

Leslie Matabon.
Licence professionnelle Gestion des Ressources et Production d'Eau :Option B,
Promotion 2004/2005.

Evolution, depuis les dernières décennies, des ressources destinées à l'alimentation en eau potable en Basse-Normandie.



Je tiens à remercier Raphaël TRACOL pour m'avoir accueillie au service Santé Environnement de la DRASS de Basse Normandie et m'avoir guidé pendant ce stage.

Mes remerciements s'adressent aussi aux autres membres du service pour le temps qu'ils m'ont consacré. Particulièrement, Lionel QUIRIE, qui m'a expliqué le fonctionnement du SIG et m'a aidé pour la présentation de mes cartes. Ainsi que Michel PARIS et Stéphane RABAROT qui m'ont conseillée pour la réalisation du rapport.

Enfin je remercie les membres des services Santé Environnement des DDASS, pour les toutes données et les explications qu'ils m'ont fournies sur les captages :

- Sylvie KERBOUL et Pierre CHAMPOD de la DDASS du Calvados,
- Jean BODIN de la DDASS de la Manche,
- Véronique LUCAS et Christian GRENECHE de la DDASS de l'Orne.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....	2
1) <i>Le Ministère chargé de la Santé.....</i>	2
2) <i>La DRASS et les DDASS</i>	2
3) <i>Les services Santé Environnement</i>	2
4) <i>Au niveau de l'eau potable : le contrôle sanitaire</i>	3
5) <i>La base de donnée SISE-EAUX.....</i>	3
I – LE CONTEXTE DE L'ETUDE.....	4
1) L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE EN BASSE NORMANDIE	4
A - <i>Les captages.....</i>	4
B - <i>La distribution.....</i>	4
2) CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE EN BASSE-NORMANDIE	5
A - <i>A l'ouest, le massif ancien d'Armorique</i>	5
B - <i>A l'est, les terrains sédimentaires du Bassin Parisien</i>	6
C - <i>Les terrains quaternaires et néogènes de l'isthme du Cotentin.....</i>	8
3) LES MASSES D'EAUX	8
4) DEBITS DES RESSOURCES SOUTERRAINES.....	8
II ETUDE DES ABANDONS DE CAPTAGES EN BASSE NORMANDIE.....	9
1) METHODOLOGIE, RECUEIL DES DONNEES (ENQUETE AUPRES DES DDASS)	9
2) RESULTATS	9
A - <i>Le nombre de captages abandonnés</i>	9
B - <i>L'évolution des abandons.....</i>	10
C - <i>Les causes d'abandon.....</i>	11
D - <i>Les motifs de qualité.....</i>	12
III - APPRECIATION DE L'EVOLUTION DE LA QUALITE DES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES (EVOLUTION DU PARAMETRE NITRATE)	14
1) LE NITRATE	14
2) MISE EN ŒUVRE, METHODOLOGIE.....	15
A - <i>Recueil des données</i>	15
B - <i>Exploitation des résultats.....</i>	16
C - <i>Limites de l'exploitation</i>	16
3) RESULTATS	18
A - <i>Les aquifères du socle.....</i>	18
B - <i>L'aquifère du Trias</i>	19
C - <i>La masse d'eau du Bajo-bathonien</i>	22
D - <i>Les masses d'eau de la craie</i>	24
E - <i>L'isthme du cotentin.....</i>	26
4) CONCLUSIONS SUR L'EVOLUTION DES NITRATES DANS LES AQUIFERES.....	28
CONCLUSION	30

INTRODUCTION

En France, il faudra attendre la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle pour accéder à une desserte en eau de qualité dans les grandes villes et notamment Paris. Celle-ci liée au développement des sciences et des techniques (machines à vapeur puis électricité) va progressivement se substituer au porteur d'eau des villes puisant une ressource de qualité douteuse, vecteur de nombreuses maladies, à partir de rivières, puits ou fontaines proches.

Beaucoup d'immeubles parisiens possèdent l'eau courante « à tous les étages » dès la fin du XIX^{ème} siècle. En 1900, un examen microscopique caractérisant la qualité de l'eau est rendu obligatoire. Pendant cette période, les techniques de traitement de l'eau s'améliorent avec notamment la filtration sur sable et l'utilisation de produits désinfectant tels que les dérivés chlorés puis l'ozone.

En 1930, moins d'une commune sur quatre possède un réseau de distribution à domicile. En 1945, 70 % des communes rurales ne sont toujours pas desservies. En moins de 40 ans le réseau s'est considérablement développé puisqu'à la fin des années 1980, la quasi totalité des habitants bénéficient de l'eau courante à domicile.

Toute cette période a permis une large évolution dans la distribution publique de l'eau aussi bien du point de vue quantitatif que qualitatif. En effet, les normes de potabilité sont devenues de plus en plus strictes et les besoins de la population ont largement cru. Afin de répondre à ces nouvelles exigences, il a fallu rechercher et mettre en œuvre de nouvelles ressources et parfois en abandonner d'autres qui n'étaient plus conformes aux nouvelles contraintes sanitaires. Un traitement de plus en plus poussé a permis aux eaux distribuées de mieux respecter les normes. Des contrôles de plus en plus fréquents et complets ont été mis en place.

En France, les eaux souterraines sont particulièrement exploitées (62% de l'alimentation en eau potable) car elles présentent beaucoup d'avantages (disponibilité, qualité, protection vis-à-vis des pollutions, des aléas climatiques, ...). Elles constituent un patrimoine essentiel pour les générations futures, compte tenu des ressources qu'elles représentent, aussi bien du point de vue quantitatif que qualitatif. Cependant ces dernières subissent des évolutions dans le temps, et notamment sur le plan de la qualité.

Aujourd'hui, la protection de la santé publique impose le suivi de la qualité des eaux de consommation, depuis le point de captage jusqu'au robinet du consommateur. Dans chaque département, le contrôle réglementaire relevant de la compétence de l'état est exercé par la DDASS¹. Ce suivi ne concerne que les captages exploités. Très souvent, dès lors qu'un captage est abandonné, il n'est plus contrôlé. Un suivi de l'évolution se doit tenir compte des abandons de captages qui ont eu lieu.

L'objectif de l'étude est de présenter l'évolution de la ressource en eau de Basse Normandie, au travers de 2 aspects. D'une part, le paramètre nitrate, très soluble, se retrouve facilement dans les aquifères et l'évolution de sa teneur a été étudiée au sein de chacun d'eux. D'autre part, les abandons de captages ont été recensés sur la région, ainsi que les raisons de ces abandons.

Cette étude a été réalisée en exploitant les données des DDASS récoltées depuis les dernières décennies.

En premier lieu, nous présenterons le contexte de l'étude, avec un état des lieux des structures actuelles gérant l'eau potable, ainsi que la description de l'hydrogéologie en Basse Normandie.

Ensuite, nous aborderons partiellement l'évolution des structures, par le biais du suivi des abandons de captages en Basse Normandie.

Enfin, nous présenterons une approche de l'évolution de la qualité des eaux souterraines, au travers du paramètre nitrate.

Présentation de la structure d'accueil

1) Le Ministère chargé de la Santé

Son objectif est de faire en sorte que les populations atteignent le meilleur état de santé compte tenu des connaissances scientifiques, techniques et des savoirs faire disponibles, tout en prenant en considération les données sociaux économiques du moment.

Pour cela deux types d'actions doivent être conduites :

- des actions de type curatif à court terme (par l'intermédiaire du système de soins : hôpitaux, médecins, médicaments,...)
- des actions de type préventif à plus long terme (par l'intermédiaire de la prévention médicale, l'éducation sanitaire, ainsi que la prévention environnementale).

2) La DRASS² et les DDASS

La DRASS et les DDASS sont des services déconcentrés du Ministère des Affaires Sociales, du Travail et de la Solidarité et du Ministère de la Santé, de la Famille et des Personnes Handicapées. Elles agissent respectivement sous l'autorité, du Préfet de région, et des Préfets de département.

Leurs missions s'articulent autour de trois pôles essentiels :

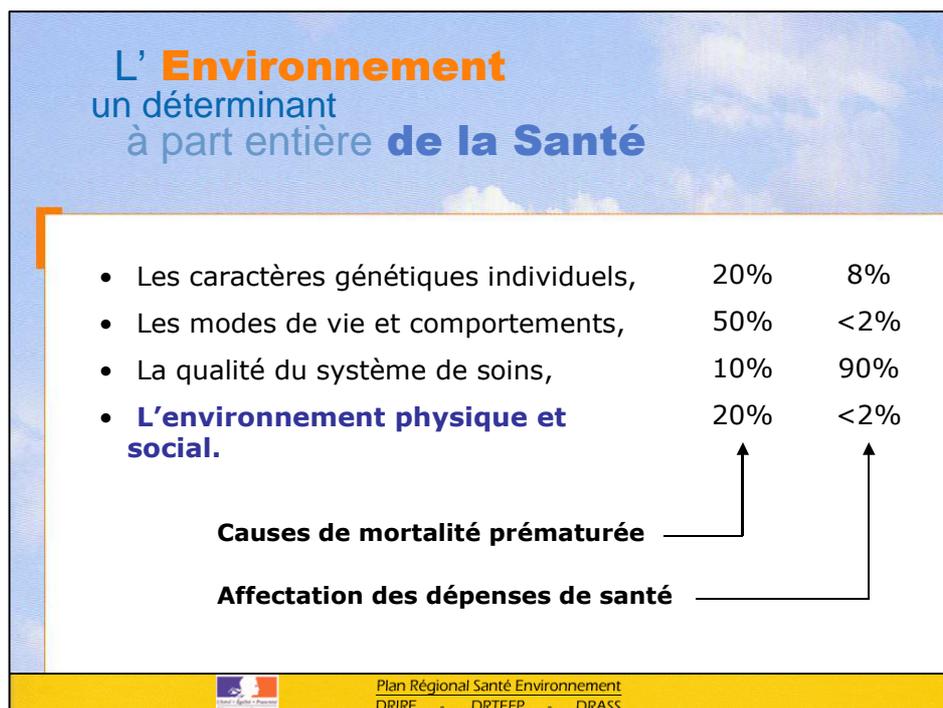
- la santé
- la cohésion sociale et le développement social
- la protection sociale

Elles assurent la mise en œuvre des politiques nationales, la définition et l'animation des actions régionales et départementales dans le domaine sanitaire, social et médico-social.

La DRASS exerce ses compétences directement ou en relation avec les DDASS. Elle veille à l'efficacité ainsi qu'à la cohérence des actions au niveau régional.

3) Les services Santé Environnement

Les services santé environnement des DDASS et DRASS sont chargés du contrôle administratif et technique des règles d'hygiène. L'environnement est un des quatre déterminants de la santé des populations (Cf. schéma ci-dessous établi à partir de données nord-américaines).



En effet, l'homme agit sur son environnement au travers des activités, des aménagements et des comportements. Et réciproquement, l'environnement agit sur l'homme au travers des biens publics (ressources), des biens de consommations et du cadre de vie.

La gestion de cette interaction s'effectue en mettant en relation en contrôlant l'état de populations en même temps que celui des milieux.

Ainsi le travail des services Santé Environnement peut se répartir en 3 pôles d'activités :

- L'eau et les aliments : qualité des eaux de consommation, qualité des eaux de baignade, sécurité sanitaire des aliments,
- Les espaces clos : qualité de l'air intérieur, qualité de l'habitat, nuisances sonores,
- L'environnement extérieur : qualité de l'air extérieur, protection de la ressource en eau, impact des activités humaines.

4) Au niveau de l'eau potable : le contrôle sanitaire

Les services Santé Environnement des DDASS mettent en œuvre le contrôle sanitaire des eaux sur la base des dispositions fixées par le code de la santé publique.

Les dispositions réglementaires en matière de contrôle sanitaire des eaux ont récemment évolué. En effet, le Code de la santé publique, en ses articles R. 1321-1 à R. 1321-66, transposant la directive 98/83/CE du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, a modifié les dispositions antérieures fixées par le décret n° 89-3 modifié du 3 janvier 1989.

En Basse-Normandie, les prélèvements sont effectués par les agents de la DDASS dans le département de la Manche et par des agents de laboratoires pour les départements du Calvados et de l'Orne. Les échantillons d'eau sont analysés dans des laboratoires agréés par le Ministère chargé de la Santé.

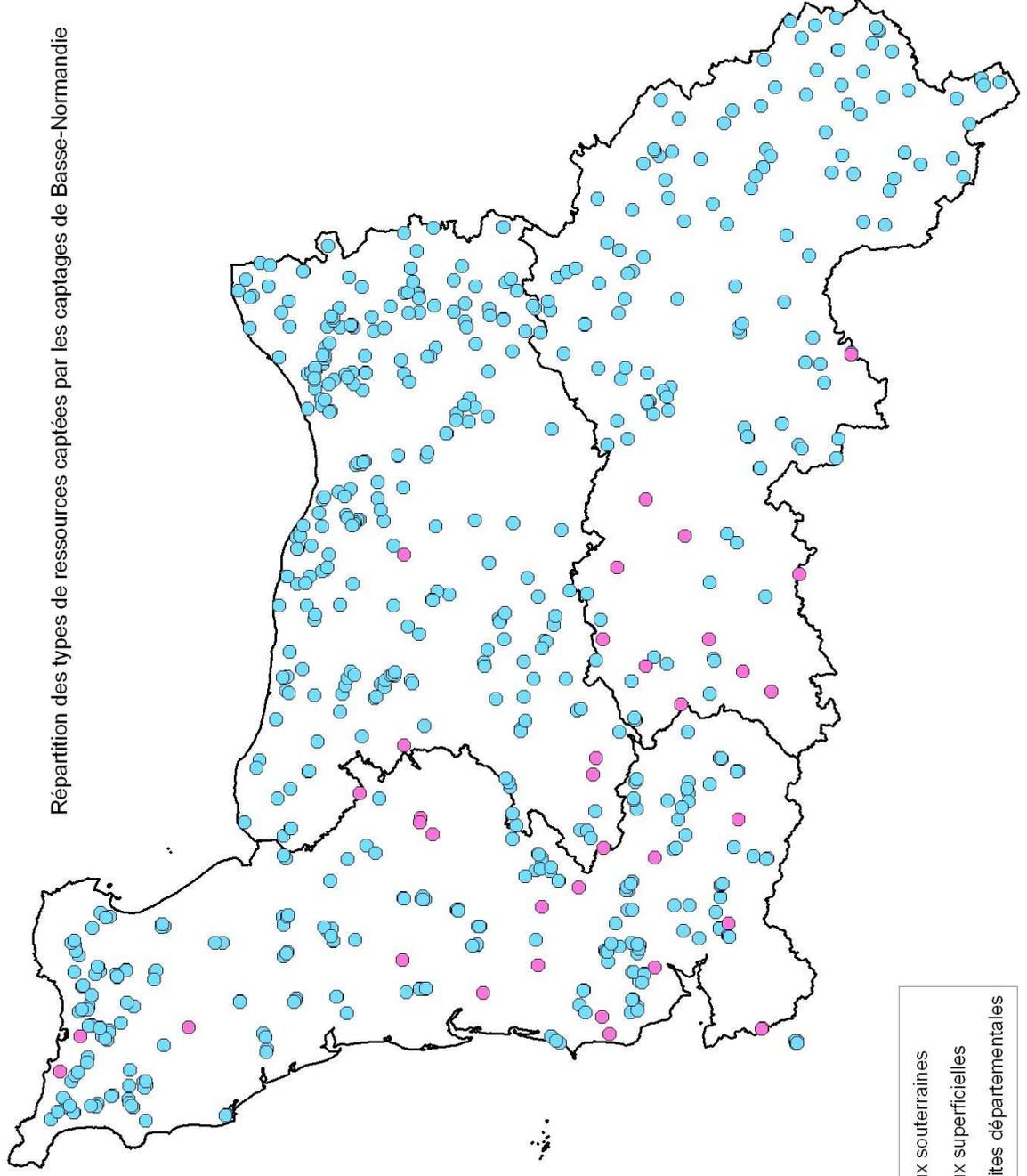
5) La base de donnée SISE-EAUX

L'ensemble des résultats d'analyses réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire alimente la base de données nationale SISE-EAUX³ du ministère de la Santé. Ce dispositif informatique permet d'exploiter, aux échelons départemental, régional et national, l'ensemble des données relatives à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

L'étude qui va suivre se base en grande partie sur l'exploitation de cette base de données que la DRASS peut consulter à partir du logiciel Business Objet.



Répartition des types de ressources captées par les captages de Basse-Normandie



-  Eaux souterraines
-  Eaux superficielles
-  Limites départementales

20 Kilomètres



I – Le contexte de l'étude

1) L'alimentation en eau potable en Basse Normandie

A - Les captages

Les ressources en eaux (841 captages⁴) qui alimentent les réseaux de Basse Normandie sont principalement d'origine souterraine (802).

	Calvados	Manche	Orne	Total: Basse Normandie
Eaux souterraines	339	291	172	802
Eaux superficielles	6	21	12	39
Total	345	312	184	841

La répartition des ressources captées en Basse Normandie aussi est présentée sur une carte ci-contre.

Les eaux superficielles sont majoritairement captées dans le sud-ouest de la Basse Normandie. Elles sont utilisées lorsque les ressources souterraines sont insuffisantes. Les eaux superficielles nécessitent de mettre en oeuvre des traitements physico-chimiques complets avant distribution.

Les 39 captages d'eau superficielle (soit 4,6% des captages) sont des ressources en eaux importantes puisqu'elles alimentent environ un quart (25.9%) de la population bas normande.

B - La distribution

Les 1 433 055 habitants des 1814 communes de Basse Normandie sont alimentés en eau potable à partir des 747 unités de distribution⁵.

Population desservie par unité de distribution	Nombre d'unités de distribution concernées	Pourcentage	Population totale desservie	Pourcentage
0-500	279	37,3%	57 640	4,0%
500-2000	276	36,9%	302 745	21,1%
2000-5000	129	17,3%	409 079	28,5%
5000-10000	42	5,6%	292 109	20,4%
10000-30000	20	2,7%	329 164	23,0%
>30000	1	0,1%	42 318	3,0%
TOTAL	747	100,0%	1 433 055	100,0%

Ces dernières sont assez inégalement réparties :

- En milieu rural, souvent de petite taille, elles approvisionnent des zones ne regroupant souvent que peu d'habitants (moins de 500). Ainsi 37.7 % des unités de distribution n'approvisionnent au total que 4 % de la population.
- En milieu urbain, inversement, 8,5 % des unités de distribution approvisionnent au total 47% de la population.

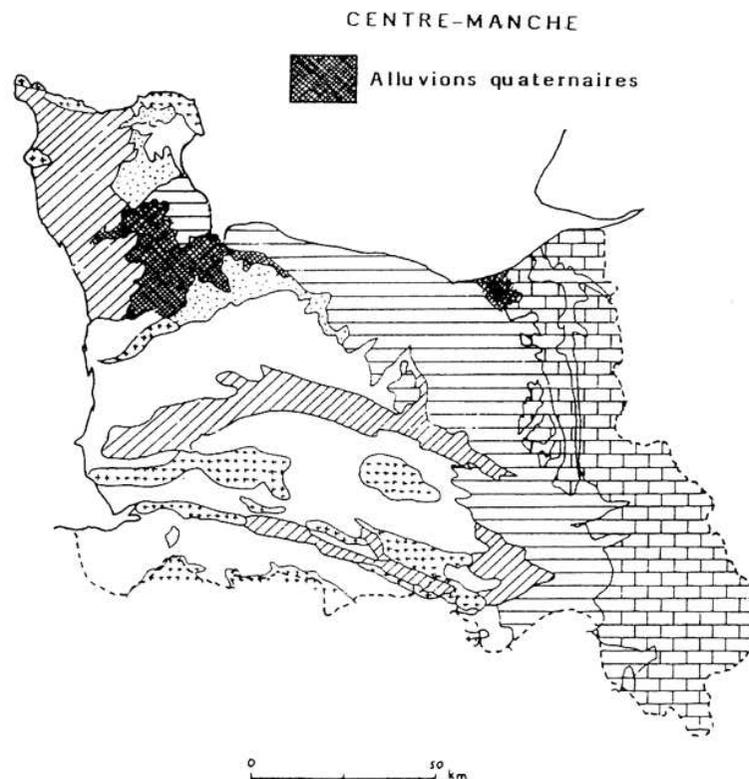
MASSIF ANCIEN

- Relief marqué
- Forte densité de drainage
- Cours d'eau nombreux et rapprochés
- Ruissellement important
- Petits aquifères discontinus, peu profonds
- Débits des aquifères faibles (5 à 15 m³/h)
- Nappes vulnérables mais à renouvellement rapide

CYCLE HYDROLOGIQUE ANNUEL

MASSIF ANCIEN
Géologie :

- Terrains primaires
- Granites
- Briovérien



BASSIN PARISIEN

- Reliefs de plateaux
- Exutoires peu nombreux
- Infiltrations importantes
- Grands aquifères, souvent continus et multicouches
- Débits des aquifères élevés (100 à 200 m³/h)
- Nappes généralement bien protégées mais lentes à décontaminer

CYCLE HYDROLOGIQUE PLURI-ANNUEL

BASSIN PARISIEN
Géologie :

- Crétacé
- Jurassique
- Trias

Carte extraite du rapport sur l'alimentation en eau potable en Basse Normandie, réalisé en 1990 par le Comité Economique et Social.

2) Contexte hydrogéologique en Basse-Normandie

Outre l'exception de l'isthme du Cotentin, la Basse Normandie est globalement séparée en deux grands domaines géologiques, selon une diagonale allant de Bayeux à Falaise.

Les aquifères de Basse Normandie sont décrits, par formation géologique, de la plus ancienne à la plus récente.

Pour une meilleure compréhension de la description, la carte des grands ensembles d'aquifères⁶ de Basse Normandie est présentée ci-contre.

Il existe plusieurs types de nappes souterraines selon la nature de la roche. Un schéma des principaux types de nappe, avec leurs caractéristiques générales est disponible en Annexe 1.

A - A l'ouest, le massif ancien d'Armorique

Le massif armoricain affleure majoritairement dans le département de la Manche, mais aussi dans les parties ouest de l'Orne et du Calvados.

Il possède un relief marqué. Le sous-sol est formé de roches de roches d'âge très ancien (> 360 Millions d'années), parfois métamorphisées⁷ au contact d'intrusions cristallines ou volcaniques (ex : arènes granitiques⁸). Ces formations de socle sont essentiellement constituées de roches très dures telles que : le granite, les schistes⁹, les grès¹⁰, les quartzites¹¹, les arkoses¹². Ces roches sont très peu perméables et ne favorisent pas l'infiltration mais le ruissellement.

Ce secteur est assez vulnérable aux aléas climatiques. Le réseau hydrographique est très dense, mais les débits des cours d'eau sont parfois très faibles à l'étiage, et les nappes possèdent des réserves d'eau qui ne dépassent pas quelques mois.

Les aquifères des terrains anciens:

Du fait de l'imperméabilité de ses roches, le Massif Armoricain ne comporte pas d'aquifère notable.

Les terrains du massif armoricain présentent une **perméabilité de fissures** et localement d'interstices dans les parties altérées de la roche. L'eau souterraine est logée dans les fissures de roches sans espaces lacunaires entre leurs éléments. Elle est donc très souvent limitée à des aquifères de **faible extension**, discontinus, peu profonds, et assez **peu productifs** (débit généralement faible : de 5 à 15 m³/h).

Des possibilités aquifères non négligeables ne sont présentes que localement, par l'intermédiaire de plans de contact entre deux types de roches à perméabilité différentielle (ex : schistes et grès) associés aux fractures.

Mais il faut bien savoir qu'un débit exploitable de 20 m³/h, pour un forage implanté dans un terrain de socle est déjà un succès. Cette remarque est principalement valable pour les schistes et les granites (débit très souvent inférieur à 10 m³/h), les grès étant tout de même plus aquifères (de 10 à 20 m³/h).

La prospection et l'exploitation des eaux souterraines dans les terrains de socle exigent des études hydrogéologiques qui sont actuellement encore en cours, notamment dans l'Orne. Il y a déjà eu quelques découvertes (avoisinant les 50 m³/h) dans l'Orne et le Calvados (Bocage virois).

Le Massif armoricain connaît des précipitations élevées qui constituent un atout important avec une forte densité de drainage. Les cours d'eau sont nombreux et rapprochés.

Les maigres aquifères, ne suffisent pas à l'alimentation en eau potable. C'est pourquoi, dans la région du massif armoricain, il est souvent nécessaire de généraliser le recours aux eaux de surface avant la distribution.

B - A l'est, les terrains sédimentaires du Bassin Parisien

Au contraire, le bassin parisien possède des aquifères très importants (du fait de ses terrains calcaires) aux débits élevés (100 à 200 m³/h), et connaît des précipitations inférieures à la moitié de celles qui tombent sur le massif armoricain.

Le bassin parisien possède un relief de plateaux aux exutoires peu nombreux (principalement 3 rivières : Orne, Dives, Touques). Il ne connaît généralement pas de problèmes quantitatifs. Une grande partie des précipitations s'infiltré dans les terrains calcaires pour alimenter les cours d'eau tout l'été. Les nappes du bassin parisien peuvent supporter plusieurs années sans pluies importantes car leur cycle hydrologique est pluriannuel.

Du point de vue qualitatif, les nappes des terrains calcaires sont moins vulnérables que celles du massif ancien car elles sont plus profondes et souvent surmontées de couches imperméables arrêtant la pollution. Cependant les nappes calcaires, lorsqu'elles sont polluées, sont très lentes à se décontaminer.

L'aquifère du Trias

Cet aquifère se situe sur les deux départements de la Manche et du Calvados. Il est exploité sur une bande allant globalement en diagonale, du sud de Valognes (Theville, Brillevast) à Falaise. Les terrains du Trias datent de l'ère secondaire, ils constituent la limite occidentale du bassin parisien.

Le réservoir est constitué de dépôts très **hétérogènes** sur une épaisseur de quelques mètres seulement. Son origine continentale lui confère une grande variabilité : il est tantôt très grossier et **fertile** (sables et galets) et tantôt très **argileux**. Mais la différenciation géophysique des couches fertiles et des horizons stériles est extrêmement **hasardeuse** et y rend la recherche difficile.

La nappe peut être **captive**, recouverte de formations peu perméables (argiles et marnes) qui peuvent limiter son alimentation, mais lui confèrent une certaine protection (Ex : le trias argileux de Longrais, 14). Ses ressources peuvent donc être de **bonne qualité** (car généralement bien protégées). Elles sont cependant parfois acides, agressives, avec des teneurs notables en fer et en manganèse.

La nappe peut cependant aussi être **assez vulnérable**, lorsque la formation affleure dans les sables (Ex : Isigny).

L'espace sableux formant la réserve est peu étendu, mais le Trias peut constituer localement, une très bonne ressource (c'est le cas du bassin de Carentan, 50, ou du Molay Littry, 14, dont les débits atteignent 50 m³/h).

Les aquifères des terrains calcaires du jurassique

Le Bajocien

Constitué de formations calcaires isolées et fissurées, le Bajocien se situe dans le Bessin, dans le département du Calvados. L'aquifère s'est développé dans la fissuration du calcaire. Puis la circulation de l'eau provoqué la naissance de réseaux karstiques¹³ importants sous les vallées.

Cet aquifère se comporte en **nappe libre** vers Bayeux et au sud-ouest de Caen alors que le réseau de failles est dense (zone fortement fissurée). Dans ce secteur, l'aquifère est **très sensible aux pollutions** (en particulier au niveau nitrates).

La nappe devient **captive** au nord, sous les marnes¹⁴ de Port-en-Bessin (formation bathoniennes) où les roches deviennent localement très karstiques. La productivité des forages peut aller jusqu'à 70 m³/h, pour une eau bien préservée des nitrates, mais gorgée naturellement de fluor et de fer.

L'écoulement est séparé en deux tendances, par une ligne allant de Mathieu-Periers à St-Aubin d'Arquenay :

- au nord de cette ligne, la nappe s'écoule vers la mer,
- au sud elle est drainée par l'Orne.

La nappe est également drainée par la Dives.

Le Bathonien

Situé majoritairement en Calvados et en partie dans l'Orne, cet aquifère est **le plus productif** de Basse-Normandie. Il offre des débits de 300 m³/h au nord, pour les captages de Thaon à Mézidon. Il est plus modeste dans l'Orne où les productivités peuvent atteindre 100 m³/h, parfois plus. Son écoulement général est orienté vers le nord-est et le nord.

Le bathonien est géographiquement très étendu. Formé dans les calcaires marneux¹⁵ (réseau de fissures, diaclases¹⁶ très hétérogènes en surface et en profondeur), il est majoritairement de type libre avec quelques nappes perchées, un système karstique s'est développé dans les fractures. Son degré de **fracturation** accentue la **productivité** de la nappe, mais aussi sa **vulnérabilité**. Ainsi les forages les plus productifs sont souvent les plus sensibles aux pollutions (Ex : Sud de la Plaine de Caen). De plus, il est réactif à la pluviométrie.

Il devient **captif** à l'est d'une ligne Argences-Mézidon-St-Pierre-sur-Dives sous des formations argileuses calloviennes. Des phénomènes de **dénitrification** sont observés à cette limite. Puis au delà, dans sa partie captive, la nappe est réalimentée au niveau des rivières (Dives, Muance, Laizon).

Le Callovien

Les terrains du Callovien sont représentés au centre du département de l'Orne, sur une bande allant du nord au sud. Ils sont majoritairement formés de calcaires oolithiques¹⁷, de marnes silteuses ou silto-sabloneuses qui constituent des terrains **peu propices aux eaux souterraines** exploitables. En effet, les terrains de l'étage du Callovien possèdent une imperméabilité de masse et ne contiennent pas d'eau souterraine en grande quantité. L'aquifère du Callovien est tout de même exploité sur quelques forages au sud-ouest de l'Orne.

Par contre, ces terrains jouent un rôle très intéressant dans la **protection de l'aquifère sous jacent du Bathonien**.

L'Oxfordien

Cet aquifère du bassin parisien est présent sur une bande à l'est de la région, traversant le Calvados et l'Orne du nord au sud. Il représente un réservoir notable, de **plus en plus exploité**.

L'aquifère s'est principalement développé dans les **calcaires coralliens**¹⁸. Il se comporte en nappe libre dans le Calvados. Dans l'Orne, il a selon l'endroit, une configuration libre ou captive, sous les argiles sableuses.

En situation de nappe libre, sous sa forme calcaire, il présente une vulnérabilité le rendant difficilement protégeable.

Dans sa partie captive des phénomènes artésiens sont localement apparus (ex : à Dance, au nord-est de l'Orne, où le débit est de 150 m³/h au sol).

Le Séquanien

Les Sables de Glos affleurent dans les flancs de vallées des environs de Lisieux et de Pont-l'Évêque. Ils reposent sur les calcaires coralliens de l'Oxfordien et sont généralement recouverts par le Cénomaniens. Il contiennent une petite nappe, dont le débit atteint localement 70 m³/h (St-Hymer, 14).

L'aquifère de la craie du Crétacé

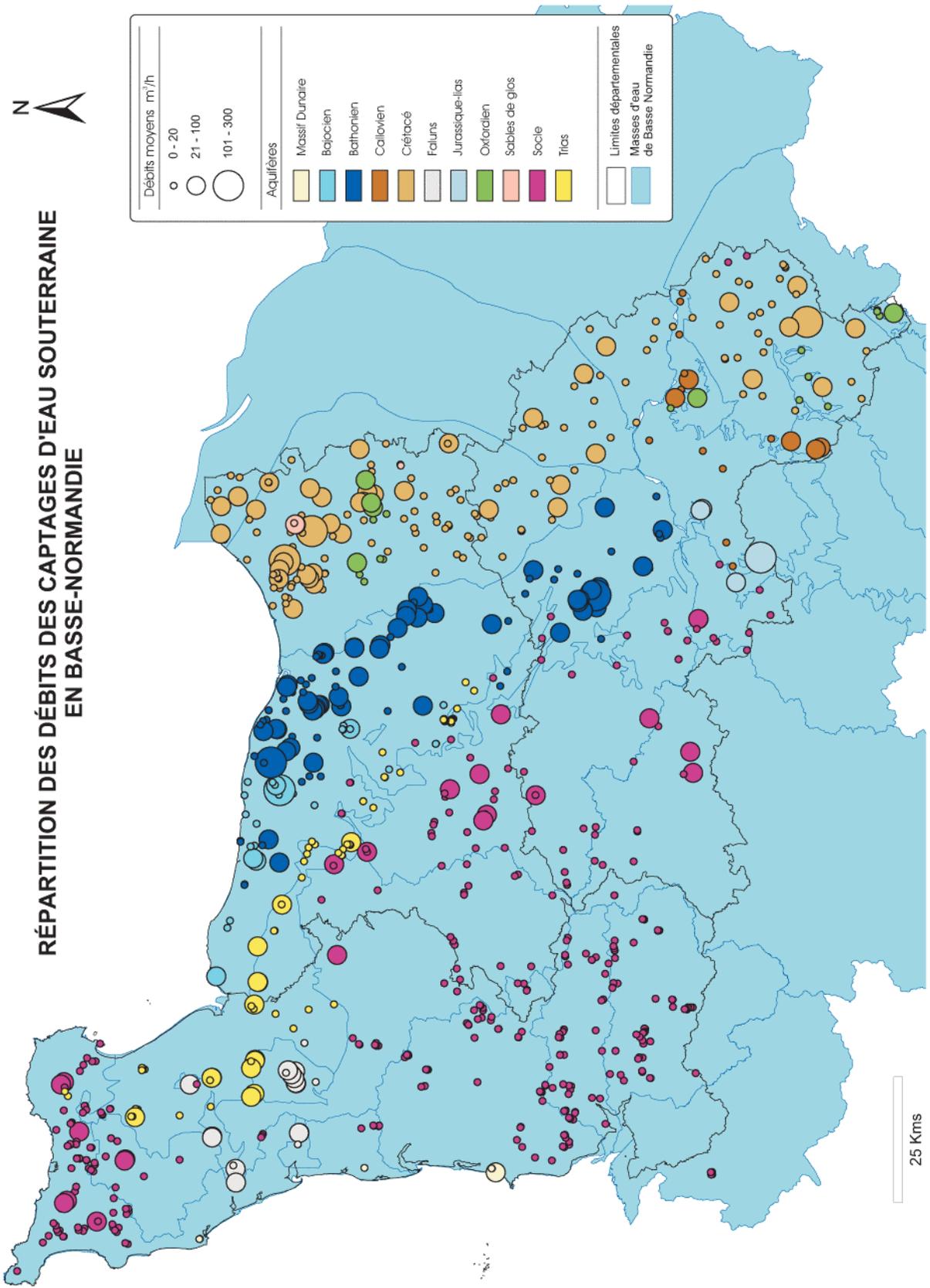
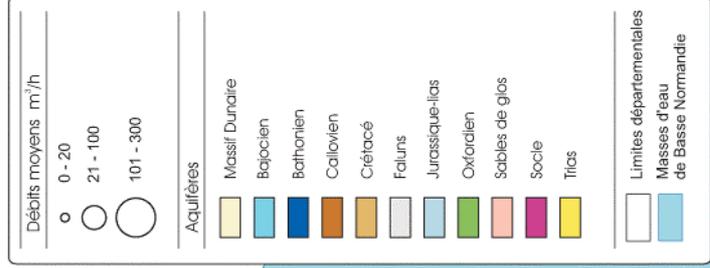
Les terrains du Cénomaniens appartiennent au bassin parisien. Ils datent du **Crétacé** et se situent tout à fait à l'Est de la Basse Normandie, de nouveau du Nord au Sud, sur les pays d'Auge et d'Ouche.

La craie¹⁹ cénomaniens (décalcifiée et fissurée), dans laquelle un **système karstique** s'est développé (par dissolution du calcaire), contient une importante **nappe libre** (généralement perchée). Elle donne naissance à de nombreuses **sources** débordant à la base des plateaux du pays d'Auge (très exploitées, au nord-est, le long de la faille Viller-Reux).

Les eaux sont également captées par forages en bordure des grandes vallées (Pays d'Ouche, Perche ornais), fournissant 100 m³/h, et 160 m³/h par endroits (Sud-Est de Mortagne). La productivité est donc intéressante mais l'aquifère présente une forte teneur en fer.

Le **niveau de silex**, provenant de la décalcification, qui recouvre cette nappe, assure une **bonne protection** vis-à-vis des pollutions.

RÉPARTITION DES DÉBITS DES CAPTAGES D'EAU SOUTERRAINE EN BASSE-NORMANDIE



25 Kms

C - Les terrains quaternaires et néogènes de l'isthme du Cotentin

Les gisements quaternaires et néogènes sont rassemblés sous le vocable des faluns. Ce sont des dépôts complexes, recouverts de dépôts quaternaires plus récents. Ils appartiennent au bassin de Paris, mais affleurent au nord ouest de Basse Normandie, en Manche. Ils ont été découverts vers 1990. L'identification et la compréhension de ces formations reste encore difficile.

Ils se présentent sous forme allongée à remplissage de faluns et de sables coquilliers. Les bassins de Marchésieux-Sainteny, Saint Sauveur le Vicomte et de Lessay (en cours) ont fait l'objet de recherches systématiques montrant leur productivité, à savoir 100 à 300 m³/h par ouvrage.

3) Les masses d'eaux

La DCE²⁰ du 23 octobre 2000 reprend les grands principes administratifs de la 2ème loi sur l'eau (3 janvier 1992), et introduit en plus, une démarche nouvelle et exigeante. Parmi ses objectifs, elle a fixé celui d'atteindre pour 2015, un bon état²¹ des **masses d'eaux**. Cette notion nouvelle constitue un outil d'évaluation de l'atteinte ou non des objectifs DCE.

Ce sont des unités hydrographiques constituées d'un même type de milieu (ex : tronçons de cours d'eau, nappes d'eaux souterraines, certains plans d'eau, sections côtières ou estuaires). Les masses d'eaux ont été créées afin de pouvoir aborder la gestion de l'eau du point de vue européen, ce qui a induit une certaine simplification. Pour les eaux souterraines a été décidé de faire abstraction de la troisième dimension. Les masses d'eaux souterraines regroupent souvent plusieurs aquifères.

Leurs délimitations ont été effectuées par les Agences de l'Eau, en collaboration avec les autres acteurs de l'eau sur chaque grand bassin. En Basse Normandie : il y en a 18 (12 sur le bassin Seine Normandie et 6 sur le bassin Loire Bretagne).

Leur carte ainsi que leur typologie est présentée en Annexe 2.

L'étude qui suit utilisera ces masses d'eaux comme outil afin d'apporter une vision plus globale sur la région, mais aussi lorsque les données sur les aquifères ne seront pas disponibles.

4) Débits des ressources souterraines

La carte (présentée ci-contre) a été réalisée à partir d'une extraction de la base de donnée SISE-EAUX, concernant les débits moyens des captages d'eaux souterraines.

Les captages des aquifères du socle, fournissent, pour la plupart, des petits débits (entre 0 et 20 m³/h). Quelques-uns sont plus productifs (supérieurs à 20 m³/h), dans les grès, au nord de la Manche, ainsi qu'à l'Ouest des 2 autres départements.

Le Trias contient beaucoup de captages peu productifs, mais un certain nombre ont des débits non négligeables (supérieures à 20 m³/h), notamment en Manche (bassin de Carentan) et au nord-est du calvados.

La majorité des captages du Bajocien et du Bathonien fournissent des débits moyens (compris entre 20 et 100 m³/h), et certains captages ont des débits très importants (entre 100 et 300 m³/h). Ces aquifères sont très étendus. Ils comptent quand même quelques captages peu productifs au nord de la plaine de Caen et dans le Bessin.

Le Callovien est uniquement exploité dans l'Orne, les débits de ses forages y sont parfois supérieurs à 20 m³/h.

Les captages des sables de Glos sont très peu nombreux mais ils peuvent fournir un bon débit.

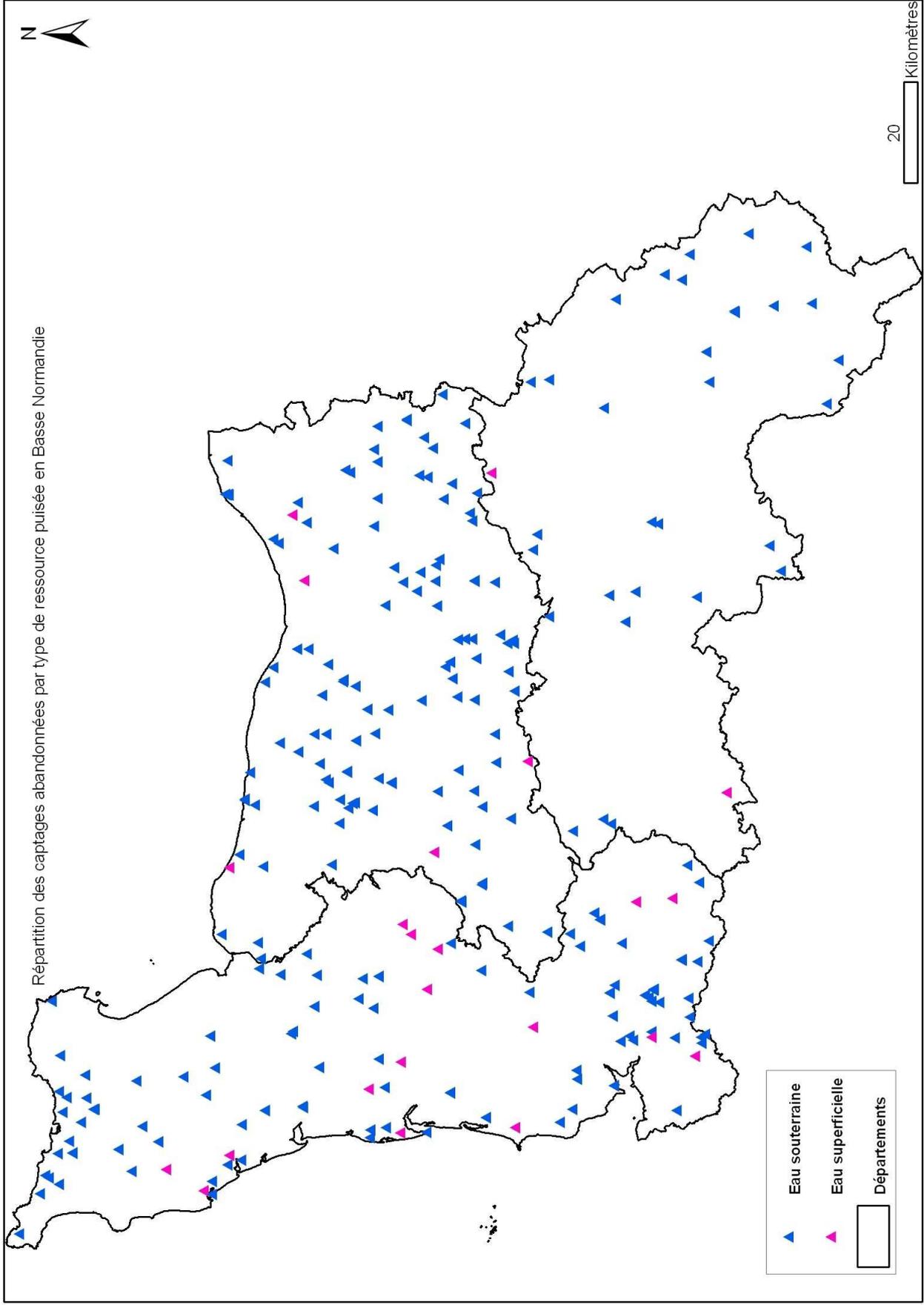
L'aquifère de l'Oxfordien est assez peu exploité pour le moment. Pourtant ces captages fournissent globalement des débits moyens (entre 0 et 100 m³/h).

Les aquifères du Crétacé sont très étendus, mais les captages sont globalement assez peu productifs (la plupart des débits compris entre 0 et 20 m³/h). Un certain nombre de captages ont cependant des débits plus forts (au nord du calvados et au sud de l'Orne) et certains dépassent même les 100 m³/h.

Les faluns de l'isthme du Cotentin fournissent des débits non négligeables (entre 20 et 100 m³/h).

Enfin les captages du Massif Dunaire, situés globalement sur la côte ouest manchoise, sont assez peu productifs (certains débits dépassant tout de même les 20 m³/h).

Répartition des captages abandonnés par type de ressource puisée en Basse Normandie



II Etude des abandons de captages en Basse Normandie

Chaque année, un certain nombre de captages sont abandonnés pour des causes complexes, souvent combinées. La décision d'abandon du captage appartient à la collectivité. Cette décision peut être fortement influencée si l'eau captée ne répond plus à un ou plusieurs critères (qualité, quantité...), ou lorsqu'il y a une restructuration du réseau. L'étude qui suit présente une approche de l'historique des abandons de captages depuis les deux dernières décennies. Cet historique donne une approche de l'évolution de la ressource et des problèmes qu'elle a pu poser, mais il reflète aussi l'évolution croissante des exigences envers cette ressource.

1) Méthodologie, recueil des données (enquête auprès des DDASS)

Cette étude concerne la totalité des captages abandonnés (eaux superficielles et eaux souterraines). La majorité d'entre eux utilisait l'eau souterraine (voir répartition sur carte ci-contre).

La base de données SISE-EAUX (alimentée par les DDASS), a fourni les caractéristiques principales (nom de l'ouvrage, commune, coordonnées Lambert II, ...) des captages dont l'usage était classé 'ABA', sur chacun 3 des départements. Afin de pouvoir connaître l'année, ainsi que les causes de chaque abandon, un questionnaire a été élaboré sous Excel à partir de l'extraction SISE-EAUX, par département. Ce dernier a ensuite été complété par les différentes DDASS (voir Annexe 3).

Les causes d'abandon ont été classées en 4 grandes catégories :

- les motifs de qualité,
- les motifs de quantité,
- la restructuration (restructuration de réseau, forage d'essai remplacé, re-captage même nappe, mauvais état de l'ouvrage, traitement inadapté, ...),
- la protection du captage vis-à-vis de son environnement.

Parmi les motifs de qualité, 4 catégories étaient proposées :

- les nitrates,
- la bactériologie,
- les pesticides,
- les autres motifs de qualité (Fer, Manganèse, Turbidité, Fluor, ...).

2) Résultats

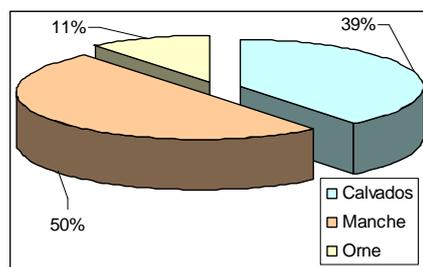
A - Le nombre de captages abandonnés

Les usages et non-usages de captages (publics) de Basse Normandie :

	Basse Normandie	Calvados	Manche	Orne
Captages exploités	793	345	313	135
Captages abandonnés	327	129	163	35
Total des captages	1120	474	476	170

Au jour du lancement de l'étude (mi-mai 2005), **327** captages abandonnés ont été recensés, en Basse Normandie.

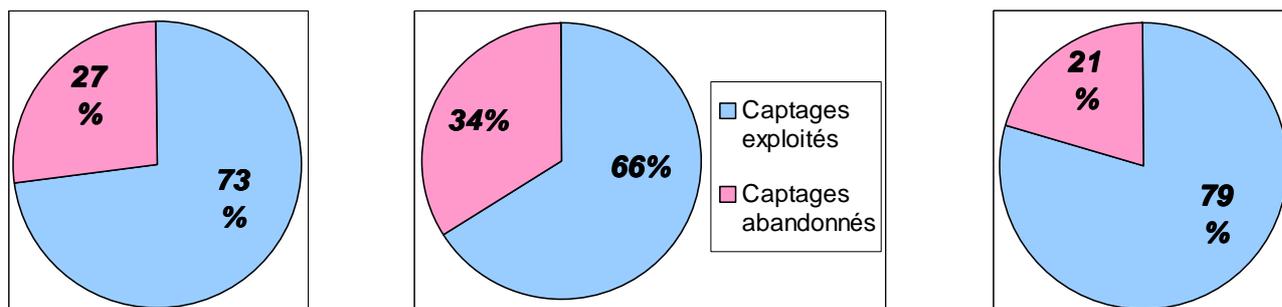
Répartition des 327 captages abandonnés sur les trois départements



C'est le département de la Manche qui a le plus grand nombre de captages abandonnés (la moitié de la région).

Les captages abandonnés de l'Orne sont, au contraire, peu nombreux (le dixième de la région).

Répartition des usages et non-usages sur les trois départements



Calvados

Manche

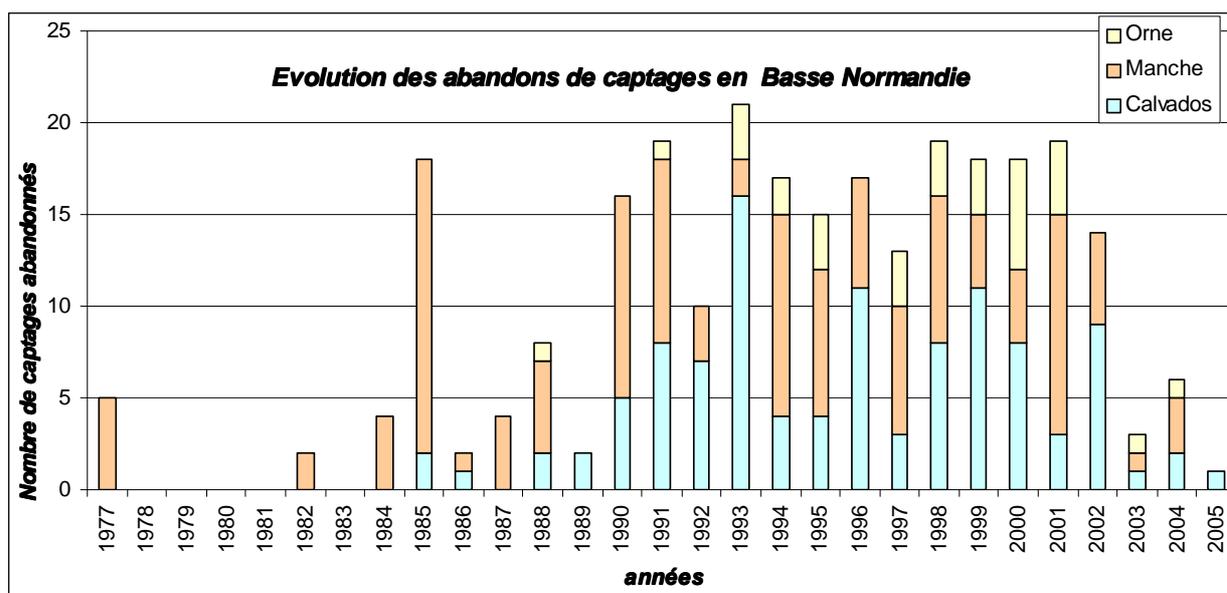
Orne

Cette répartition entre captage abandonné et captage exploité est assez similaire sur les trois départements. Il semble que quelque soit le nombre total de captage du département, environ un tiers des captages ne sont plus exploités.

B – L'évolution des abandons

Parmi les 327 abandons recensés, 272 avaient des années d'abandons connues. Ces derniers ont donc pu être classés par année.

Hormis un captage abandonné en 1960 dans la Manche, aucun abandon n'a été recensé avant 1977. C'est pourquoi, afin d'apporter une vision plus précise de la période d'abandon, l'histogramme qui suit ne représente l'évolution des abandons qu'à partir de 1977.



Ces abandons paraissent globalement irréguliers d'une année à l'autre.

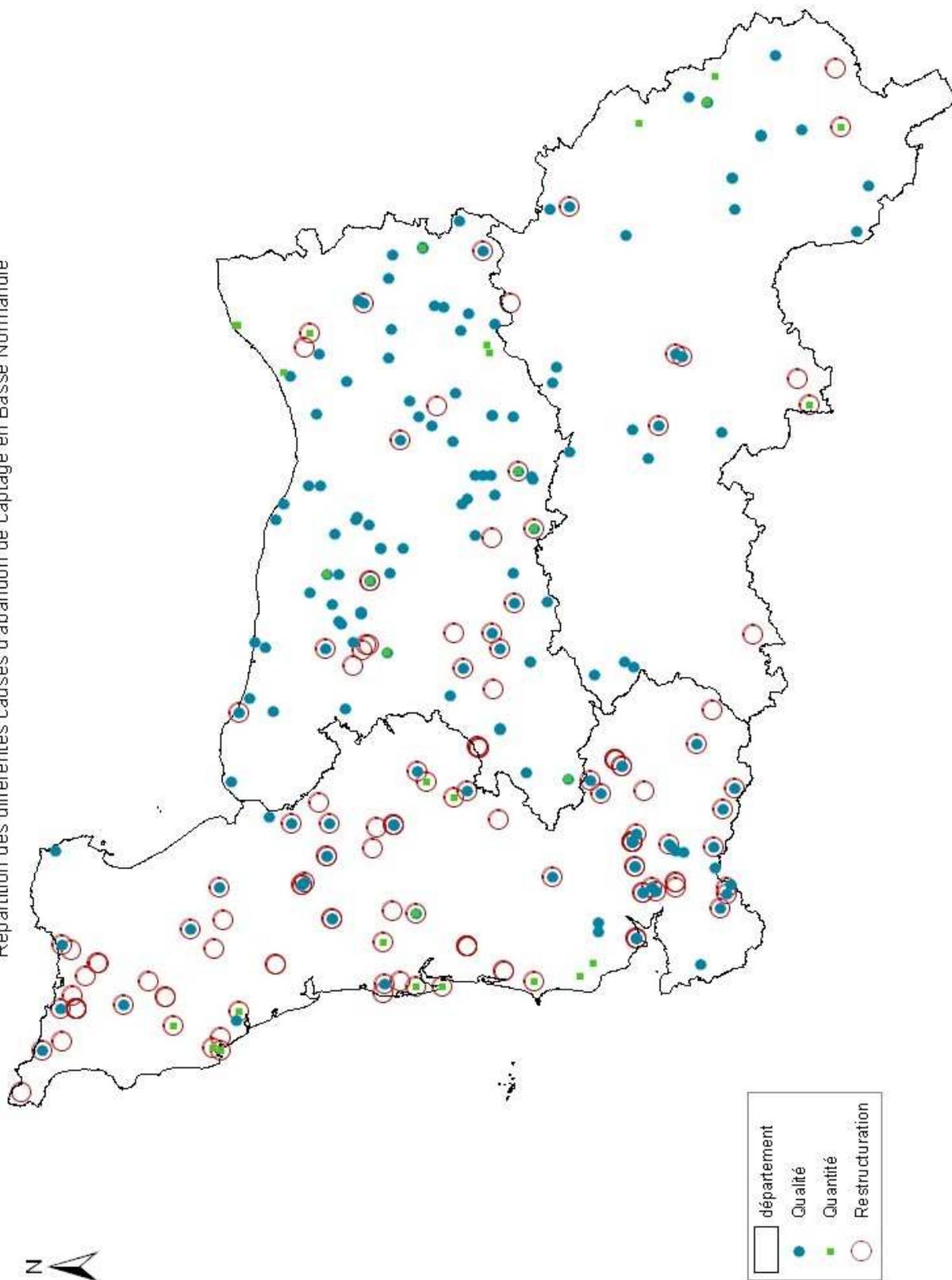
Sur la Basse Normandie, la plupart des abandons recensés sont relativement récents : 10 années ont connu plus de quinze abandons depuis 1985. Certaines périodes d'abandons plus fréquents paraissent s'observer pour chaque département.

Avant les années 1990, la plupart des abandons, très irréguliers, se font dans la Manche. En 1985, 90% des 18 abandons en Basse Normandie, ont eu lieu en Manche. Plus de 80% des abandons recensés en manche (112 abandons) sont regroupés entre 1985 et 2001.

A partir de 1995, des abandons commencent à se produire en Calvados. Ces derniers deviennent de plus en plus fréquents. En 1993, parmi les 21 abandons de Basse Normandie, 16 ont lieu en Calvados. La plupart des abandons recensés en Calvados (97 abandons soit presque 90% des abandons du département) est regroupée entre 1990 et 2002.

Enfin les abandons, moins nombreux, recensés dans l'Orne débutent encore plus tard, en 1988. Ils sont regroupés sur une plus petite période : de 1993 à 2001, 27 captages abandonnés (soit 87% des abandons recensés dans le département).

Répartition des différentes causes d'abandon de captage en Basse Normandie



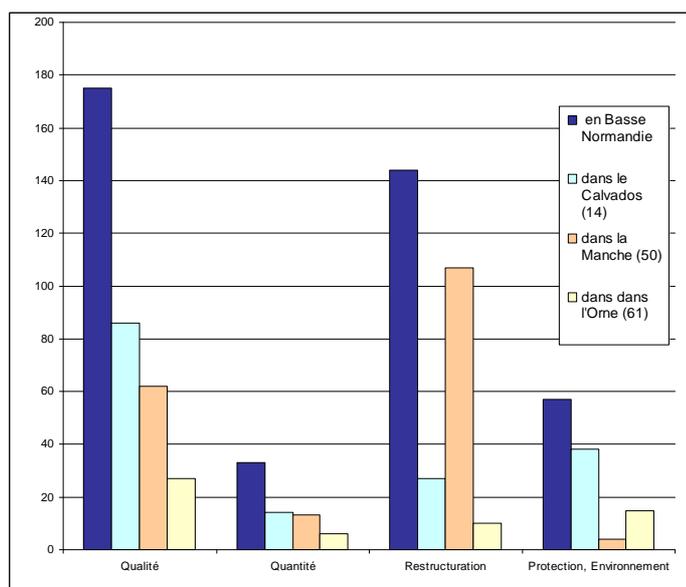
C - Les causes d'abandon

Sur les **327** captages abandonnés recensés en Basse Normandie, **275** ont des causes d'abandon bien identifiées.

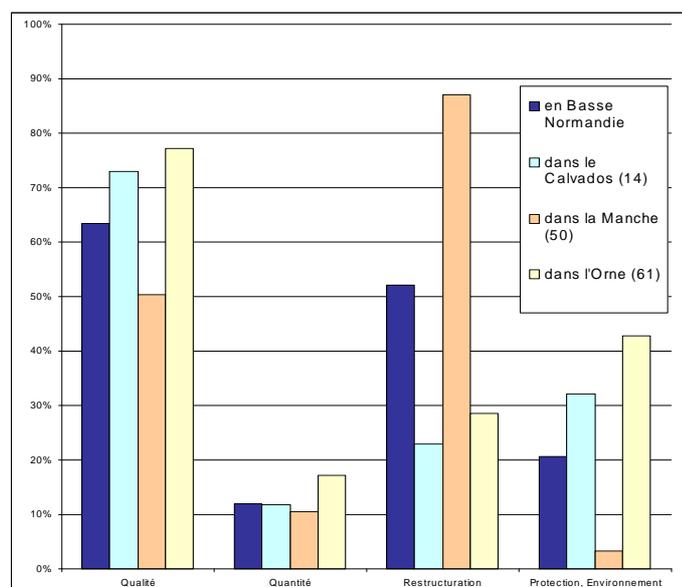
Causes Connues	Captages concernés							
	Basse Normandie		Calvados (14)		Manche (50)		Orne (61)	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Qualité	174	63%	86	73%	61	51%	27	77%
Quantité	33	12%	14	12%	13	11%	6	17%
Restructuration	142	52%	27	23%	105	88%	10	29%
Protection, Environnement	57	21%	38	32%	4	3%	15	43%
Total	273	–	118	–	120	–	35	–

Remarques : - Les pourcentages sont calculés à partir des chiffres propres au territoire considéré. C'est à dire que pour la région ou chacun des départements les chiffres ont été divisés par le total des captages de la région ou du département concerné, dont les causes d'abandon sont connues.

- Plusieurs causes peuvent être cumulées pour un même abandon, ceux qui explique que certains totaux des pourcentages soient supérieurs à 100%.



Causes d'abandon de captages (en nombre).



Causes d'abandon de captages (en pourcentage).

La cause « protection environnement » ne sera pas exploitée car elle n'a pas été interprétée de la même manière par les 3 DDASS.

Les deux causes principales d'abandon en Basse Normandie sont respectivement la **qualité (63%)** ainsi que la **restructuration (52%)**. Les motifs de qualité sont plus présents dans le **Calvados (73%)** et l'**Orne (77%)**, tandis que la restructuration se fait majoritairement dans la **Manche (87%)**.

Au vu des histogrammes, il apparaît que le Calvados et l'Orne ont le même profil : le motif principal est la qualité, la restructuration et enfin la quantité. La Manche est très différente puisque la restructuration est le motif principal d'abandon, après vient la qualité, puis la quantité.

La carte ci-contre présente la répartition des 3 causes pertinentes d'abandon. Les abandons pour causes de restructuration se situent majoritairement à l'ouest de la région. Les abandons pour cause de qualité ont surtout été constatés dans le Calvados, au sud de la Manche, et au sud est de l'Orne (dans le Perche).

Ces différences constatées entre les 3 départements semblent s'expliquer par le contexte hydrogéologique.

En effet, la Manche est constituée essentiellement de terrains du massif armoricain, avec des ressources qui alimentent surtout des petits captages, relativement peu productifs, qu'il a fallu souvent remplacer, lorsque la gestion de l'eau de plusieurs petites communes s'est regroupée en un syndicat. Cela peut expliquer que le motif principal d'abandon, dans le département de la Manche, soit la restructuration.

Le Calvados et l'Orne sont au contraire situés majoritairement sur des terrains du bassin parisien qui leur fournissent très souvent des ressources abondantes mais très vulnérables aux pollutions. C'est pourquoi, dans ces deux départements les causes d'abandon sont dues à la qualité, pour la majorité de leurs captages.

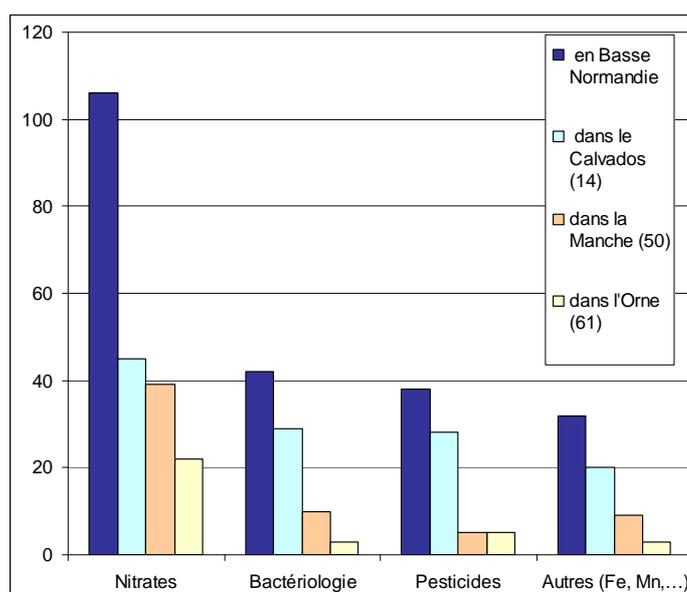
D - Les motifs de qualité

Le tableau suivant présente les nombres et les pourcentages, parmi les abandons pour cause de qualité, de chaque cause à laquelle est dû (uniquement ou en partie) l'abandon.

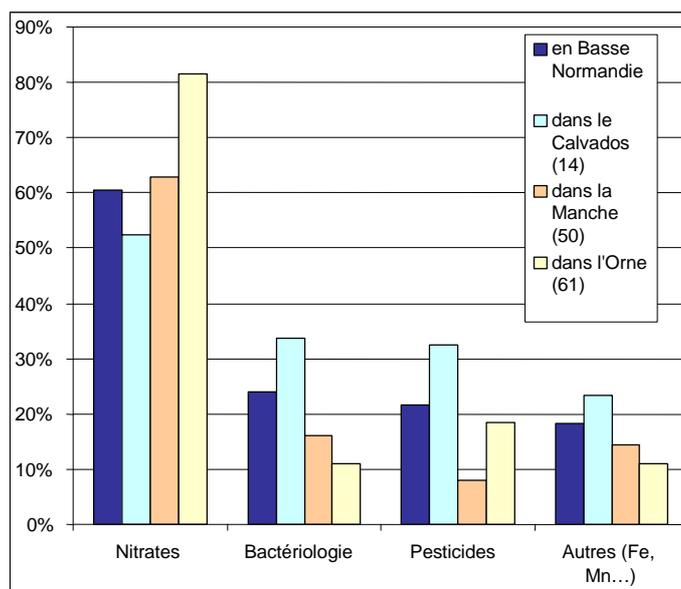
Causes qualité	Captage concernés							
	Basse Normandie		Calvados (14)		Manche (50)		Orne (61)	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Nitrates	105	61%	45	52%	38	62%	22	81%
Bactériologie	42	24%	29	34%	10	16%	3	11%
Pesticides	38	22%	28	33%	5	8%	5	19%
Autres (Fe, Mn,...)	32	18%	20	23%	9	15%	3	11%
Total	174	-	86	-	61	-	27	-

Remarques :

- Ici les pourcentages ont été calculés en divisant les nombres par les nombres totaux de captages abandonnés pour cause de qualité, dans chaque territoire (département ou région) correspondant.
- Un captage peut être abandonné pour plusieurs causes de qualité simultanées, c'est pourquoi le total des pourcentages peut être supérieur à 100%.

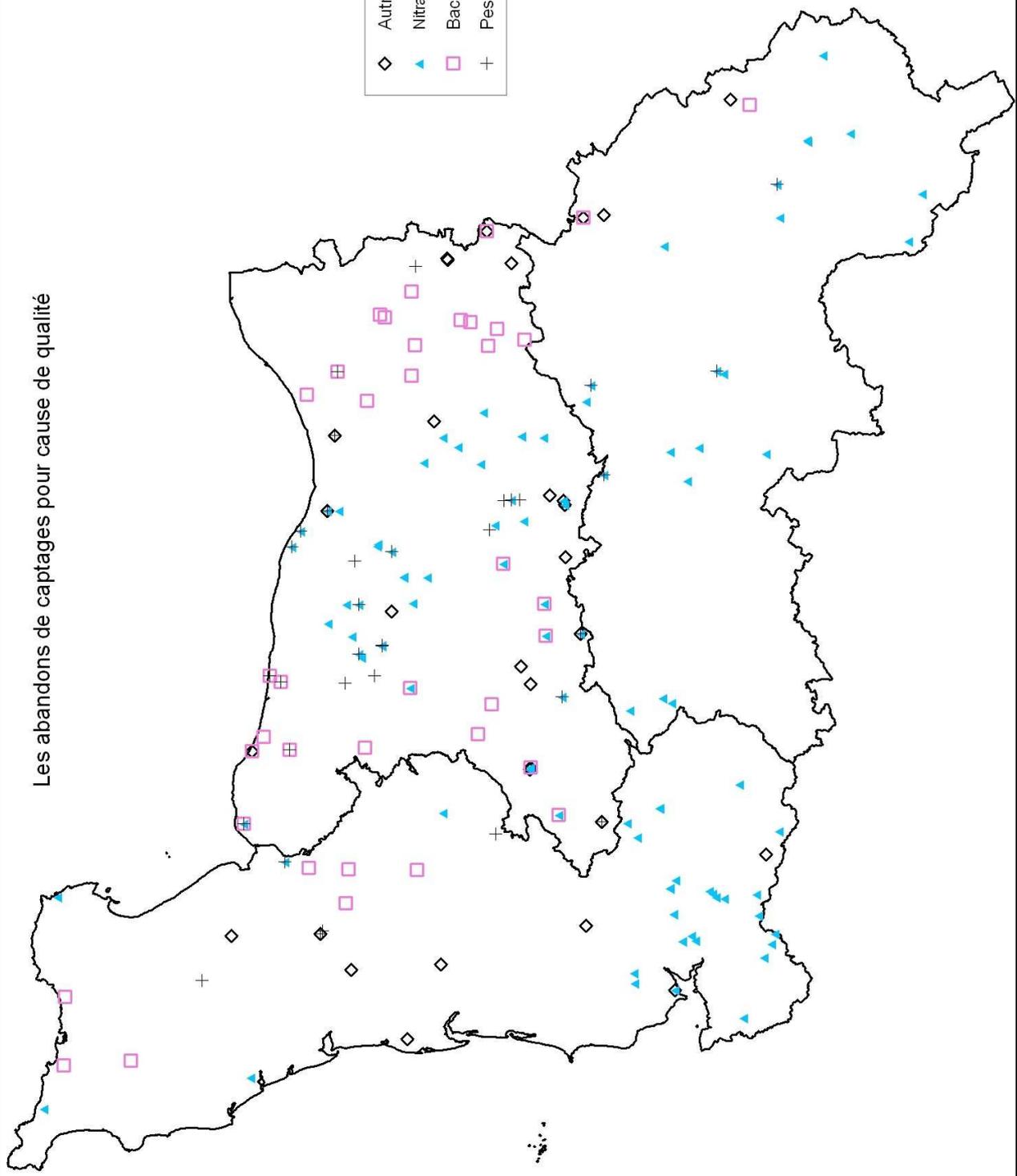
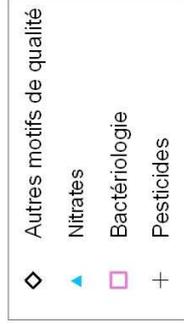


Les abandons de captages pour différentes causes de qualité (en nombre).



Les abandons de captages pour causes de qualité (en pourcentage).

Les abandons de captages pour cause de qualité



En Basse Normandie, la pollution par les **nitrate**s est la première cause d'abandon parmi les motifs de qualité (**environ 2 captages sur 3**). Le Calvados apparaît beaucoup plus touché que les autres départements, par les abandons pour cause de qualité (86 captages, soit **50%** de ces abandons sont recensés en **Calvados**). C'est pourquoi la cause « nitrate » semble beaucoup plus présente que les autres causes de qualité dans la Manche et dans l'Orne (respectivement 61% et 81%). Sur la Basse Normandie, les autres motifs représentent chacun environ 20% des abandons liés à la qualité. Ils sont en plus fortes proportions dans le Calvados.

La carte ci-contre présente la répartition des abandons pour les différents motifs de qualité.

Les abandons pour cause de nitrate se situent majoritairement sur la zone du Bathonien dans le Calvados et l'Orne, ainsi qu'au sud de la Manche, et certain dans la craie du sud de l'Orne (Perche).

Les abandons dus aux pesticides sont moins fréquents mais se trouvent dans le même secteur du Calvados.

Les abandons pour mauvaise qualité bactériologique se situent entre Manche et Calvados, sur le trias et le socle, ainsi que dans la craie du Calvados (pays d'Auge).

La répartition de ces abandons peut être mise en relation avec certains facteurs de pollution, comme la couverture des sols et la nature des aquifères.

L'aquifère bathonien est très vulnérable aux pollutions diffuses et la plaine de Caen (surtout au Sud) est très cultivée (pollutions par les nitrates et pesticides).

Les aquifères de la craie sont moins protégés dans le Perche et c'est une zone où l'on cultive le maïs (pollutions par les nitrates).

Le Pays d'Auge est une zone d'élevage et les nombreuses petites sources captent souvent un mélange contenant en plus, les eaux de ruissellements (pollutions bactériologiques provenant des effluents d'élevage).

III - Appréciation de l'évolution de la qualité des ressources en eaux souterraines (Evolution du paramètre nitrate)

Cette étude ne prend en compte que les eaux souterraines, qui représentent la majorité des captages de Basse Normandie (voir carte page 4). Son objectif est de donner une idée de l'évolution du nitrate dans chaque grand ensemble hydrogéologique de Basse Normandie.

1) Le nitrate

Du point de vue sanitaire, les nitrates dans les eaux ont pu être à l'origine des maladies spécifiques, chez les hommes et les animaux qui en consomment en quantité importante. Le risque pour la santé de l'homme est la **méthémoglobinémie**²², dont l'affectation se manifeste par un manque d'oxygénation des tissus et se traduit par des difficultés respiratoires et des vertiges. Ce risque est indirect car il concerne les nitrites. Cependant, son affection peut s'avérer mortelle dans les cas extrêmes (essentiellement chez les nourrissons, dont l'acidité de l'estomac est insuffisante pour empêcher la transformation des nitrates en nitrites). Deux catégories de personnes y sont directement sensibles (bébés, femmes enceintes).

Dans les cas de teneurs très élevées, les nitrates pourraient être à l'origine de cancers suite à la formation endogène de nitrosamines.

Cependant il existe beaucoup d'aliments (ex : carottes, salades, pomme de terre, radis) naturellement très riches en nitrates. Il est très difficile, voire impossible, de distinguer les apports respectifs provenant des eaux, de ceux provenant de légumes riches en nitrates. Le risque sanitaire du nitrate dans l'eau est donc à relativiser.

Au delà de ce risque sanitaire, les nitrates peuvent être responsables de dérèglements écologiques lorsqu'ils sont en trop grande quantité dans les eaux. En effet, bien que l'azote gazeux (représentant 79% de l'atmosphère) ne permette pas la vie, l'azote minéral est l'un des principaux constituant de la matière vivante. Il est présent dans les protéines, ainsi que dans l'ADN. Et la forme nitrate permet à l'azote d'entrer et de sortir des circuits de la vie.

En effet, la plupart des plantes ont besoin du nitrate pour se développer. Elles peuvent assimiler l'azote nitrique et son passage sous forme aminée s'effectue à l'aide de l'enzyme nitrate-réductase²³. De grandes quantités de nitrate dans les eaux superficielles peuvent donc conduire à des **proliférations** de producteurs primaires²⁴ (phytoplancton, algues, ...). Les nitrates sont aussi consommés par les bactéries et champignons présents dans le sol. Puis lors de la décomposition de la matière organique azotée, l'azote protéique redevient du nitrate à la suite d'une série de réactions²⁵.

La réserve en nitrate du sol est donc constamment réalimentée par les plantes, bactéries, champignons et animaux morts. Parallèlement, l'utilisation d'engrais nitraté (résultant de la fixation industrielle de l'azote, ou bien épandage d'engrais d'élevage) enrichit aussi le sol. Les plantes n'utilisent pas tous les nitrates disponibles. Etant très solubles, une grande partie d'entre eux, non assimilée par les plantes et non fixée par le complexe argilo humique du sol, est facilement entraînée par l'eau infiltrée et se retrouve dans les eaux souterraines.

La mise en évidence de fortes concentrations en nitrates dans les nappes peut être un indicateur de **pollution anthropique**, et de la relative **vulnérabilité de l'aquifère**. En effet, sa présence naturelle dans les nappes se limite, en général, à des teneurs avoisinant les 10 mg/L. Ces pollutions peuvent être d'origine agricoles (par lessivage d'un excès d'engrais), ou urbaines (azote déversée par une station d'épuration, ou mauvais raccordements d'eaux usées).

Selon le code de la santé publique en vigueur, des analyses sur les nitrates sont actuellement pratiquées sur les ressources et au point de mise en distribution. La fréquence des analyses sur la ressource est fonction de son débit, tandis que celle des analyses au point de mise en distribution est fonction de la population desservie. Les fréquences annuelles de ces analyses sont présentées en Annexe 4.

Il est pertinent de se baser sur les nitrates pour étudier l'évolution de la ressource puisque les DDASS disposent d'analyses sur ce paramètre s'étalant sur une longue période.

La norme de potabilité des nitrates est fixée à **50 mg/L** depuis 1989. Cette valeur est considérée comme seuil de qualité pour l'étude qui suit.

2) Mise en œuvre, méthodologie

A - Recueil des données

Concentration en nitrate

Les données ont tout d'abord été obtenues à partir d'une requête sur la base de données SISE-EAUX (voir exemple en annexe 5) qui a fourni le maximum de résultats d'analyses disponibles sur le paramètre nitrate sur les captages depuis 1982.

Pour la **DDASS de la Manche**, les données étaient intégrées dans la base SISE-EAUX depuis 1982. Elles ont donc permis de faire directement les deux approches. Cependant, dans ce département, pour les années antérieures à 1993, tous les captages n'ont pas pu être systématiquement contrôlés tous les ans par manque de personnel préleveur.

Pour la **DDASS du Calvados**, la base de données a été renseignée sur l'historique du paramètre depuis 1992. Des données antérieures ont donc été ajoutées aux données SISE-EAUX. Le service santé environnement de la DDASS du Calvados possédait notamment, au format Excel, l'évolution de la teneur en nitrates de 36 captages depuis 1978 (à l'aide des analyses sur certaines stations de traitement). Avec l'aide de la DDASS, d'autres données, notamment sur l'aquifère du cénomaniens, ont encore pu être ajoutées pour compléter l'étude.

Pour la **DDASS de l'Orne**, les données SISE-EAUX n'étaient disponibles que depuis 1997, voire ponctuellement en 1988. Elles ont donc été complétées de deux manières. D'une part, en recherchant, de nouveau sur SISE-EAUX, les analyses effectuées sur certaines stations de traitement correspondantes. D'autre part, une rencontre avec le service santé environnement dans l'Orne a permis l'accès au fichier papier des analyses de captages depuis 1982. Beaucoup d'entre eux ont pu être identifiées et leurs données ont été ajoutées à celles fournies par SISE-EAUX.

Pour ces deux derniers départements, les analyses de certaines stations de traitement ont complétées celles de certains captages. Cela a été possible, d'une part car nous avions affaire à des eaux souterraines, ne recevant pas de traitement vis à vis des nitrates avant distribution. De plus pour une telle assimilation, il fallait absolument que la station de traitement ne reçoive que l'eau d'**un et un seul** captage, et que la relation soit restée la même depuis 20 ans. Il a été donc nécessaire d'interroger les agents des DDASS sur ce point.

Les résultats ont été saisis sur Excel, dans des tableaux contenant, les caractéristiques du captage (nom, commune, localisation, ...). Un tableau a été réalisé par aquifère.

La localisation des captages

La base SISE-EAU a fourni les coordonnées Lambert II de la plupart d'entre eux. En utilisant ces données sous le SIG Arcview, les captages ont donc pu être situés sur les cartes de Basse Normandie. Cependant, certains (notamment les captages abandonnés) avaient conservé sur SISE-EAU leurs coordonnées en Lambert I et d'autres n'avaient pas du tout de coordonnées affectées. Pour ces derniers, l'affectation de coordonnées Lambert II s'est fait, sous Arcview, par géocodage, en utilisant la couche « communes » (où toutes les communes de Basse Normandie sont géoréférencées). Le géocodage a affecté chacun de ces captages au centroïde de sa commune de référence.

Affectation aux aquifères ou ensemble d'aquifères.

Sous SISE-EAUX, les DDASS de la Manche et du Calvados avaient affectés, à partir des données du BRGM²⁶, la plupart de leurs captages à des aquifères. Pour ces deux départements, la base de données a donc permis de connaître l'aquifère que captait la majorité des ouvrages. Sur un fichier Excel, les résultats des analyses correspondantes ont pu y être saisis. Dans ces deux départements, les données ont été triées par aquifère, puis regroupées, lorsque l'aquifère s'étendait sur plusieurs départements.

Dans l'Orne, les captages d'eau souterraine n'étaient pas affectés aux aquifères. Leur affectation a donc été réalisée à partir des couches masses d'eau fournies par les agences de l'eau. Sous le logiciel Arcview, les captages situés sur une masse d'eau ont été regroupés et affectés à cette masse d'eau dans la base de données.

Les affectations aux aquifères par les DDASS dans les départements de la Manche et du Calvados ont été effectuées à partir de données plus précises. Il a été jugé préférable de conserver les données DDASS sur ces départements et d'utiliser les masses d'eau dans l'Orne, à défaut

d'affectation aux aquifères. C'est pourquoi, les données n'ont pas été uniformisées en appliquant la méthode des masses sur toute la région.

B- Exploitation des résultats

Selon les cas, la masse d'eau ou l'aquifère a été choisi. La plupart des représentations vont concerner des groupements d'aquifères.

Les ensembles présentés sont :

- Les **aquifères du socle**, qui regroupent :
 - Tous les aquifères de Manche et de Calvados associés aux terrains du massif armoricain (schistes, schistes métamorphiques, grès, granites, arènes granitiques, précambrien, briovérien, cambrien),
 - Dans l'Orne, les masses d'eau de typologie de socle (voir annexe masses d'eau).
- L'**aquifère du Trias**, présent dans la Manche et le Calvados.
- L'**ensemble Bajo-bathonien**, qui regroupe :
 - Le Bajocien et le Bathonien en Calvados,
 - La masse d'eau du Bajo-bathonien dans l'Orne, elle correspond globalement à l'aquifère du Bathonien (le Bajocien n'étant pas présent dans ce département)
- Les **aquifères de la craie**, qui regroupent :
 - Les aquifères de la craie du Cénomaniens et des calcaires de l'Oxfordien en Calvados,
 - Les masses d'eau de la craie du Lieuvin, celle de la craie de Neubourg et des sables et grès du Cénomaniens dans l'Orne.
- L'**isthme du cotentin** qui concerne les captages classés sous le nom de nappe 'faluns' dans le département de la Manche.

Lors de cette étude, 2 types de présentation ont été réalisés :

- Une approche de l'évolution globale par ensemble

Elle consiste en l'élaboration de cartes représentant chacune l'état de tous les captages possibles d'un même aquifère, tous les 5 ans depuis 1984. Ces cartes représentent une photographie de la concentration moyenne en nitrate (à l'aide d'un code couleur), mesurée au sein du captage durant l'année correspondante. Chaque carte prend aussi en compte les captages abandonnés pour cause de nitrate (antérieurement et jusqu'à l'année correspondante).

- La présentation de l'évolution complète depuis une vingtaine d'années d'une série d'exemple de captages pertinents, par aquifère.

Ce sont des graphiques représentant l'évolution de la teneur en nitrate de certains captages. Une sélection a été effectuée (en collaboration avec chaque DDASS), afin de choisir les captages caractéristiques de l'aquifère. Le traitement des données sous Excel a permis le tracé des courbes d'évolution des captages sélectionnés.

C - Limites de l'exploitation

Il a été jugé intéressant d'essayer de remonter le plus loin possible dans le temps et de présenter le **maximum de données disponibles**. Les résultats présentés sont donc les données brutes. Toutefois les analyses étaient moins régulières il y a 20 ans, ce qui implique que beaucoup de données sont inexistantes dans les 3 départements.

De plus, les données antérieures à 1992, ajoutées aux données SISEAU dans le Calvados et l'Orne impliquent des biais. Le fichier des 36 captages du Calvados concernait uniquement des captages vulnérables (dont la teneur en nitrate dépassait 25 mg/L en 2003). Dans l'Orne, seuls les captages alimentant seul une station ont été sélectionnés.

Ainsi pour l'approche globale, les cartes présentent pour chaque année choisie le maximum de résultats recueillis. Il y a donc selon les années, des captages qui n'apparaissent pas. Sur la plupart des cartes, un certain nombre de captages semble notamment apparaître à partir des années 1990. Il serait erroné d'interpréter systématiquement ces apparitions comme la mise en service de nouveaux captages. Lorsque c'est le cas (notamment pour l'isthme du Cotentin), cela sera précisé dans l'interprétation qui suit.

Pour la deuxième représentation, il a d'abord été choisi des captages dont on possédait le suivi assez régulier. Il n'a donc pas été possible de considérer la totalité des évolutions des captages (car beaucoup n'étaient pas connus) pour que les choix soient les plus pertinents possibles.

En ce qui concerne la **localisation des captages** dont SISE-EAUX n'a pas fourni les coordonnées (particulièrement les captages abandonnés), la précision de la commune pour les situer a été considérée suffisante.

L'utilisation des **masses d'eau** de manière surfacique pour affecter les captages dans l'Orne est moins précise que les données DDASS fournies dans les autres départements.

D'une part, l'utilisation des masses d'eau est surfacique, alors que les aquifères s'étendent aussi sur la profondeur. Un point de coordonnées x et y peut très bien être au-dessus de deux ou trois aquifères simultanément.

D'autre part, les masses d'eau regroupent souvent plusieurs aquifères (exemple : le Bajobathonien regroupe le bajocien et le bathonien).

Le caractère moins juste des masses d'eau par rapport aux données BRGM (intégrant la profondeur) sera d'ailleurs parfois visible. En effet, les masses d'eaux apparaissent sur les cartes et certains captages affectés à l'aquifère sous SISE-EAU (en Manche et Calvados), ne se situent pas sur la masse d'eau correspondante.

Même si les teneurs semblent souvent évoluer de manières progressives (inertie des aquifères) les analyses sont relativement peu nombreuses. Généralement, les résultats extraits de SISE-EAUX sont au nombre de **une ou deux par an** par captages (voir annexe 10). Cela est lié au fait que le contrôle sanitaire sur la ressource dépend du débit des ouvrages (annexe 9). Les résultats, complétant SISE-EAUX (fichier Excel dans le Calvados, fiches cartonnées dans l'Orne) sont beaucoup plus fournis (environ dix analyses par an), car ils prennent aussi en compte les analyses faites sur les stations de traitement. Mais cela ne concerne qu'une partie des captages de ces départements. L'incertitude des résultats n'est donc pas homogène et serait très difficile à évaluer.

Ces représentations servent à **apprécier** l'évolution de chaque ensemble d'aquifère (ou masse d'eau).

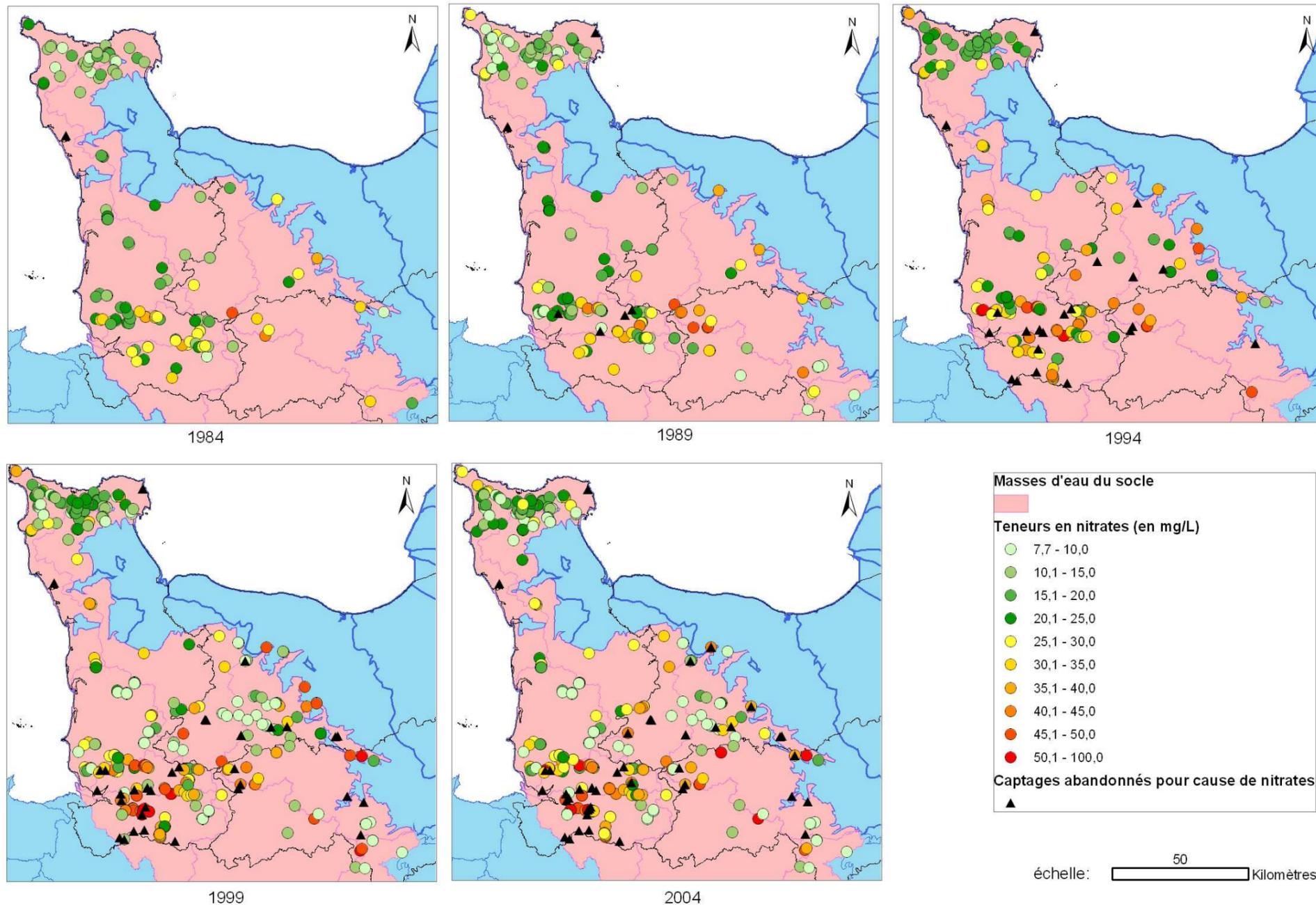
Les évolutions constatées dans la première représentation ne seront commentées que lorsqu'elles considèrent un certain nombre de captages.

Pour la deuxième représentation, les évolutions de captages ont été choisies en accord avec les DDASS, ce qui a permis une interprétation plus poussée.

3) Résultats

A - Les aquifères du socle

Approche de l'évolution globale

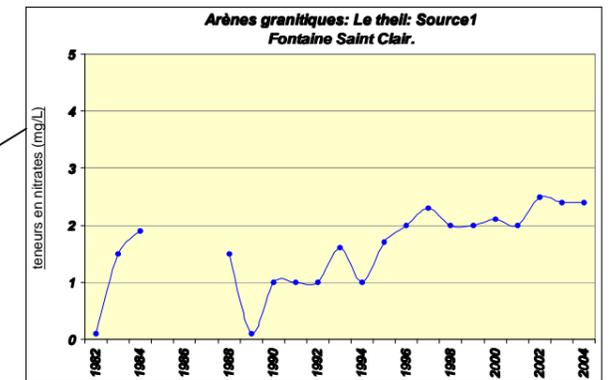
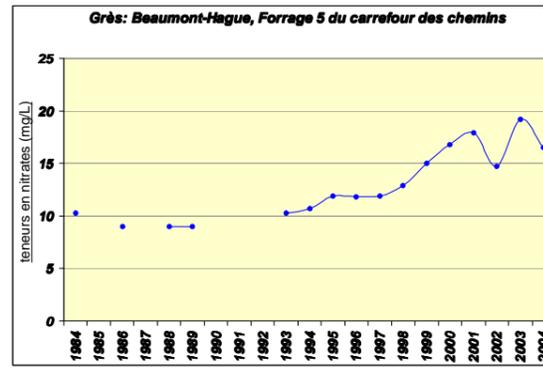
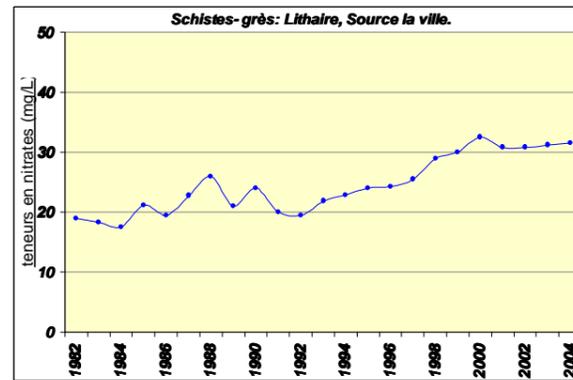


Le nord de la Manche, où les débits fournis par les captages sont souvent plus élevés (grès) est peu touché par la pollution nitratée. En effet, dans cette zone, un grand nombre de captages ont des teneurs en nitrates inférieures à 20 mg/L en 1984 qui le restent jusqu'en 2004.

Peu de captages servent à l'alimentation en eau potable dans le centre du département mais ils sont eux aussi relativement préservés.

Au sud, beaucoup de captages exploitent l'eau souterraine pour l'alimentation en eau potable. Ces derniers présentaient une teneur en nitrates assez faible en 1984 (inférieurs à 20mg/L). Puis ils semblent avoir subi une croissance nette sur les 20 dernières années, puisque la moitié d'entre eux sont au dessus de 50 mg/L en 2004. De nombreux captages y ont été abandonnés pour causes de nitrates dans les années 90. A partir des années 90, pour les captages qui ne dépassaient pas la normes, la teneur en nitrates a apparemment continué de croître, mais de manière très lente.

Evolution de quelques exemples de captages



Parmi les grès au nord-est, le forage du carrefour des chemins, à Beaumont-Hague a une assez bonne qualité du point de vue nitrate puisque sa concentration n'a pas dépassé les 20mg/L sur 20 ans. Il a connu une évolution en 2 temps. Il paraît (peu de données disponibles) stagner aux environs de 10 mg/L de 1984 à 1994, puis il connaît une croissance fluctuante jusqu'à atteindre 20mg/L en 2004.

Dans les schistes-grès, les deux exemples de captages présentés sont assez similaires:

- La source de la Ville, à Lithaire, au centre de la Manche, captant les schistes et les grès a fluctué entre 20 et 30 de 1982 à 1992, puis elle a augmenté assez régulièrement jusqu'à atteindre les 30 mg/L en 1998, teneur à laquelle elle semble stagner depuis.

- La source de la Porte, à la Villette, dans le Calvados a eu aussi une première période de fluctuation, entre 15 et 20 mg/L de 1978 à 1987, puis elle s'est stabilisé à 20 mg/L jusqu'en 1992. A partir de 1992 elle a augmenté jusqu'à atteindre 30 mg/L en 2004.

Parmi les arènes granitiques 3 cas sont présentés :

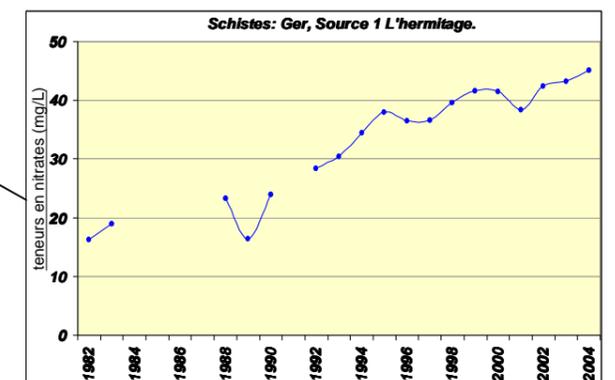
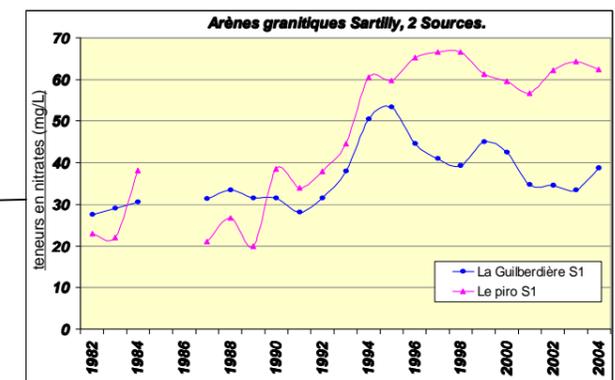
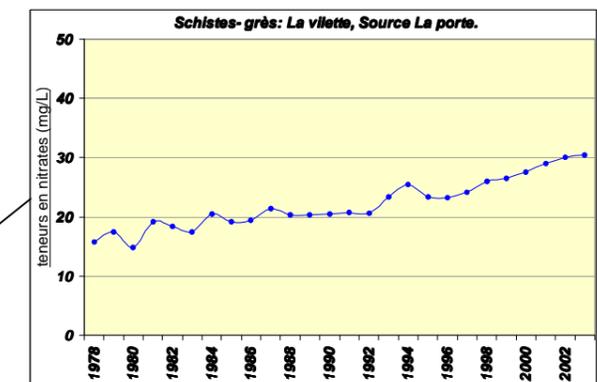
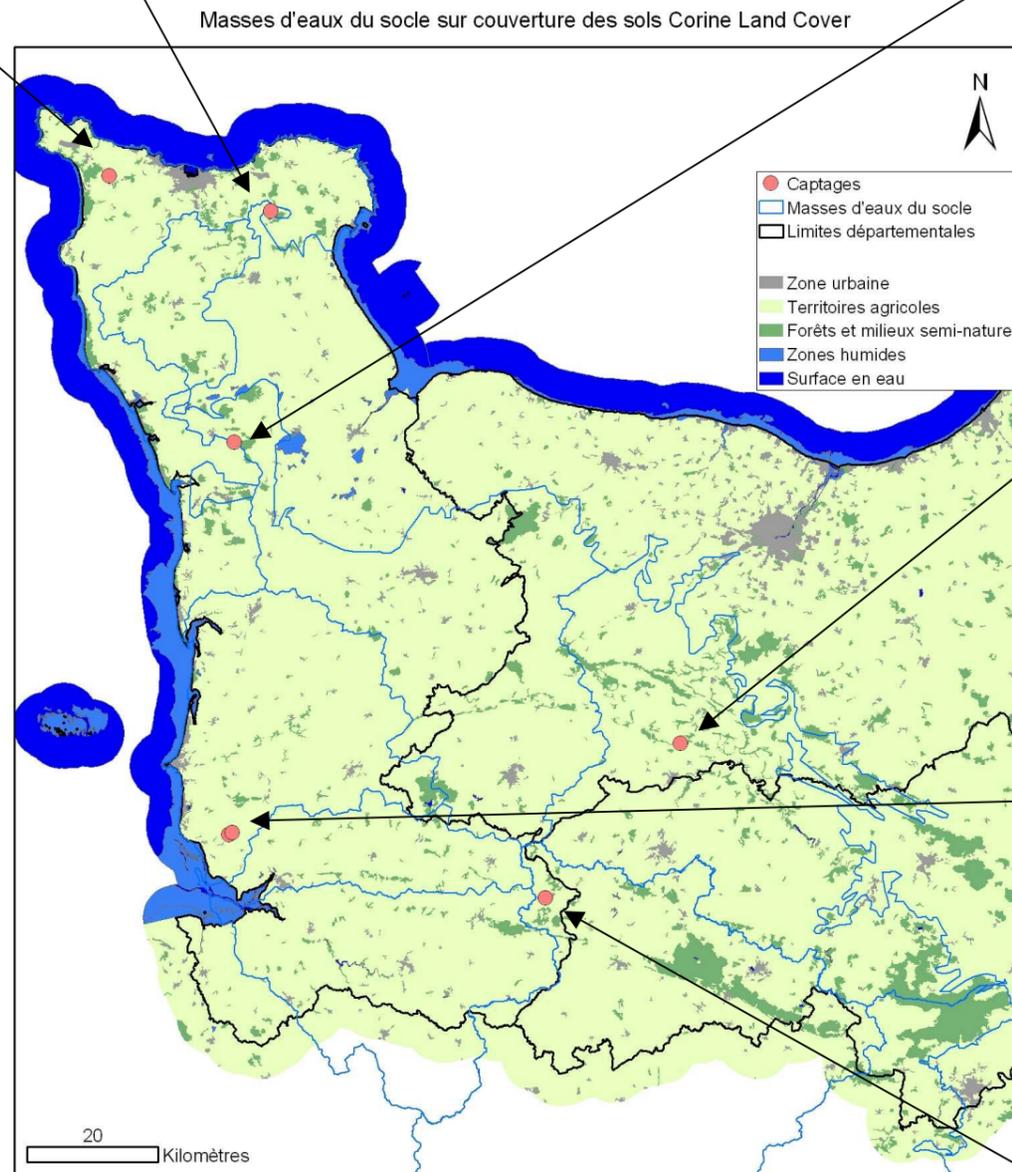
- Au nord-est, au Theil, la source Fontaine St Clair (photo en page de garde) semble être ultra protégée des nitrates puisque depuis 1982, sa concentration fluctue entre 1 et 2 mg/L. Néanmoins, une concentration supérieure à 2 mg/L a été mesurée ces 3 dernières années.

- Au sud-ouest de la Manche, à Sartilly, ces 2 sources classées en zone vulnérable ont des évolutions notables, puisqu'elles ne sont similaires que jusqu'en 1994. En effet de 1982 à 1992 les 2 teneurs semblent augmenter lentement passant globalement de 25mg/L à 35mg/L, puis à partir de 1992 l'augmentation s'accélère considérablement pour les deux sources : 20 mg/L de plus en 3 ans.

A partir de 1996 : - La concentration de la source du Piro qui a alors atteint les 60 mg/L fluctue entre 60 et 70 mg/L jusqu'en 2004.

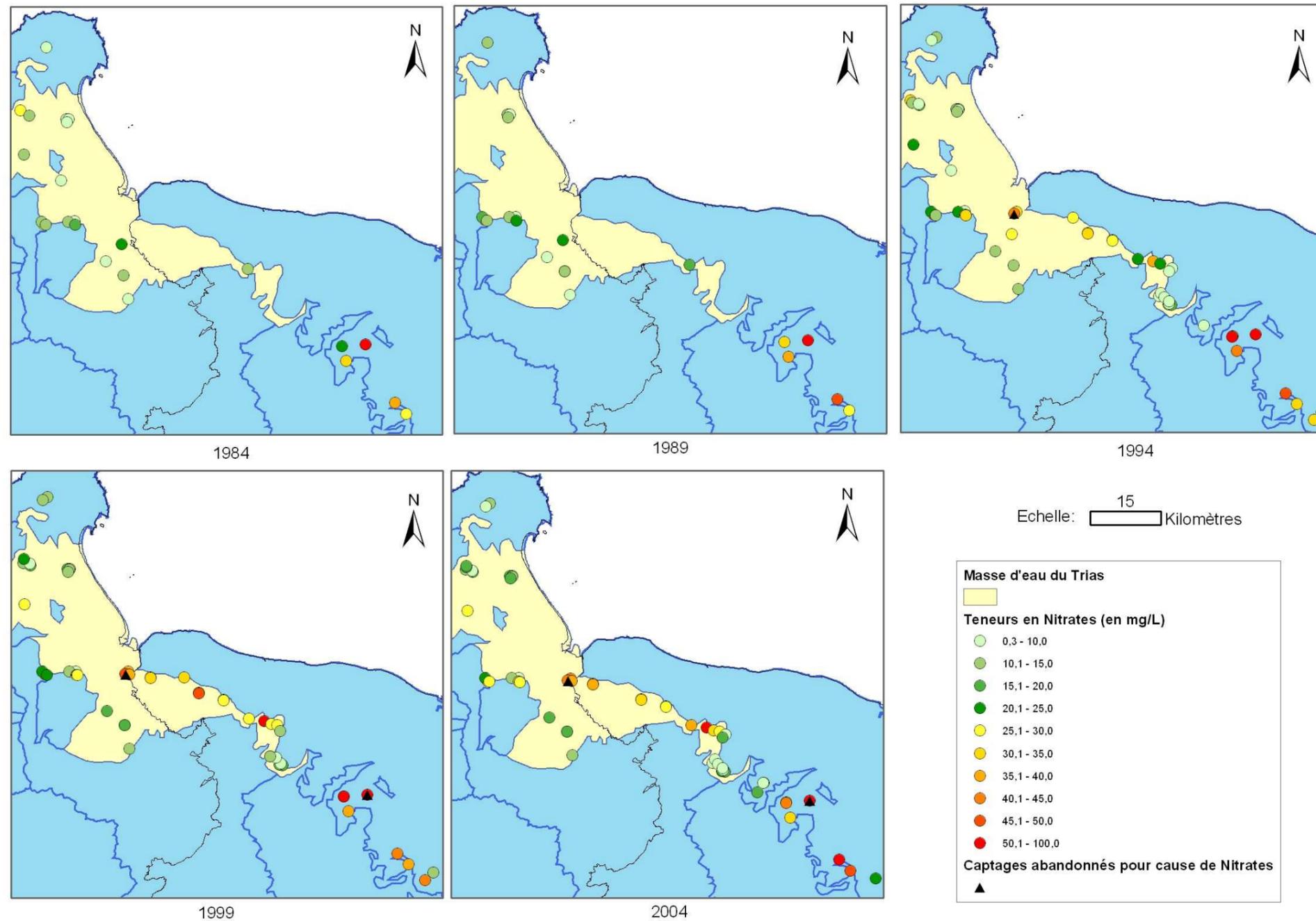
- Pour la source de la Guilleberdière, la teneur en nitrates baisse en dessous de 50 mg/L et fluctue depuis entre 35 et 45 mg/L. Cette amélioration est liée à un rachat, par la collectivité, des terres du périmètre de protection, en 1994. Il est possible d'en distinguer les effets de manière si rapide car nous sommes en présence d'un petit aquifère, avec une période de recharge rapide.

Au sud parmi les schistes, à Ger, la source l'Ermitage a connu une croissance importante et régulière de sa concentration en nitrates, ces vingt dernières années. Celle-ci est passée de 15 à 45 mg/L de 1982 à 2004 (en moyenne 1,5 mg/L/an). Un périmètre de protection (périmètre rapproché et périmètre éloigné) a pourtant été mis en place autour de cette source.



B - L'aquifère du Trias

Approche de l'évolution globale



La qualité de l'aquifère du Trias sur le plan nitrate paraît assez hétérogène avec un gradient du nord au sud-est.

La situation la moins inquiétante se trouve dans la partie nord de la Manche. On y note tout de même une évolution croissante, mais relativement faible depuis 1984 : les concentrations sont globalement passées de 10 à 20 mg/L. Dans cette zone, les teneurs maximales en 2004 se situent autour de 25-30 mg/L.

On observe une situation intermédiaire au centre, entre Manche et Calvados, avec une majorité de points situés aux alentours de 30 mg/L à partir de 1994. Là aussi l'évolution est croissante depuis vingt ans, avec des concentrations qui passent globalement de 10-15 mg/L en 1984, à 30-40mg/l en 2004. Quelques points aux alentours de 45mg/L y ont été observés ces dix dernières années

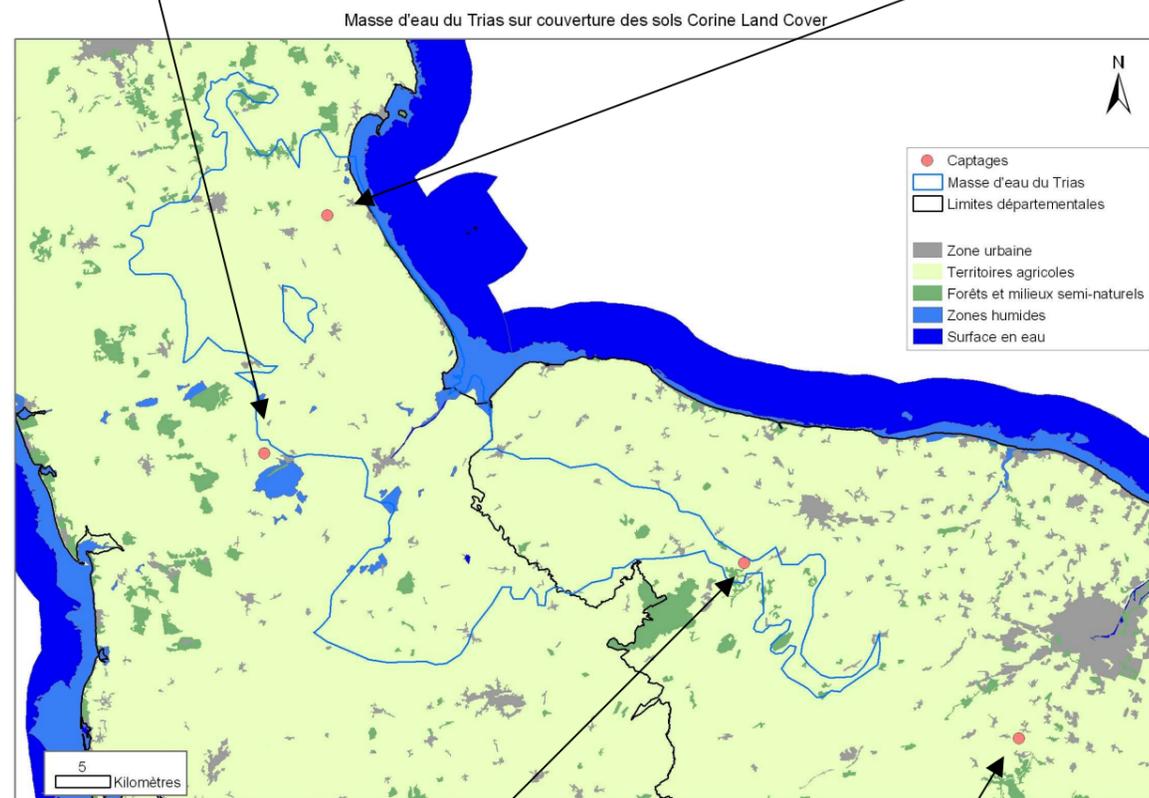
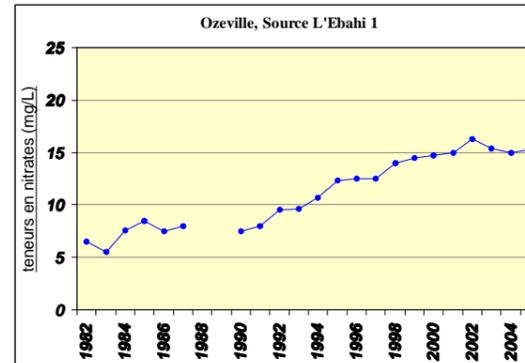
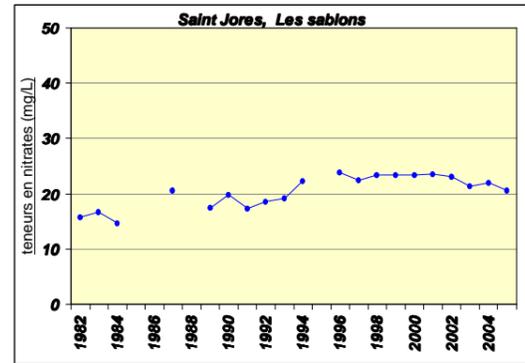
Enfin, la zone Sud-Est semble la plus touchée par les nitrates ces 20 dernières années. Plusieurs points aux environs de 45mg/L apparaissent dès 1989. La dégradation se poursuit les années suivantes puisque l'on retrouve tous ces points proches ou au-dessus de 50 mg/L en 2004. Une série de points au nord ouest de la zone paraissent relativement protégés. Ces points apparaissent en 1994 car nous n'avons pas de données antérieures les concernant. Une partie d'entre eux reste inférieure à 10 mg/l de 1994 à 2004. Une autre (dans le coin nord-ouest) connaît une croissance nette, et l'un d'eux dépasse les 50 mg/L en 1999.

Les captages abandonnés pour cause de nitrate apparaissent peu nombreux au sein de cet aquifère.

L'hétérogénéité perçue sur ces cartes peut s'expliquer par le fait que le trias est un aquifère très limité dans l'espace, cloisonné avec des faciès variables.

Remarque : La masse d'eau ne correspond pas exactement à l'aquifère renseigné par les DDASS 14 et 50, puisque un certain nombre de points se trouvent à l'extérieur de celle-ci.

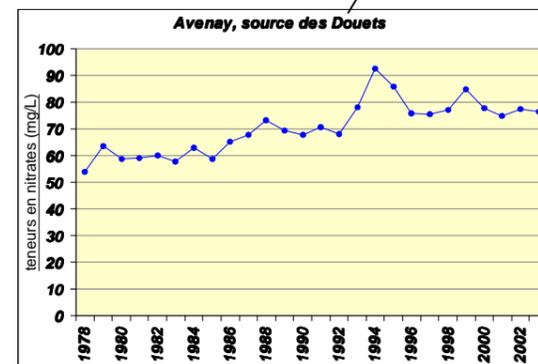
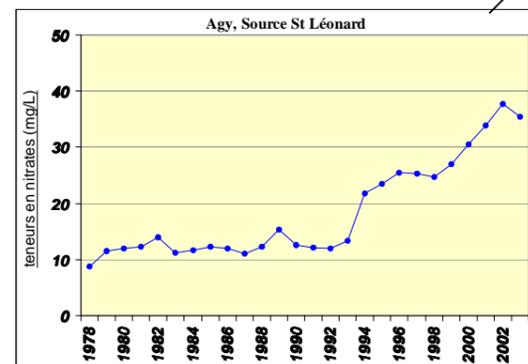
Evolution de quelques exemples de captages



A Ozeville, au Nord du Trias, la source de l'Ebahi situé en zone agricole a connu une croissance très lente et régulière à raison de 0,4mg/L/an. Cependant, même si le gain paraît faible (0,4 mg/L/an), la concentration a tout de même doublée en 22 ans en passant de 8 à 16 mg/L.

A St Jores, au Nord-Ouest du Trias, le forage des Sablons, localisé entre une zone agricole et une zone de marais, a lui aussi subi une augmentation lente, d'à peine 10 mg/L depuis 1982. Cette augmentation est ici moins régulière : la concentration est déjà aux alentours de 20 mg/L en 1987. La situation est peu inquiétante car la concentration est de 20mg/L en 2005, et elle n'a jamais dépassé les 25 mg/L en 20 ans.

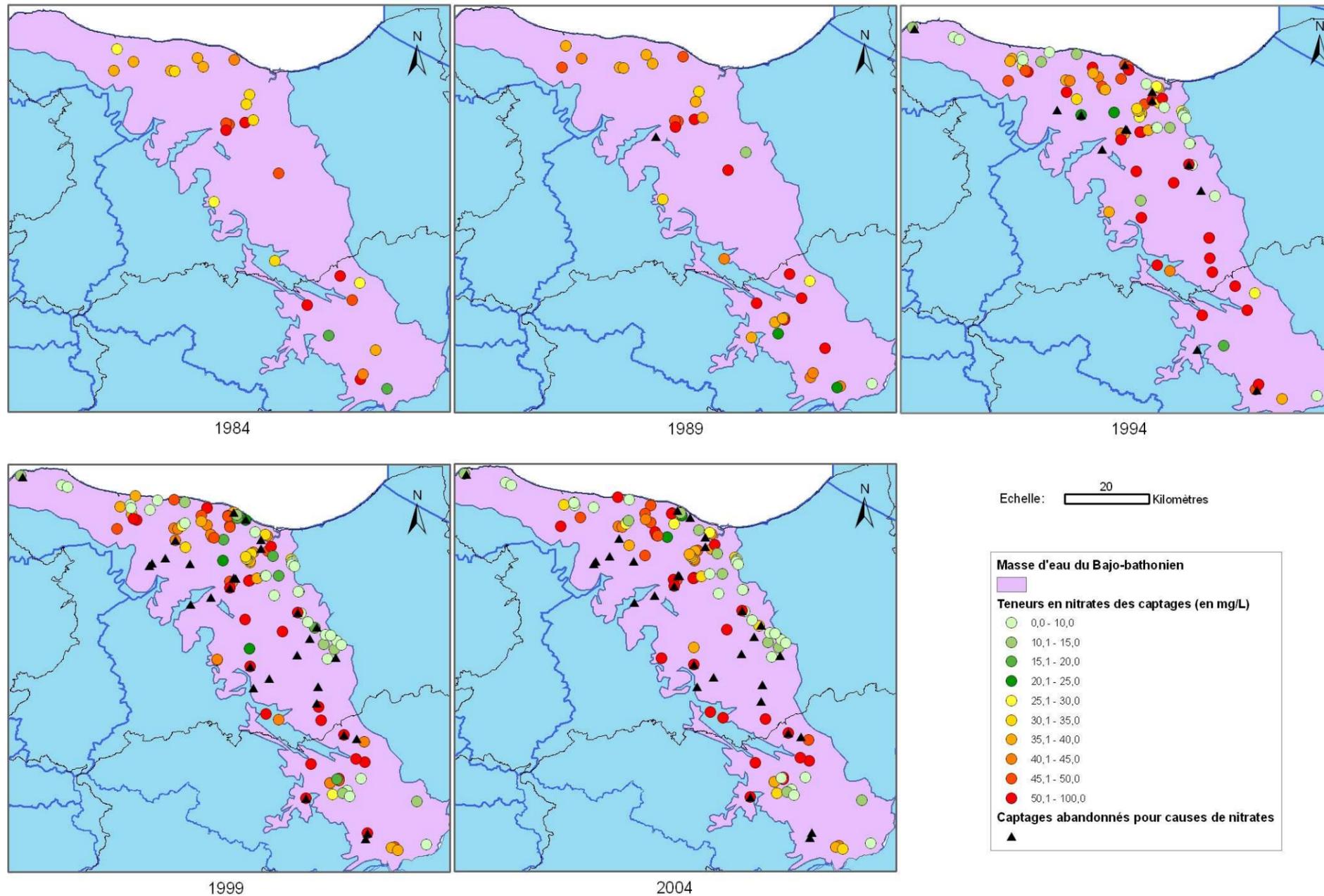
A Avenay, au sud-ouest de Caen, la source des Douets est polluée depuis plus de 20 ans puisqu'en 1978, la concentration en nitrates était déjà supérieure à 50 mg/L. Dans les années 1980, un programme expérimental a été mis en place sur cette source, sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général du Calvados, mettant en œuvre une politique et un suivi de bonnes pratiques agricoles. Au niveau de son évolution lors des vingt dernières années, les 25 dernières années, cette dernière a encore augmenté de 20 mg/L. La croissance est irrégulière avec des pics en 1995 et 2001 qui peuvent être reliés à la pluviométrie (voir pluviométrie de Carpiquet en Annexe 5).



A Agy, près de Bayeux, la source St Léonard, située en zone d'agriculture, non loin de l'agglomération de Caen, a subi une évolution vis-à-vis des nitrates qui peut être divisée en 2 périodes. Une stagnation aux environs de 15 mg/L a eu lieu de 1978 à 1993, suivie d'une assez forte croissance de 1993 à 2003 (20 mg/L en 10 ans soit en moyenne 2 mg/L/an).

C - La masse d'eau du Bajo-bathonien

Approche de l'évolution globale



La masse d'eau du Bajo-bathonien apparaît très polluée (surtout au sud) dès 1984. Certains captages du nord paraissent encore « préservés » à cette époque ce qui peut s'expliquer par une relative protection due à l'épaisseur des sols.

En effet au Sud, les sols sont très minces et facilitent l'infiltration des pollutions diffuses jusqu'aux aquifères. Au nord, l'épaisseur des sols aurait retardé le phénomène

Parallèlement, un certain nombre de captages, (essentiellement à l'est) apparaissent en dessous de 20 mg/L. Certains sont déjà visibles dès 1984. La plupart apparaissent sur les cartes en 1999 (cela est souvent du au fait qu'auparavant ces captages n'étaient pas analysés individuellement).

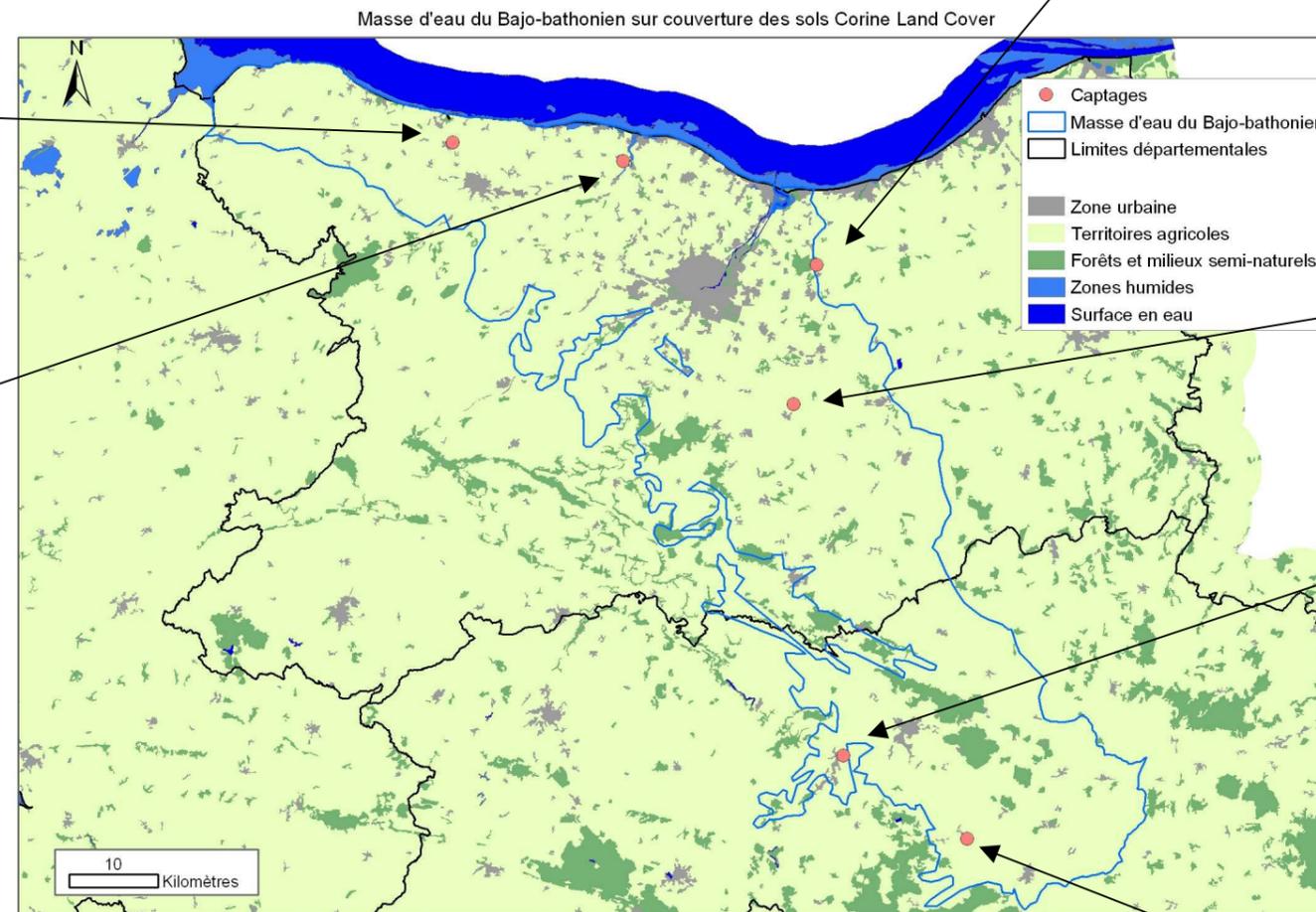
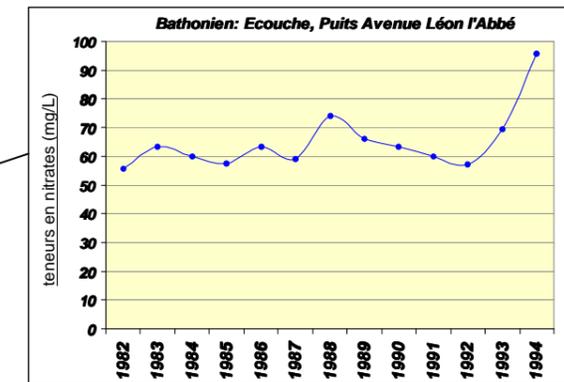
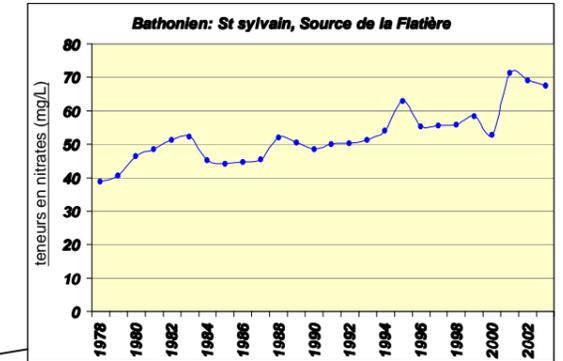
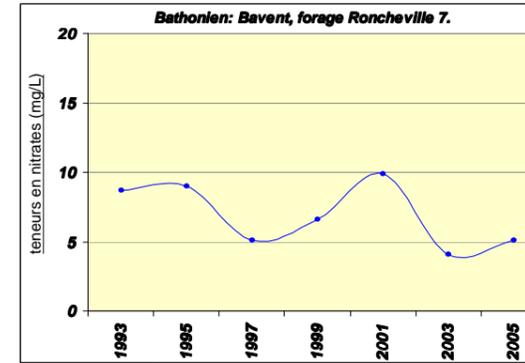
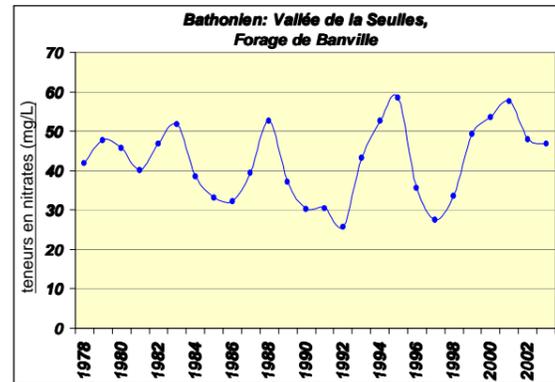
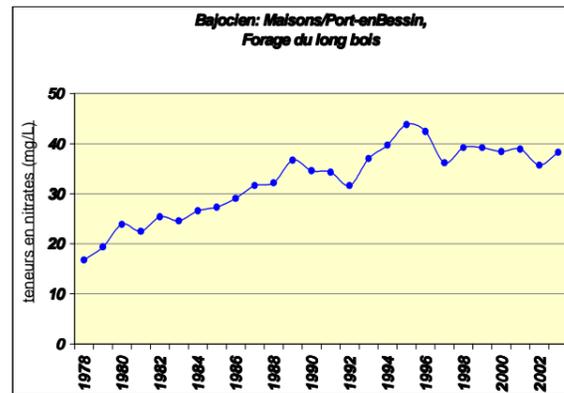
Cependant, l'apparition massive de ces captages de bonne qualité sur le plan nitrate est en aussi liée à la recherche (dans les années 1990, en Calvados) d'une ressource aquifère non polluée par les nitrates.

Une grande partie de ces captages sont dépollués par le biais de la dénitrification naturelle, à l'est lorsque la nappe devient captive sous les argiles calloviennes. Ils fournissent pour l'instant des débits intéressants.

Les autres captages (au nord) de bonne qualité ne subissent pas de dénitrification naturelle mais sont protégés naturellement des nitrates, car très profonds. Cependant ils présentent des inconvénients. Les forages captant la nappe bajocienne captive (sous le bathonien), sont chargés en Fluor (10mg/L). Tandis que les forages très profonds au nord du bathonien sont très peu productifs

Beaucoup de captages (environ un tiers) ont été abandonnés pour cause de nitrate notamment après 1994. La plupart de ces abandons ont été faits à l'ouest, ce qui confirme la tendance expliquée précédemment.

Evolution de quelques exemples de captages



La plupart des captages présentés ici atteignent les 50mg/L.

A Maisons, dans le Bessin (nord du bajocien), le forage du Long Bois a subi une forte augmentation de 1978 à 1995 (hausse de 25 mg/L en 17 ans soit environ 1.5 mg/L/an) et semble stagner depuis aux alentours de 40mg/L.

Dans la Vallée de la Seulles (nord de la plaine de Caen), dans le bathonien, le forage de Banville a subi de fortes fluctuations depuis 1978. Il n'a cessé de passer au dessus puis en dessous de la norme de potabilité. Les pics observés en 1995 et 2001 semblent être liés à la pluviométrie (voir Annexe 5).

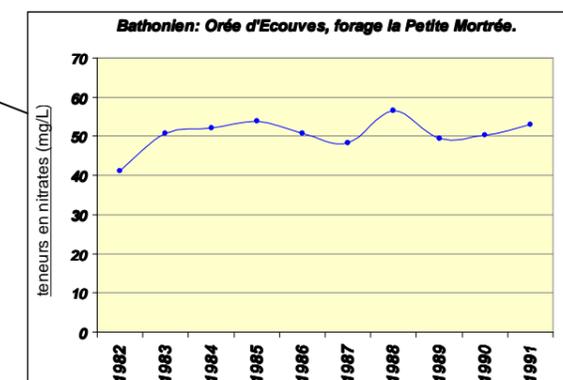
A Saint-Sylvain au centre du Bathonien, la source Flatière a, elle aussi, augmenté en fluctuant, avec plusieurs paliers. La concentration a atteint 70 mg/L en 2001 et semble avoir à peine baissé depuis.

Le forage de Roncheville à Bavent constitue le seul exemple étant peu pollué par les nitrates. Ce forage, situé dans la partie captive du bathonien bénéficie de la dénitrification naturelle. Sa mise en service date des années 1990, c'est pourquoi il n'y a pas d'historique plus ancien. Les teneurs en nitrate semblent osciller entre 5 et 10mg/L.

Les forages choisis dans l'Orne, dans l'aquifère du Bathonien, ont tout les deux été abandonnés pour cause de nitrate :

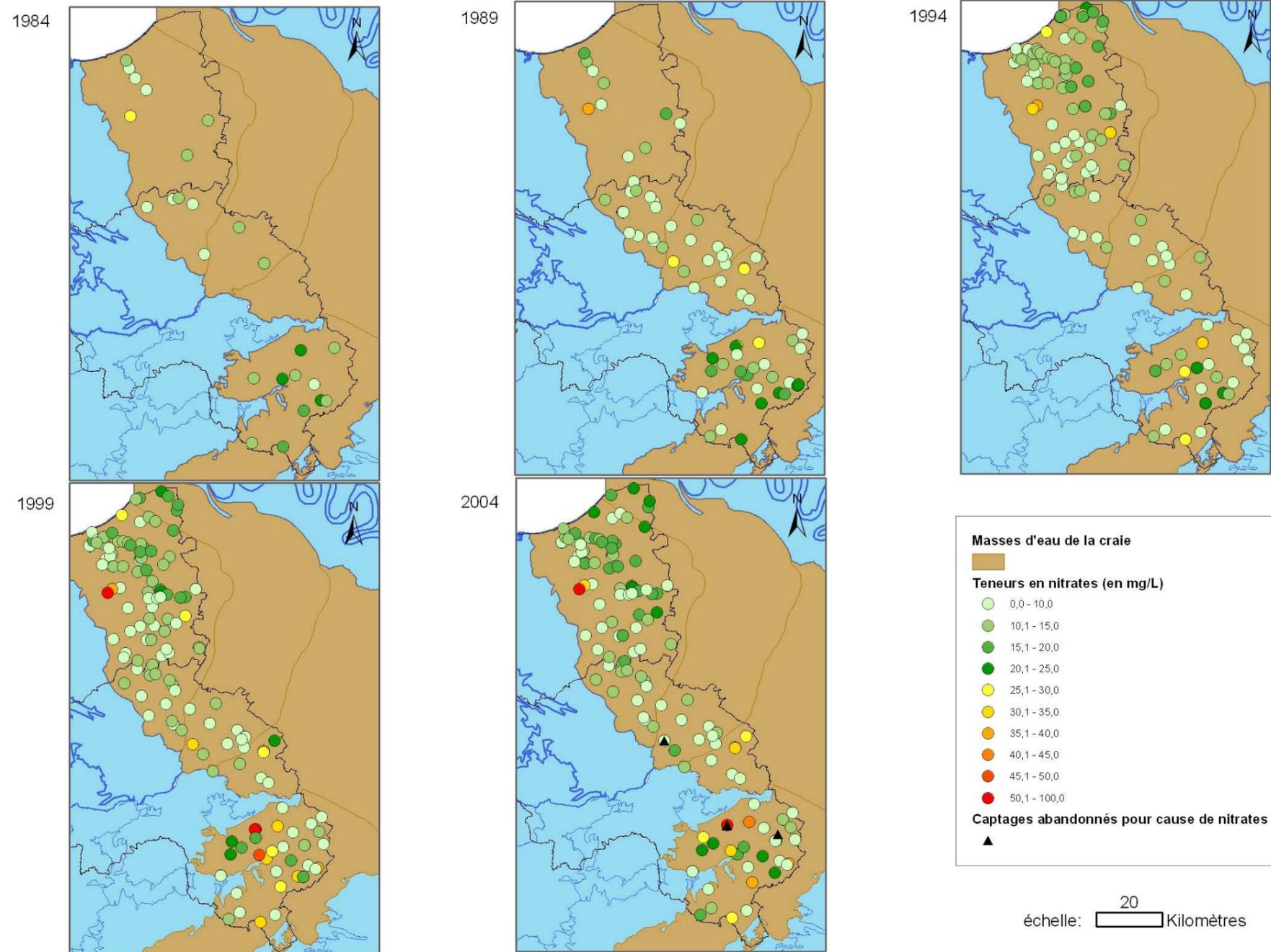
- A Ecouche, au l'ouest, le puits de l'Avenue Léon l'Abbé, avait déjà une teneur en nitrate au dessus de la norme en 1982. Celle-ci a ensuite fluctué de 55 à 70 mg/L de 1982 à 1992 (avec un pic au dessus de 70mg/L, en 1988). Enfin juste avant son abandon, il a connu une croissance phénoménale, surtout lors de la dernière année où la concentration est passée de 70 à presque 100 mg/L.

- A Orée d'Ecouves, plus au sud le forage de la petite Mortrée a fluctué aux alentours de 50 mg/L depuis 1982 jusqu'à son abandon en 1991 (avec un pic a quasiment 60mg/L en 1988).



D - Les masses d'eau de la craie

Approche de l'évolution globale



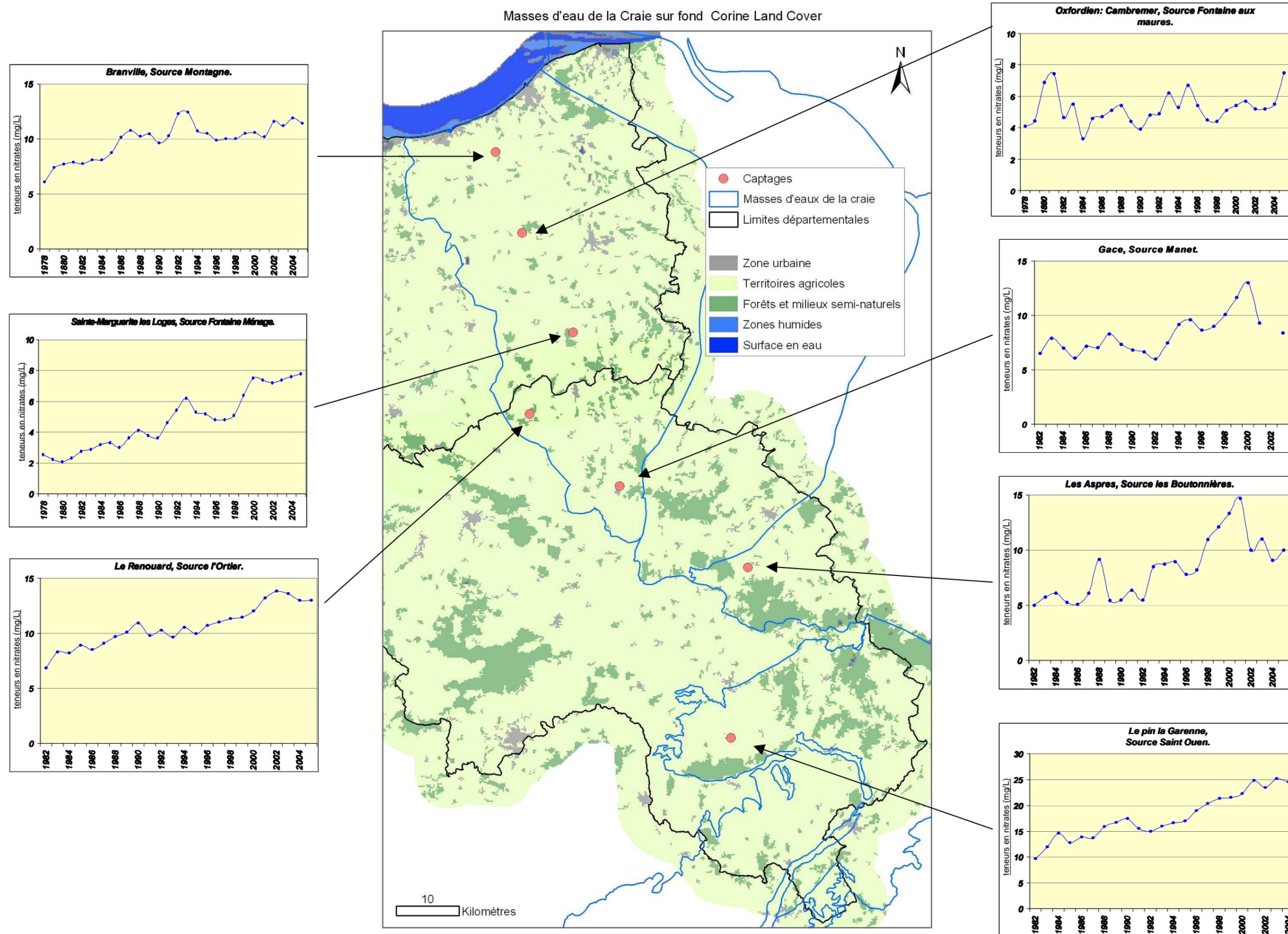
Sur le plan nitrate, les aquifères de la craie, bien protégés, semblent avoir conservé la qualité de la grosse majorité de leurs captages sur le plan nitrate. Ces derniers ont des teneurs qui sont restées inférieures à 25 mg/L sur 20 ans.

Depuis 1984, une légère croissance des teneurs semble tout de même avoir lieu pour ces captages préservés. En effet, de 1984 à 1994, la majorité des points est inférieure à 15 mg/L. Puis à partir de 1999, la teneur en nitrates, pour de plus en plus de ces points, essentiellement au nord-est, semble se rapprocher de 25 mg/L (passage de vert clair à vert foncé).

Un très faible nombre de captages apparaissent supérieurs à 25 mg/L dans les premières années et subissent une certaine croissance pendant 20 ans. Certains d'entre eux (majoritairement au sud) atteignent les 45 mg/L dès 1999.

Pour les aquifères de la craie, on a recensé très peu de captages abandonnés pour cause de nitrates depuis 20 ans : seulement 3 en 2004 dans le département de l'Orne.

Evolution de quelques exemples de captages



Tous les graphes présentés ici ont des teneurs qui n'ont pas dépassé les 25 mg/L en 20 ans. Cependant, la plupart semblent croître, bien que faiblement.

Dans la craie du cénonmien (14) :

- Au nord, à Braville, la source Montagne passe de 7 à 12 mg/L en 25 ans. Sa croissance est lente et subit des oscillations dans les années 90.
- Au sud du Calvados, à Ste-Marguerite-les-Loges, la source Fontaine Ménage subit aussi une hausse oscillante, mais encore moins rapide puisqu'elle passe cette fois de 2 à 8 mg/L en 25 ans.

Dans les calcaires de l'Oxfordien (14), la source Fontaine aux Maures à Cambremer a oscillé depuis 20 ans à de très faibles teneurs (entre 4 et 8 mg/L).

Dans les craies et marnes du Lieuvain-Ouche (61), (même masse d'eau que précédemment) :

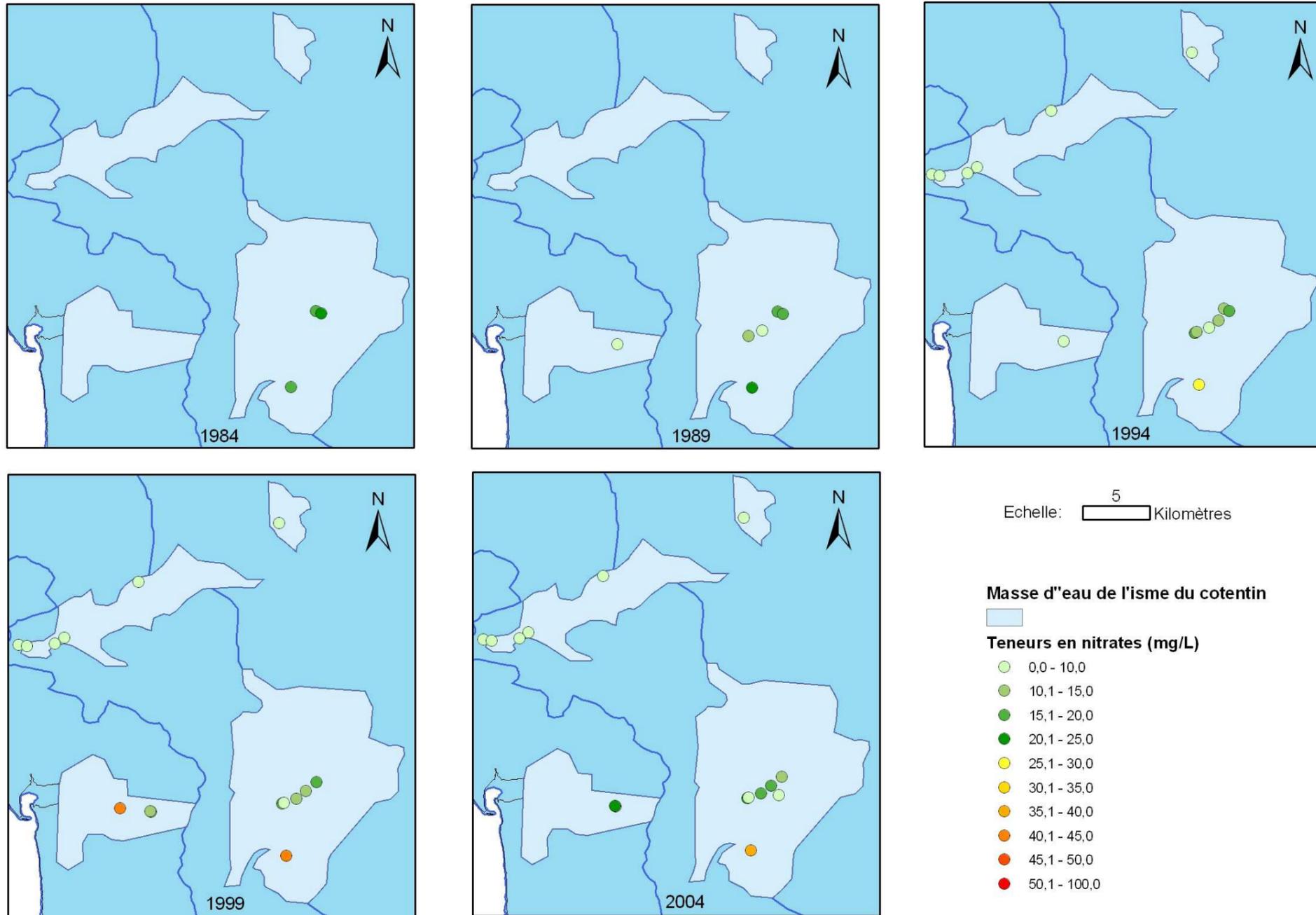
- A l'est, au Renouard, la source l'Ortier a subi une faible croissance de 7 à 13 mg/L en oscillant légèrement.
- A l'ouest, à Gace, La Source Manet a subi globalement la même évolution mais avec de plus fortes oscillations.

Dans la craie altérée de Neubourg (61), aux Aspres, la source des Boutonières a oscillé entre 5 et 15 mg/L, ces vingt dernières années. Les oscillations sont comprises entre 5 et 10 mg/L de 1982 à 1997. Puis à partir de 1998, les teneurs oscillent entre 10 et 15 mg/L avec une pointe à 15mg/L en 2001.

Dans les sables et grès du cénonmien, au Pin-la-Garenne, la source Saint Ouen a connu depuis 23 ans, une évolution croissante de sa teneur en nitrates : de 10 à 25 mg/L. La croissance assez régulière est d'environ 0,7mg/L/an.

E - L'isthme du Cotentin

Approche de l'évolution globale



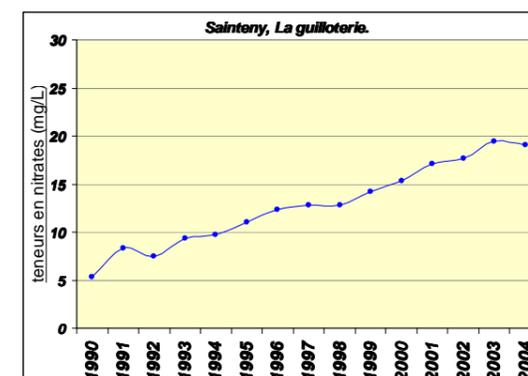
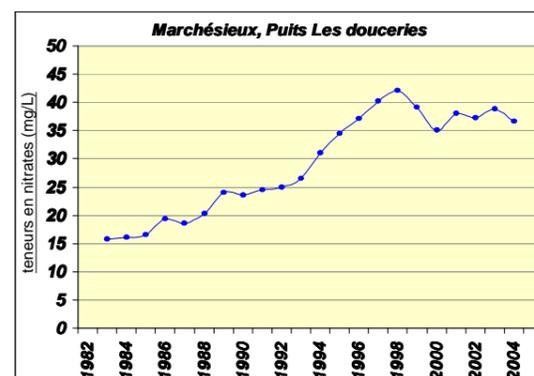
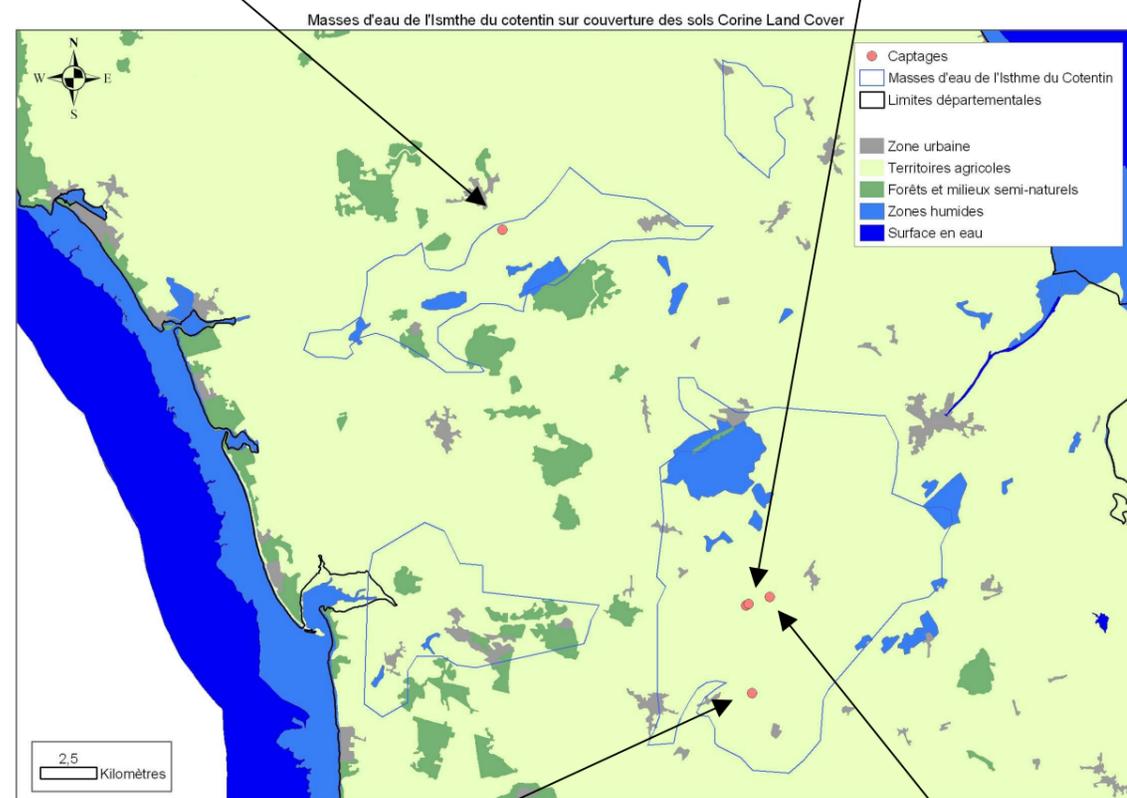
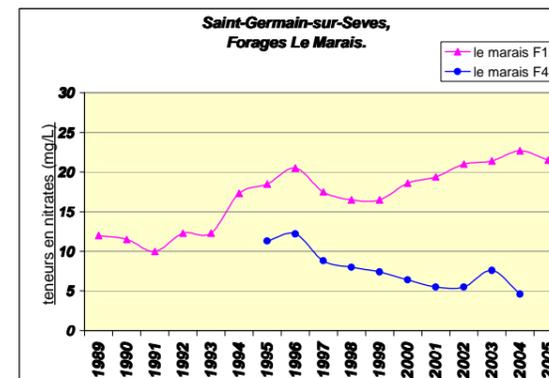
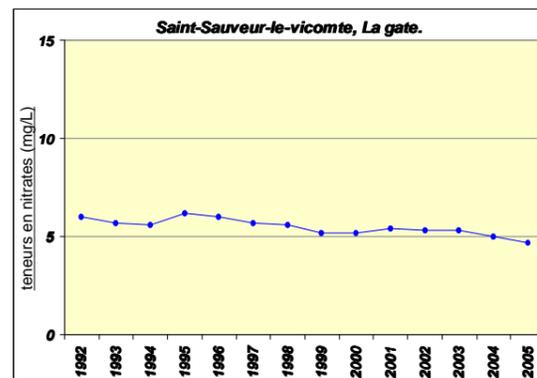
Beaucoup de captages n'apparaissent sur les cartes d'évolution qu'aux alentours des années 1990. C'est tout simplement parce qu'ils n'étaient pas en service auparavant. En effet, la plupart des ressources de l'Isthme du Cotentin ont été découvertes à cette période.

Si aucun captage abandonné n'apparaît sur ces cartes, c'est parce que les quelques abandons de captage de cette ressource n'ont pas eu lieu à cause du nitrate.

La grosse majorité des points de mesure du nitrate indique une concentration qui reste inférieure à 20mg/L sur 20 ans.

C'est le deuxième intérêt de ces ressources qui fournissent déjà des débits très importants au département de la Manche : elles sont protégées naturellement.

Evolution des quelques exemples de captages



Dans le bassin de Saint-Sauveur-le-Vicomte, le forage de la Gate, présente depuis 20 ans des concentrations en nitrates très faibles, qui ont tendance à diminuer (6 mg/L en 1992 et inférieures à 5mg/L en 2004). Ce bassin possède une bonne protection naturelle. La nappe est tantôt libre tantôt captive selon les secteurs. Il présente aussi de fortes teneurs en Fer (toujours > 0,4mg/L et dépassant fréquemment 1 mg/L), le milieu est donc réducteur. Ces facteurs laissent supposer qu'il s'y produit des phénomènes de dénitrification naturelle (voir annexe 6).

Quatres exemples sont présentés dans bassin de Sainteny-Marchésieux qui est l'une des ressources, concernant l'AEP, les plus importantes de la Manche.

A St Germain-sur-Seves, ces 2 exemples de forages à 200 m l'un de l'autre (tous deux à 5 m de profondeur) montrent bien l'importance de la nature de la nappe (elle aussi libre ou captive selon les secteurs).

- Le forage du Marais F1 présente des concentrations supérieures à 10 mg/L, qui en 20 ans, ont fluctués mais depuis 4 ans sont supérieures à 20 mg/L. A cette endroit, la nappe est libre la teneur en Fer est nulle.

- Les teneurs du forage du Marais F4 sont beaucoup plus faibles et en diminution. Depuis la première analyse en 1995, ces dernières sont passées de 10 à 5 mg/L. Ce forage capte une partie de la nappe semi-captive ou l'on a détecté la présence de Fer, et ou il n'y a pas de pesticides. Elle est donc protégée, mais on peut en plus, y supposer des phénomènes de dénitrification.

A Marchésieux, le puits des Douceries a subi une hausse de sa concentration en nitrates de 1982 à 1998 : elle est passée de 15 à plus de 40 mg/L, depuis elle fluctue entre 35 et 40 mg/L.

A Sainteny, la concentration en nitrate du forage de la Guilloterie, mis en service en 1990 a aussi augmenté depuis. La hausse est très régulière et la teneur est passée de 5 à 20 mg/L en 15 ans (en moyenne 1 mg/L/an)

4) Conclusions sur l'évolution des nitrates dans les aquifères

Les aquifères du **socle** sont nombreux et **diversifiés**. La pollution est généralement moins prononcée au nord car l'agriculture y est moins soutenue.

Pour la plupart, ce sont des micros bassins versant, ce qui rend moins difficile la lutte contre la pollution car cette dernière est plus **localisée**. La faible extension des aquifères permet de voir assez rapidement les répercussions sur la qualité de l'eau, de certains efforts vis-à-vis des pollutions sur leur bassin versant (cf. : source la Guilleberdière à Sartilly, 50).

La qualité de l'aquifère du **Trias** apparaît très **variable** selon les secteurs, ce qui est serait principalement du à l'hétérogénéité des faciès de l'aquifère qui le rendent plus ou moins vulnérable. En effet la nappe est captive par endroits ce qui lui assure une meilleure protection.

De plus, l'aquifère semble s'être globalement plus dégradé, au sud qu'au nord. Le phénomène peut être lié à une différence de pression environnementale. En effet, l'agriculture est globalement extensive au nord et intensive au sud. Enfin la zone sud est beaucoup plus urbanisée.

La qualité du **Bajo-bathonien** est devenue **très critique** (surtout à l'ouest, lorsque la nappe est libre et superficielle), depuis les années 90, ce qui pose beaucoup de problèmes, puisque l'aquifère du Bathonien est le plus productif de Basse Normandie.

Trois types de captages sont distingués au sein de cet ensemble :

- Les captages très productifs situés dans la zone très vulnérable de la nappe, sont donc très touchés par les nitrates (concentration très souvent supérieure à 50mg/L, parfois à 100 mg/L, nombreux captages abandonnés). Ils se situent dans la plaine d'Argentan (61) et au sud de la plaine de Caen (14).

- Les captages très profonds, isolés en tête de bassin (Luc sur Mer), bien protégés. Ces captages sont de bonne qualité, mais très peu productifs.

- Les captages qui sont dépollués naturellement par le biais de la dénitrification. Ils ont une concentration fluctuant un peu mais ne dépassant pas les 20mg/L. Ces captages sont situés sur l'aquifère du Bathonien, à l'approche du Callovien (c'est-à-dire à l'est), dans la vallée de la Dive, ainsi que sous le lit de l'Orne.

Depuis plus de vingt ans la majorité des captages subit donc bien des pollutions nitratées liées à la sensibilité de ces aquifères. De nombreux captages ont déjà été abandonnés et ne font plus l'objet d'un suivi analytique. La pollution est cependant forte, puisque certains d'entre eux dépassent aujourd'hui les 100 mg/L. Cet excès risque de provoquer des dérèglements écologiques (suralimentation, formation d'algues), puisque l'eau est drainée par la mer au nord, et par les rivières au sud. Par exemple, la Dive qui passe entre les deux nappes et qui est majoritairement alimentée par drainage contient des quantités très importantes de nitrates aux abords de Falaise.

Une certaine **préservation** de la qualité de l'eau est observée sur les masses d'eau de la **craie**. Une lente croissance de la teneur en nitrates est constatée sur les vingt dernières années, toutefois la plupart des captages ont encore des teneurs inférieures à 25 mg/L.

Cette faible pollution est due à la combinaison de deux facteurs :

- la protection géologique : une couche d'argile à silex recouvre les nappes de la craie.

- la faible pollution déversée dans cette zone de la région (voir fond CLC²⁷ de la 2^{ème} carte page 23). En effet, la plupart des terrains à l'est de la Basse-Normandie sont soit des terres agricoles (avec beaucoup d'agriculture extensive), soit des milieux naturels (forêts).

Les débits pour cet aquifère restent intéressants, même si largement inférieurs à ceux du Bajo-bathonien. Sa qualité préservée donne un intérêt non négligeable à cette ressource.

L'aquifère de l'Oxfordien des calcaires coralliens, appartenant à ces masses d'eau, est tout autant protégé et s'avère très intéressant. En effet des débits non négligeables ont été découverts sur les forages les plus récents.

Les bassins de ***l'isthme du Cotentin*** sont globalement ***bien préservés*** sur le plan nitrate. Cela est aidé par le caractère captif de la nappe et à la profondeur des bassins. L'évolution depuis 20 ans ne montre globalement pas d'augmentation. En effet, les forages de Marchésieux et de Sainteny sont parmi les rares exceptions dont la concentration a augmenté. En général, des phénomènes de dénitrification (voir annexe 6) s'y produisent, aux endroits où la nappe est captive. De fortes teneurs en fer y ont été constatées.

Vu la productivité de ces bassins (de 50 à 100 m³/h), ces ressources d'assez bonne qualité sont stratégiques pour l'alimentation en eau potable de la Manche.

Au vu de certaines pollutions importantes constatées, comme celles rencontrés sur les nombreux captages appartenant au Bathonien, des actions sont menées en vue de la reconquête de la ressource commencent donc à se développer.

La directive nitrate vient notamment de commencer la mise en oeuvre de son troisième programme.

Le premier programme a classé les zones les plus polluées en « ***zones vulnérables*** ». Sur ces dernières de bonnes pratiques agricoles, destinées à freiner fortement les pollutions des nappes, doivent être mises en oeuvre.

Les bonnes pratiques comprennent :

- la ***fertilisation raisonnée*** (ajustement des apports azotés sur la parcelle à l'aide d'un plan de fumure, afin de limiter les pertes dans le sous sol),
- le ***respect*** des ***périodes d'interdiction*** (climat) et des ***distances d'épandage*** (vis-à-vis des eaux de surface ou des terrains de forte pente),
- la ***maîtrise*** des ***apports d'azote par les effluents d'élevage*** (en les prenant en compte dans le raisonnement de fertilisation des cultures),
- le ***stockage*** des ***effluents d'élevage*** dans de ***bonnes conditions*** (étanchéité des bâtiments, calcul du volume de stockage nécessaire, en fonction du temps de présence des animaux dans les bâtiments, de la nature de l'effluent, de la nature des cultures fertilisées et des périodes d'interdiction).

Suite à ce premier programme, l'évolution des pratiques agricoles en matière de fertilisation a été constatée mais était encore insuffisante au vu de la dégradation de la qualité des eaux souterraines et superficielles.

Les deuxième et troisième programmes ont poursuivi le raisonnement de la fertilisation sur les zones vulnérables. La lutte contre la pollution a été renforcée sur les zones d'alimentation en eau potable les plus menacées, les ***ZPPN***²⁸, en y appliquant des mesures complémentaires :

- la ***couverture des sols*** (40% de couverture par des CIPAN²⁹),
- les ***retournements de prairie*** de plus de trois ans sont fortement déconseillés (s'il est malgré tout effectué, c'est obligatoirement entre le 31 janvier et le premier octobre, le maintien d'une bande enherbée est obligatoire en bordure de cours d'eau, aucune fertilisation azotée n'est permise, une CIPAN doit être implantée l'hiver suivant).
- limitation du ***chargement des pâturages*** conseillée (minimiser la dégradation du couvert végétal pendant la période hivernale).

Actuellement des diagnostics sont en cours (notamment en Calvados), afin de pouvoir définir des programmes locaux, d'actions plus ciblées, dont les collectivités seront les maîtres d'ouvrage.

Des efforts sont donc faits au niveau de l'agriculture mais l'amélioration risque d'être très lente au niveau des nappes. La réserve en nitrate déjà stockée dans les sols et rendue chaque année par la mort des organismes, peut laisser penser que même si on arrêta aujourd'hui de fertiliser les sols, il faudra sûrement attendre plusieurs dizaines d'années avant de retrouver une situation normale.

Néanmoins, on peut constater, sur certains aquifères, une relative stagnation des teneurs en nitrates. En effet, les courbes d'évolution jusqu'ici croissantes, semblent subir une inflexion ces dernières années.

CONCLUSION

Au regard de cette étude, la qualité des eaux semble s'être fortement dégradée dans de nombreux aquifères bas-normands.

Cette dégradation des ressources a conduit la plupart du temps, les collectivités à modifier leur mode d'alimentation en eau potable (abandons de captage, recherche d'une ressource moins polluée, mélange d'eau).

Parmi les nombreux captages abandonnés (environ 20% du total des captages), la majorité d'entre eux captaient les eaux souterraines. La première cause d'abandon est la qualité, et la première cause d'abandon lié à la qualité est la pollution par les nitrates.

Concernant l'évolution directe des concentrations en nitrates au sein des aquifères, des augmentations sont constatées depuis 20 ans. Les captages concernés par la dénitrification naturelle, sembleraient être les seuls à ne pas subir de croissance de leurs teneurs en nitrates.

Les évolutions sont plus ou moins rapides en fonction de la combinaison de 2 facteurs: la protection de l'aquifère et les pressions environnementales exercées sur son bassin versant.

Selon ces facteurs, on distingue deux types d'évolution.

Tout d'abord les ressources très mal protégées (zone de plaine, sols très minces), qui ont subi depuis plus de vingt ans un fort enrichissement en nitrates. C'est le cas des ressources bathoniennes de la plaine d'Argentan et du Sud de la Plaine de Caen : la majorité des captages est aujourd'hui abandonnée, car les teneurs en nitrates dans leurs eaux atteignent, voir dépassent aujourd'hui les 100mg/L.

Les autres ressources, plus protégées (recouvertes d'une couche argileuse) ont subi une croissance faible depuis 20 ans, et restent relativement préservées. C'est le cas des aquifères de la craie avec des teneurs en nitrates aujourd'hui aux alentours de 20-25 mg/L.

Ces fortes pollutions de aquifères causent aussi des problèmes d'ordre environnemental puisque ces pollutions impliquent un dérèglement du cycle de l'azote.

Des mesures ont donc été mises en place afin de lutter contre ces pollutions (Zones vulnérables, ZPPN) qui doivent être maintenues ou renforcées au vu des évolutions pour l'instant constatées.

Il est à noter qu'une relative stagnation des teneurs en nitrates au cours des prochaines années pourrait être confirmée. Au regard des inflexions perçues ces dernières années sur certaines courbes d'évolution, l'espoir de voir ces teneurs se stabiliser dans les prochaines années reste permis. Serait-ce le résultat des efforts réalisés ? Le suivi des évolutions futures nous le dira.

SOMMAIRE DES ANNEXES:

<i>Annexe 1 : Schéma des différents types de nappes.</i>	<i>1</i>
<i>Annexe 2 : Carte et typologie des masses d'eau de Basse-Normandie</i>	<i>2</i>
<i>Annexe 3 : Extrait du questionnaire complété par la DDASS de la Manche à propos des captages abandonnés</i>	<i>3</i>
<i>Annexe 4 : Les fréquences des analyses sur les nitrates selon le code de la santé publique</i>	<i>5</i>
<i>Annexe 5 : Exemple de requête fournissant les résultats d'analyses nitrates sous SISE-EAUX, Source de la Ville à Lithaire.</i>	<i>6</i>
<i>Annexe 6 : La pluviométrie enregistrée à Carpiquet (14), ces 15 dernières années</i>	<i>7</i>
<i>Annexe 7 : Le phénomène de dénitrification naturelle</i>	<i>8</i>

Annexe 1 : Schéma des différents types de nappes.

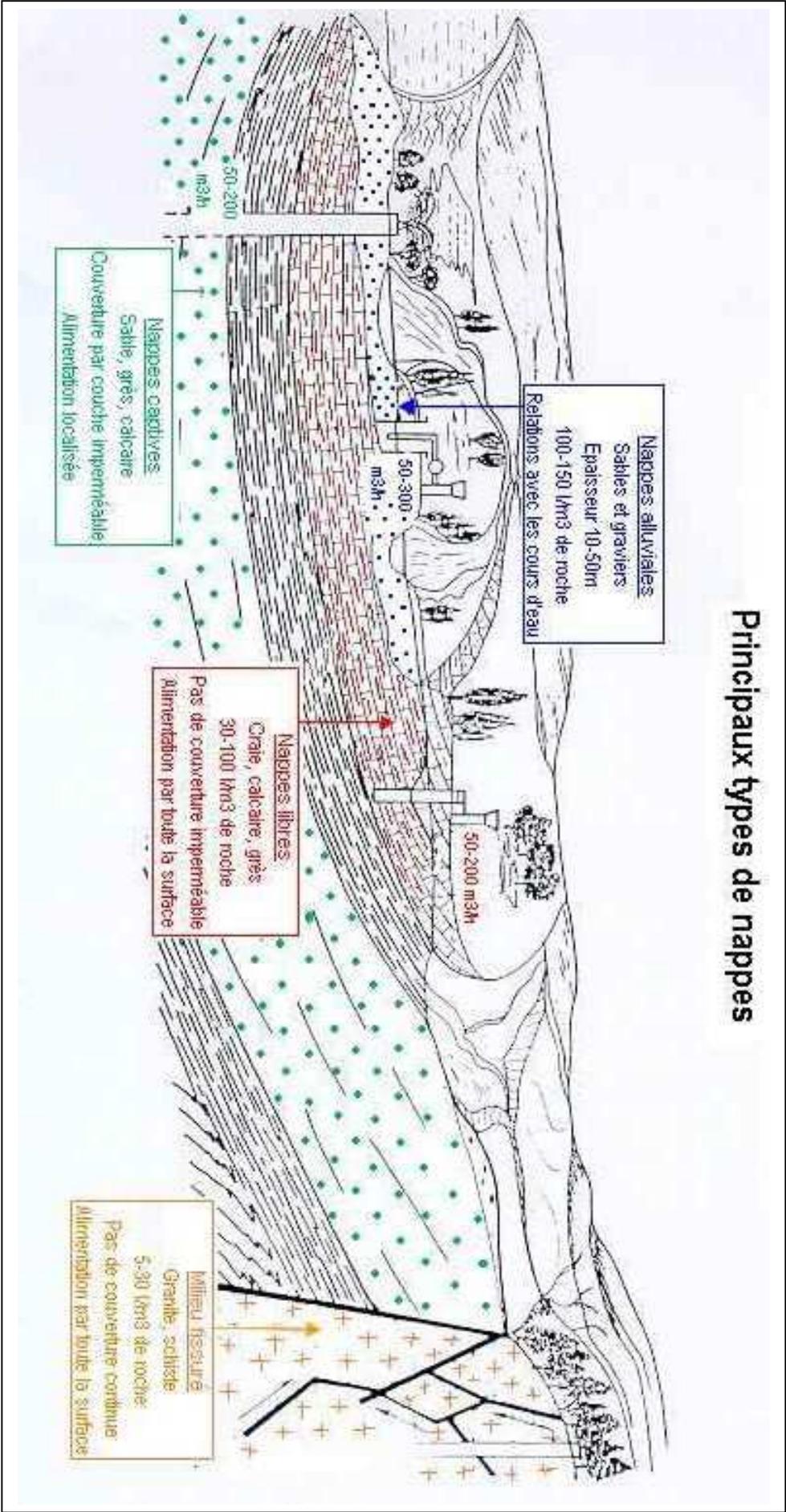
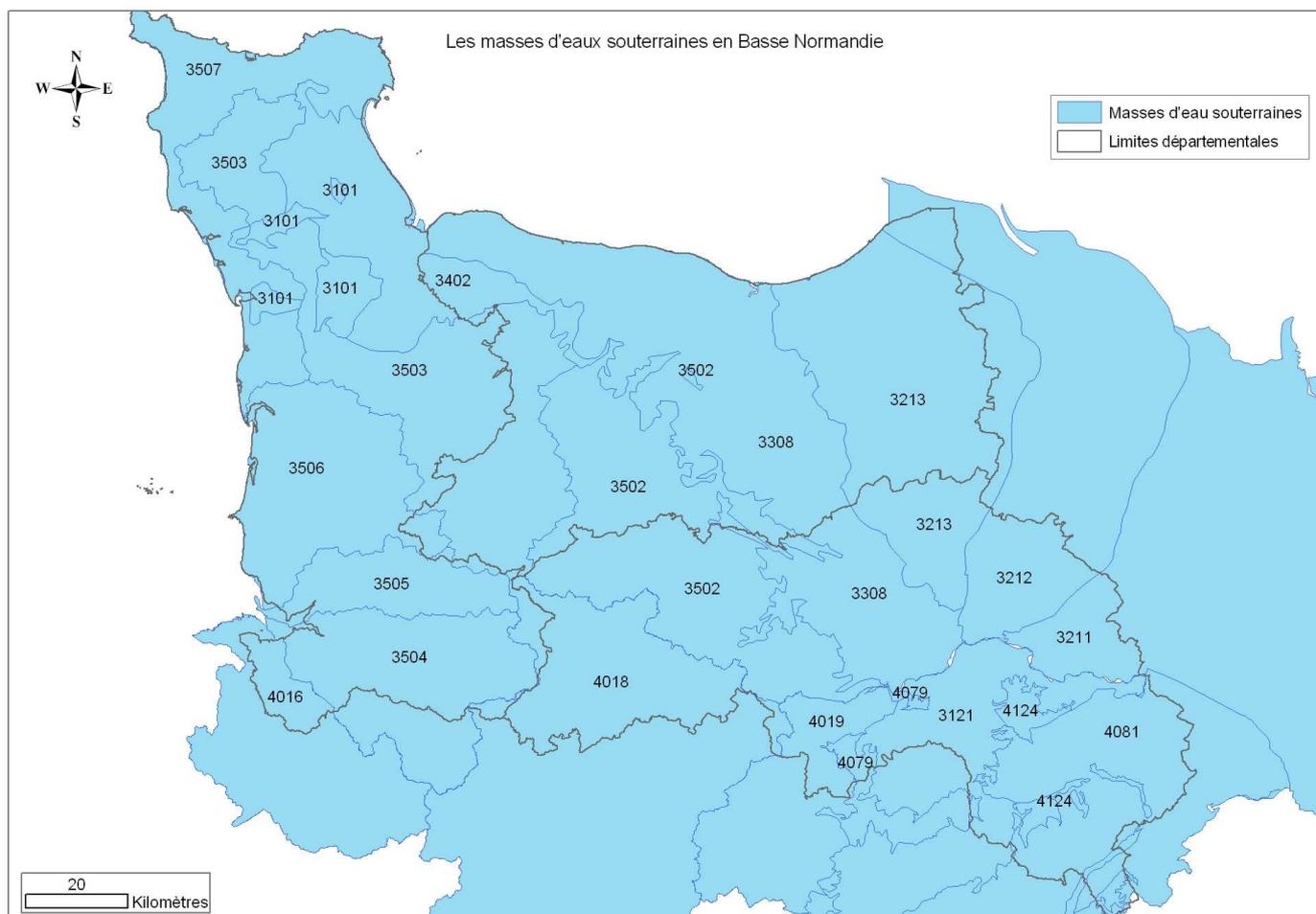


Schéma extrait du site Internet du BRGM.

Annexe 2 : Carte et typologie des masses d'eau de Basse-Normandie.



Bassin	Code	Nom de la masse d'eau souterraines	Type	Etat hydraulique
Seine Normandie	3101	ISTHME DU COTENTIN	DOMINANTE SEDIMENTAIRE	LIBRE ET CAPTIFS ASSOCIES (majoritairement captif)
	3211	CRAIE ALTEREE DE NEUBOURG / ITON / PLAINE DE SAINT ANDRE	DOMINANTE SEDIMENTAIRE	LIBRE ET CAPTIFS ASSOCIES (majoritairement libre)
	3212	CRAIE DU LIEUVIN-OCHE - Bassin versant de la Risle	DOMINANTE SEDIMENTAIRE	LIBRE SEUL
	3213	CRAIE ET MARNES DU LIEUVIN-OCHE / PAYS D'AUGE - Bassin versant de la Touque	DOMINANTE SEDIMENTAIRE	LIBRE ET CAPTIFS ASSOCIES (majoritairement libre)
	3308	BATHONIEN BAJOCIEN DE LA PLAINE DE CAEN ET DU BESSIN	DOMINANTE SEDIMENTAIRE	LIBRE ET CAPTIFS ASSOCIES (majoritairement libre)
	3402	TRIAS DU COTENTIN EST ET DU BESSIN	DOMINANTE SEDIMENTAIRE	LIBRE ET CAPTIFS ASSOCIES (majoritairement libre)
	3502	SOCLE DU BASSIN VERSANT DE LA SEULLE ET DE L'ORNE	SOCLE	LIBRE SEUL
	3503	SOCLE DU BASSIN VERSANT DE LA DOUVE ET DE LA VIRE	SOCLE	LIBRE ET CAPTIFS ASSOCIES (majoritairement libre)
	3504	SOCLE DU BASSIN VERSANT DE LA SELUNE	SOCLE	LIBRE ET CAPTIFS ASSOCIES (majoritairement libre)
	3505	SOCLE DU BASSIN VERSANT DE LA SEE	SOCLE	LIBRE ET CAPTIFS ASSOCIES (majoritairement libre)
	3506	SOCLE DU BASSIN VERSANT DE LA SIENNE	SOCLE	LIBRE SEUL
	3507	SOCLE DU BASSIN VERSANT DES COURS D'EAU COTIERS	SOCLE	LIBRE ET CAPTIFS ASSOCIES (majoritairement libre)
Loire Bretagne	4018	MAYENNE	SOCLE	LIBRE SEUL
	4019	SARTHE AMONT	SOCLE	LIBRE SEUL
	4079	CALCAIRES ET MARNES DU LIAS ET JURASSIQUE MOYEN	DOMINANTE SEDIMENTAIRE	LIBRE SEUL
	4081	SABLES ET GRES DU CENOMANIEN SARTHOIS	DOMINANTE SEDIMENTAIRE	LIBRE ET CAPTIFS ASSOCIES (majoritairement libre)
	4121	MARNE DU CALLOVIEN SARTHOIS	SYSTEME IMPERMEABLE LOCALEMENT AQUIFERE	LIBRE SEUL
	4124	CALCAIRE LIBRE DE L'OXFORDIEN	DOMINANTE SEDIMENTAIRE	LIBRE ET CAPTIF DISSOCIES (Libre)

Annexe 3 : Extrait du questionnaire complété par la DDASS de la Manche à propos des captages abandonnés

CARACTERISTIQUES DU CAPTAGE								MOTIF D'ABANDON LIE A LA QUALITE				AUTRES MOTIFS D'ABANDON												
Code Sise	Commune	Type	Nom	Année d'abandon	Type d'eau	Débit moyen journalier	Population alimentée	NO ₃	Qualité bactériologique	Pesticides	Autres	Quantité	Restructuration du réseau	Mauvais état de l'ouvrage	Recaptage même nappe	Protection insuffisante	Mauvaise Conception	Traitement inadapté	Environnement urbain	Environnement culture	Environnement élevage	Forrage d'essai remplacé	Point d'eau non autorisé	Ne sait pas
05000001	AGON-COUTAINVILLE	PRISE D'EAU	RIVIERE LA SIAME-LE MOULIN NEU	1990	ESU	700	2503(hiver) 17000 été					oui	oui					oui						
05000002	AGON-COUTAINVILLE	FORAGE	FE6 LES MIELLES/SECTEUR OUEST	1990	ESO	200	id fonct en été					oui	oui					oui						
05000005	ANCTEVILLE	PRISE D'EAU	R. LE CHAMPS /MOULIN FOULON	1993	ESU	500	6500 en été					oui	oui					oui						
05000014	BARFLEUR	PUTTS	PRAIRIE DE L'HOSPICE P1	1986	ESO	400	650	oui																
05000016	BARNEVILLE CARTERET	PRISE D'EAU	RIVIERE LA GERFLEUR-BARNEVILLE	1994	ESU	500	11000 l'été					oui	oui					oui						
05000018	BARNEVILLE CARTERET	SOURCE	S. DOCTEUR JEAN	1994	ESO	100	919					oui	oui											
05000023	BEAUMONT-HAGUE	FORAGE	F7 LES HOUGUES	sondage	ESO													oui						
05000024	BEAUMONT-HAGUE	FORAGE	F8 LES HOUGUES	sondage	ESO													oui						
05000030	BLAINVILLE SUR MER	FORAGE	F1 LES HOUGUES/SENEQUET	1996	ESO	200	6000 l'été											oui						
05000033	BREHAL	FORAGE	F2 LA CAUSSERIE	1985	ESO	200	2218						oui					oui						
05000034	BREHAL	PUTTS	P1 LA CAUSSERIE	1985	ESO	100	2218						oui											
05000035	BRETTEVILLE	SOURCE	LA FORGE S1	2002	ESO	100	706		iii				oui											
05000036	BREUVILLE	SOURCE	S. HAMEAU ES JEANNE	1987	ESO	200	2510		oui															
05000037	BREUVILLE	FORAGE	F. ESSAI HAMEAU ES JEANNE	1996	ESO	500	2510							oui										
05000041	BRICQUEBEC	SOURCE	S6 CUL DE L'ISLE	1985	ESO	100	500						oui					oui						
05000042	BRICQUEBEC	FORAGE	VENTE AUX SAULNIERS	1988	ESO	200	4890						oui											
05000051	BROUAINS	SOURCE CAPTEE	C. LA BINETIERE	1998	ESO	0	218						oui											
05000052	BROUAINS	SOURCE CAPTEE	C. LA GOUTTE	1998	ESO	0	218						oui											
05000053	BROUAINS	SOURCE CAPTEE	C. LE CHEMIN	1998	ESO	0	218						oui											
05000054	BROUAINS	SOURCE CAPTEE	C. LE BOIS	1998	ESO	0	218						oui											
05000056	CAMBERNON	SOURCE	LES CHASSES MESLIER/H	1990	ESO	200							oui											
05000058	CARANTILLY	SOURCE	C2 LA JOURDANNIERE	Res Sis	ESO																			
05000062	CERISY LA SALLE	CAPTAGE	COLLECTEUR CAPTAGES S1 A S5	Res Sis	ESO																			
05000063	CERISY LA SALLE	SOURCE	C1 A C4 LES REBRESSONNIERES	Res Sis	ESO																			
05000070	LA CHAPELLE EN JUGER	SOURCE	GOURNAY P1	2002	ESO	96	592						oui					oui						
05000075	CHEF DU PONT	FORAGE	F. CHATEAU D'EAU/CHEF DU PONT	1994	ESO	600	2373				Fer		oui					oui						
05000077	LE CHEFRESNE	SOURCE	LE HAMEL CASTEY S1	2002	ESO	140	281						oui					oui						
05000079	CHERENCE LE ROUSSEL	SOURCE	LES GOUESTIERES ANCIEN S1	2001	ESO	47	253	oui					oui											
05000080	CHERENCE LE ROUSSEL	SOURCE	LES GOUESTIERES NOUVEAU S2	2001	ESO	47	id	oui					oui											
05000088	LA COLOMBE	PUTTS	COLLECTEUR CAPTAGES	Res Sis	ESO																			
05000091	CONDE SUR VIRE	CAPTAGE AU FIL DE L'EAU	R. LE HAMEL/ LES AUNAYS	1996	ESU	684	4522	oui					oui					oui						
05000092	COURCY	PUTTS FORE	R. LA SOULLES/ VILLODON	1982	ESU	100					oui	oui	oui					oui						
05000099	LE DEZERT	SOURCE	C. LES GOUFFRES	1987	ESO	200	1137		oui				oui											
05000102	DIGOSVILLE	SOURCE	S. LE MERDERET	1992	ESO	100							oui											
05000107	DUCEY	PUTTS	C. PIERREZAUBE	1996	ESO	100							oui											
05000108	DUCEY	PUTTS	MONTMOREL P1	2001	ESO	280	13418						oui											
05000109	DUCEY	CAPTAGE AU FIL DE L'EAU	R. LA SELUNE - MONTMOREL	2001	ESU	2 800,00	id						oui											
05000111	EQUEURDREVILLE-HAINNEVILLE	SOURCE	S. SIMONERIE	1985	ESO	200			oui				oui											
05000113	FERVACHES	PUTTS FORE	R. LA VIRE/LA CHAPELLE/VIRE	1990	ESU	1200	9181					oui	oui					oui						
05000121	LA GLACERIE	SOURCE	S. MONTMARTRE	1991	ESO	100							oui											
05000127	LA GLACERIE	SOURCE	MELETTES SUD S1	2004	ESO	50	300						oui											
05000128	LA GLACERIE	SOURCE	MELETTES NORD S2	2004	ESO	50	id						oui											
05000129	LA GLACERIE	PUTTS	COLLECTEUR BOISSAIS	Res Sis	ESO																			

Annexe 4 : Les fréquences des analyses sur les nitrates selon le code de la santé publique.

Les tableaux suivants ont été réalisés d'après la partie B de l'annexe II (contrôle et programme d'analyses d'échantillons d'eau) du code de la santé publique.

Débit journalier (m ³ /jour)	Fréquence annuelle
Inferieur à 10	0,2
De 10 à 100	0,2
De 100 à 399	0,5
De 400 à 999	0,5
De 1 000 à 1 999	0,5
De 2 000 à 5 999	1
De 6 000 à 9 999	2
De 10 000 à 19 999	2
De 20 000 à 29 999	4
De 30 000 à 59 999	4
De 60 000 à 99 999	4
Superieur ou égal à 100 000	4

Tableau 1 : Fréquence des analyses sur la ressource souterraine (type RP)

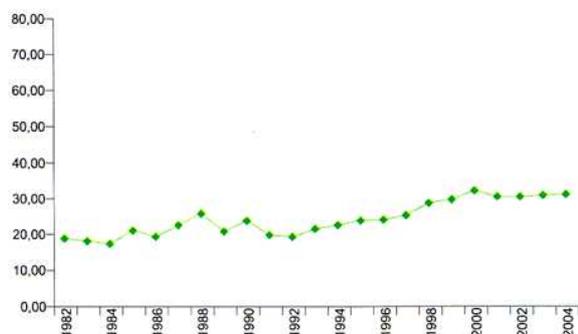
Remarque : 0,2 et 0,5 signifient respectivement tout les 5 ans et tout les 2 ans.

Population desservie	Fréquences annuelles
0 à 50 habitants	1
50 à 499 habitants	2
500 à 1 999 habitants	2
2 000 à 4 999 habitants	3
5 000 à 14 999 habitants	5
15 000 à 29 999 habitants	6
30 000 à 99 999 habitants	12
100 000 à 149 999 habitants	24
150 000 à 199 999 habitants	36
200 000 à 299 999 habitants	48
300 000 à 499 999 habitants	72
500 000 à 625 000 habitants	100
> 625 000 habitants	144

Tableau 2 : Fréquence des analyses contenant le nitrate, au point de mise en distribution (type P1)

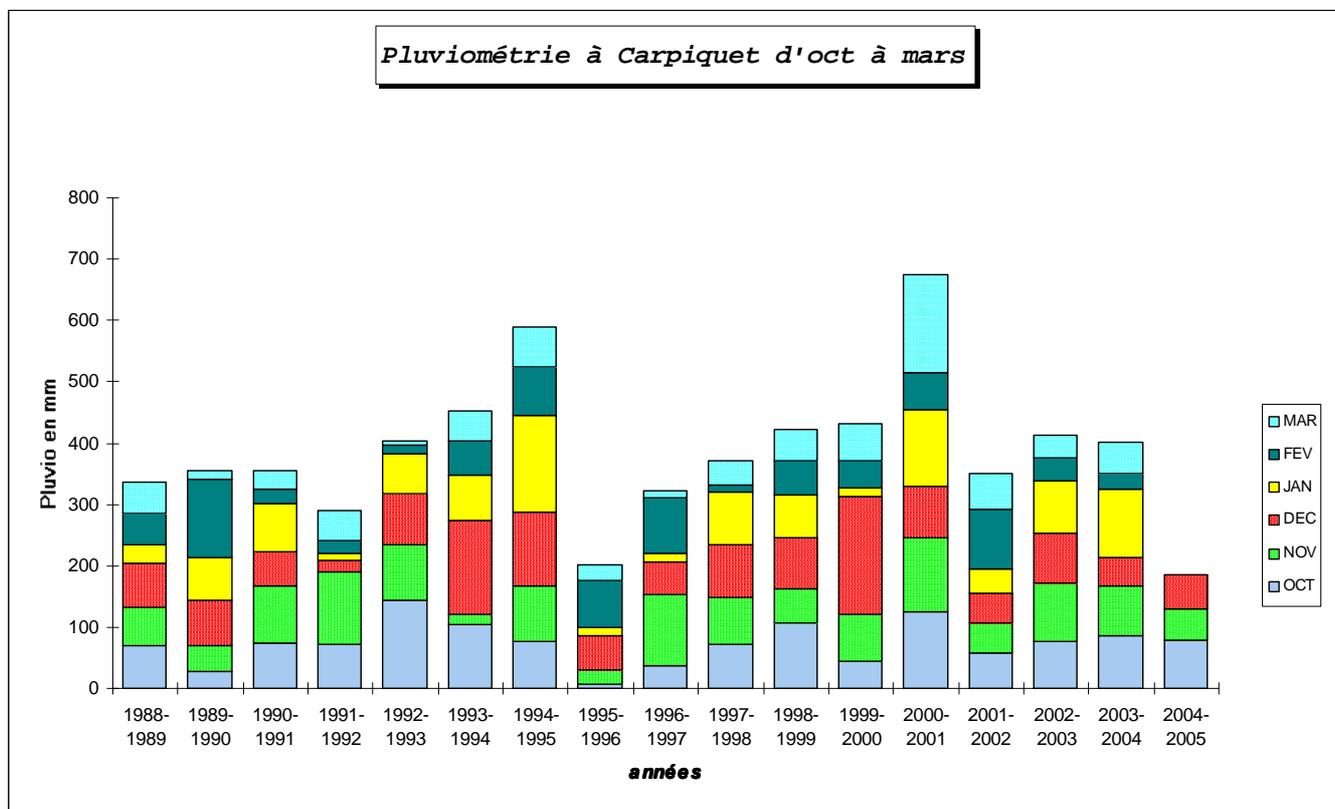
Annexe 5 : Exemple de requête fournissant les résultats d'analyses nitrates sous SISE-EAUX, Source de la Ville à Lithaire (50).

Evolution des teneurs en nitrates



PLV - Année	Nombre de valeurs	Teneur moyenne	Teneur minimale	Teneur maximale
1982	1	19,0	19	19
1983	2	18,3	18	18,5
1984	4	17,5	16,5	19,5
1985	5	21,2	19,5	22,5
1986	1	19,5	19,5	19,5
1987	1	22,7	22,7	22,7
1988	1	26,0	26	26
1989	1	21,0	21	21
1990	2	24,0	22	26
1991	1	20,0	20	20
1992	1	19,5	19,5	19,5
1993	2	21,8	21,5	22
1994	2	22,8	22,5	23
1995	2	24,0	23	25
1996	2	24,3	24	24,5
1997	2	25,5	24,5	26,5
1998	2	29,0	28,5	29,5
1999	1	30,0	30,0	30,0
2000	1	32,5	32,5	32,5
2001	2	30,8	30,7	30,9
2002	1	30,8	30,8	30,8
2003	1	31,2	31,2	31,2
2004	1	31,5	31,5	31,5

Annexe 6 : La pluviométrie enregistrée à Carpiquet (14), ces 15 dernières années



Ce graphique est utilisé ici pour donner un ordre d'idée de l'évolution de la pluviométrie ces quinze dernières années dans le département du Calvados. La période (d'octobre à mars) représente globalement la période de recharge des nappes.

La pluviométrie ici relevée à la station Météo France, de Carpiquet par la DDASS n'est certainement pas exactement la même sur tout le département. Ainsi, il ne faut pas forcément regarder ici les chiffres, mais uniquement l'allure de la courbe.

Deux pics sont très clairement visibles :

- l'un en 1994-95,
- l'autre en 2000-01.

Annexe 7 : Le phénomène de dénitrification naturelle.

La dénitrification est le résultat d'une oxydo-réduction réalisée par des bactéries dénitrifiantes. Elle nécessite donc la présence d'un composant réducteur qui sera oxydé en même temps que la réduction des nitrates.

Pour que les bactéries réalisent cette réaction il ne faut pas que la nappe soit oxygénée. En effet ces bactéries sont anaérobies facultatives et n'utilisent le nitrate qu'à défaut d'oxygène. Cette condition est vérifiée dans le cas d'une nappe captive, il faut en général que la nappe plonge en profondeur et soit recouverte d'une couche imperméable (argile) formant un écran. L'air du sol ne peut alors plus communiquer avec l'eau de la nappe et l'oxygène restant est consommé par les micro-organismes.

Deux types de réducteurs ont été mis en évidence :

- la matière organique : (exemple : la lignite) : les bactéries concernées sont alors du genre *Pseudomonas* et sont dites chimio-hétérotrophes³⁰,
- un sulfure, ou sulfure de fer (exemple : la pyrite) : les bactéries concernées sont alors du genre *Thiobacillus* et sont dites chimio-autotrophes³¹.

La dénitrification effectuée par les bactéries anaérobies est pour l'instant le seul moyen de repasser de l'azote minéral à l'azote gazeux. Il est notamment utilisé en station d'épuration.

Cas particulier de la pyrite: FeS₂.

La pyrite est très souvent supposée responsable de la dénitrification des eaux souterraines. La réaction de dénitrification est alors:



La disparition des nitrates se traduit alors par une augmentation des sulfates dans l'eau, lesquels cependant ont une norme de potabilité plus haute que les nitrates (250 mg/L), si bien que la dénitrification par le biais de la pyrite ne rend en général pas les eaux non potables par le biais des sulfates. Par contre l'enrichissement en fer ferreux est plus problématique, puisque sa norme de potabilité est à 0,2 mg/L. Cependant une déferrisation (bien que coûteuse) est généralement plus réalisable pour les stations de traitement qu'une dénitrification.

Parallèlement, la réaction consomme des protons, ce qui risque, à long terme, d'augmenter le pH de l'eau dénitrifiée de manière significative.

La pyrite est un minéral assez rare contenu dans les roches cristallines, les granites ou les schistes métamorphiques. On le trouve plus facilement en profondeur, car la pyrite proche de la surface est consommée par l'oxygène de l'air ou celui dissous dans l'eau. Plus les forages sont profonds, meilleure est la probabilité de réduction des nitrates. Cependant, plus un forage est profond, moins la quantité d'eau que l'on peut y pomper est élevée.



Morceau de pyrite

Cette réduction des nitrates par le biais de la pyrite ne durera qu'un temps, limité par la quantité de pyrite disponible. Ce temps, assez long, est estimé à plusieurs dizaines ou centaines d'années selon les cas.

LEXIQUE

¹ **DDASS** : Direction Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales

² **DRASS** : Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales.

³ **SISE-EAUX** : Système d'Information en Santé Environnement sur les Eaux

⁴ **Captage, CAP (notion propre à SISE-EAUX)** : Point de puisage de l'eau brute dans le Milieu Naturel. Ce peut être des captages de source, des puits, des forages, des prises d'eau en rivières.

⁵ **Unité de distribution (notion propre à SISE-EAUX)** : Il s'agit d'une zone de distribution à l'intérieur d'une même structure administrative recevant une qualité d'eau homogène. Elles peuvent être composées d'une ou plusieurs communes ou partie de commune.

⁶ **Aquifère** : Formation géologique capable de stocker et de restituer de l'eau. Le système aquifère est l'ensemble : réservoir naturel et nappe d'eau souterraine qu'il contient ou qui le traverse.

⁷ **Métamorphisme** : Modification à l'état solide des roches.

⁸ **Arène Granitique** : Roche provenant de l'altération du granite, constituée de matériaux grossiers (type sables) et non cohérents les rendant très passantes.

⁹ **Schiste** : Roche présentant un débit en feuillets plus ou moins minces suivant des plans de schistosité (plans où les minéraux constitutifs de la roche, sont orientés parallèlement les uns par rapport aux autres sous l'influence de contraintes tectoniques). Les schistes sont associés aux zones de métamorphisme. Ces roches s'altèrent en matériau plus limoneux que les grès, donc moins passant et moins conducteur.

¹⁰ **Grès** : Roche détritique, poreuse, souvent litée, constituée de sable lié par un ciment siliceux ou calcaire. A l'altération, cette roche dure donne un matériau sableux donc très passant.

¹¹ **Quartzites** : Roche métamorphique siliceuse qui dérivant des sables et des grès. Elle est composée de cristaux de quartz et donc elle est dure et compacte.

¹² **Arkose** : Roche détritique composée de débris de quartz et de feldspath qui forme un sable grossier.

¹³ **Réseaux karstiques** : Ensemble de cavités (galeries, gouffres, puits et cheminées) dans lesquelles l'eau circule de manière complexe. La karstification dans le calcaire se réalise progressivement à la suite de plusieurs phénomènes :

- infiltration de l'eau dans des fissures de la roche résultants de mouvement tectoniques,
- dissolution du calcaire par les eaux rendues acides par la dissolution du dioxyde de carbone.

¹⁴ **Marne** : Roche sédimentaire argilo-calcaire (contenant 35% à 65% de calcaire)

¹⁵ **Calcaire marneux** : Roche sédimentaire argilo-calcaire (contenant 65 à 95% de calcaire)

¹⁶ **Diaclases** : Fissure généralement verticale, résultant d'un déplacement de roche.

¹⁷ **Calcaire oolithique** : Calcaire constitué par l'accumulation de petits corps sphériques de la dimension d'une tête d'épingle, appelés oolithes et réunis par un ciment.

¹⁸ **Calcaires coralliens** : Roche résultant de la fixation du calcaire dans les squelettes d'organismes fixés, vivant en colonies sur le fond de l'eau et capables d'édifier des récifs.

¹⁹ **Craie** : Calcaire d'origine organique (boue formée de coquilles de foraminifères). Friable, poreuse et avide d'eau. Se calcine à 800° pour donner de la chaux vive.

²⁰ **DCE** : Directive Cadre Européenne.

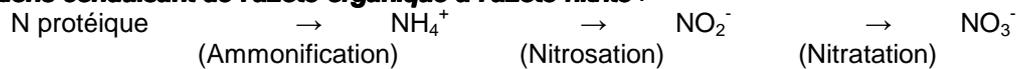
²¹ **Bon état (notion définie par la DCE)** : « Pour les eaux souterraines le bon état concerne les paramètres quantitatifs et chimiques ».

²² **Méthémoglobinémie** : Transformation par les nitrites, de l'hémoglobine en méthémoglobine impropre à fixer O₂

²³ **Nitrate-réductase** : Enzyme spécifique permettant (en présence de molybdène de Cobalt), la transformation des nitrates absorbés par les plantes, en azote protéique. Cette opération est très coûteuse en énergie et se déroule dans le chloroplaste, siège de la photosynthèse.

²⁴ **Producteur primaire** : Organisme capable d'élaborer ses propres substances organiques à partir d'éléments minéraux (synonyme : autotrophe)

²⁵ **Réactions conduisant de l'azote organique à l'azote nitrite** :



²⁶ **BRGM** : Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

²⁷ **CLC** : Corine Land Cover : Cartographie systématique des types d'occupation biophysique des sols. Celle utilisée dans l'étude date de 1991-1994.

²⁸ **ZPPN** : Zones de Protection Prioritaires Nitrates.

²⁹ **CIPAN** : Culture Intermédiaire Pièges à Nitrates. Les principales espèces utilisées sont la moutarde, le navet, le radis, la phacélie, le ray-grass italien, le seigle et l'avoine de printemps.

BIBLIOGRAPHIE

- **Rapports consultés :**

Sur la Basse Normandie :

- **Rapport sur l'alimentation en eau potable de Basse Normandie.**
Comité Economique et Social, MG Fontenier. (1990)
- **Tableau de Bord de l'Environnement, Basse Normandie, Tome 1 : L'eau, l'air.**
Préfecture de région et conseil général de Basse Normandie. (1992)
- **Etat des lieux du Bassin Loire-Bretagne, Volume 2, Cartes et annuaires.**
Comité de Bassin Loire-Bretagne. (adopté le 3 décembre 2004)
- **Les pesticides dans les eaux.**
Services Santé Environnement DRASS – DDASS de Basse-Normandie. (2003-2004)

Sur le Calvados :

- **Schéma départemental de l'alimentation en eau potable, phase 1 : Diagnostic de la situation actuelle (document provisoire).**
Conseil Général du Calvados, Bureau d'étude : SCE.(novembre 2003)
- **Teneurs en Nitrates dans les eaux destinées à la consommation humaine.**
DDASS du Calvados, Service Santé-Environnement, Sylvie Kerboul. (2003)

Sur la Manche :

- **Schéma départemental d'alimentation en eau potable, phase 1 : Situation actuelle et analyse des besoins en eau (rapport définitif).**
Conseil Général de la Manche, Agence de l'eau Seine Normandie, Ingénieurs conseil Saunier Techna, Bureau d'étude Hydratec. (novembre 1999)
- **L'eau potable, Département de la Manche.**
DDASS de la Manche, Service Hygiène du Milieu. (1982)
- **Evaluation des ressources en eau souterraines dans le département de la Manche et recensement des besoins, Problèmes et solutions envisagées.**
Direction de l'Agriculture, Génie rural, Eau et Forêts. (avril 1984)
- **Ressources en eaux souterraines de l'Isthme du Cotentin, Synthèse des connaissances.**
BRGM, Service Géologique Régional de Basse-Normandie. (décembre 1999)
- **Phénomène de dénitrification naturelle sur le site d'exploitation de Beuxes-Comprigny.**
SOGREAH Ingénierie, ESIP SECTION MC-G-GC, SIVEER, L. Le Bideau, M. Lachaise, G. Beaulieu.

Sur l'Orne :

- **Schéma départemental d'alimentation en Eau.**
Syndicat départemental de l'eau. (décembre 1999)

Ouvrages consultés :

- **Hydrogéologie du Calvados.**

Alexandre Bigot

Edition Paris, Liège : Libr. Polytechnique, Ch. Béranger (1950)

- **Code de la Santé publique : Eaux destinées à la consommation humaine.**

Ministère de l'Emploi et de la Solidarité.

- **Le guide illustré de l'écologie**

Bernard Fischer, Marie-France Dupuis-Tate.

Editions la Martinière.

Sites Internet consultés :

- Site de la DIREN de Basse-Normandie : <http://www.basse-normandie.ecologie.gouv.fr/>

- Site du BRGM : <http://www.brgm.fr>

- Autres sites :

http://www.ramsar.org/about/about_glossary2_f.htm

<http://www.recy.net/frame>

<http://ademir.commercy.free.fr/fossiles/accueil/accueil2.html>

<http://www.futura-sciences.com/comprendre/>

<http://www.ulg.ac.be/geolsed/sedim/lexique.htm>

<http://www.recy.net/frame.php?url=http://www.recy.net/dicoeco.php?mode=alpha&terme=R3Locw%3D%3D>

http://www.ac-grenoble.fr/sti-biotechnologies/Lexique/lexique_definitions/chimiotrophe.htm

RÉSUMÉ

Ce travail examine certains aspects de l'évolution de la ressource en eau en Basse Normandie.

Après une présentation du contexte hydrogéologique et de la distribution en eau potable de la région, l'étude dresse un inventaire des abandons de captages d'eaux de surface et souterraine et en évalue les raisons.

Dans un second temps, au travers du paramètre nitrate, et par ensemble hydrogéologique, une approche de l'évolution de la qualité des eaux souterraines y est présentée par le biais d'une représentation cartographique. Quelques pistes d'explications sont aussi données.

L'ensemble de l'étude s'est basé sur les données recueillies par les DDASS (souvent extraites par l'intermédiaire de la base de donnée SISE-EAUX).

SUMMARY

This work analyzes various aspects of the water resource evolution in Bass Normandy.

Starting with a presentation on the regional hydrogeologic and drinking water distribution context, the study draws up of an inventory and assesses the reasons for abandoned underground and surface water catchments.

An approach of the underground water quality evolution is then presented through nitrate analyses, by the way of a cartographic representation for every hydrogeologic group. Some explanations leads are quoted. The totality of this study is based on the exploitation of the data collected by the DDASS (most of the time, they are extracted from the data base).