Sondres :

- 0,32 µg/l de glyphosate le 11/06/2007,
- 0,20 µg/l de dinoterbe le 10 juin 2008.

Les prélèvements de contrôle réalisés n'ont pas confirmé ces valeurs.

Une demande de dérogation a été déposée par le syndicat auprès des services de l'État afin de poursuivre l'exploitation du forage F2 du site de production des Anglais dans le cadre de la production d'eau potable. **Les doses journalières tolérables (DJT) établies par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ne sont pas dépassées pour les paramètres Tétrachloroéthylène + Trichloroéthylène.** La dérogation syndicale est sollicitée en ce sens.

Le tétrachloroéthylène et le trichloroéthylène sont régulièrement suivis sur les ressources du Syndicat depuis 1992. Les résultats de ce contrôle analytique sont présentés dans les figures ci-après.

Figure 2-29 : Résultat du suivi Tétrachloroéthylène + Trichloroéthylène sur le forage F2 des Anglais

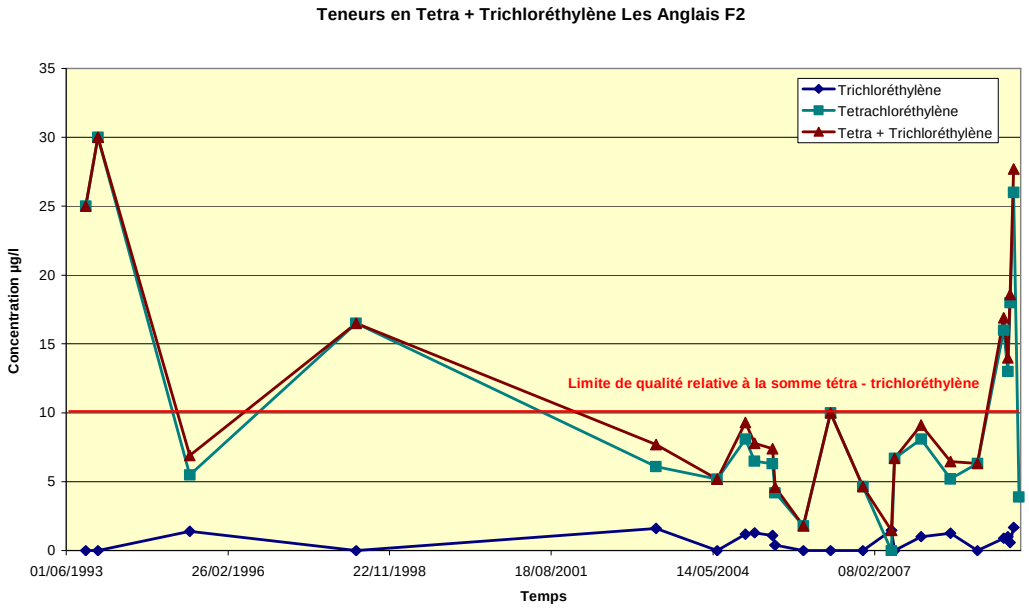
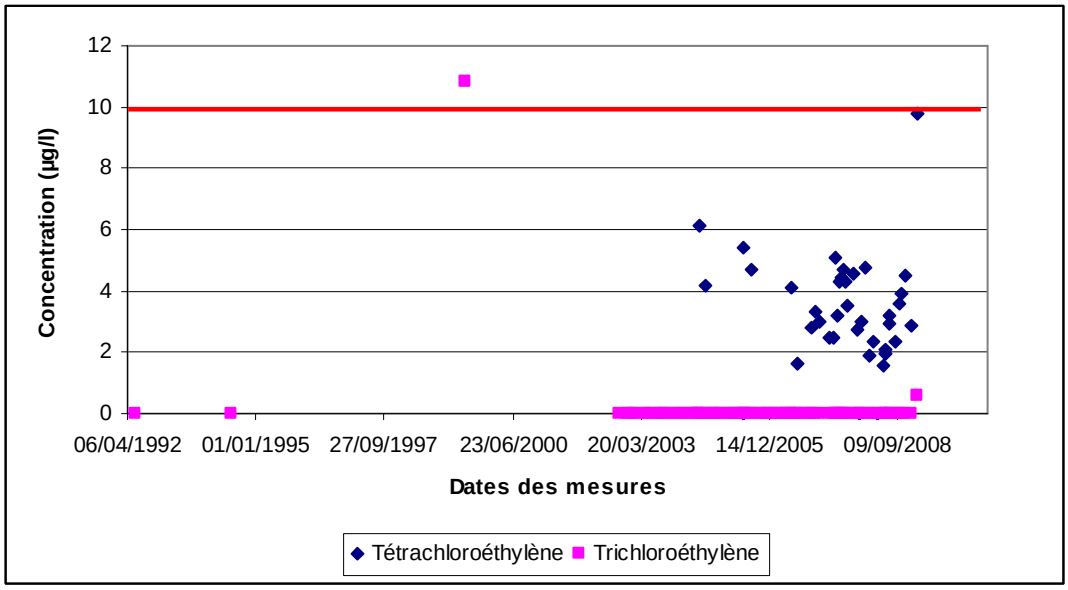


Figure extraite de la demande de dérogation du syndicat.

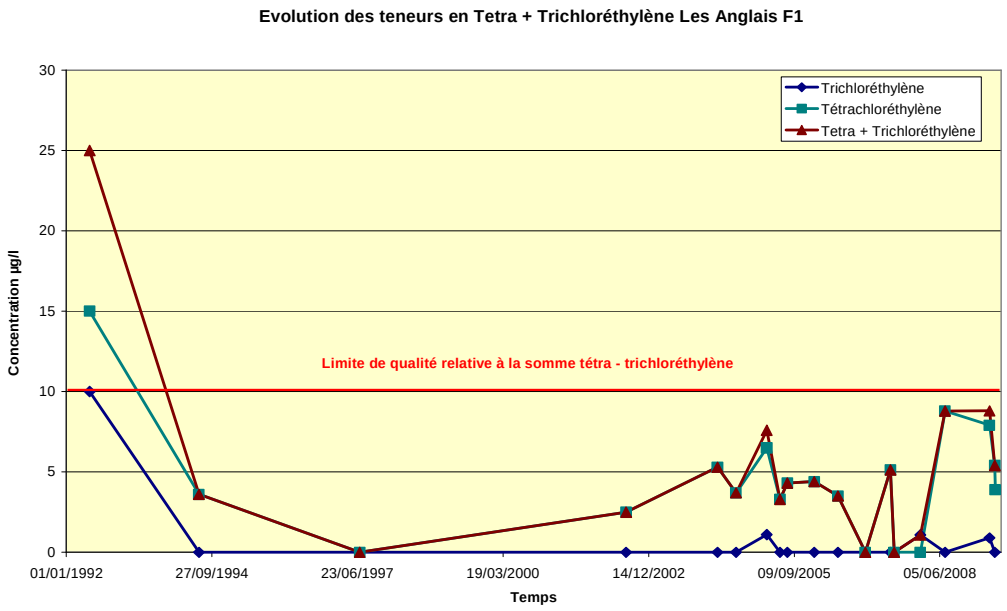
Très impacté en 1993 puis dans une moindre mesure en 1998, le forage F2 connaît de nouveaux dépassements de la limite de qualité dus au tétrachloroéthylène.

Figure 2-30 : Résultat du suivi Tétrachloroéthylène + Trichloroéthylène sur le forage des Sondres



Le forage des Sondres a enregistré une teneur en trichloroéthylène supérieur à 10 µg/l en 2000. Depuis, on ne détecte que des traces de tétrachloroéthylène inférieures au seuil de qualité préconisé.

Figure 2-31 : Résultat du suivi Tétrachloroéthylène + Trichloroéthylène sur le forage F1 des Anglais



Le forage F1 a été impacté en 1992 par de fortes teneurs en tri et tétrachloroéthylène. Depuis les valeurs sont en deçà de la limite de qualité. Néanmoins on observe une tendance à la hausse due au tétrachloroéthylène sur les derniers résultats disponibles.

La demande de dérogation émise par le Syndicat est jointe en annexe. Les modalités de suivi de la qualité des eaux exploitées et les actions correctives proposées y sont exposés.

2.7.8.5 Analyses de première adduction – type CEE

Un bilan complet de la qualité de l'eau (« **analyses de première adduction** ») a été effectué au terme de l'essai de longue durée effectué entre le 12 et le 15 avril 2010. Les prélèvements ont été réalisés par le Laboratoire de Rouen agréé en la matière d'analyses d'eau avant l'arrêt des pompes.

Les résultats confirment la synthèse réalisée ci avant : la qualité physico-chimique est bonne dans son ensemble. Cependant quelques points sont à noter :

- ✓ la présence de bactéries aérobies dans les eaux du Forage 1.
- ✓ la détection de désethyl-atrazine et de DDT pp' dont les teneurs restent bien en dessous des limites réglementaires,
- ✓ **la présence de solvants halogénés : Trichloréthylène**, Dichlorobromométhane, **Tetrachloréthylène**, Dibromo-monochlorométhane, Tétrachloroéthane pour F1 (5,53 µg/l au total). Trichloroéthane, Dibromo-monochloroéthane et bromoforme sur F2 (4,18 µg/l au total).

L'intégralité des résultats d'analyses est fournie en annexe de ce rapport.

2.7.8.6 Synthèse de la qualité des eaux de la nappe

Globalement la qualité des eaux est similaire au droit des trois forages d'exploitation. Les pollutions diffuses sont assez discrètes :

La concentration de nitrates, bien qu'à la hausse, se maintient pour l'instant entre 15 et 20 mg/l. Les valeurs sont bien inférieures au seuil de qualité de 50 mg/l.

Les traces de pesticides sont occasionnelles. On retiendra qu'il existe parfois un bruit de fond de l'atrazine et/ou de la déséthylatrazine, dans des concentrations inférieures au seuil de qualité de 0,1 µg/l. On note que récemment une concentration de glyphosate supérieure au seuil de qualité a été relevée au droit du forage des Sondres.

Les forages ne semblent pas soumis à un risque de pollution bactériologique fort. Quelques individus sont décelés occasionnellement. Il n'existe pas de bruit de fond régulier. Aucun germe pathogène de type E. Coli n'a été décelé. On rappelle que les eaux analysées sont des eaux déjà chlorées.

Il existe en revanche un bruit de fond en tétrachloroéthylène et trichloroéthylène, dont la somme des concentrations est parfois supérieure au seuil de qualité de 10 µg/l. Ce paramètre discriminant a poussé le syndicat à déposer une demande de dérogation pour poursuivre l'exploitation au droit des forages atteints.

La conductivité moyenne des forages indique une eau de bonne minéralisation traduisant un âge moyen pour les eaux de la nappe.

2.8 Synthèse des éléments hydrogéologiques

✓ **Piézométrie**

Le contexte d'implantation des ouvrages est celui de la craie Crétacé. La nappe est à surface libre au droit de la quasi-totalité du bassin piézométrique, hormis en quelques endroits de la vallée du Cailly où la nappe peut se trouver en semi-captivité ; c'est le cas au droit des sites de production à Montville.

Actuellement, au droit du bassin hydrogéologique du Cailly, nous nous situons dans une année de niveaux moyens de la nappe. Elle est mesurée au droit du piézomètre à 72,50 m NGF en avril 2010.

Le long des principaux axes de drainage, la nappe présente un gradient moyen de l'ordre de 0,5% quelque soit la situation de la nappe (hautes ou basses eaux).

On mesure l'étendue du bassin global, comme le bassin de plus grande enveloppe (interceptant hautes et basses eaux), à 195 km².

✓ **Bassin d'alimentation**

L'alimentation de la nappe s'effectue donc par deux composantes ; la première lente par infiltration des pluies efficaces au travers des horizons du sol, la seconde ponctuellement et occasionnellement par engouffrement des eaux de ruissellement.

Le bassin d'alimentation global, intégrant les données piézométriques de hautes et de basses eaux, ainsi que les résultats d'opérations de traçage, a été évalué de manière concordante avec la méthodologie proposée par le BRGM, à une superficie de 202 km².

✓ **Recharge de l'aquifère (bilan hydrique)**

Le bilan hydrique réalisé, intégrant un coefficient de ruissellement de 10% et une RFU initiale des sols de 80 mm (selon indications pédologiques du secteur), montre une recharge annuelle de la nappe de 210 mm/an. Ce qui représente 25% des pluies moyennes annuelles (859 mm).

✓ **Pression de prélèvement dans le bassin du Cailly**

Le total des prélèvements anthropiques annuels s'élève à 10 x 10^6 m^3/an (intégrant la demande d'autorisation de Montville).

Le bilan des entrées et des sorties du système hydraulique fournit :

- ✓ 42 x 10^6 m^3/an en entrée du système (recharge annuelle),
- ✓ 79 x 10^6 m^3/an en sortie (débit des cours d'eau, débit d'écoulement de la nappe par Darcy, prélèvements anthropiques).

Les résultats du bilan ne sont pas réalistes (déséquilibre entre entrées << sorties) mais indiquent que le bassin est déjà sollicité de manière significative ; les prélèvements anthropiques s'élèvent à 13% de l'ensemble des sorties du système.

✓ **Paramètres hydrodynamiques de la nappe**

- Bilan des transmissivités

Les transmissivités ont été calculées lors du pompage d'essai sur les forages F1 et F2 des Anglais, en phase de descente de la nappe et en phase de remontée. La moyenne des valeurs donne 7.10^{-2} m²/s. Ce qui est caractéristique d'un aquifère productif de fond de vallée, dont l'affectation par le karst n'est pas évidente.

Ces transmissivités correspondent à celles mesurées en 1970 lors de l'essai effectué sur le forage des Sondres (5.10^{-2} m²/s), distant d'environ 300 m du site des Anglais.

Les transmissivités, comme l'ensemble des paramètres de la nappe, indiquent que le milieu sous-jacent est hétérogène.

- Coefficient d'emmagasinement

Au droit des deux piézomètres de suivi des pompages d'essai, le coefficient d'emmagasinement a été calculé en moyenne à 0,8%.

Au droit du forage des Sondres, le coefficient d'emmagasinement a été évalué à 0,5%.

Ces résultats sont représentatifs d'un aquifère semi-captif au droit de la vallée du Cailly.

- Zone d'appel (décrit dans le document d'incidences à partir de la page 90)

Dans les conditions du pompage d'avril 2010 (185 m^3/h de pompage cumulé sur les ouvrages F1 et F2 des Anglais), une estimation de l'étendue du cône d'appel a été proposée pour une durée fictive de pompage de 10 jours (isochrone 10 jours pris comme référence pour le tracé des périmètres de protection).

Par la formule de Jacob, on constate une grande distorsion de la zone d'appel vers l'amont (environ 1 300 m), qui prend une forme très effilée (front d'appel d'environ 65 m et étendue vers l'aval de 40 m). Cet ordre de grandeur concorde avec les éléments fournis par le rapport de l'Hydrogéologue agréé formulé lors de l'ouverture du plan d'eau de loisir à Montville, en amont du site de captage des Anglais.

✓ **Qualité des eaux de la nappe**

La qualité générale des eaux de la nappe est globalement bonne d'un point de vue physico-chimique. Les analyses courantes effectuées par l'ARS depuis de nombreuses années le confirment ainsi que le bilan des analyses complètes effectuées en fin de pompage d'essai pour F1 et F2 du site des Anglais. Les pollutions diffuses sont discrètes : concentrations de nitrates entre 15 et 20 mg/l et traces occasionnelles de pesticides malgré une valeur de glyphosate supérieure au seuil de qualité au droit du forage des Sondres.

La principale pollution est la présence régulière de solvants halogénés : tri et tétrachloroéthylène dans des proportions significatives (somme des composés occasionnellement supérieure au seuil de qualité de 10 µg/l), contraignant le Syndicat à distribuer les eaux captées au droit de F2 par l'intermédiaire d'une dérogation.

A ce titre une expertise hydrogéologique a été imposée à la société Legrand afin de déterminer si la source de solvants halogénés actuelle ou antérieure provient du site de Montville. Les conclusions de cette étude intéresseront l'analyse des risques de cette étude environnementale.

Les eaux ne sont pas atteintes par la turbidité (y compris en fon de pompage) et semblent peu soumises au risque bactériologique.

3

Notice d'incidence des prélèvements

3.1 Rappels sur la demande de DUP

Le Code de la Santé Publique et notamment les articles L.1321-2 et L1321-2.1 prévoient que la déclaration d'utilité publique du prélèvement d'eau fixe les divers périmètres de protection autour du point d'eau.

Dans cet objectif, le Code de la Santé Publique précise que les indemnités qui pourraient être dues à la suite du préjudice causé aux propriétaires et aux locataires des terrains qui seront grevés de servitudes, sont fixées, à défaut d'accord amiable, selon les règles applicables en matière d'expropriation.

Dans ce cadre, il sera nécessaire :

1. de demander à Monsieur le Préfet d'engager la procédure en vue de l'autorisation du prélèvement d'eau et la création des périmètres de protection du captage et des servitudes qui leurs sont attachées ;

2. de s'engager à réaliser les travaux d'aménagement des points d'eau demandés par le géologue agréé ou le commissaire enquêteur.

3. de s'engager à indemniser les propriétaires et locataires ou autres ayants-droit des dommages qui pourraient leur avoir été causé par la création des servitudes.

4. de signer tous actes nécessaires à l'acquisition amiable des terrains formant le périmètre de protection immédiate et de s'engager à mener à son terme la procédure ainsi initiée.

3.1.1 Objet de la Demande

La demande portera sur :

- ✓ L'autorisation de prélèvement des eaux sur le captage des Anglais à Montville en vue de l'alimentation en eau potable au titre du Code de l'Environnement (6 800 m^3/j ; soit environ 2 482 000 m^3/an) ;
- ✓ L'autorisation sanitaire de distribution et de traitement de l'eau en vue de la consommation humaine au titre du Code de la Santé publique ;
- ✓ La déclaration d'utilité publique pour la mise en place des périmètres de protection réglementaires au titre du Code de la Santé publique.

Les autorisations citées précédemment sont demandées au titre du Code de la santé publique et du Code de l'environnement sous la forme d'un dossier de demande d'autorisation unique d'exploitation et de protection des ressources d'eau potable. L'instruction des procédures d'autorisation sera menée de manière conjointe conformément à la Circulaire DGS/SD7A n° 2007-57 du 2 février 2007 relative aux modifications apportées aux dispositions réglementaires du code de la santé publique par le décret no 2007-49 du 11 janvier 2007 relatif à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.

3.1.2 Réglementation applicable

A titre informatif, nous avons reporté ci-après les éléments de la réglementation applicable dans le cadre de l'utilisation par une collectivité publique d'un captage d'eau destinée à la consommation humaine. Le projet est soumis aux procédures suivantes :

- ✓ **déclaration** d'utilité publique concernant :
  - ◆ **autorisation du prélèvement** au titre du Code de l'Environnement ; articles R.214-1 et suivants définissant les rubriques de la nomenclature, en application des articles L.214-1.
  - ◆ la dérivation des eaux (code de l'environnement – art. L.215-13) ;
  - ◆ l'instauration des périmètres de protection (code de la santé publique – art. L.1321-2) ;
  - ◆ SDAGE : Arrêté du préfet coordinateur de bassin portant approbation du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Bassin Seine-Normandie ;
  - ◆ SAGE des cours d'eau Aubette-Robec-Cailly : validé par la commission locale de l'eau (CLE) le 19 Octobre 2005 ;
- ✓ **autorisation** de la distribution au public de l'eau destinée à la consommation humaine (code de la santé publique art. L.1321-7 et R.1321-1 à R.1321-63) :

- Code de la santé publique : articles R.1321-1 à R.1321-63 relatifs aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales ;
- Arrêté du 20 juin 2007 relatif à la constitution du dossier de la demande d'autorisation d'utilisation d'eau destinée à la consommation humaine mentionnée aux articles R.1321-6 à R.1321-12 et R.1321-42 du code de la santé publique ;
- Code de l'expropriation.

3.2 Rubrique visée par la nomenclature des opérations soumises à autorisation

Ce chapitre aborde de manière précise les impacts que le projet peut engendrer sur les milieux aquatiques.

Au titre des articles du Code de l'Environnement mentionnés précédemment, le projet relève du régime d'autorisation pour la rubrique suivante :

Tableau 3-1 : rubriques de la nomenclature

Rubrique	Intitulé	Commentaire	Régime
1.1.2.0.	Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion des nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total étant supérieur ou égal à 200 000 m^3/an	La production journalière du champ captant a été fixée à 6 800 m^3/j répartie sur les deux sites de production. Extrapolée à l'année, le volume de pompage s'élève à 2 482 000 m^3/an. Le seuil d'autorisation de la rubrique sera dépassé.	**Autorisation**

Le texte de ce décret indique le contenu de la notice d'incidence nécessaire :

1. Renseignements concernant les demandeurs,
2. Situation et description des ouvrages,
3. Nature des ouvrages et de leurs prélèvements,
4. Document d'incidences,
5. Moyens de surveillance prévus,
6. Mesures réductrices et compensatoires,
7. Cartes, graphiques, schémas nécessaires à la compréhension du dossier.

Les points 2, 3 et 7 sont repris dans les chapitres précédents de la présente étude d'environnement.

Les objectifs spécifiques de ce chapitre sont les points 1, 4, 5 et 6 : ***identification du pétitionnaire, document d'incidences, moyens de surveillance et mesures réductrices et compensatoires***.

3.3 Document d'incidences

Le document d'incidences des prélèvements d'eaux souterraines sur le milieu naturel est une analyse critique entre un état initial, qui est basé sur le fonctionnement actuel du système, et un état futur.

Il s'agit de définir l'incidence des prélèvements sur la ressource en eau tant souterraine que superficielle, en quantité comme en qualité.

La mesure des incidences sur le milieu doit donc être faite en tenant compte uniquement des modifications se produisant entre l'état actuel et l'état futur.

Nous tenons d'ores et déjà à préciser que l'état initial de l'environnement correspond à un site de production déjà impacté par l'activité de prélèvement en nappe, pratiquée par la Collectivité depuis de nombreuses années : 1934 pour le site des Anglais et 1970 pour le site des Sondres.

3.3.1 Identité du pétitionnaire

Le demandeur et pétitionnaire du dossier réglementaire est le Syndicat d'Adduction d'Eau Potable et d'Assainissement de la Région de Montville, Maître d'Ouvrage de l'opération.

Tableau 3-2 : Identification du pétitionnaire

PETITIONNAIRE	**Syndicat d'Adduction d'Eau Potable et d'Assainissement de la Région de Montville** Mairie de Montville Place du Général Leclerc 76710 MONTVILLE Tél : 0 2 32 93 91 00 ***Interlocuteur : Monsieur Arnaud LEGRAS***
MANDATAIRE	**SAFEGE** 18 rue Henri Rivière 76000 ROUEN tel : 02 32 08 18 80 ***Interlocuteur : Guillaume POSIADOL*** ***Directeur d'agence : Pascal GABILLET***

3.3.2 Analyse de l'état initial du site et de son environnement

Cette partie est développée au chapitre 2 à partir de la page 9.

3.3.3 Effets des prélèvements sur l'environnement

On distingue deux types d'impacts aboutissant à l'évaluation de l'acceptabilité du projet pour la nappe et les milieux environnants.

- ✓ Analyse des impacts temporaires

Les impacts temporaires sont dus aux essais de pompage ayant eu lieu au mois d'avril 2010 dans le cadre de l'étude d'environnement préalable à la déclaration d'utilité publique.

- ✓ Analyse des impacts permanents

Les impacts permanents sont ceux sur lesquels on se base pour évaluer l'incidence du projet à long terme sur la nappe et les milieux dans le cadre d'une exploitation autorisée.

La demande du Syndicat est formulée pour un prélèvement journalier de :

- ✓ 3 000 m^3/j sur le forage des Sondres (150 m^3/h),
- ✓ 3 800 m^3/j sur le champ captant des Anglais (deux forages).

Cette cadence de pompage s'exerce déjà en partie sur chaque site (cf. rapport de phase 1) dans le cadre de la production d'eau potable pour le Syndicat :

- ✓ Entre 650 et 700 m^3/j pour les Sondres, mais le prélèvement de 150 m^3/h pendant 20h (soit 3 000 m^3/j) a déjà été évalué et acté lors des études hydrogéologiques précédentes effectuées sur ce site ; dont celle de 1970.
- ✓ Environ 2 800 m^3/j pour les Anglais à raison de 2 070 m^3/j pour F2 et 700 m^3/j pour F1. Soit un total actuel d'environ 2 800 m^3/j sur ce site.

Le prélèvement total actuel serait donc de 3 000 + 2 800 m^3/j ; soit 5 800 m^3/j au droit des deux sites de production. Ceci est relativement proche de la demande d'autorisation (différentiel de 1 000 m^3/j au droit du site des Anglais notamment).

Protocole de suivi

Afin de suivre efficacement l'influence des pompages sur la nappe et le ruisseau des Sondres, un protocole d'étude a été mis en place. Il est constitué :

- ✓ De deux piézomètres à la craie ; l'un placé en rive droite du Cailly (coté opposé des forages), l'autre placé en rive gauche. Tous deux à une vingtaine de mètres du cours d'eau.
- ✓ Une station de jaugeage du débit de la source des Sondres, placée une trentaine de mètres en aval des sources principales en parallèle de la pisciculture.
- ✓ Deux échelles limnimétriques placées dans le Cailly, l'une à hauteur des piézomètres, l'autre plus en aval.

Aucun autre milieu aquatique n'a été recensé en périphérie du site de production. Nous avons considéré que la Clérette, s'écoulant le long du versant opposé de la vallée et de l'autre coté du Cailly, ne justifiait pas d'être suivie.

Figure 3-1 : Points suivis lors du pompage d'essai de longue durée

3.3.3.1 Incidence quantitative des pompages sur la nappe

A- Pompage sur le champ captant des Anglais

Un pompage d'essai de longue durée a été réalisé sur le site des Anglais du 12 au 15 Avril 2010 à l'aide des pompes d'exploitation de F1 et F2 selon un protocole de pompage validé par le comité de pilotage et tenant compte des contraintes liées à la production et à la distribution d'eau potable du Syndicat.

Il a été possible de réaliser un test par ouvrage pendant une durée de 24 h et de tester ensemble le fonctionnement des deux ouvrages (F1+F2).

Un suivi manuel et automatique des ouvrages a été réalisé pendant toute la durée des essais sur les forages eux-mêmes, sur les piézomètres, le ruisseau des Sondres et le Cailly afin de déterminer l'influence réelle des pompages sur les milieux. La figure suivante permet de localiser les différents points de suivi.

Le tableau suivant illustre la synthèse des rabattements mesurés manuellement sur site en fin de chaque étape de pompage au droit des quatre ouvrages disponibles. On rappelle que l'essai de longue durée s'est déroulé du 12 au 15 avril 2010.

Tableau 3-3 : Synthèse des rabattements observés au cours de l'essai

Horaire de mesure	Situation	Mesure	F1	F2	Pz1	Pz2	Débit instantané (m^3/h)	Turbidité associée (NTU)
12 avril à 9h50	État initial avant pompage	Niveau statique	- 2,13 m	- 2,12 m	- 1,93 m	- 1,55 m	0 m^3/h	0,120
13 avril à 9h45	Avant arrêt de F1 et démarrage de F2	Niveau dynamique	- 5,74 m	- 2,35 m	- 2,04 m	- 1,59 m	80 m^3/h	0,124
		Rabattement	*3,61 m*	*0,23 m*	*0,11 m*	*0,04 m*	-	-
14 avril 9h45	Avant démarrage de F1 en plus de F2	Niveau dynamique	- 2,44 m	- 3,21 m	- 2,12 m	- 1,62 m	95 m^3/h	0,100
		Rabattement	*0,31 m*	*1,09 m*	*0,19 m*	*0,07 m*	-	-
15 avril 11h35	Avant arrêt des deux forages	Niveau dynamique	- 6,29 m	- 4,36 m	- 2,62 m	- 1,88 m	72 + 112 m^3/h	0,120
		Rabattement	***4,16 m***	***2,24 m***	***0,69 m***	***0,33 m***	-	-

Ces rabattements sont relativement modestes si l'on se réfère au rabattement observé en 1970 au droit du forage des Sondres, où un rabattement final d'environ 9 m était mesuré (après 48 h à un débit compris entre 166 et 212 m^3/h).

Le rabattement s'atténue rapidement puisqu'il n'est plus que d'une trentaine de centimètres au droit de Pz2 situé sur la rive opposée du Cailly (distance d'environ 100 m), au terme de l'essai.

Ainsi, le rabattement maximal est logiquement observé lorsque les deux forages sont en fonctionnement (débit global compris entre 180 et 190 m^3/h). Il est mesuré à 4,16 m au droit de F1 (état dégradé de l'ouvrage, cf. rapport d'inspection de l'ouvrage – rapport de phase 1), et 2,24 m au droit de F2.

On rappelle qu'à la lecture des courbes de descente des niveaux de la nappe il semble que les niveaux ne soient pas stabilisés en fin d'essai, en particulier à la fin de la troisième journée de pompage (pompage simultané sur les deux ouvrages). Il est donc important de noter qu'après 24h de pompage simultané, le milieu ne trouve pas son équilibre. Les derniers rabattements de la nappe, observés en fin de pompage, ne sont donc pas ceux d'un système à l'équilibre.

Le suivi présenté sur la Figure 3-3 suivante permet de mettre en évidence :

- ✓ Le fonctionnement prédominant du forage F2 pour la production d'eau potable (avant et après l'essai, 90 m^3/h). Il a une influence directe sur le niveau de F1 que celui-ci soit au repos (rabattements induits de l'ordre de 0,5 m) ou en pompage (rabattements induits de l'ordre de 1,5 m).

- ✓ Le fonctionnement en alternance du forage F1 qui a également une action induite sur son proche homologue. Notons que ce mode d'exploitation par à-coup peut contribuer à la dégradation des caractéristiques intrinsèques de l'ouvrage (venues de fines dans l'ouvrage, encroûtements, augmentation des pertes de charges). Les rabattements sont nettement plus importants sur cet ouvrage, même en condition normale d'exploitation.

- ✓ Étant donné l'allure des courbes de rabattements proposées, on estime que le niveau statique s'établit au droit du site à une cote de 46,75 m NGF (pour le mois d'avril 2010) ; soit à une profondeur de 0,65 m par rapport au terrain naturel.

- ✓ En apparence, le niveau ne semble pas être perturbé par d'autres prélèvements (forage des Sondres en aval et forage industriel de la société Legrand en amont).

Lors du pompage d'essai :

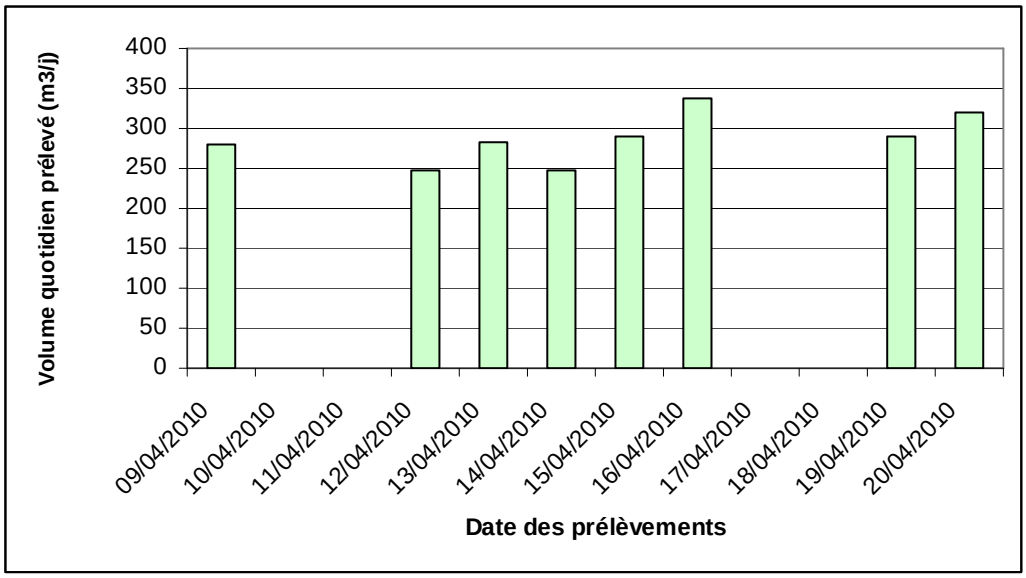
- ✓ Aucune précipitation n'est venue perturber l'essai sur la période du 09 au 20 avril.
- ✓ Le niveau du Cailly est resté constant, s'établissant autour de 46,4 m NGF : suivi sur échelles limnimétriques mises en place par SAFEGE dans le cours d'eau à hauteur et en aval du site de pompage et relèves régulières en cours de pompage.
- ✓ Le débit des pompes n'a pas été constant comme le montrent certains artefacts liés au fonctionnement de la production (variations de débits, voir indice « A » sur la figure). A ce titre, on précise que ces artefacts peuvent être induits par la mise en route ou l'arrêt du départ d'adduction vers le service d'Eslettes. D'après les indications fournies par l'exploitant un débit complémentaire de 5 m^3/h peut intervenir sur des plages horaires de 2 à 3 h pour un total d'environ 10 h/j.
- ✓ Il est probable également que ces artefacts soient le fait du fonctionnement intermittent du forage des Sondres situés 300 m en aval et dont le cône d'appel pourrait interférer avec le suivi des ouvrages des Anglais.
- ✓ Le rabattement lors du pompage sur F1 seul (80 à 85 m^3/h) est de l'ordre de 4,2 m, ce qui est relativement important. L'influence sur F2 au repos est de 0,4 m. De l'ordre de 12 cm sur PZ1 et 4 cm sur PZ2.
- ✓ Le rabattement lors du pompage sur F2 seul (85 à 90 m^3/h) est inférieur à 1 m ce qui confirme les meilleures dispositions de ce forage. L'influence sur F1 au repos est de l'ordre de 0,5 m.
- ✓ Le fonctionnement simultané des deux ouvrages (75 m^3/h pour F1 et 110 m^3/h pour F2) a confirmé l'interaction entre les ouvrages distants de 30 m. Il y a interpénétration des cônes de rabattement ce qui induit des rabattements cumulés sur les ouvrages. **A ces débits, les niveaux de nappe dans les ouvrages ne sont pas stabilisés (pente plus importante et stabilisation non atteinte).**
- ✓ L'impact sur PZ1 et PZ2 est beaucoup plus notable à 185 m^3/h (F1+F2), ce qui accentue les rabattements (de l'ordre de 1 m sur PZ1 et 0,5 m sur PZ2).

- ✓ Le niveau du ruisseau des Sondres montre des similitudes avec les différents régimes de pompage. L'influence des prélèvements semble être réelle mais peu significative (de l'ordre de 3 à 6% du débit instantané selon l'ouvrage testé.

Remarque :

Le site industriel Legrand, limitrophe du site de production des Anglais exploite un forage d'eau en amont hydraulique des forages des Anglais. Pour les besoins en eau du site, la production a été maintenue lors de la campagne de pompages. Les chroniques de prélèvement sont les suivantes :

Figure 3-2 : Prélèvement au droit du forage Legrand lors des pompages d'essai du site Les Anglais

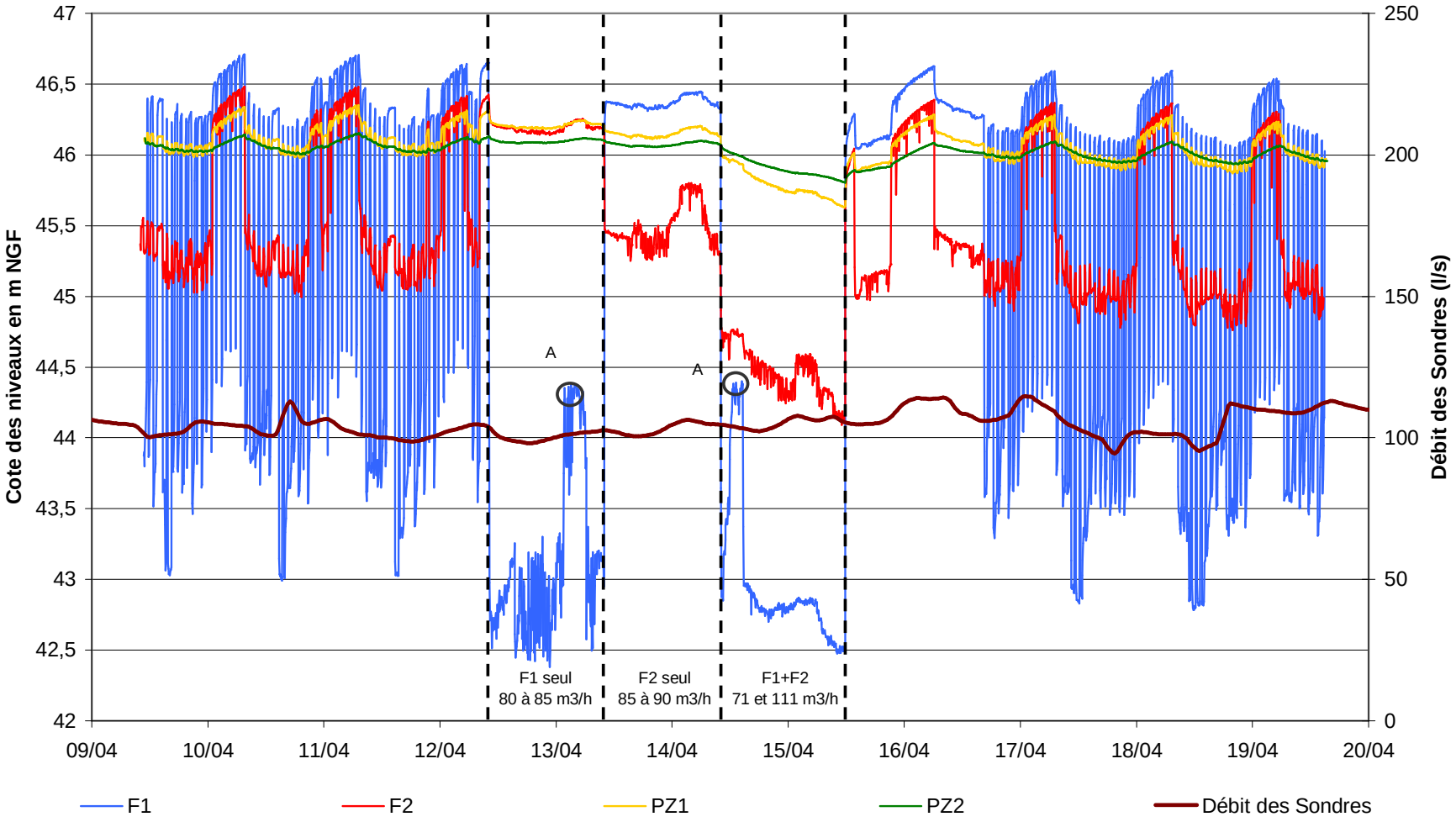


En moyenne, le prélèvement est de 290 m^3/j sur la période, au moyen d'une pompe de 80 m^3/h. Le débit moyen de prélèvement est de 40 m^3/h atteignant 70 m^3/h en pointe.

Ce prélèvement est sans effet notoire sur les pompages d'essai (cf. courbe de restitution de suivi du niveau de la nappe page suivante), bien que le forage Legrand se situe probablement dans le cône d'appel des forages des Anglais (cf. Figure 3-5 page 95).

Les impacts sur la nappe sont réels mais modérés, par rapport à ce qui avait été observé au droit du forage des Sondres en 1970, même si l'on tient compte du fait que le système n'est pas complètement à l'équilibre en fin de pompage. On observe également une bonne réversibilité du milieu : la remontée de la nappe est rapide et la transmissivité calculée en phase de remontée est similaire à celle calculée en phase de descente des niveaux de la nappe.

Figure 3-3 : Suivi du pompage d'essai sur le champ captant des Anglais à Montville



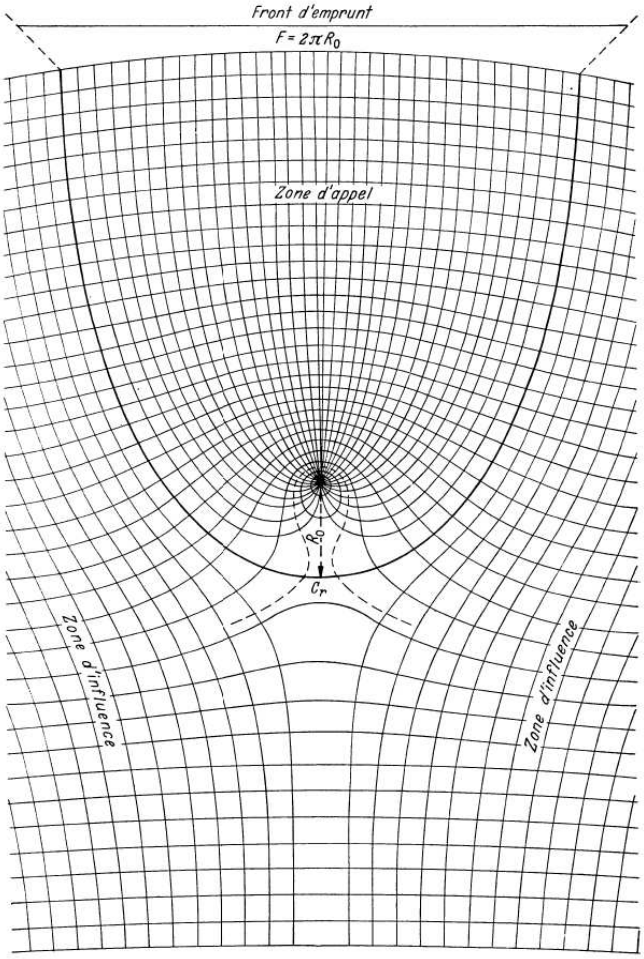
A : artefacts dus aux variations de débits des pompes

B- Portion de Nappe Alimentant les Captage (PNAC) et cône d'appel

On distingue dans cette partie les notions de :

- ✓ Zone d'appel : zone pour laquelle le pompage induit une inflexion du toit de la nappe et pour laquelle les écoulements sont dirigés vers le forage. Le rayon d'appel n'est pas fonction de la durée de pompage. Seuls les paramètres de l'aquifère et le débit de pompage entrent en ligne de compte.
- ✓ Zone d'influence du captage (ou Portion de Nappe Alimentant le Captage PNAC) : zone périphérique pour laquelle les lignes d'écoulement sont « perturbées » par le pompage, mais sans être dirigées vers le forage. Cette notion intègre la durée de pompage ; c'est la notion d'isochrones (iso-rabattements en fonction de la durée de pompage). Cette méthode est une aide pour le tracé des périmètres de protection de captage (10 jours = temps de dégradation d'une pollution microbienne).

Figure 3-4 : Représentation de la zone d'appel et de la zone d'influence



Source : Association internationale d'hydrologie scientifique (extrait d'une publication du Professeur H SCHOELLER)

a- Forage des Sondres

La zone d'appel ou « cône de rabattement » a été calculée pour le forage des Sondres par la SADE en 1970 pour trois débits de pompage. Une valeur moyenne de 65 m avait été retenue à partir de la formule de Dupuit (fonction des caractéristiques de l'ouvrage et du débit sans tenir compte de la durée de pompage).

Nous avons réalisé un calcul du rayon de la zone d'influence, approché par la formule de Jacob à partir des paramètres de nappe qui permet d'évaluer la distance à partir de laquelle le rabattement est nul.

La formule $R= 1,5 \sqrt{(T.t)}/S$ a été appliquée aux données hydrodynamiques de l'époque. Un rayon de l'ordre de 1380 m a été trouvé.

Une autre approche du calcul de la PNAC (Portion de Nappe Alimentant le Captage) est donnée à partir de la méthode de Wyssling. Cette méthode permet d'évaluer la zone systématiquement sollicitée par le pompage et les temps de transferts théoriques entre l'extrémité de cette zone et les captages (cf. tableau page suivante).

On note que pour une durée de 10 jours, la méthode Wyssling indique que la zone d'influence en amont du captage des Sondres est de l'ordre de 1 030 m ce qui confirme les résultats des précédents calculs obtenus par la formule de Jacob (1 380 m). Pour 20 jours, 2 000 m et pour 50 jours, 4 940 m. Ce qui est relativement important. Par cette méthode, le rayon d'appel est calculé à 26 m ce qui est inférieur à la valeur mentionnée par la SADE en 1970.

b- Forages des Anglais

En appliquant la formule de Jacob au champ captant des Anglais, on trouve à peu près le même ordre de grandeur : le rayon de la zone d'influence est environ de 1300 m de distance jusqu'au rabattement nul.

L'application de la méthode de Wyssling indique que **pour une durée de 10 jours, la zone d'influence en amont des captages des Anglais est de l'ordre de 1350 m** ce qui est cohérent avec les résultats obtenus pour le forage des Sondres et par le biais des autres formules de calcul. Pour 20 jours, 2650 m et pour 50 jours, 6550 m. Ce qui est relativement important. Le rayon d'appel est faible de l'ordre de 20 m, tout comme la largeur du front d'appel.

On retiendra pour les deux sites de production :

- ✓ Que le rayon d'appel est limité : entre 20 et 26 m,
- ✓ Que la zone d'influence s'étend loin en amont les captages : entre 1 000 et 1 300 m, confirmé par deux méthodes de calcul.

Cette forme effilée du cône d'appel concorde avec les observations émises dans le rapport d'expertise hydrogéologique rédigé à l'occasion de l'ouverture et la création du plan d'eau en amont du site de production à Montville[2]. Cette forme d'appel est « due à la pente élevée de la nappe dans ce secteur et à la forte transmissivité de l'aquifère ». Le rapport est fourni es annexe de cette étude.

On note que cette méthode nous permet, par le calcul, d'approcher le comportement de la nappe à ceci près que les conditions d'application des méthodes ne sont pas tout à fait respectées (aquifère parfait et nappe libre). Le cas réel se situe en condition de nappe semi-captive avec des hétérogénéités dans la lithologie et les paramètres hydrodynamiques.

Les conditions réelles montrent que l'influence des pompages s'étend vers l'ouest et à l'aval au delà du cours du Cailly et des sources du ruisseau des Sondres.

Nous proposons sur la Figure 3-5 **une représentation théorique de la zone d'influence fournie par les résultats de la méthode Wyssling**. Nous y représentons les zones d'influences individuelles des deux sites de captage. Compte tenu des éléments précédents, nous pouvons estimer qu'il existe une superposition locale de ces zones individuelles qui ne forment lors de certaines conditions de pompage (10 jours de pompage continu minimum), qu'une seule et même zone d'influence intégrant l'impact des deux sites de production.

[2] « Ouverture d'une carrière de matériaux alluvionnaires et création d'un plan d'eau de loisirs. Avis de l'Hydrogéologue agréé (Ph. De la Querière) – janvier 1992 (rapport 92 GA 02).

Tableau 3-4 : Calcul des isochrones par la méthode de Wyssling (site de production des Anglais)

	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4	essai 5			essai 1	essai 2	essai 3	essai 4	essai 5
épaisseur aquifère (m)	30	30	30	30	30	**épaisseur aquifère (m)**	**b =**	30	30	30	30	30
transmissivité (m2/s)	7,70E-02	7,70E-02	7,70E-02	7,70E-02	7,70E-02	**perméabilité (m/s)**	**K =**	0,002566667	0,002566667	0,002566667	0,002566667	0,002566667
gradient	5,00E-03	5,00E-03	5,00E-03	5,00E-03	5,00E-03	**gradient**	**i =**	0,00500	0,00500	0,00500	0,00500	0,00500
porosité cinématique	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085	**porosité cinématique**	**w =**	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085
débit du puits (m3/h)	185	185	185	185	185	**débit du puits (m3/s)**	**Q =**	0,05139	0,05139	0,05139	0,05139	0,05139
nappe libre :												
						largeur du front d'appel (m)	**B =**	133,478	133,478	133,478	133,478	133,478
						B = Q / (K*b*i)						
						rayon d'appel (m)	**Xo =**	21,244	21,244	21,244	21,244	21,244
						Xo = Q / (2*PI*K*b*i)						
						largeur du front d'appel à hauteur du captage (m)	**B' =**	66,739	66,739	66,739	66,739	66,739
						B' = B / 2 = Q / (2*K*b*i)						
						vitesse effective (m/s)	**U =**	1,5098E-03	1,5098E-03	1,5098E-03	1,5098E-03	1,5098E-03
						U = (K*i) / w						
temps en jours	10	20	50	180	365	**temps de transfert souhaité (s)**	**t =**	864000	1728000	4320000	15552000	31536000
						L= U * t	**L =**	1,3045E+03	2,6089E+03	6,5224E+03	2,3480E+04	4,7613E+04
						distance amont captage (m)	**So =**	1 345,657	2 650,758	6 564,567	23 522,881	47 655,626
						So = (L+racine(L(L+8*Xo)))/2						
						distance aval captage (m)	**Su =**	41,187	41,817	42,214	42,411	42,449
						Su = (-(L)+racine(L(L+8*Xo)))/2						

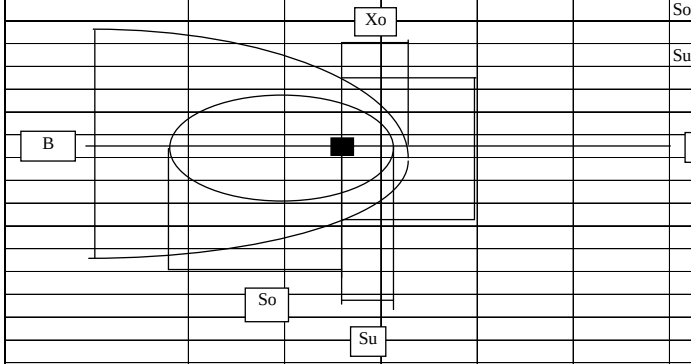


Tableau 3-5 : Calcul des isochrones par la méthode de Wyssling (site de production des Sondres)

	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4	essai 5			essai 1	essai 2	essai 3	essai 4	essai 5
épaisseur aquifère (m)	26	26	26	26	26	**épaisseur aquifère (m)**	**b =**	26	26	26	26	26
transmissivité (m2/s)	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	**perméabilité (m/s)**	**K =**	0,001923077	0,001923077	0,001923077	0,001923077	0,001923077
gradient	5,00E-03	5,00E-03	5,00E-03	5,00E-03	5,00E-03	**gradient**	**i =**	0,00500	0,00500	0,00500	0,00500	0,00500
porosité cinématique	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085	**porosité cinématique**	**w =**	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085
débit du puits (m3/h)	150	150	150	150	150	**débit du puits (m3/s)**	**Q =**	0,04167	0,04167	0,04167	0,04167	0,04167
nappe libre :												
						largeur du front d'appel (m)	**B =**	166,667	166,667	166,667	166,667	166,667
						B = Q / (K*b*i)						
						rayon d'appel (m)	**Xo =**	26,526	26,526	26,526	26,526	26,526
						Xo = Q / (2*PI*K*b*i)						
						largeur du front d'appel à hauteur du captage (m)	**B' =**	83,333	83,333	83,333	83,333	83,333
						B' = B / 2 = Q / (2*K*b*i)						
						vitesse effective (m/s)	**U =**	1,1312E-03	1,1312E-03	1,1312E-03	1,1312E-03	1,1312E-03
						U = (K*i) / w						
temps en jours	10	20	50	180	365	**temps de transfert souhaité (s)**	**t =**	864000	1728000	4320000	15552000	31536000
						L= U * t	**L =**	9,7738E+02	1,9548E+03	4,8869E+03	1,7593E+04	3,5674E+04
						distance amont captage (m)	**So =**	1 027,823	2 006,436	4 939,366	17 645,653	35 727,181
						So = (L+racine(L(L+8*Xo)))/2						
						distance aval captage (m)	**Su =**	50,448	51,685	52,488	52,893	52,973
						Su = (-(L)+racine(L(L+8*Xo)))/2						

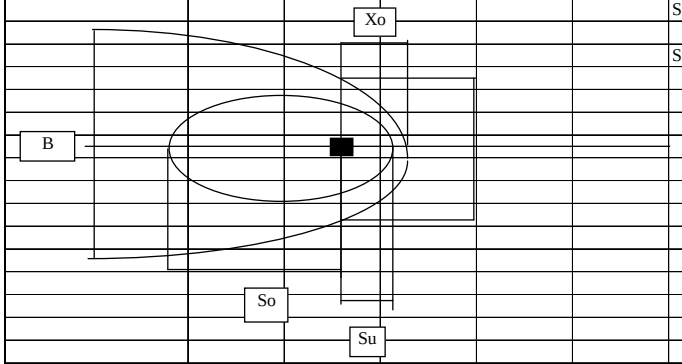
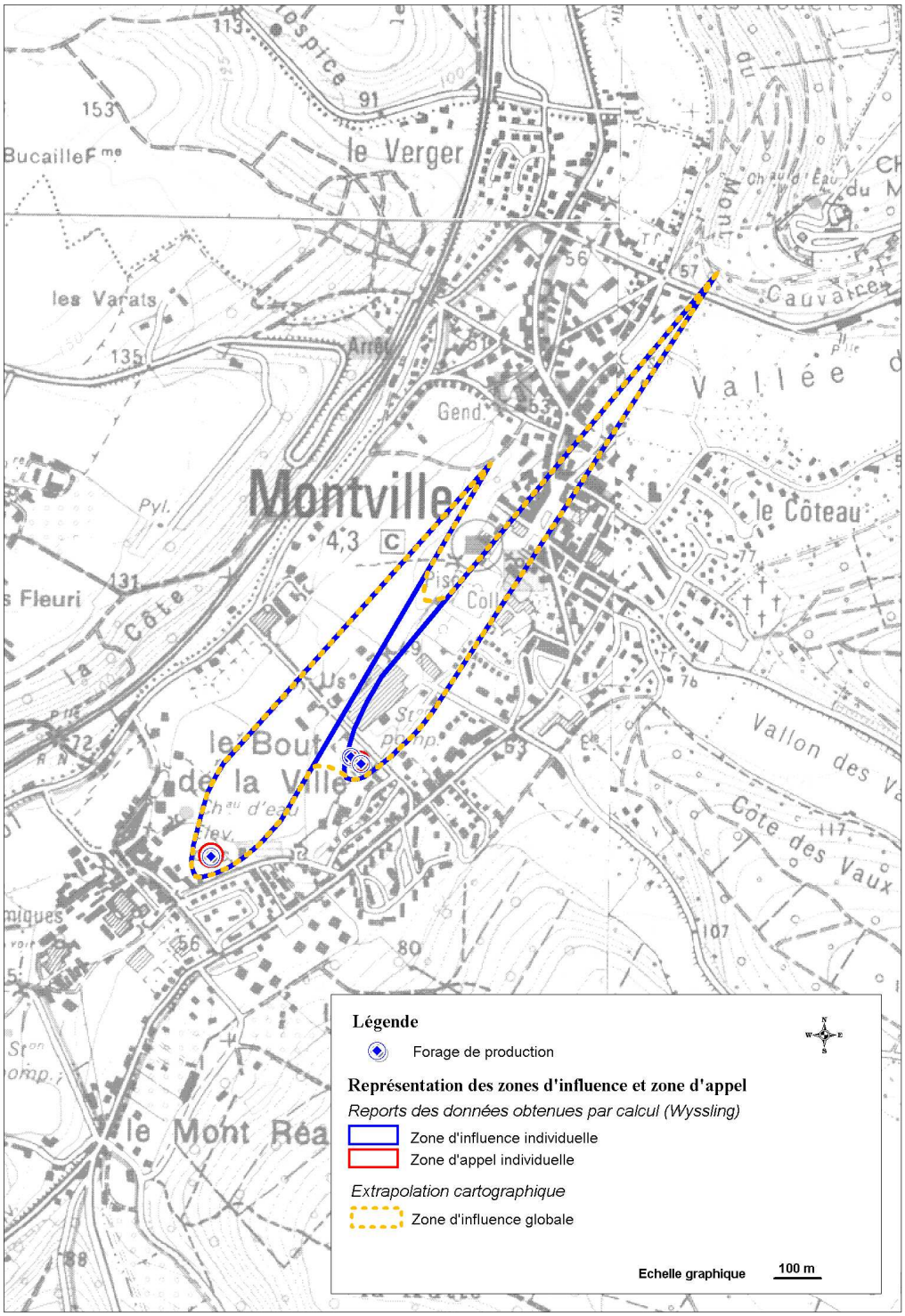


Figure 3-5 : Zone d'influence et zone d'appel des sites de production (Méthode Wyssling)



La Figure 3-6 ci après, propose une carte interprétative des isorabattements après 72 heures de pompage sur F1 et F2 à 185 m^3/h. **Ceci correspond aux observations réelles relevées au terme de l'essai de pompage de longue durée**. La forme allongée (goutte) de la zone d'influence est inspirée de la « modélisation » Wyssling.

Sur cette carte nous avons également retranscrit ce que pourraient être les lignes d'isorabattement à partir des données de rabattement fournies par le rapport de la SADE de 1970. Ces tracés restent hypothétiques.

Figure 3-6 : Carte interprétative des rabattements de la nappe après 72h de pompage

La PNAC est assez longiligne et s'étend vers l'amont, dans l'axe de la vallée du Cailly. Les activités situées immédiatement en amont du site de production sont impactées (Legrand, étang, bourg, etc.).

Il est très difficile de valider l'impact du pompage sur la nappe au droit des ouvrages limitrophes voisins. En effet, la situation du SIAEP de Montville ne lui permet pas de stopper intégralement les pompages sur le site des Sondres, tout comme la société Legrand, exploitant un ouvrage industriel de manière quasiment continue.

Étant donné l'estimation des zones d'influence des sites de production (1 030 m pour les Sondres et 1 350 m pour le site des Anglais), distants d'environ 300 m l'un de l'autre, on considère que les deux emprises de rabattement interagissent et s'additionnent au moins au droit de la partie comprise entre les deux sites de production (prairies).

L'observation du piézomètre en rive droite du Cailly montre que le cône de rabattement dépasse la rivière.

L'observation des courbes de rabattement sur le log du temps lors des pompages d'essai montre une stabilisation rapide du niveau de nappe. Cette stabilisation constatée sur les forages et les piézomètres peut être interprétée, dans le cas d'un aquifère semi-captif, comme étant la résultante d'une drainance des horizons superficiels (cours d'eau et sa nappe d'accompagnement).

Le calcul de la distance théorique à la limite est donné par l'équation de Jacob :

$$D = x/2 * \sqrt{(t_i/t_0)}$$

T_i étant le temps à l'inflexion de la courbe de rabattement. X étant la distance entre le piézomètre d'observation et le puits.

Le calcul, appliqué aux mesures réalisées sur les piézomètres 1 et 2, donne dans le premier cas 800 m et dans le second cas 190 m.

La différence importante entre les résultats ne permet pas d'identifier avec certitude la localisation de la zone « limite » concernée. Cette différence est certainement liée aux hétérogénéités du terrain (mises en évidence par les différents résultats de transmissivité) et au colmatage important du lit du cours d'eau (dépôts calcocarboniques).

On relève également la présence d'un plan d'eau environ 250 m à l'amont qui peut troubler l'orientation des écoulements de la nappe.

L'étendue de la zone d'influence est fonction de la durée de pompage. Étant donné la cadence de pompage de F2, sur un rythme quasiment continu pour les besoins en eau de la Collectivité (environ 22 à 23h par jour), on peut s'attendre à ce que l'étendue actuelle de la zone soit vaste puisque le temps n'est pas laissé à la nappe de retrouver son état initial.

Une zone d'appel existe donc d'ores et déjà et on peut considérer que la situation actuelle représente une contrainte significative de ce point de vue. L'élaboration d'un scenario de pompage au droit du site des Anglais constituerait un bon point de départ pour limiter les incidences actuelles du champ captant. On pense par ailleurs à une meilleure répartition des prélèvements entre les deux sites de production (Sondres et Anglais).

Dans les conditions de réalisation du pompage (débit cumulé de 185 m^3/h – ce qui est supérieur au volume de la demande de DUP – 4 440 m^3/j pour une demande de 3 800 m^3/h), pour une durée fictive de 10 jours de pompage prise comme référence dans la délimitation des périmètres de protection (abattement des pollutions organiques), l'extension vers l'amont d'une zone d'influence des sites de production d'environ 1 300 m.

3.3.3.2 Incidence qualitative des pompages sur la nappe

En ce qui concerne l'opération de pompage d'essai qui s'est déroulée en avril 2010, les analyses complètes de la qualité des eaux effectuées au terme de l'essai de longue durée ont permis de valider la bonne qualité physico-chimique globale des eaux de la nappe et de vérifier la non dégradation de celle-ci au terme d'une sollicitation intense de la nappe (190 m^3/h pendant 72h ; ce qui correspond au volume faisant l'objet de la demande Syndicale).

Ce qui signifie que l'exploitation intense du champ captant des Anglais n'est pas de nature à produire une dégradation de la qualité des eaux de la nappe.

On trouve dans le bilan des analyses complètes des concentrations de solvants halogénés (tri et tétrachloroéthylène) dans des proportions inférieures aux seuils de qualité et inférieures aux concentrations qui ont amené à la demande de dérogation de la part du Syndicat. Concernant ces paramètres les plus problématiques pour la distribution de l'eau des Anglais, l'exploitation intense et continue de ce site n'est pas à l'origine d'augmentation exponentielle des concentrations.

D'autre part, un suivi visuel de la turbidité des eaux prélevées a été mené par SAFEGE sur le site au cours des pompages d'essai. La valeur de turbidité instantanée a été notée quotidiennement à chaque passage sur le site, avant chaque étape du pompage. La turbidité est restée très basse, constante et conforme à l'état initial pendant toute la durée de l'essai.

Aussi, s'il existe un phénomène de limite d'alimentation des forages du site (cf. interprétation des courbes logarithmiques de rabattement de la nappe), celle-ci n'est sans doute pas due à la présence d'un karst. L'atteinte d'une limite d'alimentation karstique aurait provoqué des sursauts de turbidité au cours ou en fin de pompage.

Les incidences de l'exploitation du champ captant dans les termes de la demande d'autorisation du Syndicat n'est pas de nature à porter atteinte à la qualité globale de l'eau captée.

3.3.3.3 Incidence du pompage sur le milieu aquatique et relation nappe-rivière

Lorsque les matériaux alluvionnaires accumulés en fond de vallée ne présentent pas un taux d'agile trop élevé et qu'ils ne sont pas tourbeux, il est possible que la rivière et la nappe entretiennent des échanges hydrauliques. Ceci n'est donc possible que si les berges et le fond du cours d'eau ne sont pas colmatés par des vases, des limons ou des dépôts calcocarboniques (comme c'est le cas du Cailly).

Lorsque la nappe est en étiage, la cote du fil d'eau est alors plus haute que le niveau piézométrique de la nappe et la rivière réalimente la nappe. A l'inverse, lorsque la rivière est en étiage, la nappe soutient ses débits.

D'ordinaire, une déconnexion de la rivière par rapport au système alluvial se traduit par un exhaussement du lit de la rivière du à un colmatage progressif des fonds ainsi qu'à un engraissement du cours d'eau et de ses rives ; on dit alors que la rivière est perchée. Les niveaux de la nappe et de la rivière sont alors nettement différents.

Ce phénomène est mis en évidence lors de pompages d'essai réalisés au droit d'un forage situé en vallée alluviale et à proximité du cours d'eau. Le rabattement du niveau piézométrique de la nappe peut alors être influencé par le rôle du cours d'eau dans ce système :

- ✓ Soit les rabattements augmentent fortement à partir d'un certain temps de pompage : le cours d'eau n'est pas connecté et il constitue une limite dite étanche,
- ✓ Soit les rabattements diminuent jusqu'à stagner, voire à remonter : le cours d'eau réalimente alors la nappe et il constitue une limite d'alimentation.

Dans le cadre des pompages d'essai réalisés en 1970 au droit du forage des Sondres, une stabilisation des niveaux a pu être observée en cours de pompage. Ceci n'a pas été vérifié lors des pompages de 2010 sur le site des Anglais ; le pompage simultané au droit des deux puits a conduit à des pertes de charges régulières dans les ouvrages traduisant un abaissement constant du plan d'eau au toit de la nappe.

La relation entre la nappe et un système aquatique de surface est à nuancer. D'une part, car les calculs ne permettent pas de déterminer avec certitude le système à l'origine de cette stabilisation (rivière et sa nappe d'accompagnement, plan d'eau en amont, drainance, autre), d'en quantifier l'apport et à contrario de quantifier l'impact des pompages sur le milieu drainé. D'autre part, car il est difficile d'évaluer son éventuel impact sur la qualité des eaux de la nappe.

Cet apport est jugé :

- ✓ faible en provenance du cours d'eau compte tenu du colmatage du fond et de la déconnexion relative du cours d'eau par rapport à la nappe,
- ✓ faible en provenance des eaux de surface de manière générale (plan d'eau en amont) compte tenu de la bonne qualité globale et régulière des eaux pompées (peu de bactériologie notamment),
- ✓ faible en provenance du karst au vu de la bonne qualité des eaux après 24h de pompage simultané sur F1 et F2 (185 m^3/h), et notamment l'absence de turbidité et de cortège bactériologique important.

Le cône de rabattement du pompage dépasse la rivière sans toutefois impacter celle-ci. La rivière est donc bien déconnectée du système souterrain (concrétionnements calcaires sur le fond du cours d'eau, faible perméabilité des berges).

a- Influence sur le Cailly

Le Cailly n'a pas montré de baisse de niveau au cours du suivi ; on rappelle que la hauteur d'eau a été notée à chaque déplacement quotidien sur le site : état initial, avant chaque changement de débit de pompage, avant arrêt des pompes, retrait du matériel. Par conséquent, nous considérons que le débit du Cailly est invariant au cours du suivi.

b- Influence sur le ruisseau des Sondres

L'impact sur le débit des sources du ruisseau des Sondres et les variations du niveau du cours d'eau est plus direct.

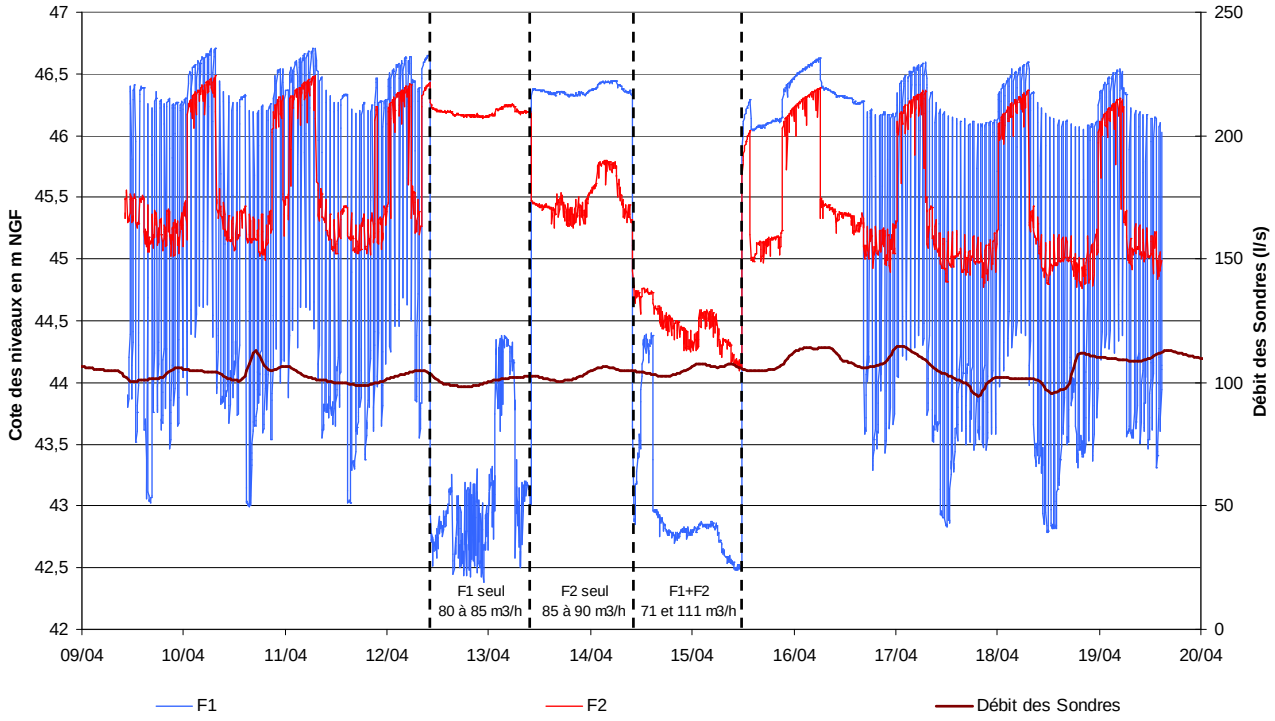
On peut relier l'influence du pompage en nappe à une baisse d'environ 6 l/s du débit des Sondres. **Soit un impact instantané d'environ 5,7% du débit (6 l/s pour 104,5 l/s)**. On rappelle que la période de réalisation des essais correspond à une situation de basses à moyennes eaux de la nappe (cf. chronique du piézomètre à Fontaine le Bourg page 46). **Cet impact quantitatif peut donc être considéré comme maximal sur une année hydrologique**.

D'autre part, compte tenu de l'allure de la courbe du débit, il est important de noter que le lien n'est pas systématique entre les deux systèmes. En cours de pompage, on aperçoit toujours un exhaussement du débit après quelques heures de pompage ; dans un délai d'environ 8 ou 9 heures la plupart du temps.

On peut considérer que cette inflexion du débit peut être due à la dépression du toit de la nappe suite au démarrage du prélèvement (création du cône d'appel), qui inverse temporairement les gradients d'écoulement dans la nappe et fait chuter la pression du milieu responsable de la présence des émergences en fond de la source (source de type vauclusienne). Ensuite, la stabilisation des niveaux de la nappe en cours de pompage permet au système de retrouver son équilibre et le débit de la source retrouve son niveau initial.

Ceci peut également mettre en évidence un phénomène de limite d'alimentation des sources. Une vidange de l'aquifère superficiel s'opère jusqu'à ce qu'un autre milieu (nappe de la craie sous alluviale, karst) amorce une alimentation des sources.

Figure 3-7 : Suivi du débit des Sondres pendant les essais



Les diagnostics de ce cours d'eau engagés par un bureau d'études spécialisé dans les études de la faune et de la flore (mandaté par SAFEGE dans le cadre de cette étude), et complétés par une reconnaissance de terrain effectuée par un ingénieur environnementaliste de SAFEGE, ont conclu sur le colmatage important du fond et des berges du cours d'eau et sur son intérêt floristique et hydrobiologique très peu significatif. Si les incidences hydrauliques du pompage sont réelles, bien que modestes (impact quantitatif limité à 5,7% du débit instantané et réversibilité du système dans un délai d'une dizaine d'heures), l'enjeu sur ce cours d'eau est faible, voire nul si l'on tient compte du fait indéniable que le projet n'est pas de nature à porter atteinte au fonctionnement de la pisciculture. On rappelle d'ailleurs, qu'un entretien avec l'exploitant du site, avait permis de vérifier qu'aucune incidence quantitative n'avait été perçue sur le site de la pisciculture au cours des trois jours de pompages.

3.3.3.4 Incidence du pompage sur les milieux naturels

On précise en introduction que l'activité de pompage sur le site des Anglais existe depuis de nombreuses années. Les rabattements quotidiens de la nappe ont donc déjà conduits à une modification des milieux naturels, notamment en termes de composition de cortège floristique. Les espèces qui entretenaient un lien hydraulique étroit avec la présence de la nappe sous-jacente au droit des prairies mésohygrophiles à mésophiles, ont d'ores et déjà et supplantées par des espèces pour lesquelles la présence de la nappe n'est pas un besoin indispensable.

Les milieux en place correspondent donc déjà à un milieu dont la nappe sous-jacente est sollicitée quotidiennement. Les impacts futurs seront donc faibles voire nuls dans la limite du maintien de la pression de prélèvement actuelle (environ 2 800 m^3/j au droit du site des Anglais. Il convient cependant de rappeler que la demande du Syndicat porte sur une augmentation d'environ 1 000 m^3/j par rapport à la situation commune actuelle.

La PNAC étant directement liée au débit et au temps de pompage, une surélévation de la pression conduirait à augmenter le rabattement périphérique à la zone de captage et à en étendre le périmètre. D'autres milieux périphériques pourraient alors être concernés.

On a demandé au bureau d'expertise Faune – Flore de statuer sur l'impact de l'activité de pompage pour les milieux et les espèces. Les conclusions sont les suivantes :

D'un point de vue floristique, ornithologique, entomologique et herpétologique, **aucun impact de ces forages n'est à priori envisageable**, et aucune contrindication n'est formulée. Les habitats humides les plus intéressants sont situés sur la rive droite du Cailly (opposée à celle des forages), dans un secteur soumis à un faible rabattement. **Aucune espèce protégée ne sera impactée**.

L'étude Faune-Flore réalisée dans la vallée du Cailly sur le site d'exploitation des forages des Anglais et des Sondres, sur la commune de Montville, a permis de constater que **le site présente un intérêt modéré d'un point de vue floristique et faunistique** et que **l'exploitation des points d'eau ne constituait pas une menace pour l'habitat et la survie des espèces**.

3.3.3.5 Synthèse des effets des prélèvements sur le milieu souterrain et l'environnement naturel

Les sites d'exploitation d'eau souterraine se situent au droit d'une zone complexe où les liens entre les différents systèmes ne sont pas évidents. L'environnement humain qui sera détaillé dans la phase suivante de cette étude environnementale s'attachera à définir les enjeux humains dans la zone d'étude prédéfinie.

Pour le moment, au vu des éléments connus (environnement naturel et pompages d'essai de la SADE en 1970 sur les Sondres) et d'après le pompage de longue durée effectué par SAFEGE en avril 2010, on peut retenir les points suivants :

- ✓ Le pompage en nappe, selon la cadence imposée lors de la réalisation de l'essai, créé un rabattement modéré de la nappe en terme de profondeur (4,16 m de rabattement maximum) mais étendu en terme de superficie (jusqu'à 1 350 m vers l'amont après 10 jours de pompage). Le fonctionnement quasi-continu du site des Anglais contribue à accentuer la zone d'appel créée sous la vallée du Cailly.

- ✓ D'après les pompages, on distingue des phénomènes hydrauliques pouvant être interprétés comme des limites d'alimentation induisant un soutien de la nappe : phénomène de drainance depuis les horizons superficiels de la vallée du Cailly, plan d'eau de loisir situé 250 m en amont du site des Anglais. Il ne paraît pas opportun de retenir une alimentation de la nappe par le Cailly, ni par un karst (pourtant présent dans le secteur d'étude).
- ✓ Les incidences sur la nappe sont néanmoins réversibles au vu des bonnes valeurs de transmissivité calculées au droit de chaque ouvrage (malgré une certaine hétérogénéité des terrains).
- ✓ La nappe de la craie et le Cailly sont déconnectés à hauteur des sites de production. On ne mesure pas d'incidences de l'activité de pompage en nappe sur la rivière.
- ✓ Le pompage au droit du site des Anglais créé une onde qui atteint les sources des Sondres. Ceci se traduit en termes de déficit débitmétrique ; celui reste tout à fait limité (< 6%) et présente une réversibilité après une dizaine d'heures. On peut considérer que les impacts hydrauliques sont limités, d'autant plus que le ruisseau des Sondres ne présente que peu d'intérêt faunistique et floristique.
- ✓ Le pompage d'essai, réalisé dans une proportion supérieure à la demande de DUP, ne porte pas atteinte aux espèces floristiques et faunistiques recensées à proximité des sites et l'activité de pompage ne constitue pas une menace pour les habitats existants.

3.3.4 Mesures d'accompagnement et moyens de surveillance à prévoir dans le cadre du projet

D'un point de vue hydrogéologique et compte tenu de la teneur de la demande du Syndicat (prélèvements majorés d'environ 1 000 m^3/j par rapport à la situation actuelle), la régularisation de l'exploitation du champ captant doit être accompagnée de mesures visant à limiter les incidences des prélèvements sur la nappe.

Connaissant la dégradation actuelle de la qualité des eaux qu'exploite le Syndicat en ce qui concerne les paramètres trichloroéthylène et tétrachloroéthylène, pour lesquels l'origine n'est pas clairement identifiée, il est préférable de mettre en œuvre un plan de gestion du site de production des Anglais.

Une procédure est actuellement en cours sur le site industriel Legrand à Montville pour identifier si la source de pollution actuelle ou antérieure se trouve au droit de ce site. Les résultats de cette étude concernent directement le projet de régularisation administrative des sites de production du Syndicat. Dans la mesure de leur disponibilité, ces résultats seront inclus à l'analyse de l'environnement anthropique des sites de production.

1. Mesure 1 : Modification de la pression de prélèvement au droit du site des Anglais

Cette mesure sera compliquée à mettre en œuvre et passe par l'élaboration d'un scenario de pompage journalier pour le champ captant des Anglais. Étant donné les contraintes de production actuelles du Syndicat, cette mesure ne pourra pas s'appliquer :

- ✓ Tant que le réseau syndical d'adduction ne disposera pas d'ouvrages de capacités volumétriques suffisantes pour permettre un ralentissement de la cadence de prélèvement au droit du forage F2 des Anglais.
- ✓ Tant que l'approvisionnement des services sera cloisonné. Le forage F2 dessert exclusivement le réseau du bas service et une substitution pérenne par le forage des Sondres, déjà existante, doit pouvoir être assurée.

L'objectif recherché est de diminuer la pression de prélèvement de F2 en le ramenant de 23- 24 h/j à une vingtaine d'heures par jour. Le pompage en F1 devra également se produire sur la même tranche horaire journalière afin de permettre à la nappe de retrouver un niveau proche du niveau statique selon une fréquence qui reste à déterminer. Ceci aura pour effet de réduire l'étendue de la zone d'appel en amont des captages (dépendante du temps de pompage).

L'amélioration et la maîtrise de l'activité pourraient également être obtenues par la mise en place de pompe à variateurs de manière à réguler le débit de prélèvement. Ceci aurait pour effet d'adapter le débit de pompage à la demande en évitant de dénoyer systématiquement les horizons profonds. Les mises en route incessantes des pompes des forages contribuent en partie à la dégradation des ouvrages.

2. Mesure n°2 : Doter le site des Anglais d'un réseau de surveillance des niveaux de la nappe

Cette mesure est d'ores et déjà accomplie puisque dans le cadre de la présente étude d'environnement, le site des Anglais a été muni de deux piézomètres à la craie en bordure du Cailly, à hauteur du site de production. Leur implantation judicieuse de part et d'autre du Cailly permet de vérifier à long terme la déconnexion entre le cours d'eau et la nappe.

Un complément au réseau de surveillance pourrait être engagé en ce qui concerne le site des Sondres.

Le réseau de surveillance ainsi constitué devra faire l'objet de campagnes de mesures régulières des niveaux du toit de la nappe, en se basant au minimum sur une fréquence semestrielle visant à intercepter un état de basses eaux et un état de hautes eaux. Pour le calage des périodes de mesure, le Syndicat se basera sur le suivi piézométrique engagé au droit du piézomètre départemental suivi par le BRGM et situé à Fontaine le Bourg en amont des sites de production de Montville (indice national de l'ouvrage : 77-5-99).

Le rapport semestriel ainsi produit pourra présenter une coupe transversale du site, depuis les forages de production jusqu'au piézomètre Pz2 situé sur la rive opposée du Cailly. L'objectif étant de statuer chaque année sur la déconnexion du Cailly par rapport à la nappe.

Il devra également mentionner *a minima* les conditions de mesure des niveaux :

- ✓ Fonctionnement des ouvrages de prélèvement et mesure du niveau dynamique dans les deux forages,
- ✓ Débit du Cailly (d'après la station la plus proche recensée à la Banque Hydro),
- ✓ État de la nappe.

3. Mesure n°3 : Surveillance du débit du ruisseau des Sondres

Un programme annuel renouvelable de suivi de ce débit pourra être mis en œuvre. Par l'intermédiaire d'une sonde débitmétrique installée dans le canal d'amenée des eaux vers la pisciculture, le suivi du débit devra permettre de statuer sur le déséquilibre éventuel entre les émergences et le prélèvement en nappe. Le débit des sources étant intimement lié à l'état hydrique de la nappe, un lien devra être fait entre le débit mesuré et les niveaux de la nappe au droit du piézomètre départemental de Fontaine le Bourg (cf. référence ci-avant).

4. Mesure n°4 : Surveillance des concentrations de tri et tétrachloroéthylène et plan de gestion de la ressource en cas de pollution aggravée

Des analyses de ces paramètres sont d'ores et déjà organisées par les services de l'ARS, par le biais d'un laboratoire dans le cadre de la surveillance qualitative des eaux de production. Une réflexion pourra être menée sur la nécessité d'augmenter la fréquence d'analyse de ces paramètres.

En cas de pollution aggravée avérée, un plan de gestion devra être mis en œuvre. Les contours de ce plan devront être définis en concertation avec les Collectivités, les Services de l'État et l'Hydrogéologue agréé, l'objectif étant de trouver une ressource de substitution pendant les épisodes de pollution, si toutefois un caractère cyclique du phénomène était mis en œuvre (conclusion attendue du diagnostic de pollution du site Legrand).

5. Mesure n°5 : Finaliser la mission d'expertise hydrogéologique du site des Anglais

La situation actuelle de l'exploitation des ressources des Sondres et des Anglais a contraint à différer la réalisation des pompages d'essai par palier, ainsi que les **opérations de réhabilitation des puits**, dont l'état de dégradation a pu être mis en évidence lors de l'inspection video des ouvrages réalisée en 2009. La limitation des impacts de l'exploitation des champs captant sur la nappe et les milieux sera indéniablement obtenue par ces opérations : les pertes de charge et donc les rabattements seront limités au droit des ouvrages.

La réhabilitation des ouvrages permettra de réaliser les essais de puits dans les forages des Anglais dans les meilleures conditions, et d'en dégager les caractéristiques manquantes actuellement : débit critique d'exploitation des ouvrages, confirmation des calculs de perte de charge, etc.

6. Mesure n°6 : Mode gestion des parcelles et indicateurs de suivi des impacts

Le bureau d'études Faune – Flore formule des préconisations en termes de gestion des parcelles (conservation de l'état actuel) et de la mise en place d'indicateurs de suivi (suivi pluri-annuel des impacts du projet). On rappelle toutefois que suite à l'étude engagée, on constate que le site ne présente qu'un intérêt modéré d'un point de vue floristique et faunistique et que l'exploitation des points d'eau ne constituait pas une menace pour l'habitat et la survie des espèces.

- ✓ Mode de gestion des parcelles

  L'ensemble des prairies ayant fait l'objet d'inventaires dans le cadre de l'étude semblent fauchées. Le passage au pâturage (surtout s'il est intensif) favorise l'extension des plantes épineuses (Cirses), avec apparition des orties (Urtica dioica) et de diverses Oseilles (Rumex sp.). Même si aucune espèce rare n'a été identifiée, les prairies (essentiellement en rive droite) présentent une végétation assez originale. Le passage au pacage (en fonction de son intensité) peut faire régresser ce cortège au profit de cortèges plus pauvres (plantes du Cynosurion cristati notamment).

  Sur les parcelles concernées, il serait souhaitable de maintenir le mode de gestion actuel à savoir la fauche.

- ✓ Indicateurs de suivi

  Les relevés phytosociologiques effectués (selon la méthode sigmatiste) sur les différentes zones (fonction de l'homogénéité de la végétation) pourront être reconduit dans quelques années afin d'évaluer l'évolution, sur les plans qualitatif et quantitatif, des espèces végétales qui constituent les prairies. Les relevés phytosociologiques effectués dans le cadre de la présente étude sont placés à la fin du rapport d'étude Faune – Flore proposé en annexe.

3.3.5 Compatibilité avec les documents de planification et de gestion des ressources et du territoire

3.3.5.1 Risques majeurs

Les risques majeurs sont répertoriés selon leur nature ; on trouve :

- ✓ **Les risques naturels** : inondations liées aux pluies exceptionnelles, aux tempêtes littorales, mouvements de terrain liés aux falaises, et mouvements de terrain liés aux cavités souterraines :

Les plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR) ont été créés par la loi du 2 février 1995 – dite Loi Barnier » et représentent l'outil privilégié de la politique de prévention et de contrôle des risques naturels majeurs menée par l'État. Le plan constitue une contrainte sur l'utilisation du sol et des bâtiments (servitude d'utilité publique).

La vallée du Cailly et la commune de Montville sont concernées par un Plan de Prévention des Risques Naturels d'inondation. **La délimitation du PPRN du bassin versant du Cailly, de l'Aubette et du Robec a été prescrite le 29 décembre 2008**. A l'heure actuelle (2010), le PPRN n'est pas approuvé (source DDTM de Seine Maritime) ; les documents ne sont donc pas opposables aux tiers : règlement, zonage, délimitation, etc.

La commune de Montville, commune d'implantation des ouvrages de prélèvement, a par ailleurs fait l'objet de 7 arrêtés de catastrophe naturelle ont été actés entre 1987 et 1999. Ils sont tous liés au phénomène d'inondation et de coulées de boues associées. Le dernier arrêté date du 25 décembre 1999.

Le risque naturel d'inondation est une évidence sur le secteur d'étude. Les débordements des cours d'eau et la concentration d'eaux de ruissellement dans les fonds de vallées constituent alors un risque réel de pollution pour la ressource en eau souterraine. Ce risque a été intégré à la conception du site de production des Anglais, pour lequel les avants puits et têtes d'ouvrage des forages sont équipés en conséquence. L'avant puits dépasse de plus d'un mètre la cote du terrain naturel.

- ✓ **Les risques industriels** : risques liés aux industries et au transport de matières dangereuses.

Les PPRT sont définis par la Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003, relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages et sont élaborés et arrêtés par l'État sous l'autorité du Préfet.

L'objectif d'un PPRT est d'apporter une réponse aux situations difficiles en matière d'urbanisme héritées du passé et de mieux encadrer l'urbanisation future autour des établissements SEVESO seuil haut existants, à des fins de protection des personnes.

Le plan délimite le périmètre d'exposition aux risques et les zones dans lesquelles des mesures de réduction du risque sont applicables. Ces mesures portent aussi bien sur le bâti futur, que sur le bâti existant.

Une fois arrêté, le plan vaut servitude d'utilité publique et est alors opposable aux tiers.

Le site industriel Brenntag de Montville fait l'objet d'un Plan de Prévention des Risques Technologiques, prescrit le 22 décembre 2009. Les communes de Montville, Malaunay et Eslettes sont concernées par la délimitation du PPRT. Les documents réglementaires ne sont pas arrêtés pour le moment.

3.3.5.2 Le Code de l'Environnement

Le code de l'environnement fixe pour objectif la gestion équilibrée de la ressource en eau pour satisfaire ou concilier les diverses exigences qui s'exercent (article L211-1), instaure les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux et indique leurs objectifs qui transposent la directive cadre sur l'eau (article L212-1).

3.3.5.3 Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de Seine Normandie (SDAGE) et Directive Cadre de l'Eau (DCE)

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre de l'Eau Européenne, une liste de mesures nécessaires pour atteindre le « bon état écologique » des cours d'eau ainsi que des objectifs à l'horizon 2015 ont été retenus. La définition des critères de « bon état écologique » ont été précisés dans la Circulaire DCE 2005/12 relative à la définition du « bon état » et à la constitution des référentiels pour les eaux douces de surface, en application de la directive européenne 2000/60/DCE du 23 octobre 2000.

Les informations qui suivent proviennent de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et sont issues du programme de mesures concernant le secteur Seine-aval, dans sa version finalisée de mars 2007.

Le nouveau Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux a été approuvé le 29 octobre 2009. Ce nouveau SDAGE se place dans la continuité du SDAGE adopté en 1996, issu de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 : il doit assurer la prise en compte de la gestion équilibrée de la ressource et dans les grandes thématiques abordées, et marque le passage d'une obligation de moyens à une obligation de résultats inspirée par la directive cadre européenne sur l'eau.

La mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau prévoit, pour chaque district hydrographique, la réalisation d'un plan de gestion qui précise les objectifs environnementaux visés pour l'ensemble des masses d'eaux (cours d'eau, plans d'eau, eaux souterraines, eaux côtières et eaux de transition) et les conditions de leur atteinte.

Les objectifs de qualité et de quantité sont définis à l'article L.212-1 du code de l'environnement et correspondent à :

- ✓ un bon état écologique et chimique pour les eaux de surface, à l'exception des masses d'eau artificielles ou fortement modifiées par les activités humaines ;
- ✓ un bon potentiel écologique et à un bon état chimique pour les masses d'eau de surface artificielles ou fortement modifiées par les activités humaines ;
- ✓ un bon état chimique et à un équilibre entre les prélèvements et la capacité de renouvellement pour les masses d'eau souterraines ;
- ✓ la prévention de la détérioration de la qualité des eaux ;
- ✓ des exigences particulières pour les zones protégées (baignade, conchyliculture et alimentation en eau potable), notamment afin de réduire le traitement nécessaire à la production d'eau destinée à la consommation humaine.

La partie réglementaire du code de l'environnement (R.212-9) et la circulaire 2007-23 du 7 mai 2007 du ministère en charge de l'environnement complètent cette liste par des objectifs de réduction des rejets des substances prioritaires et de suppression, à terme, des rejets des substances dangereuses. Ces objectifs généraux sont déclinés, par masse d'eau, en fonction des actions à mettre en œuvre au regard notamment de leur coût.

Le bassin versant du Cailly est identifié[3] :

- ✓ en tant que masse d'eau superficielle référencée R263 – « Le Cailly de sa source au confluent de la Seine »,
- ✓ en tant que masse d'eau souterraine référencée 3202.

La masse d'eau n'est pas au bon état écologique et doit faire l'objet de mesures relatives au manque d'eau, à la morphologie du cours d'eau (ouvrages transverses, pression anthropique), ruissellement, érosion et pollutions diffuses (nitrates, pesticides) et ponctuelles (matières phosphorées). La contamination des sédiments par des métaux et des HAP risque d'autre part de compromettre son état chimique vis à vis des 41 substances prioritaires.

Le SDAGE (comité de bassin du 2911/2007) retient un report de délais pour l'obtention du bon état écologique (après 2015) sur la masse d'eau superficielle concernée. Un bon état chimique est néanmoins retenu pour 2015.

La masse d'eau souterraine n'est pas au bon état chimique du fait de sa contamination par les pesticides et par les nitrates. Elle n'est pas non plus au bon état quantitatif et doit faire l'objet de mesures spécifiques pour une meilleure gestion de la ressource.

[3] Informations tirées des documents du SDAGE « Projet du premier programme de mesures du bassin ».

Les champs captants de la vallée du Haut Cailly et de Maromme sont identifiés comme stratégiques dans les documents du SDAGE pour l'alimentation en eau de l'Agglomération Rouennaise (CREA). Il est important de garantir une ressource souterraine de qualité. Un objectif de bon état en 2027 pour la masse d'eau souterraine est retenu.

Le programme de mesures du Bassin Seine Normandie, destiné à atteindre les objectifs assignés, retient les nécessités :

- ✓ De rechercher une gestion équilibrée de la ressource entre industriels et collectivités de l'eau,
- ✓ De rechercher une gestion équilibrée des ressources entre les prélèvements pour l'eau potable et les besoins des milieux.
- ✓ D'organiser la surveillance des milieux et le suivi des actions.

Le projet du Syndicat d'eau de la Région de Montville prévoit la régularisation administrative de l'exploitation actuelle d'un champ captant. L'impact des sites de production concernés fait d'ores et déjà partie du diagnostic réalisé dans le cadre du SDAGE. La demande d'autorisation d'exploiter concerne une augmentation des prélèvements actuels de l'ordre de 1 000 m^3/j au droit du site des Anglais.

Pour le forage des Sondres un avis hydrogéologique favorable a déjà été édicté pour un débit de prélèvement de 150 m^3/h, soit 3 000 m^3/j.

Le projet contribue également à doter le site de production d'un réseau de surveillance de la nappe de la craie par le biais de deux nouveaux piézomètres propriété du Syndicat.

C'est pourquoi, le projet du Syndicat d'eau de Montville est compatible avec les orientations et objectifs du SDAGE et de la DCE qui visent à limiter et réglementer les prélèvements actuels.

3.3.5.4 SAGE du bassin du Cailly

Le projet, implanté sur le territoire communal de Montville, est concerné par l'application du SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) du bassin versant du Cailly, de l'Aubette et du Robec. Le diagnostic, la planification et les orientations du SAGE sont arrêtés depuis le 23 décembre 2005.

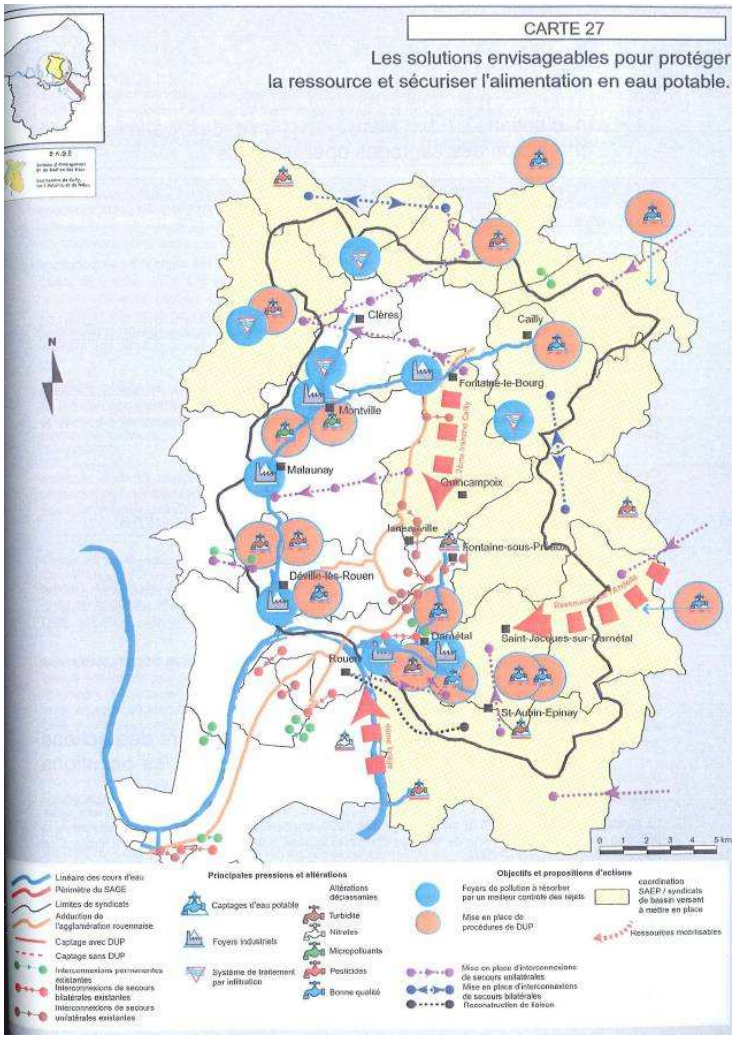
L'orientation n°2 du SAGE du Cailly est consacrée à la pérennité qualitative et quantitative de la ressource en eau potable. Elle instaure un plan d'actions au travers de trois objectifs globaux. On peut citer les actions suivantes :

- ✓ Objectif 2.1 : Préserver et améliorer la qualité de la ressource en eau :
  - ◆ Plan d'action 2.1.1 : Mettre en place des périmètres de protection des captages opérationnels,

- ✓ Objectif 2.2 : Sécuriser à l'horizon 2015 l'alimentation en eau potable :
  - Plan d'action 2.2.1 : Adopter puis mettre en œuvre un schéma global d'alimentation en eau potable.
- ✓ Objectif 2.3 : Améliorer la connaissance des eaux souterraines.

Le projet du Syndicat d'eau de la Région de Montville prévoit la régularisation administrative de l'exploitation actuelle d'un champ captant. L'impact des sites de production concernés fait d'ores et déjà partie du diagnostic réalisé dans le cadre du SDAGE. Dans le cadre de la procédure, une étude environnementale est réalisée et permettra d'ajuster la demande de prélèvements en fonction des capacités du milieu. La demande d'autorisation d'exploiter concerne une augmentation des prélèvements actuels d'environ 1 000 m^3/j. On présente ci-dessous la carte n°27 issue du livret n°2 des documents du SAGE « Diagnostic et orientations », présentant les solutions envisageables pour protéger la ressource et sécuriser l'alimentation en eau potable. La mise en place d'une DUP pour les forages de Montville y est établie.

Figure 3-8 : Solutions envisageables pour protéger la ressource et pérenniser l'alimentation en eau potable (issue du SAGE du Cailly, livret n°2)



On précise également que compte tenu des résultats de l'étude des incidences de l'exploitation du champ captant, on peut raisonnablement penser que les impacts hydrauliques du prélèvement dans la nappe, sur le débit du Cailly sont très limités, voire nuls (décrochement de la nappe par rapport au cours d'eau).

Le projet du SIAEPA de la Région de Montville contribuera à réglementer les prélèvements d'eau au droit du site actuel de production tout en veillant aux interférences avec les milieux aquatiques environnants. Il permettra également aux captages du syndicat de disposer de périmètres de protection réglementant les activités actuellement déployées sur le territoire.

Par conséquent, le projet est compatible avec les orientations du SAGE du bassin versant du Cailly.