



PROFIL ENVIRONNEMENTAL DE BASSE-NORMANDIE



L'eau



Le marais du Grand Hazé / Sandrine Héricher / DREAL BN

“ L'eau est une ressource fragile. ”



Réalisation de la thématique

Ce document a été conçu grâce à la contribution de nombreux rédacteurs issus de services spécialisés dans le domaine de l'environnement. Il présente un état des lieux des milieux aquatiques bas-normands. Compte tenu de l'état de la connaissance et de l'importance du thème considéré, ce recueil ne peut être exhaustif. Il prend en compte les données qui ont été transmises par les acteurs mobilisés. Une rubrique internet dédiée permet son actualisation et son enrichissement. Les services de l'État ont coordonné l'ensemble des travaux.

Directeur de publication : Jean Charbonniaud, Préfet de la région Basse-Normandie, Préfet du Calvados

Directrice de la rédaction : Caroline Guillaume, Directrice régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Basse-Normandie (DREAL)

Cadrage : Michel Guéry, Ludovic Genet, Philippe Surville (DREAL)

Conception et management : Sandrine Héricher (DREAL)

Développement graphique et mise en page : Séverine Bernard (DREAL)

Expertise et direction techniques : Annie Magnier et Frédéric Gresselin (DREAL)

Rédaction

Les milieux aquatiques : Yann Beley, Jean-Michel Cador (Université de Caen Basse-Normandie), Frédéric Gresselin, Sandrine Héricher (DREAL), Anne-Julia Rollet (Université de Caen Basse-Normandie)

Les fonctionnalités et usages de l'eau : Pascal Lombezzi (DRAAF), Annie Magnier (DREAL), François Quesnel (DRAAF)

Les altérations des milieux aquatiques, l'état des eaux superficielles, l'état des eaux souterraines : Sonia Baron, Paul Colin, Gwen Glaziou, Frédéric Gresselin, Annie Magnier, Fabrice Parais (DREAL), Manuel Sarraza (Agence de l'Eau Seine-Normandie)

La radioactivité naturelle et artificielle : Guillaume Bouyt, Chloé Caillé, Simon Huffeteau (Autorité de sûreté nucléaire)

Les risques : Mélissa Delavie, Nathalie Desruelles, Guillaume Goodwin, Frédéric Gresselin, Mathieu Morel (DREAL), Raphaël Tracol (Agence Régionale de Santé)

Avec les contributions de : Boris Alexandre, Guillaume Colombier, Lin Decaens, Alain Demarquet, Cédric Flouzat, Jean Leme (DREAL), Philippe Monsimier et François Roland (Agence de l'Eau Seine-Normandie)

Relecture

Agence Régionale de Santé : Raphaël Tracol

CESER : François Aubry

Conseil régional de Basse-Normandie : Isabelle Bureau, Juliette Henri

DREAL : Christine Bordier, Hubert Caplet, Gérard Clouet, Paul Colin, Nathalie Desruelles, Olivia Durande, Patrice François, Patrick Galineau, Ludovic Genet, Michel Guéry, Olivier Lagneaux, Philippe Surville

Ecovia : Roland Thaler

Secrétariat Général aux Affaires Régionales : Jeanne de la Porte, Vincent Rivasseau

Cartographies : Julien Defenouillère (DREAL), Chloé Delaigues (Ecovia)

Photographies : cet ouvrage a bénéficié de la transmission de photographies de la part de nombreux contributeurs. Les droits de reproduction ont été accordés spécifiquement pour l'usage du Profil environnemental. Toute reproduction complémentaire pour d'autres utilisations nécessite l'accord des auteurs.

ISBN : 978-2-11-151133-0 - Dépôt légal : novembre 2015

La réalisation de ce document a bénéficié de financements de l'Union Européenne (FEDER) et de l'État (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie).



L'eau est un élément indispensable à la vie. C'est une ressource abondante en Basse-Normandie, mais elle est aussi fragile.

Bien que des disparités existent localement, la région bénéficie dans l'ensemble d'un réseau dense de cours d'eau et de nombreuses nappes souterraines.

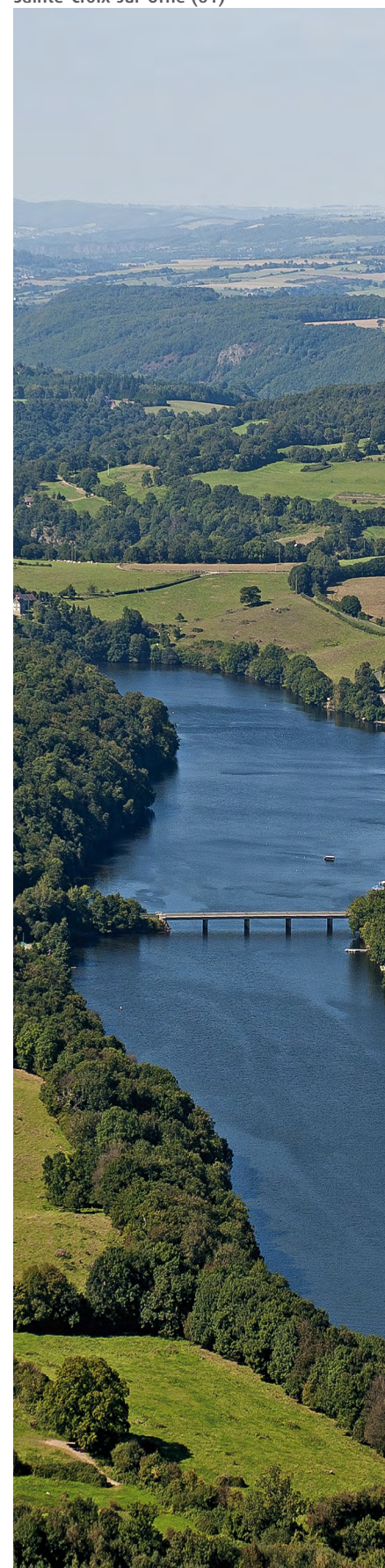
Ces milieux aquatiques s'inscrivent dans l'identité paysagère, culturelle et économique de la région. Fleuves, rivières, zones humides, mares et nappes souterraines dessinent le territoire et nourrissent les populations, les animaux et les cultures. L'abondance de l'eau donne l'impression de pouvoir satisfaire tous les usages. Mais lorsque les prélèvements sont localement importants, ils peuvent générer des tensions quantitatives trop fortes sur la ressource.

La gestion de l'eau, vitale, est une préoccupation ancienne de nos sociétés. Elle a toujours été marquée par deux nécessités : préserver la disponibilité et la qualité de la ressource. Aujourd'hui, avec les efforts fournis au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, nous disposons d'un réseau performant, permettant à chacun d'avoir accès à l'eau potable.

Les grandes dégradations écologiques des milieux aquatiques sont apparues au XVIII^e siècle avec la création d'ouvrages de régulation des échanges entre la terre et la mer qui ont généré de nombreux obstacles à la circulation des espèces. Elles se sont amplifiées pendant les XIX^e et XX^e siècles avec la réalisation de grands barrages d'hydroélectricité, la polderisation, l'urbanisation, le développement industriel et l'intensification des pratiques agricoles. Parallèlement, l'évolution des modes d'occupation des sols et de gestion de l'espace rural ont fortement accru l'aléa inondation. Les enjeux concernent actuellement la restauration et la protection des milieux, la conciliation des différents usages et la gestion des risques.

Aujourd'hui, les politiques publiques de sauvegarde et d'amélioration des milieux aquatiques affichent des résultats. Des instances d'échanges et de concertation se sont créées, les réseaux de connaissances se sont structurés et développés avec l'acquisition et le traitement de données devenues libres d'accès. Certaines espèces, comme le saumon, ont pu regagner une partie de leur territoire.

Cependant, un important travail reste à accomplir. De nombreuses espèces, comme l'anguille d'Europe, sont en forte régression. L'état des milieux aquatiques doit être amélioré ou maintenu dans plusieurs secteurs de la région. Le contexte pourrait encore se détériorer avec le changement climatique et les pressions subies.



Marc Heller

- Les nappes d'eau souterraine : des réservoirs d'intérêt majeur
- Les cours d'eau
- Les zones humides
- Les plans d'eau et les mares

- L'eau, source de vie
- L'eau potable, issue majoritairement de nappes souterraines
- L'assainissement collectif : un réseau bien développé
- Une agriculture très présente
- La production industrielle
- L'énergie
- Le tourisme et les loisirs

- Les acteurs et les outils d'évaluation et de gestion
- L'état des masses d'eau de surface
- L'état des masses d'eau souterraines
- La radioactivité
- L'évolution des températures

- Les risques sanitaires (Source : Agence Régionale de Santé)
- Les risques d'inondation
- Les risques de sécheresse

- Chiffres clés
- Grille « AFOM »
- Enjeux et orientations

- Acteurs régionaux
- Bibliographie

1. Les milieux aquatiques

Les milieux aquatiques bas-normands sont particulièrement riches : nappes d'eau souterraine, cours d'eau, zones humides, plans d'eau et mares constituent un vaste « réseau » dynamique qui nourrit une grande biodiversité.

À découvrir dans ce chapitre

- ▶ Les nappes d'eau souterraine : des réservoirs d'intérêt majeur
- ▶ Les cours d'eau
- ▶ Les zones humides
- ▶ Les plans d'eau

1 Les nappes d'eau souterraine : des réservoirs d'intérêt majeur

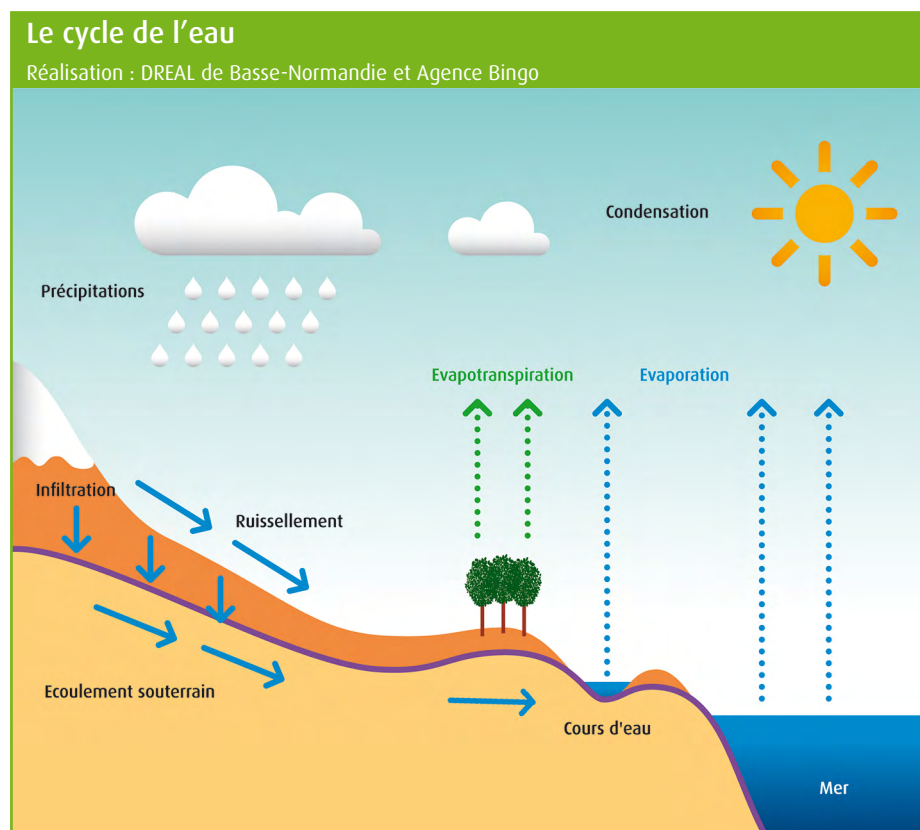
La Basse-Normandie dispose d'une grande diversité de nappes d'eau souterraine (aquifères) qui lui offre des atouts remarquables en termes de biodiversité, de paysages et de développement économique.

Ces réserves alimentent de nombreuses petites zones humides d'une grande richesse patrimoniale et un réseau de près de **25 000 km de cours d'eau, biefs et canaux** (sources : DREAL BN et BD Topo).

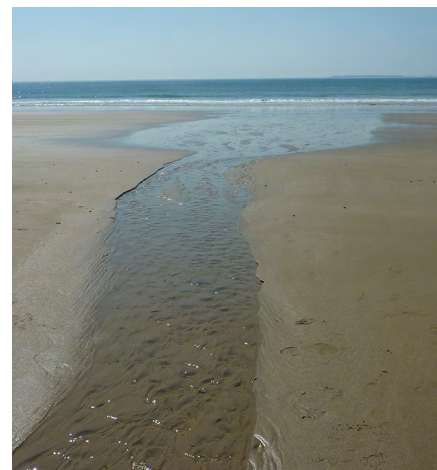
Chiffres clés



- 25 000 km de linéaire de cours d'eau (intégrant canaux et biefs)
- 8,5 % du territoire en zones humides (1 510 km²)
- 4,3 % d'espace boisé en corridors humides (765 km²)
- 700 km de linéaire côtier (données SHOM)



Écoulement vers la mer d'une émergence d'eau souterraine



Séverine Bernard/DREAL BN

Les nappes souterraines stratégiques pour les usages humains

L'eau souterraine est le pilier de l'alimentation en eau potable et le socle d'une agriculture riche et variée. Elle participe aussi beaucoup à la diversité paysagère et à l'industrie de la région. Avec 765 km² de boisements humides et 1 510 km² de prairies humides directement inféodées aux nappes, ces dernières structurent discrètement les paysages bocagers et de marais.

La Basse-Normandie dispose de trois types de nappes aquifères :

- les aquifères de porosité (alluvions, calcaires, craies) ;
- les aquifères de fissure (grès, calcaires...) ;
- les aquifères karstiques (craies, calcaires...).

Les calcaires, les craies et les alluvions constituent les principaux aquifères de Basse-Normandie. Mais, dans le Massif armoricain, de nombreuses nappes se logent dans de très vieilles roches cristallines ou sédimentaires plissées.

Les **aquifères majeurs de Basse-Normandie se situent plutôt dans la partie orientale de la région**, rattachée au Bassin parisien. L'Ouest de la région est également riche d'une multitude de réservoirs stratégiques.



Définition

Aquifère : réservoir naturel souterrain, composé de roches meubles ou dures (sables, grès, granites, craie...), qui emmagasine les eaux de pluie s'infiltrant dans le sous-sol. Après un parcours souterrain parfois fort long, les eaux souterraines resurgissent au gré des sources et des zones humides ou alimentent directement les cours d'eau.



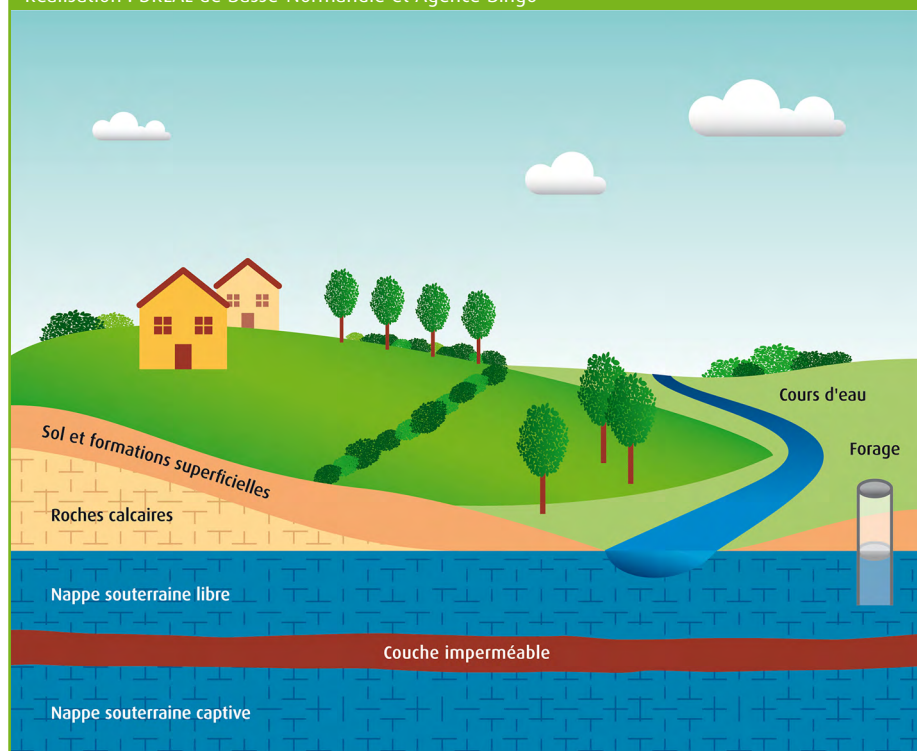
Définitions

Nappe captive : nappe dont la partie supérieure est piégée sous une couche imperméable. Elle est en général fortement protégée des pollutions de surface et présente des concentrations en nitrates assez faibles. L'eau y est sous pression et peut surgir jusqu'à la surface du sol et au-delà lorsque l'aquifère est percé par forage. La nappe captive est alors dite artésienne. La recharge en eau nécessite qu'à un moment, souvent en périphérie de l'aquifère, la nappe soit libre.

Nappe libre : nappe qui n'est soumise qu'à la pression atmosphérique. Elle se développe en particulier dans les terrains sédimentaires perméables (calcaires, sables, formations superficielles). Elle est directement rechargée par les précipitations qui s'infiltrent mais elle est, de fait, vulnérable aux pollutions.

Les aquifères

Réalisation : DREAL de Basse-Normandie et Agence Bingo



Les grandes réserves en eau souterraine de l'Est de la région

L'aquifère de la craie

Le plus important des aquifères régionaux est la craie qui, du Pays d'Auge au Perche, constitue un réservoir d'une exceptionnelle capacité. **Caractérisée par une grande perméabilité, la craie est l'aquifère idéal.** Elle permet cependant la pénétration aisée de nombreux polluants *via* son karst.

Paysage agricole du Pays d'Auge



Patrick Galineau/DREAL BN

L'aquifère des calcaires bathoniens

Les calcaires du Bathonien s'étendent à travers les plaines céréalières reliant Caen à Alençon. Ils disposent de stocks pluriannuels importants et participent ainsi à la régulation des débits des cours d'eau en période sèche. Cependant, moins puissant et moins productif, cet aquifère possède deux défauts principaux :

- la dureté de son eau, très calcaire ;
- et une grande vulnérabilité aux pollutions.

Par ailleurs, cet aquifère présente une surexploitation ponctuelle dans le secteur de l'agglomération caennaise.

Les concentrations en nitrates y sont très élevées et, en de nombreux points, l'eau n'y est plus potabilisable au titre de la réglementation actuelle. Aussi, l'exploitation de la ressource s'est-elle progressivement déplacée vers quelques secteurs où l'aquifère bénéficie d'une dénitrification naturelle, le long de la vallée de la Dives ou de l'Orne. Des mélanges entre eaux fortement chargées en nitrates et eaux moins concentrées permettent de distribuer une ressource respectant les normes de 50 mg/l de nitrates.



Définition

Karst : ensemble des formes superficielles (dolines, béttoires, sources, pertes et résurgences) et souterraines (conduits, cavités...) résultant de la dissolution de roches en général carbonatées.

La source de l'Orbiquet (14) : une zone d'émergence de la nappe de la craie. Mesure de son débit.



DREAL BN



Repères

La réglementation « eau potable » sur les nitrates

Pour le respect de la norme maximale de 50 mg par litre d'eau potable distribuée, des mélanges peuvent être effectués avec des eaux moins concentrées en nitrates. Cependant, au-delà de 100 mg de nitrates par litre, la réglementation n'autorise pas la mise en place de traitement ou de mélange permettant une distribution dans le réseau d'eau potable.

Par ailleurs, **la Directive Cadre sur l'Eau** prévoit, pour les eaux souterraines, que l'atteinte du bon état écologique soit conditionné à un maximum de 50 mg de nitrates par litre d'eau.

Les autres aquifères remarquables

Trois aquifères apportent une contribution importante à l'essor économique et à l'alimentation en eau potable de villes moyennes et de secteurs ruraux :

- l'**aquifère des terrains bajociens**, ressource majeure du Bessin ;
- l'**aquifère du Trias**, qui borde le Bessin au Sud et s'étend jusqu'à Falaise ;
- et l'**aquifère dit de l'Oxfordien**.

L'aquifère de l'Oxfordien affleure le long d'un axe Nord-Sud allant de Deauville jusqu'à Mamers. Ces quinze dernières années, des prospections ciblées en ont révélé les caractéristiques majeures et principaux atouts. Il fournit jusqu'à présent une eau d'une remarquable qualité et des débits importants. Sa ressource est exploitée là où elle est la mieux protégée, dans les zones dites captives.

De telles conditions s'observent notamment dans la vallée de la Touques, autour de Gacé et au Sud de Deauville, dans celle de la Vie, près de Vimoutiers ainsi que dans celle de la Mère, près de Mamers. Connecté aux aquifères de l'Oxfordien et de la craie, le Nord Pays d'Auge dispose ainsi des plus grandes réserves de toute la région.

L'Ouest bas-normand : une multitude de petits réservoirs

Moins pourvue en réserves majeures, la partie occidentale de la Basse-Normandie n'en est pas démunie pour autant de ressources stratégiques. Les principales d'entre elles se localisent dans l'Isthme du Cotentin.

Les aquifères stratégiques de l'Isthme du Cotentin

Longtemps insoupçonnés puisque nichés sous les marais, des réservoirs de petite taille mais très productifs ont été découverts dans l'Isthme du Cotentin dès les années 1980. Les aquifères sont ici composés de sables coquilliers qui fournissent une eau que l'on croyait très protégée des pollutions mais dont la qualité se dégrade progressivement, au fur et à mesure de la pénétration dans le sous-sol des fronts de pollution de nitrates et de pesticides.

En raison de leur intérêt majeur, les réserves en eau souterraine de l'Isthme du Cotentin sont fort convoitées et continuent de faire l'objet d'investigations. Leur exploitation s'avère ponctuellement excessive et génère localement des impacts sur des zones humides ayant fait l'objet d'engagements de protection de l'État français.

Cette ressource se localise dans les zones basses du Col du Cotentin, situées sous le niveau marin actuel. Au regard de son caractère exceptionnel, il conviendra d'analyser précisément, dans les décennies à venir, les risques de salinisation en lien avec le changement climatique et l'élévation de la mer.

Baie des Veys (50)



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

Les réserves du Massif armoricain

À l'écart de ces aquifères très productifs mais de taille réduite, la prospection des grès, granites et autres roches armoricaines offre régulièrement des résultats intéressants. L'eau, en général riche en fer et en manganèse, nécessite des traitements de potabilisation.

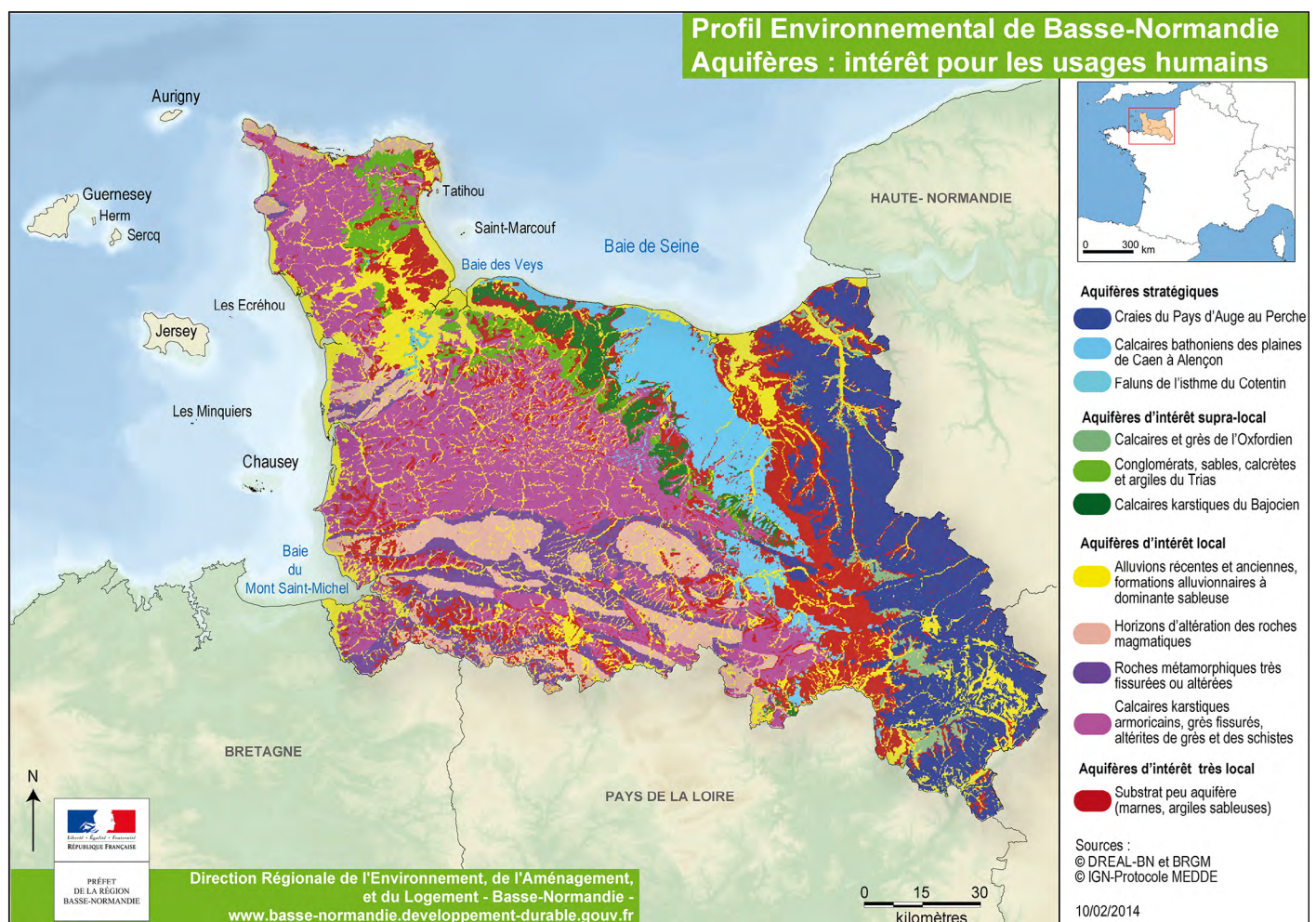
Cependant, les campagnes de prospection sont parfois aléatoires et les débits produits par les forages peuvent s'avérer faibles. Dans le Massif armoricain, l'alimentation en eau potable des populations s'est donc plutôt structurée autour de la **création de barrages réservoirs ou de prises d'eau en rivière**. Cette technique bénéficie indirectement de la capacité aquifère du socle ancien en utilisant l'aptitude naturelle des cours d'eau à concentrer toutes les émergences produites par la nappe dans son bassin versant.

Cette stratégie se révèle intéressante puisqu'aucun dysfonctionnement majeur n'est venu jusqu'à présent entacher l'efficacité. L'élévation estivale des températures, en lien avec le changement climatique, pourrait cependant en amoindrir l'opérationnalité par l'accroissement des blooms planctoniques. Cela impliquerait notamment des traitements de potabilisation de plus en plus lourds et coûteux au regard de la toxicité de certains d'entre eux.



Définition

Bloom planctonique : augmentation rapide de la concentration d'une ou plusieurs espèces végétales en suspension dans un système aquatique (phytoplancton). Cette augmentation se traduit généralement par une coloration de l'eau.



Les aquifères côtiers et le biseau salé

Sous le jeu dynamique des marées et de la différence de densité entre les eaux douces et salées, l'eau marine pénètre l'eau souterraine s'écoulant du continent. Moins denses, les eaux continentales « flottent » dans les aquifères au-dessus des eaux salées. L'interface (le biseau salé) est une zone diffuse où s'exercent certains échanges ioniques et physiques. **La concentration en sel dans les nappes littorales augmente avec la profondeur et la proximité de la mer.**

Ces échanges, rythmés par des processus naturels, sont sensibles aux variations de pression et donc aux pompages exercés dans les nappes. La dépression occasionnée par les prélèvements d'eau douce souterraine favorise la pénétration du biseau salé à l'intérieur des terres au-delà de la limite naturelle qui est normalement la sienne. **Les périodes de sur-salure des eaux souterraines littorales se situent en été**, lorsque les flux continentaux sont les plus faibles et que la demande en eau s'accroît (pics touristiques, stress hydrique, irrigation...).

La concentration en sel des eaux pompées peut alors perturber momentanément ou durablement certaines activités (irrigation maraîchère, process industriels...) et favoriser la corrosion des infrastructures enterrées baignées par la nappe. Les zones maraîchères de la côte Ouest de la Manche ainsi que l'estuaire de l'Orne subissent déjà ces phénomènes.

Les connaissances sur le biseau salé sont très faibles en Basse-Normandie comme partout ailleurs en France. Des réflexions sur la conception d'un réseau de surveillance commencent à voir le jour. Un tel réseau est essentiel dans le suivi des impacts du changement climatique et de l'élévation du niveau marin. C'est aussi un outil majeur pour la maîtrise quantitative des prélèvements en bordure du littoral et des estuaires.

L'importance des nappes d'eau souterraines pour les équilibres écologiques

Au-delà des usages humains directs, les nappes d'eau souterraine jouent un rôle fondamental pour les grands équilibres écologiques.

Le maintien en eau des zones humides

L'intérêt du patrimoine souterrain de Basse-Normandie se mesure à travers la richesse des milieux aquatiques qui lui sont inféodés. Plus de 200 000 zones humides, de natures très diverses, sont actuellement identifiées dans la région ainsi que plusieurs dizaines de milliers de mares. Alimentées notamment par les nappes, zones humides et mares abritent localement un haut patrimoine biologique. Leur présence est le support des trames écologiques vertes, bleues et aériennes (circulation des oiseaux, des insectes...).



Définition

Biseau salé : zone d'échange entre les eaux souterraines continentales et les eaux marines. La masse d'eau marine inter-pénètre la masse d'eau souterraine s'écoulant du continent.



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

L'alimentation des cours d'eau

À travers l'émergence de leurs sources et leurs contacts avec les rivières, **les eaux souterraines contribuent à l'alimentation en eau**, pendant les périodes sèches, de près de 25 000 km de cours d'eau (on parle de « soutien d'étiage »).

En été, des volumes considérables d'eau fraîche (11 à 13°C) sortent des nappes au bénéfice des rivières permettant, pour certaines d'entre elles, le maintien de conditions favorables à la présence d'espèces assez rares : truites de mer, écrevisses à pied blanc, chabots, saumons, moules perlières. Pour le saumon et la truite de mer, les rivières de Basse-Normandie ont peu de concurrence en France. Les rivières du Sud-Manche disposent ainsi des populations de saumons parmi les plus riches de l'hexagone. Elles le doivent aux forts débits qui se maintiennent l'été grâce aux apports d'eau souterraine des nappes des massifs granitiques. Quant aux rivières du Pays d'Auge, alimentées par la nappe de la craie, elles se distinguent par la richesse de leurs eaux en truites de mer.

Les nappes phréatiques alimentent plus ou moins intensément le débit des cours d'eau selon les propriétés de l'aquifère et l'état des réserves en eau souterraine. En été, alors que les pluies efficaces ont cessé, les rivières ne sont alimentées que par les nappes. Il est ainsi possible d'évaluer, en mesurant le débit des cours d'eau, la contribution des eaux souterraines à l'écoulement de surface.



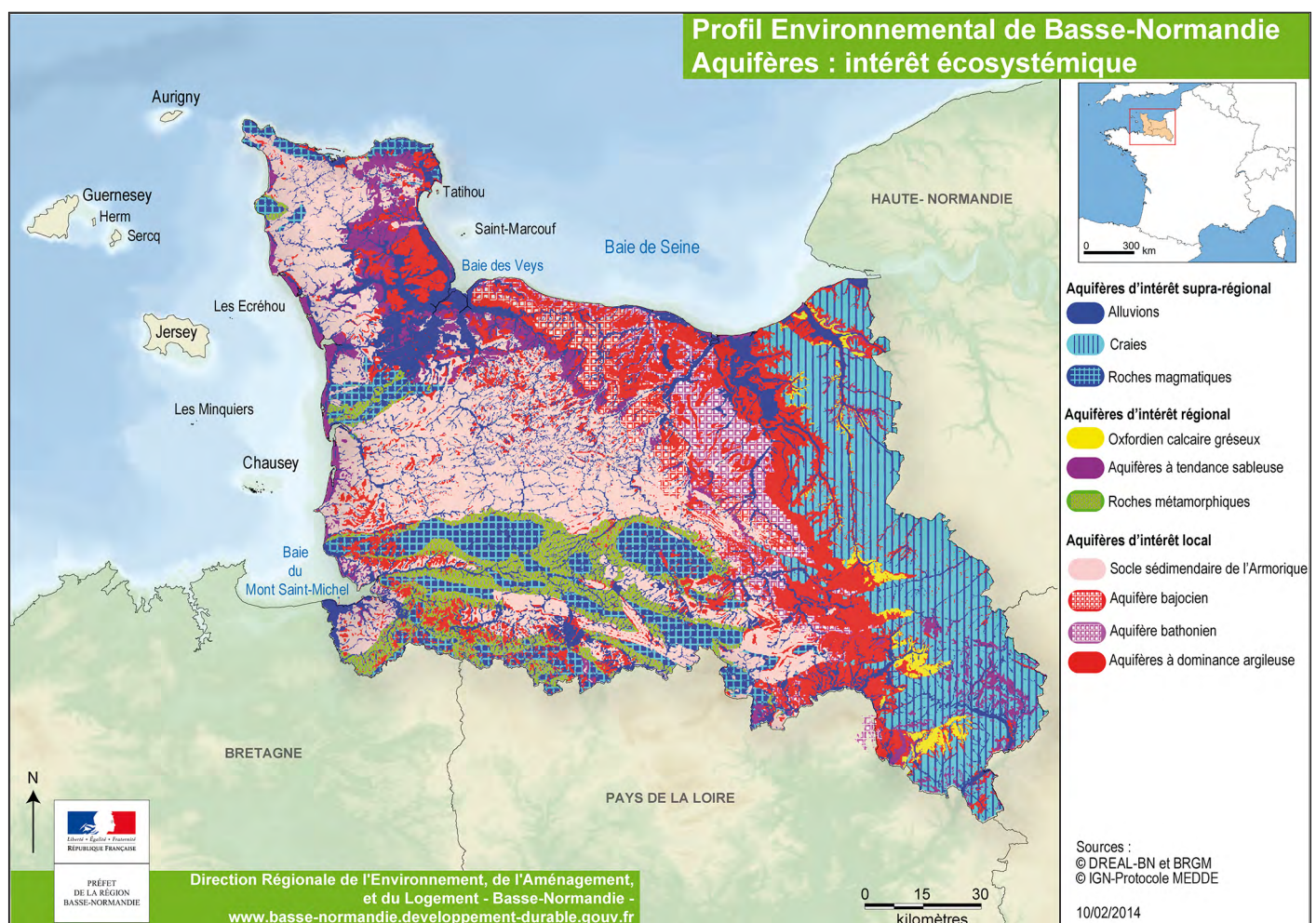
Définition

Étiage : niveau annuel moyen le plus bas atteint par les cours d'eau ou les nappes souterraines. En Basse-Normandie, il est atteint généralement en été ou au tout début d'automne.

Marais du Hable à Cosqueville (50)



Frédéric Gresselin/DREAL BN



Dans les années 1990, après une succession d'étés secs et la prise de conscience du manque de connaissances sur le comportement des milieux aquatiques en période de sécheresse, **la DREAL a entrepris d'étudier de manière détaillée les relations nappes / rivières des tous petits cours d'eau**. Depuis, plus de 500 petits bassins versants ont été jaugés pour mieux connaître la relation de vidange des nappes en direction des milieux aquatiques. L'objectif est de parvenir à une meilleure gestion des milieux et d'anticiper le risque de sécheresse avec le changement climatique. Les informations recueillies permettent d'évaluer la **fragilité de certains territoires** face à une ressource en eau souterraine susceptible de se vidanger très rapidement l'été. Elles permettent, parallèlement, de révéler l'incroyable richesse de certains milieux aquatiques (Nord-Cotentin, Sud-Manche, Pays d'Auge...), en lien avec la présence d'aquifères remarquables (cf. partie « régime hydrologique »).

La productivité hydrologique des aquifères est déterminante pour maintenir en eau les milieux aquatiques et les cours d'eau durant les périodes sèches. Si les débits en provenance des nappes sont importants et la pente des cours d'eau s'avère forte, les rivières bénéficient alors d'eaux vives, fraîches et bien oxygénées. C'est ainsi que les aquifères des roches magmatiques et de la craie sont une contribution essentielle à la présence des salmonidés dans le Sud-Manche et le Pays d'Auge. Les populations de saumons et de truite de mer de Basse-Normandie étant parmi les plus importantes de France, les deux aquifères peuvent être considérés comme d'intérêt supra-régional au titre de la biodiversité. Il en est de même pour les aquifères côtiers des sables dunaires et des marais littoraux. Ils alimentent un grand nombre de **zones humides et de mares qui sont autant de repères, de lieux de pause et de nourricerie** pour les nombreuses espèces d'oiseaux qui suivent les côtes dans leurs migrations entre l'Afrique et l'Europe du Nord.

A contrario, les aquifères des terrains à prédominance argileuse ne libèrent que d'infimes quantités d'eau en période sèche. Il s'agit notamment, à l'Est, des plateaux crayeux du Pays d'Auge, du Pays d'Ouche et du Perche. Si cette production aquifère ne peut être exploitée pour l'homme, en raison des très faibles débits produits, les émergences de la nappe déterminent tout de même l'apparition ici et là de quelques zones humides. Ces dernières jouent *a priori* un rôle très mesuré à l'échelle régionale par rapport aux grandes zones humides alluviales. Mais elles possèdent une valeur patrimoniale locale et sont, aussi petites soient-elles, un maillon non négligeable de la chaîne.

Les fluctuations du niveau des nappes d'eau souterraine

Une morphologie variée

À l'image du relief, la surface d'une nappe d'eau souterraine accuse une morphologie variée présentant des dépressions, des points hauts et une pente qui évolue dans l'espace et le temps.

La surface de la nappe peut également présenter une morphologie influencée par les activités humaines, notamment autour des points de prélèvements.

Bords de Vire (50)



Séverine Bernard/DREAL BN

La piézométrie d'une nappe est la forme que prend sa morphologie de surface au sein de l'aquifère.

Les courbes isopièzes représentent les courbes de niveau de la surface piézométrique de la nappe. Elles se lisent de la même manière que les courbes de niveau dessinées sur une carte topographique. Leur tracé représente la morphologie de la nappe et certaines de ses caractéristiques.

Elles permettent notamment :

- de calculer la cote du toit de la nappe phréatique en un endroit donné ;
- de circonscrire les territoires où la nappe est susceptible d'émerger ;
- de déterminer la direction de l'écoulement souterrain ;
- de localiser les crêtes piézométriques permettant de cartographier les bassins hydrogéologiques ;
- d'analyser les relations nappes/rivières (drainage ou non de la nappe par la rivière).

Les cartes piézométriques des nappes phréatiques sont disponibles pour l'ensemble de la région au 1/25 000, ce qui permet de comprendre la dynamique naturelle des eaux souterraines et la relation qui les lie aux cours d'eau et aux zones humides (cf. encadré).

Ces informations sont essentielles en cas de pollution ponctuelle puisqu'elles permettent :

- de connaître le sens de circulation d'un polluant ;
- de dessiner le territoire souterrain impacté ;
- de circonscrire la zone d'émergence de l'eau polluée.

Elles sont aussi nécessaires pour maîtriser le risque d'inondation par les nappes d'eau souterraine en hiver. Ce risque touche un grand nombre de bâtiments ou de parcelles agricoles en Basse-Normandie. En 2001, plus de 500 sous-sols ont ainsi été inondés par les nappes dans l'agglomération caennaise. Les pertes par exploitation agricole maraîchère ont été aussi très importantes le long des côtes Ouest de la Manche.

La recharge des nappes d'eau souterraine

La recharge des nappes est permise par la pénétration d'eau de pluie dans le sous-sol qui alimente les réserves en eau souterraine. Elle ne peut survenir que lorsque la pluie est dite efficace à savoir lorsque les sols sont saturés en eau et que les précipitations excèdent l'évapo-transpiration.

Une recharge plus précoce à l'Ouest qu'à l'Est

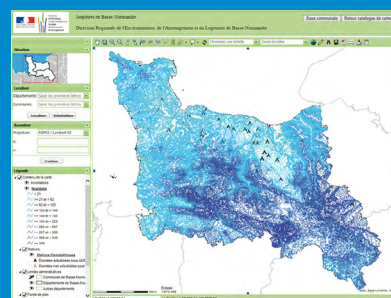
L'hiver est la période la plus favorable à la recharge des nappes, lorsque les plantes sont en dormance et que la réserve facilement utilisable des sols s'est reconstituée (cf. partie « Sols »).

Les processus de recharge des nappes démarrent plus tôt à l'Ouest qu'à l'Est et, en raison d'une pluviométrie plus abondante, se prolongent davantage dans les bocages armoricains que dans le reste de la région. Les étés les plus pluvieux sont aussi susceptibles de générer des recharges de nappes mais cela reste peu fréquent.



Repères

Vous pouvez consulter les cartes piézométriques sur le site : **carmen.application.developpement-durable.gouv.fr**

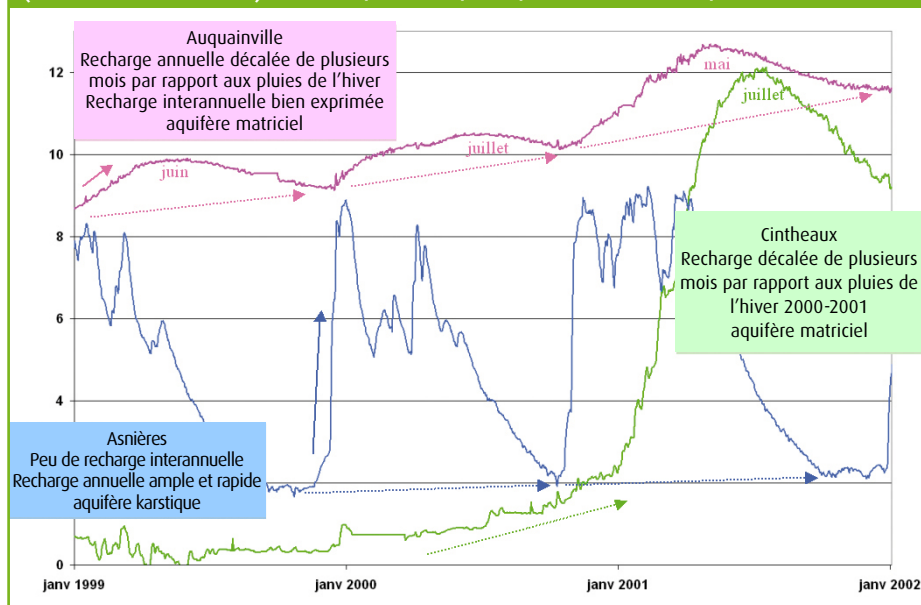


Définitions

Évapo-transpiration : phénomène naturel qui résulte à la fois de l'évaporation de l'eau des surfaces terrestres et aquatiques et de la transpiration des plantes. Elle s'exprime en « mm » qui correspondent à des litres/mètres carrés (l/m²). En Basse-Normandie, elle atteint en moyenne 3 mm par jour l'été mais peut dépasser 4 voire 5 mm les jours de forte chaleur. Elle est dix fois moins élevée en hiver.

La réserve des sols : afin de satisfaire leur croissance, les plantes prélèvent l'eau stockée dans les sols. Au printemps et en été, en l'absence de pluies soutenues, la réserve hydrique des sols diminue. Les plantes prélèvent la part aisément accessible de cette réserve, dénommée « réserve facilement utilisable ». Lorsqu'elle diminue, les plantes régulent leur transpiration.

La recharge des nappes : trois exemples de recharge aquifère dans la craie cénomanienne (Auquainville, Pays d'Auge), les calcaires du Bathonien (Cintheaux, Campagne de Caen) et les calcaires du Bajocien (Asnières-en-Bessin). Variations piézométriques exprimées en mètres d'après les données BRGM



- **L'aquifère des calcaires du Bessin (Asnières)** fait l'objet de recharges très précoces par rapport aux autres aquifères calcaires ou crayeux de la région. L'aquifère est karstique. En hiver, la pluie efficace y pénètre aisément. Les recharges sont impulsives (trait bleu) car de grands volumes d'eau sont à même de pénétrer dans le tissu de fissures et de vides du karst dans un temps relativement restreint (quelques heures à quelques jours). Cependant, les calcaires de cet aquifère bajocien ne disposent pas d'une matrice très poreuse et, en dehors des vides karstiques, leur capacité à stocker de l'eau reste assez médiocre. Le niveau de la nappe monte et descend rapidement car la vidange du karst s'exerce aussi aisément que sa recharge. Le niveau de la nappe varie peu d'un été à l'autre (flèches en pointillés bleus), car aucune réserve interannuelle n'y est emmagasinée.
- **L'aquifère de la craie du Pays d'Auge (Auquainville)** bénéficie au contraire d'une capacité à stocker de l'eau sur plusieurs années. La craie est en effet très poreuse et la pluie efficace qui pénètre dans l'aquifère peut y être stockée durablement. Une succession d'hivers pluvieux comme la séquence 1999/2001 permet d'emmagasiner de très grandes quantités d'eau qui sont restituées aux milieux naturels les années suivantes (traits pointillés roses). L'aquifère protège ainsi les rivières du Pays d'Auge des épisodes de sécheresse.
- **L'aquifère bathonien** peut localement présenter une épaisseur de zone non saturée très importante, comme à Cintheaux. Les effets de la pluie efficace ne se font sentir ici que quelques mois après et il faut une pluie efficace exceptionnelle, comme en 2001, pour que le niveau piézométrique s'élève de manière sensible. À Cintheaux, l'aquifère ne réagit pas aux pluies efficaces de faible intensité comme les autres aquifères. Ces pluies efficaces sont « consommées » dans la partie non saturée avant de rejoindre la nappe.

Fontenailles, dans le Bessin (14)



Marc Heller

Les cycles piézométriques

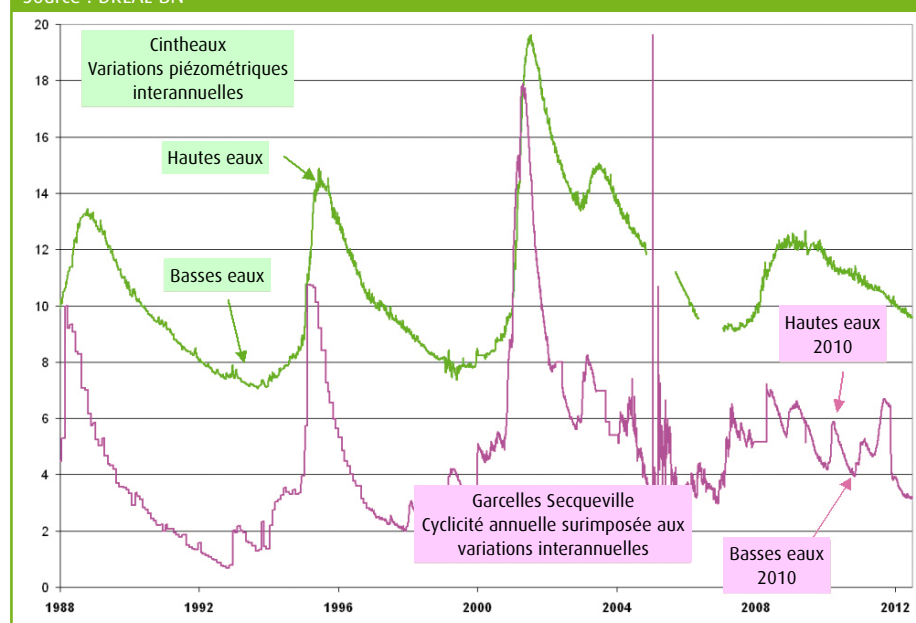
La recharge des aquifères se produit en général l'hiver. La vidange a lieu dès le printemps et se poursuit jusqu'à l'automne. Les variations piézométriques présentent la plupart du temps une cyclicité annuelle (cycles recharge/vidange). Selon les aquifères et les années, l'amplitude des cycles varie. Lorsque la nappe est très profonde, elle ne s'exprime pas toujours ou est partiellement masquée par des variations de plus grande amplitude.

La recharge des aquifères se produit en général l'hiver

Variations piézométriques de la nappe des calcaires bathoniens dans la Campagne de Caen (piézomètres de Cintheaux et de Garcelles-Secqueville)

Variations piézométriques exprimées en mètres d'après les données BRGM

Source : DREAL BN

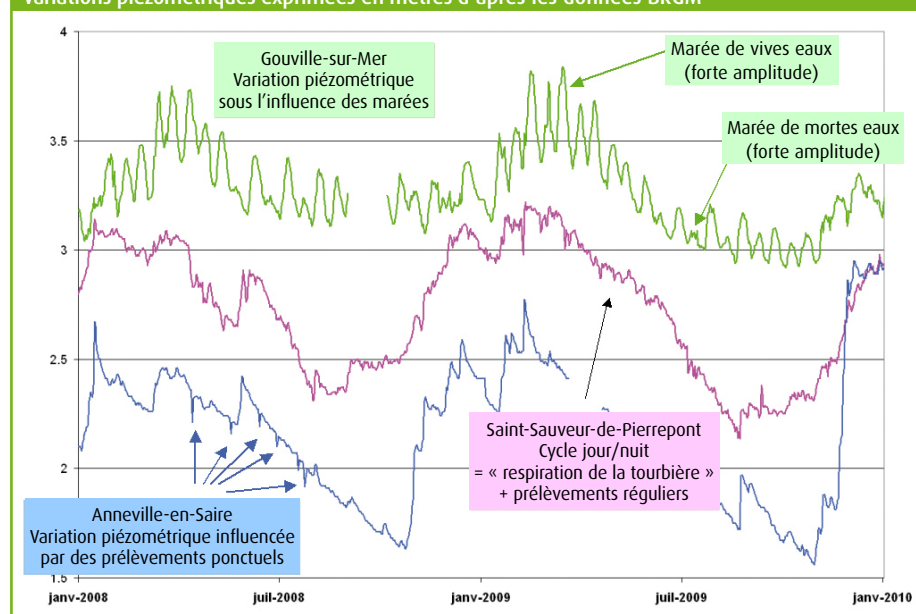


La cyclicité annuelle des variations du niveau piézométrique de la nappe du Bathonien à Garcelles-Secqueville s'exprime plus ou moins clairement. Elle s'observe davantage ces dernières années, en relation probable avec une modification des conditions d'acquisition des données (la piézométrie, désormais mesurée en continu, l'était à un pas mensuel avant les années 2000). À Garcelles-Secqueville, l'amplitude des cycles annuels est plus faible que celle des variations interannuelles.

La chronique de Cintheaux ne présente aucune cyclicité annuelle. La nappe bat au rythme de variations présentant un cycle de l'ordre de 6 à 7 ans.

Variations piézométriques de les nappes des sables littoraux (Gouville-sur-Mer), des marais du Cotentin (Saint-Sauveur-de-Pierrepont) et du granite de Barfleur (Anneville-en-Saire)

Variations piézométriques exprimées en mètres d'après les données BRGM



Parallèlement, le long du littoral, **certaines nappes fluctuent au rythme des marées**. C'est non seulement le cas des nappes des sables dunaires mais aussi celles des marais littoraux.

Les nappes des marais du Cotentin et du Bessin montrent également l'été des **cycles journaliers liés à la « respiration » des tourbières**. La nappe baisse le jour et remonte la nuit, lorsque l'évapo-transpiration des tourbes diminue. Ce cycle présente une amplitude au maximum décimétrique.

Enfin, les prélèvements réalisés dans les forages pour alimenter les populations en eau potable s'exercent à heure fixe selon des protocoles automatisés. Les fluctuations qui en résultent structurent eux aussi les chroniques piézométriques selon une cyclicité journalière.

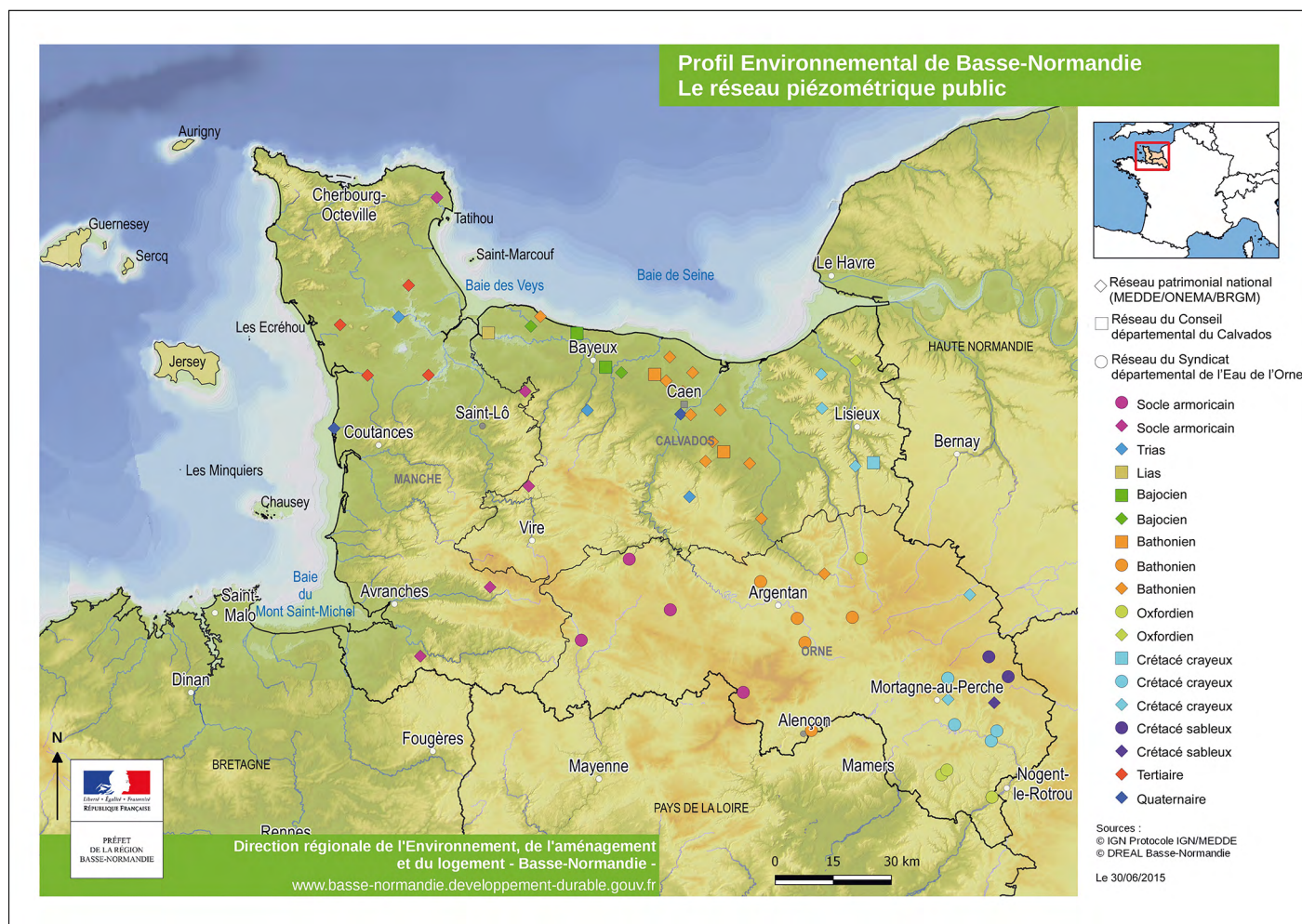
Le réseau de suivi piézométrique

Les réseaux piézométriques publics de Basse-Normandie sont gérés par des établissements publics de l'État (ONEMA et BRGM) et par les Conseils départementaux du Calvados et de l'Orne. Quelques réseaux privés existent par ailleurs, tels ceux de l'ANDRA dans le Nord-Cotentin et des syndicats de production d'eau potable de l'Isthme du Cotentin.

Vidange de la nappe d'un marais littoral à marée basse (Cosqueville, 50)



Frédéric Gresselin/DREAL BN



2 Les cours d'eau

La Basse-Normandie dispose d'une **grande diversité de cours d'eau dont le linéaire total avec les biefs et les canaux est estimé à 25 000 km** (source : DREAL BN et BD Topo). Elle le doit non seulement à sa géologie, la nature de ses sols et à son relief très changeant, mais aussi à la présence de la mer. Celle-ci contrarie les écoulements continentaux à l'approche de la côte, les forçant à ralentir au rythme des marées dans des estuaires plus ou moins fermés ou de larges marais.

Ce patrimoine hydrographique a subi de **très nombreux aménagements**, principalement des opérations de drainage et de recalibrage.

Le réseau hydrographique régional : un « chevelu » inégalement réparti

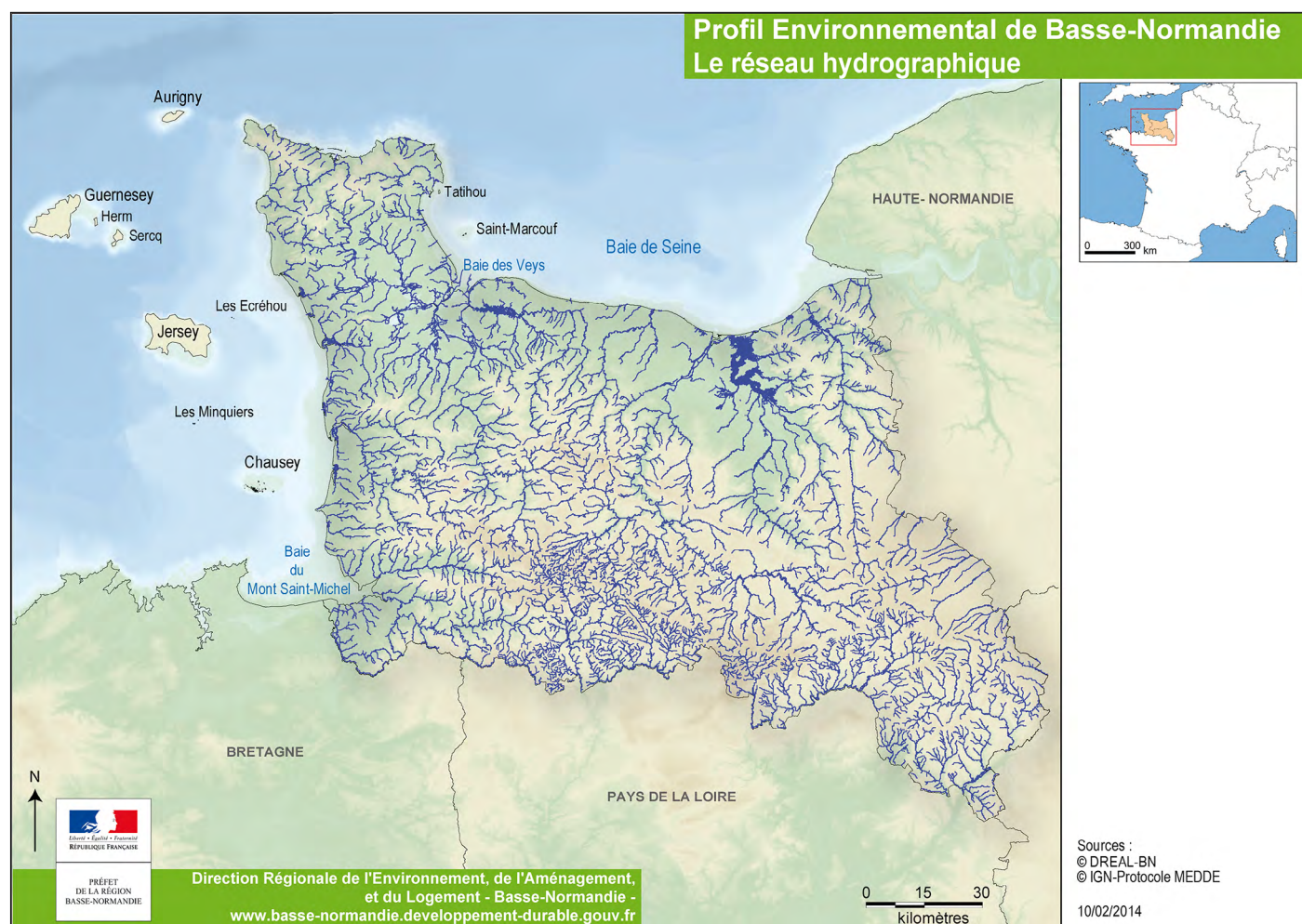
Un réseau hydrographique a pour fonction de concentrer la part des pluies non évaporées et de les diriger vers un exutoire (vers un autre cours d'eau ou la mer par exemple). Il se compose de fractions fluviales élémentaires, dites de premier rang, confluant les unes vers les autres en fractions de rang plus élevé (rang de Strahler).



Définition

La définition d'un **cours d'eau** s'est construite sur la base de la jurisprudence, adaptée depuis plusieurs siècles à la diversité des situations que l'on peut rencontrer. La qualification donnée par la jurisprudence repose essentiellement sur les deux critères suivants :

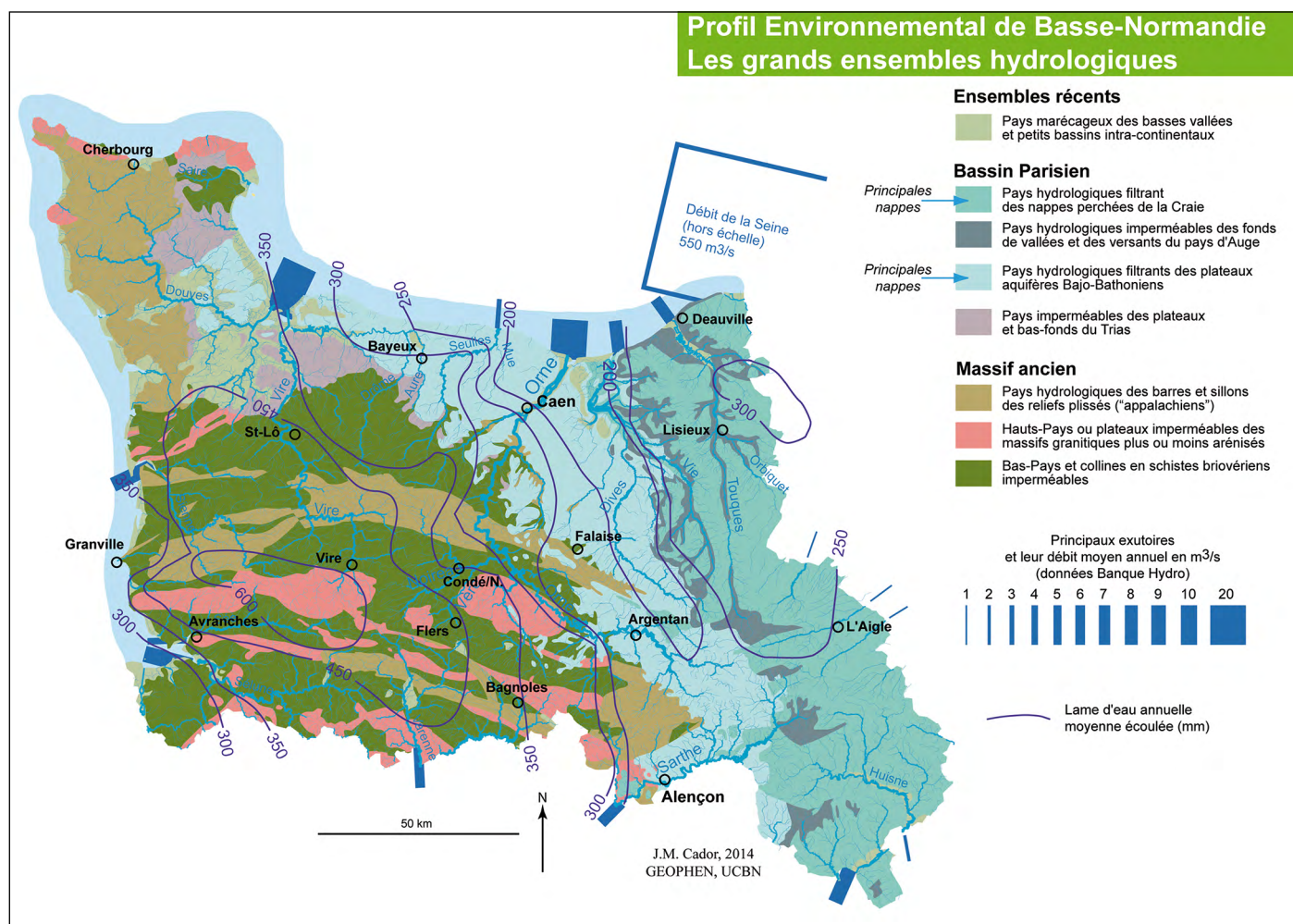
- la présence et la permanence d'un **lit naturel** à l'origine, distinguant ainsi un cours d'eau d'un canal ou d'un fossé creusé par la main de l'homme mais incluant dans la définition un cours d'eau naturel à l'origine et rendu artificiel par la suite ;
- la permanence d'un **débit suffisant** une majeure partie de l'année apprécié au cas par cas par le juge en fonction des données climatiques et hydrologiques locales.



L'armature du réseau hydrographique répond également à la présence d'un linéament d'importance majeure qui s'étend de la Hague jusqu'à la Flèche, dans

Définitions

- les tronçons élémentaires, sans affluent, sont dits d'ordre 1 ;
- à leur confluence, ils forment un cours d'eau d'ordre 2 ;
- deux cours d'eau d'ordre 2 forment un organisme d'ordre 3 ;
- et ainsi de suite (deux cours d'eau de même ordre se rejoignent pour former un cours d'eau d'ordre supérieur).



la Sarthe, et matérialise la ligne de partage des eaux entre les rivières de la Côte ouest de la Manche (Sélune, Sée, Sienne, Souilles, Ay, Gerfleur, Diélette...) et celles s'écoulant en Baie des Veys ou dans le Nord-Cotentin (bassins de la Divette, de la Douve, de la Vire...). Ce linéament et les failles qui le constituent affectent aussi le tracé de la Varenne et de l'Egrenne dans le Sud de l'Orne.

Les effets de la tectonique semblent également guider la trajectoire des rivières du Col du Cotentin et du Bessin (la Douve, la Taute, l'Aure et leurs affluents respectifs) qui terminent leur parcours dans le bassin subsident de Carentan, avant de se jeter en Baie des Veys.

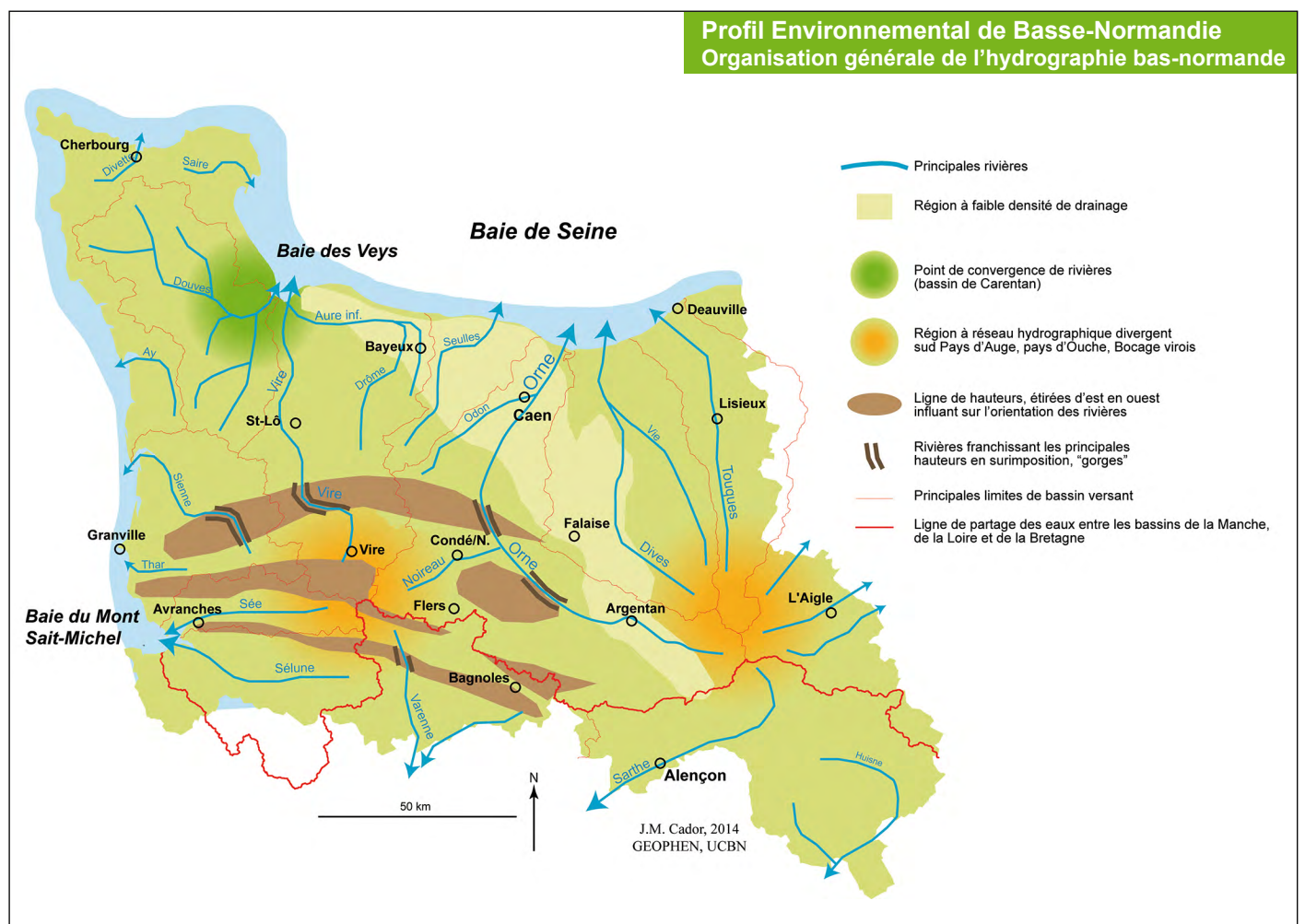
Dans le détail, l'architecture du réseau hydrographique est également contrainte par des failles et des plis de moindre importance et par les alternances de roches tendres et dures qui émaillent le territoire. De vastes dépressions, des bas-pays ou des plateaux, façonnés dans les roches les plus tendres (argilites, sables, alluvions...), alternent ainsi avec des paysages plus vallonnés, parfois escarpés, armés de grès ou autres roches dures. Les vallées s'ouvrent ou se resserrent au rythme de ces alternances. Certains cours d'eau s'écoulent parallèlement aux structures sans pouvoir les contourner. D'autres les recoupent de manière plus ou moins directe, ayant trouvé une zone de moindre résistance permettant de les traverser.

C'est en fonction de leur pente, de leur débit et de leur courant que les cours d'eau puisent l'énergie pour traverser les obstacles les plus résistants à l'érosion.

?

Définition

Un **linéament** (du latin « *linamen-tum* », « ligne ») est un alignement structural de dimension variée correspondant à un accident de l'écorce terrestre dont l'influence se fait sentir sur des millions d'années au cours de phases tectoniques successives.



L'Orne et la Vire, qui sont deux fleuves placides aujourd'hui, ont disposé dans leur passé d'une capacité érosive suffisamment importante pour traverser un certain nombre de ces obstacles en y creusant des gorges relativement encaissées.

La géologie joue enfin un rôle déterminant dans la densité de drainage des territoires. Les roches les plus imperméables sont en effet parcourues d'un réseau dense de cours d'eau au contraire des roches qui le sont moins. Le drainage par le sol est donc plus important lorsque les roches sont très perméables. Ainsi, les plus fortes densités de drainage par les rivières s'observent dans les marais de l'Aure, du Cotentin, de la Dives et de la Baie du Mont Saint-Michel. Le drainage naturel par les rivières y a été complété par un drainage artificiel de petits et grands fossés et quelques canaux. Dans la Campagne de Caen et dans le Lieuvin, les densités de drainage sont très faibles, en lien avec la très grande perméabilité des calcaires et des craies qui constituent le soubassement de ces territoires.

Les pays hydrologiques de la Normandie occidentale

La **Normandie occidentale** (ou armoricaine) présente une mosaïque de pays hydrologiques dont les caractéristiques varient non seulement au gré de la diversité des roches qui la composent (schistes, grès, granites, roches métamorphiques) mais aussi de leur état de déformation (présence de plis et de failles).

La Sélune (50)



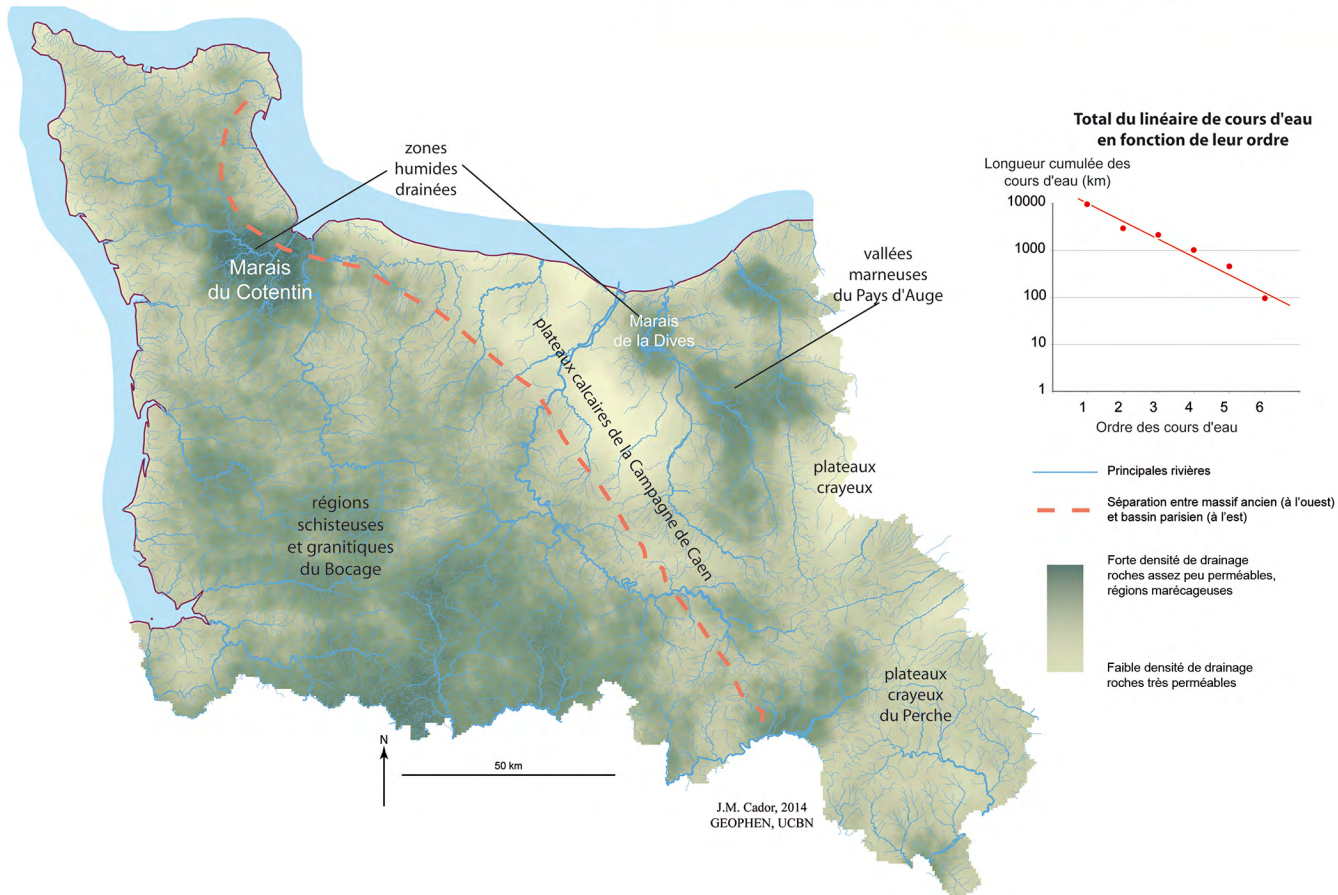
Marc Heller



Définition

Densité de drainage par les rivières : rapport entre le linéaire total de cours d'eau dans un bassin versant et la superficie de ce bassin

Profil Environnemental de Basse-Normandie Densité de drainage de l'hydrographie



Tous ces pays ont notamment pour points communs :

- de bénéficier d'une pluviométrie abondante en raison de leur altitude et de leur exposition aux vents d'Ouest ;
- d'être moins perméables que les plateaux calcaires de l'Ouest de la région ;
- de disposer d'une grande densité de drainage ;
- d'avoir des écoulements beaucoup plus abondants en été qu'en hiver ;
- et de disposer malgré tout d'une multitude de petits aquifères qui maintiennent les rivières en eau y compris en période de sécheresse non exceptionnelle.

Les précipitations varient d'environ 750 à 1 400 millimètres en moyenne annuelle, soit des écoulements de 350 à plus de 800 millimètres par an. De manière simplifiée, ce territoire peut être divisé en deux sous-unités : les Pays du Haut-Bocage et les Pays du Bas-Bocage.

Les hauteurs du Bocage

Les pays hydrologiques des hauteurs du Bocage recouvrent une partie du Sud de la Basse-Normandie et du Nord-Cotentin.

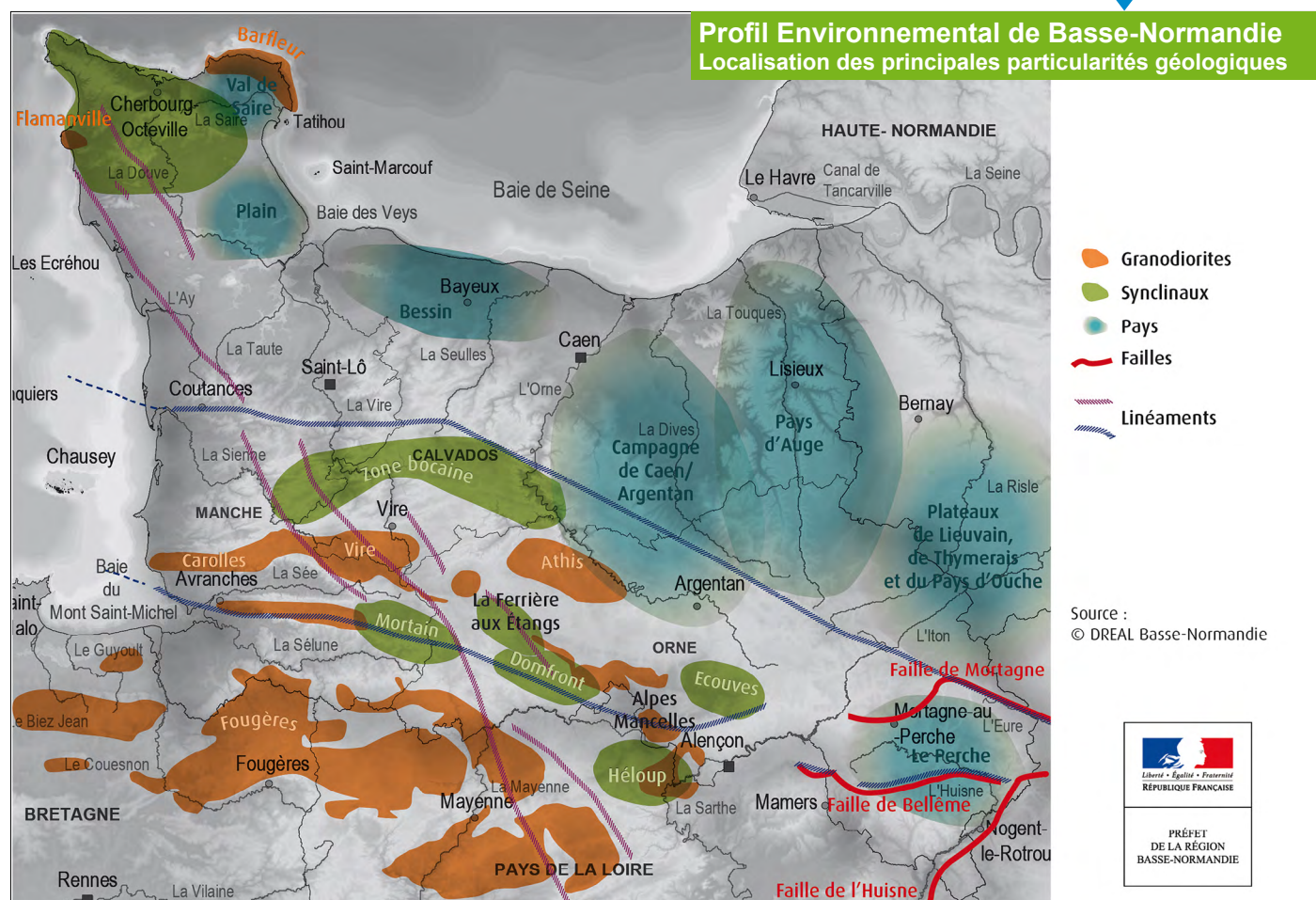
Le Sud de la Basse-Normandie est parcouru de **lignes de hauteurs étirées** d'Ouest en Est qui s'inscrivent dans un quadrilatère allant de Granville à Falaise et d'Avranches à Alençon. Cette unité regroupe les entités géographiques de la Suisse Normande, des Alpes mancelles, de la Mancellia et de la Zone bocaine. La présence de hauteurs dans ce territoire est liée à celle de roches dures mises en relief par l'érosion, notamment les grès des synclinaux paléozoïques (synclinaux de la Zone bocaine, d'Écouves, d'Héloup, de Mortain/Domfront, de la Ferrière-aux-Étangs...).

Syndinal : pli concave d'une couche géologique (en forme de cuvette).

Anticinal : pli convexe, en forme de dôme.

Ces deux termes – syndinal et anticinal – concernent la stratigraphie, domaine de la géologie qui étudie l'empilement des couches de terrain.

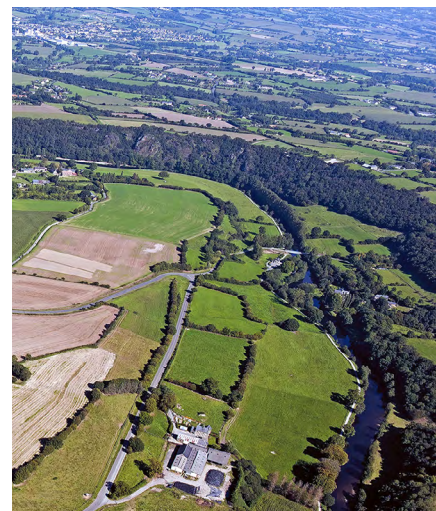
Synclinaux paléozoïques de Basse-Normandie : Zone bocaine, Écouves, Héloup, Mortain/Domfront, la Ferrière-aux-Étangs...



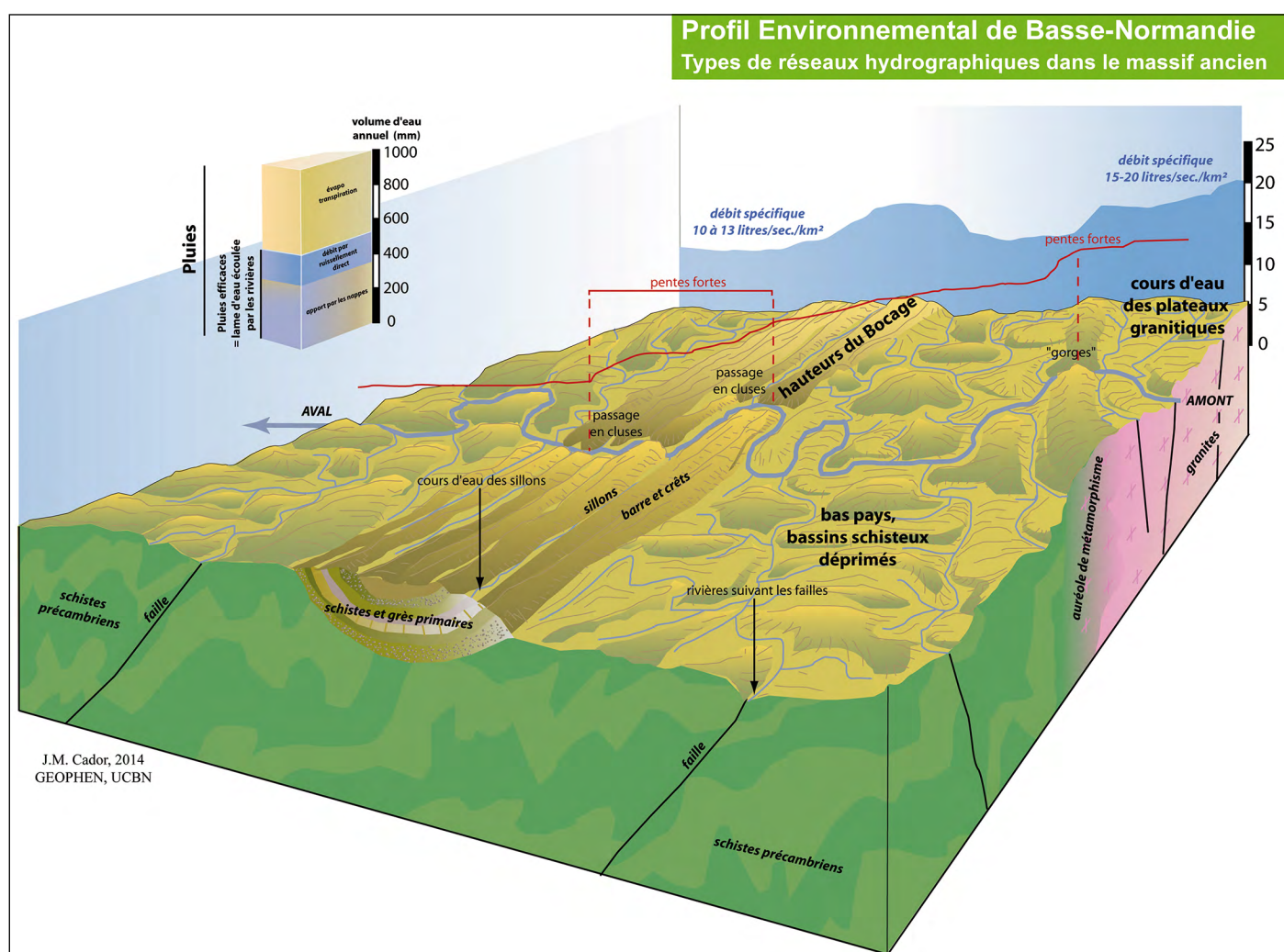
Les altitudes y sont parmi les plus élevées de la région, voire de l'Ouest de la France, avec 350 mètres en moyenne sur les sommets. En lien avec ces lignes de crête et l'exposition aux vents d'Ouest, les précipitations y sont abondantes et garantissent aux rivières des débits spécifiques élevés en hiver mais beaucoup plus faibles en été (de 10 à 30 l/s/km² en moyenne par an).

Entre les lignes de crête, **l'érosion a parfois dégagé des sillons dans les bancs de roches tendres** (les schistes ou les colluvions de pente par exemple) qu'empruntent de petits cours d'eau. Quelques ruisseaux disposent ainsi d'un cours parallèle aux axes des plis armoricains (surtout dans le synclinal de Mortain / Domfront). L'essentiel d'entre eux recoupe cependant ces structures de manière sécante, plongeant depuis les points hauts vers le Nord ou le Sud selon leur appartenance à tel ou tel bassin versant. Dans la traversée des synclinaux, les rivières principales s'encaissent sur place en gorges ou « cluses ». Ces sites, où les cours d'eau prennent de la pente, ont été le siège de toute une industrie hydraulique par le passé.

La Vire (14)



Marc Heller



Le réseau hydrographique dans la partie appartenant au Massif armoricain (ancien) s'organise selon les différences de résistance des roches, les orientations des failles ou l'existence de plissements. Dans les ensembles plissés, comme en Suisse Normande par exemple, les plus petits cours d'eau s'installent dans les plis en gouttière (synclinal) et coulent donc parallèlement les uns aux autres, sur les sillons en roches tendres. Les rivières plus puissantes s'affranchissent de ces contraintes en empruntant des jeux de failles, ou en s'incisant sur place perçant les bancs en roches dures (crêts) en cluses aux fortes pentes. Dans les pays schisteux plus anciens, les différences de nature de roches (lithologie), les failles ou plis dans de multiples directions dessinent un réseau en apparence moins structuré. En domaine granitique, la tectonique, par ses failles, dicte ses orientations au réseau hydrographique.

Les massifs granodioritiques (Massifs d'Athis, d'Avranches, de Carolles/Vire, de Fougères, de la Ferté-Macé...) forment également des lignes maîtresses du paysage du Sud de la Basse-Normandie. Les roches magmatiques situées au cœur de ces massifs sont recouvertes de limons des plateaux et d'arènes. Le relief y est vallonné, composé de formes douces et ouvertes. Les pentes s'accroissent ici ou là au passage d'une faille mais c'est dans la traversée des barres de cornéennes, que les cours d'eau creusent des vallées profondes et que les pentes s'accroissent. Ces incisions s'estompent progressivement, une fois l'auréole de cornéennes franchie.

Les lames d'eau annuelles écoulées par les cours d'eau de ces massifs sont dans l'ensemble élevées : 20 à 28 l/s/km² dans le haut bassin de la Sienne et de la Vire, mais seulement 10 à 13 l/s/km² dans les bassins du Beuvron et de l'Airon. Les écoulements sont relativement réguliers entre l'hiver et l'été. Les nappes d'eaux souterraines logées dans les arènes granitiques et les fractures de la roche magmatique sont en général de bons réservoirs, à la fois capacitifs et transmissifs. Les cours d'eau disposent d'étiages bien soutenus par ces nappes. Le Lembron (granodiorite d'Athis) et ses affluents se sont néanmoins asséchés en 1976.

Le Nord-Cotentin témoigne d'une architecture comparable à celle des hauts bocages du Sud de la Normandie. Les bassins versants du Nord-Cotentin peuvent donc être intégrés à cette unité hydrologique.

À l'instar du Sud de la Basse-Normandie, les cours d'eau de la région de Cherbourg-Octeville franchissent les barres de roches dures des synclinaux paléozoïques en cluse avant de rejoindre des vallées plus ouvertes, creusées dans des matériaux moins réfractaires à l'érosion. Dans les hauts bocages du Nord-Cotentin, les pluies sont moins abondantes qu'en Zone bocaine ou que dans les Alpes mancelles. L'écoulement des rivières y est, de ce fait, plus faible (14 à 19 l/s/km² en moyenne par an) mais beaucoup plus régulier entre l'hiver et l'été. Les débits des rivières drainant les deux principaux massifs granodioritiques (Barfleur et Flamanville) écoulent en moyenne 15 l/s/km² par an.

Les bas pays du Bocage

Dans le Nord-Cotentin et le Sud de la région, entre les synclinaux paléozoïques et les massifs granodioritiques, l'érosion a mis à nu les schistes et les grès du Briovérien.

Ce vieux socle plissé offre un paysage de collines plus ou moins ouvertes au pied desquelles coulent des cours d'eau relativement paisibles. Bon nombre de ces derniers s'orientent selon la direction structurale Ouest-Sud-Ouest/Est-Nord-Est (qui est à l'origine celle de la chaîne de montagne cadomienne). C'est le cas notamment des cours d'eau coulant au sein d'un vaste triangle compris entre la Zone bocaine et les granodiorites d'Athis et de Carolles/Vire.

En fonction de leur exposition aux pluies, les bassins versants des bas pays du Bocage écoulent entre 8 et 23 l/s/km² en moyenne par an, avec une médiane autour de 13 l/s/km². En été, ces cours d'eau ne s'assèchent que rarement bien que leur débit chute fortement.



Définitions

Granodiorite : roche magmatique plutonique grenue composée, principalement de quartz et de feldspath. Les minéraux secondaires sont le mica noir et les amphiboles.

Massifs granodioritiques de Basse-Normandie : massifs d'Athis, d'Avranches, de Carolles/Vire, de Fougères, de la Ferté-Macé...

Cornéennes : roche très dure du métamorphisme de contact, de composition minéralogique variable selon la nature des roches initiales. Ainsi, si les roches initiales sont des schistes, il se forme des cornéennes micacées ou feldspathiques. Dans le cas des grès quartziteux, les cornéennes sont des quartzites.



Définition

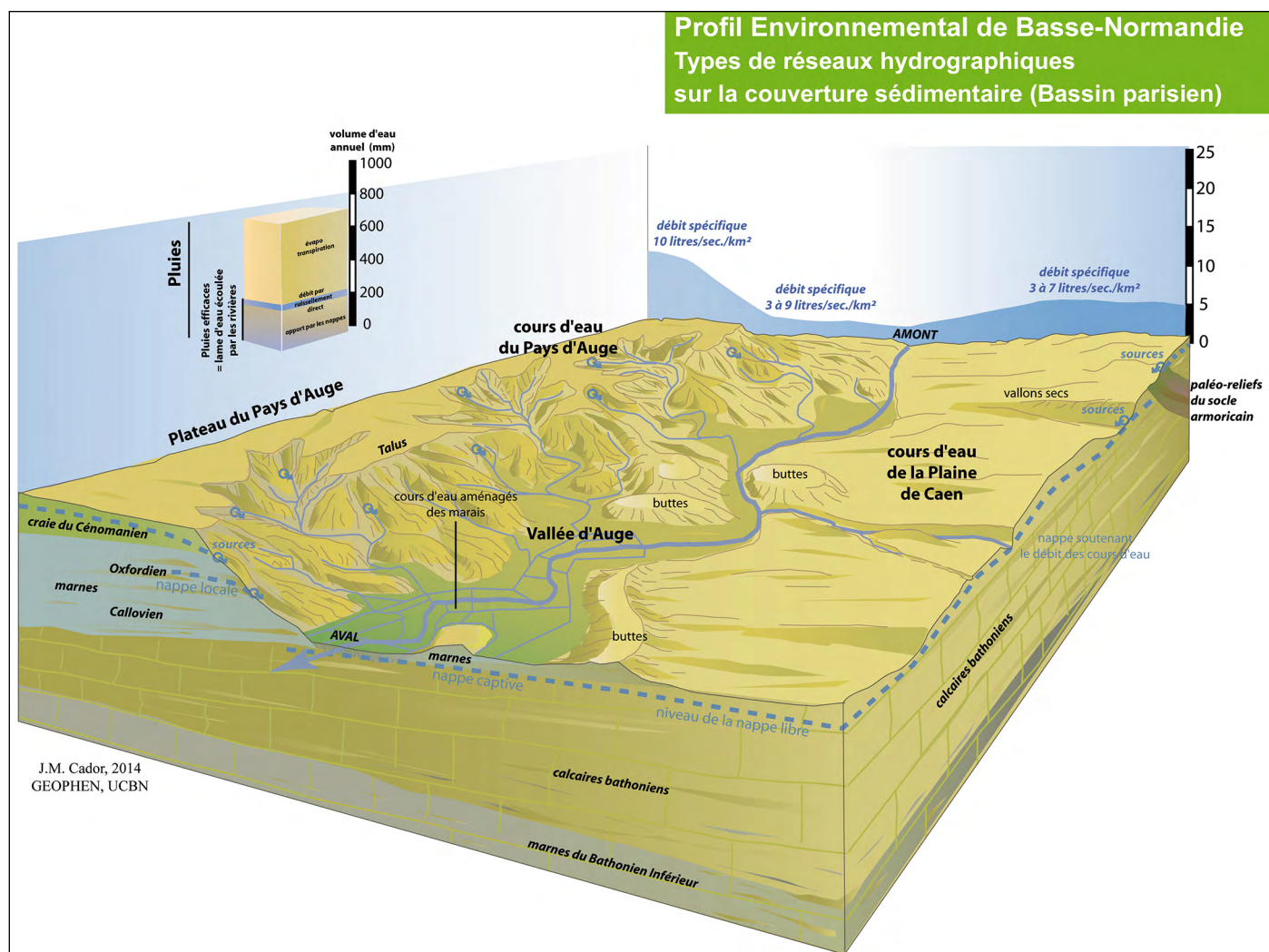
Le **Briovérien** est une subdivision de l'échelle des temps géologiques comprise entre -670 et -540 millions d'années. Son stratotype (affleurement-type qui permet de définir un étage géologique) est caractérisé par Saint-Lô (Briovera en latin). On divise la période en Briovérien inférieur (ca. -670 Ma à -590 Ma) et en Briovérien supérieur (ca. -590 Ma à -540 Ma). La première période correspond grossièrement à une phase de magmatisme, la seconde à une phase sédimentaire.

Les schistes et grès du Briovérien affleurent largement dans les bassins versants du Noireau, de la Rouvre de la Vire, de l'Aure, de la Sélune, de la Sienne, de la Sée et de la Mayenne. Au Nord, ils constituent également le soubassement du bassin versant de la Saire.

À noter que dans le Col du Cotentin, une partie des bassins versants draine le socle armoricain dénué ici de relief majeur. La partie aval du bassin de l'Ay est même constituée d'un plateau occupé par des landes.

Les pays hydrologiques de la couverture sédimentaire du Bassin parisien

La partie orientale de la région, le Bessin et une partie du Cotentin appartiennent au plan géologique au Bassin parisien. Le vieux socle



Dans sa partie relevant du Bassin parisien, la Basse-Normandie présente une organisation très classique de son réseau hydrographique. Le relief s'y organise en plateaux superposés d'Est en Ouest. Ces plateaux sont formés, à leur sommet plat, de tables calcaires ou crayeuses. Ils sont séparés des talus (appelés « côtes », comme la Côte du Pays d'Auge) sur lesquels suintent les sources de multiples petits ruisseaux. Ils dominent de plus ou moins larges dépressions argilo-marneuses, en roches tendres, dégagées par l'érosion, comme la vallée de la Dives. Ces dépressions, au substrat imperméable, à l'altitude proche du niveau de la mer, sont le lieu naturel de rassemblement des eaux de surface, et forment de vastes « zones humides ».

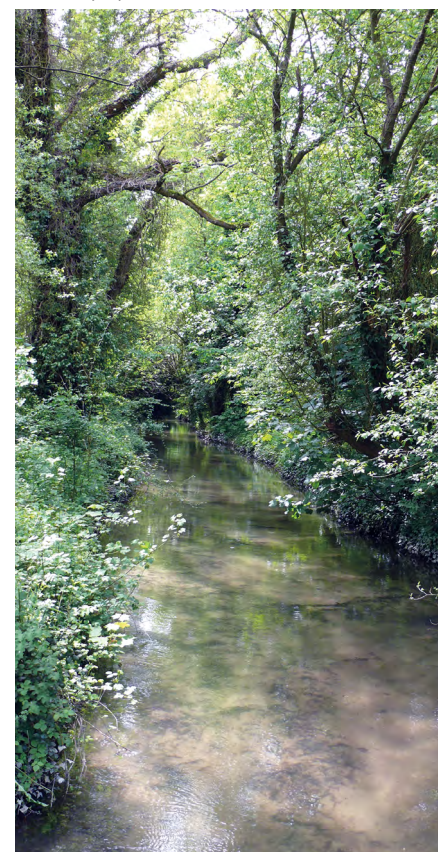
armoricaïn y est recouvert par une pile de couches sédimentaires plus ou moins épaisses et peu déformées. L'âge de ces terrains s'étend du Permien au Quaternaire (environ -300 à -2,6 millions d'années).

Cette couverture plonge légèrement vers l'Est (du NE au SE selon les territoires), chacune de ses couches formant un plateau délimité par des marais, un talus de cuesta ou la mer. **Les assises du Bassin parisien sont principalement composées de matériaux gréseux, sableux, argileux, marneux, calcaires et crayeux. Elles sont plus ou moins incisées par l'érosion.**

Ces couches abritent les principaux réservoirs en eau souterraine de la région que sont :

- l'aquifère du Trias (Val de Saire, bordures de l'Isthme du Cotentin et Bessin méridional) ;
- l'aquifère bajocien du Bessin ;
- l'aquifère bathonien de la Campagne de Caen à Alençon ;
- l'aquifère de l'Oxfordien (bassins de la Touques, de la Sarthe et de l'Huisne notamment) ;
- l'aquifère de la craie qui s'étend du Pays d'Auge au Perche, via le Pays d'Ouche, le Lieuvin et le Thymerais ;
- l'aquifère des bassins tertiaires et quaternaires de l'Isthme du Cotentin.

La Mue (14)



Sandrine Hélicher/DREAL BN

Le Plain et le plateau du Bassin de Carentan

L'érosion a presque entièrement découpé les terrains du Trias (datant de 251 à 200 millions d'années). Ils sont encore bien représentés cependant dans l'Isthme du Cotentin et dans le Val de Saire où ils reposent sur des terrains permien (-300 millions d'années) ou du socle plus ancien. Le Trias est essentiellement composé d'argilites, de sables et de conglomérats en Basse-Normandie.

Les écoulements moyens interannuels des cours d'eau drainant les assises du Trias sont assez faibles (de 8 à 13 l/s/km²). Si le Trias est sableux ou graveleux, ils disposent par contre d'un bon soutien d'étiage estival. S'il est argileux, et en présence du Permien, les débits d'étiage sont au contraire très faibles.

Au-dessus des terrains du Trias s'étend dans la région de Sainte-Mère-Eglise le plateau jurassique du Plain. Le Plain est parcouru par quelques ruisseaux s'écoulant soit vers la côte Est de la Manche, soit en direction de la vallée du Merderet. Les débits de ces cours d'eau sont faibles (en moyenne 10 l/s/km² par an), notamment en étiage. Le plateau du Plain est en effet composé de terrains assez marneux ne disposant que peu de réserves aquifères. Au pied du Plain, les écoulements s'exercent dans des marais dont les hauteurs d'eau sont contrôlées par des ouvrages hydrauliques. Côté mer, ces ouvrages permettent également de réguler la pénétration de la mer dans les ruisseaux et les canaux associés.

Le Plain et le plateau du Bassin de Carentan



Le Bessin

Le Bessin sépare les Pays du Bocage et du Prébocage de la mer. Ses principales rivières sont la Drôme, l'Aure et la Seulles qui, toutes trois, partagent leur cours entre Massif armoricain, en amont, et Bassin parisien, en aval. À l'approche de la mer, après s'être écoulées du Sud vers le Nord, l'Aure et la Drôme réunies ainsi que la Seulles changent de cap. Ces rivières bifurquent respectivement vers l'Ouest et l'Est, probablement guidées dans leur nouvelle trajectoire par le jeu de failles. Des manifestations karstiques accompagnent ce changement pour l'Aure et la Drôme. Les pertes de l'Aure et de la Drôme sont célèbres dans la région puisque ces deux rivières disparaissent intégralement dans le sous-sol, sauf en crue exceptionnelle. La résurgence de leur cours s'exerce sur l'estran de Port-en-Bessin.

D'autres manifestations karstiques s'observent ici et là dans le Bessin, notamment en présence des calcaires bajociens, fréquemment percés de bétoires. De ce point de vue, les ruisseaux drainant ces calcaires partagent leur cours entre le milieu souterrain et superficiel, ce qui limite la densité hydrographique de ce territoire.

Les cours d'eau qui ne drainent que la nappe du Bajocien subissent des étiages sévères dans le Bessin. En effet, **les calcaires bajociens sont assez peu capacitifs et leur karst se vidange rapidement en période de sécheresse.** La Seulles, l'Aure et la Drôme, grâce à leur parcours armoricain, bénéficient d'une meilleure capacité à résister en étiage. En effet, les petits aquifères du socle armoricain apportent une contribution estivale non négligeable à ces rivières, en complément de ceux provenant de la nappe du Trias. La Seulles bénéficie aussi des apports d'eau souterraine provenant de la nappe du Bathonien. Son débit d'étiage est ainsi bien meilleur que celui de ses deux voisins.

La Campagne de Caen

Le vaste ensemble de plaines céréalières qui s'étend de la Côte de Nacre à la région de Falaise et se prolonge jusqu'au Massif d'Ecouvres forme la Campagne de Caen / Argentan. Le sous-sol de ce territoire est pour l'essentiel composé de calcaires jurassiques, recouverts de manière très discontinue par des loess et des altérites. Il s'agit dans l'ensemble de matériaux très perméables et la grande majorité des pluies efficaces s'infiltré dans ces terrains pour rejoindre la nappe du Bathonien.

Le réseau hydrographique se limite donc aux rares vallées où la nappe du Bathonien émerge dans le milieu superficiel : vallées de l'Ante, de la Muance, du Laizon et de la Dives à l'Est, ou vallées de la Mue et du Dan par exemple entre l'agglomération de Caen et la mer. En raison de la modestie des précipitations locales (environ 700 millimètres par an), **ces rivières ne disposent que d'une faible capacité d'écoulement** (environ 6 à 7 l/s/km² par an.) En revanche, le débit y est très régulier tout au long de l'année, les puissantes nappes d'eau souterraines conférant à ces cours d'eau des étiages peu marqués.

Le Bessin

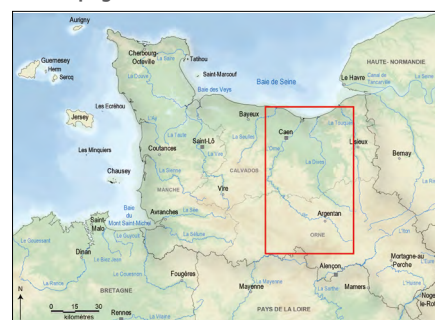


Définition

Calcaires bajociens

Le Bajocien est un étage du Jurassique moyen ou Dogger, correspondant à une durée d'environ 2 millions d'années, pour un âge compris entre environ -170 et -168 millions d'années. L'étage Bajocien a été défini par le naturaliste et paléontologue français Alcide d'Orbigny en 1850. Le terme de « Bajocien » est formé à partir du radical du nom gallo-romain de la ville de Bayeux, *Bajocae*, issu du nom du peuple celte des *Bajocasses*.

La Campagne de Caen



Le pont du Coudray à Amayé-sur-Orne (14)



Marc Heller

Dans la vallée de la Mue, les débits spécifiques mesurés sont parmi les plus faibles de la région, inférieurs à 4,5 l/s/km² à l'exutoire, soit 110 mm annuels écoulés.

La vallée d'Auge

La vallée d'Auge est le domaine d'écoulement de la Dives. Ce fleuve, qui prend sa source dans le département de l'Orne, se jette en mer de la Manche entre Cabourg et Houlgate (Calvados). Après un parcours ornais orienté Sud-Est/ Nord-Ouest, la Dives bifurque progressivement vers le Nord contournant par l'Est la Campagne de Caen.

Elle reçoit de cette dernière les eaux de l'Ante, du Laizon et de la Muance ainsi qu'un important volume provenant directement de sa nappe alluviale et de l'aquifère du Bathonien. En rive droite, la Dives est bordée par le talus de la cuesta du Pays d'Auge qui la domine d'environ 150 mètres. De la cuesta et de ses buttes témoins, descendent le modeste Oudon et la Vie. Après la confluence avec cette rivière, la Dives s'engage dans un vaste marais composé de deux sous-ensembles :

- la partie amont comblée de formations continentales, notamment des tourbes ;
- la partie en aval remplie de sédiments fluvio-marins.

Le bassin de la Dives écoule environ 5 l/s/km² par an.



Le Pays d'Auge



Le Pays d'Auge

Situé dans la partie orientale de la Basse-Normandie, le Pays d'Auge est un hydrosystème composé d'un plateau crayeux recouvert d'argiles à silex et de limons, incisé en son cœur par la Touques et ses affluents. Le plateau augeron plonge légèrement vers la mer depuis sa partie

Sud, située à une altitude d'environ 300 m, jusqu'à son extrémité Nord (150 m d'altitude à l'approche des côtes du Calvados). Ce territoire est limité à l'Ouest par le front accidenté de la cuesta du Pays d'Auge et se prolonge vers l'Est par les plateaux de l'Eure et de la Seine-Maritime.

Le Pays d'Auge est le siège d'une nappe libre perchée, de faible épaisseur, logée dans les limons des plateaux. Peu productive, elle ne donne naissance à aucun cours d'eau permanent. L'eau qui stagne dans les limons s'infiltre pour partie dans les argiles à silex pour rejoindre la craie. Cette dernière constitue un puissant réservoir aquifère. De grands volumes d'eau de ruissellement circulent également sur le Plateau augeron. Ils rejoignent également dans de larges proportions la craie grâce aux bétouilles (points d'engouffrement) qui jalonnent les fonds de vallées sèches. Ces bétouilles acheminent l'eau de ruissellement jusqu'au réservoir aquifère *via* un réseau de fissures karstiques.

Définition

Cuesta

Une Cuesta est une forme de relief dissymétrique constituée d'un côté par un talus à profil concave (le front), en pente raide et, de l'autre, par un plateau doucement incliné en sens inverse (le revers). Les cuestas se trouvent aux bordures des bassins sédimentaires peu déformés.

D'origine espagnole, ce terme présente l'avantage d'éviter toute confusion avec les côtes, au sens de littoral. Il est utilisé avec le même sens technique dans différentes langues. Les conditions pour le développement d'un relief de cuesta sont les suivantes :

- existence d'un dispositif monoclin (les couches ont le même pendage) ;
- alternance de roches de dureté différente (roche dure au sommet, roche tendre en dessous) ;
- attaque par des agents d'érosion (eau, gravité) ;
- roches concordantes.

Bien qu'elle n'affleure que rarement sous les formations superficielles qui la recouvrent, la craie est la clef de voûte du fonctionnement hydrologique du bassin de la Touques. Sa nappe se déverse souvent dès la partie supérieure des versants bordant le fleuve ou ses affluents. Elle génère une ligne de sources au contact des sables argileux verts ou noirs dits de « la glauconie », peu perméables. Les milliers de sources et zones humides recensées à l'interface craie / glauconie libèrent des eaux souterraines qui se concentrent *via* de petits ruisseaux en direction du cours de la Touques ou de ses affluents majeurs. Certains de ces affluents, tel l'Orbiquet, sont par ailleurs indirectement alimentés par la nappe de la craie à travers les connexions que celle-ci entretient avec la nappe des alluvions des cours d'eau.

Alimentée par de multiples ruisseaux drainant la nappe de la craie et les nappes des terrains de l'Oxfordien, **la Touques dispose d'un débit régulier, peu contrasté entre l'hiver et l'été**. Le débit spécifique annuel du fleuve et de ses principaux affluents est voisin de 9 l/s/km². Dans certains bassins versants, les eaux souterraines constituent jusqu'à 95 % du volume d'eau écoulé par an par les cours d'eau.

Le plateau du Lieuvin, du Thymerais et du Pays d'Ouche

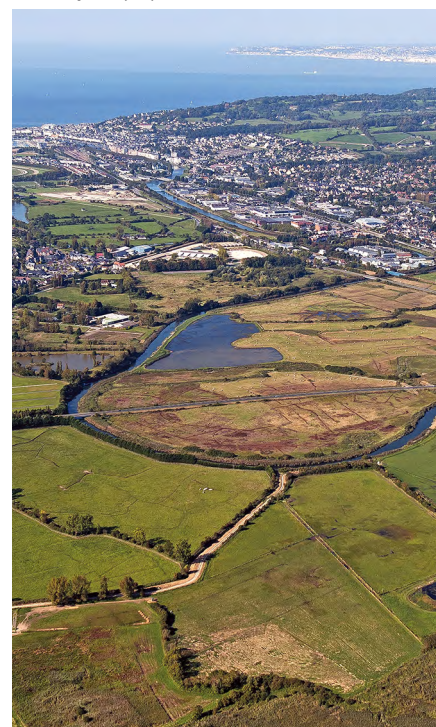
Ce plateau crayeux qui plonge légèrement vers l'Est est drainé de manière radiale par une série de petits cours d'eau qui prennent leurs sources en Basse-Normandie et rejoignent la Seine ou ses affluents. Il s'agit, du Nord au Sud :

- du Guiel ;
- de la Charentonne ;
- de la Risle ;
- de l'Iton ;
- de l'Avre et de l'Eure.

Ces rivières disposent d'écoulements interannuels fort variables selon l'exposition de leur bassin versant aux pluies. La partie Nord du plateau et le talus qui le borde sont en effet beaucoup plus arrosés que sa partie Sud. À ces différences de précipitations, se surimposent des pressions de prélèvement variables. La Guiel, la Charentonne et la Risle écoulent ainsi 8 à 9 l/s/km² par an, soit deux fois plus que l'Eure et l'Avre pourtant si proches.

Tout comme dans le Pays d'Auge, **les plateaux crayeux de la région de L'Aigle sont karstiques et parcourus de pertes et de résurgences**. L'aquifère principal est la craie mais une nappe libre perchée prend place dans les limons recouvrant les argiles à silex. Cette nappe libre ne donne naissance à aucun cours d'eau majeur mais autorise la présence de nombreuses mares dont l'intérêt biologique est indéniable. Les parties les plus humides de ce plateau ont fait l'objet d'importants travaux de drainage tout au long de la seconde partie du XX^e siècle.

La Touques (14)



Marc Heller

Le plateau du Lieuvin, du Thymerais et du Pays d'Ouche



Bresolettes (61)



Marc Heller

Le Perche

Le Perche est un plateau fortement démantelé par l'érosion, découpé en quatre sous-unités par le jeu de trois failles :

- la faille de Mortagne-au-Perche au Nord ;
- celle de Bellême au centre ;
- et la faille de l'Huisne dans la région de Nogent-le-Rotrou.

La faille de Mortagne isole au Nord un panneau composé d'assises callovo-oxfordiennes (calcaires, grès, sables et marnes) que surmontent les terrains crétacés (la glauconie, la craie et les Sables du Perche). Ce panneau est drainé par les cours amont de la Sarthe et par l'Hoëne. Son relief est vallonné à l'Ouest et tabulaire à l'Est, au niveau des forêts de la Trappe et du Perche. Légèrement basculé vers le Nord, les assises jurassiques et crétacées sont drainées par des cours d'eau qui appartiennent au bassin de la Loire. Il n'est pas écarté cependant qu'une partie des eaux souterraines qui y circulent rejoignent le bassin de la Manche, via le bassin de la Seine.

Entre les failles de Mortagne-au-Perche et de Bellême, le Perche se compose de collines ouvertes, façonnées dans la glauconie, dans la craie et dans les Sables du Perche. Ce territoire est limité à l'Ouest par un talus de cuesta plongeant vers les marais de la Sarthe. Il est dominé à l'Est par les forêts de Réno-Valdieu puis par le plateau de la forêt de Longny. Cet ensemble composite est incisé par le cours supérieur de l'Huisne ainsi que par quelques-uns de ses affluents principaux : le Chêne Galon en rive droite, la Chippe, la Commeauche et la Corbionne en rive gauche.

Au Sud de la faille de Bellême, le Perche est constitué d'une pile de couches sédimentaires basculées vers le Sud. Les assises les plus anciennes (celles du Callovo-Oxfordien) affleurent contre la faille de Bellême et sont recouvertes progressivement, en s'éloignant de cette dernière, par la glauconie, puis la craie et enfin les Sables du Perche. Ce bloc basculé forme une cuesta vallonnée dont le talus regarde les forêts de Bellême et de Perseigne ainsi que la vallée de l'Orne saosnoise.

La faille de Bellême est un accident puissant qui influence le parcours de l'Huisne. Orienté Ouest-Est dans la région de Rémalard, l'Huisne décrit un coude Nord-Sud lors du franchissement de la faille, dans la région de Condé-sur-Huisne, avant de repartir vers le Sud-Ouest. Aux confins de la Basse-Normandie et des Pays de Loire, elle reçoit alors l'Erre et la Même en rive droite, la Cloche, le Rhône et la Maroisse en rive gauche.

La faille de l'Huisne délimite le dernier compartiment tectonique du Perche normand. Il s'agit d'un bloc basculé de Jurassique et de craie qui n'affleure, en Basse-Normandie, que sur le territoire de la commune de Céton.

En dépit de cette complexité géologique, les rivières du Perche ornaies offrent une hydrologie relativement simple et homogène. Les lames d'eau écoulées par l'Huisne varient peu entre son cours amont et sa partie aval.

Le Perche



Définitions

Nappe libre

Une nappe libre est une nappe qui n'est pas sous pression. La captivité d'une nappe est due à la présence d'une couche imperméable recouvrant l'aquifère. Dans le cas d'une nappe libre, il n'y a pas de couches imperméables au-dessus. Lorsque la nappe est captive, lors de la recharge par les eaux de pluie la nappe remplit l'aquifère jusqu'à la surface inférieure de l'imperméable, puis la recharge se poursuit, la nappe est donc mise sous pression (cf. chapitre 1).

Bellême (61)



Valérie Guyot/DREAL BN

La rivière est en majorité alimentée par la nappe de la craie qui lui garantit un **soutien d'étiage excellent en été**. Quelques-uns de ses affluents, comme la Mèze au Sud ou la Chippe au Nord, bénéficient également des apports de la nappe des terrains oxfordiens.

Le débit spécifique de l'Huisne à Nogent-le-Rotrou est d'environ 7,4 l/s/km² en moyenne par an (6,8 à Réveillon, plus en amont). L'Hoëne à la Mesnière dispose d'un débit comparable (7,5 l/s/km²). 70 à 80 % de l'eau écoulee par les rivières du Perche provient d'une nappe d'eau souterraine.

Comme dans tout l'Est de la Basse-Normandie, les limons des plateaux du Perche abritent une nappe perchée à l'origine de la présence de nombreux étangs et mares, de sols hydromorphes mais aussi, en milieu forestier, de très belles tourbières.

Des circulations souterraines s'organisent également dans les formations de pente du Perche ornaies, en relais de la nappe des Sables du Perche ou de la craie. Elles donnent naissance à de très nombreuses sources et zones humides qui alimentent, comme dans le Pays d'Auge, de nombreux cours d'eau.



Définition

L'Oxfordien est le premier étage stratigraphique du Jurassique supérieur. Il s'étend d'environ -163 à -157 millions d'années. L'étage « Oxfordien » a été défini dans la région d'Oxford en Angleterre par le géologue, minéralogiste et naturaliste français Alexandre Brongniart en 1829. Alcide d'Orbigny en a soustrait la partie inférieure, en 1846, qu'il nommera « Callovien ». Le stratotype historique de l'étage Oxfordien correspond aux affleurements de marnes noires du Jurassique situés à proximité de la ville d'Oxford en Angleterre.

Plateau du Perche (61)



Marc Heller

■ Des rivières fortement modifiées

La typologie des rivières bas-normandes ne saurait être complète sans évoquer les **modifications créées par des siècles d'aménagements**. Si l'on excepte les barrages, les plus visibles d'entre eux sont les biefs. Destinés à l'alimentation des moulins ou d'usines, les biefs sont des dérivations d'une partie de cours d'eau. Déviées sur plusieurs centaines de mètres voire quelques kilomètres, les eaux du bief terminent leur parcours par une chute dont on exploite l'énergie. **On recense encore aujourd'hui plus de 500 kilomètres de biefs dans la région**, généralement sans aucun usage, mais dont certains sont encore hydrauliquement actifs, d'autres en voie de comblement par les sédiments.

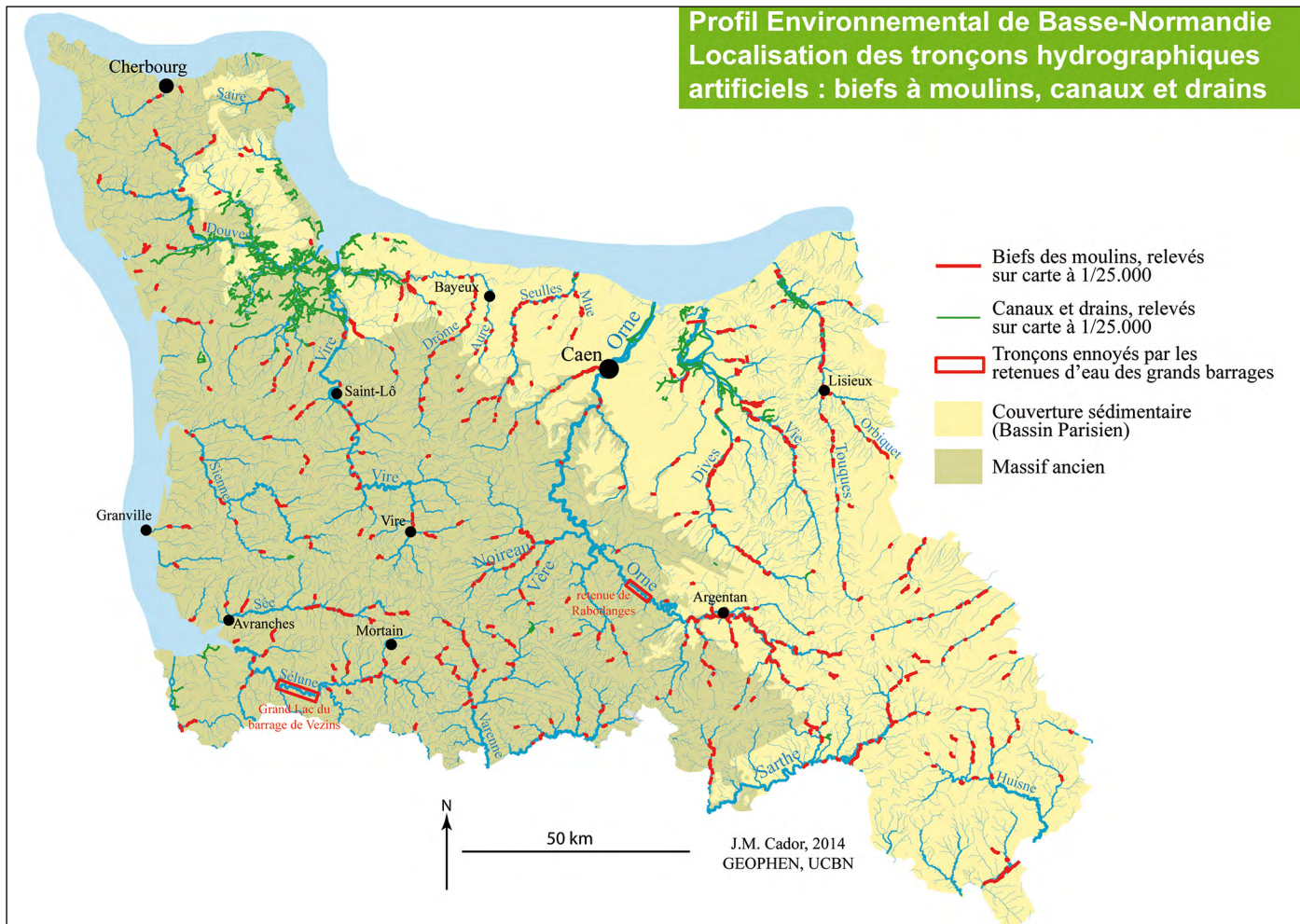
Un ancien répertoire sur les moulins et usines du Calvados datant du début du XIX^e siècle inventorie 1 282 ouvrages hydrauliques dont 920 moulins et usines. Un tiers environ est encore visible dans le paysage aujourd'hui. Certaines rivières régionales sont profondément marquées par leur passé industriel et les ouvrages qui y ont été aménagés : Saire, Vère, Risle, Orbiquet, Noireau, ou Druance, présentent ainsi un intéressant patrimoine hydraulique.

L'autre forme la plus visible est constituée des **drains et canaux** mis en place depuis mille ans et au moins jusqu'au XIX^e siècle pour l'assèchement et la mise en valeur agricole des zones humides. Les exemples les plus étendus sont ceux

Canal des marais de la Dives (14)



Association « Les amis des marais de la Dives »



des marais du Cotentin et du Bessin et de la vallée de la Dives. Ces cours d'eau artificiels, du simple drain au large canal, représentent plus de 750 kilomètres en longueur cumulée, sans compter les fossés qui les complètent, presque impossibles à inventorier. Certaines rivières ont été totalement déplacées de leur lit d'origine au coeur de la vallée vers ses bords pour libérer de la place, rassembler des parcelles agricoles en fond de vallée en un remembrement hydraulique.

L'hydrologie y est sous contrôle de **vannes, d'écluses et de portes-à-flots**. Une grande partie du linéaire des rivières correspond à des créations anthropiques mises en place au fil des siècles pour répondre aux usages du moment. Les moulins médiévaux servaient à moudre le grain, fouler les étoffes, presser les oléagineux. Ils ont laissé place aux seuils et roues, turbines des industries au fil de l'eau, puis aux prises d'eau des usines et de leurs machines à vapeur. Des digues ont été levées pour protéger les terres des inondations, des canaux créés pour la navigation en aval des grandes rivières.

Ces éléments ont laissé des traces dans le paysage en affectant le tracé des cours d'eau, la morphologie des berges et des chenaux. Ils sont surtout visibles à travers le patrimoine bâti qui subsiste en plus ou moins bon état, avec des organes hydrauliques fonctionnels ou non.

Après la Seconde Guerre mondiale, la rivière est souvent réduite à ses fonctions hydrauliques de drain. Les parcelles agricoles de fond de vallée sont drainées, les zones humides asséchées, les chenaux élargis, rectifiés, approfondis pour l'évacuation d'eaux devenues gênantes. L'urbanisation, comme l'agriculture mécanisée, ne s'accommodent plus de la mobilité des chenaux, qui, dans la traversée des villes, sont bétonnés et enrochés.

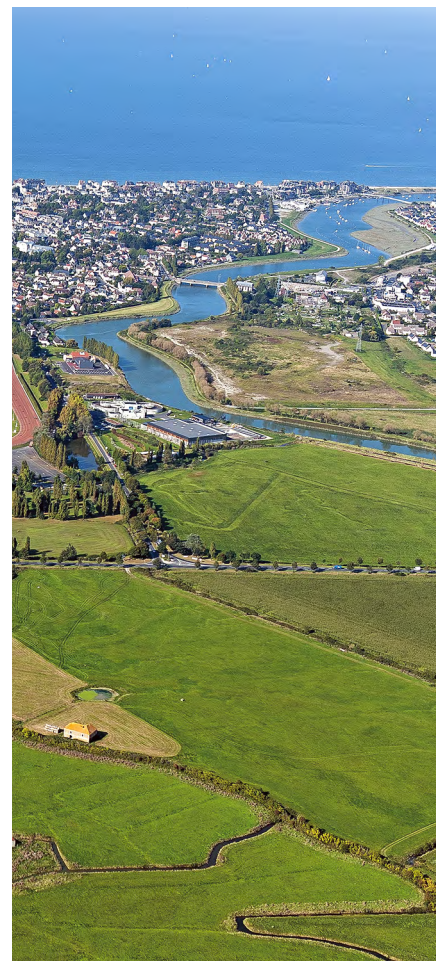
À une échelle plus fine, les rivières portent encore aujourd'hui des marques d'utilisation discrètes faisant partie intégrante de l'hydrosystème et de ses usages :

- zones d'abreuvoirs sauvages ou aménagés permettant au bétail de descendre à la rivière ;
- petits seuils destinés à relever le plan d'eau pour alimenter une mare par exemple ;
- busages, comblements, fossés latéraux, rejets ponctuels, éléments de maçonneries perdus dans la nature, pieux et fascines consolidant les berges...

Les rapports actuels entre les bénéficiaires ou riverains des cours d'eau, témoignent de contradictions. L'eau y est parfois considérée comme une gêne lorsqu'elle déborde, pourtant bien naturellement, inondant les prairies ou les villes. Ailleurs, on a une vision purement utilitariste de la rivière, comme simple drain fonctionnel chargé d'évacuer des eaux souvent excédentaires dans nos régions ou comme milieu récepteur d'effluents. **Mais les rivières sont tout autant chargées d'une forte valeur patrimoniale, voire affective,** comme en témoigne l'attachement profond des habitants des communes rurales à la petite hydraulique de nos villages, lavoirs, moulins, ou fontaines. En ville, on connaît la valeur des rives des cours d'eau qui, après des décennies de friches industrielles ou portuaires, ont les faveurs des aménageurs.

Ces considérations vont dans le sens d'une prise en compte du souci de la biodiversité et de la protection des milieux dans les politiques de gestion des cours d'eau, mais dans le cadre d'une approche compatible avec des usages maîtrisés, pour des rivières tout à la fois milieux de vie et pleinement « vivantes » parce que n'excluant pas les usages de l'eau.

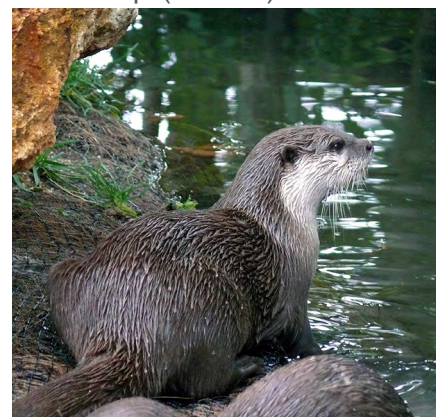
L'embouchure de la Dives à Cabourg (14)



Marc Heller

La structuration des milieux aquatiques a des répercussions sur la biodiversité

Loutre d'Europe (*Lutra lutra*)



Sandrine Hélicher/DREAL BN

La puissance fluviale : un outil de caractérisation physique des cours d'eau

La forme des rivières évolue dans l'espace et dans le temps. Les précipitations, la nature géologique du substrat et la pente sont notamment à l'origine des ajustements de la forme des cours d'eau. La combinaison de ces trois paramètres régit la « puissance spécifique » du cours d'eau et caractérise sa dynamique.

La puissance fluviale correspond à la perte d'énergie potentielle par unité de longueur du tronçon, exprimée en W.m^{-1} . Elle est souvent utilisée pour définir le potentiel morphologique d'un cours d'eau en partant du principe que plus la puissance d'un cours d'eau est élevée, plus il dispose d'énergie permettant :

- le transport des sédiments grossiers ;
- l'érosion des berges ;
- l'incision de son lit.

Cette puissance peut donc être utilisée pour prédire la capacité d'érosion, l'importance du son transport solide ou encore définir le potentiel hydraulique (cf. encadré).

Depuis la publication de Brookes (1988)¹, il est souvent considéré que les cours d'eau susceptibles de présenter un potentiel morphologique significatif présentent une puissance spécifique supérieure à 35 W.m^{-2} . En dessous de 15 W.m^{-2} , les tronçons fluviaux sont considérés comme étant de faible énergie et correspondent souvent à des chenaux morphologiquement inactifs avec des méandres libres relativement figés.

En Basse-Normandie, **les cours d'eau présentent globalement des puissances spécifiques relativement faibles**, le plus souvent inférieures à 35 W.m^{-2} , notamment au sein du bassin sédimentaire. À ces énergies relativement modestes, s'ajoute l'effet des nombreux aménagements (biefs de dérivation, seuils...) qui contribuent à limiter davantage le faible potentiel d'ajustement morphologique existant. Ces conditions expliquent en grande partie la faible mobilité latérale observée lors des derniers siècles sur ces cours d'eau qui, contrairement aux systèmes de piémont, n'ont jamais présentés d'enjeux majeurs documentés en termes de risques liés à l'érosion de berge ou au transfert massif de sédiments grossiers.

Les tronçons fluviaux présentant un potentiel morphologique important (puissance spécifique comprise entre 35 et 100 W.m^{-2}) sont principalement localisés dans les parties amont des bassins versant, le plus souvent sur les parties des massifs anciens où les pentes sont relativement fortes. C'est le cas par exemple de La Sienne sur le premier tiers de son parcours (en amont de Sourdeval-les-Bois) et ses affluents tels que l'Ecluse ou le Courion, de la Vie en amont de Vimoutiers ou encore de la Seulline.

? Définition

Le calcul de la puissance fluviale

La puissance fluviale est calculée à partir des termes suivants :

$$\Omega = \rho g Q s$$

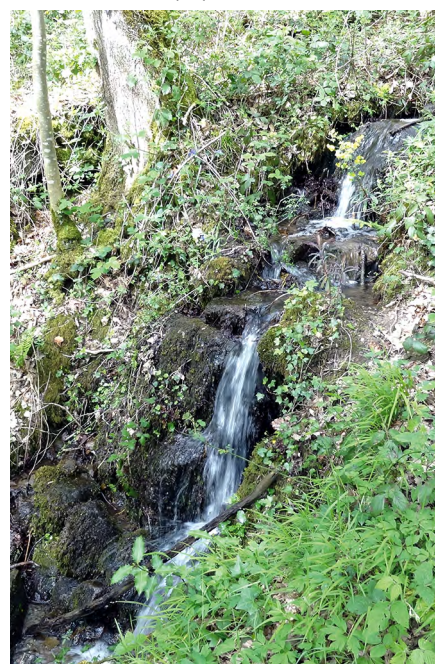
- avec ρ , la masse volumique du fluide (eau : $1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$)
- g , la constante universelle de gravitation ($9,81 \text{ m.s}^{-2}$)
- Q , le débit de plein bord en $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$
- s , la pente de la ligne d'énergie en m.m^{-1}

Afin de pouvoir comparer la puissance de cours d'eau de tailles différentes, il est plus commun d'utiliser la notion de puissance hydraulique spécifique (ω en W.m^{-2}) qui consiste à pondérer la puissance par la largeur du lit :

$$\omega = \frac{\rho g Q s}{w}$$

- avec w , la largeur à pleins bords du lit en m

La Roche d'Oëtre (61)



Fabrice Thérèse/DREAL BN

¹ BROOKES A., 1988. Channelized rivers, perspectives for environmental management. Wiley, New York, 326 p.

Le réseau hydrométrique

L'acquisition de données hydrologiques permet notamment :

- de savoir interpréter et anticiper les variations de débit des rivières ;
- de prévoir leur comportement en crue ou en sécheresse ;
- d'anticiper l'impact des captages pour les usages humains ;
- d'orienter les politiques publiques dans le domaine de l'eau et des risques naturels.

En Basse-Normandie en 2014, le réseau de mesure de la DREAL comporte **79 stations d'enregistrement** pour la connaissance et la gestion de la ressource. Elles permettent de suivre l'évolution en continu des débits des plus grands fleuves et rivières régionaux. 23 de ces stations sont intégrées aux réseaux de prévision des crues. **Le suivi peut remonter à une quarantaine d'années pour certaines stations.**

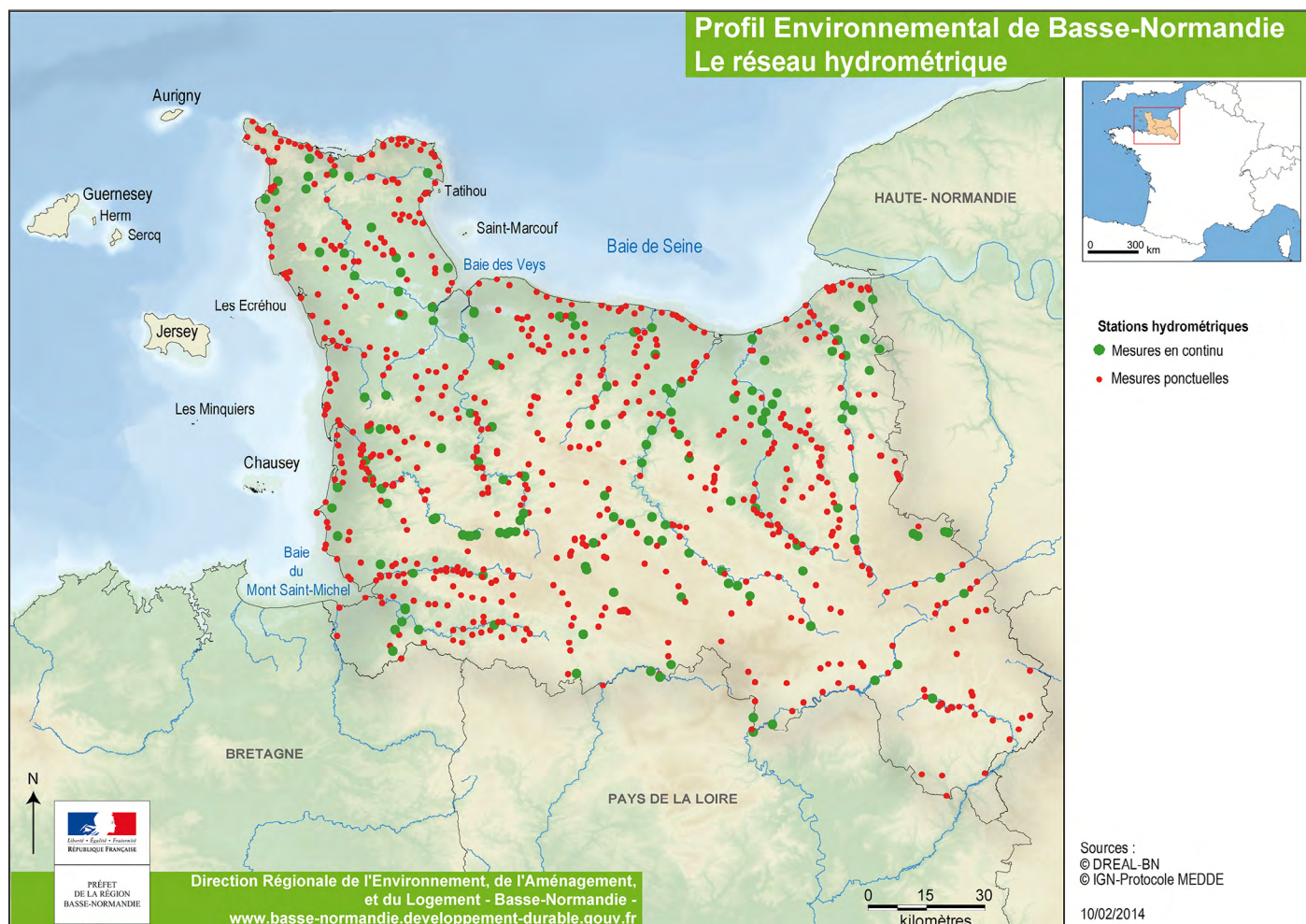
Les centrales d'enregistrement automatisées sont équipées d'un système de télétransmission qui permet au gestionnaire de les interroger à distance. Après validation et traitement, les informations sont stockées au niveau national dans la banque HYDRO gérée par le ministère de l'Écologie.

En raison de la complexité hydrologique de la région, l'appréciation des particularités locales ne peut s'envisager qu'à travers l'existence d'un réseau complémentaire. Il comporte 860 points de mesure, non équipés de centrales d'acquisition, et qui font ou ont fait l'objet de jaugeages ponctuels. Ainsi, 462 jaugeages ont été effectués en 2012 et 369 en 2013. Depuis la création du suivi hydrométrique (1969), plus de 17 000 jaugeages ont été réalisés par la DREAL et **si la connaissance des écoulements demeure perfectible, elle s'avère d'ores et déjà très satisfaisante.**

La Vire (14)



Valérie Guyot/DREAL BN



Le régime hydrologique des rivières

Le climat océanique tempéré de la région génère des pluies peu intenses qui se répartissent régulièrement dans le temps. Les cours d'eau possèdent donc un régime hydrologique peu contrasté entre l'hiver et l'été, par comparaison avec ceux d'autres régions françaises. Les hautes eaux ont lieu en général l'hiver tandis que les basses eaux s'étendent, selon les années, d'août à octobre.

?

Définition

La pluie efficace correspond à la différence entre la pluie tombée et l'évapo-transpiration réelle.

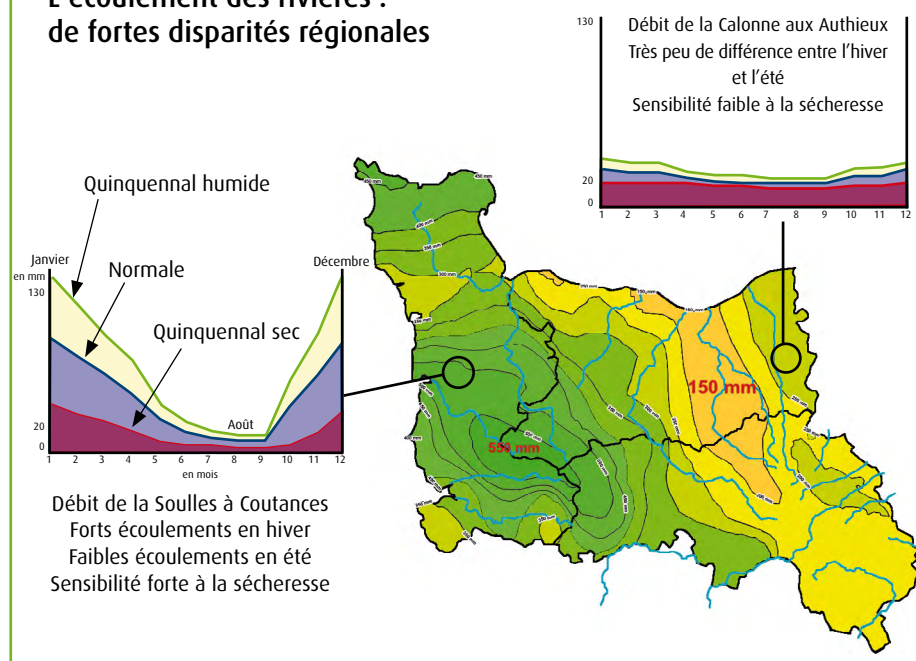
L'écoulement moyen des cours d'eau

La pluie efficace varie beaucoup dans la région puisqu'elle passe d'un minimum de 150 mm par an en Campagne de Caen à un maximum de 600 mm dans les bocages armoricains. Il en résulte une grande variation dans les capacités d'écoulement des cours d'eau et les débits spécifiques interannuels sont beaucoup plus élevés à l'Ouest qu'à l'Est.

L'écoulement moyen des cours d'eau de Basse-Normandie (écoulement interannuel : moyenne sur plusieurs années)

Source : DREAL BN

L'écoulement des rivières : de fortes disparités régionales



L'écoulement moyen d'un cours d'eau correspond au cumul des pluies qui tombent sur son bassin versant auquel est retranchée la quantité de pluie qui n'atteint pas le cours d'eau (eau transpirée par la végétation, évaporation des plans d'eau...). L'expression de cet écoulement en millimètres permet des comparaisons directes avec le volume de pluies.

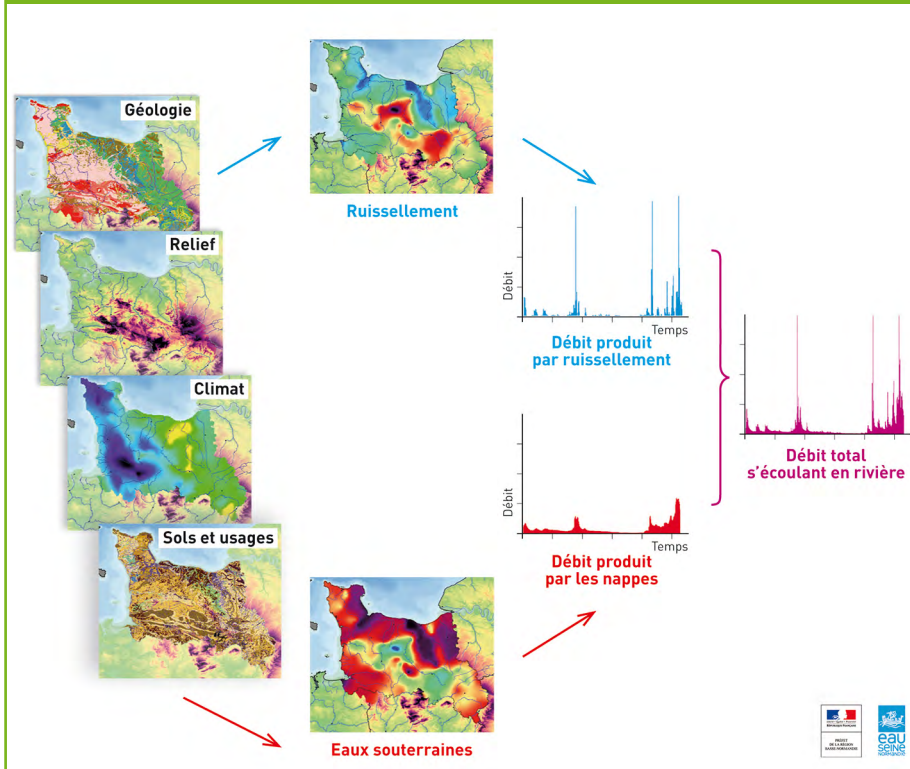
Les mesures de pluviométries exprimées en millimètres correspondent à une hauteur d'eau recueillie sur surface plane (1 mm = 1l/m²).

L'Orne à la Roche d'Oëtre (61)



Fabrice Thérèse/DREAL BN

L'importance de la géologie dans le cycle de l'eau



Le cycle de l'eau est influencé par des paramètres climatiques et écologiques :

- distribution et intensité des pluies ;
- capacité d'évaporation ;
- répartition et transpiration des végétaux.

Il est également influencé par la géologie qui détermine :

- la distribution des pentes (et donc la vitesse des écoulements) ;
- la perméabilité des formations superficielles ;
- et les capacités d'emménagement des aquifères qui influencent la régularité saisonnière des écoulements.

Station d'hydrométrie



Équipe d'hydrométrie/DREAL BN

? Définition

On parle de **débit d'un cours d'eau** pour qualifier son écoulement (quantité d'eau, exprimée en mètres cubes, écoulee par seconde traversant une section de cours d'eau).

Le **module** d'un cours d'eau correspond à son débit moyen annuel.

Le **QMNA** est le débit mensuel minimal d'une année.

Le **QMNA 5** est le débit moyen mensuel de référence le plus bas, de récurrence 5 ans, pris en compte pour l'application de la loi sur l'eau.

Pour les débits, 3 unités de mesure sont utilisées :

- le débit en m^3/s qui reflète avant tout la taille du bassin ;
- le débit spécifique en litres par seconde par km^2 qui permet de comparer des bassins versants de tailles différentes ;
- la lame d'eau écoulee en mm permettant de comparer les débits des cours d'eau à surface égale et de comparer pluies et débits.

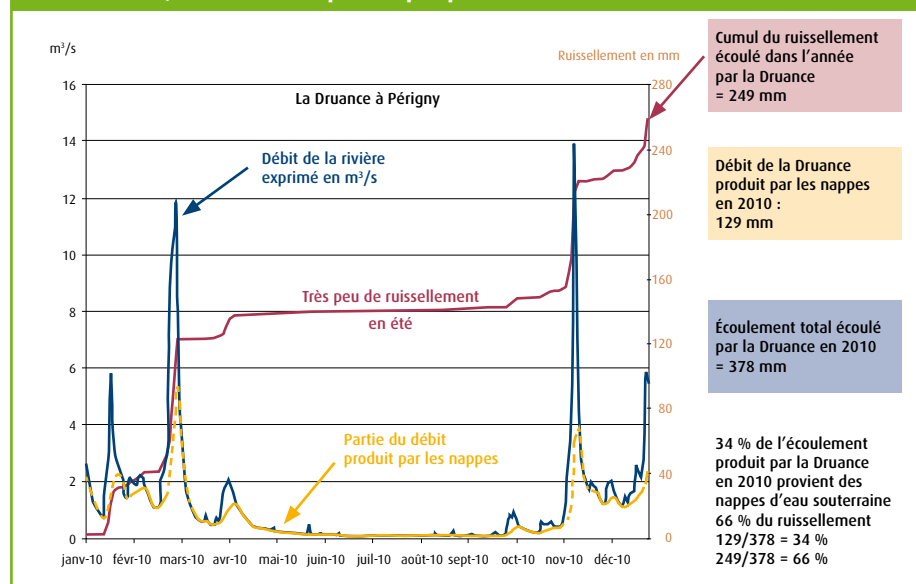
Échelle d'hydrométrie



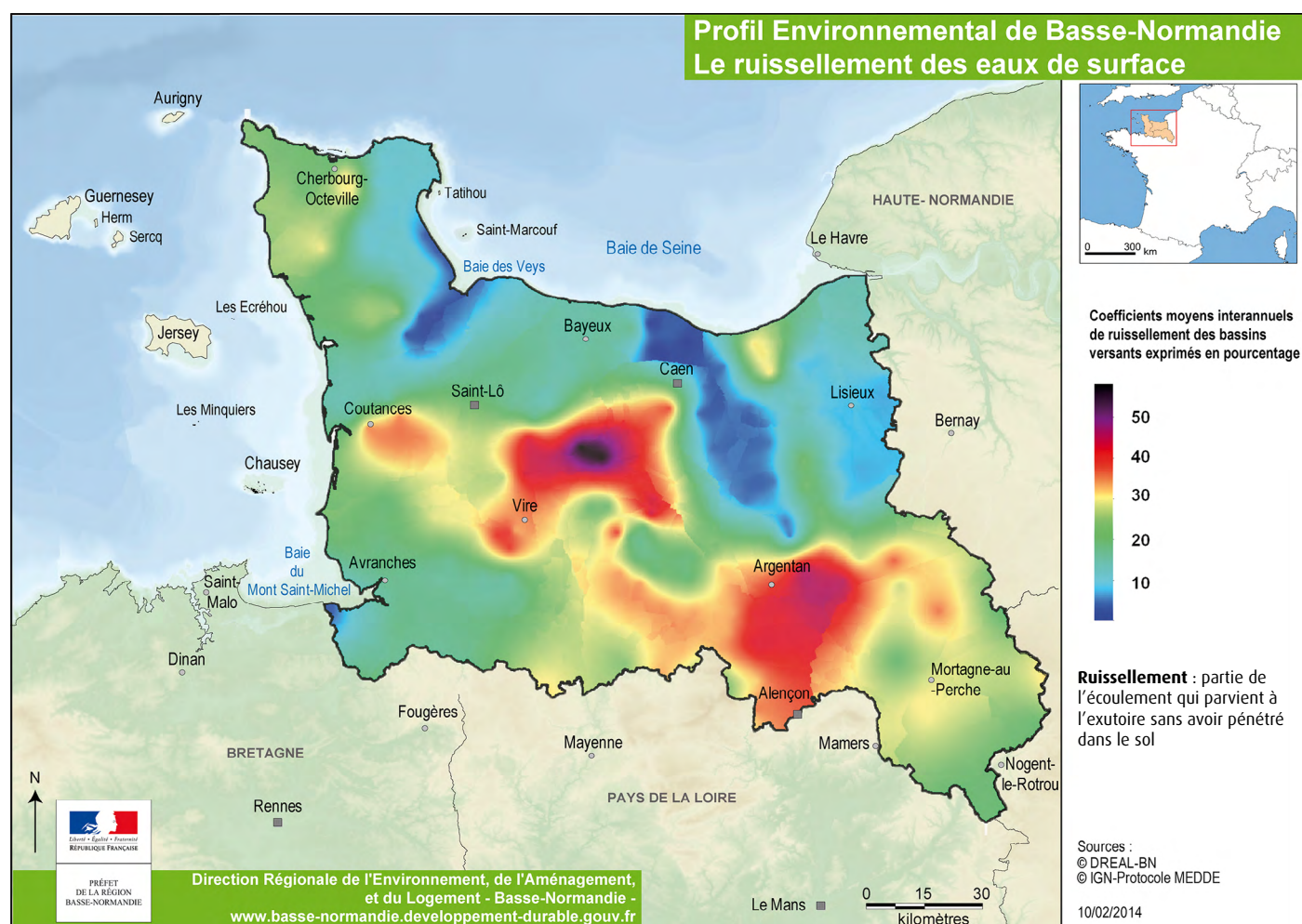
Équipe d'hydrométrie/DREAL BN

Les rivières de Basse-Normandie écoulent davantage d'eau en période hivernale qu'au printemps ou en été. Cependant, les débits de certains cours d'eau n'évoluent que peu entre l'hiver et l'été (Pays d'Auge, Pays d'Ouche et Perche), tandis que d'autres diminuent très fortement dès le printemps. Ainsi, la Souleuvre (un affluent de la Vire situé en Suisse normande) a son débit d'étiage environ 15 fois moins élevé que son débit moyen annuel.

Les débits des rivières sont composés d'eau de ruissellement et d'eau souterraine, mais dans quelle proportion ?



Afin de déterminer quelle est la fraction du débit d'un cours d'eau issue des nappes d'eau souterraine, l'hydrologue et l'hydrogéologue procèdent à des analyses approfondies dénommées « **séparation d'écoulement** ». Ces analyses consistent à séparer, dans un hydrogramme, la quote-part du débit produite par les nappes de celle résultant du ruissellement.



Il est souvent considéré qu'il n'existe que très peu de réserves en eau souterraine dans les massifs anciens. Cependant, les séparations d'écoulement montrent que le débit des rivières du Massif armoricain dépend davantage des contributions souterraines qu'on ne le pensait auparavant.

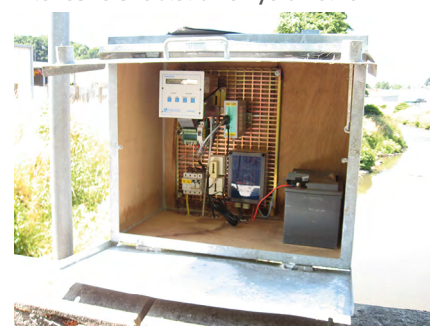
Dans le Sud-Manche, bien que ce territoire appartienne au Massif armoricain, la contribution du ruissellement au débit de certains cours d'eau ne dépasse pas en moyenne 20 % par an. Ainsi, 80 % de l'eau écoulee par an par la Sée, la Sélune ou le Couesnon proviennent des nappes d'eau souterraine. Les formations superficielles (intermédiaires entre le sous-sol et le sol) qui recouvrent les roches dures du substratum armoricain sont donc beaucoup plus perméables qu'il n'y paraît.

Les évolutions observées dans les écoulements

La capacité des cours d'eau à résister aux sécheresses dépend en premier lieu des caractéristiques des aquifères qui les alimentent. **Les aquifères de la craie, localisés dans l'Est de la région, disposent de réserves en eau souterraine très importantes.** Les cours d'eau qui les drainent conservent toujours, jusqu'à présent, des débits importants en été même lors des sécheresses les plus remarquables. Cependant, depuis une dizaine d'années, les nappes de la craie ne se rechargent que modérément.

Le drainage lié aux activités humaines participe fortement aux dysfonctionnements qui affectent l'hydrologie et l'écologie des cours d'eau. Il peut également amoindrir les volumes d'eau s'infiltrant en direction des nappes d'eau souterraine, diminuant d'autant le rôle régulateur qu'elles jouent en été.

Intérieur d'une station d'hydrométrie

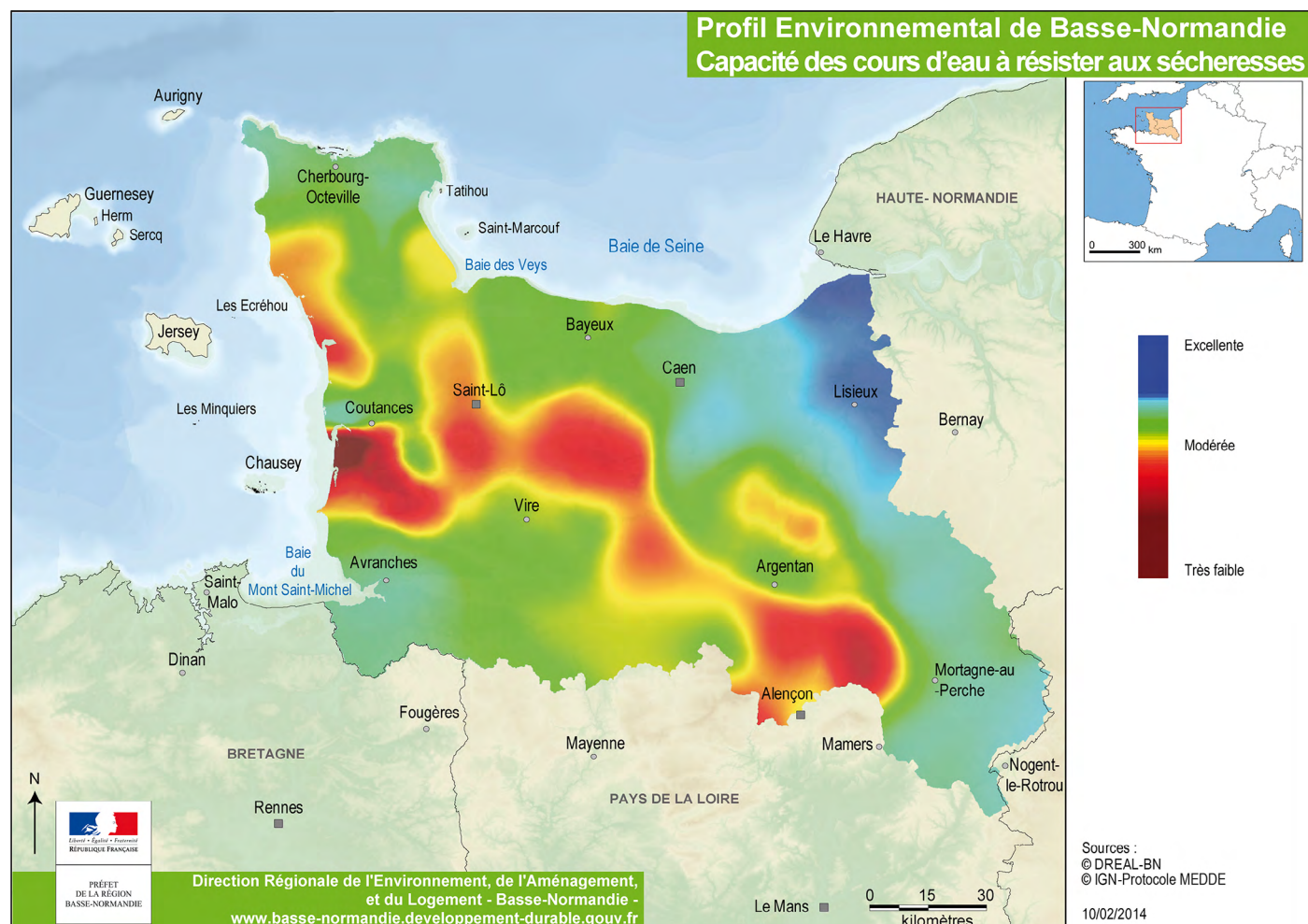


Equipe d'hydrométrie/DREAL BN



Définition

Ruissellement : phénomène d'écoulement des eaux à la surface des sols. Il s'oppose au phénomène d'infiltration.



Des cours d'eau d'une grande valeur patrimoniale

Les rivières de Basse-Normandie offrent une gamme très variée d'écosystèmes (cf. partie « Biodiversité ») depuis les cours d'eau turbulents des collines normandes jusqu'aux fleuves placides des basses vallées littorales. Les milieux (substrats, eaux) sont assez riches dans l'ensemble mais les rivières subissent des pollutions diffuses (HAP, pesticides, nitrates...) localement importantes avec des conséquences néfastes pour les écosystèmes.

Si les milieux sont assez riches, ils sont cependant **souvent altérés par des activités humaines terrestres** (transports, urbanisation, suppression de zones humides et de haies, drainages, prélèvements, rejets...).

Les obstacles à la circulation des espèces sont nombreux :

- barrages ;
- seuils et retenues implantés pour l'alimentation en eau potable, prélèvements industriels, irrigation ;
- plans d'eau d'agrément ;
- buses ;
- digues.

En bordure de mer, les entraves à la libre circulation des espèces sont quasi-systématiques. Elles ont été réalisées dans le passé pour des objectifs agricoles (poldérisation, limitation de la pénétration de la marée). Enfin, de très nombreuses altérations hydromorphologiques affectent les cours d'eau et les zones associées, principalement en amont : rectification des lits, drainage...

Les eaux courantes : un écosystème particulier

Les écosystèmes d'eau courante fonctionnent de manière spécifique car les nutriments nécessaires aux organismes ne sont pas issus de stocks locaux mais viennent de l'amont, transportés et redistribués par le courant. Ainsi, la végétation naturelle proche des cours d'eau (ripisylve) en amont joue un rôle important pour apporter des substances nutritives à l'aval (feuilles mortes...).

Les pratiques conduisant à **l'arrachage fréquent des ripisylves en amont des cours d'eau** ont fortement altéré la richesse des milieux. De plus, les ruisseaux, très petits, sont trop souvent busés ou canalisés.

Les facteurs essentiels jouant un rôle dans la distribution et l'intensité des courants sont la pente, la largeur du cours d'eau et son débit. **En fonction des caractéristiques physiques des espèces et en lien avec le courant**, un zonage s'organise d'amont en aval des cours d'eau dans la répartition des espèces. Ce zonage concerne à la fois les poissons, les invertébrés et les plantes. Pour les poissons, la résistance à la dérive est fonction de la vitesse de nage et de la capacité de soutenir un effort dans la durée. Elle est très variable d'une espèce à l'autre. L'effort de nage de la tanche est ainsi très faible par rapport à celui de la truite et du saumon. Les milieux agités lui sont défavorables. Il est donc naturel qu'elle les délaisse alors au profit des salmonidés.



Définition

L'hydromorphologie correspond à la morphologie des cours d'eau : la largeur du lit, sa profondeur, sa pente, la nature des berges, leur pente, la forme des méandres...

Elle est directement liée à l'hydrologie : chaque rivière se façonne et creuse son lit de manière à pouvoir transporter le débit et les sédiments qu'elle reçoit de l'amont.

L'hydromorphologie joue un rôle essentiel par rapport à la qualité biologique d'un cours d'eau, nécessaire à l'atteinte du bon état issu de la Directive Cadre sur l'Eau.

Drusus, un trichoptère dont la larve vit dans un fourreau qu'elle confectionne avec des cristaux et fragments de roches



Fabrice Parais/DREAL BN

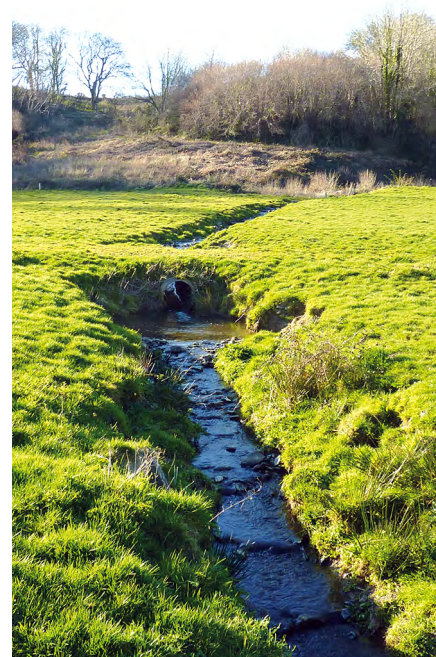
On y reconnaît notamment des petites lamelles, en noir, de mica, de petits cristaux de quartz (translucides). Cette espèce est caractéristique d'un milieu de très bonne qualité.

Les pentes des cours d'eau sont un des paramètres qui expliquent le mieux le fonctionnement des écosystèmes fluviaux. Elles jouent notamment un rôle sur le courant donc la **température** et la **chimie** des eaux. La distribution des pentes des cours d'eau permet d'approcher de manière globale la répartition de nombreuses espèces de poissons et autres organismes. Les truites vivent ainsi préférentiellement dans les cours d'eau avec pentes (de l'ordre de 1 à 10 %), les grands prédateurs dans les zones les plus « plates ».

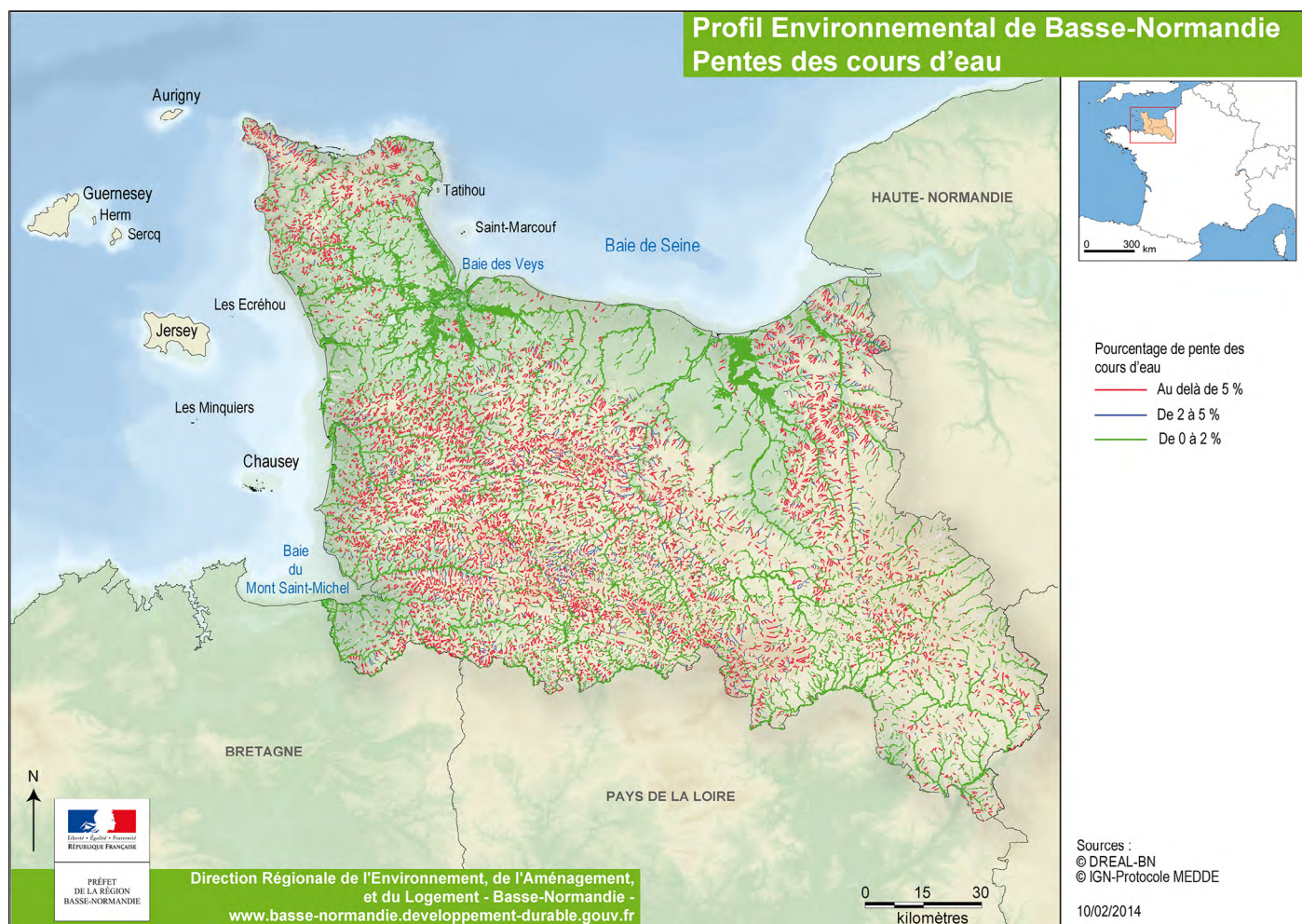
La température est l'autre facteur clé de l'écologie des écosystèmes en eau courante. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique de chaque espèce. La survie d'une espèce est possible entre deux limites de température. L'évolution dans le temps et l'espace de ce paramètre est un des éléments majeurs régulant la distribution des espèces d'amont en aval. Compte tenu de l'importance de la température dans le fonctionnement écologique des cours d'eau, l'ONEMA et la DREAL ont créé ces dernières années un réseau « thermique » dont les premiers résultats illustrent déjà la variabilité des rivières de Basse-Normandie.

La température dans un cours d'eau dépend de l'altitude, de la distance à la source, du régime hydrologique et de la saison. Elle est fonction également des nombreux aménagements que l'homme a créés pour utiliser l'eau ou sa force motrice.

Les pentes des cours d'eau jouent un rôle sur le courant



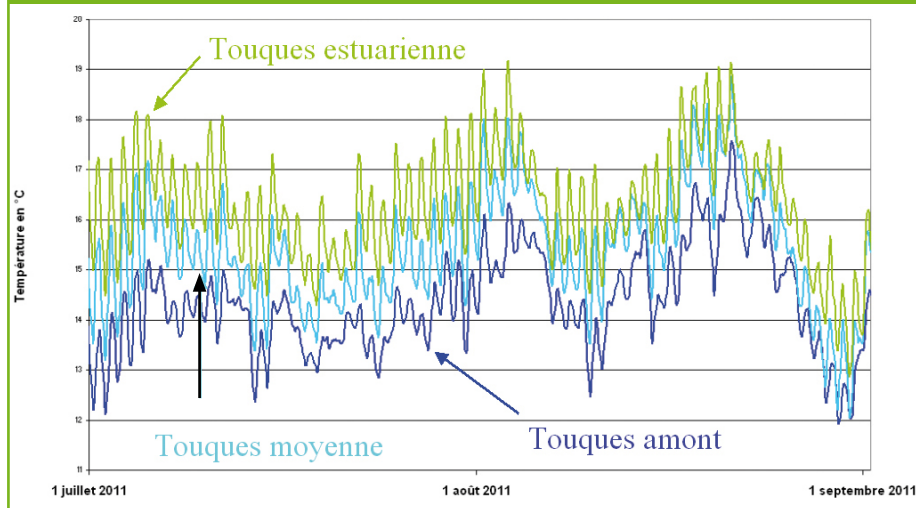
Séverine Bernard/DREAL BN



La température des eaux de la plupart des cours d'eau de la région évolue en fonction des saisons et selon un gradient amont / aval. Cette évolution est naturelle, en lien notamment avec la hausse des températures depuis les altitudes élevées (amont) vers les altitudes basses (aval). Elle peut être le résultat également d'obstacles artificiels qui diminuent la vitesse du courant et permettent l'échauffement des eaux.

Évolution de la température des eaux de la Touques d'amont en aval

Source : DREAL BN



Les marais de la Dives (14)



Benoît Malboux/DREAL BN

Les zones d'échanges mer / terre

Le nombre élevé d'estuaires, de marais maritimes et de havres est une des particularités de la Basse-Normandie. Ces lieux d'échange entre milieux d'eau douce et salée sont des biotopes d'une grande richesse biologique (cf. partie « Mer et littoral »).

Côté continent, les cours d'eau côtiers sont le domaine des prédateurs : le sandre, la perche et le brochet. Ils chassent dans des eaux plus ou moins profondes, en amont des estuaires, le gardon, l'ablette et autres poissons blancs. Les milieux sont fortement végétalisés, très riches en matières organiques. À l'approche de la mer, les eaux, naturellement turbides, sont relativement chaudes en été (16 à 20°).

Côté mer, les milieux vivent au rythme des marées. Plus ou moins chenalisés, les flux d'eau douce des grands fleuves côtiers se déversent sur de larges estrans. La Sée, la Sélune, le Couesnon, la Taute et la Vire continuent ainsi à marée basse leurs parcours dans les sédiments marins de la Baie du Mont Saint-Michel et de la Baie des Veys. Les petits fleuves côtiers traversent généralement l'estran par tout un réseau complexe de chenaux permettant d'importants échanges entre milieu marin et fluvial. Ces espaces sont par ailleurs les zones d'émergence des eaux souterraines des marais maritimes. Les nutriments apportés par les nappes et les fleuves confèrent aux estrans, slikkes et shorres, une très haute valeur alimentaire pour la biodiversité.

Des milieux propices aux poissons migrateurs amphihalins

Les milieux bas-normands sont extrêmement riches en poissons migrateurs dont le cycle de vie se déroule dans deux milieux différents, en eau marine et en eau douce (amphihalins) : saumon atlantique, truite de mer, grande alose, lamproies, anguilles...

La politique de l'eau intègre désormais la protection des espèces par l'amélioration de leurs conditions de circulation. Parmi les espèces les plus perturbées par les obstacles, l'anguille est menacée d'extinction à l'échelle européenne.

Créances (50) : la Pointe-du-Banc



DREAL BN

Les havres et les estuaires sont des lieux d'échanges privilégiés où se mélangent les eaux marines et les eaux douces superficielles et souterraines

Héron cendré (*Ardea cinerea*)



Michel Collard

Saumon atlantique (*Salmo salar*)



ONEMA

Le Havre de la Vanlée (50)



Marc Heller

3 Les zones humides

Les zones humides ont longtemps été perçues comme des freins à l'exploitation de la terre et à la création de richesses. On connaît mieux désormais leur importance au regard de la gestion du patrimoine aquatique. Elles rendent des services écosystémiques majeurs pour nos territoires.

Elles contribuent notamment à des processus d'amélioration de la qualité des eaux, d'écêtement des crues et de soutien d'étiage des rivières. Et, par dessus tout, ces espaces sont un creuset pour la vie (cf. partie « Biodiversité »). Elles rendent des services écosystémiques importants pour nos territoires.

Des outils de connaissance et de protection

En Basse-Normandie, l'effort de protection des zones humides a porté dans un premier temps sur la cartographie des espaces remarquables. Depuis quelques années, **l'intérêt porte également sur le petit patrimoine**, qui est lui aussi d'une grande richesse et exerce de nombreuses fonctionnalités.

Plus de 200 000 petites zones humides ponctuent le paysage régional. Elles revêtent des formes variées : tourbières et prairies humides, marais arrière-littoraux, fonds de vallées alluviales, plateaux argileux, versants sableux... et si leurs surfaces individuelles sont modestes, ce sont, au total, environ 1 510 km² de zones humides qui régulent la vie aquatique de la Basse-Normandie, soit 8,5 % du territoire régional.

La **cartographie des zones humides** repose principalement sur l'exploitation des photographies aériennes couplée à un modèle numérique prédictif. Elle a permis ainsi de couvrir l'ensemble de la région d'une connaissance précise.

Les zones humides sont répertoriées au sein d'un atlas partenarial dont les données sont administrées par la DREAL. L'atlas regroupe les zones humides inventoriées et les territoires favorables à leur présence (cf. site internet DREAL de Basse-Normandie). La cartographie réalisée par la DREAL permet d'alerter sur les zones à enjeux mais ne se substitue en aucun cas aux inventaires locaux de zones humides réalisés conformément à l'arrêté interministériel modifié du 24 juin 2008.

Plusieurs zones humides sont aujourd'hui bien identifiées dans la carte environnementale régionale dans la mesure où elles bénéficient d'un **statut particulier**.

- **Certaines zones humides de la région sont considérées comme d'importance internationale** : elles relèvent de la Convention de Ramsar (cf. partie « Biodiversité »). Il s'agit de la Baie du Mont Saint-Michel, des marais du Cotentin et du Bessin et de la Baie des Veys.
- **Plus de 150 zones humides d'importance majeure ont été définies en France en 1994** en raison de leur caractère représentatif des différents types d'écosystèmes et des services socio économiques rendus. En Basse-Normandie, **six grands ensembles** ont été retenus à ce titre.



Définition

Espaces de transition entre la terre et l'eau, les **zones humides** recouvrent des réalités écologiques très différentes. La loi sur l'eau du 3 janvier 1992, qui vise à assurer leur préservation, en a donné une définition :
« On entend par zone humide les terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».



Repères

La Convention de Ramsar (1971) a pour objectif « la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier ».

En France, **la désignation de sites au titre de la Convention de Ramsar constitue un label international** qui récompense et valorise les actions de gestion durable de zones humides d'importance internationale.

La France possède **36 zones humides d'importance internationale** (Métropole et Outre mer) d'une superficie de 3 314 275 ha (soit 5,5 % de son territoire).

Il s'agit :

- des marais du Cotentin et du Bessin ;
- de la vallée de la Touques ;
- de l'Estuaire de la Seine ;
- de la Baie des Veys ;
- de la Baie du Mont Saint-Michel ;
- et du Havre de Rognesville.

Ces milieux font l'objet de suivis particuliers dans le cadre de l'observatoire national des zones humides.

Bien que récente, la prise de conscience de la nécessité de les préserver est réelle. Elle s'est traduite par la mise en place progressive d'outils de protection et de gestion (SDAGE, SAGE, réserves naturelles, Natura 2000, documents de planification urbaine, acquisitions foncières et incitations financières).

Marais de Chicheboville-Bellengreville (14)



Denis Runette/DREAL BN

Zone humide de Gatteville (50)



Paul Colin/DREAL BN

Chiffres clés



Zones humides

- 8,5 % du territoire régional soit 1 510 km²
- 3 zones humides de Basse-Normandie sont d'importance internationale
- 6 ensembles sont d'importance majeure

Profil Environnemental de Basse-Normandie Les Zones humides



Zones humides :
"Terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année."

■ Zones humides inventoriées

Cette cartographie permet d'alerter sur les zones à enjeux mais ne se substitue pas aux inventaires locaux réalisés conformément à l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 modifié.

Sources :
© IGN Protocole IGN/MEDDE
© DREAL Basse-Normandie
le 04/03/2015

Des fonctionnalités écologiques essentielles

Les bénéfices liés à la présence des zones humides sont considérables. Celles-ci jouent un rôle majeur dans la régulation des crues par le stockage de l'eau. Les zones humides constituent aussi une **zone tampon entre le réseau hydrographique et la nappe souterraine**. Elles contrôlent la vidange des eaux souterraines et, de ce fait, régulent de manière indirecte le soutien d'étiage des cours d'eau. Selon les caractéristiques d'un bassin versant, le débit des zones humides peut fortement varier dans l'espace et le temps. Certaines disposent d'un débit très élevé toute l'année, comme dans l'Est de la région, d'autres sont très improductives notamment en été. C'est le cas de toutes les zones humides positionnées sur substrat argileux (plateaux du Bessin, de la région de Carentan, collines de la haute vallée de l'Orne, de la Sarthe ou de la Dives).

Les zones humides jouent également un rôle majeur dans l'épuration de certains polluants. Elles participent notamment à l'**abaissement des taux de nitrates**. Cette fonction est primordiale pour limiter les risques de dysfonctionnement des milieux aquatiques, y compris littoraux et marins. Elle est liée à l'activité de bactéries qui dépend de nombreuses conditions dont le pH, la température et bien sûr la présence de matière organique.

Comme dans les sols, l'activité bactérienne et les processus de dénitrification associés diminuent en hiver, en raison de températures plus froides. Le caractère durable mais non continu de l'inondation est essentiel lui-aussi.

Des secteurs profondément altérés

S'il reste des surfaces encore relativement importantes de zones humides en Basse-Normandie, celles-ci n'en ont pas moins subi à travers l'histoire des transformations radicales. Les principales altérations ont été liées au développement urbain et à l'exploitation agricole. De très nombreux marais maritimes ont été isolés des influences de la mer avant de subir des drainages structurels de grande importance. L'objectif était alors de conquérir des espaces maraîchers, céréaliers ou diminuer l'inondabilité des zones de pâturage.

Dans les années 1970, les grands travaux de drainage se sont poursuivis sur les plateaux d'argiles à silex (Pays d'Auge, Lieuvin, Perche, Pays d'Ouche, Bessin) détruisant là encore de grandes surfaces de zones humides.

Les drainages et rectifications des lits des ruisseaux se poursuivent actuellement. La surface des zones humides a ainsi régressé dans le Perche et dans les hauts bassins de la Sarthe et de l'Orne au cours des années 1990 et 2000. L'urbanisation des grandes agglomérations normandes a éradiqué des surfaces importantes de zones humides. C'est le cas tout particulièrement dans le Nord-Cotentin, dans l'agglomération caennaise, et le long des côtes du Calvados.

Enfin, les infrastructures routières et ferroviaires créent des perturbations notables dans la libre circulation de certaines espèces vivant en zones humides.



Repères

L'évaluation économique des services rendus par les zones humides

Le Commissariat Général au Développement Durable a estimé les services rendus par les zones humides en s'appuyant sur trois sites tests :

- le Parc Naturel Régional des marais du Cotentin et du Bessin ;
- la plaine alluviale de la Bassée ;
- la moyenne vallée de l'Oise.

Les critères pris en compte sont notamment l'écrêtement des crues, la purification de l'eau, la régulation du climat, l'agriculture, la chasse, la valeur esthétique et récréative, la valeur éducative et scientifique...

L'évaluation réalisée estime que le montant du service rendu se situe dans une fourchette comprise entre 2 000 et 4 000 € par ha et par an. En effet, certaines valeurs n'ont pas pu être appréhendées, faute de méthode de monétarisation existante pour le faire.

Pour en savoir plus : www.developpement-durable.gouv.fr



Repères

La cartographie régionale des territoires humides

Depuis 2004, la DREAL a engagé une cartographie régionale des territoires humides à partir de l'exploitation des données de l'IGN (BD Ortho). Ce travail a pu être réalisé grâce à la contribution de nombreux partenaires (Agences de l'eau, ONEMA, parcs naturels régionaux, DDT(M)...). Cet outil est accessible sur le site internet de la DREAL. Cette cartographie régionale est un outil évolutif d'alerte. Elle ne dispense pas de réaliser des reconnaissances précises de terrain lors des projets.

4 Les plans d'eau et les mares

Les plans d'eau ont une position particulière au sein des écosystèmes aquatiques. S'ils remplissent une fonction patrimoniale indéniable, créant le maillage des trames écologiques d'un grand nombre d'espèces, aucun d'entre eux n'est d'origine naturelle en Basse-Normandie. Ils ont été créés par l'homme au cours du temps pour des besoins aussi divers que l'abreuvement du bétail, la chasse en gabion, la pisciculture, l'irrigation, la lutte contre les inondations, l'énergie électrique, l'extraction de matériaux, les loisirs...

Ce sont au total **plus de 35 000 plans d'eau** (Source : DREAL 2014, par photo interprétation) qui ponctuent actuellement le paysage régional et, tandis que beaucoup disparaissent par mutation céréalière de terroirs autrefois dédiés à l'élevage, d'autres voient le jour dans les fonds alluviaux pour de simples besoins d'agrément.

Le plus grand des plans d'eau de Basse-Normandie est celui de Vezins, sur la Sélune, qui s'étend sur près de 160 ha et qui pourrait disparaître prochainement par arasement du barrage EDF. Celui de Rabodanges, également créé par EDF, représente environ 80 ha. Les principaux réservoirs conçus pour l'alimentation en eau des populations sont ceux du Gast (57 ha, haute Sienne), de la Dathée (40 ha, Vire) et de Landisacq (14 ha, Flers). Parmi les plans d'eau de loisirs, celui de Pont-L'Évêque est le plus important avec 58 ha. Il a été créé suite à la construction de l'A13.

Les plans d'eau, dès lors qu'ils sont en connexion avec la rivière, perturbent les cours d'eau et les êtres vivants associés. Ces impacts sont plus marqués lorsque leur mise en place résulte d'un barrage du cours d'eau ou que leur densité est forte :

- dégradation de la qualité de l'eau (eau dormante, manque d'oxygénation, réchauffement, dystrophie...) ;
- modification du milieu (développement d'espèces invasives...) ;
- rupture de la continuité écologique (longitudinale, latérale, sédimentaire...) ;
- perturbation du régime hydrologique (notamment à l'étiage).

Par contraste, les mares de Basse-Normandie ne couvrent, pour l'essentiel, que quelques dizaines à centaines de mètres carrés. Elles ont été créées pour les besoins des populations et du bétail. Avec l'abandon de leurs usages, elles ont été colonisées par une végétation banale au sein de laquelle « émergent » quelques raretés tels le cornifle submergé ou le myriophylle à fleurs alternes. Toutes constituent des repères de territoire pour les migrations ou déplacements des espèces.

Les plans d'eau et, dans une certaine mesure, les mares présentent, pour la plupart, l'inconvénient de mettre à nu la nappe d'eau phréatique et d'être susceptibles d'y faciliter la pénétration de polluants. Ils offrent également un point d'entrée potentiel aux espèces invasives, qui perturbent le milieu en le déséquilibrant. Les propriétaires ou gestionnaires n'ont en effet que rarement la perception des problèmes que représente l'introduction d'espèces exogènes dont la vente est désormais banalisée.

Lac de Rabodanges (61)



Valérie Guyot/DREAL BN

Plan d'eau de Pont L'Évêque (14)



Valérie Guyot/DREAL BN



Définition

Une mare est une étendue d'eau de faible surface et de faible profondeur. Une mare n'a en général pas pas d'exécutoire contrairement à un plan d'eau.

De plus, en raison des concentrations en nutriments des eaux qui les alimentent, peu de plans d'eau échappent l'été au risque de dystrophisation (richesse trop importante du milieu en éléments nutritifs conduisant à son asphyxie). Le risque représenté par l'utilisation des traitements et par les blooms planctoniques (augmentation rapide de la concentration d'espèces de phytoplancton) est à considérer dans la perspective de l'élévation des températures liée au changement climatique.

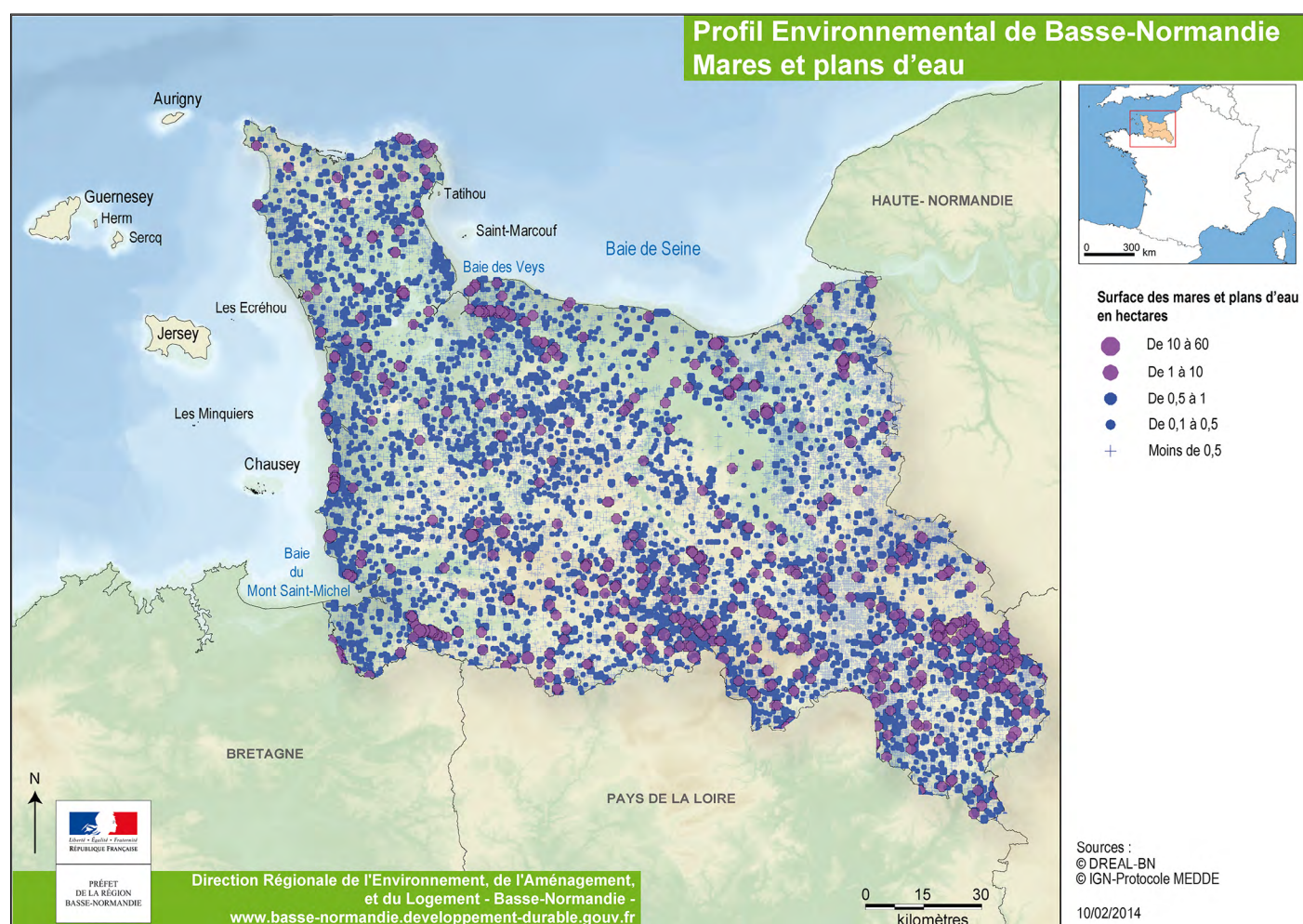
Dans ce cadre, il conviendra également d'examiner les risques sanitaires liés à l'apparition ou à la réapparition dans les plans d'eau de vecteurs pathogènes aptes à transmettre des maladies tropicales, tel le paludisme.

Depuis peu, des projets de réhabilitation de mares voient le jour. Certaines communes soutiennent ces initiatives dans le cadre de parcours culturels. Certaines collectivités restaurent leur mare dans le cadre de la sécurité incendie. Quelques communes les utilisent également dans la lutte contre le ruissellement et la réduction des flux de pollution (mini-lagunage). Certaines associations de protection de l'environnement réhabilitent ou créent également des mares dans un objectif de protection et de mise en valeur du patrimoine naturel et culturel, tout en participant à l'éducation éco-citoyenne des enfants. Enfin, un faible nombre d'agriculteurs les utilise pour l'abreuvement de leur bétail.

Rainette verte (*Hyla arborea*)



Boris Alexandre/DREAL BN



2. Les fonctionnalités et usages de l'eau

Au delà des nombreuses fonctionnalités écologiques évoquées précédemment, l'eau constitue une ressource indispensable à la vie humaine et à l'activité économique de notre région. C'est aussi pour cette raison qu'elle doit être préservée.

La qualité microbiologique des eaux douces a un impact considérable pour certaines activités (pêche, tourisme, conchyliculture...). C'est un enjeu essentiel pour la région (cf. partie « Mer et littoral »).

À découvrir dans ce chapitre

- L'eau, source de vie
- L'eau potable, issue majoritairement de nappes souterraines
- L'assainissement collectif : un réseau bien développé
- Une agriculture très présente
- La production industrielle
- L'énergie
- Le tourisme et les loisirs

1 L'eau, source de vie

La vie est apparue dans les milieux aquatiques il y a environ trois milliards d'années. Les micro-organismes cellulaires circulant dans les eaux sont les lointains ancêtres de tous les êtres vivants. Ils se sont ensuite développés et ont évolué vers des formes de plus en plus complexes et spécialisées (organismes pluricellulaires). Ces formes primitives ont constitué ensuite des algues et des poissons.

La première adaptation des êtres vivants à l'air libre a été marquée par le développement des ancêtres des Amphibiens (grenouilles, tritons). On considère que **la vie s'est développée sur la terre ferme il y a environ 400 millions d'années.** Les organismes terrestres ont quitté l'eau tout en y restant fortement inféodés.

- **Les végétaux sont majoritairement constitués d'eau.** Elle véhicule les minéraux nécessaires au développement de la plante. Celle-ci, en transpirant, rejette de l'eau. Ainsi, un chêne adulte peut transpirer jusqu'à 500 litres d'eau par jour.
- **Les animaux ont besoin de l'eau** pour organiser les processus métaboliques comme la distribution de substances alimentaires aux cellules ou l'élimination des déchets.
- **Le corps humain adulte est constitué de 65 % d'eau.** Ce pourcentage est plus important au moment de la conception (un embryon est constitué de 97 % d'eau). Un individu perd en moyenne 2 litres d'eau par jour. Il éprouve le besoin de boire s'il perd 2 % de son eau. S'il en perd 10 %, il ressent des hallucinations et s'il en perd 15 %, il meurt. On comprend alors l'enjeu de la politique de protection des personnes sensibles en période de canicules.

L'eau forme un cycle ininterrompu dans le corps humain, elle irrigue les tissus, permet la fabrication de nouvelles molécules, rend possible la digestion, assure l'équilibre des températures du corps et permet l'évacuation des déchets.

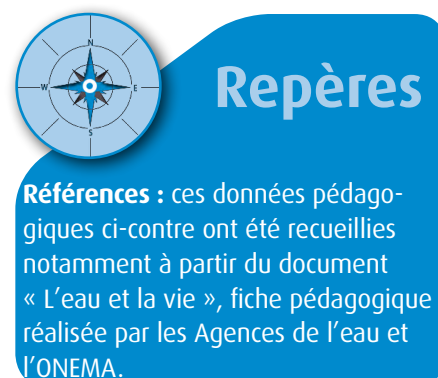


Chiffres clés

Estimation des prélèvements annuels en eau pour les activités humaines

- l'eau potable : 136 millions de m³ (ARS, données 2012)
- l'alimentation du bétail : 46 million de m³ (DRAAF, données 2010)
- l'industrie : 15,7 millions de m³
- l'irrigation : 5,3 millions de m³ (DRAAF, données 2010)

Ces chiffres sont issus pour partie de données déclaratives.



Repères

Références : ces données pédagogiques ci-contre ont été recueillies notamment à partir du document « L'eau et la vie », fiche pédagogique réalisée par les Agences de l'eau et l'ONEMA.

2 L'eau potable, issue majoritairement de nappes souterraines

En Basse-Normandie, **les ressources en eau exploitées pour l'alimentation en eau potable sont principalement d'origine souterraine**. 95 % des points de prélèvement sont situés dans les aquifères. Cependant, les prises d'eau superficielles alimentent environ un quart de la population. Sur 750 captages, 715 sont des forages, des puits ou des sources (ARS, données 2014).

Les prises d'eau dans les rivières sont situées à l'Ouest de la région. Bien que moins nombreuses, elles constituent des ressources en eau très importantes : elles alimentent un quart de la population bas-normande. Elles fournissent aussi de grandes agglomérations (Caen, Cherbourg-Octeville, Saint-Lô, Granville, Vire, Flers...).

Les prélèvements représentent environ **372 000 mètres cubes par jour, ce qui constitue un volume annuel d'environ 136 millions de mètres cubes**. En 2012, 75 % des volumes proviennent de points de prélèvement bénéficiant d'un périmètre de protection (cf. encadré).

De nombreux forages appartiennent à des privés (particuliers, agriculteurs industriels...) et ne bénéficient pas des mêmes mesures de protection que les forages publics. Ainsi, les forages privés sont plus sensibles aux risques de pollution accidentelle ou diffuse, ce qui peut aussi engendrer des problèmes de qualité sur les nappes souterraines.



Définition

Eau potable : eau qui ne doit pas porter atteinte à celui qui la consomme. L'eau distribuée doit respecter un certain nombre de critères définis par l'arrêté du 11 janvier 2007 du ministère de la santé. Ces critères concernent notamment :

- des paramètres organoleptiques (coloration, odeur, turbidité, saveur) ;
- des paramètres physico-chimiques (température, pH, chlorures, sulfates) ;
- des paramètres chimiques (substances toxiques) ;
- des paramètres liés aux micro-polluants.

Profil Environnemental de Basse-Normandie Captages d'eau potable



En situation de sécheresse, le comportement des propriétaires de forages privés peut s'avérer préjudiciable au réseau public d'alimentation en eau potable. En cas de tarissement des forages privés, les propriétaires se retournent vers le réseau public qui doit par conséquent faire face à une pointe de consommation alors même que la ressource est moindre. Lors de ces épisodes particuliers, des arrêtés préfectoraux peuvent restreindre les usages.

Les captages d'eau

Source : ARS, 2014

Eaux souterraines

Nombre de captage	Calvados	Manche	Orne	Total
Forages	141	122	76	339
Puits	10	21	13	44
Sources	149	112	71	332
Total	300	255	160	715
Débit (en milliers de m ³ /jour)	139	63	81	284

Eaux de surface

Nombre de prises d'eau	Calvados	Manche	Orne	Total
Au fil de l'eau	6	17	10	33
Dans une retenue	-	2	-	2
Total	6	19	10	35
Débit (en milliers de m ³ /jour)	30	43	25	98

Chiffres clés



- 750 captages alimentent la population
- 95 % sont des prises d'eau souterraine
- Les prises d'eau superficielle alimentent environ un quart de la population



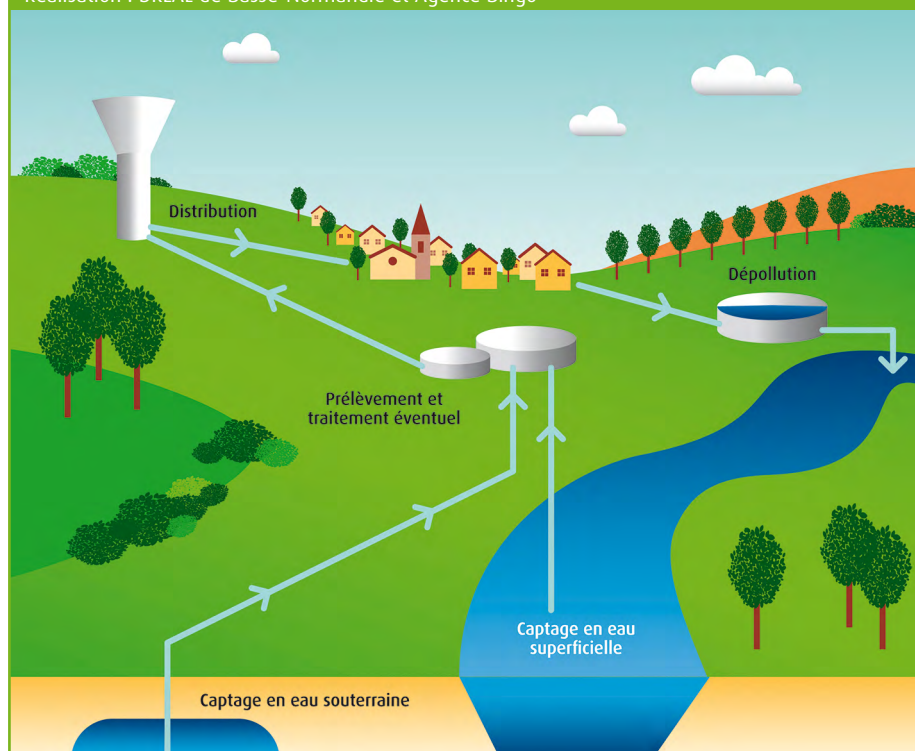
Repères

Feuille de route de la Conférence environnementale pour la transition écologique concernant la politique de l'eau (extraits, septembre 2013) :

- Renforcer la lutte contre les pollutions liées aux nitrates et aux produits phytosanitaires
- Poursuivre l'amélioration du traitement des eaux usées domestiques
- Lancer un nouveau plan « zones humides »
- Faciliter les travaux de restauration des cours d'eau et de prévention des inondations
- Conjuguer sécurisation à court terme et gestion à long terme de la ressource en eau
- Faciliter et fiabiliser l'accès par le citoyen à des données facilement compréhensibles
- Renforcer la gouvernance locale
- Améliorer l'efficacité du service public d'eau et d'assainissement
- Agir de façon spécifique dans les départements d'outre-mer
- Poursuivre la réflexion sur la fiscalité des ressources en eau

Les réseaux de distribution d'eau potable et d'assainissement

Réalisation : DREAL de Basse-Normandie et Agence Bingo



Le regroupement vers des structures intercommunales plus importantes

permet d'assurer une meilleure qualité et une meilleure sécurité dans la gestion de l'eau. Cette tendance s'accélère avec la mise en œuvre des schémas départementaux de coopération intercommunale.

En 2013, en Basse-Normandie :

- 3 installations sur 5 (2/3 de la population) relèvent de la compétence d'un syndicat ;
 - 2 installations sur 5 (1/3 de la population) sont de la compétence d'une commune indépendante ;
 - environ **1 unité de gestion sur 3 est gérée en régie directe ou assistée.**
- Contrairement à ce qui est constaté en France, le mode d'exploitation est peu lié à la taille de l'unité de gestion en Basse-Normandie.

Certaines parties du territoire peuvent rencontrer des difficultés d'alimentation en eau potable par défaut d'interconnexion. À ce titre, on peut citer l'Ouest du département de l'Orne qui, de plus, puise son eau essentiellement dans les eaux superficielles ce qui le rend davantage tributaire des conditions climatiques. Le pays d'Auge connaît depuis quelques temps des difficultés dès le début d'épisodes de sécheresse par défaut de gestion des points de captages (prélèvements de sources sans réel dispositif d'alerte du niveau de la nappe d'où des tarissements possibles).

L'abandon de plus de 400 captages utilisés pour l'alimentation en eau depuis une trentaine d'années a été constaté (Source : ARS).

Plusieurs raisons expliquent l'abandon des captages :

- rationalisation des systèmes d'alimentation en eau (faible débit, vétusté...) pour un tiers ;
- manque de protection pour 77 captages ;
- dégradation de la qualité de l'eau brute (pollution par les nitrates, notamment) pour 188 captages.

Le captage de Rots (14)



Sandrine Héricher/DREAL BN

3 L'assainissement collectif : un réseau bien développé

La directive n°91/271/CEE du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines (assainissement urbain : « directive ERU ») impose des **obligations de collecte et de traitement des eaux usées**. Les niveaux de traitement requis et les dates d'échéance de mise en conformité sont fixés en fonction :

- de la taille des agglomérations d'assainissement ;
- et de la sensibilité du milieu récepteur du rejet final.

L'ensemble du territoire bas-normand est classé en zone sensible au titre de cette directive.

567 agglomérations d'assainissement urbain ou mixte (industriel) sont comptabilisées dans le recensement 2011. Elles totalisent plus de 1 700 000 équivalents-habitants.

Dans la tranche des **plus de 2 000 équivalents-habitants, toutes les agglomérations sont conformes depuis 2013.**

Les enjeux portent tout autant sur la « partie collecte » que sur la « partie traitement » du système d'assainissement. En matière de collecte, le vieillissement des réseaux (défaut d'étanchéité, pénétration d'eaux parasites, mauvais branchements...) réduit l'efficacité globale d'un assainissement collectif.

Côté traitement, lors de très forts épisodes pluvieux, la station reçoit un afflux d'eau qui peut être supérieur à sa capacité de traitement. Elle est alors court-circuitée pour éviter tout dysfonctionnement grave, ce qui génère une arrivée d'effluents non traités dans les milieux aquatiques. Il est essentiel de dimensionner les ouvrages en fonction des caractéristiques pluviométriques locales et de la sensibilité du milieu récepteur afin de contenir les rejets dans des limites admissibles.

Une autre difficulté consiste à maintenir le parc en bon état et à l'adapter aux évolutions démographiques et saisonnières (avec les secteurs touristiques) de façon à pérenniser l'efficacité du traitement. L'effort reste également à fournir pour les plus petites stations qui ne sont pas toutes conformes.

Enfin, certains secteurs urbanisés doivent encore être équipés d'un réseau de collecte et de traitement des eaux de ruissellement de façon à éviter les pics de pollution dus au lessivage des sols lors de fortes pluies.

L'assainissement collectif ne s'impose pas forcément partout. En effet, un assainissement non collectif en zone de faible densité de population est tout aussi efficace, moins coûteux, et évite de concentrer les rejets dans des milieux récepteurs parfois fragiles. Une réglementation spécifique s'applique à l'assainissement non collectif (aptitude du sol, conformité et fonctionnement des dispositifs).



Définitions

Equivalent – Habitant : unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration. Cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour. Cette notion a été introduite pour mesurer les rejets d'eaux usées industrielles. La directive « eaux résiduaires urbaines » fixe l'équivalent habitant à 60 g de DBO5/jour.

La **DBO5 ou Demande Biochimique en Oxygène sur 5 jours**, représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder (dégrader) l'ensemble de la matière organique d'un échantillon d'eau maintenu à 20°C, à l'obscurité, pendant 5 jours.

Agglomération d'assainissement : au sens de la directive ERU, une agglomération est une zone dans laquelle les eaux urbaines sont collectées et dirigées vers une station d'épuration ou un point de rejet final.

Station d'épuration de Ouistreham (14)



DDTM 14

4 Une agriculture très présente

La Basse-Normandie est une région d'excellence agricole : 1^{ère} région productrice de pommes à cidre, beurre et crème et 3^e région française pour la production de lait de vache et de viande bovine. Ses appellations d'origine contrôlée sont nombreuses, ses haras sont mondialement réputés. Elle fait partie des trois régions en France, avec le Limousin et la Lorraine, où le **taux de surfaces irrigables est le plus faible** : moins de 1 % de la surface agricole utilisée (SAU).

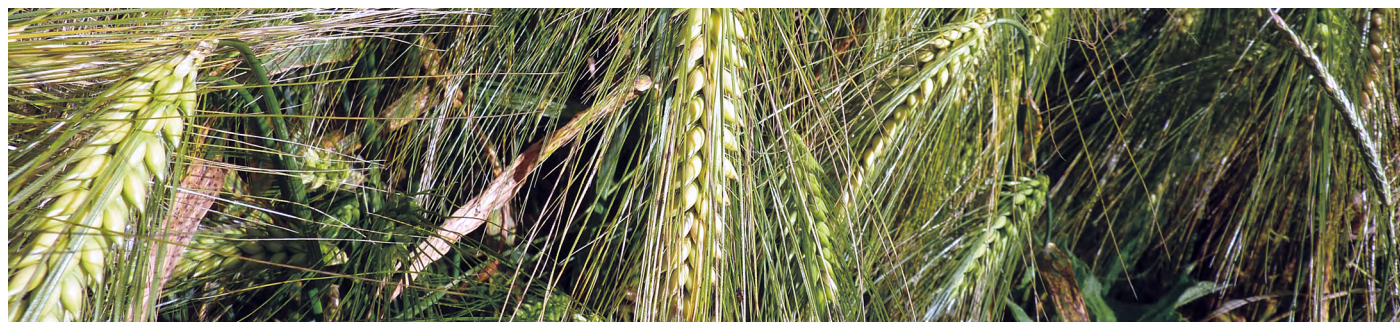
Sur la base des déclarations des agriculteurs, 590 exploitations (2 % des exploitations agricoles de Basse-Normandie) ont des surfaces irrigables, ce qui concerne 9 700 hectares. La superficie moyenne irrigable est de 16 ha par exploitation en 2010. Ce chiffre est significativement inférieur à la moyenne métropolitaine qui s'élève à 29 ha (source DRAAF, 2010).

Concernant les surfaces irriguées, en 2010, 563 exploitations ont effectivement aspergé leurs cultures sur une étendue globale de 5 500 ha, soit **un cinquième de leur surfaces agricoles (SAU)**. Pour irriguer, les exploitations agricoles de Basse-Normandie ont consommé **5,28 millions de m³ d'eau** (0,2 % du volume d'irrigation national) en 2010. Dans la région, le mode d'accès principal des irrigations est le forage et le mode d'utilisation le plus important est l'aspersion. Six exploitations sur dix utilisent le forage, seul ou associé à un autre type d'accès : retenues colinaires et étangs ou eaux de surface notamment. L'utilisation de l'eau par aspersion est très largement majoritaire : près de neuf exploitations sur dix pratiquant l'irrigation utilisent ce moyen en association avec la micro-irrigation ou la gravité (source DRAAF, 2010).

Les principales cultures concernées par l'irrigation dans le Calvados sont : le blé (32 % du total des surfaces irriguées du département), les betteraves industrielles (19 %), les fibres (7 %) et le maïs (6 % pour grain et ensilage). Dans la Manche, les cultures légumières concentrent 81 % des irrigations du département.

La moitié des volumes d'eau irriguée est utilisée dans quatre cantons : Morteaux-Couliboeuf, Bourguébus dans le département du Calvados et Barneville-Carteret, Lessay dans le département de la Manche. Avec les cantons de Bretteville-sur-Laize et Creully dans le Calvados et de Quettehou, Les Pieux, Montmartin-sur-Mer, La Haye-du-Puits dans la Manche, ce sont finalement **neuf secteurs en Basse-Normandie qui concentrent les trois quarts des irrigations**. Ces irrigations représentent un volume de 4 millions de mètres cubes d'eau répartis sur 3 600 ha.

Le blé représente 32 % des cultures concernées par l'irrigation dans le Calvados



Séverine Bernard/DREAL BN



Repères

Source des données : Service de la statistique et de la prospective au ministère en charge de l'agriculture - Agreste, recensement agricole 2010 et Primeur N° 292 de novembre 2012.

Initialement cantonnée dans les régions sèches du Sud de la France pour combler le déficit hydrique des plantes locales, l'irrigation s'est progressivement étendue à l'ensemble du territoire et à un plus large éventail de cultures. De plus en plus d'agriculteurs se sont alors équipés en système d'irrigation afin de s'assurer d'une **couverture contre les aléas climatiques et améliorer les rendements potentiels** de certaines cultures. Cependant, pour la première fois depuis 1970, les terres équipées pour l'irrigation marquent un recul en France en 2010.

Pour irriguer, les exploitations agricoles de Basse-Normandie ont consommé **5,28 millions de m³ d'eau en 2010**



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

L'irrigation peut être d'autant plus impactante qu'elle s'exerce à des périodes où la ressource en eaux de surface n'est pas la plus abondante. Des trois départements bas-normands, l'Orne est celui où l'irrigation est la moins pratiquée, avec 5 % de la superficie irriguée régionale.

Les prélèvements d'eau douce pour irriguer les surfaces cultivées doivent être compatibles avec les autres usages. Or, les ressources sont limitées et vulnérables. **La satisfaction de tous les besoins passe donc par une meilleure utilisation des eaux disponibles.** Afin d'optimiser cette utilisation, les méthodes d'irrigation doivent être ajustées aux besoins des plantes.

L'agriculture a un impact beaucoup plus prononcé sur les milieux aquatiques à travers les **travaux de drainage** qu'il a fallu mettre en œuvre pour conquérir des milieux incultes aux grandes cultures ou au pacage. Ces effets n'ont pas été quantifiés. Les activités de pâturage ont notamment modifié la configuration des grands marais maritimes. Elles ont nécessité de mettre en œuvre tout un dispositif de canaux, fossés, barrages et portes à flots dans les marais de la Dives et de l'Isthme du Cotentin... afin de gérer les niveaux d'eau et de mettre au champ le bétail le plus tôt possible dans la saison.

Les prélèvements pour le bétail, évalués à partir des données sur les cheptels normands et des consommations par tête, sont évalués à **46 millions de m³ par an** (source Chambre Agriculture, 2010).

Plus localement, l'accès direct à la rivière par le bétail engendre une dégradation du milieu par piétinement du lit et colmatage à l'aval du fait du largage de matières en suspension.

Abreuvoir



Denis Runette/DREAL BN

Colomby-sur-Thaon (14)



Marc Heller

5 La production industrielle

L'eau est utilisée dans de nombreux processus industriels : secteur agroalimentaire, chimie, industrie du papier et du carton, métallurgie...

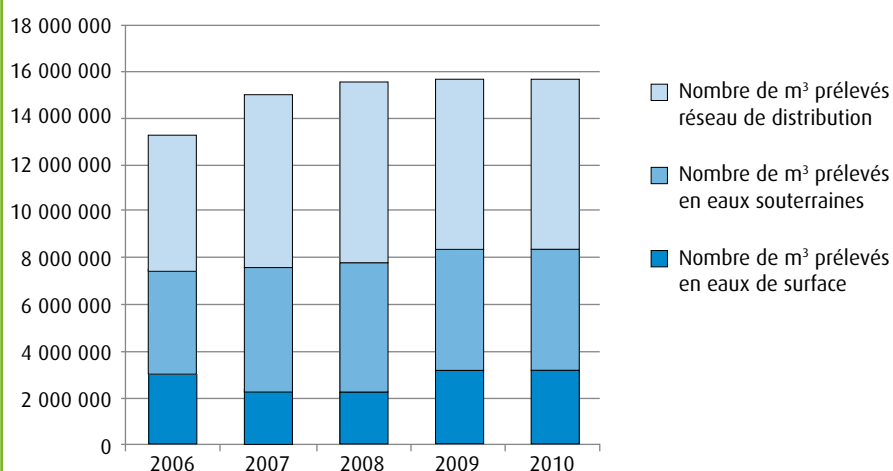
En 2010, les prélèvements industriels étaient de 15,7 millions de m³.

L'eau utilisée provient pour moitié du réseau d'eau potable et pour l'autre moitié de captages privés en eaux superficielles et souterraines.

Volumes d'eau prélevés par l'industrie

Les prélèvements des installations classées contrôlées par les services vétérinaires (abattoirs, élevage, certaines entreprises agroalimentaires...) ne sont pas comptabilisés dans ces données.

Source : DREAL



Caen et son agglomération (14)



6 L'énergie

L'eau constitue une source importante d'énergie. Elle est utilisée pour de multiples usages : activité nucléaire, énergie hydraulique, géothermie...

L'énergie nucléaire

L'activité nucléaire est une source d'énergie très importante pour la région :

L'eau est utilisée notamment dans ce cadre en qualité de fluide refroidissant. Les prélèvements industriels d'eau actuels les plus importants sont effectués par la centrale nucléaire de Flamanville. De l'eau douce est prélevée sur 3 cours d'eau : le Grand Doué, le Petit Doué et la Diélette. Le débit prélevé dans chaque rivière est inférieur à 0,05 m³/s, permettant d'y maintenir un écoulement minimal et d'en préserver l'écosystème. Les débits d'eau prélevés font l'objet d'un contrôle quotidien par la centrale.

Cette eau douce est utilisée pour la fabrication d'eau déminéralisée, limitant la corrosion et les dépôts dans les canalisations des installations, pour les circuits primaires et secondaires et pour divers usages industriels. Ces prélèvements ont été réduits depuis la mise en service de l'unité de dessalement d'eau de mer. Un débit minimal en aval garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces dans les cours d'eau doit être respecté par l'exploitant.

Volumes d'eau prélevée annuellement par la centrale nucléaire de Flamanville dans les rivières de la Diélette et de Siouville en m³/an

Source : Rapport annuel de surveillance de l'environnement 2010, EDF

m ³ /an	Limite	2008	2009	2010	2011	2012
Diélette	1 500 000	1 800	69 077	146 200	155 414	76 200
Siouville	1 500 000	439 700	348 476	338 000	263 900	251 200
Total prélevé	-	441 500	417 553	484 200	419 314	327 400

En vue de la mise en fonctionnement future du réacteur EPR à Flamanville, et pour limiter l'impact global du site, EDF a décidé de construire une **unité de dessalement d'eau de mer**. L'objectif est de limiter les prélèvements d'eau douce du site et contribuer ainsi à préserver la ressource en eau. Après mise en service de l'unité de dessalement, les prélèvements d'eau douce sont limités aux périodes de redémarrage des tranches nucléaires, qui correspondent à une augmentation des besoins en eau ou aux périodes d'indisponibilité de l'unité de dessalement.

À l'usine de La Hague, l'eau brute est principalement prélevée dans le **barrage des Moulinets** qui recueille les eaux pluviales des différents bassins versants du site. Elle alimente les centrales de production des eaux nécessaires au fonctionnement des installations et le réseau d'eau incendie.

L'eau traitée produite à partir de l'eau brute est utilisée pour :

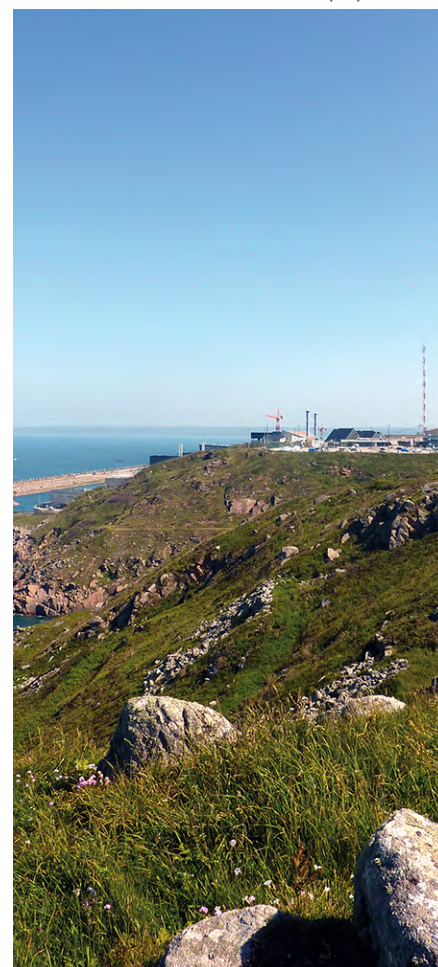
- la fabrication d'eau déminéralisée ;
- les tours de refroidissement de fluides ;
- les sanitaires.



L'eau constitue une source importante d'énergie



Centrale nucléaire de Flamanville (50)



Séverine Bernard/DREAL BN

L'eau déminéralisée est utilisée pour :

- la production de vapeur d'eau de refroidissement, d'eau glacée ;
- le procédé de traitement des combustibles ;
- les piscines d'entreposage des combustibles.

Volumes d'eau prélevée annuellement par le site de La Hague dans le barrage des Moulinets en m³/an

Source : rapport annuel de surveillance de l'environnement 2010, AREVA

m ³ /an	Limite	2008	2009	2010	2011	2012
Prélèvement annuel	650 000	425 990	498 445	543 970	497 575	502 223

Les usines et le centre de stockage de La Hague ont été construits au-dessus de nombreuses nappes phréatiques, qui doivent être régulièrement drainées pour éviter que leurs eaux n'atteignent les installations souterraines du site. Ces nappes phréatiques n'ont donc pas de communication directe avec les réseaux d'eaux utilisés pour les activités humaines, et les eaux drainées sont rejetées en mer, avec les effluents radioactifs par la conduite de rejet en mer. Cependant, du fait de leur localisation, le risque de contamination de leurs eaux ne peut être totalement exclu.

L'énergie hydraulique

L'énergie hydraulique exploite les mouvements de l'eau. Ainsi, dès l'Antiquité, les moulins à eau ont exploité cette énergie pour pomper l'eau, moudre le grain ou encore actionner des marteaux-pilons. Les centrales hydroélectriques sont leurs héritiers modernes. Un des inconvénients de cette exploitation est cependant de créer des **obstacles pour la migration des espèces aquatiques et le transfert de sédiments**.

Les retenues créées par les obstacles engendrent aussi d'autres effets considérables :

- ralentissement des écoulements ;
- réchauffement des eaux ;
- manque de dioxygène ;
- perte de capacité auto-épuratrice ;
- disparition des frayères (zones de reproduction).

L'énergie hydraulique est exploitée avec de nombreux cours d'eau équipés d'aménagements hydroélectriques (Orne, Vire...). Actuellement, les installations hydroélectriques sur les cours d'eau représentent **une puissance installée de l'ordre de 26 MW** assurant une production annuelle d'environ 48 GWh (variable selon les années) soit l'équivalent de la consommation d'électricité d'environ 10 000 ménages. Afin de respecter les objectifs de continuité écologique, la situation de chacun de ces ouvrages doit être revue au cas par cas. Certains ouvrages pourraient faire l'objet d'une optimisation de leur production d'énergie électrique par des modalités de gestion différentes ou des équipements adaptés.

L'énergie hydrolienne représente un autre gisement hydroélectrique majeur de la région (cf. partie « Mer et littoral »).

Barrage de Rabodanges (61)



Valérie Guyot/DREAL BN

La géothermie

La géothermie, en forte croissance, peut avoir des **impacts qualitatifs notamment sur la température** des eaux souterraines. Selon les techniques utilisées, elle peut aussi générer des **pollutions plus importantes** à long terme. Les risques de pollution liés au développement de la géothermie peuvent principalement résulter de mauvaises conditions de réalisation des ouvrages (mise en communication de nappes, migration d'une pollution superficielle...).

La géothermie dite « fermée » utilise la ressource en eau et la restitue à la nappe. La géothermie « ouverte » rejette l'eau utilisée dans un autre milieu, le plus souvent superficiel.

La Basse-Normandie ne présente pas de gisement géothermique haute énergie de grande profondeur. **Seule la géothermie très basse énergie est disponible dans la région.** Il n'existe pas de recensement exhaustif en Basse-Normandie : 130 installations sont connues pour avoir fait l'objet de subventions (données Biomasse Normandie, 2010). Elles représentent une production de 1 350 MWh d'énergie thermique soit une économie d'émission d'environ 300 tonnes de CO₂. Ces installations sont principalement situées dans le département de la Manche et du Calvados, autour des centres urbains de Saint-Lô, Bayeux et Caen.

Extracteur géothermique



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

Les marais de la Dives, à l'aube (14)



Benoît Malboux/DREAL BN

7 Le tourisme et les loisirs

Au-delà de nos usages quotidiens, l'eau est une source de loisirs, elle participe à l'attractivité touristique régionale.

Des activités nautiques variées

Les activités nautiques se déploient dans de nombreuses rivières ou plans d'eau de la région. Le plan d'eau de loisirs de Pont-L'Évêque est le plus important en superficie avec 58 ha. Viennent ensuite ceux du lac de la Dathée (43 ha), de Virgny et de la Ferté-Macé. L'activité de canoë-kayak est essentiellement pratiquée sur la Vire, l'Orne et sur le plan d'eau de Pont-L'Évêque.

Par ailleurs, le barrage de Rabodanges permet la pratique du ski nautique et d'autres activités ludiques ou, lors de lâchers d'eau spécifiques, d'organiser du canoë-kayak à l'aval du barrage de Saint-Philbert.

Les activités nautiques peuvent être conciliables avec la préservation des rivières lorsqu'elles sont très encadrées. Elles comportent néanmoins des risques (atteintes des frayères...).

Les activités de pêche et de chasse

La pêche de loisirs en eau douce est développée. La Basse-Normandie comporte 12 900 km de cours d'eau classés en 1^{ère} catégorie et 32 000 pêcheurs d'eau douce. Ces pêcheurs sont fédérés par 100 associations de pêche (pour la pêche littorale et marine, cf. partie « Mer et littoral »).

La chasse au gabion est également développée dans la région. Ce mode de chasse particulier est pratiqué de nuit sur le littoral ou dans les marais. Il consiste à installer des « appelants » (canards...) pour servir d'appâts.

Son impact est considéré comme significatif sur les prélèvements en eau à une période d'étiage très défavorable (source AESN).

Pêcheur à la ligne



Thierry Degen/MEDDE-MLETR



Sandrine Héricher/DREAL BN

3. Les principales altérations des milieux aquatiques

Les milieux aquatiques ont été profondément altérés par les activités humaines qui entraînent des pollutions chimiques, biologiques ou des modifications de la configuration des milieux (drainages, recalibrages, barrages...).

Ces modifications sont importantes dans la mesure où elles empêchent les milieux de jouer leur rôle d'épuration naturelle.

À découvrir dans ce chapitre

- ▶ Les acteurs et les outils d'évaluation et de gestion
- ▶ L'état des masses d'eau de surface
- ▶ L'état des masses d'eau souterraines
- ▶ La radioactivité
- ▶ L'évolution des températures

1 Les acteurs et les outils d'évaluation et de gestion

La loi sur l'eau de 1992 énonce un principe novateur en affirmant que l'eau est « un patrimoine commun de la nation ». C'est par application de ce principe qu'elle consacre une nouvelle gestion intégrée des usages et des milieux aquatiques :

- elle légitime l'action de l'État en affirmant que la préservation de l'eau est d'intérêt général ;
- elle renforce l'impératif de protection de la qualité et de la quantité des ressources en eau ;
- elle met en place de nouveaux outils de la gestion des eaux par bassin : les SDAGE et les SAGE.



Textes

Extraits de la loi sur l'eau de 1992 :
« L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général. »

Les obligations d'entretien et de gestion des cours d'eau (Source : ONEMA)

Il existe une multiplicité d'acteurs directement responsables de l'entretien des cours d'eau. Ceux-ci sont gérés de façon distincte selon qu'ils sont domaniaux ou non domaniaux.

Les cours d'eau domaniaux

Les cours d'eau domaniaux appartiennent à l'État, aux collectivités territoriales ou à leurs groupements. Ils sont classés dans leurs domaines publics fluviaux (article L. 2111-7 du code général de la propriété des personnes publiques). Les propriétaires ont la compétence pour les entretenir et les aménager.

Les cours d'eau non domaniaux

Les cours d'eaux non domaniaux ne sont ni navigables, ni flottables, par opposition aux cours d'eau domaniaux. Ce sont des ruisseaux, des torrents ou des petites rivières. Les riverains sont propriétaires du lit jusqu'au milieu du cours d'eau (article L. 215-2 du code de l'environnement). L'entretien du lit et de la

végétation des berges est de leur responsabilité, selon des modalités précisées dans le code de l'environnement. Ils doivent faire l'objet d'un entretien régulier d'un point de vue environnemental.

La nécessité d'une démarche coordonnée

En pratique, les obligations d'entretien régulier par les particuliers peuvent être difficiles à mettre en œuvre de façon coordonnée. De plus, elles ne visent pas des actions ambitieuses de restauration des milieux. La réalisation de travaux d'envergure ne peut reposer uniquement sur la mise en œuvre de nombreuses démarches individuelles à l'échelle d'un territoire cohérent : ce fonctionnement est peu compatible avec l'approche globale de gestion des milieux aquatiques (nécessité d'études à l'échelle d'un bassin versant).

Diverses structures peuvent intervenir pour mener à bien des démarches collectives ou porter une maîtrise d'ouvrage publique sur les cours d'eau. Les possibilités d'action des différents maîtres d'ouvrage sont liées aux compétences définies dans leurs statuts.

Les structures de maîtrise d'ouvrage

Une démarche collective de propriétaires : l'Association Syndicale Autorisée (ASA)

Une ASA est un groupement de propriétaires réunis pour exécuter et entretenir, au sein d'un périmètre donné et à frais communs, les travaux d'intérêt général définis dans son statut. Une telle association syndicale de propriétaires est un établissement public administratif. À ce titre, elle est considérée comme maître d'ouvrage public de travaux soumis au code des marchés publics. En ce sens, son action se distingue de celle des seuls riverains regroupés au sein d'une association syndicale libre ou d'un autre type d'association (loi de 1901), qui réalisent des travaux privés même si ce sont des groupements.

Une ASA dispose d'une servitude de passage spécifique à son périmètre et peut bénéficier de subventions publiques pour ses travaux. Elle peut aussi déléguer sa maîtrise d'ouvrage à d'autres maîtres d'ouvrages publics, comme des communes ou des groupements de communes.

Les Agences de l'eau

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 (Grenelle II) donne la possibilité aux agences de l'eau et aux collectivités territoriales d'assurer la maîtrise d'ouvrage des travaux visant à restaurer la continuité écologique des cours d'eau avec l'accord des propriétaires.

Elle leur permet également d'assurer la maîtrise d'ouvrage des travaux ordonnés par le préfet en cas de non respect par le propriétaire ou l'exploitant de ses obligations légales d'entretien et des prescriptions de l'administration.

L'Orne à proximité de Thury-Harcourt (14)



Marc Heller

Marais de la Dives (14)



Sandrine Hélicher/DREAL BN

Les collectivités territoriales

L'intervention des communes et de leurs groupements sur les cours d'eau est plus récente que celle des ASA. Cette intervention est imposée lorsqu'une ASA disparaît ou qu'elle est inactive.

La commune a pour compétence obligatoire l'eau potable et l'assainissement. De plus, avec la loi « MAPTAM » (cf. encadré), les collectivités ont désormais la compétence « Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations » (GEMAPI). Celle-ci se limite à leur territoire. La commune peut difficilement s'engager sur des programmes de restauration globale des rivières. Par contre, les différentes structures de regroupements de communes peuvent constituer une compétence spécifique dans ce domaine.

Les Établissements Publics d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (EPAGE)

Les EPAGE sont des syndicats mixtes. Ils sont constitués à l'échelle d'un bassin versant, d'un fleuve côtier ou d'un sous-bassin versant d'un grand fleuve. Ils exercent des missions de maîtrise d'ouvrage opérationnelle pour la prévention des inondations et des submersions et la gestion des cours d'eau non domaniaux. Ils doivent assurer la compétence GEMAPI sur l'ensemble de leur territoire.

Les Établissements Publics Territoriaux de Bassin (EPTB)

Les EPTB sont des syndicats mixtes. Leur vocation est plus large que l'aménagement des cours d'eau. Ils sont constitués à l'échelle d'un bassin ou d'un groupe de sous-bassins hydrographiques. Ils exercent des missions de coordination, d'animation sur leur territoire ainsi que des missions de maîtrise d'ouvrage pour des projets d'intérêt commun.

Le soutien et l'expertise de la Cellule d'Animation Technique pour l'Eau et les rivières (CATER)

Site internet : www.caterbn.fr

En Basse-Normandie, la CATER a pour vocation générale l'animation technique dans le cadre de la restauration, la gestion et la valorisation des milieux aquatiques à l'échelle des bassins versants.

Les actions qu'elle peut mener concernent notamment :

- la restauration de l'équilibre écologique et morphologique des cours d'eau et des zones humides associées ;
- la lutte contre l'érosion et le ruissellement sur les bassins versants ;
- la promotion d'une gestion équilibrée des usages, en particulier des loisirs liés à l'eau.

Elle assume des missions :

- de mise en place et d'animation de programmes d'interventions ;
- d'expertise et de veille technique ;
- d'évaluation, d'aide à l'orientation des politiques publiques ;
- de coordination, de sensibilisation et de formation.



Textes

La loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de Modernisation de l'Action Publique Territoriale et d'Affirmation des Métropoles (MAPTAM) institue une **compétence obligatoire de « Gestion des Milieux Aquatiques et de Prévention des Inondations » (GEMAPI) pour les communes.**

Cette compétence doit être exercée par les communes ou, en lieu et place des communes, par les établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre.

Elle comprend les missions suivantes :

- aménagement de bassin hydrographique ;
- entretien de cours d'eau, canal, lac ou plan d'eau ;
- défense contre les inondations et contre la mer (gestion des ouvrages de protection hydraulique) ;
- restauration des milieux aquatiques.

Les communes et les EPCI peuvent déléguer cette compétence à des structures de bassin versant telles que des syndicats mixtes de gestion des rivières, établissements publics territoriaux de bassin (EPTB) ou établissement publics d'aménagement et de gestion des eaux (EPAGE). Pour mener à bien ces nouvelles missions, les communes et les EPCI peuvent lever une taxe facultative et plafonnée à 40 € par habitant, dont les produits sont affectés exclusivement à la gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations.

Les dispositions créant cette compétence devraient entrer en vigueur entre le 1^{er} janvier 2016 et le 1^{er} janvier 2018.

Les outils d'évaluation

Le cadre général d'appréciation de l'état des milieux aquatiques

Le cadre juridique

L'Union européenne a fixé un cadre général ayant pour objectif de restaurer la qualité des eaux superficielles et souterraines à moyen ou à long terme avec la publication en octobre 2000 de la Directive Cadre sur l'Eau. Celle-ci avait pour **objectif principal l'atteinte d'ici 2015 du « bon état » pour tous les milieux aquatiques naturels** et la non dégradation des milieux actuellement en très bon état. Cet « état » est la référence en matière de connaissance des milieux. Pour certaines masses d'eau, cette échéance est reportée à 2021 ou 2027 lorsque les conditions naturelles ou les conditions de faisabilité technico-financières le justifient.

La Directive Cadre sur l'Eau du 23 octobre 2000 (DCE) a défini un mode de gestion efficace de l'eau caractérisé par des objectifs de résultat, un calendrier et des principes d'action.

► **Les objectifs de résultat et le calendrier** : la grande majorité des masses d'eau devait atteindre en 2015 le « bon état ». Il se décline pour les eaux superficielles en bon état écologique (diversité et développement des écosystèmes aquatiques) et en bon état chimique (concentrations des différents polluants inférieures aux normes environnementales). Pour les eaux souterraines, le bon état concerne les paramètres quantitatifs et chimiques.

► **Les principes d'action :**

- une gestion à l'échelle des bassins versants ;
- tous les usages sont concernés ;
- l'application des principes de précaution, d'action préventive, de pollueur-payeur et la récupération des coûts des services liés à l'utilisation de l'eau ;
- la concertation dans le cadre d'une démarche informative et participative ;
- la transparence grâce à un référentiel commun et des méthodes d'évaluation de la qualité ;
- la prise en compte de la faisabilité économique pour d'éventuelles dérogations temporelles.

La **loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques** transpose en droit français la Directive Cadre sur l'Eau.

Les **Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux** (SDAGE), introduits par la loi sur l'eau de 1992, ont été révisés afin de devenir les **plans de gestion** à mettre en place en application de la directive. Ils fixent, en particulier, pour chaque masse d'eau un objectif d'état. Ils formulent également les orientations pour une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau à l'échelle des grands bassins. Les SDAGE actuels ont été approuvés fin 2009 pour le cycle 2010-2015. Ils sont parus au journal officiel le 21 décembre 2009.



Définition

Masse d'eau : milieu aquatique homogène (un lac, un réservoir, une partie de rivière ou de fleuve, une nappe d'eau souterraine, une partie de la mer...), selon la définition de la Directive Cadre sur l'Eau

Une masse d'eau doit être assez homogène du point de vue :

- de ses caractéristiques naturelles ;
- des pressions exercées par l'homme.

Chiffres clés



En Basse-Normandie, un **nombre important de masses d'eau** a été identifié du fait de la densité du réseau hydrographique :

- 446 masses d'eau « cours d'eau » ;
- 17 masses d'eau côtières ;
- 22 masses d'eau souterraines ;
- 4 masses d'eau de transition ;
- 4 masses d'eau « plans d'eau ».

Le **Grenelle de l'Environnement** a conforté les principes de la DCE par la formulation d'objectifs spécifiques :

- ne pas recourir aux reports de délais, autorisés par la DCE, pour plus d'un tiers des masses d'eau ;
- atteindre en 2015 le bon état écologique pour au moins deux tiers des masses d'eau superficielles (rivières) ;
- interdire l'utilisation des phosphates dans tous les produits lessiviels ;
- réduire la présence dans les milieux aquatiques de substances dangereuses prioritaires identifiées par la réglementation européenne ;
- renforcer la surveillance des milieux aquatiques pour mieux évaluer les impacts des pollutions sur la vie aquatique ;
- atteindre un taux de conformité de 100 % des stations d'épuration dans les meilleurs délais.

Le cadre technique

Pour évaluer l'état des cours d'eau, différents réseaux de mesures ont été mis en place.

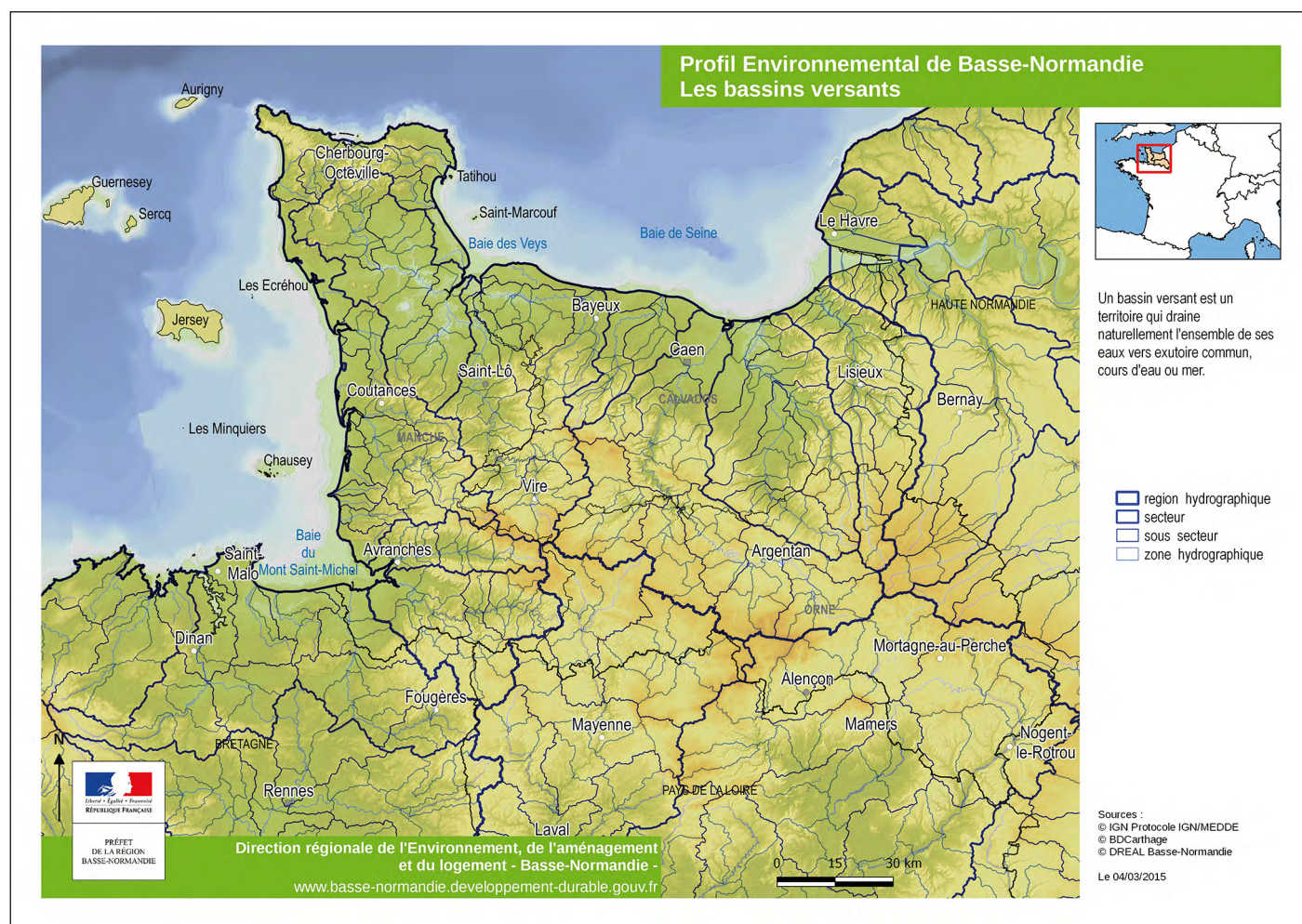
De manière générale, le « bon état » d'une masse d'eau s'apprécie par l'écart à **une situation de référence non perturbée**. L'objectif n'est pas le retour à un état naturel tel qu'il l'était avant le développement des activités humaines.



Définition

Un bassin versant est un territoire qui draine naturellement l'ensemble de ses eaux vers un exutoire commun, cours d'eau ou mer. Il est généralement limité par des frontières naturelles : les lignes de crêtes ou **lignes de partage des eaux**.

De part et d'autre de ces lignes, les eaux des précipitations et des sources s'écoulent vers des exutoires séparés. Dans certaines conditions géologiques, les limites du bassin versant peuvent être différentes (cas de transfert souterrain).



Les situations de référence sont définies sur la base de sites existants considérés comme non perturbés, sur lesquels des observations des peuplements aquatiques ont été effectuées sur la période 2005-2007.

Dans le cas des substances toxiques, des tests d'écotoxicité permettent de définir des seuils en-dessous desquels le risque de perturbation des organismes aquatiques est considéré comme acceptable mais non nul. Enfin, le « bon état » admet un écart modéré aux valeurs de référence ne traduisant pas de perturbation significative des peuplements aquatiques.

Pour les eaux souterraines, le bon état concerne les paramètres quantitatifs et chimiques.

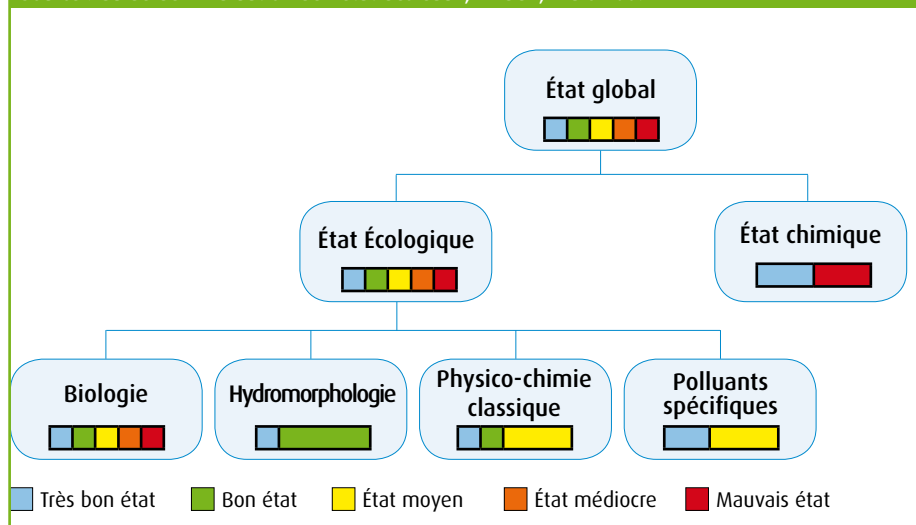
Chaque type de cours d'eau a sa propre référence et il en est de même pour les lacs, les eaux souterraines et les eaux littorales. Cela complexifie quelque peu les critères d'appréciation mais garantit une exigence adaptée au contexte naturel.

Le « bon état » d'une masse d'eau superficielle s'apprécie au regard de différents éléments de qualité. L'état global constitue un ensemble qui comprend :

- l'état écologique (diversité et développement des écosystèmes aquatiques) ;
- l'état chimique (concentrations de différents polluants).

Les différents paramètres de l'état global des masses d'eau superficielles

Source : Guide de l'Évaluation de l'état des eaux, MEDDE, mars 2009



La règle de l'élément de qualité déclassant s'applique à tous les niveaux.

Ainsi, le plus mauvais des états physico-chimiques, des polluants spécifiques, de l'hydromorphologie et de l'état biologique donne le niveau retenu pour l'état écologique. De même, le plus mauvais des états écologique et chimique donne le niveau retenu pour l'état global. Cependant, tous les éléments de qualité ne déclassent pas de la même manière la masse d'eau : la physico-chimie classique ou les polluants spécifiques ne peuvent conduire, au pire, qu'à un état moyen (jaune).

Au sein de chaque élément de qualité, les règles de calcul peuvent varier mais sont pour la plupart également basées sur le paramètre déclassant : une seule substance suffit à déclasser l'élément « polluants spécifiques », un seul indice biologique suffit à déclasser l'élément « biologie »...

Prélèvements



Fabrice Parais/DREAL BN

Prélèvements



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

L'état écologique, pour une masse d'eau de surface, est défini par le plus mauvais des éléments de qualité suivants.

- **La physico-chimie classique** concerne les paramètres « traditionnels » utilisés dans les systèmes d'évaluation antérieurs. Les paramètres physico-chimiques pris en compte dans la caractérisation de l'état écologique sont notamment : le carbone organique, l'oxygène dissous, la température, le pH, les nutriments (azote et phosphore) et la salinité. L'état est évalué par référence à un seuil de qualité.
- **Les polluants spécifiques** sont des substances toxiques « complémentaires » à l'état chimique. L'état de chacun de ces paramètres s'évalue selon les mêmes règles que l'état chimique.
- **La biologie** d'un milieu aquatique s'estime à partir de 4 indices biologiques :
 - l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) repose sur l'analyse de la composition des peuplements en macro-invertébrés benthiques ;
 - l'Indice Biologique Diatomées (IBD) est basé sur l'étude de micro-algues unicellulaires (diatomées) ;
 - l'Indice Biologique Macrophytes en Rivière (IBMR) vise à décrire la qualité d'un milieu à travers la diversité de plantes aquatiques visibles à l'œil nu ;
 - l'Indice Poissons en Rivière (IPR) mesure l'écart entre la composition d'un peuplement et la composition du peuplement attendue dans des conditions pas ou très peu modifiées par l'homme.

De nouveaux indices sont appelés à remplacer les paramètres actuels afin de mieux répondre aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau.

Ces indices sont basés sur la structure des peuplements aquatiques animaux (poissons, insectes, mollusques, crustacés) et végétaux (algues et plantes aquatiques). Chaque type d'organisme considéré a des exigences différentes vis-à-vis du milieu :

- les invertébrés et les poissons sont plutôt sensibles aux conditions physiques (habitats) et à la qualité de l'eau (oxygène, nutriments...) ;
- les végétaux reflètent principalement l'abondance de nutriments (azote, phosphore).

On ne dispose pas encore d'indicateurs biologiques pleinement opérationnels pour rendre directement compte de l'impact spécifique des substances toxiques.

- **L'hydromorphologie** concerne des caractéristiques physiques qui conditionnent les capacités d'accueil des habitats des peuplements aquatiques des rivières. Seule la classification en « très bon état écologique » requiert des conditions hydromorphologiques peu ou pas perturbées. Mais c'est l'une des principales explications des perturbations des peuplements observées aujourd'hui.

L'analyse de l'état chimique d'une masse d'eau superficielle est basée sur la détection de substances prioritaires et dangereuses à partir de l'analyse de 41 composés chimiques. 4 métaux, 13 pesticides, 18 polluants industriels et 6 autres toxiques sont notamment recherchés. Pour ces substances, tous les rejets, pertes ou émissions dans le milieu devront être supprimés d'ici 2021.

Baetis rhodani



Fabrice Parais/DREAL BN

Chloroperla



Fabrice Parais/DREAL BN

Marais du Bessin (14)



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

L'état chimique peut être bon (bleu) ou mauvais (rouge). Il suffit que la moyenne annuelle d'une seule de ces substances dépasse la Norme de Qualité Environnementale (NQE) pour conclure à un état chimique « mauvais ». Cette règle de base est assortie d'un ensemble de règles secondaires permettant de gérer les cas où l'ensemble des substances n'est pas mesuré, où des substances présentent des valeurs inférieures au seuil de quantification...

Enfin, une masse d'eau doit être en bon état sur tout son linéaire, volume ou surface.

La définition d'un « état » pose certaines difficultés. Ainsi, on ne peut pas mesurer chaque portion de cours d'eau. L'état est donc dans la pratique mesuré sur des sites ponctuels, mais jugés représentatifs, des conditions de pression supportées par la masse d'eau. C'est ensuite le site le plus déclassant de celle-ci qui en détermine l'état.

Le réseau d'observation et les programmes de surveillance

Différents réseaux de mesures ont été mis en place dans le cadre du programme de surveillance de la Directive Cadre sur l'Eau.

Le **réseau de contrôle de surveillance** (RCS) est mis en œuvre depuis janvier 2007. Il permet d'évaluer l'état général des eaux et les tendances d'évolution au niveau d'un bassin. Il est constitué de stations de mesures représentatives du fonctionnement global de la masse d'eau.

Le **réseau de contrôle opérationnel** (RCO) est mis en place sur des masses d'eau risquant de ne pas atteindre leurs objectifs environnementaux. Il a pour objectif d'identifier les sources de dysfonctionnement et de suivre l'efficacité des actions définies. Il assure le suivi :

- de toutes les masses d'eau qui n'ont pas atteint le bon état en 2015 ;
- des améliorations des eaux, suite aux actions mises en place dans le cadre des programmes de mesures ;
- des raisons de la dégradation des eaux lorsque c'est le cas.

Le **réseau de contrôle d'enquête** est dédié au suivi de pollutions accidentelles ou de dégradations d'origine mal connue, dans le but d'en déterminer l'ampleur et l'incidence. Il ne concerne que les eaux de surface.

Les **réseaux de contrôles additionnels** portent sur les points de captage d'eau potable et sur les zones d'habitat et de protection d'espèces.

Le **réseau de référence pérenne** permet un suivi sur le long terme, composé de sites réputés exempts de pressions anthropiques significatives. Les résultats acquis permettent de définir les conditions de référence à partir desquelles on évalue l'état écologique.

Une même station peut appartenir à plusieurs réseaux.



Définition

Les Normes de Qualité

Environnementale correspondent au niveau de concentration qu'un polluant ou d'un groupe de polluants ne doit pas dépasser dans l'eau, les sédiments ou le biote afin de protéger la santé humaine et l'environnement.

Analyses



Fabrice Parais/DREAL BN

Les outils de gestion

La gestion des eaux en France est organisée autour de bassins hydrographiques délimités de manière naturelle par les lignes de partage des eaux. Il y a six agences de l'eau pour sept bassins hydrographiques. La Basse-Normandie est concernée par deux bassins :

- Seine-Normandie ;
- Loire-Bretagne.

Les SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux)

En 1992, la loi sur l'eau a prescrit l'élaboration d'un Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) dans chacun des six grands bassins hydrographiques. Il définit sur le moyen terme les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau.

Ce schéma ne crée pas de nouvelles règles, il met l'accent sur les priorités à traiter. Il est opposable à l'État, aux collectivités locales et aux établissements publics. Toutes les décisions administratives dans le domaine de l'eau doivent donc être compatibles ou rendues compatibles avec ses dispositions. Les documents d'urbanisme (SCoT, PLU, cartes communales) doivent être rendus compatibles avec le SDAGE.

La région Basse-Normandie est concernée par :

- le SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau bas-normands ;
- et le SDAGE du bassin Loire-Bretagne.

Ces documents, élaborés par les comités de Bassin en concertation avec l'ensemble des acteurs de l'eau, ont été approuvés par les préfets coordonnateurs de bassin fin 2009 pour un cycle 2010-2015. Ils intègrent les objectifs de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Ils sont accompagnés de Programmes de mesures (au sens « actions ») pour atteindre leurs objectifs. Un nouveau cycle de gestion 2016-2021 verra la mise en œuvre de SDAGE révisés.

Les SAGE (Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux)

Un SAGE est un document de planification qui décline et précise à l'échelle d'un bassin versant les grandes orientations du SDAGE. Il a acquis une valeur juridique face aux décisions administratives et son règlement est opposable au tiers. Il se compose de deux documents :

- un Plan d'Aménagement et de Gestion de l'Eau ;
- un règlement.

Le SAGE est le résultat d'un travail d'analyse et de concertation mené par la Commission Locale de l'Eau, structure délibérante regroupant au moins 50 % d'élus et 25 % d'usagers. Cette commission s'appuie sur une structure porteuse qui assure la maîtrise d'ouvrage des études et l'animation.



Repères

La DRIEE Ile-de-France et la DREAL Centre sont les services de l'État coordinateurs de bassin pour la Basse-Normandie

site internet de la DRIEE
Ile-de-France



site internet de la DREAL Centre



site internet des agences de l'eau



Les six agences de l'eau



Repères

Le SDAGE du Bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers bas-normand :
www.eau-seine-normandie.fr

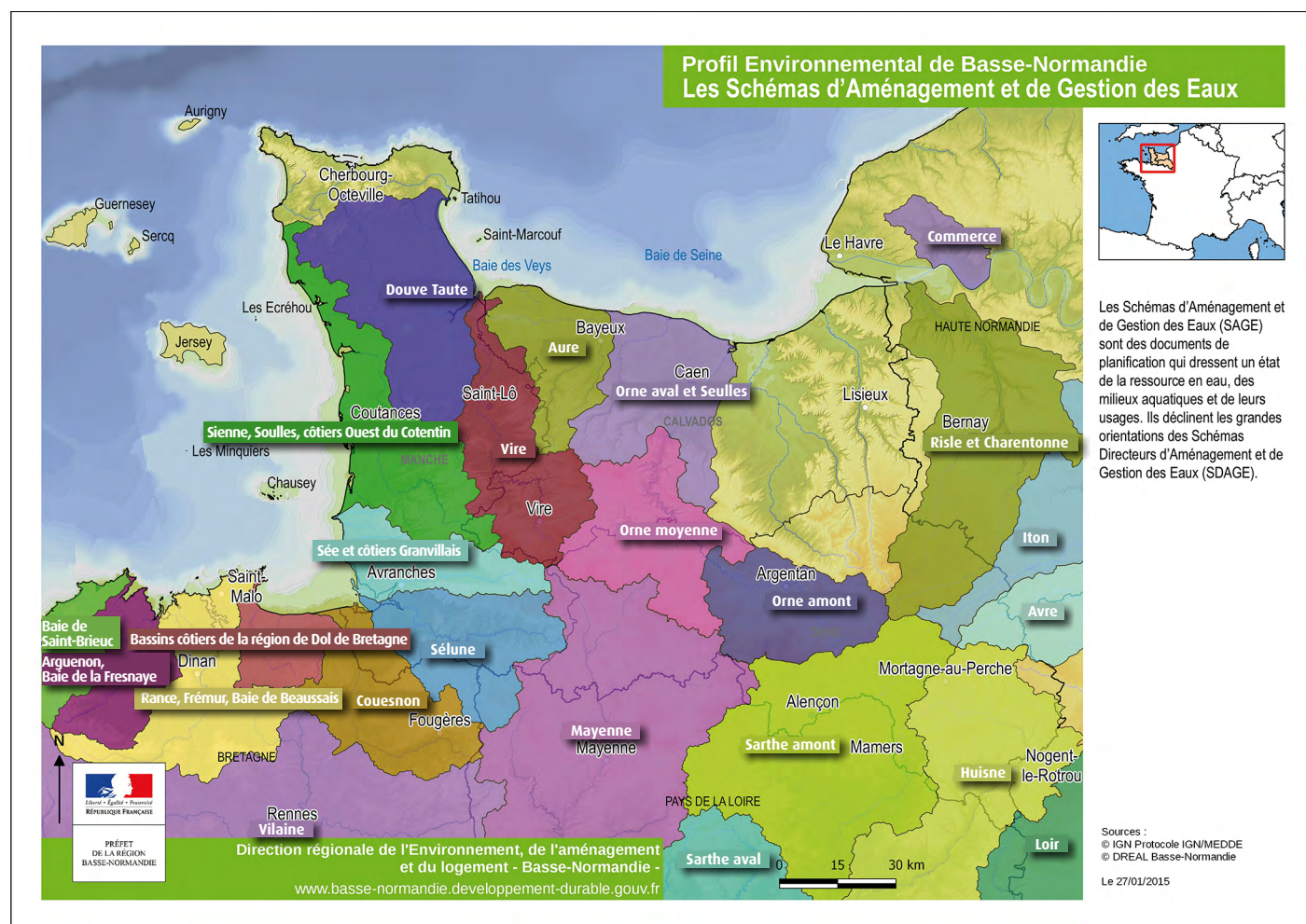
Le SDAGE Loire-Bretagne :
www.eau-loire-bretagne.fr

Le SAGE dresse un constat de l'état de la ressource en eau, des milieux aquatiques et de leurs usages. Puis, il fixe les objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection. Il définit ensuite les priorités à retenir et les actions à entreprendre pour atteindre ses objectifs. Le projet de SAGE est soumis à plusieurs consultations (comité de bassin, collectivités...), puis est arrêté par le préfet coordonnateur du SAGE après enquête publique.

Vallée de L'Orne



Patrick Galineau/DREAL BN



2 L'état des masses d'eau de surface

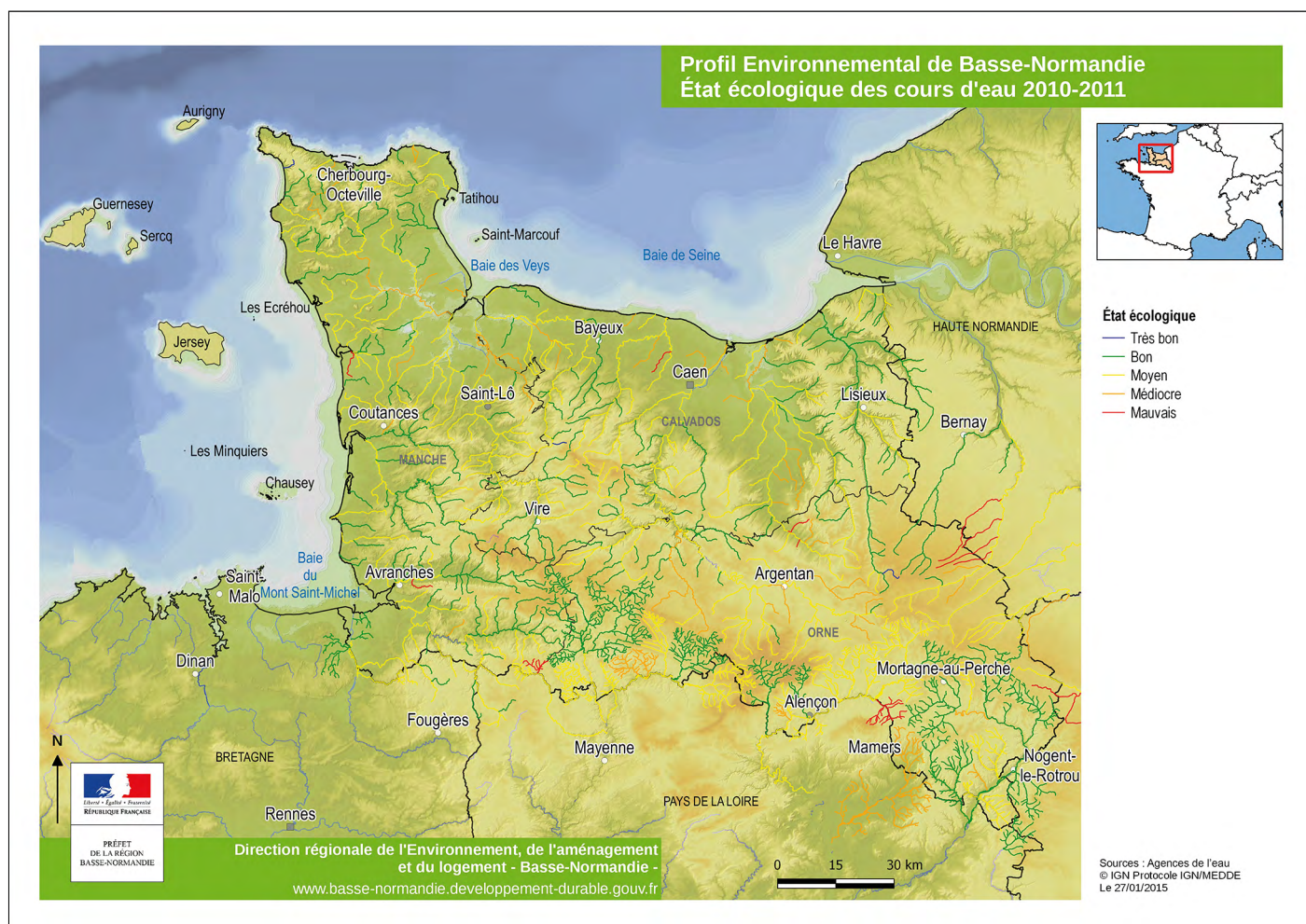
L'état des masses d'eau de surface est estimé à partir d'un état écologique et d'un état chimique.

L'état écologique des masses d'eau de surface

En application de la Directive Cadre sur l'Eau, la France s'est fixé des objectifs ambitieux pour la reconquête de ses milieux aquatiques. **La plupart des masses d'eau de Basse-Normandie avait pour objectif l'atteinte du bon état écologique en 2015.** Cependant, plusieurs d'entre elles font l'objet de reports de délais.

Moins de la moitié des masses d'eau de surface est en bon ou très bon état (200 masses d'eau sur 446). 189 masses d'eau sont en état moyen, 56 sont en état médiocres ou très mauvais état. Pour celles-ci, des actions sont à conduire rapidement compte-tenu de leur ampleur (cf. carte).

Ainsi, la Vire est en report de délai 2021 et 2027, principalement à cause de l'hydromorphologie. Ce cours d'eau a été en effet chenalisé par la navigation et parsemé de nombreux seuils, anciens moulins ou ouvrages hydroélectriques.



La Douve et l'Orne amont sont également en report de délai 2027 pour des raisons comparables. La Dives l'est en raison notamment de ses fortes concentrations en nitrates et d'une hydromorphologie altérée.

Par ailleurs, de nombreux cours d'eau n'atteignent pas le bon état global en 2015 en raison de la **difficulté d'améliorer rapidement leur état chimique**. En effet, les paramètres chimiques déclassants ont, pour la plupart, des sources diffuses et dispersées et les actions à mettre en œuvre pour les réduire impliqueraient des évolutions structurelles importantes de la société. Concernant les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) par exemple, en raison de leur forte rémanence dans l'environnement, un report de délai était nécessaire. Les reports de délai sont définis par les SDAGE.

État écologique des masses d'eau superficielles en Basse-Normandie

Source : Agences de l'eau

	État écologique	2006-2007	2010-2011
Nombre de masses d'eau superficielles	Très bon état	11	3
	Bon état	165	197
	État moyen	201	189
	État médiocre	49	43
	Très mauvais état	18	13
	Non défini	2	1
Pourcentage de masses d'eau superficielles	Très bon état	2,5 %	0,7 %
	Bon état	37 %	44,2 %
	État moyen	45,1 %	42,4 %
	État médiocre	11 %	9,6 %
	Très mauvais état	4 %	2,9 %
	Non défini	0,4 %	0,2 %

Les obstacles à la continuité écologique des cours d'eau

De très nombreux ouvrages perturbent la continuité écologique des cours d'eau. Ils empêchent notamment la migration et la reproduction des espèces. L'ONEMA a en charge le recensement des obstacles à l'écoulement (Référentiel dit « ROE »).

Le classement des cours d'eau est adossé aux schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux. Sa portée a été élargie à la notion de continuité écologique, conformément à la Directive Cadre sur l'Eau. Elle intègre également les obligations issues du règlement européen « Anguille ».

Deux classes sont définies par la réglementation :

• Classe 1 ► objectif de préservation

Cette classe concerne les cours d'eau sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.

Chiffres clés



- **112 obstacles** avaient été qualifiés d'« **ouvrages Grenelle** » au regard de leur caractère infranchissable pour de nombreuses espèces aquatiques en Basse-Normandie
- **21 %** sont des **ouvrages hydroélectriques**. cette liste a été élargie à des ouvrages dits « prioritaires » en raison de leur impact sur les cours d'eau

La Seulles à Chouain (14)



Paul Colin/DREAL BN

• Classe 2 ► objectif de restauration

Cette classe concerne les cours d'eau pour lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant au plus tard dans les 5 ans après publication de la liste.

Les ouvrages prioritaires doivent faire l'objet de travaux afin d'en limiter les impacts. Parmi les espèces les plus perturbées par les ouvrages hydrauliques, **l'anguille est menacée d'extinction à l'échelle européenne** (réduction de 10 à 15 % des stocks par an). La Basse-Normandie est fortement concernée par le plan de gestion national (cf. encadré). Les efforts réalisés en application de la réglementation européenne doivent lui permettre de prochainement pouvoir recoloniser une partie des hauts bassins côtiers de la région.

Les ouvrages les plus importants constituent non seulement des contraintes physiques à la circulation des espèces mais aussi des perturbateurs écologiques en ce sens qu'ils favorisent la diminution de la vitesse du courant et donc l'élévation de la température des eaux. La chaîne trophique naturelle en est fortement perturbée.



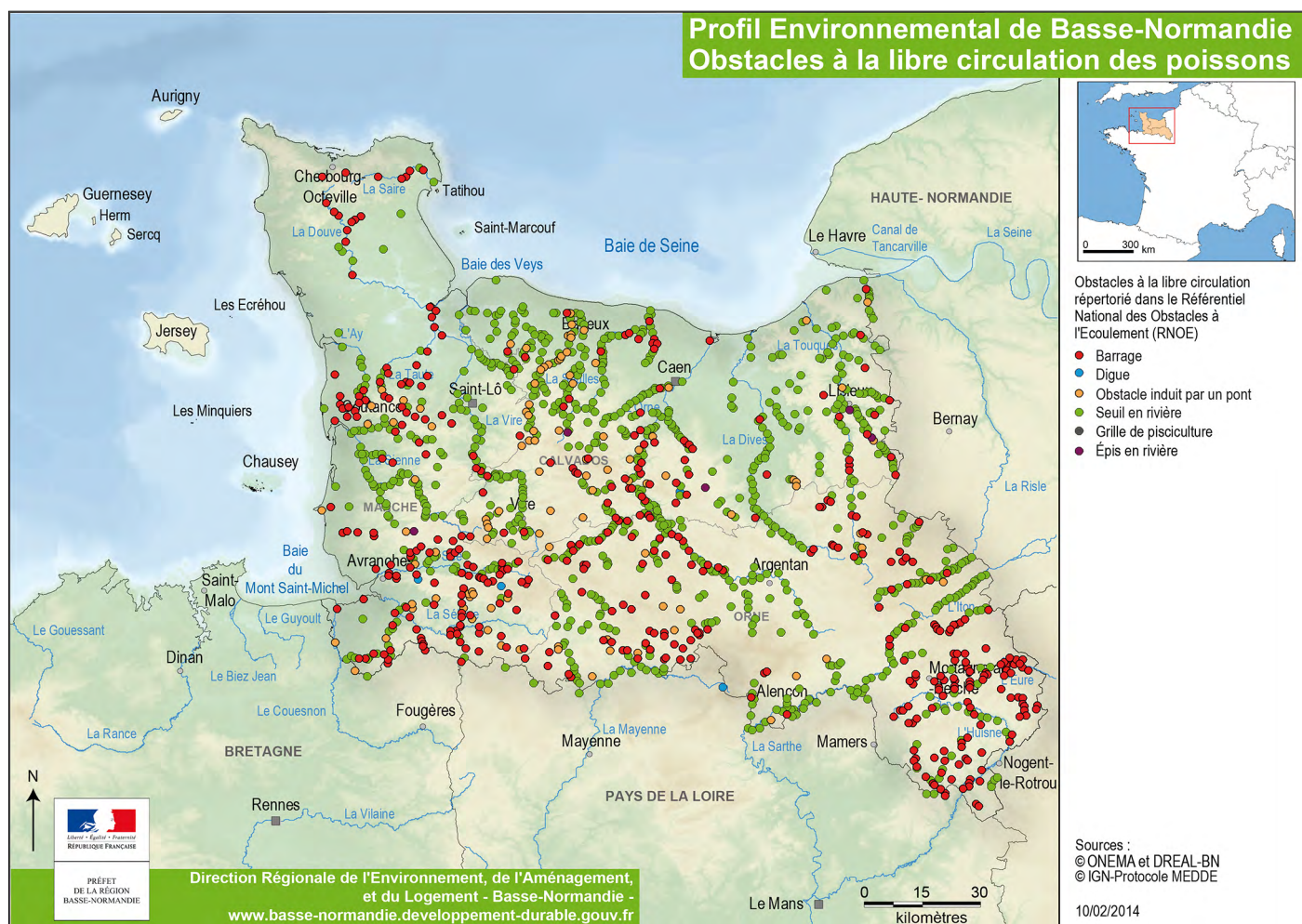
Textes

La population d'**anguilles euro-péennes** est aujourd'hui menacée de disparition. Face à cette situation, un règlement européen a été adopté en septembre 2007 afin que chaque État se dote d'un plan de gestion de sauvegarde de l'espèce. Les mesures prises par la France portent sur :

- les différents types de pêcheries ;
- les obstacles à la circulation des anguilles ;
- le repeuplement ;
- la restauration des habitats ;
- et les contaminations.

Il est décliné par les différentes unités de gestion (bassins hydrographiques) avec des niveaux de priorités selon les cours d'eau. Ainsi, pour la Basse-Normandie, la Vire, la Douve et une partie de l'Orne et de la Seine sont des tronçons d'action de priorité 1.

Pour en savoir plus : www.onema.fr/



L'état biologique

La région Basse-Normandie bénéficie d'une bonne diversité de peuplements, que ce soit du point de vue des invertébrés ou des poissons. Cette diversité se traduit par une densité significative de stations du réseau national de référence pérenne.

Sur ce réseau, la région recense plus de 200 taxons d'invertébrés aquatiques, dont 13 genres d'insectes pléoptères, niveau remarquable pour une zone de plaine, et 45 genres d'insectes trichoptères. Certains sont rares et indicateurs de très bonne qualité, tels que les genres *Diplectrona* ou *Philopotamus* qui sont inféodés à des petits cours d'eau frais et bien oxygénés.

Les principales pressions impactant les communautés d'invertébrés concernent les nutriments et la modification des écoulements. La présence de biefs et de retenues associés à des apports de nutriments comme le phosphore favorise les phénomènes d'eutrophisation qui modifient les peuplements.

Les **apports de matière organique issus des activités humaines constituent l'une des pollutions majeures des milieux aquatiques**. Ces apports, même modérés, perturbent les chaînes alimentaires et provoquent la disparition des taxons les plus sensibles et la prolifération des espèces tolérantes aux pollutions organiques.

L'impact des pollutions diffuses (nutriments, pesticides, hydrocarbures...) sur les communautés d'invertébrés est difficile à qualifier et quantifier. Le développement de nouveaux indices biologiques devrait permettre à terme de mieux apprécier la responsabilité de ces pollutions dans la dégradation des milieux aquatiques. L'effet des ces polluants sur ces milieux varie en fonction de leurs concentrations et de phénomène de synergie entre les molécules : une substance à une concentration donnée peut être sans effet mais, associée à d'autres molécules, elle peut devenir un polluant.

Comparativement aux autres régions de plaine, la Basse-Normandie affiche un bilan global plutôt bon. Les fortes pollutions ponctuelles ou chroniques ont quasiment disparu grâce au développement des réseaux d'assainissement. Cependant, l'assainissement de type collectif peut parfois provoquer une dégradation de l'état des cours d'eau en tête de bassin, là où le milieu récepteur n'a pas la capacité d'absorber les charges organiques et de nutriments des rejets des stations d'épuration. Dans ce cas, il est préférable de privilégier l'assainissement individuel.

Les **secteurs qui affichent un niveau de bon état correspondent principalement aux zones de bocage**, peu urbanisées, où la somme des pressions est faible, comme dans le Pays d'Auge. Inversement, les cours d'eau les plus dégradés sont localisés sur les territoires dominés par une agriculture intensive et/ou plus densément peuplés comme la campagne de Caen. Cependant, certains petits cours d'eau en tête de bassins versants peuvent être très dégradés, même sans agriculture intensive ou population dense. Cela concerne notamment certains cours d'eau du département de l'Orne, comprenant plusieurs têtes de bassins.

Selon l'indice « diatomées », l'ensemble de la région présente des conditions relativement moyennes, avec des charges en nutriment ou en matière organique



Définition

Taxon : terme générique désignant une famille, une espèce, un genre

Trichoptère sericostoma



Fabrice Parais/DREAL BN



Les effets

Les impacts sanitaires des pollutions biologiques

L'amélioration des conditions d'hygiène rend les pathologies d'origine hydrique moins fréquentes et généralement plus bénignes (gastro-entérites, diarrhées...). Cependant le risque microbiologique ne doit pas être sous-estimé. Ce risque dépend entre autres de l'état de santé général du consommateur/usager, de sa sensibilité, de la nature et de la concentration des germes pathogènes présents dans l'eau ainsi que du mode de contamination.

Si le risque par ingestion est majeur, l'eau peut être aussi à l'origine de risques sanitaires à son contact lors de baignade (dermatites...) ou lors de son inhalation (légionelloses).

La mise en œuvre de la directive eaux résiduaires urbaines (DERU) a fait faire des progrès substantiels dans le traitement des eaux usées domestiques.

significatives. Les secteurs les moins influencés par la matière organique ou les nutriments se situent dans l'Est de la région, sur les bassins de l'Orne amont, la Dives amont ou la Touques. Les eaux relativement peu acides y amoindrissent l'impact des pressions anthropiques.

L'état physico-chimique

Les rivières de Basse-Normandie sont globalement en assez bonne qualité physico-chimique, notamment si on les compare aux cours d'eau des régions limitrophes. **Les principaux déclassements sont liés au phosphore, à l'oxygène dissous et au carbone organique dissous.**

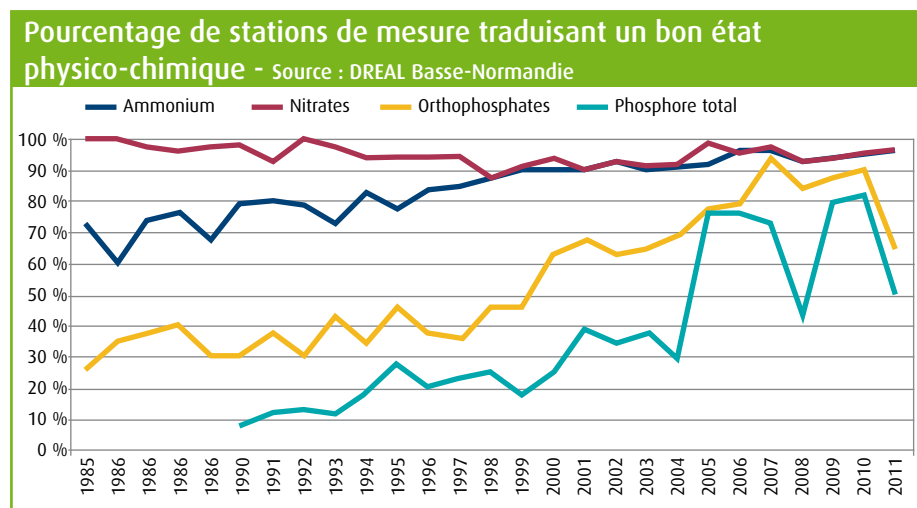
Le **phosphore** est lié aux rejets ponctuels domestiques ou industriels ou se trouve mobilisé depuis les sols par ruissellement. Il décline certains cours d'eau des bassins de l'Aure, de la Dives, de la Seulles ou de l'Orne aval, de la Sélune et de la Vire. Au niveau du bassin Seine-Normandie, parmi les critères physico-chimiques, les composés du phosphore (orthophosphates et phosphore total) sont les paramètres qui déclassent la qualité des cours d'eau sur le plus grand nombre de stations de surveillance.

Les **nitrites** sont essentiellement produits par pertes diffuses d'origine agricole, ils déclassent notamment les bassins du Couesnon, de la Sélune, de la Dives et de l'Orne aval. En Seine-Normandie, la pression potentielle en azote agricole reste forte sur le bassin. Il convient de souligner que les concentrations en nitrates des eaux superficielles continuent d'augmenter même si cela reste peu déclassant d'une manière générale.

Le **carbone organique dissous** décline quelques rivières. Il a souvent, le long du littoral bas-normand, une origine naturelle. C'est le cas notamment dans les marais de la Dives, du Cotentin et du Bessin.

Au delà de ces points noirs récurrents, de nombreuses rivières restent fragiles en situation d'étiage sévère, situations au cours desquelles la dilution par ruissellement devient faible. Ce fut le cas en 2011 pour le phosphore avec de mauvaises voire très mauvaises qualités observées dans l'Orne amont, la Baize, la Druance, la Rouvre et, la Sienne.

Globalement, la qualité physico-chimique des rivières de la Basse-Normandie a évolué positivement ces dernières années. Le graphique ci-dessous présente l'évolution, pour certains paramètres, du taux de station de mesures en bon état.



? Définition

Les **diatomées** sont des microalgues unicellulaires planctoniques (de quelques micromètres en général). Un indice « diatomées » permet d'évaluer la qualité d'un milieu.

Une diatomée : *Cocconeis placentinas*



Fabrice Parais/DREAL BN

Les effets

Les impacts écologiques du phosphore

La présence excessive de nutriments dans les eaux (azote et phosphore) provoque l'eutrophisation du milieu. Cet apport de substances nutritives en grande quantité augmente la production végétale. Celle-ci entraîne des troubles dans les conditions de reproduction et d'alimentation des poissons. Les algues filamenteuses sont aussi susceptibles de dégrader la qualité des herbiers (lieux d'abri) en se substituant à d'autres végétaux.

La présence en excès de végétations aquatiques peut entraîner de fortes variations de la concentration en oxygène et du pH. La baisse du taux d'oxygène provoque la disparition des espèces telles que les salmonidés au profit d'espèces exigeant peu d'oxygène. Un développement excessif des algues peut provoquer également un colmatage des prises d'eau et des pompes par les algues ce qui crée des difficultés dans le traitement de l'eau brute.

Les paramètres caractérisant les rejets ponctuels de matière organique (NH_4 , NO_2 , DBO_5) montrent une constante amélioration liée à la résorption progressive des points noirs (gros rejets polluants). Les derniers progrès sont le fruit de la mise en œuvre, ces dernières années, des réglementations issues de la directive Eaux Résiduaires Urbaines (cf. chapitre « fonctionnalités et usages de l'eau »).

► **L'amélioration concernant le phosphore** s'explique surtout par l'abandon progressif des phosphates lessiviels. L'amélioration des performances épuratoires des stations de traitement des eaux n'a en effet été significative que ces dernières années. Mais il est possible que les quantités de phosphore particulière (matières en suspension...) émises dans le milieu soient actuellement sous-estimées. La part issue des versants (terres agricoles) reste significative mais difficilement quantifiable.

► **Concernant les nitrates**, le seuil de 50 mg/l est adapté à la préservation de l'alimentation en eau potable et à la protection des espèces aquatiques peu sensibles. De nombreuses études montrent pourtant que les premiers signes de perturbation des peuplements végétaux aquatiques apparaissent dès 10 mg/l. Certaines espèces aquatiques telle la mulette perlière (moule d'eau douce) voient leur cycle de reproduction compromis par des teneurs supérieures à 5 mg/l. À travers ce prisme, le constat est donc plus sévère : plus de 60 % des stations de mesure ont des teneurs supérieures à 25 mg/l (cf. encadré sur la directive « nitrates »).

Les flux de nitrates varient beaucoup d'un bassin versant à un autre. Ils dépassent fréquemment les 100 kg $\text{NO}_3\text{-N}/\text{ha.an}$ en valeurs brutes pour l'Orne et la Seulles, alors qu'ils sont de l'ordre de 30 kg $\text{NO}_3/\text{ha/an}$ dans la Vire, dans tous les côtiers manchois et dans la Touques.

Des progrès sont à attendre avec le développement des zones naturelles de dénitrification (zones humides, zones rivulaires, radiers fonctionnels) et le développement de systèmes de production agricole raisonnés.

Les pollutions d'origine agricole se retrouvent dans le milieu naturel le plus souvent sous forme diffuse. Ce problème est lié en partie à l'utilisation d'engrais et aux rejets d'effluents d'élevage. La plaine de Caen-Falaise-Argentan, le Sud Manche et les bassins de la Sée et de la Sélune sont particulièrement touchés par des teneurs élevées en nitrates.

Les pratiques agricoles en matière d'apport azoté sont désormais très réglementées. Dans les zones vulnérables, les programmes d'action successifs dits « directive nitrates » encadrent la protection des eaux contre la pollution par les nitrates.

Plusieurs pratiques se sont imposées, telles que :

- le raisonnement de la fertilisation ;
- la tenue de cahiers d'épandage ;
- le fractionnement des apports de l'azote ;
- l'instauration de périodes d'interdiction d'épandage et les conditions de stockage des effluents organiques ;
- le maintien de bandes enherbées le long des cours d'eau ;
- l'obligation de couverts pendant les intercultures...



Les effets

Impacts sanitaires et écologiques des nitrates

Des concentrations trop élevées en nitrates peuvent provoquer de maladies chez l'homme (le nourrisson notamment) et perturbent fortement les milieux (eutrophisation) par prolifération de certaines espèces et destruction d'autres.

Culture de blé



Séverine Bernard/DREAL BN

Les indices hydromorphologiques

L'hydromorphologie correspond aux caractéristiques physiques et naturelles des rivières : son lit (composition des fonds...), ses berges (structure de leur végétation...), son parcours, son tracé (rectiligne ou sinueux...) et son rythme. Un courant rapide est propice aux salmonidés. Un écoulement lent est plutôt favorable au brochet ou à la carpe. La morphologie du cours d'eau est liée au transit de l'eau et des sédiments dans le lit mineur.

Les altérations hydromorphologiques modifient le fonctionnement naturel des cours d'eau. Elles sont notamment liées aux pressions anthropiques. Les sources d'altérations sont par exemple :

- les obstacles à l'écoulement ;
- la chenalisation ;
- le curage ;
- la rectification du tracé ;
- l'extraction de granulats ;
- la suppression de ripisylves ;
- le drainage ou l'irrigation.

Ces dégradations physiques peuvent nuire au bon état écologique des cours d'eau en entraînant par exemple :

- la disparition et l'uniformisation des habitats ;
- l'interruption de la continuité écologique (isolement génétique, blocage des migrations ancestrales des espèces et des sédiments) ;
- la modification du régime hydrologique ;
- le colmatage des substrats ;
- la déconnexion des annexes hydrauliques.

On distingue plusieurs niveaux d'échelle pour étudier l'hydromorphologie des cours d'eau :

- le bassin versant ou la vallée (liée directement à la géologie et au climat) ;
- le tronçon de cours d'eau (concerné notamment par l'occupation des sols) ;
- les peuplements aquatiques (partie de cours d'eau de quelques dizaines de mètres ou centimètres directement influencée par les aménagements).

La région dispose de trois grands types de vallées :

- les vallées à fond plat, correspondant aux secteurs de marais ou/et à la partie aval des grands cours d'eau ;
- les vallées en « gorges » (Vire, Sée, Sélune, Orne, Touques) ;
- les vallées dites « ordinaires », les plus nombreuses.

Les travaux de l'Université de Caen (Lespez et al, 2010) ont permis de retracer l'évolution des vallées normandes qui s'est essentiellement faite, depuis quelques millénaires, sous l'action de l'homme. La mise en culture progressive des plateaux puis des versants jusqu'à la période gallo-romaine a entraîné le remplissage des fonds de vallée par des sédiments et le remplacement de zones de marais par des prairies humides.

La Vire (14)



Marc Heller

Ouvrage sur les Marais de la Dives (14)



Sandrine Héricher/DREAL BN

L'apparition des premiers aménagements hydrauliques et leur intensification au cours du Moyen-âge, pour répondre aux besoins énergétiques et industriels croissants, ont marqué la mise en biefs et l'apparition de nombreux obstacles dont beaucoup persistent à ce jour. **Des ruptures majeures sont intervenues au cours du XVIII^e et XIX^e siècle avec la pose des portes à flots**, comme celles d'Isigny-sur-Mer (Aure inférieure, 1731) et des Veys (Vire, 1825). Quelques grands barrages ont également vu le jour au cours du XX^e siècle parmi lesquels la Caserne à Pontorson (Coesnon, 1968), Vezins (Sélune, 1932) et Le Gast (Sienne, 1987).

Les années d'après-guerre avec la Reconstruction, les besoins croissants en alimentation et par conséquent l'évolution des pratiques agricoles, ont entraîné de nombreux drainages et recalibrages, affectant particulièrement les cours d'eau de tête de bassin. Le retournement et la mise en culture de prairies ainsi que la suppression de zones humides ont fortement impacté l'état des milieux. Aujourd'hui, la déprise agricole et la patrimonialisation de certains espaces laissent à penser qu'une nouvelle mutation est en cours.

Ruisseau naturel



DREAL BN

Cours d'eau recalibré



ONEMA

Portes à flot du pont au Douet à Isigny-sur-Mer (14)



Paul Colin/DREAL BN

L'état chimique des masses d'eau de surface

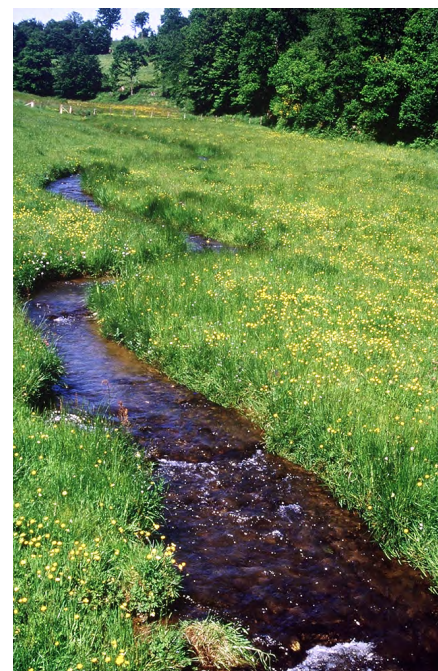
D'après les données 2010-2011 du réseau de surveillance, 217 masses d'eau sont en mauvais état chimique et 104 sont en bon état. Pour 125 masses d'eau, l'état n'est pas défini. **Au total donc, presque la moitié des masses d'eau sont en mauvais état chimique.**

État chimique des masses d'eau de surface en Basse-Normandie

Source : Agences de l'eau

	État chimique	2006-2007	2010-2011
Nombre de masses d'eau superficielles	Bon état	35	104
	Mauvais état	182	217
	Non défini	229	125
Pourcentage de masses d'eau superficielles	Bon état	7,8 %	23,3 %
	Mauvais état	40,8 %	48,7 %
	Non défini	51,3 %	28 %

Ruisseau à Yvrandes (61)



ONEMA

Profil Environnemental de Basse-Normandie État chimique des cours d'eau 2010-2011-2012



Les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)

Les HAP sont les principaux éléments déclassants. Leur diffusion dans l'environnement est essentiellement atmosphérique. Elle est notamment d'origine humaine **avec la circulation automobile, la combustion du bois, du charbon et du fioul, l'incinération d'ordures ménagères, la production de goudron, d'asphalte ou le raffinage du pétrole.** Peu solubles, ils ont tendance à se fixer sur les matières en suspension et à s'accumuler dans les sédiments et les organismes vivants.

Les HAP font partie des polluants prioritaires du fait de leur toxicité. Ce sont des molécules biologiquement actives dont les métabolites peuvent se fixer sur des protéines, l'ARN, l'ADN et provoquer des dysfonctionnements cellulaires. Certaines d'entre elles sont cancérogènes et mutagènes, y compris pour l'homme.

Les pesticides

Les principaux pesticides retrouvés dans les eaux superficielles sont des herbicides : l'isoproturon, le triclopyr, le dinoterbe et la bentazone. Les molécules qui présentent le nombre de dépassements des normes de qualité environnementales (NQE) le plus important sont le dinoterbe, l'AMPA et le triclopyr (source : ADES, 2012).

L'atrazine et la déséthyl atrazine sont encore souvent détectés, bien qu'ils soient interdits depuis longtemps, mais à des teneurs faibles presque toujours inférieures à 0,1 µg/l.

Ces éléments sont à compléter et mettre en perspective au regard :

- des analyses des eaux souterraines (cf. plus loin, paragraphe « eaux souterraines ») ;
- des résultats des prélèvements sur la ressource pour l'eau potable (source : ARS).

L'Agence Régionale de Santé effectue un suivi des captages destinés à la consommation humaine dans les eaux brutes superficielles. Compte tenu du mode de contamination qui se fait par ruissellement des eaux à la surface des terrains, toutes les eaux superficielles peuvent être affectées lors d'épisodes plus ou moins significatifs qui suivent l'épandage des produits phytosanitaires. Le contrôle sanitaire réalisé de manière aléatoire ne permet pas d'appréhender de manière exhaustive les pics de pollution.

L'analyse des résultats de l'ARS au niveau des eaux brutes superficielles pour 2013/2014 montre que le glyphosate et l'AMPA sont très souvent détectés. On retrouve de l'AMPA dans près de 60% de détection et avec plus de 38 % de dépassement de la valeur de 0.1 µg/L. Le glyphosate est présent dans près de 32 % de détection et plus de 14 % de dépassement de la valeur de 0.1 µg/L.

Le tryclopyr, le métolachlore, le métaldéhyde, l'isoproturon, le 2-4 D, l'atrazine-déséthyl, l'atrazine-2hydroxy, la bentazone, le dimzetachlore, le nicosulfuron, le métazochlore sont les principales autres molécules retrouvées avec un taux de détection supérieure à 3 %.



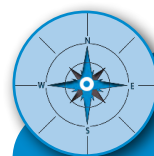
Les effets

Les impacts sanitaires

Les pesticides (dits aussi « produits phytosanitaires ») peuvent provoquer des intoxications aiguës des utilisateurs. Les **risques à long terme** sont plus difficiles à apprécier. De nombreuses études épidémiologiques ont cependant mis en évidence des **effets retardés sur la santé, principalement dans le champ des cancers, des effets neurologiques et des troubles de la reproduction** (Source : Agence Régionale de Santé).

Les impacts sur les milieux aquatiques

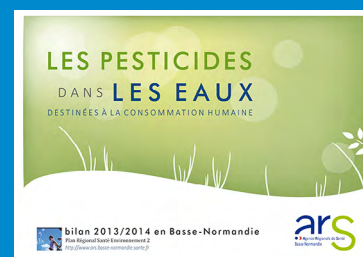
L'impact des pesticides sur les écosystèmes aquatiques est sans aucun doute un facteur de dysfonctionnement qui s'ajoute aux autres pressions. Les pesticides se retrouvent souvent dans les eaux sous forme de cocktail de plusieurs molécules qui, même à des concentrations faibles, peuvent impacter le milieu et provoquer la disparition de certaines espèces.



Repères

Pour en savoir plus :

Agence Régionale de Santé de Basse-Normandie. *Les Pesticides dans les eaux destinées à la consommation humaine. Bilan 2013/2014 en Basse-Normandie.* 2015. 78 pages.



Les phtalates

Les **phtalates**, utilisés majoritairement comme plastifiants ou en cosmétiques, sont détectés en quantité excessive sur plusieurs cours d'eau bas-normands. Leur écotoxicologie est déterminée à travers la capacité qu'ils ont à provoquer, en laboratoire, des effets secondaires à des doses relativement élevées sur certains animaux : baisse de la fertilité, atrophie testiculaire, mortalité fœtale et malformations.

Les **phtalates**, utilisés majoritairement comme plastifiants



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

Les PCB

Les composés de la famille des PCB sont présents en quantité importante dans plusieurs masses d'eau. Ils déclassent la Seine. En raison du risque qu'ils représentent, ils font l'objet d'un suivi spécifique. En effet, la faible connaissance des rejets et incidents passés ne garantit pas l'absence de contamination locale des sédiments de certains cours d'eau de Basse-Normandie.

D'après les études menées dans le cadre du GIP Seine aval, **l'estuaire de la Seine et la Baie de Seine sont les zones les plus contaminées du littoral français par les PCB**. La pêche des anguilles en vue de la commercialisation et de la consommation est interdite par arrêté préfectoral du 23 janvier 2008 dans la Seine et une partie du littoral du Calvados. Cette interdiction s'est étendue à la sardine en Baie de Seine (Barfleur à Dieppe) en 2010 et localement aux tourteaux et aux étrilles en 2011 (cf. partie « Mer et littoral »).

Le Pont de Normandie



Benoît Malbaux/DREAL BN

Les établissements industriels et les stations d'épuration sont des contributeurs d'apport en PCB dans les cours d'eau. Cependant, ces rejets ont été quantifiés et représentent, au niveau national un flux inférieur à 15g/j dont 1/3 pour des établissements raccordés à une station d'épuration. Pour les établissements industriels de Normandie (193 établissements participant à l'enquête), le flux des 7 PCB représente un peu plus de 1g/j et aucun secteur industriel ne ressort comme majoritairement contributeur (MEEDDAT et INERIS, 2008).

Les métaux lourds

Les métaux lourds ont des origines variées. Les éléments traces, présents sous une forme particulière dans les sols, sont mobilisés sous l'effet de l'érosion. Le ruissellement sur les sols, les chaussées, les émanations liées aux transports et à l'industrie s'ajoutent à ces sources naturelles ou non dues à l'érosion.

L'industrie est à l'origine de la quasi-totalité des rejets de métaux lourds dans l'eau. Elle a souvent privilégié les sites à proximité des cours d'eau, à la fois pour le transport de matières premières, pour l'alimentation en eau et pour les possibilités de rejets des effluents industriels. Les principaux établissements industriels se sont dotés de stations d'épuration spécifiques.

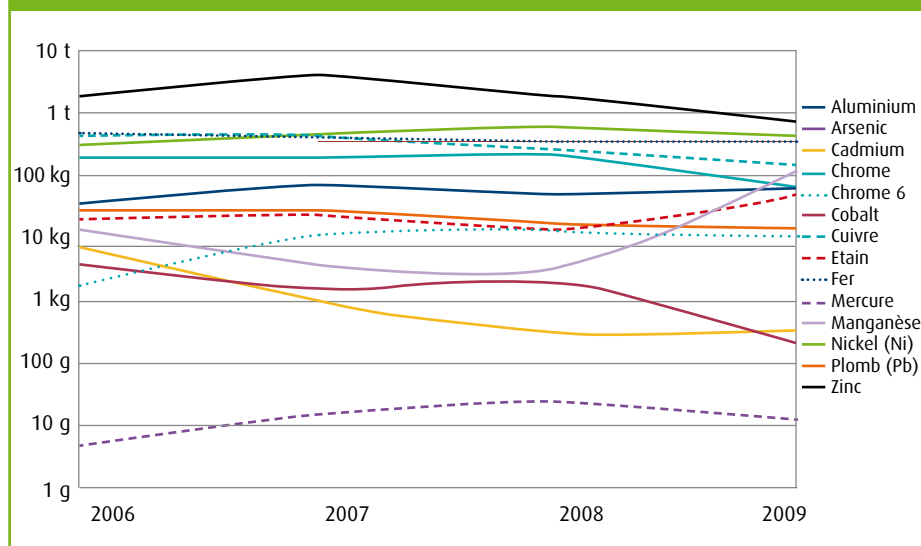
Depuis 2006, les rejets de métaux sont suivis plus finement et les processus industriels liés à l'utilisation des métaux lourds ont sensiblement évolué.

Ainsi, le chrome VI a été remplacé par l'utilisation de bains à base de zinc ou de manganèse. La connaissance des rejets de ces substances a évolué au fur et à mesure de la prescription de mesures de suivi. On peut également noter un impact notable de la mise en œuvre de la Directive européenne 2008/1/CE du 15 janvier 2008 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (IIPC) sur la réduction globale des rejets de métaux.

Rejets métalliques effectués annuellement dans les cours d'eau par les activités industrielles en Basse-Normandie, Seine exclue

Ce graphique ne prend pas en compte les rejets des régions limitrophes

Source : DREAL



Repères

Les composés de la famille des PCB (polychlorobiphényles) sont exclusivement d'origine humaine. Leur production a été arrêtée dans les années 1980. Ils étaient utilisés en tant que fluides diélectriques, caloporteurs, lubrifiants, additifs ignifugeants, agents plastifiants ou adhésifs. Ils sont très peu biodégradables. Leur demi-durée de vie peut excéder 2000 ans. Ils font partie des contaminants bio-accumulables fréquemment trouvés dans les graisses humaines et animales et dans le lait. Ils sont classés cancérigènes probables ou certains selon les molécules. Ils sont aussi écotoxiques et reprotoxiques, y compris à faible dose en tant que perturbateurs endocriniens.



Les effets

Les impacts sanitaires et écologiques des métaux lourds

L'eau entraîne des réactions chimiques avec les métaux lourds liées à l'acidité, l'alcalinité, la température, l'oxygénation... Les milieux aquatiques y sont très sensibles : les éléments se concentrent au fur et à mesure des absorptions dans la chaîne alimentaire (eau, plancton, poisson herbivore, poisson carnivore, homme...).

Les métaux lourds sont des micropolluants qui peuvent entraîner des nuisances même quand ils sont rejetés dans des quantités très faibles car leur toxicité se développe par bio-accumulation (cf. parties « Air » et « Sols »).

La réglementation étant de plus en plus stricte, on estime globalement que les rejets de métaux diminuent. Toutefois, le suivi de ces rejets étant beaucoup plus fin et complet qu'auparavant, on constate, dans les bilans annuels, un maintien voire une augmentation des derniers.

Chevalier Gambette (*Tringa totanus*)
et Combattant varié (*Philomachus pugnax*)

Les polluants dits « émergents »

Actuellement de nouvelles molécules sont étudiées : elles sont qualifiées de « polluants émergents ». Ces polluants sont des substances que l'on trouve dans l'environnement au fur et à mesure de l'amélioration de la surveillance et des techniques d'analyses.

Selon la définition donnée par le réseau européen NORMAN, ce sont des substances non suivies de façon pérenne dans un réseau de surveillance. Il s'agit notamment de : stéroïdes, médicaments (antibiotiques, hormones), produits de dégradation de détergents non ioniques, désinfectants, phtalates, retardateurs de flamme, antioxydants...

L'Agence Régionale de Santé et l'Agence de l'eau Seine-Normandie ont mis en place, fin d'année 2006, une campagne de recherche de ces substances dans un échantillon représentatif des eaux vulnérables. L'étude réalisée sur un échantillon de captages a permis de confirmer la présence de médicaments ou de résidus dans certaines eaux utilisées comme ressources en eau potable, qu'elles soient souterraines ou superficielles. Le nombre de détections dans les eaux de surface est plus important que dans les eaux souterraines. Les concentrations relevées sont considérées comme relativement faibles par l'Agence Régionale de Santé.

On ne peut cependant exclure complètement la possibilité d'une toxicité chronique en raison du caractère persistant de certains résidus de médicaments dans les ressources en eau destinée à la consommation. Des concentrations, mêmes faibles ont des impacts sur les milieux. Ainsi, ces résidus de médicament sont parfois suspectés de perturber les systèmes endocriniens et d'altérer la fonction de reproduction de certaines espèces animales.



Michel Collard

③ L'état des masses d'eau souterraines

La définition de l'état des masses d'eau souterraines repose sur l'analyse de paramètres quantitatifs et chimiques.

L'état quantitatif

Selon les paramètres mesurés en 2010-2011, 21 masses d'eau sont en bon état quantitatif et 1 masse d'eau est en mauvais état (Sources : Agences de l'eau).

État quantitatif 2010-2011 des masses d'eau souterraine en Basse-Normandie

Source : Agences de l'eau

	État quantitatif	Nombre
Nombre de masses d'eau souterraines	Bon état	21
	Mauvais état	1
Pourcentage de masses d'eau souterraines	Bon état	95,5 %
	Mauvais état	4,5 %

Les prélèvements sur la ressource (captages, forages...) ont nécessairement des impacts sur les territoires : diminution du débit ou assèchement de cours d'eau, modification de la végétation, et de la biodiversité...

En année moyenne, les déséquilibres prélèvements / ressources restent limités en période sèche, mais des tensions quantitatives sont fréquentes sur le territoire comme par exemple dans les secteurs d'Alençon, de la Côte de Nacre et de la nappe de Sainteny. Ainsi, dans l'Isthme du Cotentin, certaines tourbières subissent des altérations mécaniques, biologiques et physico-chimiques en bordure des zones de captage. C'est également le cas dans les zones maraîchères de la côte Ouest de la Manche où les prélèvements facilitent la pénétration, certains étés secs, du biseau salé au sein des aquifères continentaux.

De plus, l'aquifère du bajo-bathonien et la nappe de la Dives sont en insuffisance chronique des ressources par rapport aux besoins. Les tensions qui en résultent (à secs temporaires de certains cours d'eau et baisse de la capacité de dilution des polluants) ont justifié la mise en œuvre d'une zone de répartition des eaux. Celle-ci est en cours de révision.

Toutes les masses d'eau souterraines de la région avaient pour objectif un **bon état quantitatif en 2015**, y compris la masse d'eau du bajo-bathonien ou du Cénomaniens où sont actuellement diagnostiquées des tensions quantitatives (cf. chapitre « risques »).

L'état chimique

Selon les paramètres mesurés en 2010-2011, 16 masses d'eau sont en mauvais état quantitatif et 6 masses d'eau sont en bon état (Sources : Agences de l'eau).

La plupart des masses d'eau souterraines de la région sont en mauvais état chimique.



Définition

Une « **zone de répartition des eaux** » (ZRE) est caractérisée par une insuffisance quantitative chronique des ressources en eau par rapport aux besoins. L'inscription d'une ressource (bassin hydrographique ou système aquifère) en « ZRE » constitue le moyen pour l'État d'assurer une gestion plus fine des demandes de prélèvements dans cette ressource, grâce à un abaissement des seuils de déclaration et d'autorisation de prélèvements. Un **plan d'action** doit par ailleurs être mis en œuvre pour revenir à l'équilibre quantitatif.

État chimique 2010-2011 des masses d'eau souterraine en Basse-Normandie

Source : Agences de l'eau

	État chimique	Nombre
Nombre de masses d'eau souterraines	Bon état	6
	Mauvais état	16
Pourcentage de masses d'eau souterraines	Bon état	27,3 %
	Mauvais état	72,7 %

Comme pour les masses d'eau de surface, des **objectifs de résultats sont définis pour le domaine souterrain**. Ils sont dans l'ensemble moins ambitieux en raison de l'inertie régissant les processus d'épuration dans les aquifères. Le délai de résorption des nitrates ou des pesticides, lorsque l'eau circule et se renouvelle lentement, est en effet très long. **Sur un plan qualitatif, la masse d'eau du bajo-bathonien, fortement impactée par l'agriculture intensive de la plaine de Caen-Argentan-Alençon, est en report de délai 2027.** Le Trias du Cotentin-Est et du Bessin, ainsi que le socle armoricain de l'Ouest et du Nord Cotentin sont en report 2021. L'état de ce dernier est dégradé par les pesticides utilisés en secteur légumier.

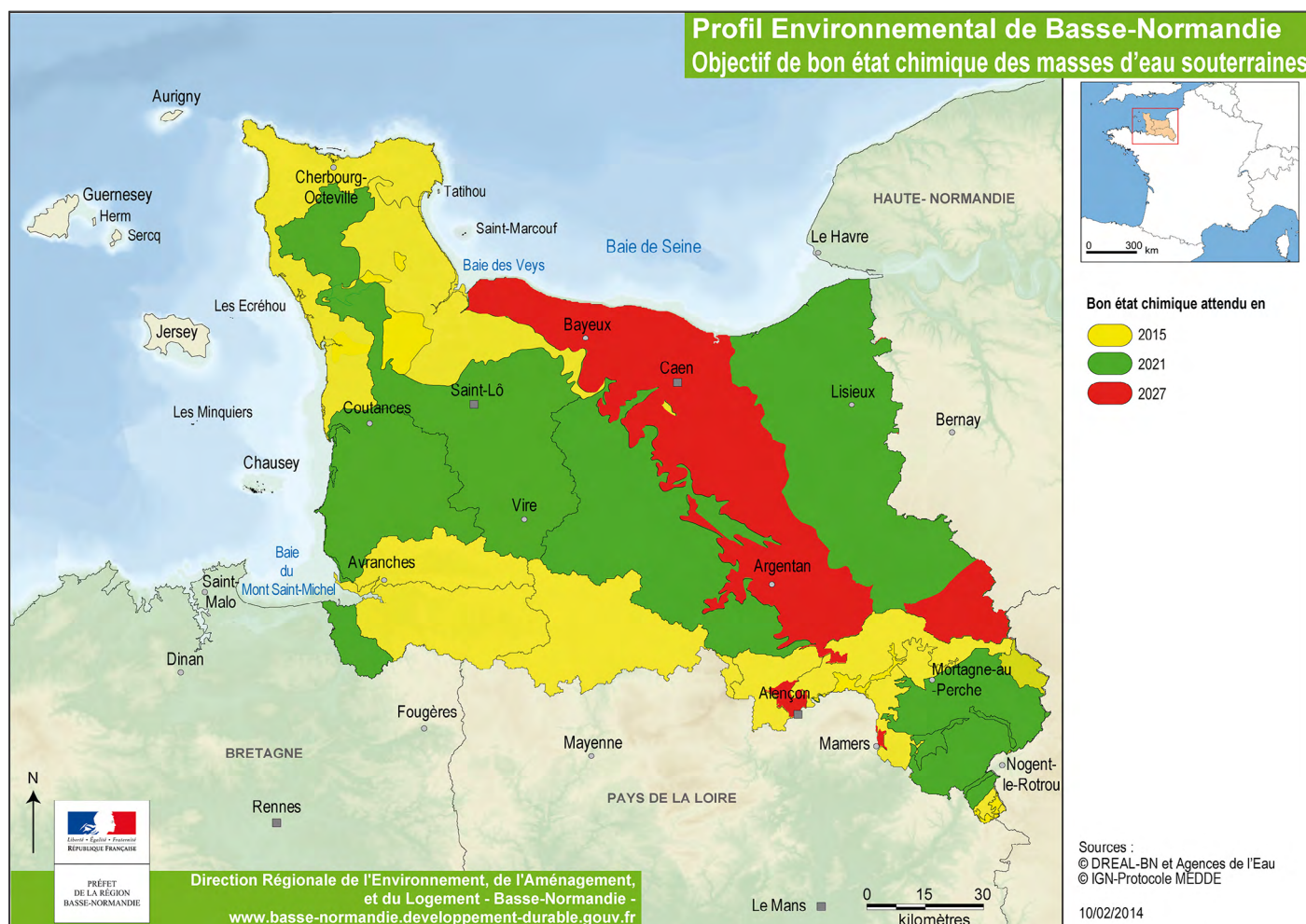
Les paramètres déclassant sont les **pesticides et/ou les nitrates**. Dans le Massif armoricain, seules les nappes des bassins versants de la Siennne, de la Douve et de la Vire sont en bon état chimique à ce jour. L'agriculture y est globalement moins intensive que sur le reste du territoire. Dans le Bassin parisien, les alluvions de la Sarthe et les nappes des bassins versants de l'Iton, de la Risle, du Loir et de la région d'Honfleur sont également classées en bon état chimique.



Textes

La **directive 2006/118 CE du 12 décembre 2006** sur la protection des eaux souterraines établit des mesures spécifiques visant à prévenir et à contrôler la pollution des eaux souterraines. Elle complète la Directive Cadre sur l'Eau.

Elle introduit des critères et une méthode pour l'évaluation de l'état chimique des eaux souterraines. Elle vise également à inverser les tendances à la hausse significative et durable des concentrations de polluants dans les eaux souterraines.



Les pesticides

L'analyse des résultats des données capitalisées par les agences de l'eau Seine-Normandie et Loire-Bretagne montre que **l'atrazine déséthyl est la molécule la plus souvent détectée dans les eaux souterraines**. Elle est présente sur 138 des 314 stations suivies en 2010. En revanche, le nombre de stations pour lesquelles cette molécule dépasse les normes de qualité environnementale diminue depuis 2007 (14 stations) pour atteindre en 2010, 4 stations. La bentazone arrive ensuite avec un taux de détection important (présence sur 27 des 282 stations suivies en 2010).

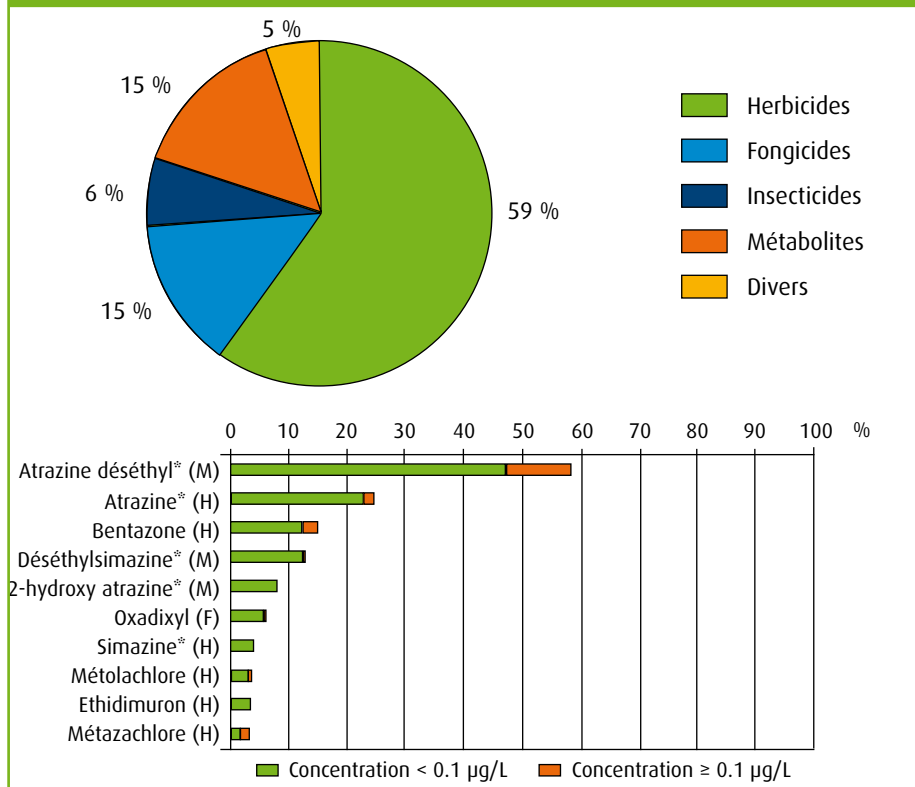
L'atrazine et l'atrazine déisopropyl sont souvent détectées mais à des teneurs plus faibles, en général inférieures à la norme de qualité environnementale. Il en est de même pour la simazine. Les aquifères principaux concernés sont les aquifères du Bajocien et du Bathonien et celui du Trias.

Le plan « Ecophyto » a pour objectif de réduire l'utilisation et les impacts des pesticides (cf. encadré). Le bilan des indicateurs 2013 de ce plan d'action concernant les eaux souterraines montre que sur 361 substances actives différentes recherchées, 62 d'entre elles ont été quantifiées au moins une fois en Basse-Normandie. Parmi celles-ci, on relève une proportion de plus de 59 % d'herbicides et 15 % de métabolites.

Pesticides en eaux souterraines

Substances actives retrouvées selon les indicateurs du plan Ecophyto en 2013

Source : DREAL



Repères

Ecophyto 2018

Le plan « Ecophyto 2018 » du 10 septembre 2008 a été mis en place par le ministère de l'agriculture et de la pêche pour réduire de 50 %, si possible, l'usage des pesticides à l'horizon 2018. Ces objectifs, en termes de réduction et d'échéances, ne figurent plus explicitement dans le plan « Ecophyto » actuel qui devrait être prochainement revu.

Le plan prévoit notamment de :

- diffuser le plus largement possible auprès des agriculteurs les pratiques connues économes en produits phytosanitaires ;
- dynamiser la recherche sur les cultures économes en pesticides ;
- renforcer par la formation la compétence de l'ensemble des acteurs ;
- surveiller les maladies et les ravageurs ;
- mettre en œuvre des actions spécifiques pour réduire et sécuriser l'usage des produits phytosanitaires dans les espaces non agricoles ;
- retirer du marché des produits contenant les substances les plus préoccupantes.

Ce plan est décliné au niveau normand par un Comité Régional d'Orientation et de Suivi présidé par les préfets bas et haut-normands.

Pour l'année 2013, plus de 107 000 analyses ont été réalisées à partir des principales stations durant toute la période de l'année. Les premières substances actives retrouvées sont les suivantes :

- atrazine déséthyl ;
- atrazine ;
- bentazone ;
- déséthylsimazine.

Sur les 185 stations qui ont fait l'objet d'analyses de pesticides en 2013, 143 stations respectent le « bon état » et 42 stations ne respectent pas le « bon état » au titre de la Directive Cadre sur l'Eau.

Les concentrations les plus élevées atteignent 1,62 µg/l (Diuron), 0,87 µg/l (Glyphosate) et 0,46 µg/l (Triclopyr, 2,4 D et Bentazone).

L'atrazine-déséthyl est le premier métabolite de l'atrazine. **L'atrazine** est un herbicide appartenant à la famille chimique des triazines. Son utilisation permet de lutter contre le développement de graminées adventices et de nombreuses «mauvaises herbes ». Elle agit par absorption par les racines des plantes et en partie par les feuilles. L'atrazine a été largement utilisée dans les années 1980 sur les cultures de maïs et de sorgho à grains, à des doses pouvant atteindre 5kg/ha. En 1990 puis en 1997, des dispositions réglementaires ont réduit les doses d'emploi des pesticides à base d'atrazine à 1 500 puis 1 000 g/ha. **Son utilisation est interdite depuis le 1^{er} octobre 2003.**

La bentazone est un herbicide utilisé sur les cultures de céréales.

L'AMPA est un métabolite du glyphosate. **Le glyphosate** est un désherbant total, c'est-à-dire un herbicide non-sélectif. Il est absorbé par les feuilles et véhiculé par la sève jusqu'à l'extrémité des racines. Il bloque la photosynthèse des acides aminés aromatiques. Il est efficace pratiquement sur toutes les mauvaises herbes annuelles ou vivaces. **Cet herbicide est le plus vendu en France.**

Les nitrates

Les nitrates déclassent une grande partie des masses d'eau souterraines. L'évolution des pratiques ne peut être constatée qu'avec un effet retard. Sur le long terme, les concentrations montrent une tendance majoritairement à la hausse bien que ces dernières années, certaines baisses ont été constatées dans quelques secteurs (Source : Agences de l'eau).

Les enquêtes réalisées montrent une progression dans la mise en œuvre de la plupart des dispositions réglementaires mais identifient des marges de progrès importantes à réaliser (raisonnement de la fertilisation dans les petites exploitations).

Le **réexamen de la zone vulnérable aux nitrates** a été mené à son terme en 2012 par les préfets coordonnateurs de bassin (cf. encadré). En Basse-Normandie, cette zone a été étendue dans le centre du département de la Manche et dans l'Est de l'Orne. Elle est de nouveau en révision.

Le Bû-sur-Rouvres (14)



Marc Heller



Textes

La directive européenne « nitrates » du 12 décembre 1991 constitue le principal instrument juridique pour lutter contre les pollutions liées à l'azote provenant de sources agricoles. Elle concerne l'azote toutes origines confondues (engrais chimiques, effluents d'élevage, effluents agro-alimentaires, boues...) et toutes les eaux quels que soient leur statut et leur usage.

En parallèle, le programme national a été mis en place. Des prescriptions sont établies concernant :

- les périodes d'interdiction d'épandage ;
- le stockage des effluents d'élevage ;
- l'équilibre de la fertilisation ;
- la gestion des sols et des intercultures...

Le volet régional du **5^e programme d'actions** a été mis en place en juillet 2014. Il renforce certaines mesures du volet national pour tenir compte des enjeux locaux. En Basse-Normandie, il porte notamment sur :

- le calendrier d'interdiction d'épandage ;
- les couverts en périodes pluvieuses ;
- et le maintien des prairies.

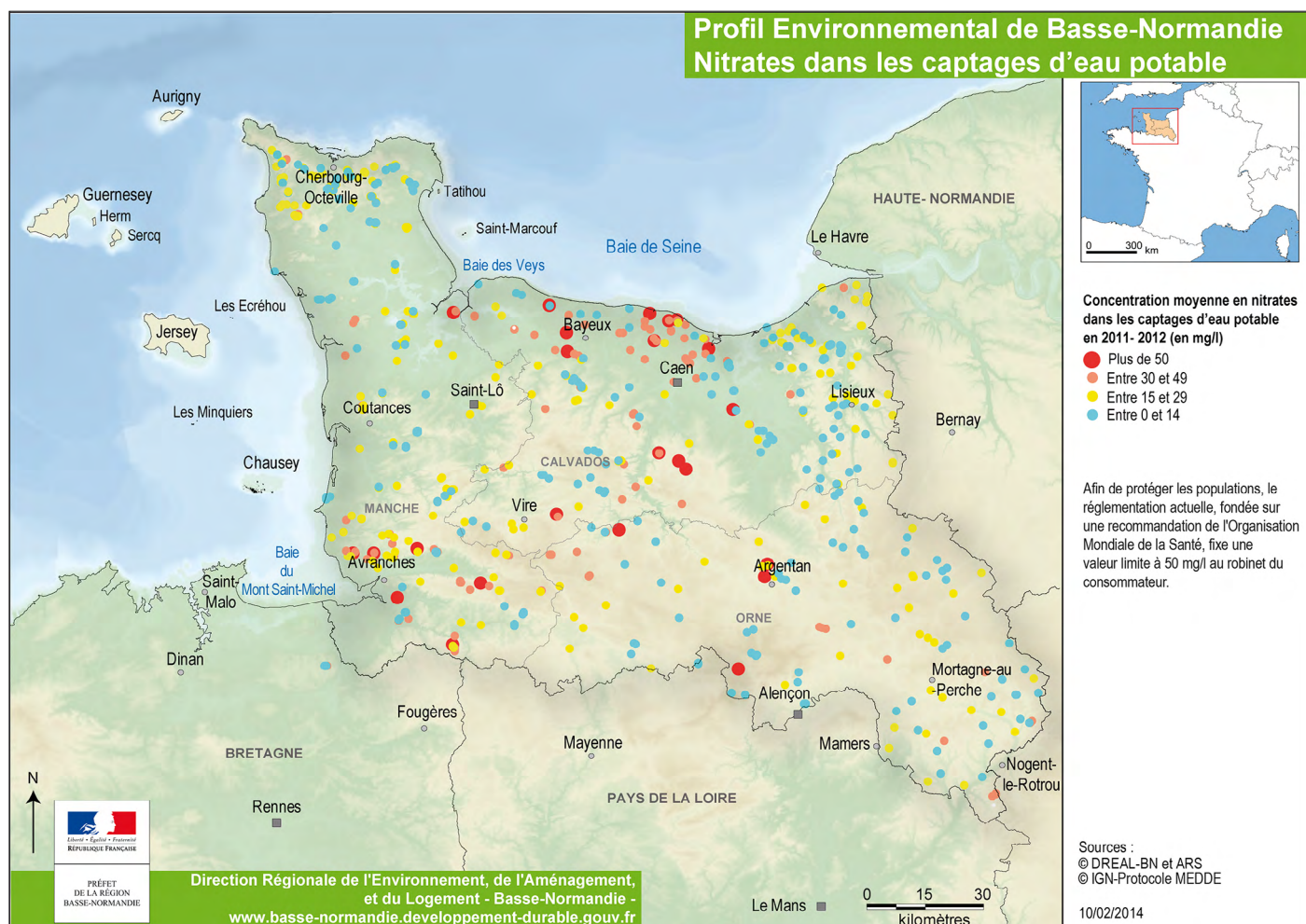
Il définit également des « zones d'action renforcée » (ZAR) à mettre en place autour des points de captages pour l'eau potable au sein de la zone vulnérable.



Textes

En réponse à un contentieux européen engagé contre la France en 2009, un **décret du 10 octobre 2011** a modifié le code de l'environnement (articles R211-80 et R 211-81) :

- délimitation d'une zone vulnérable (ZV) dans les secteurs où les eaux superficielles ou souterraines ont une teneur en nitrates approchant ou dépassant le seuil de 50 mg/l et dans les secteurs où les eaux superficielles dépassent le seuil relatif à l'eutrophisation ;
- définition de programmes d'action territoriaux s'appliquant à tous les agriculteurs exploitant dans cette zone ;
- application volontaire en dehors de ces zones d'un code de bonnes pratiques agricoles.



4 La radioactivité

La radioactivité est un phénomène physique au cours duquel des noyaux atomiques instables se désintègrent en dégageant de l'énergie sous forme de rayonnements ionisants, pour se transformer en des noyaux atomiques plus stables.

L'homme est ainsi soumis à différents types de rayonnements ionisants, d'origine naturelle ou artificielle. Les eaux peuvent transporter les radionucléides sur de longues distances sous forme dissoute ou associée aux particules en suspension. La radioactivité de l'eau peut ainsi être transférée au milieu vivant (plantes et poissons) ou dans les sédiments.

La radioactivité naturelle dans les cours d'eau

La radioactivité naturelle provient globalement de deux sources : le rayonnement tellurique et le rayonnement cosmique. Ceux-ci peuvent, par des réactions physiques, avoir une incidence sur d'autres éléments tels que l'eau.

Les principaux radionucléides apportés par le rayonnement tellurique à l'eau sont le potassium 40, l'uranium 235 (certaines eaux minérales françaises en contiennent 80 µg/l) et quelques-uns de ses descendants : le radium 226, le plomb 210 ou le polonium 210. La **contribution tellurique à la radioactivité de l'eau** dépend principalement des propriétés chimiques de l'eau qui lessive les roches et de la nature de ces roches. Elle est, de ce fait, très hétérogène sur le territoire. Certaines eaux issues de nappes phréatiques peuvent être riches en gaz radon dissous.

Formés dans la haute atmosphère, les radionucléides « cosmogéniques » parviennent au niveau du sol de manière homogène sur l'ensemble du globe.

La contribution principale du rayonnement cosmique est indirecte. Il n'ionise que faiblement l'eau de surface du fait de l'écran atmosphérique terrestre et dépose plutôt son énergie dans l'atmosphère, créant une série de radionucléides dits « cosmogéniques ». Parmi ceux-ci, le tritium et le carbone 14 s'intègrent par la suite à des formes et des cycles naturels. Le tritium, issu de l'argon, l'azote ou l'oxygène, s'associe à l'oxygène et l'hydrogène pour former de l'eau tritiée et participer au cycle de l'eau. Le carbone 14, issu de l'azote, s'associe à l'oxygène pour former du $^{14}\text{CO}_2$ et s'intègre au gaz carbonique et au cycle biologique naturel. Il peut se dissoudre dans l'eau sous la forme de gaz carbonique.



Repères

La mise à disposition du public des **résultats de surveillance de la radioactivité** de l'environnement et des informations relatives à l'impact sanitaire du nucléaire sur l'ensemble du territoire français est assurée par le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNMRE, www.mesure-radioactivite.fr), institué par le code de la santé publique.



Définitions

Le **rayonnement tellurique** que la Terre envoie vers l'espace est émis par les roches.

Le **rayonnement cosmique** est un rayonnement ionisant en provenance du soleil et de la galaxie. Au niveau du sol, le rayonnement cosmique ne représente qu'une faible part (11 %) des rayonnements ionisants auxquels est exposé un individu en moyenne.

La radioactivité artificielle dans les cours d'eau

Les principaux phénomènes à l'origine de la présence de radionucléides artificiels dans les milieux aquatiques sont liés notamment aux retombées des tirs expérimentaux d'armes nucléaires et des accidents nucléaires (Tchernobyl, Fukushima). S'y ajoutent, à un degré moindre :

- les effluents radioactifs des usines de retraitement du combustible irradié ;
- les rejets des centrales nucléaires, des centres de recherche et des hôpitaux.

Tous les effluents liquides de la centrale de Flamanville sont rejetés en mer, quel que soit leur type. Les rejets liquides du **centre de stockage de la Manche** rejoignent les effluents du site de La Hague. Ils font l'objet de contrôles radiologiques (tritium) et chimiques (degré d'oxydation, teneur en matières en suspension, pH, hydrocarbures) avant transfert à La Hague.

Sur **le site de La Hague**, les eaux pluviales s'écoulent dans différents bassins puis sont restituées au ruisseau le plus proche : Sainte-Hélène, Moulinets ou Combes. Des contrôles radiologiques et chimiques sont effectués en continu. Le traitement des effluents liquides chimiques diffère selon leur type. Les eaux domestiques sont traitées dans une station d'épuration dédiée, où les polluants sont dégradés. Les eaux industrielles sont neutralisées dans des fosses situées sous chaque atelier, puis sont entreposées pour subir une neutralisation complémentaire. Pour ces deux types d'effluents, des contrôles, nettoyages et curages sont périodiques et le rejet s'effectue dans le ruisseau des Moulinets. De très faibles niveaux d'activité en tritium sont mesurés dans l'eau de tous les ruisseaux situés dans l'environnement immédiat du site de La Hague. Ces niveaux sont notamment à mettre en relation avec la présence de tritium dans les eaux de la nappe phréatique provenant d'un incident de stockage survenu en 1976 sur le centre de l'ANDRA qui jouxte le site d'AREVA NC à l'Est. Cet incident est dû à des colis tritiés inadaptés au type de stockage du site. Ces colis ont été repris et reconditionnés en 1977. Les valeurs de concentration en tritium relevées dans ces eaux sont inférieures au moins d'un facteur 10 à la valeur guide de l'Organisation Mondiale de la Santé pour la potabilité des eaux de boisson.

Dans le **ruisseau des Landes situé au Nord-Ouest du site**, des traces de strontium 90 ont également été détectées. Les niveaux sont probablement à mettre en relation avec la contamination en strontium 90 de la nappe phréatique par des déchets mal confinés, entreposés en surface sur le site dans les années 1980. L'Autorité de sûreté nucléaire considère que ces valeurs ne présentent pas d'enjeu sanitaire au niveau de l'environnement. La limite annuelle de dose admissible pour le public du fait des activités nucléaires est fixée à 1 millisievert par l'article R.1333-8 du code de la santé publique. La dose engagée pour un adulte consommant sur un an 730 litres d'eau présentant des niveaux de ceux des eaux du tableau ci-après serait largement inférieure à 0,1 millisievert.

Le site de La Hague effectue aussi des rejets chimiques dans les cours d'eau. Ceux-ci doivent respecter des limites fixées par arrêté concernant les flux, les concentrations et les intervalles de pH à ne pas dépasser pour chaque milieu récepteur. À titre d'illustration, le tableau ci-après présente les rejets d'eaux domestiques et industrielles effectuées dans le ruisseau des Moulinets en 2010.



Sandrine Hélicher/DREAL BN

Rejets d'eaux domestiques et industrielles dans le ruisseau des Moulins

Source : rapport annuel d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection du site AREVA La Hague, édition 2012

	Limites en concentration instantanée (mg/L) ⁽¹⁾	Concentration maximale annuelle 2010 (mg/L)	Concentration maximale annuelle 2011 (mg/L)	Concentration maximale annuelle 2012 (mg/L)
MES ⁽²⁾	100	17,8	21,5	54,4
DCO ⁽³⁾	120	43	46,2	31,75
DBO5 ⁽⁴⁾	30	6	48	10,25
Azote total organique	30	7,7	7,3	8,95
Chlorures	300	221	191	223,5
Sulfates	360	58	57,6	48,5
Phosphates	20	3,8	2,67	3
Nitrates	1 500	945	1 678	691,82
Détergents	10	0,07	0,07	0,1
Hydrazine	0,05	<0,05	<0,05	0,1
Hydrocarbures	5	0,6	1,1	0,44
Métaux totaux	10	2,1	2,56	6,57

(1) Limite fixée par l'arrêté rejet modifié de La Hague du 10 janvier 2003

(2) Matières en suspension

(3) Demande chimique en oxygène : désigne la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation naturelle chimique des matières oxydables contenues dans un effluent aqueux

(4) Demande biologique d'oxygène : constitue une mesure de pollution des eaux par les matières organiques. Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les rejets d'effluents pollués. Elle est mesurée à La Hague par des tests normalisés après 5 jours d'oxydation des matières organiques, d'où le terme DBO5

Les limites de rejets fixées par l'arrêté du 10 janvier 2003 sont de manière générale respectées. De rares dépassements (4 à 6 entre 2008 et 2010) relatifs à des effluents non-radioactifs ont été déclarés par AREVA NC ; la majorité d'entre eux concernait des dépassements de limite en DCO (demande chimique en oxygène) en aval du barrage des Moulins.

Les cours d'eau dans lesquels s'effectuent les rejets ne font pas l'objet de consommation humaine.

Des **radionucléides utilisés en médecine nucléaire** (iode 131, technetium 99) peuvent être rejetés, *via* le réseau urbain, dans certains cours d'eau. Les données disponibles sur l'impact de ces rejets conduisent à des doses de quelques microsieverts par an pour les personnes les plus exposées, notamment les égoutiers travaillant dans les réseaux d'assainissement. Par ailleurs, aucune présence de ces radionucléides n'a jamais été mesurée dans les eaux destinées à la consommation humaine.

5 L'évolution des températures

L'ONEMA a développé le **Réseau National de Température** depuis 2008 sur un certain nombre de stations de pêche de la région. Les températures sont prises toutes les heures et cela toute l'année. En complément de ce réseau, la DREAL de Basse-Normandie développe un suivi des températures en des points complémentaires jugés pertinents au vu des enjeux locaux. Il s'agit notamment, *via* ce réseau, de mesurer le comportement des cours d'eau dans le cadre du changement climatique (interaction avec la faune et la flore).

4. Les risques liés à l'eau

Les activités humaines puisent constamment dans la ressource en eau. Aussi sont-elles vulnérables face à cette ressource. Elles se sont naturellement développées à proximité des cours d'eau et, avec l'avancée des techniques, ont étendu leur urbanisation, quelles que soient les configurations du territoire. Le risque inondation est fortement présent au niveau régional.

À découvrir dans ce chapitre

- ▶ Les risques sanitaires
- ▶ Les risques d'inondation
- ▶ Les ruissellements agricoles et urbains
- ▶ Les risques de sécheresse

1 Les risques sanitaires (Source : Agence Régionale de Santé)

Dans le cadre de la distribution d'eau potable, une vigilance constante s'impose pour garantir une eau de qualité sanitaire satisfaisante. Les exigences de qualité sont fixées par le code de la santé publique qui s'appuie sur les valeurs guides proposées par l'Organisation Mondiale pour la Santé. Cette dernière définit une valeur guide comme « une estimation de la concentration d'une substance dans l'eau de boisson qui ne présente aucun risque pour la santé d'une personne qui consommerait cette eau pendant toute sa vie. »

La typologie des risques

L'évaluation des risques est conduite par les Agences nationales de sécurité sanitaire dans le cadre d'une expertise collective. Le suivi de ces risques s'exerce notamment dans trois domaines :

- le risque microbiologique ;
- le risque chimique ;
- le risque radiologique.

Le risque microbiologique

La contamination des eaux par des bactéries, virus ou des parasites peut provoquer des cas ponctuels de gastro-entérites voire parfois une situation d'épidémies. Cette contamination microbiologique fait l'objet d'un suivi spécifique par les autorités sanitaires et par les responsables de la distribution d'eau.

Si des cas isolés de gastro-entérites liées à la consommation d'eau contaminée sont régulièrement signalés (en particulier, dans les zones rurales, sur des réseaux alimentés par des captages sensibles à la pluviométrie et dont les installations de désinfection sont inadaptées), en revanche, les épidémies d'origine hydrique rapportées en France restent très rares.

Les limites de qualité microbiologique de l'eau du robinet sont strictes et leur respect doit permettre d'assurer la sécurité sanitaire de l'eau distribuée. La stratégie de contrôle repose sur la recherche de bactéries (*Escherichia coli* et entéro-



Repères

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été créée le 1^{er} juillet 2010. Elle assure des missions de veille, d'expertise, de recherche et de référence sur un large champ couvrant la santé humaine, la santé et le bien être animal et la santé végétale. Ses attributions recouvrent de manière globale l'ensemble des expositions (particules, ondes, inhalation, ingestion...) auxquelles un individu peut être sujet, volontairement ou non, à tous les âges et moments de sa vie qu'il s'agisse d'expositions au travail, pendant ses transports, ses loisirs, ou via son alimentation. L'Anses évalue les risques et les bénéfices sanitaires en y intégrant l'apport des sciences humaines et sociales, transmet ses avis et recommandations aux pouvoirs publics et rend systématiquement publics ses travaux. C'est un établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle des ministères chargés de la Santé, de l'Agriculture, de l'Environnement, du Travail et de la Consommation.

Source : Anses

coques) dites « germes témoins de contamination fécale », faciles à détecter, non directement pathogènes, mais dont la présence laisse supposer l'existence d'une contamination.

Le risque chimique

Les effets sur la santé sont connus pour de nombreuses substances chimiques susceptibles d'être présentes dans les eaux. Ainsi, le saturnisme est engendré par le plomb. Chez le nourrisson, la méthémoglobinémie peut être provoquée par l'ingestion de fortes quantités de nitrates...

L'exposition aux pesticides peut provoquer des intoxications aiguës des utilisateurs (absorption accidentelle, contact cutané ou inhalation). Les risques à long terme sont plus difficiles à évaluer. Des publications scientifiques récentes ont mis en évidence des liens avec des effets retardés sur la santé principalement dans le champ des cancers, des effets neurologiques et des troubles de la reproduction. Une exposition à des faibles doses peut avoir des conséquences sanitaires à long terme pour le consommateur. Le niveau de risque doit aussi être mis en perspective au regard d'autres expositions (nourriture...).

Le risque radiologique

La radioactivité naturelle fait partie de notre environnement et constitue la principale source d'exposition aux rayonnements ionisants (hors expositions médicales).

Des sources d'exposition liées aux activités humaines peuvent cependant s'ajouter aux expositions naturelles. Par précaution, l'exposition aux rayonnements ionisants doit être maintenue à un niveau aussi bas que raisonnablement possible.

Depuis le 1^{er} janvier 2005, en application de l'arrêté du 12 mai 2004, **le contrôle de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine est obligatoire**. Il est réalisé par les services du ministère chargé de la santé. L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux prévoit quatre indicateurs : l'activité alpha globale, l'activité bêta globale, la dose totale indicative et la mesure du tritium.

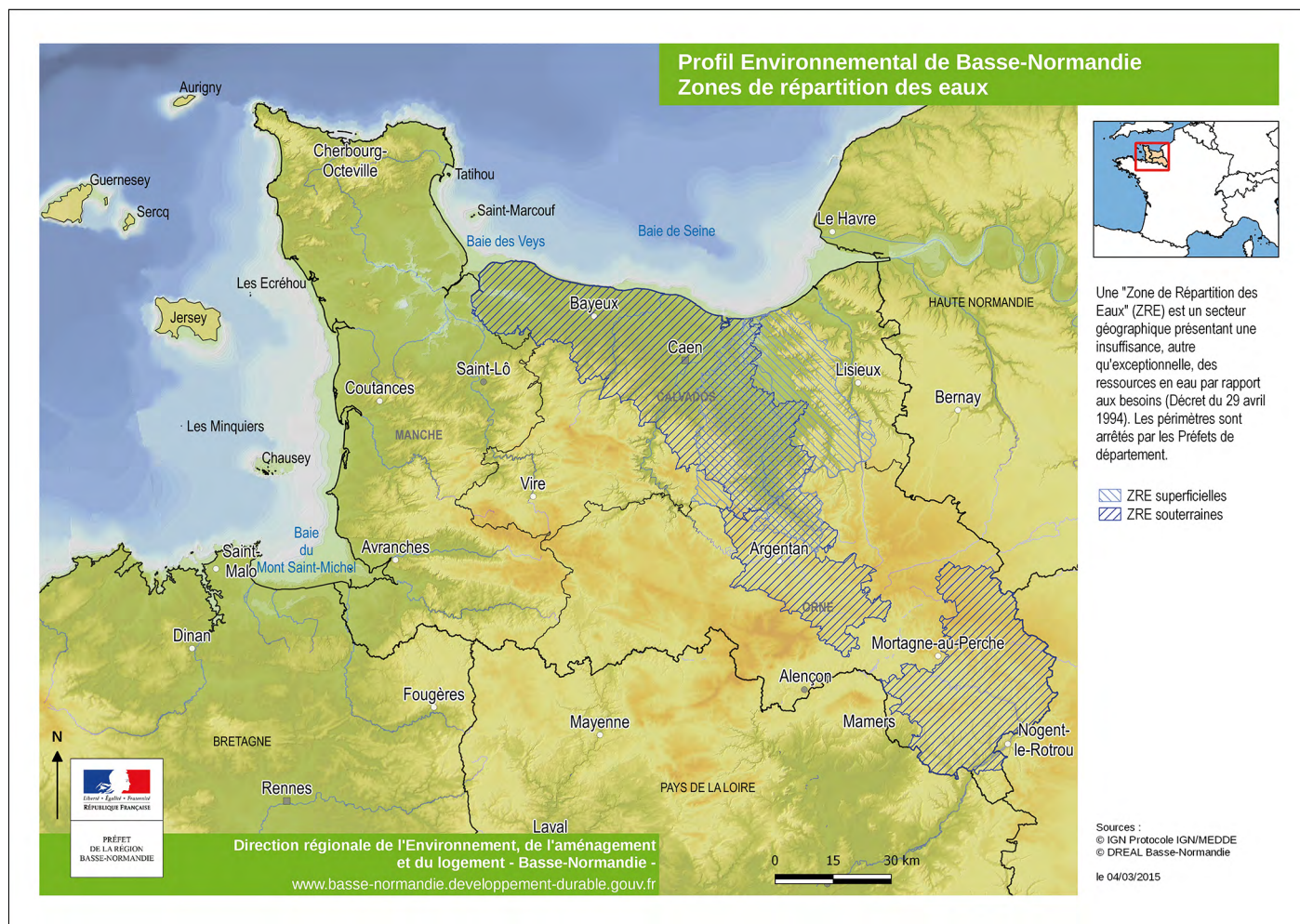
La disponibilité de la ressource en eau

La disponibilité de la ressource est le préalable à la distribution de l'eau vers les consommateurs. Même dans une région comme la Basse-Normandie, il existe des secteurs où l'on relève, à certaines époques de l'année, des tensions quantitatives sur la ressource en eau.

Dans les zones connaissant des déficits chroniques, l'État met en place le dispositif « Zone de Répartition des Eaux » (ZRE) qui donne la priorité à l'usage eau potable. Un régime d'autorisation préalable s'applique pour toute nouvelle demande de prélèvement dans ces secteurs.



Valérie Guyot/DREAL BN



La gestion des prélèvements pour irrigation agricole y est unifiée par la désignation par l'État d'un organisme unique de gestion collective chargé de répartir la ressource disponible entre irrigants sur la base d'un plan annuel.

En Basse-Normandie, trois ZRE sont en vigueur :

- l'aquifère du bajocien-bathonien (correspondant à la plaine de Caen-Argentan et au Bessin) ;
- l'aquifère du Cénomani (Perche ornais) ;
- le bassin hydrographique de la Dives.

Les périmètres de protection et les aires d'alimentation de captage

Au titre du code de la santé, les périmètres de protection sont des zonages définis autour des captages d'eau en vue d'assurer la préservation de leur qualité. Ils sont définis par expertise auprès d'un hydrogéologue agréé et sont déclarés d'utilité publique.

Leurs limites se basent sur des critères physiques définissant des temps de transfert d'eau : ils permettent d'éloigner ou d'intervenir sur un signal de pollution ponctuel. Les constructions, installations, ouvrages, activités et travaux y sont réglementés et peuvent y être interdits afin de préserver la ressource en eau, en évitant tous types de pollutions.

Station de captage d'eau potable entourée de son périmètre de protection immédiat



Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

En Basse-Normandie, en 2013, **plus de 76 % des captages bénéficient d'un périmètre de protection avec déclaration d'utilité publique** (ce qui correspond à 81 % des débits). En liaison avec les collectivités, les services régionaux participent à la définition de ces périmètres.

L'aire d'alimentation d'un captage constitue le territoire de « capture » des eaux qui sont prélevées. Plus vaste que les périmètres de protection, il s'agit du lieu de tous les écoulements susceptibles de participer à l'alimentation du captage. L'exhaustivité de la délimitation de cette aire permet de lutter contre tout signal de pollution continu (sans notion de temps) et/ou diffus pouvant atteindre le captage dans les conditions d'exploitation qui lui sont propres.

Dans le cas d'une prise d'eau de surface, l'aire d'alimentation correspond au bassin versant de l'amont du point considéré.

Afin de favoriser **la qualité de la ressource en eau utilisée pour l'eau potable**, les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux identifient certains captages en les différenciant selon leur niveau de contamination.

Ils distinguent notamment, selon une graduation spécifique :

- les plus contaminés par les nitrates ou les produits phytosanitaires, pour lesquels des actions de résorption seront mettre en œuvre ;
- et les moins contaminés, pour lesquels une surveillance accrue s'impose.

Parmi ces captages, l'État a identifié dans le cadre des engagements du Grenelle puis de la Conférence environnementale, les « aires d'alimentation de captages prioritaires ». Ces captages sont appelés à être protégés en première étape et les moyens publics s'y concentrent pour mettre en œuvre prioritairement les outils disponibles les mieux adaptés (programmes d'actions, conseil, usage foncier...).

En Basse-Normandie, les captages ainsi identifiés sont au nombre de 102, regroupés en 62 aires d'alimentation de captages prioritaires.



Repères

Pour en savoir plus
Site internet de l'ARS,
www.ars.basse-normandie.sante.fr

Les traitements de l'eau distribuée

L'ensemble des eaux prélevées dans le milieu naturel subit un traitement avant d'être distribuée. L'objectif est à la fois :

- d'éliminer les substances susceptibles de constituer un risque à court, moyen ou long terme pour les consommateurs ;
- de maintenir la qualité de l'eau lors de son transport jusqu'au robinet.

Les traitements sont plus ou moins importants : de la simple désinfection (chlore) jusqu'au traitement complet (prétraitement, coagulation, floculation, décantation...). Des compléments spécifiques peuvent être organisés également (ultrafiltration...).

Les unités de traitement de l'eau en Basse-Normandie

Source : ARS, 2014

Type d'eau	A1	A2	A3	Total
Eaux souterraines	320	29	16	365
Eaux superficielles	-	4	22	26
Eaux mixtes	-	3	23	26
Total	320	36	61	417

A1 : traitement physique simple et désinfection
A2 : traitement physico-chimique et désinfection
A3 : traitement physico-chimique poussé avec affinage et désinfection

Le contrôle sanitaire de l'eau

Le contrôle sanitaire de l'eau est réalisé par l'Agence Régionale de Santé (ARS). Sa fréquence dépend des débits des installations et des populations desservies. En 2013, plus de 8 000 prélèvements ont été analysés par l'ARS.

Les prélèvements effectués en 2013 par l'ARS

Source : ARS, 2014

Type de contrôle	Basse-Normandie	
Contrôle sanitaire	8 651	86,8 %
Recontrôle	949	9,5 %
Complémentaire études	366	3,7 %
Total	9 966	

En cas de dépassement des limites de qualité, le responsable de la production ou de la distribution d'eau prend le plus rapidement possible **les mesures correctrices nécessaires** (traitement, changement de ressource...). Il informe le maire et le Préfet compétents. Si le Préfet estime que la consommation d'eau présente un risque pour la santé, il peut demander le recours à des mesures d'urgence telles que la restriction d'usage, voire l'interruption de la distribution. Une information des consommateurs doit être organisée, sauf dans le cas où le dépassement ne constitue pas un danger potentiel pour la santé. Dans ce cas, une dérogation est organisée pour une durée de trois ans, renouvelable une fois. En Basse-Normandie, en 2014, une demande de dérogation a été effectuée dans l'Orne pour des dépassements de valeurs limites concernant les pesticides dans le cadre d'une unité de production. Une nouvelle station de traitement est en cours de construction pour ce cas spécifique.

La qualité des eaux distribuées

L'ensemble des résultats d'analyse effectuées par l'Agence Régionale de Santé est présentée dans le document « L'eau potable en Basse-Normandie, 2014 » dont les éléments ci-dessous sont extraits (cf. bibliographie).

La qualité microbiologique

Les bilans de l'ARS font valoir une situation globale de bonne ou très bonne qualité microbiologique. Cependant, en 2013, 5 unités de production ont été considérées de qualité médiocre et des anomalies ont été constatées pour 23. L'évolution de ces dernières années montre globalement une diminution du nombre d'unités de production qui distribuent une eau non conforme.



Repères

Pour plus d'informations
www.ars.basse-normandie.sante.fr

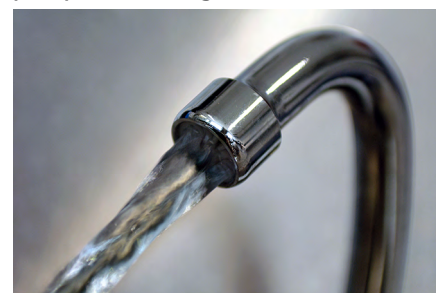


L'eau potable
en Basse-Normandie 2014



Agence Régionale de Santé de Basse-Normandie

Les ressources en eau exploitées pour l'alimentation en eau potable sont principalement d'origine souterraine



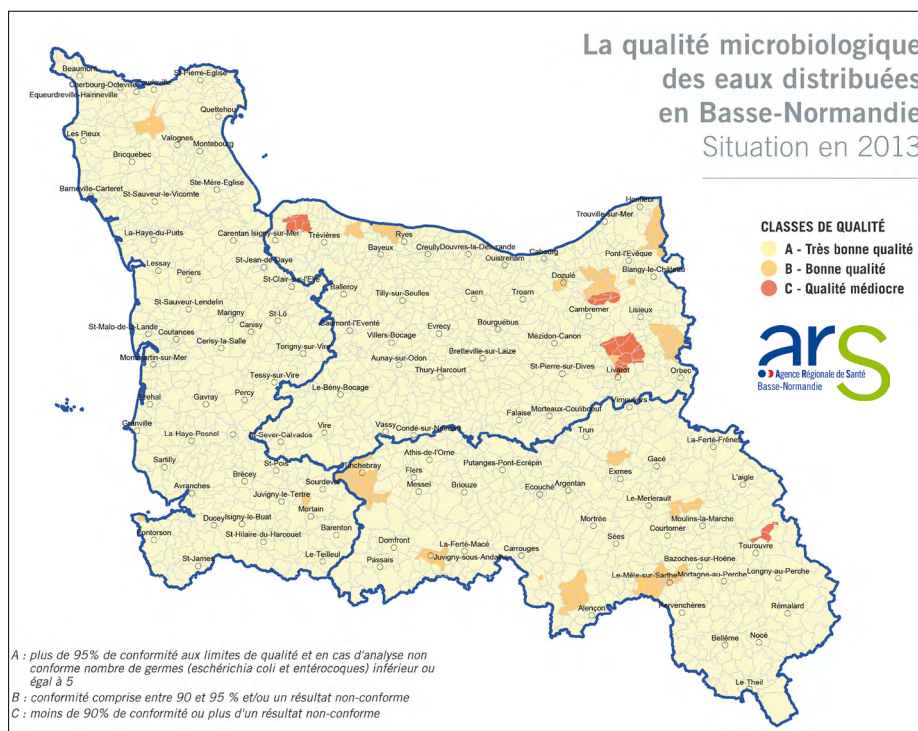
Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

Qualité microbiologique 2013

Source : ARS, 2014

		A Très bonne	B Bonne	C Médiocre	Total
Calvados	Population	667 097	15 516	4 587	687 200
	%	97,1 %	2,3 %	0,7 %	
	UDI	257	10	4	271
Manche	Population	489 253	5 779	0	495 032
	%	98,8 %	1,2 %	-	
	UDI	169	5		174
Orne	Population	281 641	8 989	242	290 872
	%	96,8 %	3,1 %	0,1 %	
	UDI	197	8	1	206
Basse-Normandie	Population	1 437 991	30 284	4 829	1 473 104
	%	97,62 %	2,06 %	0,33 %	
	UDI	623	23	5	651

UDI : Unités de distribution



Les nitrates

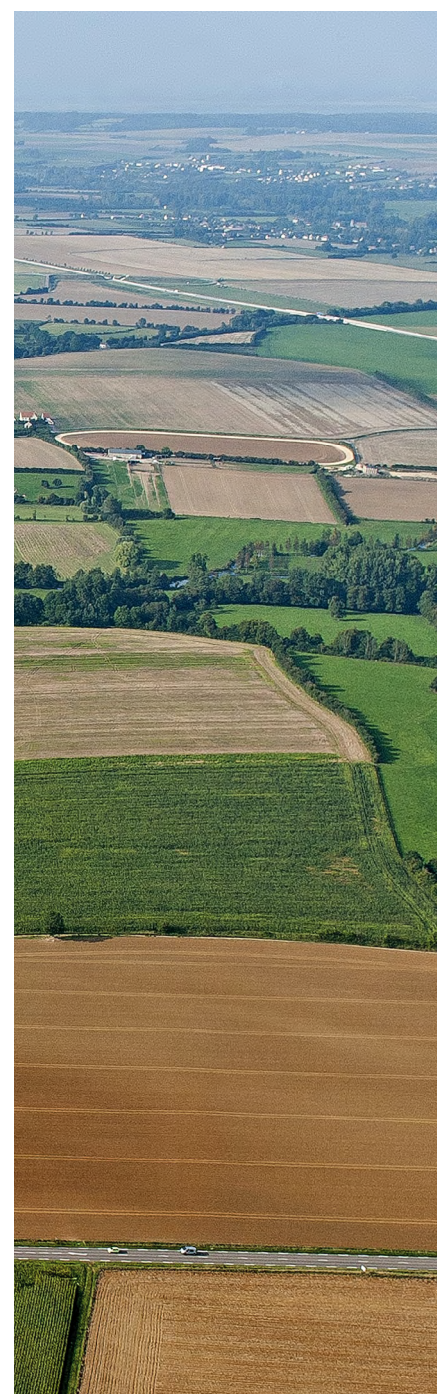
Les nappes d'eau subissent depuis plusieurs années un apport excédentaire de nitrates en raison des activités humaines urbaines, industrielles et agricoles.

Chez le nourrisson, un excès de nitrates peut empêcher un transport correct de l'oxygène par les globules rouges (méthémoglobinémie) et chez les adultes, à long terme, il y a risque de cancer.

La réglementation actuelle fixe une limite à 50 mg/L. En cas de dépassement, il est demandé aux nourrissons et femmes enceintes de ne pas consommer cette eau. Sous cette réserve, des dérogations temporaires peuvent être accordées par le Préfet sur la base d'un programme d'amélioration de la qualité.

Les nappes d'eau subissent depuis plusieurs années un apport excédentaire de nitrates.

Cultures



Marc Heller

En 2013, aucune unité de distribution n'a été concernée par une teneur moyenne supérieure à cette valeur. Cependant, l'eau distribuée a été au moins une fois non conforme pour 21 unités de distribution. Les teneurs élevées en nitrates au niveau des ressources se situent essentiellement au niveau du Bessin et des plaines de Caen-Falaise (cf. chapitre « Altérations et pollutions »).

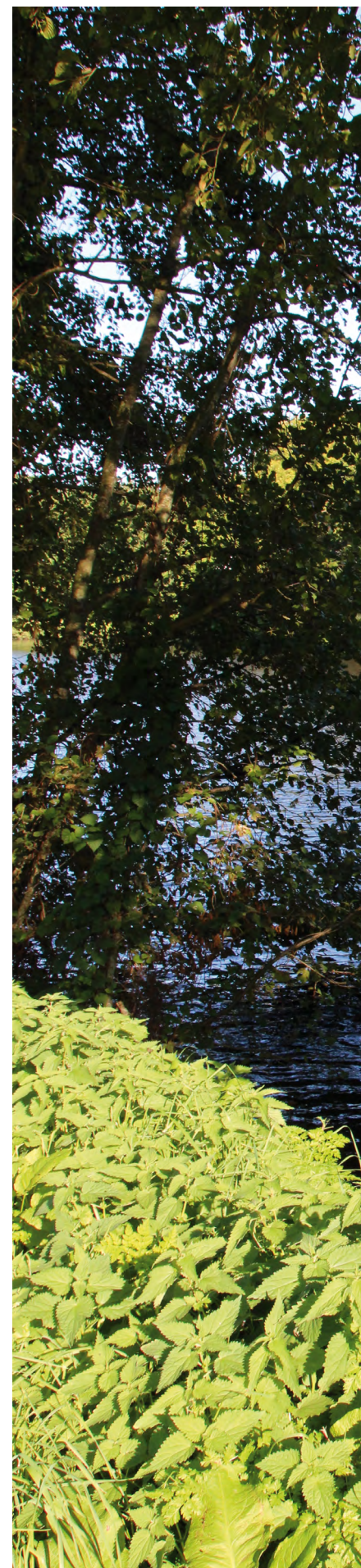
Globalement, la population concernée par des teneurs moyennes en nitrates élevées est en baisse régulière depuis 2001. La population alimentée par une eau supérieure à 40 mg/L est en baisse constante et régulière depuis 2001.

Population et unités de production (UDI) selon les concentrations en nitrates en 2013

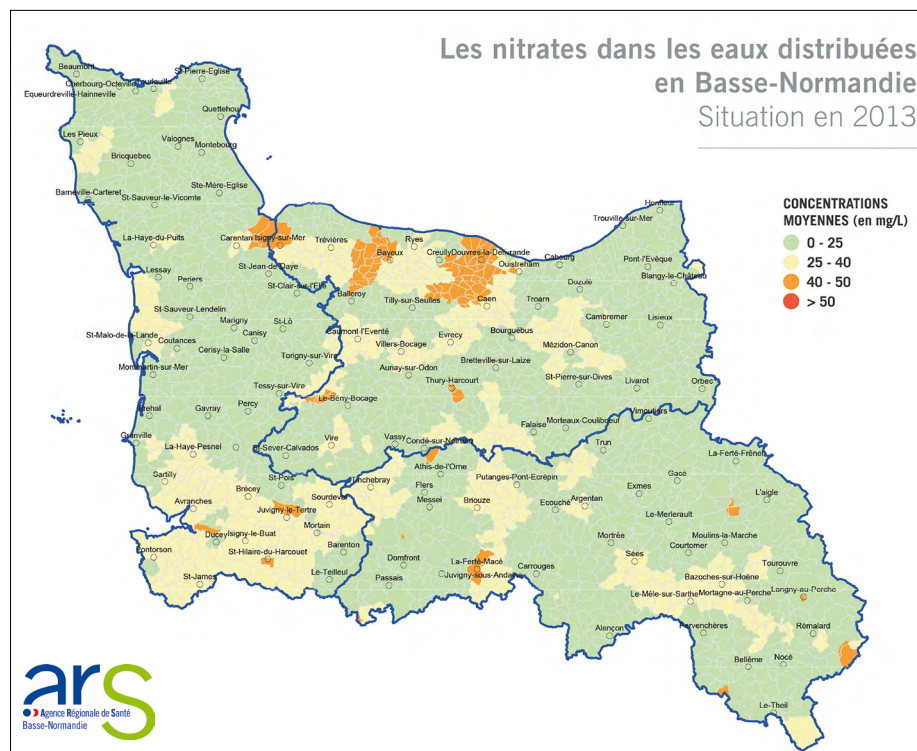
Source : ARS, 2014

Concentrations maximales		0-25 mg/L	25-40 mg/L	40-50 mg/L	> 50 mg/L	Total
Calvados	Population	297 123	294 850	95 227	0	687 200
	%	43,2 %	42,9 %	13,9 %	-	
	UDI	171	69	31	0	271
Manche	Population	384 253	104 346	6 433	0	495 032
	%	84,8 %	14,0 %	1,2 %	-	
	UDI	115	54	5	0	174
Orne	Population	229 999	50 554	10 319	0	290 872
	%	85,3 %	13,3 %	1,4 %	-	
	UDI	158	39	9	0	206
Basse-Normandie	Population	1 028 784	322 205	122 113	0	1 473 104
	%	69,8 %	21,9 %	8,3 %	-	
	UDI	444	162	45	0	651

UDI : Unités de distribution



Sandrine Hélicher/DREAL BN



Les pesticides

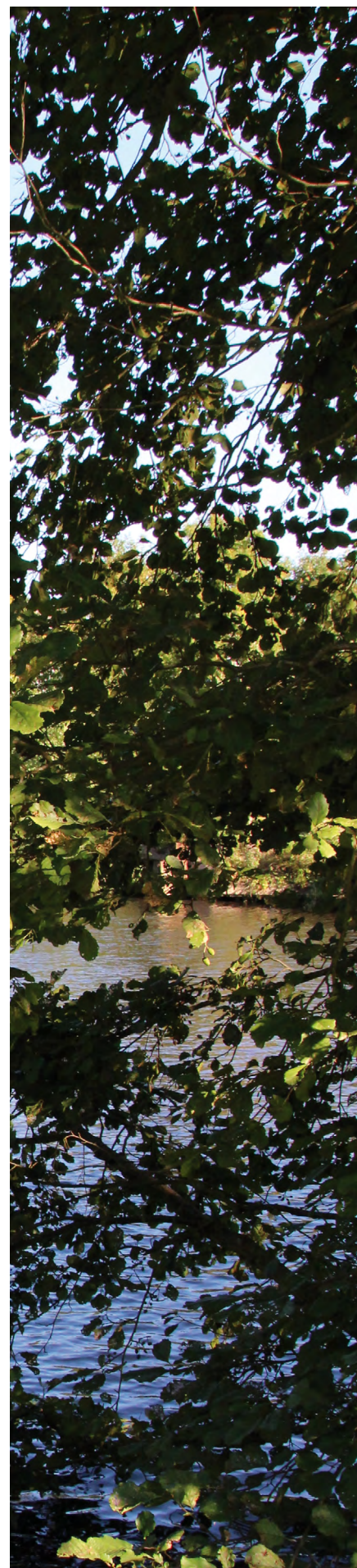
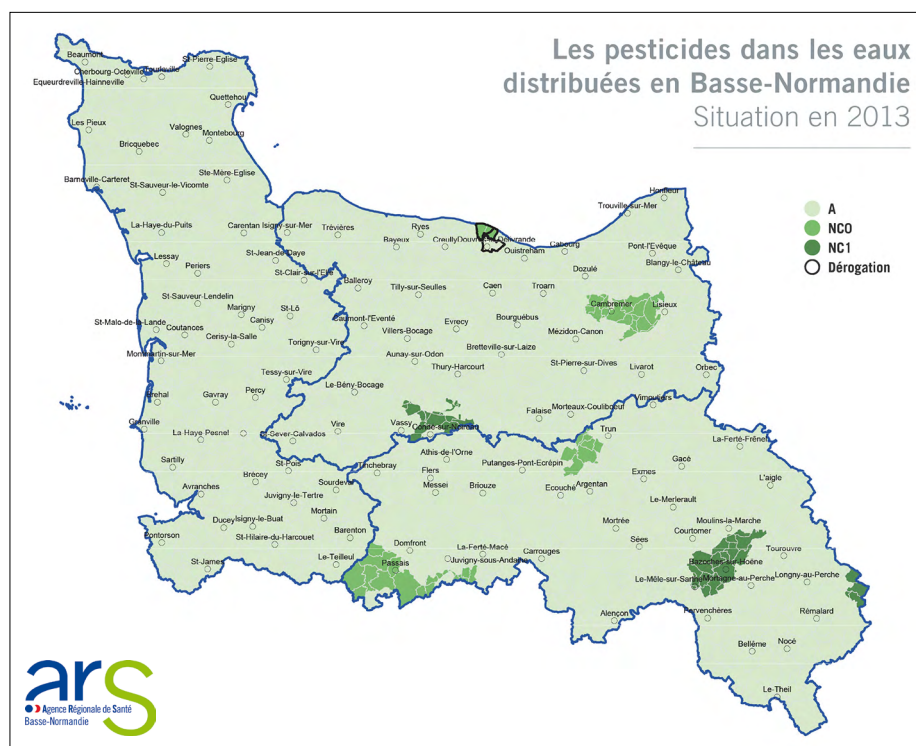
Le code de la santé publique fixe des limites de qualité concernant certains pesticides :

- 0,03 µg/L pour l'aldrine, la dieldrine, l'heptachlore et l'heptachloro-époxyde ;
- 0,1 µg/L pour chaque autre pesticide concerné ;
- 0,5 µg/L pour le total des substances mesurées.

Des dérogations temporaires peuvent être accordées sur la base d'un programme d'amélioration de la qualité. La limite de qualité est un indicateur de dégradation de la ressource. Les mesures de gestion de non conformité dépendent en particulier de la durée du dépassement, des teneurs en pesticides et de leur toxicité. Trois niveaux sont distingués : non conformité ponctuelle (NCO), non conformité récurrente (NC1) et restriction d'usage (NC2).

En 2013, aucune restriction d'usage n'a été mise en œuvre en raison de la présence de pesticides. 2,1 % de la population a consommé une eau dont la teneur maximale était au moins une fois supérieure à la norme de 0,1 g/l. Le niveau de risque lié à cette forme d'exposition est considéré comme très faible par l'ARS.

Globalement, la population concernée par des situations de non conformité sans restrictions d'usage est en diminution depuis 1998. La population concernée par des dépassements réguliers se situe autour de 0,5 % depuis 2011. L'atrazine et ses produits de dégradation ont été à l'origine de la plupart des dépassements. Son interdiction depuis 2003 explique en partie l'évolution observée.



Sandrine Héricher/DREAL BN

La qualité radiologique de l'eau

Quatre indicateurs servent de référence à l'analyse de la qualité radiologique :

- l'activité alpha globale (valeur guide : 0,1 Bq/l) ;
- l'activité bêta globale résiduelle (valeur guide : 1 Bq/l) ;
- l'activité tritium (100 Bq/l) ;
- la Dose Totale Indicative (DTI) (valeur guide : 0,1 mSv/an).

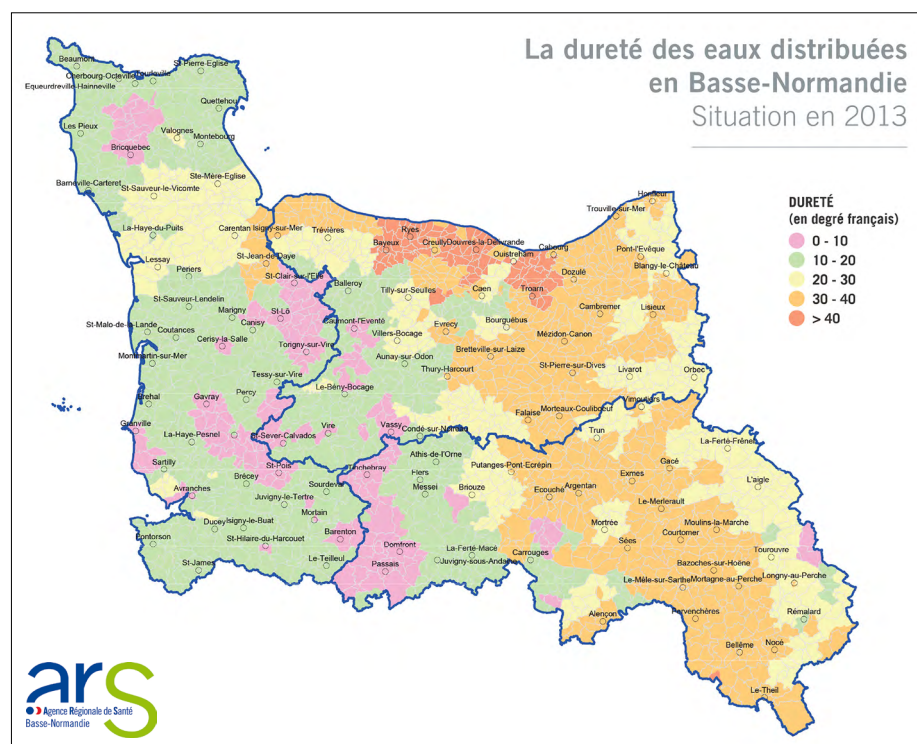
Plus de 400 analyses des indicateurs sont réalisées chaque année. Lors des années 2011-2013, l'eau distribuée au robinet a respecté les valeurs de référence réglementaires.

La dureté des eaux

La dureté de l'eau (« titre hydrotimétrique ») est liée à la présence de calcium dissous et de magnésium. Elle s'exprime en degré français (°F) et elle résulte notamment de la nature géologique des terrains. Les eaux souterraines de roches sédimentaires situées dans le Bassin parisien sont dures, tandis que les eaux issues du Massif armoricain sont douces.

Aucune valeur guide n'a été fixée par le code de la santé. Une dureté importante (supérieure à 30°F) peut générer des problèmes d'entartrage et obstruer les canalisations. Les dépôts de tarte peuvent aussi constituer des refuges pour le développement de bactéries.

Une eau douce (inférieure à 15°F) peut, lorsqu'elle est mal neutralisée, se montrer corrosive pour les tuyauteries. Certains métaux (plomb, cuivre, zinc, nickel...) peuvent se trouver dans l'eau et présenter un risque pour le consommateur.



Bords de l'Aure (14)

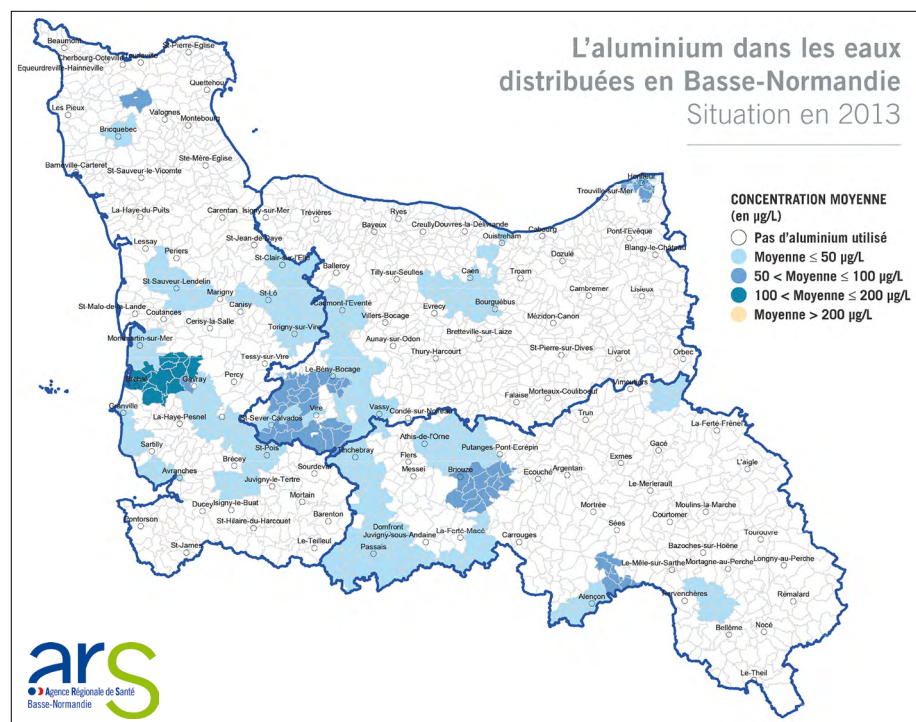


Sandrine Hélicher/DREAL BN

Pour réduire les problèmes d'entartrages (eaux dures), certaines collectivités (quatre unités de production) ont mis en place des filières spécifiques au niveau des usines de traitement (décarbonatation). Les unités de production concernées par des eaux douces nécessitent des filières de traitement spécifique pour une remise à l'équilibre calcocarbonique.

L'aluminium

Des composés d'aluminium sont utilisés comme coagulants dans les systèmes de traitement d'eau. La présence de cette substance dans les analyses d'eau distribuée traduit notamment une mauvaise maîtrise du traitement de l'eau. Une concentration de 200 µg/l a été fixée comme référence par le code de la santé publique, mais en référence aux recommandations de l'OMS, la valeur de 100 µg/l est plus souvent utilisée. Pour 99 % des Bas-Normands, la teneur moyenne est inférieure à cette valeur.



Les substances dites « émergentes »

Des campagnes nationales de mesures de substances sont régulièrement organisées par le ministère de la santé afin d'évaluer les risques sanitaires. Lors des dernières campagnes plusieurs évaluations ont été conduites, concernant notamment : le chlorure de vinyle, les alkylphénols, le bisphénol A, les nitrosamines, les acides acétiques halogénés, les résidus de médicaments, le perchlorate...

Pour la Basse-Normandie, des teneurs élevées en chlorure de vinyle monomère ont été mises en évidence, au niveau de certaines antennes de réseau de distribution. Une demande de repérage des canalisations en polychlorure de vinyle susceptibles d'en être à l'origine a été mise en œuvre. Un suivi spécifique est mis en place.

2 Les risques d'inondation

Les implantations humaines ont été de plus en plus nombreuses en zone inondable tout au long des XIX^e et XX^e siècle jusqu'à une prise de conscience collective assez récente du risque occasionné. Le ministère de l'Écologie a élaboré et mis en œuvre à partir de 1995, une politique de lutte contre le risque lié aux inondations qui porte progressivement ses fruits. Cette politique est relayée à l'échelle européenne par la Directive « Inondation ».

Comme tout risque, le risque d'inondation est le croisement d'un aléa et d'un enjeu. 30 % des communes bas-normandes sont concernées de manière significative.

Les phénomènes d'inondation peuvent avoir plusieurs origines :

- débordement de cours d'eau ;
- ruissellement agricole et urbain ;
- remontées de nappes ;
- submersion marines (cf. partie « Mer et littoral »).

Dispositif de protection contre les inondations « aqua barrière »
Installé à Louvigny (14) en février 2014



Séverine Bernard/DREAL BN



Définitions

Risque : croisement d'un aléa et d'un enjeu



Aléa : probabilité qu'un accident survienne



Enjeu : personnes, biens, activités susceptibles de subir les conséquences préjudiciables d'un évènement grave



Source : MEDDE

Les inondations par débordement de cours d'eau

Les crues

Les débordements de cours d'eau sont fréquents dans la région et surviennent en général l'hiver. Ces crues sont susceptibles de générer des sinistres importants pour les biens, l'économie, le patrimoine ou la santé humaine.

La plupart des crues sont des phénomènes relativement lents en Basse-Normandie, ce qui peut permettre de les anticiper.

Cependant, sur des petits bassins versants à forte pente, on rencontre aussi des phénomènes beaucoup plus rapides comme cela a pu arriver dans le Pays d'Auge et le Nord-Cotentin. Ces épisodes très rapides sont dus en général à un fort ruissellement consécutif à des précipitations importantes.

Inondation de Caen – 1^{er} janvier 1926



Ville de Caen

Crue de la Touques à Pont-L'Évêque (14) en novembre 2000



DDTM 14

Les débordements de cours d'eau sont fréquents dans la région et surviennent en général l'hiver.



Définitions

Une crue est un phénomène naturel caractérisé par une montée du niveau de l'eau d'un cours d'eau. Elle se traduit par l'augmentation du débit.

Une inondation est une submersion d'une zone où se déploient des activités humaines. L'inondation caractérise le dommage causé du point de vue des impacts humains.

Inondation de Pont-l'Évêque : novembre 2000



DDTM 14

Les cours d'eau côtiers : un contexte particulier

Les marais littoraux et les lits majeurs des fleuves côtiers, dominés par la mer, sont plus ou moins efficacement protégés de ses influences par de nombreux ouvrages, digues, clapets, portes-à-flots. Leur rôle consiste à bloquer la pénétration de la marée dans le réseau hydrographique et son champ d'inondation. Ils limitent ainsi les inondations par la mer (ex. : Granville) et permettent une meilleure exploitation agricole des terrains en empêchant d'importantes remontées d'eaux salées.

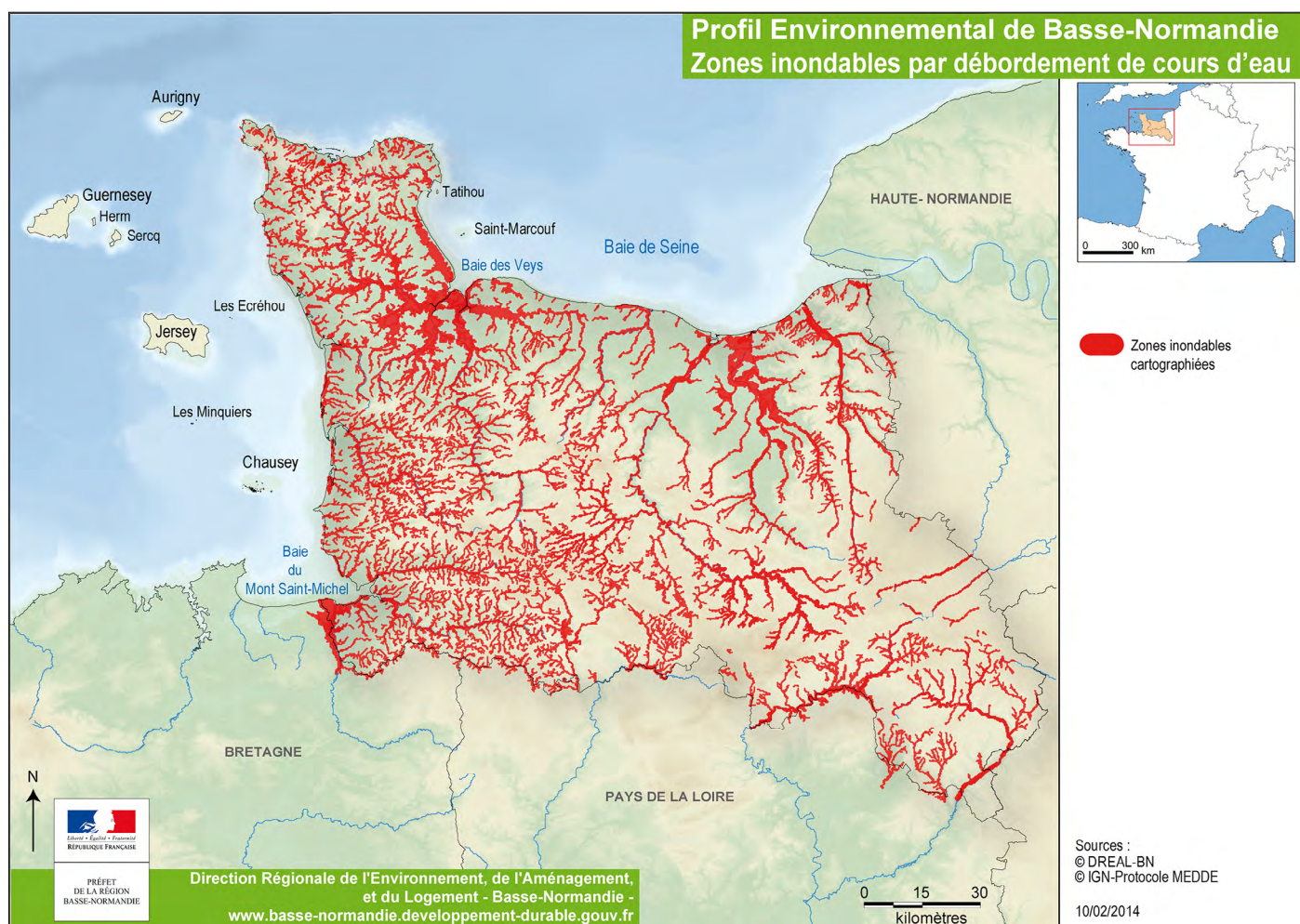
Nombre de digues de protection sont très anciennes et dans un état d'entretien incompatible avec la garantie de leur totale efficacité en situation extrême. L'état des connaissances actuelles, même s'il progresse, ne permet pas d'en établir un diagnostic précis. Des brèches surviennent de temps à autre dans les digues de polders comme à Barneville-Carteret en 2008 ou en Baie des Veys. Dans le cas d'une pénétration de la mer dans une zone basse, le flux entrant peut bloquer ou refouler un flux sortant et maintenir inondé durablement un territoire.

Bien que rares, les dysfonctionnements de portes-à-flots surviennent de temps à autre. Ce fut le cas à Anneville-en-Saire, après la tempête de décembre 1999. La marée a alors pénétré dans les champs d'inondation de la Saire, elle-même en crue.

L'écluse de la Barquette située sur la Douve à Saint-Côme-du-Mont (50)



DREAL BN



Même quand des travaux récents ont été réalisés, se protéger intégralement semble difficile et le sera d'autant plus que le niveau de la mer continuera de s'élever. Malgré l'importance des travaux récemment réalisés à Cherbourg-Octeville, les conditions très défavorables rencontrées en mars 2008 ont conditionné le débordement de la Divette, refoulée par la mer. Il s'en est suivi une inondation sans dégât majeur d'une partie du centre ville.

Par ailleurs, en décembre 2010, la crue de la Divette et du Trottebec a surpris les habitants par sa soudaineté. Celle-ci était due au redoux rapide soutenu par des pluies fortes après un épisode neigeux important. Cumulée avec un phénomène de ruissellement, cette crue rapide a particulièrement touché la ville de Cherbourg-Octeville : une centaine de personnes a été évacuée et des maisons se sont trouvées inondées avec 1 m à 1,5 m d'eau. Enfin, le Boscq en crue pose également problème dans le centre ville de Granville lors des grandes marées, son écoulement étant bloqué à marée haute. Les inondations de Granville sont fréquentes, la dernière datant de février 2010. Des travaux récents (portes-à-flots) ont permis de réduire l'inondabilité.

Les ruissellements agricoles et urbains

Lors d'évènements climatiques exceptionnels, les phénomènes de ruissellement peuvent aussi générer de gros dégâts matériels pour les infrastructures et les habitations.

Malgré le relief modéré de la région, les pentes sont suffisantes pour produire des ruissellements importants. Même en campagne de Caen, lors d'orages violents, le façonnement agricole de l'espace, avec des parcelles immenses en continuité hydraulique les unes par rapport aux autres, provoque l'apparition de coulées de boue, y compris pour des pentes de 1 à 2 %.

La configuration des pentes n'est pas le seul facteur déclenchant les phénomènes de ruissellement. Le risque est aussi lié à l'occupation et au travail du sol : curages de fossés, arrachages de haies...

Lors d'épisodes pluvieux intenses, des submersions par ruissellement urbain peuvent également survenir et provoquer des dommages importants. À titre d'exemple, on peut citer l'inondation d'Omonville-la-Rogue en 1987 qui a provoqué la mort d'une personne. Plus récemment, les crues soudaines de juin 2003 et septembre 2007 à Trouville-sur-Mer ont rappelé combien il était important de prendre en considération ce risque.

Des orages d'une rare violence sont aussi survenus en juillet 2013 dans l'agglomération caennaise, provoquant de gros dégâts matériels notamment dans les zones les plus basses : routes totalement inondées, effondrement de sols et de sous-sols, inondations des maisons et de magasins.



Définition

Le ruissellement : écoulement en « filets d'eau », à caractère non permanent et consécutif à des pluies parfois intenses. Le ruissellement peut être concentré et créer des déplacements importants de terres, voire des coulées de boue.

Crue rapide à Caen le 22 juillet 2013



Vincent Rivasseau/SGAR

Les remontées de nappe

La **dynamique des débordements de nappe phréatique est très lente**. Si le phénomène est peu dangereux, il demeure très préjudiciable au regard de la durée des inondations qui dépasse plusieurs jours voire plusieurs mois. C'est le cas par exemple en Plaine de Caen où la nappe du Bathonien se « charge » d'eau en période très pluvieuse pour la restituer quelques semaines voire quelques mois après.

De très nombreux dommages sont survenus en 2001, suite à un hiver particulièrement pluvieux. Sous-sols inondés, routes défoncées et coupées, dysfonctionnements de réseaux d'assainissement et pertes agricoles ont révélé un risque jusqu'alors peu pris en compte, difficile à maîtriser et très onéreux. L'hiver 2012-2013 a connu également de nombreux problèmes temporaires.

Inondation du périphérique Sud de Caen en avril 2001 par remontée de nappe phréatique



DIRNO

Grâce aux **connaissances acquises depuis 10 ans** auprès des collectivités, lors de campagnes de terrain et par photo-interprétation, la DREAL modélise de manière détaillée la profondeur à partir de laquelle l'eau souterraine apparaît dans le sous-sol. Les territoires où la nappe est peu profonde présentent des risques de dégradation de toute infrastructure enterrée, que ce soient les sous-sols ou les réseaux. Lorsque la nappe s'approfondit, les risques diminuent, ne touchant que les infrastructures les plus profondes (parkings enterrés...). Dans le cadre des procédures d'urbanisme, cette information est utilisée pour la planification territoriale et la délivrance des autorisations de construire.

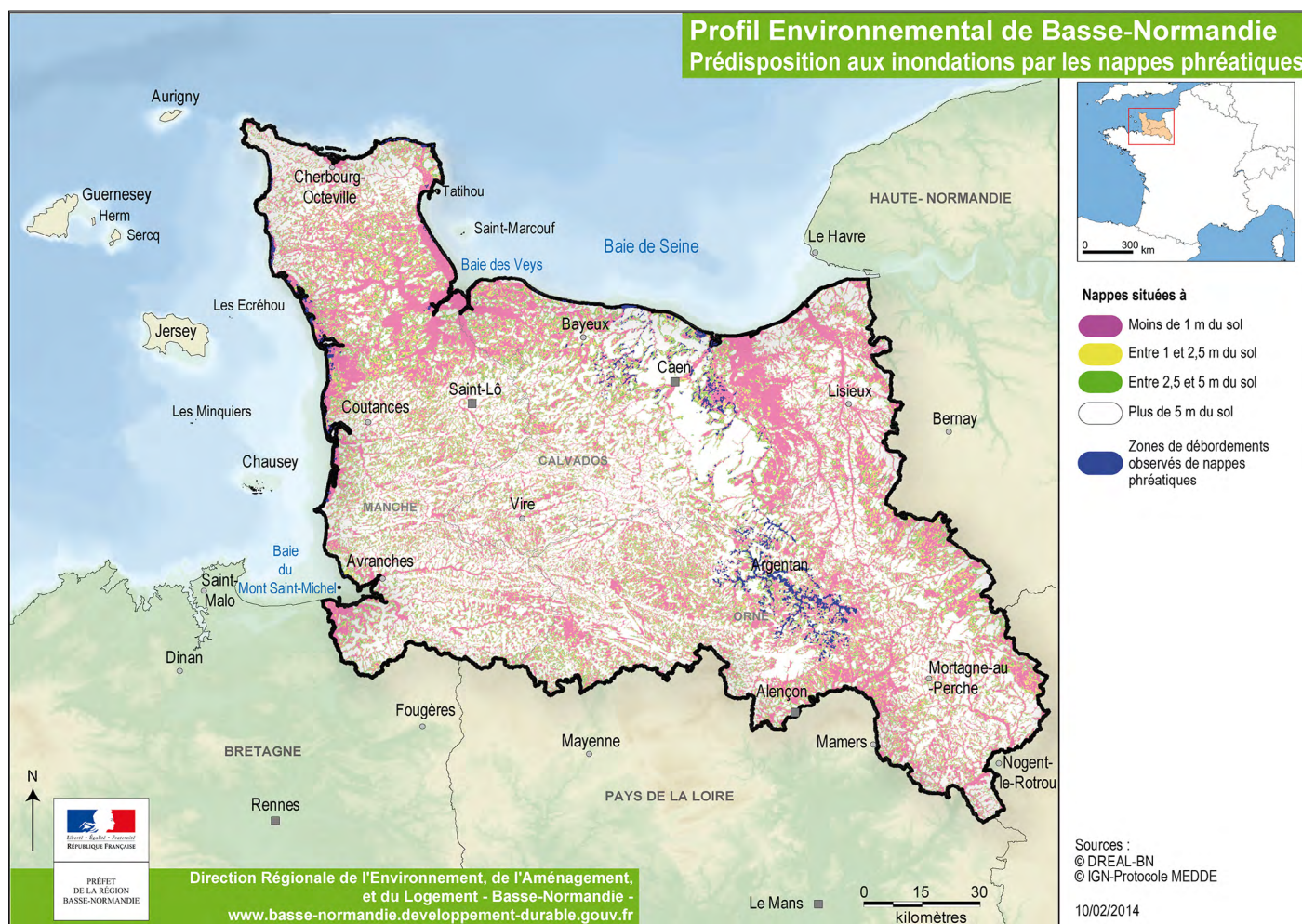
En zone littorale, à l'image des écoulements fluviaux, les écoulements souterrains sont conditionnés par le niveau marin. Les niveaux piézométriques des nappes phréatiques littorales fluctuent en fonction des cycles saisonniers hiver/été et selon les cycles de marée (vive eau, morte eau, marée haute et marée basse).

Tous les **territoires actuellement situés sous le niveau de la mer sont fortement prédisposés** aux inondations par les nappes phréatiques, à de rares exceptions près. Certains de ces territoires sont inondables durant des mois lors des années les plus pluvieuses. Les risques touchent principalement les activités agricoles, perturbant le maraîchage certaines années, comme en 2001 et en 2013, ou le pâturage, pour des raisons notamment sanitaires (risque d'infection par la douve par exemple).

De plus, de **nombreuses communes littorales se sont développées dans des secteurs sensibles**, en partie basse de cordons dunaires ou directement dans les marais, le long des côtes de la Manche (Saint-Germain-sur-Ay, Denneville, Jul-louville...) et du Calvados (Deauville, Cabourg, Ouistreham, Caen...). Les **risques d'inondation de biens bâtis ont fortement progressé** dans les dernières décennies si l'on en juge par le nombre important de reconnaissances de l'état de catastrophe naturelle pris en 1995, 1999 et 2001.

Conjuguées aux écoulements fluviaux, les remontées de nappe génèrent localement des inondations de longue durée, notamment dans les parties basses des marais de l'Isthme du Cotentin. Ce fut le cas au cours de l'hiver et du printemps 2001. De tels événements peuvent aussi survenir en été, comme en 2007.

Si les crues de rivières et remontées de nappes peuvent générer des désagréments et des dommages sur les infrastructures, elles restent essentielles au maintien des zones humides et de leur dynamique écologique.



Les outils de prévention et de gestion du risque « inondation »

La connaissance au service de la prévention

La connaissance est un des piliers de la politique de prévention souhaitée par l'État.

La DREAL a réalisé plusieurs atlas dans cet objectif :

- atlas des zones inondables par débordement de cours d'eau ;
- atlas des zones non saturées par la nappe phréatique ;
- atlas des zones sous le niveau de la mer.

Ils sont consultables sur le site internet de la DREAL (cartographie dynamique Carmen et base de données communales).

Dans le cadre de la Directive Inondation, cette connaissance est renforcée par des cartographies pour les territoires à risque important d'inondation selon une méthodologie harmonisée à l'échelle nationale pour différents types d'événements allant de scénarios « fréquents » (d'occurrence trentennale) à des scénarios « extrêmes » (d'occurrence millénale). La Directive intègre aussi des données relatives aux enjeux concernant la sécurité, la santé, l'environnement, les activités économiques, le patrimoine...

La prévision et la surveillance des crues et des inondations

Les grands cours d'eau bas-normands ont été équipés par l'État de stations hydrométriques dès les années 1970. Elles permettent d'en suivre en continu les variations de hauteurs et de débits. Ces données sont accessibles en ligne dans la banque HYDRO (www.hydro.eaufrance.fr) ou *via* Carmen (carmen.application.developpement-durable.gouv.fr/8/hydrologie.map). Elles participent à la connaissance du fonctionnement hydrologique régional. Certaines de ces stations hydrométriques sont exploitées par les Services de Prévisions des Crues qui mettent en ligne leurs données diffusées sur le site national www.vigicrues.ecologie.gouv.fr. Un outil de prédiction des hauteurs de houle est en cours d'élaboration afin de compléter le dispositif d'alerte par une prévision des submersions marines sur le littoral métropolitain.

La prise en compte du risque inondation dans l'aménagement et l'urbanisme

Diminuer la vulnérabilité

Le risque est lié à l'enjeu. Le fait de développer des activités humaines en zone inondable accroît leur vulnérabilité et donc les risques encourus. Les politiques d'aménagement doivent prendre en considération les cartographies d'aléas réalisées dans l'ensemble des documents d'urbanisme :

- Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) ;
- Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) ;
- Plans Locaux d'Urbanisme Intercommunaux (PLUI) ;
- Cartes Communales (CC).

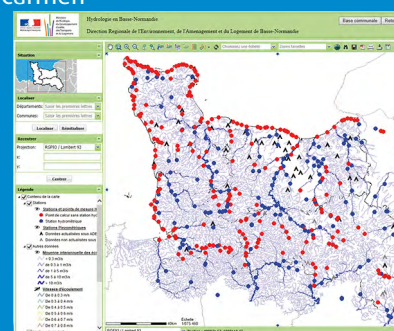


Repères

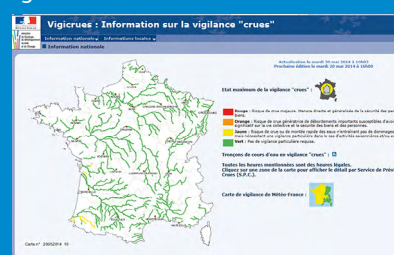
[hydro.eaufrance](http://hydro.eaufrance.fr)



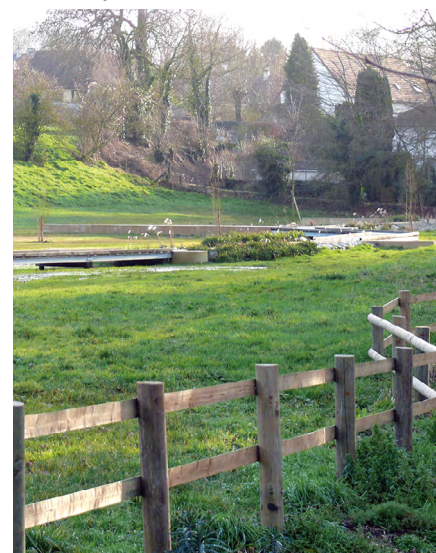
Carmen



Vigicrues



Zone d'expansion de crue



Sandrine Hélicher/DREAL BN

Il apparaît nécessaire de conserver des liens forts entre aménagement du territoire et responsabilité en matière de prévention des inondations et de gestion des milieux aquatiques. Dans cette perspective, la loi « MAPTAM » institue une **compétence obligatoire de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (GEMAPI) pour les communes** (loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles). Cette compétence doit être exercée par les communes ou par les Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) à fiscalité propre.

Elle comprend les missions suivantes :

- aménagement de bassin hydrographique ;
- entretien de cours d'eau, canal, lac ou plan d'eau ;
- défense contre les inondations et contre la mer (gestion des ouvrages de protection hydraulique) ;
- restauration des milieux aquatiques.

Les communes et les EPCI peuvent déléguer cette compétence à des structures de bassin versant (cf. chapitre « Les acteurs et outils d'évaluation et de gestion »).

Les dispositions créant cette compétence devraient entrer en vigueur au plus tard le 1^{er} janvier 2018. Les EPCI sont libres toutefois en mettre en œuvre les dispositions relatives à cette compétence avant cette date.

En complément des documents d'urbanisme, les Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN) permettent de prendre les mesures d'aménagement et de protection qui s'imposent pour une bonne gestion du risque.

La mitigation : agir pour réduire le risque

La mitigation a pour but d'atténuer les coûts des dommages pouvant être causés. Elle peut s'appuyer sur des actions visant à réduire l'intensité des aléas ou à réduire la vulnérabilité des enjeux. Elle passe essentiellement par des aménagements : remise en eau de zones d'expansion de crue, recréation de maillages bocagers, de talus... La prévention, à ce titre, a un rôle déterminant (amélioration de la gestion des sols...).

La mitigation passe aussi par l'adaptation des enjeux aux aléas : utilisation de matériaux hydrofuges...

Les plans d'actions de lutte contre les inondations

Les Programmes d'Actions et de Prévention des Inondations (PAPI)

Le PAPI est un projet porté par les collectivités locales, à leur initiative, pour lutter contre les inondations. Il sert à mettre en œuvre des actions de prévention cohérentes à l'échelle d'un bassin versant. Il s'inscrit dans le cadre d'une approche globale de prévention pour tous les types d'aléa d'inondation (débordement de cours d'eau, ruissellement pluvial, remontée de nappe phréatique, submersion marine et ruissellement urbain ou agricole).

Inondations de juillet 2013 dans le Calvados



Valérie Guyot/DREAL BN



Repères

Les documents d'urbanisme

Les **documents d'urbanisme** tels que les **plans locaux d'urbanisme** permettent de fixer l'affectation des sols et les règles associées. Ils peuvent ainsi :

- réduire ou interdire toute construction exposée dans les zones où l'aléa est important ;
- éviter ou contrôler l'urbanisation dans les zones d'expansion de crue et préserver les capacités d'écoulement, pour ne pas aggraver les risques des zones situées en amont et en aval ;
- éviter les mesures d'endiguement ou de remblaiement nouveau non justifiées par la protection de lieux fortement urbanisés et difficilement relocalisables.

Il a pour but de faire émerger des projets stratégiques locaux, d'optimiser et de rationaliser les moyens publics.

Actuellement un **PAPI est labellisé en Basse-Normandie : il s'agit du PAPI Orne-Seulles qui concerne environ 500 communes**. 46 actions sont inscrites et réparties sur plusieurs thématiques :

- diagnostic de vulnérabilité ;
- réalisation de travaux ;
- communication et sensibilisation aux risques...

D'autres PAPI sont en cours d'émergence dans les secteurs de Cherbourg-Octeville, Granville, Montmartin-sur-Mer.

Les Plans Submersions Rapides (PSR)

Suite à la tempête Xynthia, l'État a lancé un Plan Submersion Rapide pour renforcer la prévention des submersions rapides (marines, liées à des phénomènes de ruissellement, à des ruptures d'ouvrages hydrauliques ou à des crues torrentielles).

Le PSR vise essentiellement :

1. la maîtrise de l'urbanisation et l'adaptation du bâti ;
2. l'amélioration des systèmes de surveillance, de prévision, de vigilance et d'alerte ;
3. la fiabilité des ouvrages et des systèmes de protection ;
4. l'amélioration de la capacité de résilience des populations.

Dans le cadre de la mise en œuvre du PSR national, certains projets locaux peuvent être labellisés pour un événement de référence. Ainsi, un **plan submersion rapide** est actuellement mis en place à Ver-sur-Mer. D'autres sont en projet.

Les Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI)

Un PPRI a pour principal objectif :

- de délimiter très précisément les zones exposées aux risques ;
- et d'y réglementer certains usages par des mesures de prescription ou d'interdiction.

Le PPRI peut par ailleurs s'intéresser aux usages situés hors de ces zones lorsqu'ils sont susceptibles d'aggraver le risque.

La Basse-Normandie est couverte par 13 PPRI approuvés dont 1 PPRI en cours de révision. Pour les zones à risques et à fort enjeu sur le littoral, des plans de prévention des risques littoraux sont mis en place (cf. partie « Mer et littoral »).



Textes

La **Directive européenne 2007/60/CE** u 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'**Inondation** encadre au niveau européen la gestion de ce risque. Elle vise à réduire les conséquences négatives des inondations pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique.

Facteurs aggravant les inondations

- La disparition des haies : leur présence ralentit et retient l'eau ;
- Le drainage des marais et l'assèchement des zones humides : ils accélèrent les vitesses de transfert de l'eau vers les cours d'eau ;
- L'imperméabilisation des sols dans les agglomérations et certaines pratiques agricoles : elles augmentent le ruissellement pluvial (cf. partie « Sols ») ;
- La suppression des méandres des cours d'eau (recalibrage) : elle accélère les vitesses d'écoulement vers l'aval.

Facteur aggravant les risques

- l'augmentation de notre vulnérabilité accroît le risque : implantation de constructions en zones inondables...

Les Territoires à Risque important d'Inondation (TRI)

Sur la base des évaluations préliminaires des risques d'inondation réalisées au niveau national et de chaque district hydrographique, 122 territoires à risque important d'inondation (TRI) ont été arrêtés sur l'ensemble de la France.

Ces territoires à risque d'inondation important font l'objet d'un diagnostic approfondi du risque. Une cartographie des risques est ainsi réalisée sur chaque TRI et arrêté par le préfet coordonnateur de bassin. Cette cartographie constitue une étape majeure dans la connaissance des spécificités du territoire, des aléas auxquels il peut être soumis et dans la localisation des enjeux en rapport avec ces événements. Le but est de mieux connaître la vulnérabilité du territoire pour savoir quels sont les outils de gestion à privilégier. Cette cartographie donne un premier accès à l'analyse des vulnérabilités et du fonctionnement socio-économique de la zone : exposition des établissements sensibles (hôpitaux, écoles, entreprises Seveso), emplacements stratégiques des réseaux routiers, sensibilité des réseaux d'énergie, d'eau potable ou d'assainissement...

Une fois le territoire à risque d'inondation important identifié et analysé au regard des risques d'inondation, une gestion ciblée des risques est mise en place pour anticiper et réduire l'impact des crises. Abritant une grande densité de population urbaine, les TRI font en effet l'objet d'une attention particulière des pouvoirs publics pour y réduire le coût des dommages consécutifs aux inondations. Ainsi, aux côtés de l'État, les collectivités locales assurent une gestion de ces risques, sur un périmètre géographique pertinent, par une stratégie locale pour répondre aux ambitions de la stratégie nationale de gestion des risques d'inondation.

Au total, la région Basse-Normandie est concernée par 4 territoires à risque important d'inondation :

- TRI de Caen (14 communes) ;
- TRI de Dives-Ouistreham (8 communes) ;
- TRI de Cherbourg-Octeville (8 communes) ;
- TRI de la Baie du Mont Saint-Michel (26 communes dont 3 communes bas-normandes).

Embouchure de la Dives (14)



Marc Heller

3 Les risques de sécheresse

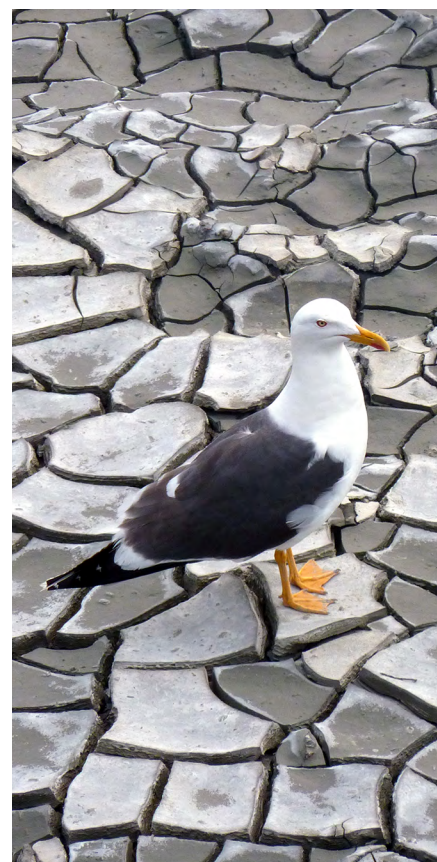
L'impact pour les milieux naturels

Le stockage d'eau souterraine en hiver joue un rôle majeur dans la régulation des débits des cours d'eau. En l'absence de ruissellement en période sèche, seules les nappes apportent leur contribution aux rivières par le biais des sources et des zones humides. La capacité des rivières à résister aux sécheresses varie selon deux paramètres essentiels :

- l'emménagement des eaux souterraines ;
- la restitution des eaux souterraines aux eaux de surface.

Cette capacité est excellente dans les bassins de la Touques, de l'Huisne de la Risle et du Val-de-Saire. Les rivières du Sud-Manche, notamment la Sée disposent également de forts débits estivaux. La présence d'eau plus vive, plus fraîche et un moindre colmatage des frayères permettent le développement d'un patrimoine halieutique exceptionnel. Les rivières du Pays d'Auge abritent ainsi de très belles populations de truite de mer et la Sée est une référence pour le saumon atlantique.

A contrario, **quelques rivières résistent difficilement aux sécheresses prolongées**. Les affluents de la rive droite de la Dives sont à cet égard les plus sensibles. Les cours d'eau du Plain, de la Côte des Isles et du haut bassin de la Sarthe s'assèchent plus difficilement mais leurs débits sont en général très faibles en été et les eaux stagnent de nombreuses semaines. L'élévation des températures qui en résulte, la baisse des concentrations en oxygène dissous et le développement d'une végétation aquatique plus dense créent ici des écosystèmes peu propices aux salmonidés mais fort intéressants pour d'autres espèces (carpes, tanches, par exemple).



Séverine Bernard/DREAL BN

L'impact pour les usages humains

Suite aux sécheresses de la fin des années 1980 et 1990, l'alimentation en eau potable des populations a été fortement sécurisée (interconnections, recherche de nouvelles ressources...). Dans l'ensemble, la région s'avère désormais moins sensible aux épisodes de sécheresse. Néanmoins, la baisse probable des ressources, en lien avec les modifications du climat, risque de fragiliser à termes les territoires les plus sensibles notamment le Bessin et la Plaine de Caen.

5. Synthèse et enjeux

1 chiffres clés

À découvrir dans ce chapitre

- Chiffres clés
- Grille « AFOM »
- Enjeux et orientations

Territoire

- **25 000 km de réseaux d'eau superficielles** (BD TOPO)
- **8,5 %** du territoire est constitué de **zones humides (1 510 km²)**
- **95 % des captages d'eau potable** réalisés sont effectués dans les nappes souterraines
- **25 % de la population est alimentée par des prises d'eau de surface**

Estimations des consommations (Source : DRAAF, DREAL)

- Irrigation pour l'agriculture : 5,28 millions de mètres cubes
- Industrie : 15,7 millions de mètres cubes
- Autres (ménages, tertiaire...) : 135 millions de mètres cubes

Pressions (Source : DRAAF)

- Cheptel bovin au 31 décembre 2012 : 1,6 million

Pollutions (Sources : Agence de l'Eau et DREAL)

- **État écologique des masses d'eau de surface** (2010-2011)
 - 44,2 % en bon état
 - 42,4 % en état moyen
 - 12,5 % en état médiocre ou très mauvais
- **État chimique des masses d'eau de surface** (2010-2011)
 - 48,7 % en mauvais état
 - 23,3 % en bon état
- **État quantitatif des masses d'eau souterraines** (2010-2011)
 - 95,5 % en bon état
 - 4,5 % en mauvais état
- **État chimique des masses d'eau souterraines** (2010-2011)
 - 72,7 % en mauvais état
 - 27,3 % en bon état

Risques

- **43 % des habitants de la région résident dans une commune concernée par un Plan de Prévention du Risque Inondation (268 communes)**
- 1 Plan d'Actions et de Prévention des Inondations est labellisé. Il concerne environ 500 communes : le PAPI Orne-Seulles
- 1 Plan de submersion rapide : le PSR de Ver-sur-Mer
- 4 Territoires à Risque Important d'Inondation (33 communes bas-normandes)

2 Grille « AFOM »

Les grilles « Atouts Faiblesses Opportunités Menaces » permettent de faire le lien entre les principaux éléments du diagnostic et les enjeux. Les grilles présentées ci-dessous constituent donc une synthèse. Elles se construisent par rapport à un objectif. Les grilles présentées sont construites à partir d'un objectif d'équilibre harmonieux entre la qualité environnementale, l'organisation sociale et le développement économique.

Les atouts et faiblesses ont une origine interne liée aux caractéristiques régionales, les opportunités et menaces ont une origine externe.

Les éléments du tableau ont été proposés et validés par les experts des différentes thématiques. Les espaces vides sont aussi porteurs de sens et peuvent ainsi exprimer le poids relatif des atouts, faiblesses, opportunités et menaces.



Atouts	Faiblesses
• Richesse et diversité des nappes d'eau souterraines (aquifères) • Présence de zones humides à fort enjeu (8,5 % du territoire régional) : marais du Cotentin et du Bessin, de la Touques et de la Dives notamment • Présence d'un réseau de cours d'eau dense qui, pour la plupart, prennent naissance dans la région : 25 000 km • Abondance de cours d'eau à poissons migrateurs amphihalins sur lesquels des actions de rétablissement de continuité écologique sont à mener • Assainissement collectif développé et globalement conforme	• Existence de périodes de tensions quantitatives sur la ressource en eau dans certains secteurs • Mauvais état écologique de nombreux cours d'eau • Contamination importante des eaux souterraines par les pesticides et les nitrates • Nombreux cours d'eau fortement altérés dans leur hydromorphologie • Existence de nombreux secteurs vulnérables au risque d'inondation par débordements de cours d'eau ou remontées de nappes souterraines • Forte dégradation de la qualité physico-chimique en Baie de Seine liée aux pollutions par les PCB • Présence, à des niveaux considérés comme très faibles, de radioactivité artificielle dans certains cours d'eau à proximité des installations nucléaires du Nord-Cotentin • Absence de SAGE dans certaines zones à enjeux
Opportunités	Menaces
• Législation européenne structurante, permettant une harmonisation des références utilisées	• Changement climatique aggravant les tensions sur la ressource en eau avec des impacts quantitatifs et qualitatifs • Déplacement du biseau salé dans les aquifères continentaux

3 Enjeux et orientations

Enjeu 1 : Partage de la connaissance sur la ressource en eau

Orientation 1

Diffuser et valoriser la connaissance sur l'état de la ressource en eau

Orientation 2

Porter une réflexion approfondie sur la ressource en eau et sa gestion

Enjeu 2 : Réduction des altérations des milieux aquatiques en agissant à la source

Orientation 1

Diminuer les émissions de polluants et leur incidence sur les milieux et les populations : nitrates, pesticides, métaux en solution, composés physiques et chimiques intervenant dans les processus médicaux et industriels...

Orientation 2

Soutenir les opérations de rétablissement de la continuité écologique et de la morphologie des cours d'eau pour rétablir l'équilibre naturel des écosystèmes

Orientation 3

Protéger les zones humides

Enjeu 3 : Prévention des risques

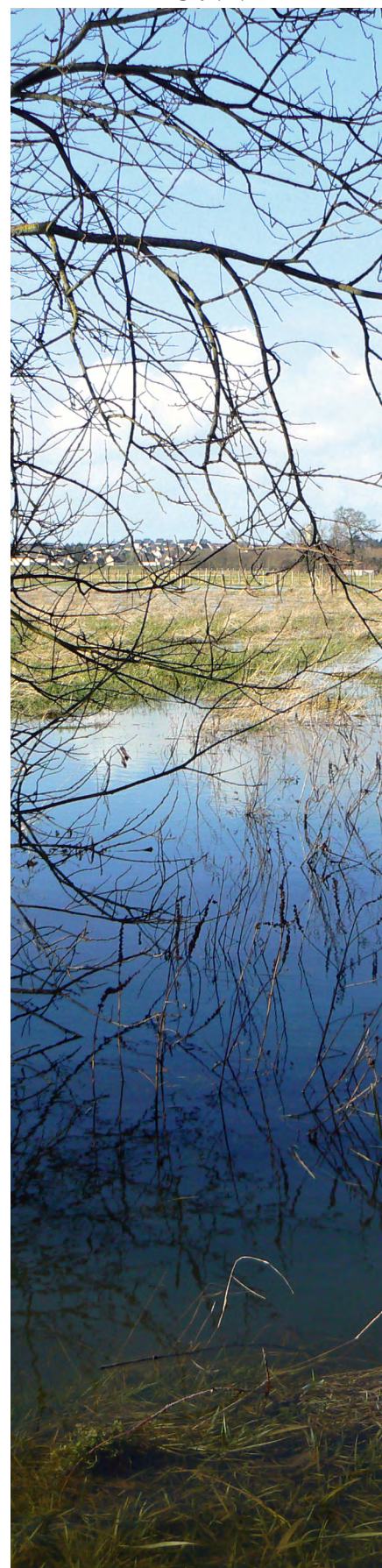
Orientation 1

Prévenir les risques d'inondation par le développement du recours aux zones d'expansion des crues

Orientation 2

Diminuer la vulnérabilité des populations par une adaptation de l'implantation des activités humaines (éloignement des zones inondables)

Zone humide à Louvigny (14)



Pascal Jouin/DREAL BN

6. Acteurs régionaux et bibliographie

A découvrir dans ce chapitre

1 Acteurs régionaux

► Acteurs régionaux
► Bibliographie

► **Agence de l'Eau** : organe exécutif du Comité de bassin

www.eau-seine-normandie.fr

- Conseil technique
- Prélèvement de redevances sur les usages de l'eau
- Aides financières à la lutte contre les pollutions, à une meilleure gestion de la ressource en eau et à la restauration des milieux aquatiques
- Production et gestion de données publiques

► **Agence Régionale de Santé**

www.ars.basse-normandie.sante.fr

- Contrôle de la qualité de l'eau potable, des eaux de baignades et de la pêche à pied
- Production et gestion de données publiques

► **BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières)**

www.brgm.fr

- Recherche scientifique et formation
- Appui aux politiques publiques
- Coopération internationale

► **CATER (Cellule d'Animation Technique pour l'Eau et les Rivières) :**

association regroupant la Région, les 3 Départements et les Fédérations de pêche départementales

www.caterbn.fr

- Appui technique aux maîtres d'ouvrages pour la gestion des milieux aquatiques et la mise en valeur de leurs usages

► **Comité de bassin** : représentants des collectivités (40 %), des usagers (40 %) et de l'État (20 %)

- Définition des grands axes de la politique de gestion de la ressource en eau et de protection des milieux naturels aquatiques à travers l'élaboration du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)
- Avis sur les grands projets ayant des impacts sur l'eau dans le bassin

► **Commissions Locales de l'Eau** : représentatives de l'ensemble des acteurs de l'eau (collectivités, usagers, État)

- Déclinaison locale de la politique de gestion de la ressource en eau définie dans le SDAGE avec l'élaboration de Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)

► **Communes et regroupements de communes**

- Responsabilité du service d'eau potable et d'assainissement (gestion et investissement)
- Définition des plans communaux de sauvegarde
- Intégration des risques dans les programmes d'aménagement
- Information et sensibilisation du public aux risques



► Conseil départemental

www.calvados.fr

- Appui technique et financier dans le cadre d'opérations de gestion de l'eau et des milieux aquatiques
- Accompagnement des projets de prévention des inondations à l'échelle des bassins versants

► Conseil régional

www.region-basse-normandie.fr

- Appui technique et financier aux collectivités dans le cadre d'opérations de gestion de l'eau et des milieux aquatiques

► DRAAF (Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt)

draaf.basse-normandie.agriculture.gouv.fr

- Réalisation d'études et d'enquêtes relatives au suivi des sols (TERUTI-LUCAS...)
- Suivi et inspection des installations classées agricoles soumises à autorisation

► DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) et DDT (Directions Départementales des Territoires)

www.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr

- Mise en œuvre et contrôle du respect de la réglementation (police de l'eau) en lien notamment les préfetures et avec l'Agence Régionale de Santé (contrôle de la qualité de l'eau potable)
- Mise en œuvre et suivi de la politique de lutte contre les inondations
- Élaboration des Plans de Prévention des Risques
- Production et gestion de données publiques
- Rôle d'Autorité environnementale : évaluation des rapports environnementaux des plans et programmes et des études d'impact des projets

► INRA (Institut National de Recherche Agronomique)

www.inra.fr

- Production de connaissance et développement de la culture scientifique
- Conception d'innovation
- Formation à la recherche

► IRSTEA (Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture, anciennement « CEMAGREF »)

www.irstea.fr

- Recherche, innovation et expertise dans les domaines de l'environnement et de l'agriculture

► ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques)

www.onema.fr

- Responsabilité, au niveau national, du système d'information de l'eau
- Protection et de mise en valeur du patrimoine piscicole et des milieux aquatiques
- Pouvoir de police (possibilité de constater les infractions)
- Maîtrise d'ouvrage du réseau piézométrique patrimonial

► Préfets coordonnateurs de bassin et délégations de bassin

www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr

- Cohérence des décisions concernant le bassin
- Coordination des différentes actions de la politique de l'eau



► **Préfecture de région**

www.basse-normandie.gouv.fr

- Mise en œuvre de la politique du gouvernement dans le domaine de l'environnement
- Rôle d'Autorité environnementale : évaluation des rapports environnementaux des plans et programmes et des études d'impact des projets



► **Préfectures de département**

www.calvados.gouv.fr

www.manche.gouv.fr

www.orne.gouv.fr

- Mise en œuvre départementale de la politique du gouvernement dans le domaine de l'environnement



► **Riverains de cours d'eau**

- Entretien du cours d'eau au droit de leur propriété lorsque les collectivités n'ont pas souhaité s'y substituer (communes, collectivités de communes, syndicats de rivières...)

► **Université de Caen, Géophen**

letg.univ-nantes.fr/fr/laboratoire/3/presentation

- Recherche, développement et diffusion des connaissances du fonctionnement hydrologique régional



2 Bibliographie

- Agences de l'eau et ONEMA. *20 fiches pédagogiques pour tout savoir sur l'eau*.
- Agence de l'eau Seine-Normandie. *Les enjeux de la gestion de l'eau à l'horizon 2015*. Mai 2005. 96 pages.
- Agence de l'eau Seine-Normandie. *SDAGE 2010-2015*. 2009. 274 pages.
- Agence de l'eau Loire-Bretagne. *SDAGE 2010-2015*. 2009. 250 pages.
- Agence Régionale de la Santé de Basse-Normandie. *Les pesticides en Basse-Normandie - Bilan Régional 2011-2012*. Evolution 2000-2012. 88 pages.
- Agence Régionale de la Santé de Basse-Normandie. *Eau potable en Basse-Normandie - Bilan Régional 2013*.
- Agence Régionale de la Santé de Basse-Normandie, Direction régionale de l'aménagement de l'environnement et du logement, Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi. *Plan régional Santé environnement n°2 2011-2015*. 52 pages.
- Brookes A. *Channelized rivers, perspectives for environmental management*. New York. 1988. 326 pages.
- Cador Jean-Michel. *Les pays hydrologiques de Basse-Normandie*. Document de travail. 5 pages. 2013.
- DIREN de Basse-Normandie et Météo-France, Centre météorologique du Calvados. *Hydro-climatologie de la Basse-Normandie*. Décembre 2003. 26 pages.
- DRASS et DDASS de Basse-Normandie. *L'eau potable-Basse-Normandie*. Septembre 2009.
- Ministère de l'agriculture et de la Pêche, J.D. Lévy, M. Bertin, B. Combes, J. Mazodier, A. Roux, Conseil général du GREF. *Rapport sur l'irrigation durable*. Février 2005.

■ Sites internet complémentaires

- www.agreste.agriculture.gouv.fr
- www.agriculture.gouv.fr/l-irrigation
- www.crpbm.fr
- www.developpement-durable.gouv.fr
- www.eaufrance.fr
- www.eau-loire-bretagne.fr
- www.eau-seine-normandie.fr
- www.lesagencesdeleau.fr
- www.prim.net

Corlet Imprimeur
Z.I. rue Maximilien Vox
14110 Condé-sur-Noireau

Dépot légal : novembre 2015

Imprimé sur papier recyclé





PROFIL ENVIRONNEMENTAL DE BASSE-NORMANDIE

Ce livret est une composante du Profil environnemental de Basse-Normandie





PROFIL ENVIRONNEMENTAL DE BASSE-NORMANDIE

Synthèse

L'eau

En Basse-Normandie, l'eau apparaît comme une ressource abondante... mais elle est aussi fragile.

Les milieux aquatiques s'inscrivent dans l'identité paysagère, culturelle et économique de la région. Zones humides, rivières, mares et nappes souterraines dessinent le territoire et nourrissent les populations, les animaux et les cultures.

Espaces de transition entre la terre et l'eau, les zones humides constituent un patrimoine extraordinaire tant par leur étendue que leur diversité. Leur surface est estimée à 8,5 % du territoire régional. Leur rôle écologique et économique, est mieux connu aujourd'hui :

- régulation de la ressource en eau ;
- réservoir de biodiversité ;
- épuration des milieux notamment par la dénitrification ;
- prévention des crues...

Dans la carte environnementale régionale, six zones humides d'importance majeure ont été identifiées :

- Marais du Cotentin et du Bessin ;
- Vallée de la Touques ;



Le marais du Grand Hazé/Sandrine Héricher/DREAL BN

- Estuaire de la Seine ;
- Baie des Veys ;
- Baie du Mont Saint-Michel ;
- Havre de Régneville.

Les cours d'eau bas-normands forment un linéaire dense qui est à l'origine d'une très grande richesse écologique : diversité de milieux, circulation des migrateurs... Le linéaire global des cours d'eau est évalué à 25 000 km avec une grande disparité de densité du chevelu hydrographique entre l'Ouest et l'Est de la région. Ce contraste s'explique par la nature du sous-sol, moins perméable en Massif armoricain qu'en Bassin parisien.

L'eau souterraine est le pilier de l'alimentation en eau potable. Les réserves se situent plutôt dans la partie orientale de la région, rattachée au Bassin parisien (aquifères bathonien et bajocien). Moins pourvu en réserves importantes, l'Ouest dispose cependant de ressources stratégiques, en particulier dans l'Isthme du Cotentin.

L'abondance de l'eau donne l'impression de pouvoir satisfaire tous les usages. Mais lorsque les prélèvements sont localement importants, ils peuvent générer des tensions quantitatives trop fortes sur la ressource.



Aujourd'hui, la région dispose d'un réseau d'alimentation performant, permettant à chacun d'avoir accès à l'eau potable. À partir du XVIII^e siècle, pour satisfaire les besoins alimentaires d'une population croissante, les milieux aquatiques ont subi de nombreuses dégradations : drainage des zones humides, création d'ouvrages de régulation des échanges entre la terre et la mer... Ces derniers ont généré de nombreux obstacles à la circulation des espèces. Ces dégradations se sont amplifiées pendant les XIX^e et XX^e siècles avec l'hydroélectricité, la poldérisation, l'urbanisation, le développement industriel et la modification des pratiques agricoles.

Parallèlement, l'évolution des modes d'aménagement et de gestion de l'espace ont fortement accru le risque d'inondation. Les enjeux concernent actuellement la restauration et la protection des milieux, la conciliation des différents usages et la gestion des risques.

Aujourd'hui, les politiques publiques de sauvegarde et d'amélioration des milieux aquatiques affichent certains résultats. Cependant, un important travail reste à accomplir. De nombreuses espèces, comme l'anguille d'Europe, sont en très forte régression. L'état écologique et chimique des milieux aquatiques doit être amélioré dans plusieurs secteurs de la région. Le contexte pourrait encore se détériorer avec le changement climatique et les nombreuses pressions subies.



Plus d'infos...

Contenu de la thématique

- ▶ Les milieux aquatiques
- ▶ Les fonctionnalités et usages de l'eau
- ▶ Les principales altérations des milieux aquatiques
- ▶ Les risques liés à l'eau

Profil Environnemental de Basse-Normandie État écologique des cours d'eau 2010-2011



► Grille « AFOM »

Les grilles « Atouts Faiblesses Opportunités Menaces » permettent de faire le lien entre le diagnostic et les enjeux.

Elles se construisent par rapport à un objectif. Ici, l'objectif est basé sur les principes du développement durable, à savoir un équilibre entre la qualité environnementale, l'harmonie sociale et le développement économique. Les « atouts et faiblesses » ont une origine interne liée aux caractéristiques régionales, les « opportunités et menaces » ont une origine externe. Les éléments du tableau ont été proposés et validés par les experts des différentes thématiques. Les espaces vides sont aussi porteurs de sens et peuvent ainsi exprimer le poids relatif des atouts, faiblesses, opportunités et menaces.

Atouts	Faiblesses
• Richesse et diversité des nappes d'eau souterraines (aquifères) • Présence de zones humides à fort enjeu (8,5 % du territoire régional) : marais du Cotentin et du Bessin, de la Touques et de la Dives notamment • Présence d'un réseau de cours d'eau dense qui, pour la plupart, prennent naissance dans la région : 25 000 km • Abondance de cours d'eau à poissons migrateurs amphihalins sur lesquels des actions de rétablissement de continuité écologique sont à mener • Assainissement collectif développé et globalement conforme	• Existence de périodes de tensions quantitatives sur la ressource en eau dans certains secteurs • Mauvais état écologique de nombreux cours d'eau. • Contamination importante des eaux souterraines par les pesticides et les nitrates • Nombreux cours d'eau fortement altérés dans leur hydromorphologie • Existence de nombreux secteurs vulnérables au risque d'inondation par débordements de cours d'eau ou remontées de nappes souterraines • Forte dégradation de la qualité physico-chimique en Baie de Seine liée aux pollutions par les PCB • Présence, à des niveaux considérés comme très faibles, de radioactivité artificielle dans certains cours d'eau à proximité des installations nucléaires du Nord-Cotentin • Absence de SAGE dans certaines zones à enjeux
Opportunités	Menaces
• Législation européenne structurante, permettant une harmonisation des références utilisées	• Changement climatique aggravant les tensions sur la ressource en eau avec des impacts quantitatifs et qualitatifs • Déplacement du biseau salé dans les aquifères continentaux



► Enjeux et orientations

L'ordre de présentation correspond à l'approche méthodologique du diagnostic.

Enjeu 1 : Partage de la connaissance sur la ressource en eau

Orientation 1

Diffuser et valoriser la connaissance sur l'état de la ressource en eau

Orientation 2

Porter une réflexion approfondie sur la ressource en eau et sa gestion

Enjeu 2 : Réduction des altérations des milieux aquatiques en agissant à la source

Orientation 1

Diminuer les émissions de polluants et leur incidence sur les milieux et les populations : nitrates, pesticides, métaux en solution, composés physiques et chimiques intervenant dans les processus médicaux et industriels...

Orientation 2

Soutenir les opérations de rétablissement de la continuité écologique et de la morphologie des cours d'eau pour rétablir l'équilibre naturel des écosystèmes

Orientation 3

Protéger les zones humides

Enjeu 3 : Prévention des risques

Orientation 1

Prévenir les risques d'inondation par le développement du recours aux zones d'expansion naturelle des crues

Orientation 2

Diminuer la vulnérabilité des populations par une adaptation de l'implantation des activités humaines (éloignement des zones inondables)



Plus d'infos...

Ce document est un extrait du Profil environnemental de Basse-Normandie. Il a pour objectif de rendre l'information environnementale plus vivante et accessible.

Neuf livres thématiques numériques ont été réalisés :

-  Les repères de territoire
-  Le climat
-  L'air
-  L'eau
-  La biodiversité
-  La mer et le littoral
-  Les sols
-  Les sous-sols et la géodiversité
-  Les paysages

Ces publications ont été réalisées avec de nombreux experts et acteurs de l'environnement. Elles sont consultables sur le site internet de la DREAL. Leur actualisation en temps réel repose sur un réseau actif de contributeurs, garants de la qualité des analyses, des références et des informations transmises. Un échange est possible avec les bénéficiaires qui peuvent proposer des développements nouveaux, des illustrations et transmettre des observations.

Les principaux contributeurs :

- Agences de l'eau
- Agence Régionale de Santé
- Autorité de Sûreté Nucléaire
- Conseil régional
- DRAAF
- DREAL et DDT(M)
- INSEE
- Préfectures
- Université