

DOCUMENT PUBLIC

*Vallée du Commerce (Seine-Maritime)
Relations nappe / rivière*

Etude bibliographique et synthèse

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service Public du BRGM 99 D 605

Décembre 1998

R 40 488



**DOCUMENT PUBLIC
A ACCES RESERVE**

*Vallée du Commerce (Seine-Maritime)
Relations nappe / rivière*

Etude bibliographique et synthèse

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service Public du BRGM 99 D 605

Décembre 1998

R 40 488

Mots clés : Vallée du Commerce, Seine-Maritime, Lillebonne, Bolbec, synthèse bibliographique, synthèse de bassin, hydrogéologie, nappe de la craie, relations nappe / rivière, vulnérabilité, Alimentation en Eau Potable (AEP), périmètre de protection, karst.

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

C. LANGEVIN (1998) - Vallée du Commerce (Seine-Maritime) relations nappe / rivière, (France) Rap. BRGM R 40 488

© BRGM, 1999, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Le Service Géologique Régional de Haute-Normandie a procédé à l'examen des rapports et ouvrages disponibles concernant le bassin de la Rivière du Commerce. Tous les documents recensés ont été lus et résumés.

Le présent rapport présente les résultats de ce travail, après classement thématique et chronologique des ouvrages consultés.

Toutes les données importantes issues de l'examen des rapports et documents ont été rassemblées pour constituer une synthèse des connaissances relatives au bassin du Commerce.

Cette synthèse aborde les domaines de la géologie, de l'hydrogéologie (piézométrie, aquifère, relations nappe / rivière, ouvrages de recherche et d'exploitation), de la vulnérabilité et de la gestion de la ressource en eaux souterraines. Les principaux éléments de cette synthèse peuvent être résumés ainsi :

- La géologie du bassin est marquée par l'existence de la grande faille de Lillebonne / Bolbec / Fécamp qui réduit l'aquifère à 10 / 20 m de puissance dans le compartiment NE relevé, et que longe la rivière du Commerce,
- Les relations nappe / rivière sont extrêmement changeantes au fil du cours du commerce : ainsi dans sa partie amont, la rivière est déconnectée de la nappe, mais en aval du forage de la laiterie (75/6x/34), il y a presque partout, équilibre hydrostatique entre la nappe et la rivière.
- Le ruiseau de la Fontaine-Murée, affluent en rive gauche, coule à 12 m environ au-dessus du niveau de la nappe, et se perd sans avoir rejoint le Commerce.
- Le ruiseau des Aulnes naît de l'émergence de la nappe et côtoie le Commerce qui peut, par endroit, couler à une altitude légèrement supérieure.

La nappe de la craie se montre d'autant plus vulnérable que l'équilibre hydrostatique nappe / rivière est établi, car les eaux de la rivière du Commerce sont de qualité médiocre, voire mauvaise. Les phénomènes karstiques accentuent la vulnérabilité.

La plupart des ouvrages AEP de la vallée du Commerce disposent d'un périmètre de protection qui a parfois été modifié plusieurs fois.

Un SAGE de la vallée du Commerce a été mis en place, il prévoit la réalisation d'un bilan quantitatif et qualitatif de la ressource en eaux souterraines du bassin.

Sommaire

Introduction	6
1 - Ouvrages concernant la ressource et sa mise en exploitation	7
→ 72/44/PNO (Note)	7
→ 77/SGN/441/PNO	9
→ 87/HNO/019	11
→ 88/HNO/004	13
→ 88/SGN/603/HNO	15
→ 90/HNO/018	17
→ 90/HNO/030	19
→ 90/HNO/120	23
→ 91/HNO/123	24
→ 92/HNO/065	25
2 - Ouvrages concernant la vulnérabilité	26
→ 82/OUV/049 (Etude CPGF)	26
3 - Ouvrages concernant les périmètres de protection	31
→ 75/145/PNO (Note)	31
→ 78/091/PNO (Note)	33
→ 79/124/PNO (Note)	34
→ 79/183/HNO (Note)	35
→ 79/184/HNO (Note)	36
→ 79/193/NHP (Note)	37
→ 86/GA/023	38
→ 88/GA/004	39
→ 92/GA/030	40
→ 93/GA/023	41
→ 94/GA/012	43
4 - Ouvrages concernant la gestion de la ressource	45
→ 73/129/PNO	45
→ 73/SGN/124/PNO	46
→ 98/OUV/005 (SAGE)	48

5 - Synthèse des informations essentielles.....	53
5 - 1 Géographie, géologie du bassin du Commerce.....	53
5-1-1 Présentation géographique du bassin du Commerce	53
5-1-2 Présentation géologique du bassin du Commerce.	53
5 - 2 Hydrologie du bassin du Commerce.....	55
5 - 3 Hydrogéologie du bassin du Commerce.....	56
5-3-1 Données piézométriques	56
5-3-2 Description de l'aquifère.	58
5-3-3 Relations nappe/rièrè.	58
5-3-4 Caractéristiques des ouvrages et paramètres hydrodynamiques	60
5 - 4 Vulnérabilité et protection	61
5-4-1 Vulnérabilité des eaux de nappe	61
5-4-2 Périmètres de protection	64
5 - 5 Gestion de la ressource en eaux souterraines.....	66

Liste des tableaux

Correspondance rayon d'action / iso-rabattement de la nappe.....	19
Quelques débits mesurés dans la vallée du Commerce	47
Quelques débits mesurés dans la vallée du Commerce.	50
Caractéristiques des ouvrages.....	60

Annexes

Carte géologique de Bolbec.....	70
Bibliographie classée.....	71

Introduction

A la demande de la Direction Départementale de l'Action Sanitaire et Sociale de la Seine Maritime, et dans le cadre de sa mission d'appui aux Administrations chargées de la police de l'eau, le Service Géologique Régional a procédé à l'examen des rapports et ouvrages disponibles traitant de la vallée du Commerce.

Les ouvrages se rapportant à la vallée du Commerce ont été recensés dans la bibliothèque du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Service Géologique Régional) de Haute-Normandie. Il s'agit essentiellement de rapports BRGM, mais aussi de quelques ouvrages issus d'organismes extérieurs.

Ces documents, classés par grands thèmes et par ordre chronologique, ont fait l'objet d'une lecture attentive et critique qui donne lieu, pour chacun des ouvrages, à une présentation résumée à l'essentiel, selon le canevas régulier suivant :

- 1 - Motivation
- 2 - Objectifs et méthodologie
- 3 - Travaux (éventuellement)
- 4 - Eléments remarquables
- 5 - Commentaires après lecture.

L'analyse de ces documents figure ci-après. Elle est suivie d'un essai de synthèse des connaissances les plus importantes concernant le bassin du Commerce. Cette synthèse rassemble les informations issues des documents étudiés sous quelques grandes rubriques telles que la géologie, l'hydrologie, l'hydrogéologie, la vulnérabilité, la gestion...

1 - Ouvrages concernant la ressource et sa mise en exploitation.

→72 / 44 PNO (Note) [M. Tirat]: Ville de Lillebonne - Implantation d'un nouveau forage d'AEP dans la vallée de la rivière du Commerce.

1 - Motivation :

Recherche de nouvelles ressources en eaux souterraines pour l'alimentation de la ville de Lillebonne. Les besoins supplémentaires sont de 3000 m³/jour soit 150 m³ /h pendant 20 h.

2 - Objectif et méthodologie :

- Objectif :

Il s'agit de trouver le meilleur site d'implantation d'un nouveau forage dans la vallée du Commerce entre Bolbec et Lillebonne.

- Méthodologie :

Les moyens mis en oeuvre sont les suivants :

- examen des données piézométriques de la nappe sous la vallée du Commerce,
- exécution de 5 analyses très complètes,
- étude des résultats des pompages d'essai antérieurs

3 - Eléments remarquables :

- Situation géographique et géomorphologique :

- L'étude concerne la vallée du Commerce entre Bolbec et Lillebonne. Cette portion de la vallée du Commerce, orientée NW / SE, est parallèle à la faille de la Seine qui passe à 1 km environ en rive gauche.
- La portion pérenne du cours ne commence qu'à Bolbec, mais une vallée sèche de 7 km de longueur installée sur la faille de la Seine prolonge la vallée du Commerce jusqu'au niveau de Bréauté. Plusieurs vallées sèches se développent sur chaque rive, la plus importante en rive droite (Bolbec), les plus nombreuses en rive gauche : vallée des Fontaines (de Lanquetot à Bolbec), vallée de la Fontaine Murée, val Horrible, vallée du puits maillé, vallée de la Fresnaye.
- La rivière coule dans une vallée à fond plat, mais les coteaux qui la dominent d'une centaine de mètres présentent des pentes assez abruptes.

- Géologie :

- La rivière du Commerce entaille la craie du Sénonien inférieur, couverte sur le plateau par des formations à silex et des limons, sur les versants par des colluvions et des éboulis, et dans la vallée par des alluvions.
- La faille de la Seine (Lillebonne-Bolbec), orientée NW -SE suit l'axe de la vallée en rive gauche, à environ 1 km de la rivière. Le compartiment NE est surélevé, et le compartiment SW est abaissé. Cet accident majeur met en contact la craie du Sénonien, abaissé, avec la craie glauconieuse du Cénomaniens et la craie blanche du Turonien, relevés. Le rejet atteint 100 à 150 m.

- Hydrogéologie :

- La craie est généralement aquifère, quelle que soit sa position stratigraphique. Le Sénonien, généralement plus fissuré est souvent le meilleur aquifère.
- La nappe de la craie, alimentée par les précipitations, au niveau des plateaux présente des écoulements dirigés vers la vallée du Commerce. On note l'existence de très forts gradients en relation avec la présence de la faille de la Seine, les faciès moins perméables du Cénomaniens/Turonien, ou les pentes topographiques importantes.
- La position de la faille de Lillebonne est matérialisée par la présence d'une ligne de sources de déversement dont font partie par exemple, les sources de la Fontaine Murée et du val Horrible.
- La profondeur de la nappe dans certaines portions de la vallée suggère l'indépendance des écoulements superficiels et souterrains. Par ailleurs, un phénomène d'artésianisme a quelques fois été mis en évidence, signifiant localement le caractère captif de la nappe, donc l'indépendance entre eaux de surface et eaux souterraines.

- Résultats des pompages d'essai antérieurs :

Les débits spécifiques mis en évidence ne font pas apparaître de relation directe entre la profondeur de l'ouvrage et son rendement. Il n'est donc pas nécessaire d'envisager un creusement jusqu'au Cénomaniens. En fond de vallée, un forage de 30 à 40 m devrait suffire à atteindre l'objectif fixé ($150 \text{ m}^3 / \text{h}$), avec un rabattement n'excédant pas 10 m.

- Choix du site pour un futur captage :

- L'implantation a été retenue sur le site avancé par le BRGM, un peu au sud du hameau du Becquet, en rive droite, en pied du coteau du bois Bréhout.
- Le programme proposé prévoit un forage de 35 m de profondeur, en diamètre 500 mm, et deux piézomètres distants de 50 et 200 m, ainsi que des pompages d'essai.

4 - Commentaire après lecture :

Ce rapport contient de bons éléments synthétiques sur le secteur de la vallée du Commerce, en particulier sur le plan géologique et géomorphologique.

→77 SGN 441 PNO [P. de la Quérière] : Ressources en eau de la vallée du Commerce - Compte rendu des travaux sur les sites 2 et 7 - Pompage d'essai sur le site 7.

1 - Motivation :

A long terme, la motivation est la recherche de ressources nouvelles dans la vallée du Commerce.

2 - Objectif et méthodologie :

- Objectif : L'objectif immédiat consiste à tester les possibilités aquifères de deux sites déjà pourvus de forages.

- Méthodologie :

Réalisation de pompage d'essai sur un forage, et détermination des paramètres hydrauliques de l'aquifère au voisinage de l'ouvrage.

3 - Travaux :

Creusement prévu de deux couples forage / piézomètre .
Pompage d'essai sur le site n° 7.

4 - Eléments remarquables :

4 - 1 Site n° 2 : vallée sèche affluent du commerce entre Mirville et Bolbec.

- Le forage était prévu pour une profondeur de 60 m.
- De 54 à 60 m, --> perte totale d'eau et cuttings (le forage s'est comblé de 20 à 60m).
- Le niveau d'eau n'a pas été rencontré.
- Le forage a été abandonné.
- Seul le piézomètre a été foré.

4 - 2 Site n° 7 : vallée sèche orientée E-W, en rive gauche du Commerce et en aval de Bolbec.

- Implantation au lieu dit "La mare Carelle"
- Le piézomètre est à 21,50 m en amont;
- Coupe géologique : craie à silex de 3 à 60 m
- Le niveau de la nappe est à 22 m de profondeur, soit à la cote + 38 m.
- Les ouvrages ont été acidifiés.

- pompage d'essai par paliers :

Il a montré rapidement que les possibilités de l'aquifère étaient très faibles. Le débit caractéristique n'a pas été déterminé exactement ; le débit de pompage a été fixé à $< 1,1 \text{ m}^3 / \text{h}$. Ce débit s'est montré encore excessif, mais il n'était pas possible de réduire la pompe. L'interprétation est donc imparfaite ; elle conduit à :

$$T = 0,25 \text{ à } 0,28 \text{ m}^2/\text{h} \text{ ou } 7 \text{ à } 7,8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$
$$S = 6,8 \text{ à } 8,6 \times 10^{-4}$$

Les paramètres sont très faibles, la craie est donc très faiblement aquifère.

- conclusion sur le site :

La zone du site testé se montre particulièrement peu aquifère (très peu fissurée --> très peu transmissive et peu capacitive) ; cependant, pour que toute la pluie qui s'infiltré puisse être évacuée vers l'aval, il faut nécessairement qu'il existe dans la vallée des secteurs très fissurés, très transmissifs. En effet, les données sont les suivantes :

- débit moyen interannuel des cours d'eau ---> 250 mm environ = valeur de l'infiltration
- Pour un bassin de 20 km^2 , cette lame correspond à un volume annuel de $5\,000\,000 \text{ m}^3$
- Ce volume correspond à ---> $13\,700 \text{ m}^3 / \text{j} = 570 \text{ m}^3 / \text{h}$
- gradient moyen dans la vallée $i = 5 \times 10^{-3}$
- largeur d'écoulement = 2 000 m
- La transmissivité moyenne nécessaire pour écouler ce débit est ---> $T = 57 \text{ m}^2/\text{h}$ ou $1,6 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

Il existe donc nécessairement des zones très transmissives, fracturées, peut-être karstiques quelque part dans le vallon.

4 - 3 Conclusions :

Il apparaît qu'un manque d'examen critique des sites est cause de l'échec sur le site 2 et des résultats défavorables sur le site 7. Il convient donc de prévoir de nouvelles modalités d'étude des sites futurs.

- étude photogéologique poussée,

- profils sismique réfraction en fond de vallée ou en bordure pour déceler les zones de craie décompactée où la transmissivité est élevée (vitesses de propagation des ondes sismiques *FAIBLES* : 300 m/s contre 500 m/s dans la craie saine peu transmissive, peu aquifère).

- sondages de reconnaissance (destructifs), avec contrôle de la dureté des couches (enregistrement de la pression de l'outil ou de la vitesse d'avancement).

- il apparaît prudent de foncer les ouvrages avec une réduction de diamètre, pour soutenir les terrains et éviter des effondrements, des rebouchages spontanés (en secteur karstique)..

- en cas de karst, les eaux sont de qualité médiocre ; il faut donc prévoir de les traiter, mais aussi de contrôler le mode d'assainissement des résidents environnants.

5 - Commentaires après lecture :

Ce rapport technique apporte assez peu sur la connaissance précise de la vallée du commerce ; il montre surtout que l'aquifère de la craie est en fait très hétérogène et parfois très peu productif. Il importe donc de choisir les sites de forage après un examen minutieux par plusieurs méthodes d'observation directes ou indirectes.

→87 HNO 019 [P. de la Quérière]: Réalisation d'un 3ème forage pour le syndicat d'AEP de Bolbec/Gruchet-le Valasse, au lieu dit la ferme St Marcel - Etude préliminaire d'implantation.

1 - Motivation :

Implantation d'un 3ème forage AEP proche de la ferme St Marcel ; recherche du meilleur point d'implantation.

2 - Objectif et méthodologie :

- Objectif : Proposer un ou des sites favorables à l'implantation d'un nouveau forage AEP.

- Méthodologie :

- interprétation des pompages d'essai sur les forages existants F1 et F2 .
- étude photogéologique (relations fracturation / écoulements souterrains).
- relations qualité de l'eau de F1 et F2 / milieu environnant.
- influences réciproques entre forages.

3 - Eléments remarquables :

- interprétation des pompages sur F1 et F2 : ces pompages datent de 1963. Ils donnent les informations suivantes, identiques pour les 2 ouvrages ---> $T = 5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ et $S = 0,02$ avec limite d'alimentation à 100 m.

- étude photogéologique (relations fracturation / écoulements souterrains) :

Les rejeux de la faille de la Seine ont provoqué des fractures secondaires, fissuré la craie qui a développé des phénomènes de karstification.

Deux accidents transverses orientés W-NW / E-SE ont été repérés sur photos aériennes. Ils passent à proximité des forages de la ferme St Marcel ; cette fissuration explique l'excellente transmissivité constatée ($T = 5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$).

De même, la limite d'alimentation mise en évidence par l'interprétation des pompages d'essai, correspond à l'axe de fracturation secondaire le plus au nord du site.

- Qualité des eaux prélevées :

Eau de bonne qualité avec cependant quelques anomalies passagères :

- anomalie en sulfates en 1981,
- anomalie en fer en 1984,
- nitrates assez élevés en 1973 (34 et 40 mg/l) + présence de NH_4 ,
- micropolluants < normes admissibles,
- pollution bactériologique en 1973.

- schéma hydraulique :

Dans le secteur de Gruchet, la rivière du Commerce est perchée et déconnectée de la nappe qui se situe 6 à 10 m au dessous. Des traçages colorimétriques ont été réalisés ; ils montrent que la réalimentation se fait par la vallée NW et le plateau St Antoine d'une part, et par une limite de réalimentation à l'est, entre les forages et la rivière.

Les nitrates ont probablement une origine agricole ; les contaminations bactériologiques sont dues aux circulations fissurales et karstiques trop rapides pour assurer une filtration qui serait efficace en milieu poreux.

- Implantation du nouveau forage : 2 sites ont été reconnus sur le terrain.

- site n° 1, situé à l'entrée de la ferme St Marcel, au lieu dit "les Forges". Il est implanté entre les deux accidents transverses repérés sur les photos aériennes ; le plan d'eau devrait se situer vers 20 m de profondeur
Si en cet endroit la craie est bien fissurée, assurant de bons paramètres hydrodynamiques, semblables à ceux définis à proximité immédiate des forages F1 et F2, la limite d'alimentation pourrait bénéficier au futur forage qui au débit de $150 \text{ m}^3 / \text{h}$ induirait un rabattement $s = 0,25 \text{ m}$ seulement sur les forages F1 et F2.
L'interaction serait alors négligeable.
- le site n° 2 est situé dans la vallée, à 450 m des forages existants ; il se trouve à 60 m du prolongement de la limite d'alimentation et à 100 m de la rivière qui est perchée à une dizaine de mètres au dessus de la nappe.

- Prévision de travaux et caractéristiques du futur forage :

Il est nécessaire de pénétrer de 20 m dans la nappe, ce qui conduit à des profondeurs de 40 à 45 m pour le site n° 1 et 30 m pour le site n° 2.

Le forage sera équipé d'un tubage crépiné, en $\varnothing 600 \text{ mm}$, et de pompes de $150 \text{ m}^3 / \text{h}$.

Il faut prévoir une acidification, un pompage de développement de 8 heures, un essai de puits et un essai de nappe.

4 - Commentaire après lecture :

Rapport technique fourni en observations précises. La bonne corrélation entre l'étude photogéologique et l'interprétation des pompages d'essai établit solidement le schéma hydraulique du secteur de la ferme St Marcel.

→88 HNO 004 [P. de la Quérière et Y Génin] : Alimentation en eau potable du syndicat de Bolbec - Gruchet-le-Valasse - Réalisation du forage F3 de la ferme St Marcel (75 / 6X / 149), à Gruchet-le-Valasse (Seine Maritime).

1 - Motivation :

Besoin de nouvelles ressources pour le syndicat ; projet déjà évoqué de longue date (voir rapports précédents).

2 - objectif et travaux :

Ce 3ème ouvrage de la ferme St Marcel est destiné à remplacer la source 75/6x/70, captée par une galerie creusée dans le coteau crayeux en pleine ville de Bolbec, car l'occupation des terrains empêche la définition de véritables périmètres de protection. Les travaux engagés sont le creusement de l'ouvrage indiqué 75 / 6x / 149, son développement, des pompages d'essais, une simulation d'exploitation.

3 - Eléments remarquables :

Le forage a été réalisé sur le site n° 1 défini dans le rapport 87 HNO 019, c'est à dire juste à l'entrée de la ferme St Marcel.

- Coupe géologique :

- 00 à 18 m ---> formations résiduelles (argiles sableuses avec silex et tourbe),
- 18 à 27 m ---> sable et craie avec diaclases nombreuses,
- 27 à 38 m ---> craie grise en bancs plus ou moins durs,
- 38 à 52 m ---> craie grise glauconieuse (Cénomanién).

- Coupe technique :

- 00 à 28 m ---> tubage plein,
- 28 à 52 m ---> tubage crépiné (Ø 800 mm).

- Acidification :

Deux acidifications successives ont été pratiquées (3 t puis 5 t d'acide HCl) et ont donné des résultats satisfaisants.

- Essai de nappe :

Il aboutit au calcul des paramètres suivants :

- $T = 5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
- $S = 0,02$
- rabattement total ---> environ 16 m
- pertes de charge = 75 % du rabattement total
- présence d'une limite alimentée à 300 m.

Les paramètres ont bien les mêmes valeurs que pour les forages F1 et F2, mais la limite d'alimentation est un peu plus loin que prévu.

L'aquifère est donc toujours productif et alimenté.

- Simulation des écoulements dans le domaine hydraulique :

Pour simuler l'écoulement de la nappe, à l'aide du modèle Image, on a d'abord considéré que la limite d'alimentation des 3 ouvrages était unique, et l'hypothèse d'une limite étanche située à 1000 m de la limite d'alimentation a été prise. Dans ces conditions, les conclusions sont les suivantes :

- rabattement de 1,50 m (hors pertes de charges) lors de l'exploitation simultanée des deux forages.
- la limite d'alimentation serait située à une distance de 0,50 m à 50 m des forages.

- Qualité des eaux :

Qualité chimique acceptable (40 mg/l de nitrates), présence de sulfates et de chlorures, le tout probablement d'origine agricole.

Contamination bactériologique ayant pour origine des manipulations de conduites au cours des travaux.

- Conclusions :

La réalisation du forage F3 se solde positivement.

Le débit obtenu est conforme à celui qui était visé (150 m³ /h).

L'eau de qualité normale correspond à celle des forages F1 et F2

Les diaclases rencontrées dans le forage vers 25 m de profondeur ont été colmatées ; elles ne paraissent pas jouer de rôle dans le schéma hydraulique ni dans la qualité des eaux puisées.

L'importance des pertes de charges est due à la coupe technique (nécessité de colmater les diaclases) ; la pompe doit être placée vers 40 m de profondeur.

La productivité importante de l'aquifère dans ce secteur permet l'exploitation simultanée de deux ouvrages - F1 (ou F2) et F3 - sans problèmes pour le champ captant.

4 - Commentaire après lecture :

C'est un rapport technique qui n'apporte pas vraiment de connaissances nouvelles, mais qui confirme bien les observations et les hypothèses déjà faites pour l'implantation et la réalisation de ce 3^{ème} forage. Il faut noter de petites variations en ce qui concerne les distances auxquelles se trouvent les limites d'alimentation.

**→88 SGN 603 HNO [P. de la Quérière et M. Peckre] : Gruchet-le-Valasse -
Implantation et approvisionnement en eau de la laiterie Senoble.**

1 Motivation :

S'assurer que le site retenu pour la construction de la laiterie Senoble est bien en mesure d'abriter l'implantation d'un forage d'eau industrielle, sans dommages ni préjudices pour les forages AEP de la ferme St Marcel tout proches.

2 - Objectif et méthodologie :

- Objectif : pérenniser le site pour l'installation de la laiterie, réaliser son approvisionnement en eau, vérifier le schéma hydraulique du secteur établi par les travaux AEP.
- Méthode : étude du schéma hydraulique du site, création du forage de l'usine développement, pompages d'essai, capacité de production du forage, simulation d'exploitation.

4 - Eléments remarquables :

Le site de l'usine Senoble se trouve dans l'emprise des périmètres de protection prévus pour les forages AEP de la ferme St Marcel (75/6X/4 et 5), appartenant au syndicat de Bolbec/Gruchet-le-Valasse.

- Conditions locales :

- Dans cette partie médiane de la vallée du Commerce, les ressources sont importantes.
- La fissuration de la craie y est importante du fait de la proximité de la faille majeure de Lillebonne / Fécamp, et de ses divers rejeux.
- Dans ce secteur, le niveau piézométrique de la nappe de la craie est décroché du sol.
- La réglementation est correctement respectée,

- > étanchéité soignée des canalisations d'assainissement,
- > prétraitement des effluents et raccordement à la station d'épuration,
- > alimentation en eau autonome.

- Schéma hydraulique :

Dans le même temps que l'étude Senoble, un 3ème forage AEP a été implanté à proximité de la ferme St Marcel, en bordure de vallée, le long de la route des forges. Ce nouveau forage AEP a permis de préciser le schéma hydraulique :

- milieu poreux avec des paramètres élevés $T = 5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ et $S = 0,02$
- indépendance de la nappe et de la rivière du Commerce dans ce secteur. La nappe est semi-captive sous l'usine, protégée par une formation argileuse de 9m d'épaisseur environ.
- réalimentation de la dépression occasionnée par les pompages AEP, grâce à une fracture oblique à la vallée repérée en télédétection = limite d'alimentation.
- les forages AEP sont tous situés au SW de cette limite d'alimentation.
- le forage "Senoble" sera situé au NE de la limite d'alimentation, donc dans un domaine hydraulique différent de celui des AEP = indépendance du pompage industriel et des AEP.

- Caractéristiques du forage industriel :

- profondeur 30 m, \varnothing 250 mm, crépine de 22 à 30 m.
- coupe géologique : argile et silex jusqu'à 9 m, craies diverses jusqu'à 30 m avec karst encombré d'argile, colmaté, à 20,50 m.
- développement : 3 tonnes d'HCl, pompage de 1h 30 à $70 \text{ m}^3/\text{h}$, puis 4 h à $110 \text{ m}^3/\text{h}$.
- pompage d'essai : pour $70 \text{ m}^3/\text{h}$ ----> stabilisation au bout de 23 h, avec rabattement $s = 1,70 \text{ m}$.
- paramètres hydrauliques témoins d'une forte capacité de production :
 $T = 4 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ et $S = 0,02$
la limite d'alimentation s'identifie avec celle déjà mise en évidence pour les forages AEP ---> ceci confirme l'indépendance de deux domaines hydrauliques et assure la non influence du forage industriel sur les captages AEP.
- capacité de production : elle excède $100 \text{ m}^3/\text{h}$, soit beaucoup plus que les besoins de la laiterie Senoble ($15 \text{ m}^3/\text{jour}$ au début, $200 \text{ m}^3/\text{jour}$ ensuite, puis éventuellement $1000 \text{ m}^3/\text{jour}$ à long terme).
simulation d'exploitation par le modèle IMAGE, à $70 \text{ m}^3/\text{h}$ pendant 24h/jour, autour du forage, sur un carré de 100m x 100m ---> rabattement de la nappe $s = 0,15 \text{ m}$ (à proximité de la limite d'alimentation, le rabattement n'est plus que de $0,05 \text{ m}$).
- qualité :
 - * eau dure qui devra être déminéralisée
 - * légère turbidité
 - * concentrations normales pour les constituants habituels ($\text{NO}_3 = 44,5 \text{ mg/l}$, un peu élevé).

5 - Commentaire après lecture :

Ce rapport très technique précise bien et dans le détail les conditions qui régissent le fonctionnement hydraulique dans le secteur de la vallée du Commerce, aux abords de la ferme St Marcel. En particulier, le rôle d'une fracture secondaire associée à l'accident majeur de Lillebonne/Fécamp, clairement mis en évidence, démontre la nécessité de procéder à des analyses fines pour toute implantation de nouveaux forages.

→90 HNO 018 / Note [P. de la Quérière] : Société Air Liquide - Réalisation d'un forage de lutte contre l'incendie - Etude hydrogéologique préliminaire en vue d'obtenir l'autorisation préfectorale en application du décret 73 200.

1 - Motivation :

La société Air Liquide ayant décidé d'installer un stockage aérien d'hydrogène dans la plaine alluviale de la ZI de Lillebonne / Port-Jérôme, un forage alimentant le réseau d'incendie destiné à la sécurité a été envisagé par l'industriel.

2 - Objectifs et Méthodologie :

- Objectifs : Le forage doit fournir un débit compris entre 150 et 200 m³ /h pendant 6 heures. Il convient d'obtenir l'autorisation préfectorale... Ce dossier doit servir de support à l'obtention de cette autorisation.

- Méthodologie : pour savoir si un forage à fort débit pouvait être implanté dans la plaine alluviale, la méthode a consisté à réaliser des essais de pompage à fort débit afin de déterminer les cônes d'influence des forages du champ captant de Radicatel, et de fixer le périmètre de protection du futur forage.

3 - Eléments remarquables :

- Aquifère : il s'agit d'un aquifère bi-couche (les deux couches sont en relation et à l'équilibre).

- en tête : 15 à 20 m d'alluvions sablo-argileuses semi-perméable ($T = 1 \times 10^{-5}$ m²/s). Cette formation peu perméable constitue une protection pour l'aquifère.
- 5 m de sables et graviers (parfois jusqu'à 10 m), très transmissifs, très productifs.
- craie à silex, fissurée, également transmissive, mais moins que les graviers de Seine.

- surface piézométrique :

- forages de Radicatel, au repos :
l'écoulement est NS,
la cote piézométrique est à + 4 m NGF près de la falaise,
la cote piézométrique est à + 1,5 m NGF près de la Seine.
- forages de Radicatel en exploitation :
la surface piézométrique est appréciée après un 1er pompage de 48 h (à 72 400 m³ /j), puis après un 2ème pompage de 120 h (à 73 000 m³ /j).
les pompages provoquent une zone d'appel (écoulement dirigé vers l'ouvrage en pompage, donc éventuellement inversé), qui s'étend entre 600 et 700 m dans la plaine alluviale. Au delà, on observe une aire d'influence de pompage, avec un

léger rabattement de la nappe, sans modification de la direction NS des écoulements.

Le site du forage Air Liquide est en dehors de ces deux zones, (1800 m à l'est du point le plus proche du périmètre et 1300 m de la limite de la zone d'influence).

La limite des cônes d'appel constitue le tracé du seul périmètre de protection rapproché établi dans la plaine alluviale.

- Paramètres hydrodynamiques :

A propos du champ captant de Radicatel, on dispose d'environ 10 valeurs de Transmissivité

$$T > 5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}, \text{ et pouvant atteindre } 4 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$S \text{ variant de } 0,01 \text{ à } 0,1$$

Pour caractériser le site du forage Air Liquide, on a choisi des valeurs pessimistes :

$$T = 1,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$S = 0,01$$

- Environnement du futur ouvrage :

Le prélèvement le plus proche est celui de Norsolor, situé à 400 m ; les autres ouvrages sont distants de 1,5 à 4 km du site.

- Caractéristiques du futur forage :

Pour fournir $170 \text{ m}^3 / \text{h}$ pendant 6 heures, on a conçu le projet d'un ouvrage de 30 m de profondeur, 400 mm de diamètre, en tubage plein de 0 à 20 m et crépiné de 20 à 30 m.

On a simulé avec le logiciel ISAPE une exploitation dans les conditions suivantes :

- $Q = 170 \text{ m}^3 / \text{h}$, pendant 8 jours
- $T = 1,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
- $S = 1 \times 10^{-2}$
- schéma d'écoulement transitoire (Theiss), avec une limite à 240 m (la Seine)
- en schéma semi-captif, (rôle de l'éponte), avec pénétration partielle du forage 30 m dans un aquifère productif d'épaisseur égale à 50 m.
- Le rabattement de la nappe atteint dans le premier cas une valeur de 4 m et dans le second cas 4,50 m .

Le projet peut donc être maintenu, et la dépression de la nappe sera faible.

- Prévision des effets de pompage :

- sur la nappe au repos (logiciel IMAGE, avec $T = 1,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$) :

r = 100 m	r = 300 m	r = 800 m	r = 1500m
s = 1 m	s = 0,60 m	s = 0,10 m	s = 0 m

Correspondances rayon d'action / iso-rabatement de la nappe.

- sur la nappe en exploitation :
Le rabattement supplémentaire de la nappe induit par le pompage sur le forage Air Liquide, est de l'ordre de 0,50m dans un rayon de 300 m autour du forage et de 0,10m dans un rayon de 700 à 800 m

La nappe ne subit aucune influence dans l'enceinte du périmètre des forages AEP de Radicatel.

Le prélèvement n'a pas d'effet sur les autres usagers, l'ouvrage peut donc être autorisé.

4 -Commentaires après lecture :

Ce rapport donne de bonnes indications sur les rayons d'influence des ouvrages du secteur et leurs éventuelles interactions des uns sur les autres.

La simulation d'exploitation avec ISAPE tient compte d'une limite d'alimentation correspondant à la Seine ; (la Seine est à 1750 m du site du forage).

→90 HNO 030 [G. Rico et H. Fay de Lestrac] : Etude hydrogéologique préliminaire - Recherche de sites favorables pour l'adduction en eau potable de la ville de Lillebonne.

1 Motivation :

En 1989, la ville de Lillebonne a besoin de nouvelles ressources. Afin de sélectionner un site de recherche parmi plusieurs reconnus favorables, une mise à jour et une synthèse des données disponibles sur le secteur est demandée au BRGM.

2 - objectif :

Sélectionner le meilleur site de recherche pour un nouveau captage.

3 - Eléments remarquables :

- Contexte géologique :

Le secteur est caractérisé par l'existence de la faille de Lillebonne, accident géologique majeur qui remonte les argiles du Gault dans le compartiment NE surélevé, au niveau de la craie du Sénonien dans le compartiment SW abaissé. Cette faille est marquée par une ligne de sources. L'aquifère crayeux est très peu épais dans le compartiment NE (10 à 20 m suivant les endroits). Au contraire, dans le compartiment SW, l'aquifère de la craie est bien épais et fracturé. Des ouvrages très productifs ont déjà été implantés sur ce secteur. Plusieurs sites avaient déjà été sélectionnés (Cf 73 / SGN / 124). Cette étude analyse les possibilités de chacun des sites au regard de trois critères principaux, la quantité, la qualité et la proximité des installations déjà existantes, c'est à dire le captage du Becquet et celui de la Fontaine Bruyère.

- Contexte hydrologique :

Au moment de l'étude, les débits des sources sont au dessous de leur valeur moyenne à cause d'un important déficit pluviométrique de l'année précédente (1989). La courbe générale du débit de la rivière Commerce était en effet en diminution progressive et importante depuis l'été 1987 (1800 l/s), soit depuis 2 ans au moment de l'étude (600 l/s).

- Données hydrogéologiques :

L'analyse des paramètres hydrodynamiques de l'ensemble des forages depuis Mirville au nord jusqu'à Lillebonne au sud montre que la productivité va en s'améliorant vers le sud.

- un tableau donne les caractéristiques de 16 ouvrages situés dans le compartiment abaissé : ils sont généralement élevés ou très élevés.
- un tableau donne les caractéristiques de 7 ouvrages situés dans le compartiment surélevé : les débits spécifiques y sont faibles ; à partir de la vallée de la Fontaine Bruyère, ils deviennent satisfaisants.

Quatre zones de recherche ont été individualisées :

- zone 1 : vallée du Commerce, en amont de Lillebonne, à proximité du forage du Becquet.

* Dans cette zone, à l'ouest de la faille, tous les ouvrages ont atteint des débits d'exploitation de l'ordre de $100 \text{ m}^3 / \text{h}$; certains comme le Becquet et United Chemical dépassent $300 \text{ m}^3 / \text{h}$. seuls quelques forages industriels réalisés en petit diamètre montrent des débits spécifiques faibles.

* en 1990 les prélèvements (zone 1), sont de $6\,050 \text{ m}^3 / \text{j}$ décomposés ainsi :

# AEP de Gruchet (ferme St Marcel)---	$3\,000 \text{ m}^3 / \text{j}$
# AEP de Lillebonne (le Becquet) ---	$2\,700 \text{ m}^3 / \text{j}$
# divers industriels	$350 \text{ m}^3 / \text{j}$

* L'évolution de la qualité de l'eau est observée sur plusieurs années. La teneur en nitrates reste inférieure à 50 mg/l.

* Dans cette *zone 1*, le site A désigné sur carte présente le grand avantage d'être tout proche du captage du Becquet, principale ressource en exploitation.

* La productivité de cette zone est estimée à 20 000 m³ /j ; elle peut donc encore fournir un apport complémentaire substantiel.

- zone 2 : vallée sèche de la Fontaine Bruyère, proche du captage du même nom, à l'est de Lillebonne.

* La capacité de production de cette zone est estimée à 2 000 m³ /j ; elle est pratiquement atteinte avec 1 400 m³ /j pompés par :

- # AEP de la Frenaye
- # source de la Fontaine Bruyère
- # forage industriel
- # pisciculture (captant les sources les plus importantes de la vallée).

* Les qualités physico-chimiques et bactériologiques des eaux de la zone 2 se sont révélées très fluctuantes dans le temps, avec de fréquentes altérations plus ou moins graves.

* Il n'existe pas de critères de proximité intéressants.

* La zone 2 ne semble pas susceptible de fournir des ressources nouvelles.

- zone 3 : vallée de la Fontaine Murée, au nord de Lillebonne, dans sa partie sèche.

* La faille de Lillebonne recoupe cette vallée environ 1500 m en amont de la confluence avec la vallée du Commerce. Deux sites ont été sélectionnés.

- # A l'est de la faille, dans le compartiment surélevé, un ouvrage de 100 m³ /h semble possible (simulation ISAPE). Compte tenu de la faible puissance de l'aquifère, et de son alimentation modeste, il ne peut produire plus de 2000 à 3000 m³ /j ...ce qui n'autorise qu'un seul ouvrage à 100 m³ /h.

Site B, dans la zone 3 ---> A l'aval des sources de Fontaine-Murée (dans le compartiment abaissé), l'aquifère est beaucoup plus puissant, mais les données géologiques manquent.

Ce site B se situe à 1500 m du captage du Becquet.

* Il n'existe pas de prévision de productivité pour cette zone.

- zone 4 : nouveau site du val Horrible au nord-est du hameau du Becquet.

* L'étude photographique a repéré une faille secondaire associée à l'accident principal. Les sources du Becquet sont dans le prolongement de ce linéament.

* Pour cette **zone 4, et le site C** une simulation donne 2000 m³ /j de ressource, soit 1 ouvrage de 80 m³ /h.

* Qualité : elle semble bien meilleure que dans la vallée du Commerce et dans celle de la Fontaine Bruyère. Une analyse de contrôle confirme que les eaux viennent du compartiment est de la faille (provenance de la région de Lintot et la Trinité-du-Mont), avec une forte influence des eaux de l'Albien dont l'inconvénient pourrait être une teneur en fer élevée (jusqu'à 0,16 mg/l).

* Le site C se trouve à 900 m du forage du Becquet.

- conclusion :

Les 3 sites sélectionnés sont tous localisés à l'ouest de la faille, dans le compartiment abaissé, là où l'aquifère est le plus puissant.

Au regard des problèmes de productivité, de qualité, de proximité, c'est le site C du Val Horrible qui présente le plus grand nombre d'avantages.

Une campagne de mesures géophysiques et de sondages destructifs est programmée pour définir la productivité, l'implantation et le dimensionnement des ouvrages définitifs.

4 - Commentaire après lecture :

- Ce rapport est très technique et bien documenté.

- Nombreux tableaux et graphiques détaillant les caractéristiques des ouvrages du secteur, le suivi de la qualité sur plusieurs années...

- Conclusions claires ; 3 sites sont retenus et l'un d'entre eux est désigné comme le premier à tester dans le détail.

- une carte synthétique à 1/25 000 accompagne le rapport.

**→90 HNO 120 [H. Fay de Lestrac] : Ville de Lillebonne - Forage du Mesnil -
Etude de productivité.**

1 - Motivation :

Alimentation en eau de la zone industrielle de la ville de Lillebonne.

2 - objectif et méthodologie :

- Objectif : Utiliser un forage abandonné depuis plusieurs années pour alimenter la zone industrielle de Lillebonne. L'ouvrage concerné (75 / 6x / 048) est celui de la Société United Carbon France SA, réalisé en 1956 dans la vallée du Commerce au lieu dit le Mesnil (Q moyen = 50 m³ /h), et abandonné depuis plusieurs années, avant 1990.

- Méthodologie : Réalisation d'essais de puits et de nappe sur ce forage.

3 - Eléments remarquables :

- situation, dénomination : Le forage du Mesnil (75 / 6x / 048) se situe au sud de Lillebonne, dans la vallée du Commerce, à la confluence avec la vallée de la Seine.

- coupe géologique et technique :

00 à 12 m ---> argiles et tourbe,

12 à 17 m ---> alluvions sableuses,

17 à 20 m ---> craie altérée à silex,

20 à 25 m ---> craie franche et fissurée

au dessous---> formations sableuses à glauconie de la base du Cénomaniien.

En 1980, le forage a été rééquipé par l'entreprise Géosol : tube acier de 0 à 12,40 m et crépine jusqu'à 22,43 m (fond).

- pompages d'essais :

- Les pompages effectués en 1956 donnaient $Q = 373 \text{ m}^3 / \text{h}$, soit $9\,000 \text{ m}^3 / \text{j}$ pour un rabattement $s = 7,40 \text{ m}$.
- Essai de puits (décembre 1980) : un certain nombre de paramètres inconnus ont été fixés arbitrairement. Le débit critique ainsi calculé est proche de $90 \text{ m}^3 / \text{h}$. A ce débit, les pertes de charge quadratiques sont égales à 1,49 m et les pertes de charge linéaires à 0,85 m.
- Essai de puits d'octobre 1990 : le débit critique calculé est toujours proche de $90 \text{ m}^3 / \text{h}$, mais les pertes de charge quadratiques ont augmenté (de l'ordre de 3 m) sans doute à cause du vieillissement de l'équipement, ainsi que les pertes de charges linéaires (compte tenu de la baisse du niveau statique, ce qui est important eu égard à la faible épaisseur de l'aquifère).
- Essai de nappe de 24 heures (sep. 1990) : Il conduit à $T = 1,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ et $S = 0,1$

- Simulations d'exploitation :

Q = 90 m³ /h 24 h/jour ---> rabattement s = 6,50 m au bout d'un an.

Q = 90 m³ /h 12 h/jour ---> rabattement s = 6 m au bout de 30 jours.

- Conclusion :

Les analyses indiquent une eau de très bonne qualité. La productivité de l'ouvrage n'a pas varié depuis 1980 ; le débit critique reste voisin de 90 m³ /h.

4 - Commentaires après lecture :

Rapport technique consacré à un ouvrage bien précis ; les caractéristiques de l'ouvrage mises en évidence renseignent sur les possibilités du secteur à proximité du forage.

Plusieurs analyses physico-chimiques sont jointes en annexe.

→91 HNO 123 [H. Fay de Lestrac, collaboration H. Favin et J.B. Mansas] : Ville de Lillebonne - Reconnaissance géophysique dans la vallée de la Fontaine Murée.

1 - Motivation :

Recherche de nouvelles ressources pour la ville de Lillebonne. Le secteur de la Fontaine Murée a été choisi pour y effectuer une campagne géophysique faisant progresser la connaissance hydrogéologique du secteur.

2 - Objectif et méthodologie :

- Objectif : optimiser l'implantation d'un forage d'essai.

- Méthodologie : réalisation de 2 sondages électriques et de 3 trainés de résistivité.

3 - Eléments remarquables :

- Contexte géologique et hydrogéologique :

La faille de Lillebonne / Bolbec recoupe la vallée de la Fontaine Murée à 1500 m environ en amont de sa confluence avec la rivière du Commerce : le compartiment NE est surélevé (aquifère crayeux très peu épais de 10 à 20 m) et le compartiment SW est abaissé (aquifère de la craie puissant et productif).

La campagne géophysique est implantée sur le lieu présumé du passage de la faille. on note la présence d'une petite bétouille, indice d'une karstification sous-jacente de la craie, dans laquelle s'infiltré le petit ruisseau issu de la source de la Fontaine Murée.

- Prospection géophysique :

- sondages électriques : ils révèlent 3 m de recouvrement (terre, colluvions, argiles à silex), puis la craie au delà.
- profils de résistivité : Sur les 3 profils réalisés, le profil TE 1 montre 2 anomalies dont l'une est bien confirmée par le profil TE 3.

- cette anomalie coïncide avec le croisement de 2 linéaments observés en photographie aérienne ---> *C'est le site désigné pour le forage d'essai.*

- Coupe prévisionnelle du forage d'essai :

Profondeur 40 m pour un Ø de 300 mm et un tubage crépiné de 5 à 40 m.

4 - Commentaire après lecture :

Rapport strictement technique aboutissant sans ambiguïté au choix d'un site pour un forage d'essai.

→92 HNO 065 [H. Fay de Lestrac] : Ville de Lillebonne - Réalisation d'un forage de reconnaissance pour l'alimentation en eau potable - Vallée de la Fontaine Murée, sur la commune de Gruchet-le-Valasse.

1 - Motivation :

Recherche d'une nouvelle ressource en eau à la demande de la ville de Lillebonne.

2 - Objectif et méthodologie :

Une étude hydrogéologique préalable a identifié la vallée de la Fontaine Murée comme étant un secteur favorable. Une étude photoaérienne croisée avec une prospection électrique a permis l'implantation d'un forage de reconnaissance qui a été réalisé.

3 - Travaux :

L'ouvrage a été exécuté entre le 1er et le 12 juin 1992.

4 - Eléments remarquables :

- Réalisation de l'ouvrage :

Le forage 75/6x/151, situé 300 m environ en amont de la confluence de la vallée de la Fontaine Murée et de la vallée du commerce a été foré en juin 1992 ; il traverse 2 m de terre et de limons puis 12,50 m d'argile à silex et de craie altérée avant d'entrer dans la craie blanche + ou - marneuse du Sénonien jusqu'à la profondeur de 41 m.

L'ouvrage a été développé par acidification puis nettoyé par pompage alterné.

- Essai de puits :

Cet essai a permis de calculer le débit critique de l'ouvrage --> 110 m³ /h dans les conditions hydrauliques de l'essai. Le rabattement spécifique n'est que de 6,3 cm/m³ /h.

- Essai de nappe (48 h) :

Les résultats de ce court essai sont :

$$T = 8,4 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$S = 1 \times 10^{-2}$$

La source de la Fontaine Murée située à 400 m en amont n'a pas été perturbée par le pompage.

Capacité de production : à 100 m³ /h , 24h/24 ---> s = 9m
à 100 m³ /h , 16h/24 ---> s = 8m

- Qualités physico-chimiques : composition caractéristique de la nappe de la craie.
- Le forage sera équipé en forage d'exploitation définitif.

2 - Ouvrages concernant la vulnérabilité

→82 OUV 49 [étude CPGF - février 1982] : Etude sur la vulnérabilité de la nappe de la craie dans la vallée du Commerce.

1 - Motivation :

Parvenir à une meilleure connaissance du processus d'échanges eaux superficielles / nappe dans la vallée du Commerce.

2 - Travaux :

- Aménagement préliminaire des ouvrages
- Traçages colorimétriques et géochimiques

3 - Objectifs et méthodologie :

- Objectif : L'étude vise à estimer le niveau de vulnérabilité de la nappe de la craie dans le bassin du Commerce.

- Méthodologie : deux types de traçages ont été mis en oeuvre.

- traçage colorimétrique à la fluorécéine :

Après 12 h de mise en route d'un pompage continu de tous les ouvrages, le colorant a été injecté en rivière. La réapparition du traceur en plusieurs points a été observée, jusqu'au retour à l'état initial.

- Traçage à l'iodure de potassium : le suivi est identique.

En cours d'expérimentation, les teneurs en certains toxiques ont été suivies (chrome, mercure, nickel, lithium, phénols).

Des sédiments ont ensuite été prélevés en quatre points afin d'étudier les phénomènes de fixation dans le sol des éléments toxiques pré-cités.

4 - Eléments remarquables :

4 - 1 Dispositif d'expérimentation :

- ouvrages concernés et aménagements préliminaires :

- * forage de Saint-Antoine-la-Forêt (AEP) -----> $Q = 100 \text{ m}^3 / \text{h}$
- * forage de la ferme Saint-Marcel (AEP) -----> $Q = 130 \text{ m}^3 / \text{h}$
- * forage de la laiterie (eau industrielle) -----> $Q = 20 \text{ m}^3 / \text{h}$
- * forage du becquet (AEP) -----> $Q = 362 \text{ m}^3 / \text{h}$
- * forage de Radicatel C1 (AEP) -----> $Q = 420 \text{ m}^3 / \text{h}$

- Traçages colorimétriques :

- 1er traçage : injection de 25 kg de fluorescéine au droit de la station d'épuration de Gruchet (sur 10 heures).

Débit de la rivière :

203 L/S au point d'injection (concentration en colorant = 3,5 mg/l)

243 l/s à 500 m en aval.

- 2 ème traçage : injection nettement plus en amont (usine Oril = amont de Bolbec) : 50 kg de fluorescéine.

Débit de la rivière :

179 l/s au point d'injection (---> vitesse moyenne = 0,79 m/s)

240 l/s au droit de la station d'épuration de Gruchet (---> vitesse moyenne = 0,47 m/s)

concentration au droit de la station d'épuration de Gruchet = 5,8 mg/l

Le colorant est susceptible d'être fixé par les particules argileuses ou par la matière organique.

4 - 2 Résultats de l'expérimentation :

Le 1er traçage a été troublé par des précipitations importantes en cours d'expérimentation, le second s'est déroulé dans des conditions normales : tous les ouvrages ont réagi nettement à moins de 24 heures après l'injection

- traçage chimique : utilisation de l'iodure de potassium (on repère l'iode par colorimétrie à la longueur d'onde de 200 A. La réponse est très semblable à celle du traceur coloré ; elle a lieu en moins de 24 heures.

4 - 3 Interprétation :

- Le taux de dilution de la fluorescéine ne peut être évalué avec précision dans chacun des ouvrages, dans la mesure où ce colorant peut être adsorbé ou se fixer pendant son parcours.

- Compte tenu des observations sur chacun des ouvrages, il apparaît que la rivière du Commerce ne connaît pas de pertes ponctuelles caractérisées par faille, ou vides karstiques.

Les communications semblent réparties sur l'ensemble du cours .

- En exploitation intermittente, l'état hydraulique de la nappe correspond à un régime transitoire et les temps de transfert sont de l'ordre de 5 jours.
- Quand un régime pseudo-permanent est atteint, le temps de transfert est alors de l'ordre d'un jour, voire inférieur.
- Avec l'iode, le taux de dilution dans les eaux est plus facile à suivre ; il n'y a pas détournement d'une partie du traceur. Les taux de dilution aux différents ouvrages (par rapport à la quantité de traceur injecté en rivière) sont les suivants

- Forage St Antoine ---> dilution 500 à 1 000 (pour pompage à 100 m³ /h)
- Forage St Marcel -----> dilution 500 à 1 000 (pour pompage à 130 m³ /h)
- Forage laiterie -----> dilution 500 à 1 000 (pour pompage faible à 20 m³ /h)
- Forage du Becquet ---> dilution 200 à 500 (pour pompage à 362 m³ /h)
- Forage de Radicatel --> dilution 1 000 à 2 000 (pour pompage à 420 m³ /h)

Le taux de dilution est fonction des débits d'exhaure. Les risques peuvent être amoindris en diminuant ce débit d'exhaure.

4 -4 Schéma hydraulique de l'écoulement de la nappe (entre Gruchet-le-Valasse et Lillebonne)

Du profil en long de la vallée, des informations topographiques, géologiques et hydrogéologiques, il ressort que :

- la rivière est déconnectée de la nappe dans la partie amont (depuis le forage St Antoine jusqu'à l'aval immédiat du forage de la laiterie)
- au contraire, dès l'aval du forage de la Laiterie et sur tout le cours aval de la rivière, il y a équilibre hydrostatique nappe / rivière, d'où une plus grande facilité d'échanges.
- dans la partie amont, la migration des polluants se fait, au travers de la zone non saturée qui constitue un filtre : les polluants peuvent se fixer partiellement.
- en revanche, dans la partie aval, les échanges rapides sont favorisés, puisque la nappe peut alimenter la rivière et inversement, la rivière peut alimenter la nappe, (soit de façon naturelle, soit par formation d'un cône d'appel autour d'un pompage intensif).

4 - 5 Recherche des éléments toxiques :

- analyses sur les eaux :

- état initial : Des prélèvements ont été réalisés au début des premiers pompages d'essai, avant expérimentation, sur les 5 ouvrages et la rivière, et analysés en particulier pour les substances toxiques concernées : phénols, lithium, chrome, nickel et mercure. Pour ces éléments les teneurs sont toujours inférieures aux normes européennes ou au seuil de détection. Au cours de l'expérimentation, le suivi a été journalier pour les phénols et hebdomadaire pour les autres éléments.
- le phénol : c'est l'indice phénol qui a été détecté ; il correspond à un ensemble de composés hydroxylés du benzène. Ces polluants ont pour origine les rejets

domestiques et industriels ; il peut également s'agir des composés humiques du sol. Ils sont instables et peuvent évoluer rapidement sous l'action bactérienne.

- * norme européenne -----> 0,5 µg/l
- * seuil opératoire de détection---> 10 µg/l
- * teneurs maximales mesurées---> 55 µg/l (F. Becquet) ; 75 µg/l (St Antoine) ; 90 µg/l (C1 de Radicatel)
- * présence < normes, ou seuil ---> pour les autres ouvrages
- * teneur des eaux en rivière ---> de 10 à 65 µg/l (présence régulière)

- le mercure : seul le forage de St Antoine-la-Forêt a été suivi pour le mercure, car c'est le seul a en avoir présenté au cours d'analyses précédentes

- * norme européenne -----> 1 µg/l
- * seuil opératoire de détection ---> 0,02 µg/l
- * teneurs maximales mesurées ---> 0 12 µg/l
- * présence < normes, ou seuil ---> toutes les teneurs sont < norme européenne
- * teneur des eaux en rivière ---> < 0,02 µg/l

- le lithium : aucune trace de lithium n'a été décelée dans les eaux d'exhaure des différents forages (ce qui peut se justifier par la dilution calculée à partir des iodures.

- * norme européenne -----> /
- * seuil opératoire de détection---> 10 µg/l
- * teneurs maximales mesurées ---> tous les prélèvements sont < 10 µg/l
- * présence < normes, ou seuil ---> tous les prélèvements sont < 10 µg/l
- * teneur des eaux en rivière ---> importante et constante ; de 300 à 500 µg/l

- le chrome : on trouve quelques µg/l en rivière ce qui, compte tenu de la dilution, ne permet pas une détection significative en nappe. Des teneurs importantes avaient cependant été décelées dans les campagnes précédentes.

- * norme européenne -----> 50 µg/l
- * seuil opératoire de détection ---> 1 µg/l
- * teneurs maximales mesurées ---> 1 µg/l (F. Becquet et C1 Radicatel)
- * présence < normes, ou seuil ---> toujours < 1 µg/l pour les autres ouvrages
- * teneur des eaux en rivière ---> de 1 à 3 µg/l

- le nickel : on trouve quelques µg/l en rivière ce qui, compte tenu de la dilution, ne permet pas une détection significative en nappe.

- * norme européenne -----> 50 µg/l
- * seuil opératoire de détection ---> 1 µg/l
- * teneurs maximales mesurées ---> 3 à 5 µg/l pour les différents ouvrages
- * présence < normes, ou seuil ---> jamais > 5 µg/l, souvent < seuil détection (1 µg/l)
- * teneur des eaux en rivière ---> 1 à 3 µg/l et souvent < seuil de détection.

- Analyses sur les sédiments :

A l'état initial, certains éléments toxiques présentaient des teneurs quasi identiques en rivière et dans les eaux de forage. Or compte tenu des dilutions, les teneurs en nappe auraient dû être nettement inférieures à celles de la rivière.

Ce phénomène pourrait s'expliquer par la rétention d'éléments toxiques dans les sédiments. Pour contrôler cette hypothèse, des analyses sur les vases et sur les alluvions (jusqu'à 2 m de profondeur) ont été faites.

- lieux de prélèvements :

- * aval du pont ferme Saint Marcel = alluvions
- * aval du pont chemin rural n° 31 = alluvions
- * au droit du stade de Gruchet-la-V = vases
- * au droit de la laiterie de Lillebonne = vases

- commentaire des teneurs mesurées : les sédiments renferment surtout 3 métaux à des teneurs significatives : chrome, nickel, plomb.

- * Pb ---> atteint 320 mg/kg
- * Ni ---> une mesure à 340 mg/kg, les autres de 20 à 30 mg/kg environ
- * Cr ---> plusieurs valeurs > 100 mg/kg
- * Li ---> toujours < 10 mg/kg C'est beaucoup plus faible que les concentrations rencontrées en rivière (500 µg/l)
- * Ca ---> de l'ordre de 1 mg/kg
- * Hg ---> de 0,3 à 8,3 mg/kg

Le lithium semble se fixer très mal dans les sédiments, au contraire des autres polluants considérés. Cependant, il n'est pas possible de préciser si les quantités décelées correspondent à d'anciennes pollutions (arrivage brutal d'un apport important), ou à une accumulation et une fixation progressive due à une teneur modeste mais constante dans les eaux de rivière. Rien ne permet de valider l'hypothèse d'une restitution éventuelle voire régulière.

Une brusque remise en solution de ces polluants, par modification des conditions physicochimiques du milieu pourrait porter une grave atteinte à la qualité des eaux de nappe.

5 - Commentaires après lecture :

- Les traçages colorimétriques ne sont pas très fiables, compte tenu de la fixation d'une partie du produit sur divers éléments du milieu ambiant, mais le traçage à l'iodure de potassium ne pose pas ces problèmes et se révèle donc riche d'enseignements.

Les traçages et les pompages afférents ont permis de parvenir à une connaissance satisfaisante du schéma hydraulique de la vallée du Commerce.

- Le chapitre consacré à la recherche de produits toxiques est strictement métrologique et descriptif ; les mesures sont faites, présentées, commentées "sur elles-mêmes", mais il n'y a pas de recherche d'origine des pollutions, ni de prévisions sur les risques et l'évolution possible des teneurs des différents éléments suivis. L'attention est attirée sur l'effet de dilution calculé à partir des expérimentations de traçage.

Par ailleurs, au début du chapitre, il est fait mention du cyanure et du plomb, mais ces éléments n'apparaissent pas par la suite dans les tableaux d'analyse.

- Régime hydraulique :

- la vulnérabilité est particulièrement élevée lorsque s'établit un régime pseudo-permanent (temps de transfert = 1 jour, voire moins).
- en amont de "la Laiterie", il y a déconnection entre la rivière et la nappe
- en revanche, dans la partie aval, il apparaît un équilibre hydrostatique facilitant les échanges nappe/rievière.

Ceci conduit à préconiser la prise de mesures au niveau de l'exploitation de l'aquifère et du contrôle de pollution des eaux superficielles.

3 - Ouvrages concernant les périmètres de protection

→75 / 145 PNO (Note) [J.C. Roux] : Révision des périmètres de protection du captage AEP de la Fontaine Bruyère (75/7x/029), à Lillebonne.

1 - Motivation :

Protection d'une ressource en eau potable alimentant partiellement la ville de Lillebonne depuis 1893.

2 - Objectif :

Révision des périmètres de protection du captage dont l'environnement a changé et change de plus en plus rapidement.

3 - Eléments remarquables :

- Situation géologique :

La source est située en rive gauche de la vallée du Commerce, à 2 km au N-NE du centre de l'agglomération, dans l'enceinte de l'usine Degénétais.

Elle prend naissance au pied du coteau, dans la craie du Cénomanien supérieur, au contact des formations superficielles de la vallée. Elle se trouve au nord de la faille de la Seine, dans le compartiment surélevé qui remonte à l'affleurement le Crétacé inférieur (Albien et Cénomanien).

- Hydrogéologie :

Le bassin d'alimentation des sources de la vallée de la Fontaine Bruyère n'est pas très étendu (jusqu'à Auberville-la-Campagne à l'est et Grand-Camp au nord) et l'aquifère n'est pas très épais dans ce compartiment surélevé. Le débit naturel de la source de la Fontaine Bruyère est de 25 l/s environ (mesuré en février 1972).

- Caractéristiques du captage :

Il a été exécuté en 1893 et refait en 1951.

Une galerie de 20 m s'enfonçe perpendiculairement dans le coteau, puis tourne au S-SW pour encore 25 m parallèles au flanc du coteau.

Les galeries font 2,20 m de hauteur dans l'axe, et 1,10 m de largeur. L'eau captée se déverse dans une bêche de reprise.

Trois pompes sont installées (80, 55 et 20 m³ /h), pouvant fonctionner en série selon la ressource et les besoins (débit d'exploitation = 100 m³ /h).

- Qualité :

L'eau est assez dure, de faciès carbonaté calcique ; sur le plan chimique, elle est conforme aux normes ; sur le plan bactériologique, on relève quelques contaminations.

- Environnement / pollution :

En 1975, l'environnement de la source est satisfaisant : coteau boisé, premières habitations à 400 m. Les pollutions bactériennes viennent d'assez loin en amont.

- Périmètres de protection :

Le périmètre rapproché est augmenté : défini initialement par M. Nicolesco en 1951, comme un demi-cercle de rayon 150 m, il passe en 1975 avec J.C. Roux à un demi-cercle de 300 m de rayon. La révision des périmètres faite par P. de la Quèrière en 1979 (Note HNO 79 / 182) le ramènera à un rectangle de superficie plus modeste, centré sur le forage.

le périmètre éloigné englobe une partie des vallées du puits Maillé et du Vallot et s'étend sur une distance de 1300 m en amont des sources.

4 - Commentaires après lecture :

Rapport type de géologue agréé / périmètres de protection (un peu ancien).

→PNO 78 / 91 Note [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable - Définition des périmètres de protection des forages de la ferme St Marcel à Gruchet-le-Valasse (Expertise d'hydrogéologue agréé).

1 - Motivation :

Protection des ressources en AEP du syndicat de Bolbec/Gruchet-le-Valasse.

2 - Objectifs :

définition des périmètres de protection des forages et des réglementations à l'intérieur de ces périmètres.

3 - Eléments remarquables :

- Contexte local :

Les deux forages concernés sont indicés 75/6x/04 et 05. Ils sont destinés à l'alimentation en eau potable du syndicat de Bolbec/Gruchet-le-Valasse, dont la consommation annuelle est de 17 840 000 m³ en 1977.

Les autres forages alimentant le syndicat sont :

la source communale 75/6x/70

la source sucrerie 75/6x/02

le forage de Gruchet-le-Valasse 75/6x/37

- Caractéristiques des ouvrages :

- 2 forages de 40 m exécutés en 1963, crépines de 10 à 40 m (plan d'eau aux environs de 18 à 19 m).
- coupe géologique :
 - limon sableux et argileux avec silex jusqu'à 20 m environ
 - craie à silex du Sénonien jusqu'au fond.
- hydrogéologie :
 - nappe libre de la craie située à 18 / 19 m de profondeur, avec écoulement N/S.
 - eau bicarbonatée calcique ; qualité bactérienne fluctuante, souvent mauvaise.
 - essais de débit :

---> Q spécifique = 50 m³ /h/m pour Q = 275 m³ /h et s = 5 m

---> Q spécifique = 78 m³ /h/m pour Q = 200 m³ /h et s = 2,55 m

---> T = 2,8 x 10⁻² m²/s

- Périmètres de protection :

Le périmètre de protection rapproché occupe le fond de la vallée et se développe surtout à l'amont des forages.

Le périmètre de protection éloigné encadre très largement la vallée plus particulièrement en rive droite (rive d'implantation des forages concernés).

4 - Commentaire après lecture :

Ces 2 ouvrages étaient déjà en exploitation depuis environ 15 ans ; le rapport d'hydrogéologue agréé régularise la protection de cette ressource.

→79 / 124 PNO (Note) [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable de la ville de Lillebonne - Définition des périmètres de protection du Forage du Becquet (75 / 6x / 138)

1 - Motivation :

Protection de la ressource en eau potable.

2 - Objectif :

Etablissement des périmètres de protection du forage du Becquet (75/6x/138).

3 - Eléments remarquables :

- Caractéristiques du forage :

- Situation : en rive droite du Commerce, au niveau du hameau du Becquet (qui lui, est sur la rive gauche).
- Forage exécuté en 1973, d'une profondeur de 33 m , crépiné à partir de 18 m.
- Le plan d'eau est à 2,67 m . Des essais de débit ont été fait en mars 1973 : 7 h à 650 m³ /h maximum ---> rabattement s = 3,73 m.
- Le débit d'exploitation est de 200 m³ /h, mais le périmètre de protection est tracé pour le rayon d'influence d'un débit de 950 m³ /h. En 1979, on prélevait 2000 m³ /semaine.
- Coupe géologique :
 - 00 à 5,40 m ---> formations superficielles (4 m de limons + alluvions anciennes)
 - 5,40 à 21,50m ---> craie grise à jaune
 - 21,50 à 33 m ---> craie sablo-glauconieuse puis marneuse, grise.

- Schéma hydraulique :

Le pompage n'a pas indiqué de stabilisation du niveau, mais une réalimentation par un plan d'eau ou la rivière. Cependant, le ruisseau des Aulnes et les sources A et B du Becquet ont été asséchées. Par ailleurs, un colorant injecté dans ce ruisseau n'a pas été retrouvé dans le forage.

On en déduit que :

- * le ruisseau des Aulnes ne réalimente pas systématiquement le forage du Becquet,
- * ce ruisseau est en communication avec la nappe ; son assèchement est dû à un faible rabattement du niveau de la nappe, sous l'action du pompage.

- Qualité des eaux :

Elles sont de faciès bicarbonaté calcique, chimiquement conformes, avec quelques signes de pollution microbienne, en 1979.

- Périmètres de protection :

Le périmètre rapproché est centré sur la rivière et s'étend sur environ 300 m vers l'amont et autant vers l'aval.

Le périmètre éloigné est centré sur la vallée et s'étend sur 1,250 km, remontant jusqu'à l'amont du hameau de Becquet.

4 - Commentaire après lecture :

Rapport type hydrogéologue agréé / périmètres de protection.

→79 / 183 HNO (Note) [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable des syndicats d'AEP de St Antoine-la-Forêt et Manneville-la-Goupil - Définition des périmètres de protection du puits de Gruchet-le-Valasse (75 /6x /039).

1 - Motivation :

Protection de la ressource alimentant le syndicat de St Antoine-la-Forêt et Manneville-la-Goupil;

2 - Objectif :

Etablissement des périmètres de protection du puits de Gruchet-le-Valasse (75/6x/039).

3 - Eléments remarquables :

- Caractéristiques du puits :

C'est un puits traditionnel de diamètre 1,50 m qui a été exécuté en 1954. Il est profond de 50 m et équipé d'un tube crépiné entre 30 m et le fond. Il est équipé de deux pompes de 80 et 100 m³ /h;

Des essais de débit ont été effectués montrant un rabattement de 10,45 m pour un débit maximum de 105 m³ /h pendant 10 heures.

- Situation géologique :

Le forage 75/6x/39 est situé dans la vallée, entre Gruchet-le-Valasse et la ferme St Marcel, à l'intersection de la voie de chemin de fer de port Jérôme et de la route obliquant vers St Antoine-la-Forêt.

Il capte l'aquifère crayeux du Sénonien/Turonien, selon la coupe géologique suivante :

00 à 6 m	---> terre et colluvions,
6 à 30 m	---> craie à silex et argile
30 à 50 m	---> craie dure à silex

Le toit de la nappe est à 17,60 m de profondeur ; l'écoulement se fait du NW vers le SE.

-Qualité des eaux et environnement :

Elles sont bicarbonatées-calciques, sans aucun élément dépassant les normes de potabilité ni pollution bactériologique.

L'environnement est constitué de pâtures et de bois. On note aussi la proximité de la voie ferrée, de la rivière et d'une usine d'emballage métallique, à 100 m du captage dans la vallée.

- Périmètres de protection :

Le périmètre rapproché est centré sur le captage ; son extension est d'environ 100 m en amont et en aval du puits, pour une largeur de 150 m environ.

Le périmètre éloigné est axé sur la vallée mais nettement plus étendu sur les coteaux de la rive droite ; il est moins étendu vers l'amont que vers l'aval où il englobe une partie des périmètres de protection des captages de la Ferme St Marcel.

4 - Commentaire après lecture :

Rapport type hydrogéologue agréé / périmètres de protection.

→79 / 184 HNO (Note) [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable de Bolbec - Définition des périmètres de protection de la source de Bolbec (75/6x/70).

1 - Motivation :

Protection de la ressource en eaux souterraines, particulièrement en milieu urbanisé.

2 - Objectif :

Définition des périmètres de protection de la source de Bolbec.

3 - Eléments remarquables :

- Géologie et hydrogéologie :

- La source est située dans la vallée sèche des fontaines, à 300 m de la faille de Lillebonne, dans le compartiment relevé.
- La source est située au lieu dit "la vallée", dans le Cénomaniens, mais elle capte en fait la nappe de la craie du Turonien qui constitue les coteaux et plateaux dominants.
- C'est une nappe libre qui s'écoule de l'E-NE vers l'W-SW.

- Caractéristiques de l'ouvrage :

- Une galerie de 15 m de long environ est creusée sous la route. Le captage est équipé d'un bassin de réception comportant 2 pompes de 70 et 58 m³ /h fonctionnant en alternance.
- La nappe est sub affleurante et le débit d'exploitation est de 130 m³ /h.

- Les eaux sont bicarbonatées-calciques, convenables sur le plan chimique mais souvent atteintes de pollutions bactériologiques.
- L'environnement immédiat et éloigné est très urbanisé.

- Périmètres de protection :

- Le périmètre rapproché est limité à une petite parcelle située en amont vers le coteau.
- Le périmètre éloigné est également relativement étroit, et situé dans le prolongement amont du périmètre rapproché.

4 - Commentaire après lecture :

Rapport type d'hydrogéologue agréé / périmètre de protection. Un élément particulier de ce captage et des périmètres est sa situation en zone urbaine intense. La protection y est particulièrement délicate.

→ **Note HNO 79 / 193 [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable des syndicats de Bolbec et de la Frenaye - Définition des périmètres de protection du puits Maillé (75/7x/004), sur la commune de Lillebonne - Expertise du géologue agréé.**

1 - Motivation :

Nécessité de protection de la ressource pour l'alimentation de Bolbec et de la Frenaye.

2 - Objectif :

Définition des périmètres de protection du forage du puits Maillé.

3 - Eléments remarquables :

- Eléments de consommation :

- volume prélevé sur le puits Maillé en 1978 ---> 269 000 m³
- consommation annuelle pour les 2 syndicats réunis ---> 565 000 m³
- consommation journalière de pointe au puits Maillé ---> 929 m³ en 1978
- consommation journalière minimale au puits Maillé ---> 625 m³ en 1978

- Captage voisin actif : (75/2x/038), captage du syndicat d'Angerville-Bailleul :

- volume annuel prélevé en 1978 ---> 296 000 m³
- volume journalier de pointe en 1978 ---> 1 068 m³
- volume journalier minimal en 1978 ---> 727 m³

- Caractéristiques de l'ouvrage et de l'aquifère:

- profondeur ---> 22,60 m
- débit d'exploitation ---> 45 m³ /h
- nappe captée ---> craie
- profondeur du plan d'eau ---> 6,10 m
- qualité des eaux ---> eau bicarbonatée calcique.

- Périmètre de protection rapprochée :

Il est centré sur le fond du vallon sec de la côte Saint-Denis et s'étire sur environ 350 m vers l'amont et 250 m vers l'aval.

- Périmètre de protection éloignée :

Il intéresse la presque totalité du sous-bassin versant du vallon sec de la côte Saint-Denis, et même un peu plus vers l'aval.

4 - Commentaire après lecture :

Rapport traditionnel de définition des périmètres de protection d'un forage.

→86 GA 023 [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable du syndicat de Bolbec/Gruchet-le-Valasse - Périmètres de protection des forages de la ferme St Marcel à Gruchet-le-Valasse (75 / 6x / 4 et 5) - Additif au rapport PNO 78 / 91.

1 - Motivation :

Les conditions environnementales ayant changé depuis 1978, date d'agrément des périmètres de protection des 2 forages, des modifications se sont avérées nécessaires.

2 - Objectif :

Détermination de règlements nouveaux concernant les périmètres de protection.

3 - Eléments remarquables :

C'est la construction d'une station d'épuration et d'établissements industriels qui a motivé le remaniement des périmètres de protection établis en 1978 et interdisant toutes constructions.

La nouvelle réglementation tient compte de la possibilité de construire ces nouvelles installations.

4 - Commentaires après lecture :

Très court rapport peu chargé d'informations (c'est seulement un additif).

→88 GA 004 [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable du syndicat de Bolbec / Gruchet-le-Valasse - Définition des périmètres de protection du nouveau forage F3 (75/6x/149), et actualisation des périmètres des forages F1 (75/6x/004) et F2 (75/6x/005), de la ferme St Marcel à Gruchet-le-Valasse : Avis de l'hydrogéologue agréé.

1 - Motivation :

Nécessité d'assurer la protection de 3 forages assurant l'approvisionnement en eau potable du syndicat de Bolbec/Gruchet-le-Valasse ; il convient d'établir les périmètres du nouveau forage F3 et de rectifier en conséquence les périmètres déjà définis pour les forages plus anciens F1 et F2.

2 - Objectif :

Protection de la ressource en eaux souterraines.

3 - Eléments remarquables :

- Périmètres de protection des forages F1 et F2 : plusieurs rapports ont été consacrés à l'établissement de ces périmètres : 78 / 91 PNO et son additif 86 GA 023 ; 83 GA 70 et son additif du 19/02/1987.

- Périmètres de protection du champ captant : les 3 forages étant très proches, il sera finalement défini un seul périmètre de protection rapprochée et un seul périmètre de protection éloignée pour l'ensemble des 3 forages.

- Caractéristique du nouvel ouvrage :

Elle sont détaillée dans le rapport 88 HNO 004 déjà inventorié avant celui-ci dans le chapitre 1.

- Périmètres de protection :

- périmètres immédiats : parcelle close autour de F1 et F2 joints et autour de F3.
- périmètre rapproché : protection en particulier contre les pollutions bactériologiques et organiques dégradables. Il occupe le fond de la vallée rive droite du nouveau cours du Commerce et englobe les 3 forages St Marcel ; il a été légèrement modifié compte tenu de F3.
- périmètre éloigné : il occupe la vallée et une grande partie des coteaux en rive droite. Il correspond à la partie la plus rapprochée du bassin d'alimentation de la nappe captée. Il est étendu de façon à pouvoir prendre en compte le forage F3. Il est partiellement commun avec le forage de St Antoine-la-Forêt (75/6x/39).

4 - Commentaire après lecture :

Rapport type hydrogéologue agréé / périmètres de protection. La particularité est que ces périmètres sont communs à 3 forages et recoupent le périmètre d'un 4ème forage.

→92 GA 030 [P. de la Quérière] : Ville de Lillebonne - Alimentation en eau potable - Définition des périmètres de protection du forage 75/6x/151 de la Fontaine Murée.

1 - Motivation :

La ville de Lillebonne était alimentée par 2 captages, le forage du Becquet (75/6x/138) qui capte un karst à 20 m de profondeur mais reste de qualité satisfaisante, et le captage de la Fontaine Bruyère.

Le forage de la Fontaine Murée est destiné à remplacer le captage de la Fontaine Bruyère (75/7x/029), très productif mais contaminé en temps de pluie par des phénomènes de turbidité.

2 - Objectif :

Le présent rapport définit les périmètres de protection du forage.

3 - Eléments remarquables :

- Capacité de production du forage :

Compte tenu des paramètres hydrodynamiques, le débit d'exploitation peut être fixé à 120 m³ /h en continu.

En admettant un gradient hydraulique de 1,3 pour 1000 dans la vallée Murée, la limite d'alimentation fournit 37 % du débit pompé.

L'isochrone 10 jours s'étend à

185 m vers l'aval,

163 m vers l'amont,

166 m en position latérale au forage.

Ces distances sont les distances minimales à prendre en compte pour le tracé du périmètre de protection rapprochée.

- Périmètre de protection rapprochée :

Il couvre le fond du vallon, sur 300 m à l'amont et 350 m à l'aval du forage.

- Périmètre de protection éloignée :

Il couvre tout le bassin versant topographique, de façon à contrôler tous les ruissellements sur les terres agricoles. Les bois établis sur les flancs des vallées jouent un rôle de barrière et de dispersion des eaux, favorable, car stoppant le ruissellement.

Le périmètre de protection éloignée s'étend au nord jusqu'à Lanquetot.

4 - Commentaire après lecture :

Rapport traditionnel de définition des périmètres de protection d'un forage.

→93 GA 023 [P. de la Quérière] : Ville de Lillebonne - Alimentation en eau potable - Définition des périmètres de protection du forage 75 / 6x / 151 de la Fontaine Murée.

1 - Motivation :

Ce rapport reprend la proposition de périmètres de protection faite dans le rapport 92 GA 030, à la suite duquel il a été décidé de faire une recherche de bétoires et une étude agronomique. Cet avis reprend et complète les propositions faites en 1992.

2 - Objectif :

Définition ultime des périmètres de protection du forage

3 - Eléments remarquables :

- dispositif hydrogéologique :

Le forage est implanté à 500 m de la faille Fécamp / Bolbec, dans le compartiment crayeux SW abaissé.

Le niveau de la nappe se situe à 13 m de profondeur, soit à la cote 79 m NGF, c'est à dire légèrement au dessus du niveau piézométrique dans le fond de la vallée.

La source "Auger" et la source de la ferme de la Fontaine Murée sont des sources d'émergence ou de déversement de la nappe de la craie, par suite du relèvement du substratum (argiles du Gault) à la suite du jeu de la faille

- paramètres hydrodynamiques :

Les pompages d'essai fournissent : $T = 8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

$$S = 1 \times 10^{-2}$$

limite d'alimentation à 370 m

Cette limite d'alimentation pourrait être un conduit karstique ou encore la vallée du Commerce.

Compte tenu des paramètres hydrodynamiques, le débit d'exploitation est fixé à $120 \text{ m}^3/\text{h}$ en continu, soit $2\,800 \text{ m}^3/\text{j}$.

En admettant un gradient hydraulique de 1,3 pour 1000 dans la vallée Murée, la limite d'alimentation fournit 37 % du débit pompé.

L'isochrone 10 jours s'étend à :
185 m vers l'aval,
163 m vers l'amont,
166 m en position latérale au forage.

Ces distances sont les distances minimales à prendre en compte pour le tracé du périmètre de protection rapprochée.

- Environnement :

Aucune bétoire réellement formée n'a été repérée sur le bassin, cependant 5 zones ou points d'infiltration active ont été localisés (3 en tête de bassin et 2 à la confluence de la vallée sèche principale et du vallon sec affluent à l'est en "rive" gauche.

- dispositif hydrogéologique du secteur :

- la source de la ferme de la Fontaine Murée et la source "Auger" donnent naissance au ruisseau de la Fontaine Murée. Ce ruisseau qui passe ensuite à 15 m du forage ne communique pas avec la nappe de la craie dont le niveau est alors à 12 m de profondeur. Il se perd un peu plus loin dans le talus du chemin de fer, au niveau de la station du gaz et rejoint la nappe à quelques mètres de profondeur.
- un peu plus à l'aval, la nappe émerge à nouveau dans le fossé de la route Lillebonne/Bolbec, au niveau du cimetière du Becquet. Ces faibles écoulements rejoignent ceux provenant du plan d'eau de la propriété Chaumet, pour former le ruisseau des Aulnes.
- Le pompage du forage du Becquet (à 660 m³ /h), avait asséché une partie du cours aval du ruisseau des Aulnes, ce qui montre bien qu'il correspond à l'émergence de la surface de la nappe.
- La rivière du Commerce qui coule en pied de flanc droit de la vallée est perchée à 2 ou 3 m au dessus du sol du fond de la vallée ; son niveau est à 1 m au dessus de celui du ruisseau des Aulnes. Ceci indique clairement qu'il n'existe pas de relations rivière du Commerce/nappe pour ce tronçon du cours.

- Conclusions à retenir :

- L'exploitation du nouveau forage ne devrait pas affecter le débit des sources de la ferme de la fontaine Murée, de la source Auger et du ruisseau de la Fontaine Murée (qui sont au delà de l'isochrone de 10 jours).
- Les apports du ruisseau de la Fontaine Murée sont une part négligeable des émergences qui se manifestent à l'aval dans la vallée du Commerce.
- Le plan d'eau de la propriété Chaumet (figurant sur la carte à 1/25 000), ne sera jamais affecté par l'exploitation du forage.

- Périmètre de protection rapprochée :

- Il est organisé en trois zones totalement distinctes et réparties du nord au sud de la vallée de la Fontaine Murée.
- Le premier secteur correspond à l'environnement immédiat du forage qui y est inclus. Le périmètre proposé en 1992 a été agrandi dans sa partie amont, jusqu'à 800 m du forage, pour 200 m seulement vers l'aval.
- Le 2ème secteur correspond à la zone d'infiltration active repérée à la confluence de la vallée et du vallon sec en rive gauche.
- Le 3ème secteur correspond à une autre zone d'atterrissement et d'infiltration active repérée en tête du bassin.

- Périmètre de protection éloignée :

Il n'a pas été modifié par rapport à la proposition faite en 1992 ; il couvre tout le bassin versant topographique.

- Données agronomiques (Etude ASTER) : Annexe 2

Elle s'attache à définir les types de sols, l'occupation et l'usage, les épaisseurs, les risques et la sensibilité ; elle produit une carte des pédo-paysages et une carte d'occupation des sols.

- Etude d'environnement agricole (Etude ASTER) : Annexe 3

Elle réalise la localisation des divers sites constituant des points de pollution. 20 points sont répertoriés : labours (infiltration d'engrais et de produits phytosanitaires), tas de fumier, stabulations (ou étables, exploitations agricoles), tas de ferrailles, stockage de boues de station d'épuration, épandage de ces boues...

Environ 2/3 de ces sites sont situés dans la moitié amont du bassin donc dans le périmètre de protection éloignée.

- Propositions de protection (d'après ASTER) :

La protection est préconisée dans plusieurs domaines : lutte contre l'érosion et le ravinement, lutte contre les fuites en nitrates dans les terres cultivées, lutte pour le confinement des stockages de déjections animales, l'étanchéité des bâtiments d'élevage, lutte pour le respect des règlements concernant le stockage et l'épandage des boues de station d'épuration.

4 - Commentaire après lecture :

Cet avis d'hydrogéologue agréé est plus développé que le rapport type généralement établi.

Il comporte entre autre :

- une analyse détaillée du dispositif hydrogéologique et de son fonctionnement dans l'environnement du forage,
- une étude complémentaire à caractère agricole, présentée en plusieurs annexes,
- un périmètre de protection rapprochée "éparpillé" en 3 secteurs très éloignés les uns des autres.

→94 GA 012 [P. de la Quérière] : Source Auger à Gruchet-le-Valasse (75 / 6x / 086) - Définition des périmètres de protection - Actualisation du rapport PNO / 73 / 129.

1 - Motivation :

Actualisation des périmètres de protection de la source.

2 Objectif :

Régulariser la situation de la source afin de pouvoir réinstaller un dispositif de prélèvement payant qui a été brisé. Le public continue de venir prélever de l'eau.

3 - Eléments remarquables :

- Géologie et hydrogéologie :

La source est située à proximité de la faille, en pied de coteau, et capterait le Cénomaniens inférieur du coteau appartenant au compartiment NE relevé. Cependant, la carte géologique place la source de l'autre côté de la faille, dans le compartiment SW abaissé. La faille serait donc inactive, colmatée à ce niveau, et ne jouerait aucun rôle de barrière hydraulique ?

La source est légèrement jaillissante, donc la nappe est captive.

- Usage de l'eau :

Le système de captage mis en place est convenable. Au départ, la prise d'eau était payante, mais le système de distribution a été détruit ; le propriétaire souhaite réinstaller le système payant.

- Analyse :

l'eau est assez dure, de minéralisation moyenne et de type bicarbonaté calcique ; la teneur en nitrates est assez faible . L'eau ne contient pas de micropolluants métalliques, de substances indésirables, de polycycliques aromatiques, de carbonates, d'urées substituées, de pesticides ni de PCB. Elle est également exempte de pollutions bactériennes.

- Périmètres de protection :

Le périmètre de protection immédiate est limité à une zone de 5 m autour de la source.

Le périmètre de protection rapprochée couvre une partie du bois du Champ Blanc et constitue l'impluvium de la source ; en outre il est situé à l'intérieur du périmètre éloigné du forage de Lillebonne.

Il n'y a pas lieu de créer un périmètre de protection éloignée.

4 - Commentaires après lecture :

Cet avis d'hydrogéologue agréé est de type classique. Il reprend tous les éléments du 1er avis formulé en 1973 (note 73/129 PNO). L'ambiguïté subsiste quant aux relations source/faille de Lillebonne.

4 - Ouvrages concernant la gestion de la ressource

→ PNO - 73 - 129 [J.C. Roux] : **Projet de distribution publique d'eau de la source Auger à Gruchet-le-Valasse - Expertise géologique officielle.**

1 - Motivation :

Le propriétaire, Monsieur Auger envisage l'utilisation de sa source pour la distribution d'eau publique. Le Géologue Officiel a été chargé d'étudier les conditions de captage et de protection.

2 - Objectif :

Définir les périmètres de protection de la source et prononcer un avis sur son utilisation en tant qu'AEP.

3 - Eléments remarquables :

- Géologie :

La source Auger est située à 100 m de la faille de Lillebonne, dans le compartiment SW abaissé. Elle apparaît en pied de versant gauche de la vallée de la Fontaine Murée, en limite inférieure du bois Champ Blanc..

La série est constituée, du haut du coteau vers le bas, de :

la craie blanche à silex du Sénonien,

la craie marneuse grisâtre du Turonien (peu perméable),

la craie glauconieuse du Cénomaniens, passant aux sables verts,

les argiles noires imperméables du Gault.

- Hydrogéologie :

La source de la Fontaine Murée située 400 m plus au nord, est installée sur la faille Lillebonne/Bolbec ; elle capte l'aquifère en amont de la faille, c'est à dire les sables verts et la craie glauconieuse du Cénomaniens.

La source Auger est également considérée comme captant les sables verts du Cénomaniens inférieur (elle est pourtant située dans le compartiment abaissé, au SW de la faille). Le fonctionnement décrit semble indiquer que la faille ne jouerait aucunement un rôle de barrière hydraulique ; l'existence de la faille n'est d'ailleurs pas mentionnée dans le rapport.

- Périmètres de protection :

Il comprend tout le versant gauche de la vallée, de la route jusqu'à la crête du bois Champ Blanc, soit 9/10 couverts par des bois qui sont une bonne protection.

- Périmètre de protection éloignée :

Il n'y en a pas, compte tenu du faible débit de l'ouvrage et des dimensions du périmètre de protection rapprochée.

4 - Commentaires après lecture :

Il existe un point un peu obscur quant à l'origine des eaux captées à la source Auger, et celles issues de la source de la Fontaine Murée. Il n'est pas fait mention de l'existence de la faille, ni des positions respectives des 2 sources par rapport à cet important accident...qui n'aurait aucun effet de barrière / limite ?

73 SGN 124 PNO [P. de la Quérière] : Syndicat mixte d'expansion de la vallée du Commerce - Bassin de la rivière du Commerce - Etude prospective et perspective d'exploitation des ressources en eaux souterraines dans le cadre du schéma d'aménagement et d'urbanisme.

1 - Motivation :

L'accroissement prévisionnel de la population de la vallée nécessite d'envisager à terme des besoins chiffrés à 40 000 m³ /jour. Il est donc nécessaire de définir les zones de protection indispensables et les études à entreprendre afin d'assurer la ressource et de la protéger.

2 - Objectifs et méthodologie :

Détermination de 13 sites inutilisés ou partiellement utilisés pouvant fournir en tout 44 000 m³ /j. Parmi eux, les sites considérés comme prioritaires devront être testés rapidement. L'objectif final est la réalisation de captage nécessaires aux besoins de la population.

3 - Eléments remarquables :

- Recherche des zones favorables :

- Critères de choix : les sites sont sélectionnés en fonction de 3 critères principaux : le type d'occupation de la zone, l'état de l'exploitation dans la zone au moment de l'étude et essentiellement les caractéristiques hydrogéologiques du secteur.
- Géologie :
 - * La faille Fécamp/Bolbec coupe le bassin versant dont elle suit sensiblement l'axe. Le rejet est évalué à 150 m : le Sénonien du compartiment ouest "abaissé" est mis en contact avec le Cénomaniens du compartiment est "relevé". Le compartiment ouest abaissé dispose de toute la série stratigraphique (Sénonien, Turonien, Cénomaniens) qui atteint 88 m d'épaisseur à Mirville. A l'est, dans le compartiment relevé, la puissance de l'aquifère réduit au seul Cénomaniens est beaucoup plus modeste.

* La craie du Sénonien est plus favorable que celle du Turonien beaucoup plus marneuse.

- Hydrogéologie :

- * le tracé des isopièzes indique les secteurs où la nappe est bien drainée (vallées sèches ou humides et en particulier en amont de Mirville) : la craie y est plus fissurée donc plus transmissive et favorable au captage.

- * l'aspect hydrochimique révélateur de l'occupation de la zone est également pris en compte : en 1973, les concentrations normales des ions majeurs des eaux de la craie variaient dans les proportions suivantes :

Ca	de 90 à 110 mg/l
Mg	de 1 à 9 mg/l
Na	de 7 à 15 mg/l
K	de 1.2 à 2.7mg/l
HCO ₃	de 260 à 330 mg/l
Cl	de 12 à 30 mg/l
SO ₄	de 3 à 17 mg/l
NO ₃	de 9 à 25 mg/l

Ces valeurs serviront de références pour caractériser les eaux de la vallée du Commerce.

- Bilan des bassins : Un bilan hydrique est établi pour 3 zones du bassin qui sont jugées les plus intéressantes.

- Etude détaillée de chaque site :

Chaque site est analysé au regard du milieu aquifère, de l'extension du cône d'appel que pourrait provoquer une exploitation donnée, des protections qu'il conviendrait d'envisager...

- Aménagement des ressources actuelles et futures.

- Programme d'étude :

Un programme d'étude est proposé, répondant à des impératifs quantitatif et qualitatif ; un phasage de ces opérations est également indiqué.

4 - Commentaire après lecture :

Ce rapport très technique jette (en 1973), les bases de ce que seront les sites d'exploitation des eaux souterraines de la vallée du Commerce. Aujourd'hui, sur les 13 sites retenus, 8 forages sont réalisés et participent à l'alimentation en AEP du secteur.

→98 OUV 005 - juin 1998 -[Service de l'aménagement du territoire - Bureau de l'environnement] : SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux), Vallée du Commerce ; étude d'opportunité.

1 - Motivation :

L'élaboration d'un SAGE est de nature à apporter aux problèmes de l'eau les solutions hydrologiques et économiques les plus cohérentes, dans le but de satisfaire les besoins de tous de façon équilibrée et durable. Il y a lieu de concilier la conservation du milieu naturel, en harmonie avec le développement économique et urbain du bassin.

2 - Objectifs :

Les objectifs du SAGE sont les suivants :

- répartir l'eau entre les différents usages,
- fixer les objectifs de qualité à atteindre dans un délai donné,
- identifier et protéger les milieux aquatiques sensibles,
- définir des actions de développement et de protection des ressources en eau,
- proposer des actions pour lutter contre les inondations.

3 - Eléments remarquables :

- Principaux problèmes demeurant actuellement :

- importance de l'érosion des sols et des inondations par ruissellement,
- rejets polluants de toutes natures et fonctionnement défectueux des réseaux d'eaux usées et des réseaux pluviaux,
- ressources en eaux potables pas toujours protégées et préservées,
- qualité des eaux très dégradée.

- Articulation SAGE / SDAGE :

Le SDAGE est un outil d'aménagement du territoire qui vise à une gestion équilibrée demandée par la loi sur l'eau. Il appartient au SDAGE de déterminer les périmètres qui peuvent faire l'objet d'un SAGE , c'est à dire les cadres de réalisation optimale de ces schémas s'appuyant en premier lieu sur une cohérence hydrographique (selon l'article 5 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992).

Le SDAGE de Haute-Normandie prévoit expressément un SAGE du Commerce prenant en compte les problèmes locaux essentiels :

- réduction des pollutions domestiques et industrielles (pour les rejets de Bolbec, une conduite de réhabilitation permettrait l'amélioration de la qualité du Commerce).
- lutte contre les inondations.

- Conditions d'élaboration du SAGE :

La Commission Locale de l'Eau (CLE) est chargée de l'élaboration et du suivi du SAGE, mais non de son exécution qui est du ressort des maîtres d'ouvrage existants.

La CLE constitue l'assemblée des usagers du bassin ; elle est composée de 3 collègues, et placée sous la présidence d'un élu local.

- Contexte géographique et géologique :

- présentation géographique : la vallée du Commerce est à 50 km de Rouen, en rive droite de la Seine. Le bassin versant (175 km²), est caractérisé par un réseau hydrographique réduit, peu ramifié, et de nombreuses vallées sèches affluentes. La rivière du Commerce considérée au sens large, c'est à dire depuis sa source à Bolbec jusqu'à sa confluence avec la Seine, est longue de 19 km.

La rivière est nommée successivement d'amont en aval :

- * le Bolbec,
- * le Hauzey,
- * le Commerce.

Elle reçoit en rive gauche :

- * le ruisseau de la vallée de la fontaine Murée,
- * le ruisseau du val Horrible.

Ces cours d'eau forment dans le fond de la vallée du Commerce :

- * le ruisseau des Aulnes,
- * le ruisseau de la vallée de Lillebonne (venant du Puits Maillé),
- * en rive droite, le ruisseau du Four à Chaux ou Fourneau, est l'expression de l'émergence de la nappe ainsi drainée. Il conflue avec le Commerce au niveau du passage de la RD 982 (au débouché dans la vallée alluviale de la Seine).

- présentation géologique : le bassin du Commerce est installé sur le plateau crayeux du pays de Caux, couvert d'argiles à silex et de limons. La vallée du Commerce suit la faille de Bolbec en léger décalage de 1 km au sud-ouest ; au nord de Bolbec, la faille est dans l'axe de la vallée de Mirville : le compartiment nord-est est relevé tandis que le compartiment sud-ouest est abaissé. Les petites vallées adjacentes, généralement sèches, sont également installées sur le tracé de failles secondaires.

- Hydrologie :

Les débits du Commerce sont faibles et très variables au fil des années ; la nappe participe au soutien de la rivière pour une part assez importante.

Depuis sa source jusqu'à la RN 15, le lit majeur est large de 100 m environ, mais le milieu étant fortement urbanisé, le Commerce coule dans un lit artificiel, parfois même busé dans la traversée de Bolbec.

Au delà de la RN 15, le lit majeur passe à 300 puis 400 m, et le lit mineur est recalibré en de nombreux endroits où on lui a donné une section de canal.

A la confluence avec la Seine, le Commerce inscrit dans la plaine alluviale un cours naturellement sinueux, passagèrement rectifié ; son écoulement est contrarié par les marées montantes qui se font sentir dans la Seine.

LIEU	DEBIT INTERANNUUEL (l/s)	DEBIT QUINQUENNAL D'ETIAGE (l/s)
Commerce - Bolbec	150	94
Commerce - Lillebonne	850	550
Ruisseau de la Vallée (source)	170	105
Ruisseau de la Vallée (confluence)	240	195
Commerce (confluence avec la Seine)	1140	710

QUELQUES DEBITS MESURES DANS LA VALLEE DU COMMERCE.

- Qualité des eaux de surface :

- **Qualité actuelle :** Les contrôles précis du suivi de la réalisation des objectifs de qualité furent réalisés en 1992. Depuis cette date, des prélèvements sont effectués dans trois stations, sur l'eau, les sédiments et la faune benthique. Ces trois stations sont placées en aval de l'usine ORIL, en aval de Bolbec, en aval de la zone industrielle de Lillebonne. La qualité est appréciée à l'aide d'une grille multicritères à 5 niveaux de qualité.
La qualité demeure en classe 3 (mauvaise) sur la majorité du cours, et hors classe (très mauvaise) aux deux extrémités de la rivière, c'est à dire en tête de bassin et en aval de la zone industrielle de Lillebonne jusqu'à la confluence avec la Seine. Les affluents montrent une qualité acceptable (1B).
L'impact des rejets du Commerce induit une détérioration qualitative sur toute la rive droite de la Seine, jusqu'à l'estuaire.
Les sédiments présentent une contamination par les métaux en tous points du réseau.
La faune aquatique présente une situation très dégradée en tout point (qualité très mauvaise ou critique)
- **Objectifs de qualité :** Un choix d'objectifs de qualité a été fait en 1982, fixant la recherche d'une qualité 3 (mauvaise) sur l'ensemble du cours, et 2 (médiocre) ou 1B (acceptable), pour les affluents du Commerce. Ces objectifs de qualité minimaux sont repris dans le SDAGE approuvé en septembre 1996, qui observe avec justesse qu' une classe 3 ne saurait constituer un objectif, qu'il convient de résorber les points noirs de pollution et de réduire les pollutions afférentes aux périodes pluvieuses intenses, afin d'assurer la protection de la ressource exploitée et potentielle :

L'objectif de qualité doit donc être fixé à la classe 2 ou 1B.

- Il faut également retenir les éléments suivants :
 - * deux études locales ont été engagées,
 - * la dérivation des effluents prétraités jusqu'à l'aval de Lillebonne par le biais d'une conduite de réhabilitation serait un moyen d'amélioration sûr,
 - * les perspectives d'évolution de la société ORIL-CEDRON augurent très mal d'une amélioration entre la source et Bolbec,
 - * les stations d'épuration de Bolbec et Lillebonne deviennent plus performantes et devraient pouvoir permettre une amélioration de la qualité.

- Orientations : la protection de la ressource destinée à l'AEP passe par la recherche d'une qualité supérieure à la classe 2 (il faudrait viser 1B).
Les moyens d'y parvenir sont :
 - * réalisation de traitements de finition sur les rejets importants,
 - * réalisation de conduites d'évitement permettant de déplacer le lieu de déversement,
 - * construction d'une conduite de réhabilitation.

- Le potentiel AEP :

- Approvisionnement et gestion : actuellement, 8 captages assurent la distribution AEP pour 5 syndicats intercommunaux et 2 communes. Parmi ces captages, 5 ont fait l'objet d'une DUP. Les syndicats d'eau intervenant sur le secteur sont au nombre de 6 et les communes de Lillebonne et Notre-Dame de Gravenchon assurent elles-mêmes la gestion de l'eau sur leur territoire.

- Vulnérabilité : la ressource de la vallée du Commerce est extrêmement fragile à cause de la nature karstique de la craie (échanges rapides eaux de surface/nappe, en particulier par l'intermédiaire des bétoires. Les micropolluants agricoles présentent parfois des dépassements des concentrations maximales admissibles (atrazine en particulier). Les teneurs en nitrates sont généralement inférieures à la norme de 50 mg/l.

- L'assainissement des eaux usées :

- Plusieurs réseaux d'assainissement équipent la vallée, mais ils ne sont pas toujours séparatifs : il existe 7 stations d'épuration et 2 lagunages naturels sur le territoire du bassin versant du Commerce.
- Certaines stations traitent également les rejets industriels, ce qui compromet le fonctionnement de la station d'épuration quand le réseau est unitaire comme à La Frenaye, sur le plateau (des produits toxiques industriels empêchent le fonctionnement biologique normal de la station).

- Les inondations :

La Seine est à l'origine des inondations importantes de 1910, 1958, 1970 et 1995 ($Q > 2000 \text{ m}^3 / \text{s}$)

Dans la vallée, les inondations sont souvent le résultat de pluies orageuses locales provoquant des ruissellements importants.

- Conclusions :

Actuellement, la vallée dispose d'eau potable en quantité et qualité suffisantes, bien que les ressources soient vulnérables à la turbidité, aux nitrates, aux produits phytosanitaires et aux inter-communications nappe/riivière.

Le SAGE doit réaliser un bilan qualitatif et quantitatif de la ressource en eau disponible.

La lutte contre les pollutions et les inondations est également un des buts fixés par le SAGE. L'élaboration d'un schéma d'aménagement et de gestion sur un périmètre défini par le SDAGE devrait pouvoir être engagé prochainement.

4 - Commentaires après lecture :

- Cette étude d'opportunité pour le SAGE de la vallée du Commerce n'est pas très riche d'informations techniques ; elle est surtout tournée vers les problèmes de fonctionnement des structures administratives, les aspects réglementaires, financiers, les orientations visant à l'amélioration de la qualité des eaux souterraines et surtout des eaux superficielles.
- Les forages exploités ne sont malheureusement pas désignés par leur numéro d'indice national, mais seulement positionnés sur un schéma cartographique et localisés dans leur commune d'accueil.
- Objectifs de qualité : Il existe un aspect quelque peu contradictoire dans le paragraphe consacré à la qualité : il y est fait mention d'une tendance positive alors que toutes les observations traduisent de très mauvais résultats. Si cette tendance existe, elle n'est pas apparente dans les faits exposés.
Il est reconnu que la protection des ressources AEP passe par une révision à la hausse de l'objectif minimal de qualité des eaux de surface, fixé à la classe 2 ou 1B.

5 - Synthèse des informations essentielles

5.1. GEOGRAPHIE, GEOLOGIE DU BASSIN DU COMMERCE

5.1.1. Présentation géographique du bassin du Commerce

La vallée du Commerce est à 50 km de Rouen, en rive droite de la Seine. Le bassin versant (175 km²), est caractérisé par un réseau hydrographique réduit, peu ramifié, et de nombreuses vallées sèches affluentes. La rivière du Commerce considérée au sens large, c'est à dire depuis sa source à Bolbec jusqu'à sa confluence avec la Seine, est longue de 19 km. La rivière est nommée successivement d'amont en aval, le Bolbec, le Hauzey, le Commerce.

Elle reçoit en rive gauche le ruisseau de la vallée de la fontaine Murée, et le ruisseau du val Horrible. Dans la vallée du Commerce, l'écoulement de ces eaux se fait selon plusieurs cours plus ou moins anastomosés :

- * le ruisseau des Aulnes,
- * le ruisseau de la vallée de Lillebonne (venant du Puits Maillé),
- * en rive droite, le ruisseau du Four à Chaux, ou Fourneau, est l'expression de l'émergence de la nappe ainsi drainée. Il conflue avec le Commerce au niveau du passage de la RD 982 (au débouché du Commerce dans la vallée alluviale de la Seine).

La portion pérenne du cours ne commence qu'à Bolbec, mais une vallée sèche de 7 km de longueur installée sur la faille de la Seine prolonge la vallée du Commerce jusqu'au niveau de Bréauté.

Plusieurs vallées sèches se développent sur chaque rive, la plus importante en rive droite (Bolbec), les plus nombreuses en rive gauche : vallée des Fontaines (de Lanquetot à Bolbec), vallée de la Fontaine Murée, val Horrible, vallée du puits maillé, vallée de la Fresnaye.

La rivière coule dans une vallée à fond plat, mais les coteaux qui la dominent d'une centaine de mètres présentent des pentes assez abrupts.

5.1.2. Présentation géologique du bassin du Commerce

Le bassin du Commerce est installé sur le plateau crayeux du pays de Caux. La rivière du Commerce entaille la craie du Sénonien inférieur, couverte sur le plateau par des formations d'argiles à silex et des limons, sur les versants par des colluvions et des éboulis, et dans la vallée par des alluvions (extrait de la carte géologique de Bolbec, placé en annexe).

La vallée du Commerce suit la faille dite de la Seine (ou de Lillebonne / Bolbec / Fécamp), en léger décalage, à 1 km environ au sud-ouest ; au nord de Bolbec, la faille passe dans l'axe de la vallée de Mirville. Entre Bolbec et Lillebonne, les petites vallées adjacentes de la rive gauche, généralement sèches, sont également installées sur le tracé de failles secondaires. Elles sont recoupées perpendiculairement par la faille de la Seine.

- le compartiment NE est relevé tandis que le compartiment SW est abaissé : Le rejet atteint 100 à 150 m. Cet accident majeur, orienté NW - SE, met en contact la craie du Sénonien, abaissé, avec la craie glauconieuse du Cénomanién et la craie blanche du Turonien, relevés.
- Le compartiment SW, abaissé, dispose de toute la série stratigraphique (Sénonien, Turonien, Cénomanién), qui atteint 88 m d'épaisseur à Mirville. Sur le plan aquifère, la craie du Sénonien est plus favorable que celle du Turonien trop marneuse.
- A l'est, dans le compartiment relevé, la puissance de l'aquifère, réduit au seul Cénomanién est beaucoup plus modeste (10 à 20 m).
- Plusieurs sources captées ou forages fournissent des informations géologiques plus ponctuelles mais précises et détaillées :
- Dans la vallée de la Fontaine Murée, la source Auger est située à 100 m de la faille de Lillebonne, dans le compartiment SW abaissé. Elle apparaît en pied de versant gauche de la vallée de la Fontaine Murée, en limite inférieure du bois du Champ Blanc. La série y est constituée, du haut du coteau vers le bas, de :
 - la craie blanche à silex du Sénonien,
 - la craie marneuse grisâtre du Turonien (peu perméable),
 - la craie glauconieuse du Cénomanién, passant aux sables verts,
 - les argiles noires imperméables du Gault.
- Toujours dans la vallée de la Fontaine Murée, une campagne géophysique implantée sur le lieu présumé du passage de la faille de Lillebonne / Bolbec, révèle une anomalie de résistivité qui coïncide avec le croisement de deux linéaments observés en photogéologie. On note également sur ce site, la présence d'une petite bétoire, indice d'une karstification sous-jacente de la craie, dans laquelle s'infiltré le petit ruisseau issu de la source de la Fontaine Murée. Les rejeux de la faille de la Seine ont provoqué des fractures secondaires, fissuré activement la craie qui a développé des phénomènes de karstification
- Le forage 75/6x/39 (puits de Gruchet-le-Valasse) est situé dans la vallée, entre Gruchet-le-Valasse et la ferme St Marcel, à l'intersection de la voie de chemin de fer de port Jérôme et de la route obliquant vers St Antoine-la-Forêt. En cet

endroit, il capte à 17,60 m de profondeur, l'aquifère crayeux du Sénonien / Turonien, selon la coupe géologique suivante :

00 à 6 m ---> terre et colluvions,
6 à 30 m ---> craie à silex et argile
30 à 50 m ---> craie dure à silex

- A l'occasion de l'implantation et de la réalisation du 3ème forage de la ferme Saint-Marcel (75/6X/149), deux accidents transverses orientés W-NW / E-SE ont été repérés sur photos aériennes ; ils passent à proximité des deux premiers forages 75/6X/04 et 05.
Cette fissuration, dont les rejeux de l'accident majeur sont partie prenante, explique l'excellente transmissivité constatée sur ce site ($T = 5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$).

5.2. HYDROLOGIE DU BASSIN DU COMMERCE

- Description du réseau hydrographique :

Le réseau du bassin du Commerce a été décrit dans le paragraphe 5.1.1. consacré à une présentation géographique rapide. Les vallées affluentes, sèches pour la plupart, ont été nommées, ainsi que les différentes ramifications du cours du Commerce qui occupent le fond de la vallée.

- Aspect du lit majeur de la rivière :

- Depuis sa source jusqu'à la RN 15, le lit majeur est large de 100 m environ, mais le milieu étant fortement urbanisé, le Commerce coule dans un lit artificiel, parfois même busé dans la traversée de Bolbec.
- Au delà de la RN 15, le lit majeur passe à 300 puis 400 m, et le lit mineur est recalibré en de nombreux endroits où on lui a donné une section de canal.
- A la confluence avec la Seine, le Commerce inscrit dans la plaine alluviale un cours naturellement sinueux mais passagèrement rectifié ; son écoulement est contrarié par les marées montantes qui se font sentir dans la Seine.

- Quelques éléments de débit :

- Les débits du Commerce sont faibles et très variables au fil des années ; la nappe participe au soutien de la rivière pour une part assez importante.
- Le tableau suivant donne des valeurs de débits mesurés en divers points du bassin.

LIEU	DEBIT INTERANNUUEL (l/s)	DEBIT QUINQUENNAL D'ETIAGE (l/s)
Commerce - Bolbec	150	94
Commerce - Lillebonne	850	550
Ruisseau de la Vallée (source)	170	105
Ruisseau de la Vallée (confluence)	240	195
Commerce (confluence avec la Seine)	1140	710

- Les débits des rivières aussi bien que ceux des sources peuvent varier considérablement selon la succession des régimes pluviométriques annuels. Ainsi, en 1990 par exemple,

* les débits des sources étaient au dessous de leur valeur moyenne à cause d'un important déficit pluviométrique de l'année précédente (1989).

* La courbe générale du débit de la rivière du Commerce était elle-même en diminution progressive et importante depuis l'été 1987, date à laquelle le débit était de 1800 l/s ; il n'était plus, deux ans plus tard que de 600 l/s.

5.3. HYDROGEOLOGIE DU BASSIN DU COMMERCE

5.3.1. Données piézométriques

La carte piézométrique régionale à 1/100 000 et à 1/25 000 donne les indications essentielles sur les conditions hydrogéologiques du bassin du Commerce. *L'élément principal est constitué par l'accident majeur de la Seine qui s'étend du méandre de Notre-Dame de Gravenchon jusqu'à Fécamp en passant par Lillebonne, Bolbec, Mirville...*

- Rôle hydrogéologique de la faille Lillebonne / Fécamp

- Sur une partie de son tracé, *cette grande fracture est la cause de bouleversements importants de la surface piézométrique* : En amont de Bolbec, dans la vallée sèche de Mirville, entre Bolbec et Bréauté, la faille est juste dans l'axe de la vallée ; sur une largeur de 500 m environ, *elle occasionne un abaissement brutal de 40 à 50 m des cotes piézométriques*. Ce phénomène se suit bien, sur 10 km environ.

- Dans la vallée du Commerce, entre Bolbec et Lillebonne, la faille qui passe un peu à l'écart en rive gauche et recoupe les vallées sèches affluentes, ne montre pratiquement pas d'effet perturbateur sur la surface piézométrique. ***Cependant la position de la faille de Lillebonne est matérialisée par la présence d'une ligne de sources de déversement*** dont font partie par exemple, les sources de la Fontaine Murée et du val Horrible.
- Dans cette portion du cours, entre Bolbec et Lillebonne, l'observation des sources révèle l'innocuité de la faille de la Seine :

* La source de la Fontaine Murée est installée sur la faille Lillebonne/Bolbec ; elle capte l'aquifère en amont de la faille, c'est à dire les sables verts et la craie glauconieuse du Cénomaniens.

* De même, la source Auger est considérée comme captant les sables verts du Cénomaniens inférieur qui se trouvent juste en amont de la source, mais bien de l'autre côté de la faille

La source est en effet située dans le compartiment SW abaissé, et les sables verts surmontés de la craie glauconieuse du Cénomaniens sont dans le compartiment NE relevé.

Le fonctionnement décrit pour ces deux sources semble montrer que la faille serait inactive, probablement colmatée à ce niveau et qu'elle ne jouerait aucunement un rôle de barrière hydraulique.

La puissance et la nature lithologique de l'aquifère restent cependant bien différentes de part et d'autre de l'accident de la Seine.

- Piézométrie et gradient hydraulique

- D'une manière générale, ***les courbes piézométriques dessinent les vallées sèches ou humides***. Le gradient hydraulique plus ou moins accentué (isopièzes très resserrées), marque ainsi les secteurs où la nappe est bien drainée. Ainsi, dans la vallée du Puits Maillé qui conflue à Lillebonne, il faut noter un fort gradient hydraulique en amont du Puits Maillé. Ce gradient traduit l'approfondissement brutal de la surface piézométrique (dans cette partie, la vallée est sèche), et probablement l'existence d'une faille secondaire sécante sur l'accident de la Seine.
- Sur la portion de la vallée Bolbec / Lillebonne, ***le gradient hydraulique est relativement doux et progressif en rive gauche. Il est nettement plus prononcé en rive droite***, particulièrement entre la Ferme Saint-Marcel et Lillebonne, au niveau des bois de la côte des Forges qui couvrent les flancs plutôt abrupts des coteaux.

- A son débouché dans la plaine alluviale, *le cours inférieur de la rivière du Commerce est assujéti au dispositif piézométrique et au régime hydraulique de la nappe des alluvions de Seine.*

5.3.2. Description de l'aquifère :

- Influence de la tectonique : Les caractéristiques de l'aquifère sont très différentes selon qu'on se trouve d'un côté de la faille de la Seine ou de l'autre :

- Dans le compartiment NE relevé, l'aquifère est limité au Cénomanién et plus particulièrement à la craie glauconieuse qui peut être réduite à une puissance de 10 mètres. Le plancher de l'aquifère est constitué par les sables verts, et les argiles noires du Gault.
- Dans le compartiment SW abaissé, l'aquifère est constitué de l'ensemble de la série, soit le Sénonien (craie blanche à silex), reposant sur le Turonien (craie grise marneuse), reposant sur le Cénomanién (craie glauconieuse) ; le plancher de l'aquifère correspond également aux sables verts et aux argiles noires du Gault.
Dans ce compartiment, les assises sédimentaires poreuses de l'aquifère peuvent atteindre 80 mètres de puissance comme dans la région de Mirville.

- Influence de la lithologie : Les qualités respectives des différentes assises de l'aquifère sont variables :

- La craie est généralement aquifère, quelle que soit sa position stratigraphique. Cependant, la craie blanche du Sénonien, généralement plus fissurée constitue souvent le meilleur aquifère. La craie grise marneuse du Turonien se révèle relativement imperméable et participe peu à la constitution des réserves aquifères. La craie glauconieuse du Cénomanién constitue un aquifère aux qualités moyennes.
- La nappe de la craie, alimentée par les précipitations, au niveau des plateaux présente des écoulements dirigés vers la vallée du Commerce. On note l'existence de très forts gradients en relation avec la présence de la faille de la Seine, comme cela a déjà été indiqué ; ces forts gradients sont aussi induits par la présence des faciès moins perméables du Cénomanién/Turonien, ou par les pentes topographiques raides.

5.3.3. Relations nappe / rivière :

Les observations ou les déductions issues des études passées en revue dans les trois premiers chapitres de ce rapport ont permis d'établir entre la nappe et les différents ruisseaux, rivières, écoulements, inventoriés dans le bassin, des relations très variables selon les lieux considérés :

- Entre Gruchet-le-Valasse et Lillebonne, **la rivière est déconnectée de la nappe dans la partie amont**, depuis le puits St Antoine (00756X0039) jusqu'à l'aval immédiat du forage de la laiterie (00756X0034).
- Au contraire, dès l'aval du forage de la Laiterie et **sur la majeure partie du cours aval du Commerce, il y a équilibre hydrostatique nappe / rivière**, d'où une plus grande facilité d'échanges.
 - * **dans la partie amont**, la migration des polluants se fait, au travers de la zone non saturée qui constitue un filtre : les polluants peuvent se fixer partiellement.
 - * **dans la partie aval** en revanche, les échanges rapides sont favorisés, puisque la nappe peut alimenter la rivière et inversement, la rivière peut alimenter la nappe, (soit de façon naturelle, soit par formation d'un cône d'appel autour d'un pompage intensif).
- Dans certaines portions de la vallée, **la profondeur de la nappe suggère l'indépendance des écoulements superficiel et souterrain.**
- **Dans le secteur de Gruchet-le-Valasse, la rivière du Commerce est perchée et déconnectée de la nappe qui se situe 6 à 10 m au dessous.** Des traçages colorimétriques ont été réalisés ; ils montrent que la réalimentation se fait par la vallée NW et le plateau St Antoine d'une part, et par une limite de réalimentation à l'est, entre les forages de Gruchet et la rivière.
- La source de la ferme de la "Fontaine Murée" (00756X0096) et la source "Auger" (00756X0086) donnent naissance au ruisseau de la Fontaine Murée. **Ce ruisseau ne communique pas avec la nappe de la craie dont le niveau est alors à 12 m de profondeur.** Il se perd un peu plus loin dans le talus du chemin de fer, à la hauteur de la station du gaz et rejoint la nappe à quelques mètres de profondeur.
- **un peu plus à l'aval, la nappe émerge à nouveau dans le fossé de la route Lillebonne/Bolbec, au niveau du cimetière du Becquet.** Ces faibles écoulements rejoignent ceux provenant du plan d'eau de la propriété Chaumet, pour former le ruisseau des Aulnes.
- **Le ruisseau des Aulnes est l'expression de l'émergence de la nappe** : en effet, le pompage (660 m³ /h) du forage du Becquet (00756X0138), a eu pour résultat d'assécher une partie du cours aval du ruisseau, ainsi que les sources A et B du Becquet. Si l'on ajoute qu' un colorant injecté dans le ruisseau des Aulnes n'a pas été retrouvé dans le forage, les relations sont clairement établies :
 - * **le ruisseau des Aulnes ne réalimente pas systématiquement le forage du Becquet,**

* *ce ruisseau est en communication avec la nappe* ; son assèchement est dû à un faible rabattement du niveau de la nappe, sous l'action du pompage.

- Au niveau de la confluence avec la vallée de la Fontaine Murée, la rivière du Commerce qui coule en pied de flanc droit de la vallée, est perchée à 2 ou 3 m au dessus du niveau du fond de la vallée ; son cours est à 1 m au dessus de celui du ruisseau des Aulnes. *Ceci indique clairement qu'il n'existe pas de relations rivière du Commerce/nappe, pour ce tronçon du cours.*
- Un phénomène d'artésianisme a quelques fois été mis en évidence, signifiant localement le caractère captif de la nappe, donc l'indépendance entre eaux de surface et eaux souterraines. C'est le cas de la source "Auger" à Gruget-le-Valasse, qui se montre légèrement jaillissante.

5.3.4. Caractéristiques des ouvrages, paramètres hydrodynamiques des aquifères

Le tableau ci-dessous réunit l'essentiel des informations relatives aux sources, puits et forages cités dans les documents inventoriés, et localisés sur la carte placée en annexe.

FORAGES N° indice	Commune lieu dit	T m ² /s	S	Débit critique Q m ³ /h	Débit Exploit. Q m ³ /h	Production jour (m ³)	Périmètre Protection	OBS.
75/6X/4 et 5	Gruchet St Marcel	5.10 ⁻²	0,02		140 100	3000 en 1990	Oui - 1978 83/86/87/88	
75/6X/34	Gruchet Chât de Valasse				100	480 en 1976		laiterie de Lillebonne
75/6X/37	Gruchet For. communal							AEP, Forage ancien (1900)
75/6X/39	Gruchet puits du syndicat			120	60 à 100	460 en 1956	oui - 1979	168 500 m ³ en 1967
75/6X/40 à 47	St Nicolas/Taille Radicatel	>5.10 ⁻²	0,01 à 0,				Oui	champ- captant
75/6X/48	Lillebonne Le Mesnil	1,5.10 ⁻²	0,1	90	55	1320 en 1981		For United Carbon Fr.
75/6X/70	Bolbec Source				130		oui - 1979	pH = 7,75
75/6X/86	Gruchet Source Auger				3,5		oui - 1973 puis 1974	
75/6X/138	Lillebonne Le Becquet			> 650	200	2700 en 1990		
75/6X/149	Gruchet St Marcel	5.10 ⁻²	0,02		150	1000	oui - 1988	
75/6X/150	Gruchet laiterie Senoble	4.10 ⁻²	0,02		> 100			
75/6X/151	Lillebonne Font. Murée	8,4.10 ⁻³	0,01	120	110	2800	oui - 1993	Q spécifique 14,4m ³ /h/m
75/7X/04	Lillebonne Puits Maillé				45	600 à 900	oui - 1979	
75/7X/29	Lillebonne Font. Bruyère				100			Q instantané 90 m ³ /h
Sans numéro BSS	Lillebonne port Jérôme	1,5.10 ⁻²	0,01		170	4080		for Air liq.

5.4. VULNERABILITE ET PROTECTION

5.4.1. Vulnérabilité des eaux de nappe

- Utilisation de la méthode des traçages colorimétriques et chimiques :

L'étude réalisée en 1982 par la Compagnie de Prospection Géophysique Française (CPGF) vise à estimer le niveau de vulnérabilité de la nappe de la craie dans le bassin du Commerce. La méthode utilisée est celle des traçages, mis en oeuvre avec deux traceurs différents :

- traçage colorimétrique à la fluorécéine : Après 12 h de mise en route d'un pompage continu de tous les ouvrages, le colorant a été injecté en rivière. La réapparition du traceur en plusieurs points a été observée, jusqu'au retour à l'état initial
- Traçage à l'iodure de potassium : le suivi est identique ; après mise en route des pompes sur tous les ouvrages de contrôle, le traceur chimique a été injecté en rivière et sa réapparition observée dans les différents ouvrages jusqu'au retour à l'état initial.

Pour favoriser les transferts des traceurs, les ouvrages choisis pour contrôle ont été mis en pompage dans les conditions indiquées ci-après :

forage de Saint-Antoine-la-Forêt (AEP) -----> $Q = 100 \text{ m}^3 / \text{h}$
forage de la ferme Saint-Marcel (AEP) -----> $Q = 130 \text{ m}^3 / \text{h}$
forage de la laiterie (eau industrielle) -----> $Q = 20 \text{ m}^3 / \text{h}$
forage du bequet (AEP) -----> $Q = 362 \text{ m}^3 / \text{h}$
forage de Radicatel C1 (AEP) -----> $Q = 420 \text{ m}^3 / \text{h}$

Le 1er traçage colorimétrique a été troublé par des précipitations importantes en cours d'expérimentation ; le second s'est déroulé dans des conditions normales : tous les ouvrages ont réagi nettement à moins de 24 heures après l'injection. Il est important de préciser que le colorant est susceptible d'être fixé par les particules argileuses ou par la matière organique, ce qui risque d'amoindrir les résultats.

Un traçage chimique utilisant de l'iodure de potassium montre une réponse très semblable à celle du traceur coloré ; elle a lieu en moins de 24 heures (on repère l'iode par colorimétrie à la longueur d'onde de 200 Å).

L'interprétation des résultats apporte les commentaires suivants :

- Le taux de dilution de la fluorescéine ne peut être évalué avec précision dans chacun des ouvrages, dans la mesure où ce colorant peut être adsorbé ou se fixer pendant son parcours.
- Avec l'iode, le taux de dilution dans les eaux est plus facile à suivre ; il n'y a pas détournement d'une partie du traceur. *Le taux de dilution est fonction des débits d'exhaure. Les risques peuvent être amoindris en diminuant ce débit d'exhaure.*
- Compte tenu des observations sur chacun des ouvrages, il apparaît que la rivière du Commerce ne connaît pas de pertes ponctuelles caractérisées par faille ou vides karstiques. Les communications semblent réparties sur l'ensemble du cours. Au contraire le ruisseau de la Fontaine Murée se perd dans le réseau karstique et ne rejoint jamais la rivière du Commerce.
- En exploitation intermittente, l'état hydraulique de la nappe correspond à un régime transitoire et les temps de transfert sont de l'ordre de 5 jours.
- Quand un régime pseudo-permanent est atteint, le temps de transfert est alors de l'ordre d'un jour, voire inférieur.

Ainsi la vulnérabilité est particulièrement accrue lorsque la nappe fonctionne en régime semi-permanent, puisque les vitesses de transfert sont elles mêmes activées. L'étude a montré que, en aval du forage de la laiterie Senoble, il existe entre la nappe et la rivière un équilibre hydrostatique qui facilite les échanges nappe/rievière, ce qui accentue la vulnérabilité des eaux souterraines.

- Vulnérabilité liée au karst :

La ressource de la vallée du Commerce est extrêmement fragile à cause de la nature karstique de la craie et des échanges rapides eaux de surface/nappe qui s'effectuent en particulier par l'intermédiaire des bétoires. Les micropolluants agricoles se retrouvent dans les conduits karstiques avec parfois des dépassements des concentrations maximales admissibles (atrazine en particulier). Les teneurs en nitrates restent généralement inférieures à la norme de 50 mg/l.

- Niveau de qualité des eaux de surface :

- L'étude d'opportunité réalisée en juin 1998 dans le cadre du SAGE pour la vallée du Commerce a montré que les niveaux de qualité des eaux de surface du bassin du Commerce étaient mauvais malgré les efforts effectués dans le domaine des stations d'épuration et du traitement individuel des effluents industriels.

- Cette étude indique clairement que la protection des eaux souterraines doit passer par une révision à la hausse de l'objectif minimal de qualité des eaux de surface, fixé à la classe 2 ou 1B.

Au regard de l'existence des relations Nappe/rivière et de la présence d'un karst, la vulnérabilité des eaux souterraines apparaît bien directement liée à la qualité des eaux de surface.

- Données agronomiques (Etude ASTER) :

Le rapport 93 GA 023, établi pour la définition des périmètres de protection du forage de la Fontaine Murée (75/6X/151), dispose en annexe, d'une étude agronomique et d'une étude d'environnement agricole complémentaires.

- L'étude agronomique s'attache à définir les types de sols, l'occupation et l'usage, les épaisseurs, les risques et la sensibilité ; elle produit une carte des pédopaysages et une carte d'occupation des sols. Ces documents concourent évidemment à la localisation de secteurs de vulnérabilité de la nappe.
- L'étude d'environnement agricole réalise la localisation des divers sites constituant des points de pollution ; 20 points sont répertoriés : labours (infiltration d'engrais et de produits phytosanitaires), tas de fumier, stabulations (ou étables, exploitations agricoles), tas de ferrailles, stockage de boues de station d'épuration, épandage de ces boues... Environ 2/3 de ces sites sont situés dans la moitié amont du bassin, dans le périmètre de protection éloignée du forage de la Fontaine Murée (75/6X/151).
- Les sites ainsi identifiés représentent des zones de vulnérabilité pour les eaux souterraines. Des propositions de protection destinées à diminuer la vulnérabilité sont proposées par le rédacteur, dans plusieurs domaines.

- * lutte contre l'érosion et le ravinement,
- * lutte contre les fuites en nitrates dans les terres cultivées,
- * lutte pour le confinement des stockages de déjections animales, l'étanchéité des bâtiments d'élevage,
- * lutte pour le respect des règlements concernant le stockage et l'épandage des boues des stations d'épuration.

- Cartes de vulnérabilité de la nappe de la craie de Seine-Maritime (1979) :

- Un atlas des cartes de vulnérabilité de la nappe a été conçu en 1979 ; les cartes, à l'échelle du 1/50 000, précisent la position de tous les éléments déterminants relatifs à la vulnérabilité des eaux souterraines :

- * points d'eau de toutes natures,
- * principales activités industrielles et agricoles,
- * éléments naturels connus susceptibles de conduire des pollutions (bétoires, marnières, carrières...)
- * éléments déterminants de géologie et d'hydrogéologie tels que,

les failles

les limites des bassins versants souterrains,

les directions d'écoulements souterrains en tous points des bassins
(trajets des pollutions éventuelles)

- Il est bon de rappeler que cet atlas de vulnérabilité a maintenant plus de 10 ans, et qu'il n'est donc pas à jour en ce qui concerne les ouvrages d'exploitation d'eau ni les activités industrielles et agricoles.
- En revanche, toutes les informations à caractère naturaliste restent valables, relativement complètes et toujours utilisables. *Ce sont les éléments essentiels de l'interprétation de la vulnérabilité et de la propagation éventuelle d'une pollution ciblée.*

5.4.2. Périmètres de protection

Dans la vallée du Commerce, de nombreux ouvrages destinés à la production AEP disposent de périmètres de protection. C'est le cas des ouvrages suivants pour lesquels les rapports des hydrogéologues agréés ont été examinés.

La présentation des ouvrages est chronologique (les deux premiers chiffres désignant le rapport correspondent toujours à l'année de publication de l'expertise instituant les périmètres de protection).

Nom de l'ouvrage : La source "Auger"

références du rapport ---> 73 / 129 / PNO
commune d'implantation ---> Gruchet-le-Valasse
numérotation nationale BSS ---> 75 / 6X / 86
observations, remarques ---> Projet de distribution publique de l'eau

Nom de l'ouvrage : Captage de la Fontaine-Bruyère

références du rapport ---> 75 / 145 / PNO (Note)
commune d'implantation ---> Lillebonne
numérotation nationale BSS ---> 75 / 7X / 29
observations, remarques ---> révision d'un périmètre ancien

Nom de l'ouvrage : Forages de la ferme Saint-Marcel

références du rapport ---> 78 / 91 / PNO (Note)
commune d'implantation ---> Gruchet-le-Valasse
numérotation nationale BSS ---> 75 / 6X / 4 et 5
observations, remarques --->

Nom de l'ouvrage : Forage du hameau du Becquet

références du rapport ---> 79 / 124 / PNO (Note)
commune d'implantation ---> Lillebonne
numérotation nationale BSS ---> 75 / 6X / 138
observations, remarques --->

Nom de l'ouvrage : Puits de Gruchet-le-Valasse

références du rapport ---> 79 / 183 / HNO (Note)
commune d'implantation ---> Gruchet-le-Valasse
numérotation nationale BSS ---> 75 / 6X / 39
observations, remarques ---> Alimente le syndicat de St Antoine la Forêt

Nom de l'ouvrage : La source de Bolbec

références du rapport ---> 79 / 184 / HNO (Note)
commune d'implantation ---> Bolbec
numérotation nationale BSS ---> 75 / 6X / 70
observations, remarques --->

Nom de l'ouvrage : Forage du puits Maillé

références du rapport ---> 79 / 193 / HNO (Note)
commune d'implantation ---> Lillebonne
numérotation nationale BSS ---> 75 / 7X / 4
observations, remarques ---> Alimente le syndicat de Bolbec / La Frenaye

Nom de l'ouvrage : Forages de la ferme Saint-Marcel

références du rapport ---> 86 / GA / 23
commune d'implantation ---> Gruchet-le-Valasse
numérotation nationale BSS ---> 75 / 6X / 4 et 5
observations, remarques ---> Additif au rapport 78 / 91 / PNO

Nom de l'ouvrage : 3 ème Forage de la ferme Saint-Marcel

références du rapport ---> 88 / GA / 004
commune d'implantation ---> Gruchet-le-Valasse
numérotation nationale BSS ---> 75 / 6X / 149
observations, remarques ---> Actualisation des périmètres 75 / 6X / 4 et 5

Nom de l'ouvrage : Forage de la Fontaine Murée

références du rapport ---> 92 / GA / 30 et 93 / GA / 23
commune d'implantation ---> Lillebonne
numérotation nationale BSS ---> 75 / 6X / 151
observations, remarques ---> deux rapports pour cet ouvrage

Nom de l'ouvrage : La source "Auger"

références du rapport	---> 94 / GA / 12
commune d'implantation	---> Gruchet-le-Valasse
numérotation nationale BSS	---> 75 / 6X / 86
observations, remarques	---> Actualisation du rapport 73 / 129 / PNO

5.5. GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE

Depuis longtemps, la gestion de la ressource a préoccupé les utilisateurs. L'essentiel du problème de gestion consiste dans la recherche de l'adéquation entre les besoins et les ressources connues disponibles. C'est cet aspect qui a été le plus souvent l'objet d'études dont quelques-unes ont été analysées dans le chapitre 4.

La gestion des eaux souterraines comporte également la recherche de la qualité, c'est à dire la protection, la prévention des pollutions, le contrôle et le traitement des effluents...

- Etude hydrogéologique préliminaire : Recherche de sites favorables pour l'adduction en eau potable de la ville de Lillebonne (90 / HNO / 30)

Réalisée en 1990, cette étude est un bon exemple récent du souci de gestion des eaux souterraines, qui anime les collectivités utilisatrices.

Etant dans la nécessité de trouver de nouvelles ressources, la ville de Lillebonne engage une étude destinée à sélectionner un site de recherche parmi plusieurs sites déjà reconnus comme étant favorables.

Chacun des sites potentiels est examiné au regard de trois critères principaux, la quantité, la qualité et la proximité des installations déjà existantes, c'est à dire le captage du Becquet et celui de la Fontaine Bruyère. Quatre zones de recherche ont été individualisées :

- zone 1 : vallée du Commerce, à l'amont de Lillebonne, à proximité du forage du Becquet.

** La productivité de cette zone est estimée à 20 000 m³ /j ; elle peut donc encore fournir un apport complémentaire substantiel.*

** Dans cette zone 1, un site désigné présente l'avantage d'être tout proche du captage du Becquet, principale ressource en exploitation.*

- zone 2 : vallée sèche de la Fontaine Bruyère, proche du captage du même nom, à l'est de Lillebonne.

* La capacité de production de cette zone est estimée à 2 000 m³ /j ; elle est pratiquement atteinte avec 1 400 m³ /j pompés par divers ouvrages AEP ou industriels.

* La zone 2 ne semble pas susceptible de fournir des ressources nouvelles.

- zone 3 : vallée de la Fontaine Murée, au nord de Lillebonne.

* A l'est de la faille de Lillebonne, dans le compartiment surélevé, une simulation ISAPE montre qu'un seul ouvrage à 100 m³ /h est envisageable, compte tenu de la faible puissance de l'aquifère, et de son alimentation modeste.

* Il n'existe pas de prévision de productivité pour cette zone.

- zone 4 : nouveau site du val Horrible au nord-est du hameau du Becquet.

* Pour cette zone, un site positionné à 900 m du forage du Becquet, à proximité d'une faille secondaire, promet, grâce à une simulation, une ressource de 2000 m³ /j.

Au regard des problèmes de productivité, de qualité, de proximité, c'est le site du Val Horrible qui présente le plus grand nombre d'avantages. Une campagne de mesures géophysiques et de sondages destructifs a été programmée pour définir la productivité, l'implantation et le dimensionnement des ouvrages définitifs.

- Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux dans la vallée du Commerce (Etude d'opportunité ---> 98 / OUV / 005)

L'élaboration d'un SAGE est de nature à apporter aux problèmes de l'eau les solutions hydrologiques et économiques les plus cohérentes, dans le but de satisfaire les besoins de tous de façon équilibrée et durable. Il y a lieu de concilier la conservation du milieu naturel, en harmonie avec le développement économique et urbain du bassin. ***Ces préoccupations sont pleinement de l'ordre de la gestion des eaux souterraines, ainsi d'ailleurs que l'appellation de SAGE l'indique clairement.***

- C'est au sein d'un SDAGE que s'élabore un SAGE comme celui de la vallée du Commerce. Le SDAGE est un outil d'aménagement du territoire qui vise à une gestion équilibrée demandée par la loi sur l'eau. Il appartient au SDAGE de déterminer les périmètres qui peuvent faire l'objet d'un SAGE, c'est à dire les cadres de réalisation optimale de ces schémas, s'appuyant en premier lieu sur une cohérence hydrographique (selon l'article 5 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992).
- La Commission Locale de l'Eau (CLE) est chargée de l'élaboration et du suivi du SAGE, mais non de son exécution qui est du ressort des maîtres d'ouvrage

existants. La CLE constitue l'assemblée des usagers du bassin ; elle est composée de 3 collèges, et placée sous la présidence d'un élu local.

- Le SDAGE de Haute-Normandie prévoit expressément un SAGE de la vallée du Commerce, prenant en compte les problèmes locaux essentiels :
 - * réduction des pollutions domestiques et industrielles,
 - * importance de l'érosion des sols et des inondations par ruissellement,
 - * fonctionnement défectueux des réseaux d'eaux usées et des réseaux pluviaux,
 - * protection insuffisante des ressources en eaux potables,
 - * qualité des eaux, très dégradée.

- Pour assurer la gestion des eaux souterraines et rechercher des solutions à ces problèmes locaux, Le SAGE de la vallée du Commerce a fixé les objectifs suivants :
 - * répartir l'eau entre les différents usages,
 - * fixer les objectifs de qualité à atteindre dans un délai donné,
 - * identifier et protéger les milieux aquatiques sensibles,
 - * définir des actions de développement et de protection des ressources en eau,
 - * proposer des actions pour lutter contre les inondations.

Des solutions à quelques-uns des problèmes évoqués peuvent être avancées par les acteurs du SAGE, en particulier en ce qui concerne l'assainissement des eaux usées, et les inondations :

- Plusieurs réseaux d'assainissement équipent la vallée, mais ils ne sont pas toujours séparatifs : il existe 7 stations d'épuration et 2 lagunages naturels sur le territoire du bassin versant du Commerce.

- Certaines stations traitent également les rejets industriels, ce qui compromet le fonctionnement de la station d'épuration quand le réseau est unitaire comme à La Frenaye, sur le plateau, où des produits toxiques industriels empêchent le fonctionnement biologique normal de la station.

- Pour les rejets de Bolbec, une conduite de réhabilitation permettrait l'amélioration du niveau de qualité des eaux de surface en rivière.

- La Seine est à l'origine des inondations importantes de 1910, 1958, 1970 et 1995 ($Q > 2000 \text{ m}^3 / \text{s}$). Dans la vallée du Commerce, les inondations sont souvent le résultat de pluies orageuses locales provoquant des ruissellements excessifs, générateurs d'inondations.

- Une parade à ces ruissellements peut être trouvée par la création de bassins d'orage, de barrages de dérivation, par le recalibrage et l'entretien des fossés d'écoulement (en particulier aux passages sous les routes), par la replantation des haies et des bosquets propres à réguler l'infiltration...

Actuellement, 8 captages assurent la distribution AEP pour 5 syndicats intercommunaux et 2 communes. Parmi ces captages, 5 ont fait l'objet d'une DUP. Les syndicats d'eau intervenant sur le secteur sont au nombre de 6 et les communes de Lillebonne et Notre-Dame de Gravenchon assurent elles-mêmes la gestion de l'eau sur leur territoire.

La vallée du Commerce dispose aujourd'hui d'eau potable en quantité et qualité suffisantes, bien que les ressources restent vulnérables à la turbidité, aux nitrates, aux produits phytosanitaires et aux inter-communications nappe/rivière. La qualité doit être impérativement surveillée et si possible améliorée, en particulier le niveau de qualité des eaux de surface dont l'objectif doit être relevé au niveau 1B (qualité acceptable)

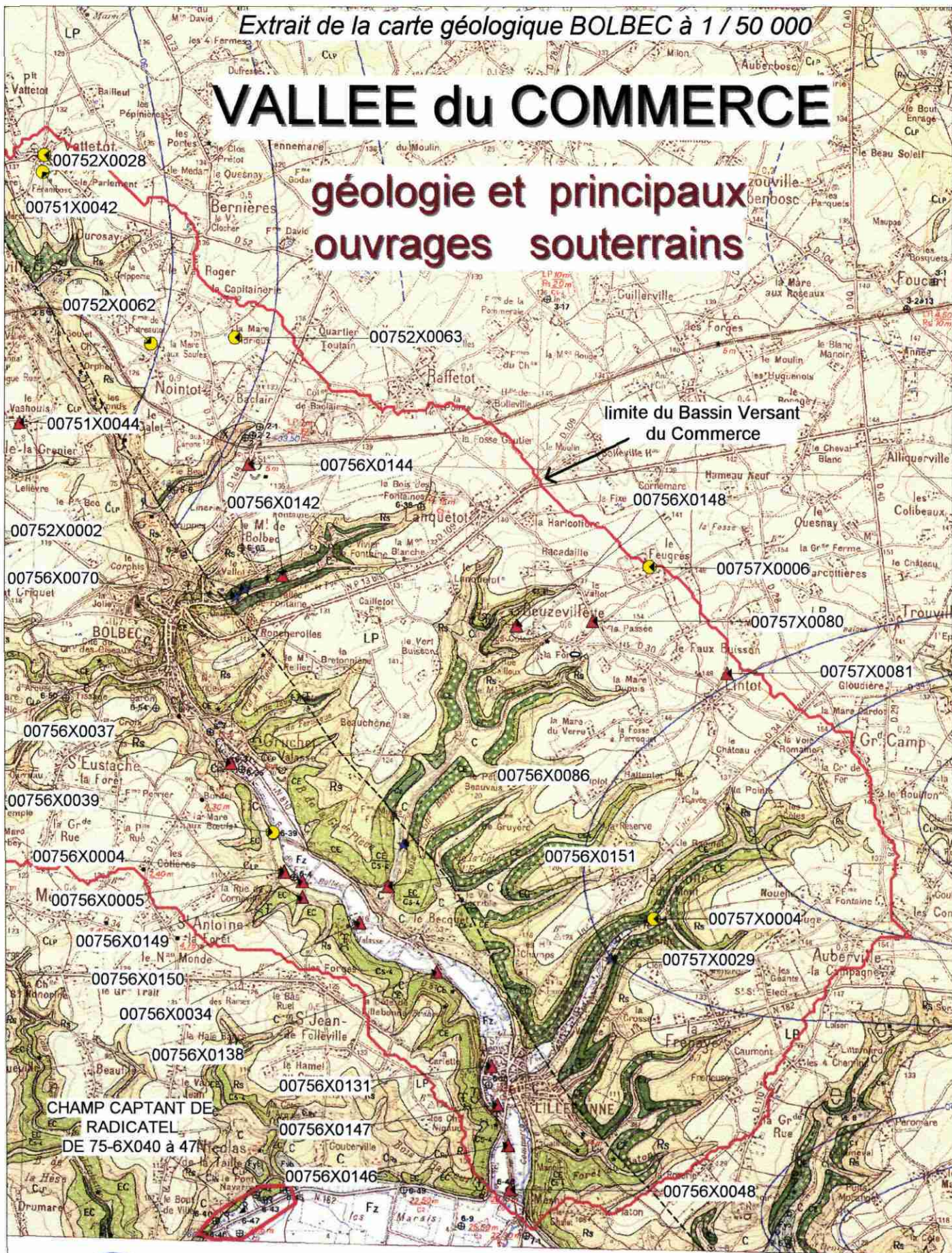
Les orientations du SAGE prévoient la réalisation d'un bilan quantitatif (bilan hydrique), et qualitatif, de la ressource en eau disponible dans le bassin du Commerce.

ANNEXES

Extrait de la carte géologique BOLBEC à 1 / 50 000

VALLEE du COMMERCE

géologie et principaux ouvrages souterrains



2 kilomètres

VALLEE du COMMERCE

- ▲ FORAGE (23)
- PUIITS (10)
- ★ SOURCE (4)

BIBLIOGRAPHIE

*Liste des ouvrages
concernant la vallée du Commerce,
figurant dans cette synthèse,
classés par thèmes.*

1 - Ouvrages concernant la ressource et sa mise en exploitation :

72 44 PNO (Note) [M. Tirat]: Ville de Lillebonne - Implantation d'un nouveau forage d'AEP dans la vallée de la rivière du Commerce.

77 SGN 441 PNO [P. de la Quérière]: Ressources en eau de la vallée du Commerce - Compte rendu des travaux sur les sites 2 et 7 - Pompage d'essai sur le site 7.

87 HNO 019 [P. de la Quérière]: Réalisation d'un 3ème forage pour le syndicat d'AEP de Bolbec/Gruchet-le Valasse, au lieu dit la ferme St Marcel - Etude préliminaire d'implantation.

88 HNO 004 [P. de la Quérière et Y Génin]: Alimentation en eau potable du syndicat de Bolbec - Gruchet-le-Valasse - Réalisation du forage F3 de la ferme St Marcel (75 / 6X / 149), à Gruchet-le Valasse (Seine Maritime).

88 SGN 603 HNO [P. de la Quérière et M. Peckre]: Gruchet-le-Valasse - Implantation et approvisionnement en eau de la laiterie Senoble.

90 HNO 018 / Note [P. de la Quérière]: Société Air Liquide - Réalisation d'un forage de lutte contre l'incendie - Etude hydrogéologique préliminaire en vue d'obtenir l'autorisation préfectorale en application du décret 73 200.

90 HNO 030 [G. Rico et H. Fay de Lestrac]: Etude hydrogéologique préliminaire - Recherche de sites favorables pour l'adduction en eau potable de la ville de Lillebonne.

90 HNO 120 [H. Fay de Lestrac] : Ville de Lillebonne - Forage du Mesnil - Etude de productivité.

91 HNO 123 [H. Fay de Lestrac, collaboration H. Favin et J.B. Mansas] : Ville de Lillebonne - Reconnaissance géophysique dans la vallée de la Fontaine Murée.

92 HNO 065 [H. Fay de Lestrac] : Ville de Lillebonne - Réalisation d'un forage de reconnaissance pour l'alimentation en eau potable - Vallée de la Fontaine Murée, sur la commune de Gruchet-le-Valasse.

2 - Ouvrages concernant la vulnérabilité :

82 OUV 49 [étude CPGF - février 1982] : Etude sur la vulnérabilité de la nappe de la craie dans la vallée du Commerce.

3 - Ouvrages concernant les périmètres de protection :

75 145 PNO (Note) [J.C. Roux] : Révision des périmètres de protection du captage AEP de la Fontaine Bruyère (75/7x/029), à Lillebonne.

78 91 PNO (Note) [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable - Définition des périmètres de protection des forages de la ferme St Marcel à Gruchet-le-Valasse (Expertise d'hydrogéologue agréé).

79 124 PNO (Note) [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable de la ville de Lillebonne - Définition des périmètres de protection du Forage du Becquet (75 / 6x / 138)

79 183 HNO (Note) [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable des syndicats d'AEP de St Antoine-la-Forêt et Manneville-la-Goupil - Définition des périmètres de protection du puits de Gruchet-le-Valasse (75 /6x /039).

79 184 HNO (Note) [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable de Bolbec - Définition des périmètres de protection de la source de Bolbec (75/6x/70).

79 193 HNO (Note) [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable des syndicats de Bolbec et de la Frenaye - Définition des périmètres de protection du puits Maillé (75/7x/004), sur la commune de Lillebonne - Expertise du géologue agréé.

86 GA 023 [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable du syndicat de Bolbec/Gruchet-le-Valasse - Périmètres de protection des forages de la ferme St Marcel à Gruchet-le-Valasse (75 / 6x / 4 et 5) - Additif au rapport PNO 78 / 91.

88 GA 004 [P. de la Quérière] : Alimentation en eau potable du syndicat de Bolbec / Gruchet-le-Valasse - Définition des périmètres de protection du nouveau forage F3 (75/6x//149), et actualisation des périmètres des forages F1 (75/6x/004) et F2 (75/6x/005), de la ferme St Marcel à Gruchet-le-Valasse : Avis de l'hydrogéologue agréé.

92 GA 030 [P. de la Quérière] : Ville de Lillebonne - Alimentation en eau potable - Définition des périmètres de protection du forage 75/6x/151 de la Fontaine Murée.

93 GA 023 [P. de la Quérière] : Ville de Lillebonne - Alimentation en eau potable - Définition des périmètres de protection du forage 75 / 6x / 151 de la Fontaine Murée.

94 GA 012 [P. de la Quérière] : Source Auger à Gruchet-le-Valasse (75 / 6x / 086) - Définition des périmètres de protection - Actualisation du rapport PNO / 73 / 129.

4 - Ouvrages concernant la gestion de la ressource :

73 129 PNO [J.C. Roux] : Projet de distribution publique d'eau de la source Auger à Gruchet-le-Valasse - Expertise géologique officielle.

73 SGN 124 PNO [P. de la Quérière] : Syndicat mixte d'expansion de la vallée du Commerce - Bassin de la rivière du Commerce - Etude prospective et perspective d'exploitation des ressources en eaux souterraines dans le cadre du schéma d'aménagement et d'urbanisme.

98 OUV 005 - juin 1998 -[Service de l'aménagement du territoire - Bureau de l'environnement] : SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux), Vallée du Commerce ; étude d'opportunité.

B.R.G.M.
31. MAR. 1999
BIBLIOTHÈQUE

BRGM
SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL
Service Géologique Régional Haute-Normandie
10 rue Sakharov - Parc de la Vatine. 76130 MONT-SAINT-AIGNAN. Tél : 02.35.60.12.00.