Synthèse régionale Haute Normandie

Description générale

La Haute-Normandie constitue l'extension occidentale du Bassin Parisien. La région qui peut à première vue paraitre monotone d'un point de vue géologique, recèle une diversité et une complexité hydrogéologique certaine.

Plutôt densément peuplée, la Haute-Normandie rassemble, en 2013, 1 848 000 habitants (3% de la population nationale) dans ses deux départements, dont deux tiers dans celui de la Seine-Maritime.

La population se concentre plutôt dans des petites communes et seuls 39,6% des habitants vivent dans des communes de 10 000 habitants et plus, contre 48,1% en moyenne en France métropolitaine. Hormis Rouen, la capitale régionale, seules cinq agglomérations dépassent les 50 000 habitants : agglomération/communautés de communes du Havre, d'Evreux, de Caux-Vallée de Seine, de Seine-Eure et des Portes de l'Eure.

Une région industrielle

Située sur la partie aval de la Seine jusqu'à son estuaire, la Haute-Normandie ouvre le Bassin Parisien sur l'international en le reliant par le fleuve à la Manche, autoroute maritime du commerce. Les deux grands ports maritimes du Havre et de Rouen se situent respectivement au 2e et 5e rang national. Le relief et l'hydrographie ont favorisé au XIXe siècle la création d'industries textiles et de papeteries. Plusieurs raffineries se sont implantées entre Rouen et Le Havre avant la dernière guerre. Un pôle pétrochimique considérable s'est ainsi développé autour de cet axe et réalise un tiers de la production nationale de produits raffinés en 2011. Dans les années 1960, l'industrie automobile s'est implantée. Enfin, dans les années 1980, deux centrales nucléaires ont été construites, Paluel et Penly, produisant un dixième de l'électricité française.

L'économie haut-normande montre toujours une forte spécialisation industrielle de l'activité. Les filières historiques sont encore bien présentes (pétrochimie et chimie, automobile) mais la région a développé d'autres filières à forte valeur ajoutée (énergie, pharmacie, aéronautique, électronique).

Une tradition agricole

L'agriculture occupe 65% du territoire haut-normand. La Haute-Normandie est donc une région très agricole, mais, avec 12 % des sols dédiés à l'habitat, aux autres activités économiques et au transport, elle est aussi très urbanisée. C'est une artificialisation déjà ancienne et si la consommation de terres agricoles y est aujourd'hui un peu moins forte qu'au niveau national, l'agriculture n'en a pas moins perdu 19 500 ha entre 2000 et 2010, des prairies pour l'essentiel.

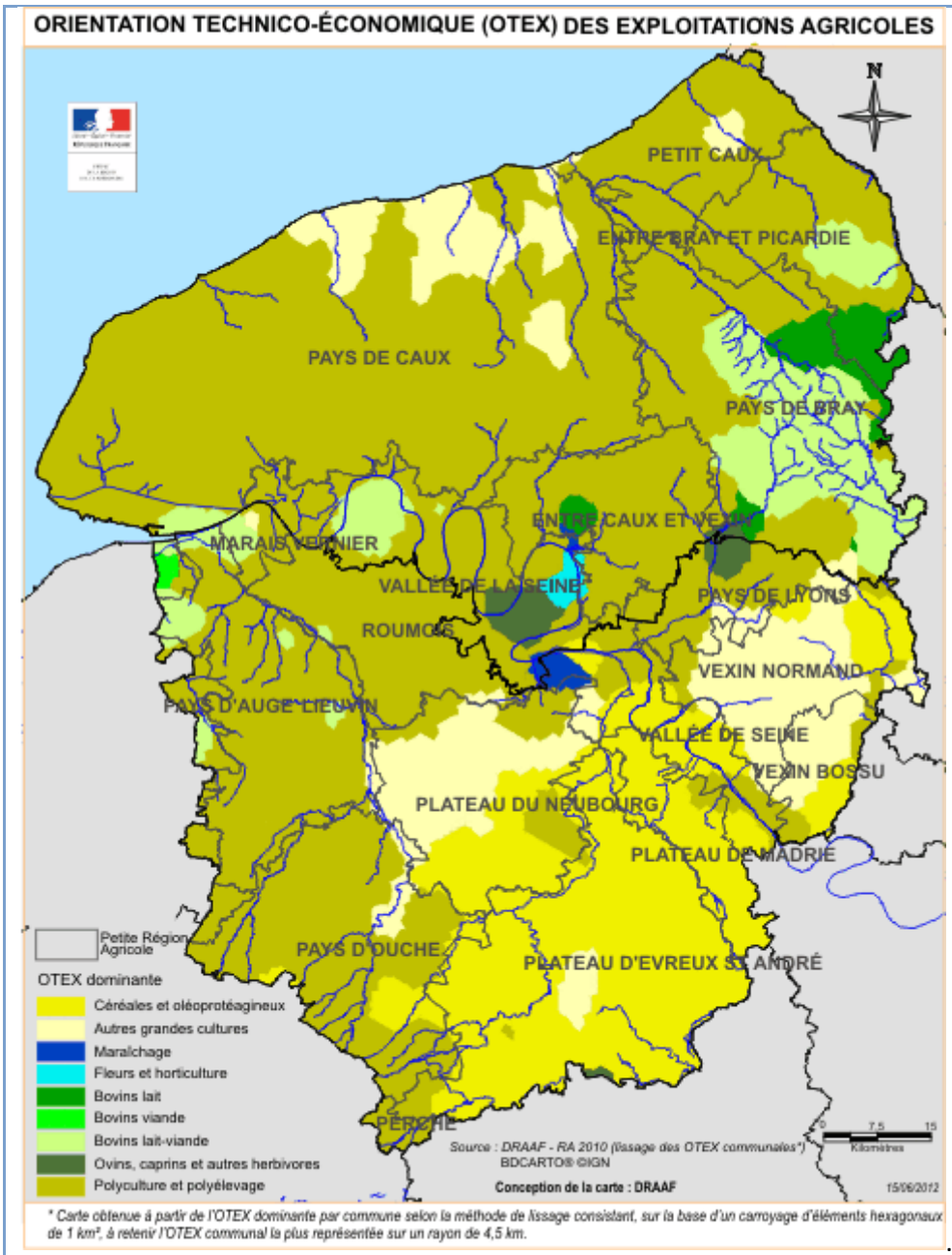
La Haute-Normandie est une région de grandes cultures et d'élevage bovin, avec trois orientations productives principales : les grandes cultures, la polyculture-polyélevage et l'élevage laitier spécialisé.

Les différents systèmes agricoles haut-normands sont répartis sur le territoire en fonction des caractéristiques des sols et du climat (cf. carte de l'OTEX ci-dessous) :

- le Sud-Est de l'Eure avec ses terres légères et son climat relativement sec, ressemble au bassin parisien. Des exploitations céréalières y produisent surtout du blé, de l'orge et du colza.

- un peu plus au nord, sur les sols fertiles du plateau du Neubourg et du Vexin, lin, betteraves et pommes de terre complètent l'assolement dans des exploitations de grandes cultures diversifiées.
- Encore plus au nord, l'élevage, surtout des vaches laitières et souvent des bovins à viande, est associé aux grandes cultures dans les exploitations mixtes typiques du Roumois et du Pays de Caux.
- à l'est et à l'ouest, sur les reliefs plus accidentés du Pays de Bray et du Pays d'Auge, les cultures perdent de l'importance, les exploitations sont spécialisées en élevage laitier ou mixte lait et viande.
- le maraîchage et l'horticulture, peu développés, sont concentrés dans la vallée de la Seine et autour des agglomérations. L'élevage hors-sol de porcs et de volailles, également peu important, est réparti sur tout le territoire.

Orientation technico-économique (OTEX) des exploitations agricoles



Climat

Une répartition de la pluviométrie très contrastée sur le territoire

La Haute-Normandie connaît un climat tempéré océanique à influences continentales plus ou moins sensibles à l'intérieur des terres. Maritime humide avec des variations thermiques faibles le long de la côte, le temps devient plus sec et continental au sud-est de la région, faisant ressembler cette partie de la Région aux grandes plaines d'Ile-de-France.

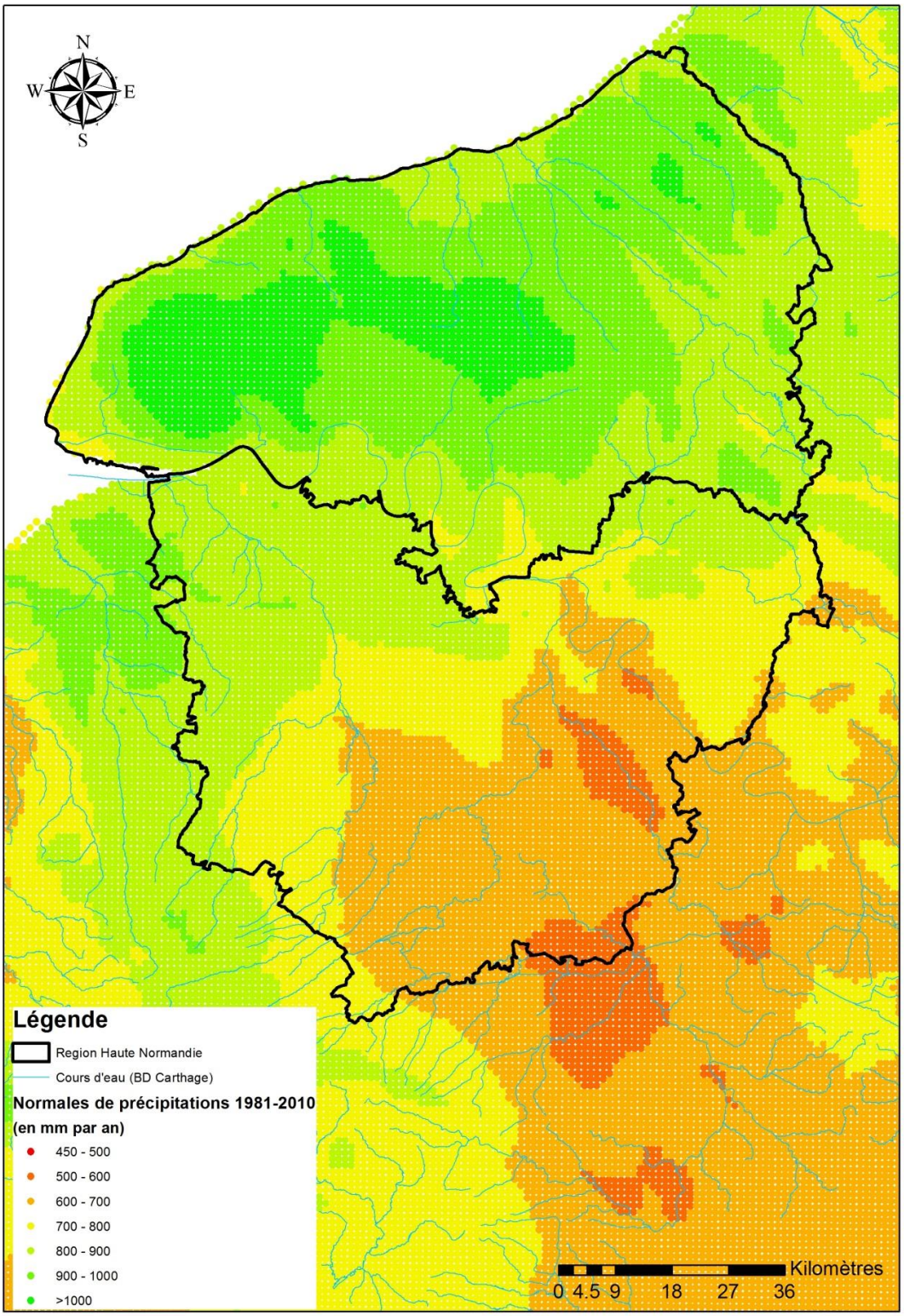
D'un point de vue temporel, les pluies sont assez bien réparties sur toute l'année.

D'un point de vue spatial, les précipitations moyennes sont assez contrastées entre la Seine-Maritime au Nord et le département de l'Eure au Sud. Les normales de précipitations 1981-2010 varient, sur la région

Haute-Normandie, entre 503 mm dans le secteur de Jouy-sur-Eure (dtp 27) et 1110 mm à Goderville (dpt 76) (cf. carte ci-dessous ; source : Météo-France, fichier AURELHY). Le secteur le plus arrosé est situé à l'Ouest de la Seine-Maritime sur le Pays de Caux vers Goderville et le secteur le moins arrosé est localisé au Sud-Est de l'Eure.

Les précipitations efficaces moyennes interannuelles suivent la même répartition géographique et évoluent entre 100 et 400 mm.

En général, la période de recharge des aquifères s'étend de novembre à mars et celle de la vidange d'avril à octobre.


N
W
E
S
Légende
Region Haute Normandie
Cours d'eau (BD Carthage)
Normales de précipitations 1981-2010
(en mm par an)
450 - 500
500 - 600
600 - 700
700 - 800
800 - 900
900 - 1000
>1000
Kilomètres
0 4.5 9 18 27 36

Relief

Son relief est pour l'essentiel façonné dans les terrains crayeux du Crétacé supérieur. Il en résulte une morphologie d'ensemble relativement uniforme, de plateaux faiblement ondulés, incisés par des vallées parfois relativement encaissées. L'altitude de ces plateaux est généralement comprise entre 100 et 150 mètres NGF à l'exception du Pays de Caux (170 m) et du perche /pays d'ouche où elle s'élève jusqu'à 250 mètres puis descend lentement vers la Seine au Nord où l'altitude n'est plus qu'à quelques mètres au-dessus du 0 NGF.

Une mosaïque de régions naturelles ou "pays" (figure 1), se juxtaposent, du nord au sud de la Seine :
Au nord de la Seine :

- pays de Caux,
- pays de Bray
- Vexin normand et Pays de Lyons,

Au Sud de la Seine :

- Roumois,
- Lieuvin,
- Pays d'Ouche,
- Plateau de Madrie, entre l'Eure et la Seine,
- Plateau du Neubourg,
- Plateau de Saint-André.

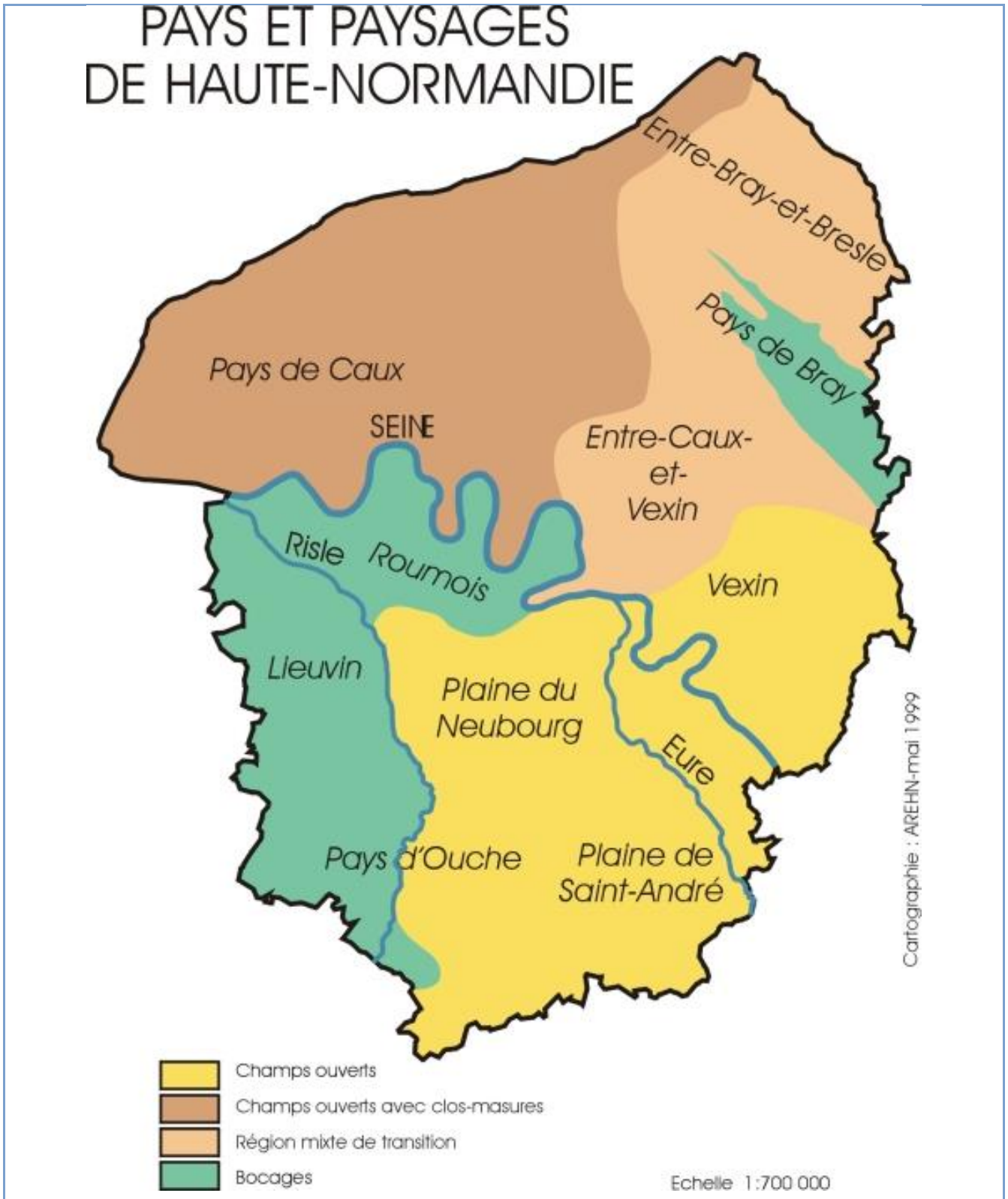


Figure 1 : Pays et paysages de Haute-Normandie Source : AREHN

Le contexte particulier du Pays de Bray donne naissance à un paysage bocager typique, au relief ondulé et au couvert végétal varié. Le Pays de Bray est une vaste échancrure, résultant d'un anticlinal faillé et érodé en son centre, d'environ 10 km et s'étendant sur 80 km dans les départements de l'Oise et de la Seine-Maritime. Les sols sont constitués par les sables et argiles du Crétacé inférieur (Turonien à Albien) et par les argiles et calcaires du Jurassique (calcaires du Portlandien).

Hydrographie

Une faible densité du réseau hydrographique

La Haute-Normandie s'étend en grande partie sur de vastes plateaux crayeux affectés par des phénomènes karstiques. Une des caractéristiques des paysages karstiques est la faible proportion d'écoulements de surface. La densité linéaire de cours d'eau pérenne est en effet particulièrement faible (0,2 km/km²) comme le montre l'Illustration 1. Les eaux superficielles s'infiltrent donc préférentiellement dans le sous-sol. Certains bassins hydrologiques ne comptent pas de cours d'eau superficiels pérennes mais des vallées sèches.

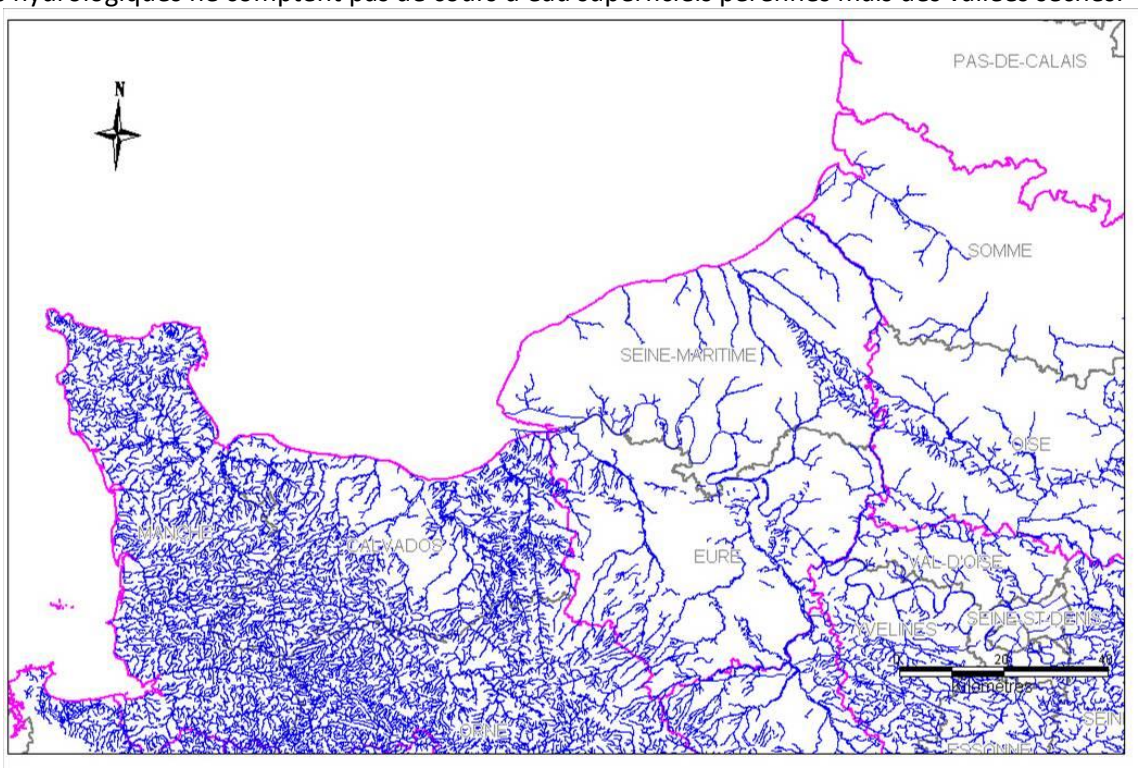


Illustration 1 : montrant le faible développement du réseau hydrographique en Haute-Normandie

Le réseau hydrographique de surface, modérément développé, est concentré sur un petit nombre de rivières principales. On distingue :

- les cours d'eau côtiers situés sur les bassins versant Nord de la Seine-Maritime au nombre de 8 (Arques -et ses 3 affluents Varenne, Béthune Eaulne- ; Bresle ; Yères ; Scie ; Saâne ; Dun ; Veules et Valmont)
- des affluents de la Seine que sont l'Andelle, l'Epte, le Cailly, l'Aubette , le Robec ; l'Austreberthe, le Commerce et la Lézarde en rive droite et l'Eure (et ses 2 affluents Iton et Avre**)** et la Risle en rive gauche. Les affluents de la rive gauche de la Seine sont des rivières descendues du Perche dont les bassins versant sont très entendus.

Géologie

Le prolongement septentrional du Bassin Parisien

La Haute-Normandie apparaît comme le prolongement occidental du Bassin Parisien.

Au sens géologique, le Bassin Parisien est une vaste cuvette centrée sur la région parisienne et constituée de couches sédimentaires accumulées au centre du bassin sur environ 3000 mètres au-dessus du socle hercynien. De façon schématique, le Bassin Parisien correspond à une série d'auréoles concentriques (à l'affleurement, terrains les plus récents au centre et les plus anciens à la périphérie) délimitées les unes des autres par des coteaux ou cuestas.

En Haute-Normandie, les formations présentes à l'affleurement sont du plus jeune au plus ancien :

- les formations du Tertiaire présentes très localement à l'Est de la région (plateau de madrie) et dans des poches résiduelles (comme dans le secteur de Varangéville-sur-mer)
- la craie du Séno-Turonien qui couvre la majeure partie du territoire haut-normand,
- les formations cénomaniennes, à l'extrême Sud de la région,
- les calcaires jurassiques présents dans la boutonnière de Bray et en rive gauche à Rouen (Illustration 2).

La série stratigraphique de la craie appartient au système du Crétacé Supérieur et elle présente les trois faciès suivants : craie blanche riche en silex du Sénonien, craie marneuse pauvre en silex du Turonien, et craie du Cénomanien glauconieuse à la base puis blanche sur le reste de la formation.

Cette série, formée par une puissante assise crayeuse (> 100 mètres), repose sur les formations de l'Albien (Crétacé Inférieur : Sables verts, Argiles du Gault et Gaize affleurant dans le Pays de Bray).

Cette série crayeuse affleure très largement sur la région sauf au niveau de la boutonnière du Pays de Bray (Crétacé Inférieur et Jurassique Moyen).

Elle est recouverte par une formation résiduelle à Silex (Argiles à silex), produit de décalcification de la craie (altération lors de ses phases d'exondation), et par des sables Paléocène.

Le pendage général des couches géologiques, lié au phénomène de subsidence du bassin sédimentaire, reste faible et régulier vers le centre du Bassin de Paris. D'autre part, les structures hercyniennes ont rejoué durant l'orogénèse alpine donnant une succession d'anticlinaux et de synclinaux de direction générale nord-ouest – sud-est, le plus remarquable étant l'anticlinal du Pays de Bray.

Les principaux accidents structuraux qui affectent le sous-sol crayeux sont : l'anticlinal de Bray, la faille de la Seine NW-SE (évènement important et ancien à l'échelle du bassin de Paris), la faille de Lillebonne à Fécamp, l'anticlinal de Bourgtheroulde et son compartiment axial effondré, et la faille de Pont-Authou à Cormeilles. Les assises du Vexin sont affectées par de nombreuses ondulations anticlinales et synclinales qui se prolongent vers le Nord-Ouest et provoquent une certaine fissuration du milieu.

Ces accidents tectoniques sont orientés selon la direction Armoricaine (NNW-SSE ou NW-SE). Les structures plissées témoignent du rejet de vieilles structures hercyniennes depuis la fin du Crétacé jusqu'au Quaternaire.

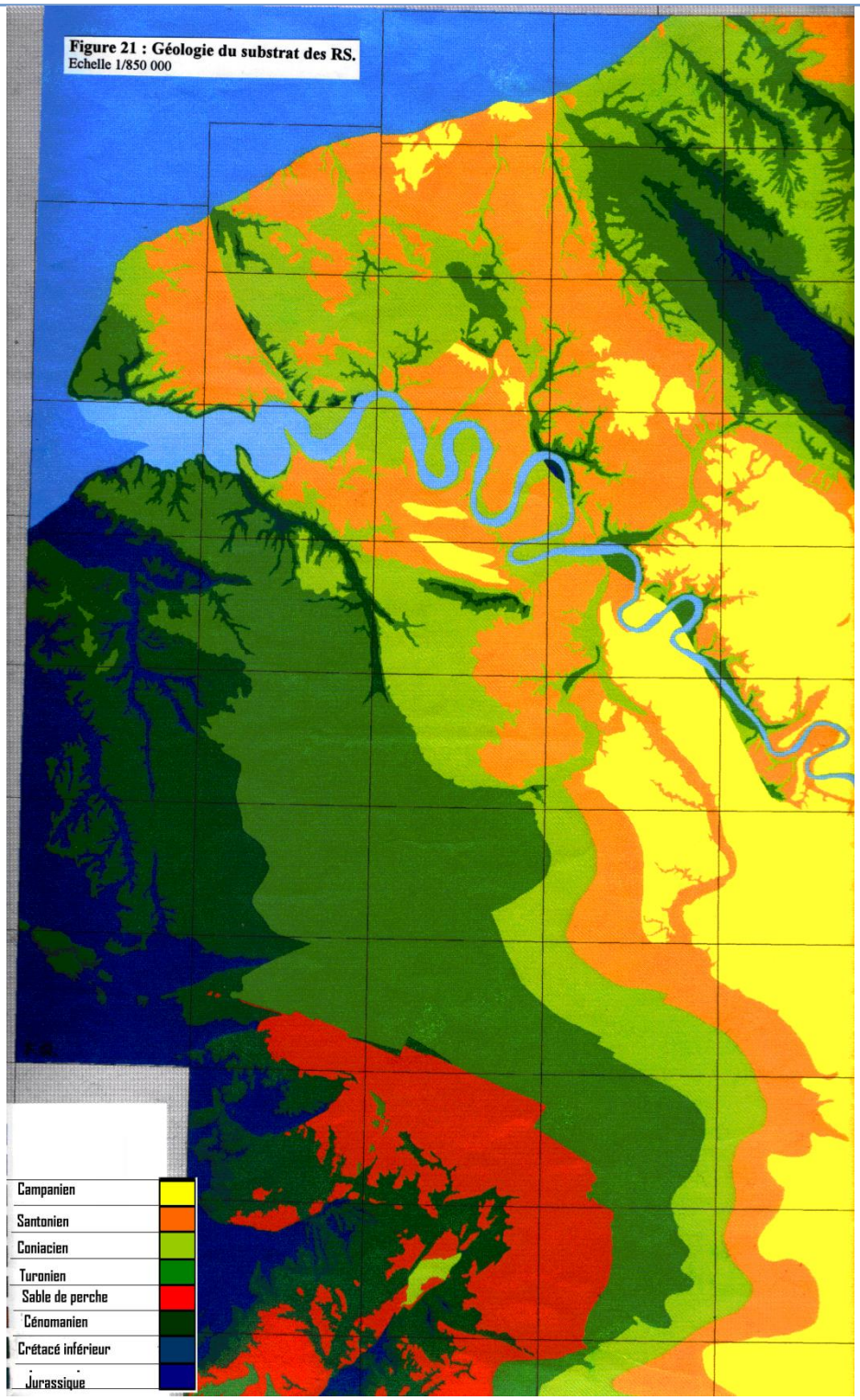


Illustration 2 : *Ecorché géologique de la Haute-Normandie (Quesnel et Laignel, 1997)*

Hydrogéologie : principaux aquifères

1) L'aquifère crayeux en Haute-Normandie constitue le principal aquifère de la région.

Bien que le substratum soit quasi-exclusivement constitué de roches sédimentaires susceptibles d'être aquifères, l'importance de ces nappes est inégale, d'abord en raison de leur géométrie (épaisseur et extension), ensuite en raison de leur accessibilité, de leur faculté de renouvellement et de leur qualité physico-chimique. Plusieurs nappes ou groupes de nappes principaux peuvent être distingués qui sont, par ordre d'importance décroissant selon leur productivité et leur exploitation :

- la nappe de la craie (nappe d'extension régionale ; principale réserve et principal régulateur des cours d'eau de surface),
- la nappe des sables verts de l'albien (nappe libre en bordure du Pays de Bray et captive ailleurs),
- les nappes locales et discontinues des sables et calcaires du Tertiaire (essentiellement présentes sur le plateau de Madrie, dans le bassin de l'Epte et en butte résiduelle ailleurs),
- les nappes alluviales (généralement soutenues par les rivières et drainant la nappe de la craie) ;
- les nappes profondes (nappes du jurassiques : oxfordien, bajo-bathonien).

Ces nappes sont présentées sur la coupe de l'Illustration 3.

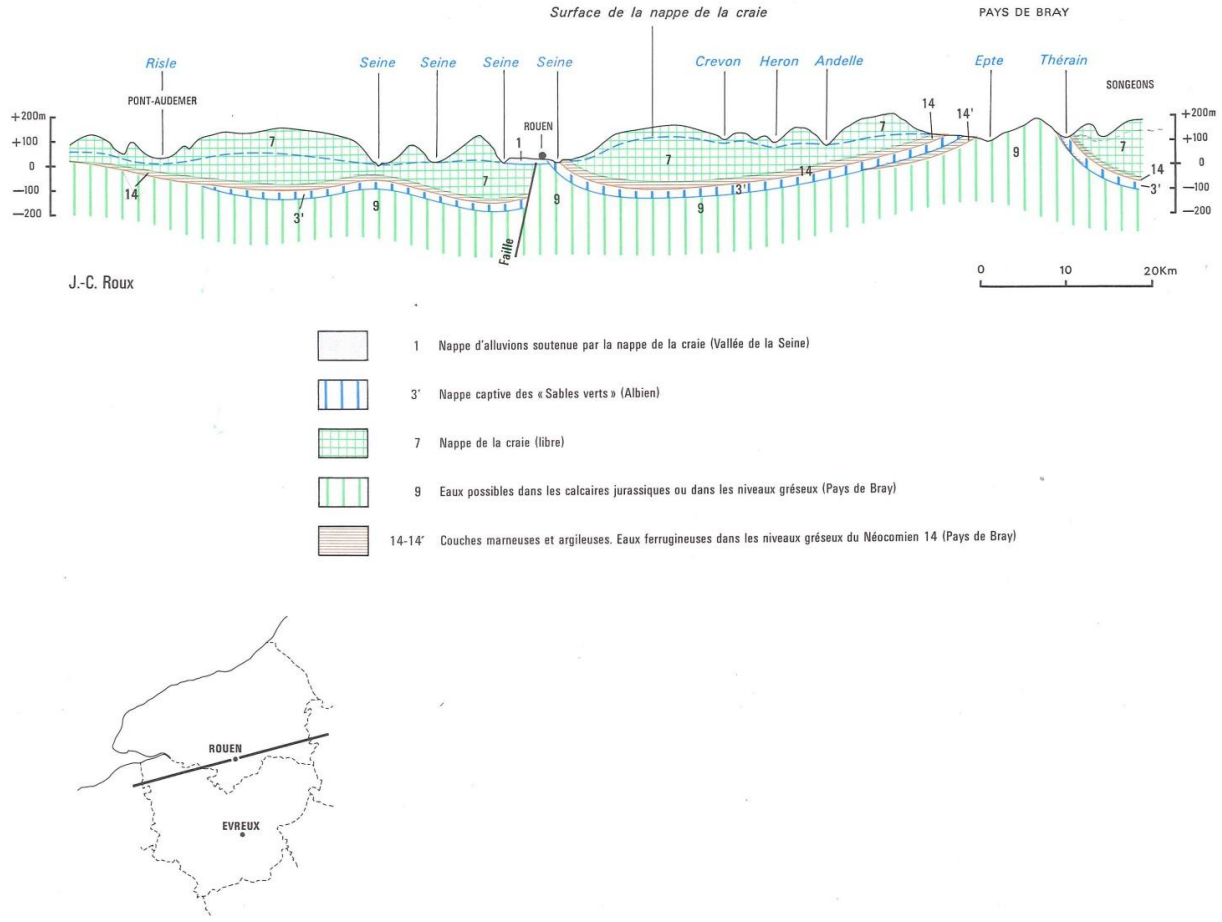


Illustration 3 : Coupe hydrogéologique Est-Ouest de la Haute-Normandie (extraite de l'Atlas des eaux souterraines de la France – BRGM, 1966)

La nappe de la craie

La nappe de la craie est l'aquifère principal de la région Haute-Normandie et alimente la quasi-totalité des besoins en eau potable. Un article spécifique dédié à l'aquifère de la craie de l'Ouest du bassin parisien est consultable sur le SIGES. Le paragraphe qui suit est un résumé succinct.

Sur le plan hydrogéologique, la craie a une faible perméabilité intrinsèque. Elle contient de l'eau mobilisable essentiellement lorsqu'elle est fracturée, condition rencontrée le long des failles géologiques et sur les bombements anticlinaux, ou qu'elle est altérée sous les plaines alluviales des grands cours d'eau.
L'aquifère de la craie est caractérisé par l'existence d'une triple porosité (une porosité de matrice, de fracture et de conduits).

Partout où affleure le Crétacé Supérieur, la nappe est libre, l'alimentation s'effectue par les pluies efficaces que n'arrêtent pas les recouvrements limoneux et la couverture d'argiles à silex, lacunaire le long de thalwegs et percée en de multiples lieux (bétoires). La recharge de la nappe s'effectue donc en deux temps, presqu'immédiatement après les pluies en vallées et par le jeu des bétoires, plusieurs semaines ou mois plus tard sous les plateaux. Cet étalement amortit les alternances de périodes sèches et humides et régularise le débit de la nappe.
Après avoir atteint la zone saturée de la craie, les eaux s'écoulent vers les exutoires de la nappe. La vitesse d'écoulement est très variable selon la perméabilité du réservoir. Contrairement au karst qui se développe dans la craie non saturée, le karst noyé n'est pas facilement explorable. Son étude est faite sur la base d'expériences de traçages.
Après avoir convergé des plateaux vers les vallées sèches et humides, les eaux de la nappe de la craie alimentent la nappe alluviale et le cours d'eau qui la draine.

La surface piézométrique de la nappe de la craie épouse fortement la morphologie du sol qui, elle, dépend en partie de la répartition de la fissuration de la craie. Elle forme des dômes d'alimentation sous les plateaux où l'aquifère, peu fissuré, a une fonction capacitive, et des dépressions dans les zones fissurées drainantes à fonction transmissive (vallées humides et sèches, réseaux « karstiques »).
Les vallées qui entament les formations de surface constituent des axes de drainage de cette nappe, et la présence de nombreuses sources sur les flancs de ces vallées constituent les phénomènes visibles de cette drainance.
La profondeur de la nappe peut atteindre 80 à 90 mètres pour les plateaux du Vexin et du Roumois alors qu'elle n'est plus que de 10 à 30 mètres dans le Pays d'ouche.

Les sources importantes sur le territoire régional (débit et répartition géographique) sont également l'indice de l'existence des réseaux karstiques. On peut citer les plus importantes : sources d'Yport (1.5 m^3/s), de Bonneville sur Iton (1250 l/s), de Hondouville (1180 l/s)…

Les fluctuations de la nappe sont de plusieurs types : elles comportent des variations annuelles et interannuelles du fait de la fonction à la fois capacitive et conductrice de l'aquifère selon les secteurs.

65 des 70 piézomètres du réseau de suivi en continu des nappes du BRGM en Haute-Normandie suivent l'aquifère de la craie. Le résultat de ce suivi est disponible sur le site **ADES.**

Cet aquifère dispose de nombreuses cartes piézométriques départementales ou régionales (voir l'article sur le SIGES dédié aux atlas de la région Haute-Normandie).

2) Les nappes du Tertiaire

Les terrains tertiaires sont présents essentiellement à l'Est de la région : dans le département de l'Eure, ils coiffent les craies campaniennes du Plateau de Madrie et de l'est du Plateau de Saint-André-de-l'Eure. Ils occupent aussi les reliefs du plateau du Vexin bossu. En Seine-Maritime, le seul affleurement d'extension notable est celui de Varengeville-sur-Mer ; le reste du département est concerné par la présence de poches résiduelles.

On retrouve de haut en bas, les formations suivantes :

- (localement les sables du Stampien)
- Calcaires du Bartonien
- Calcaires du Lutétien
- Sables du Cuisien
- Formation argileuses et argilo-sableuses du Thanétien et de l'Yprésien
- Craie

A noter également la présence au sommet de ces formations, sur quelques affleurements isolés, des sables de lozère pouvant atteindre 10 à plus de 20m d'épaisseurs.

Cet empilement est résumé dans le log hydrogéologique ci-dessous.

L'ensemble de ces formations tertiaires forme un aquifère multicouche généralement (mais pas toujours) séparé de l'aquifère de la Craie par les argiles plastiques imperméables de l'Yprésien.

113AI-- Marnes infra-gypseuses de l'Eocène du Bassin Parisien
113AK-- Sables, Calcaires et Grès du Bartonien (Eocène) du Bassin Parisien
113AO-- Marnes et caillasses du Lutétien sup. du Bassin Parisien
113AQ-- Calcaires et sables du Lutétien du Bassin Parisien et du Bassin des Flandres
113AV-- Sables de Cuise de l'Yprésien sup. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et le sud du bassin Artois-Picardie)
117AC-- Argiles de l'Yprésien inf. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et sud du bassin Artois-Picardie)
119AE-- Formations détritiques continentales, Sables et Argiles à silex post-Campanien du Bassin Parisien
121AS-- Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de

(log BD LISA dans le secteur de DOUAINS-27)

Cartes piézométriques du tertiaire disponibles

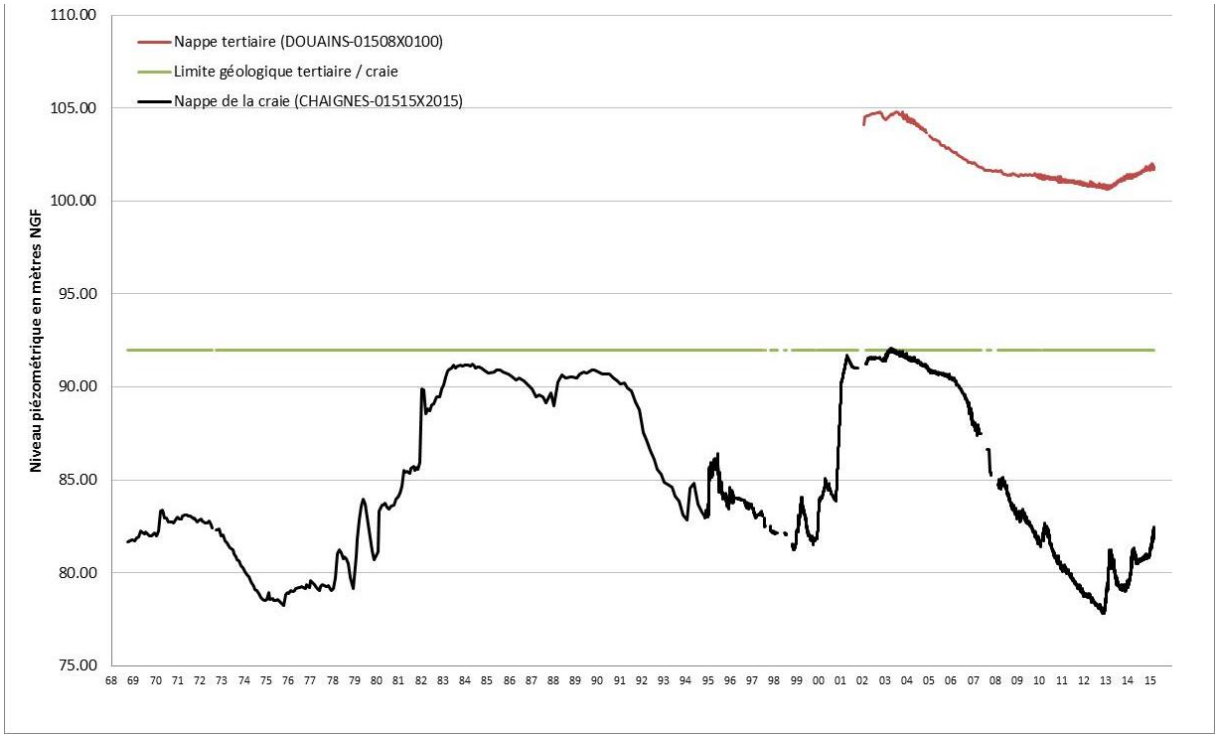
Une carte piézométrique de cette nappe a été réalisée dans le cadre de l'atlas piézométrique du département de l'Eure de 1989 (voir l'article sur le SIGES dédié aux atlas de la région Haute-Normandie) et plus récemment à l'échelle du bassin parisien (voir l'article sur le SIGES de la piézométrie du tertiaire du bassin parisien).

Les observations faites sur le plateau de Madrie au moment de la carte piézométrique de 1989 montrent que les niveaux mesurés concernent la nappe contenue dans les terrains bartoniens, lutétiens et cuisiens. Les nappes des sables stampiens et des calcaires sannoisiens sont d'extension réduite et ont des productivités très minimes. Elles ne sont pas captées et ne donnent pas de sources notables. Les eaux qui débordent des marnes stampiennes et sannoisiennes s'infiltrent ensuite rapidement dans les calcaires lutétiens et surtout les sables cuisiens.

Fluctuations piézométriques

Dans le cadre du réseau piézométrique régional, un piézomètre (puits n°01515X2033) situé sur la commune de Villiers-en-Désoeuvre a suivi les fluctuations des calcaires bartoniens et lutétiens de 1968 à 1985. Le suivi des calcaires bartoniens et lutétiens a repris en 2002 grâce au piézomètre 01508X0100 situé sur la commune de Douains. Le résultat de ce suivi est disponible sur le site ADES.

Le graphique ci-dessous présente les fluctuations de la nappe tertiaire au piézomètre de Douains ainsi que les fluctuations de la nappe de la craie (sous-jacente) au piézomètre de Chaignes (01515X2015) situé à 3km de celui de Douains.



Au niveau du piézomètre de Douains, les fluctuations de la nappe dans les calcaires du Bartonien/Lutétien sont de type pluriannuel. Le signal lié aux recharges hivernales et aux vidanges estivales est peu visible. Dans les sables de Cuise, le comportement de l'aquifère est certainement différent.

Il est généralement mentionné dans la littérature que l'aquifère de la craie est captif sous la couverture tertiaire dans le bassin parisien. Le graphique précédent montre que ce n'est pas le cas dans le secteur de Douains ; cependant aucune étude concernant les relations nappe tertiaire / nappe de la craie n'a été réalisée à ce jour en Haute-Normandie. Cette observation ne peut donc être généralisée.

Du fait de la situation des terrains tertiaires sur les plateaux où les activités agricoles sont bien développées, les nappes tertiaires sont soumises aux pollutions agricoles. Les réservoirs les plus vulnérables sont les calcaires, en particulier ceux du Lutétien-Bartonien souvent karstifiés et les sables Cuisiens sous-jacents. La nappe est moyennement profonde (10 à 40m). De nombreuses sources issues des sables de Cuise et utilisées autrefois à des fins domestiques sont désormais touchées par la pollution des nitrates et ont été condamnées par l'AEP.

3) Les nappes alluviales

Les alluvions (d'âge allant de l'actuel à l'Holocène et au Würmien) tapissent les fonds de toutes les vallées principales. Leur épaisseur est très variable le long des cours d'eau, parfois réduite à quelques mètres mais pouvant atteindre 25 mètres, notamment dans la vallée de la Seine.
Les alluvions würmiennes sont le plus souvent grossières, à galets et blocs, tandis que celles de l'Holocène sont plutôt sableuses et sablo-argileuses. Les alluvions actuelles, susceptibles de remanier les plus anciennes, ont une lithologie variée, fine à grossière.

Lorsqu'elles abritent des ressources en eau exploitables (dans les vallées principales en général), leur contour a été tracé dans le cadre du référentiel national des aquifères : BD LISA, ces alluvions sont alors nommés alluvions réservoir. Dans le cadre du référentiel BD LISA, une fiche de synthèse des alluvions réservoir a été rédigée (voir l'article SIGES sur le référentiel BDLISA). Les paragraphes 2.2.4 et 2.3 de cette fiche décrivent spécifiquement les alluvions réservoir de la Seine Aval, de la Risle, du Cailly, de l'Andelle, de l'Epte et de l'Eure.

Dans le cadre du réseau piézométrique régional, deux piézomètres font l'objet d'un suivi dans les alluvions de la Seine :

- piézomètre 00974X0128 situé sur la commune de Sandouville (suivi des graves de fond)
- piézomètre 00765X0124 situé sur la commune de Saint-Nicolas-de-Bliquetuit

Le résultat de ce suivi sont disponible sur le site ADES.

4) Les nappes profondes, affleurantes dans le Pays de Bray

Sous les formations du Crétacé supérieur, s'étagent des aquifères profonds. Une présentation est faite de ces aquifères à l'**Illustration 4** : 4 logs sont présentés pour présenter la variabilité de la présence de ces aquifères profonds à l'échelle de la Haute-Normandie. Ces aquifères multicouches sont surtout connus au-delà des affleurements de la craie, dans le Pays de Bray, car leur nappe acquiert un régime libre et est exploitée par des puits ou des captages de sources. Concernant le secteur du pays de Bray, Rose-Marie Chevrier (CNAM, 1972), a réalisé dans sa thèse une étude hydrogéologique et hydrogéochimique des nappes aquifères du Pays de Bray (diverses cartes piézométriques et géochimiques sont disponibles dans cet ouvrage).

(a)

- **125AA01**-- Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanien inférieur à moyen et de l'Albien supérieur du Bassin Parisien
- **127AA99**-- Sables indifférenciés et argiles de l'Apto-Albien du Bassin Parisien
- **127AC01**-- Argiles de l'Aptien-Barrémien du Bassin Parisien
- **127AG05**-- Sables et argiles du Wealdien (Néocomien), sables blancs, grès ferrugineux et marnes du Valanginien calcaires marneux (Hauterivien) du Bassin Parisien
- **131AA97**-- Calcaires du Tithonien inférieur du Bassin Parisien
- **133AA99**-- Marnes indifférenciées du Kimméridgien du Bassin Parisien
- **135AA59**-- Sables et grés de l'Oxfordien supérieur du Bassin Parisien
- **135AA61**-- Calcaire corallien de l'Oxfordien moyen à supérieur du Bassin Parisien
- **137AB99**-- Marnes indifférenciées du Callovo-Oxfordien du Bassin parisien
- **139AM99**-- Calcaires indifférenciés du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) du Bassin Parisien
- **139AN99**-- Marnes et calcaires marneux indifférenciés, Marnes de Longwy en Lorraine et Marnes à Liostrea acuminata en Champagne du Bajocien supérieur-Bathonien du Bassin

(b)

- **125AA01**-- Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanien inférieur à moyen et de l'Albien supérieur du Bassin Parisien
- **127AA99**-- Sables indifférenciés et argiles de l'Apto-Albien du Bassin Parisien
- **127AG05**-- Sables et argiles du Wealdien (Néocomien), sables blancs, grès ferrugineux et marnes du Valanginien calcaires marneux (Hauterivien) du Bassin Parisien
- **133AA99**-- Marnes indifférenciées du Kimméridgien du Bassin Parisien
- **135AA53**-- Argiles et Marnes de Villerville et de Criqueboeuf de l'Oxfordien supérieur du Bassin Parisien (Normandie)
- **135AA61**-- Calcaire corallien de l'Oxfordien moyen à supérieur du Bassin Parisien
- **137AB99**-- Marnes indifférenciées du Callovo-Oxfordien du Bassin parisien
- **139AD01**-- Calcaires du Bajocien et du Bathonien (Dogger), partie profonde du Bassin Parisien
- **139AN99**-- Marnes et calcaires marneux indifférenciés, Marnes de Longwy en Lorraine et Marnes à Liostrea acuminata en Champagne du Bajocien supérieur-Bathonien du Bassin Parisien

(c)

- **125AA01**-- Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanien inférieur à moyen et de l'Albien supérieur du Bassin Parisien
- **127AA99**-- Sables indifférenciés et argiles de l'Apto-Albien du Bassin Parisien
- **133AA99**-- Marnes indifférenciées du Kimméridgien du Bassin Parisien
- **135AA59**-- Sables et grés de l'Oxfordien supérieur du Bassin Parisien
- **135AA61**-- Calcaire corallien de l'Oxfordien moyen à supérieur du Bassin Parisien
- **135AA65**-- Roussier de Gacé, sables ferrugineux du Perche et de Mortagne et sables de Vairais de l'Oxfordien inférieur à moyen du Bassin Parisien
- **137AB99**-- Marnes indifférenciées du Callovo-Oxfordien du Bassin parisien
- **139AD01**-- Calcaires du Bajocien et du Bathonien (Dogger), partie profonde du Bassin Parisien
- **139AN99**-- Marnes et calcaires marneux indifférenciés, Marnes de Longwy en Lorraine et Marnes à Liostrea acuminata en Champagne du Bajocien supérieur-Bathonien du Bassin Parisien

(d)

- **125AA01**-- Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanien inférieur à moyen et de l'Albien supérieur du Bassin Parisien
- **127AA99**-- Sables indifférenciés et argiles de l'Apto-Albien du Bassin Parisien
- **131AA97**-- Calcaires du Tithonien inférieur du Bassin Parisien
- **133AA99**-- Marnes indifférenciées du Kimméridgien du Bassin Parisien
- **135AA51**-- Calcaires de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien inférieur du Bassin Parisien, calcaires rocailleux à ptérocères, Calcaires à Astartes, Oolithe de Lamothe, Calcaires sublithographiques et Argiles à Ostrea
- **135AA59**-- Sables et grés de l'Oxfordien supérieur du Bassin Parisien
- **135AA61**-- Calcaire corallien de l'Oxfordien moyen à supérieur du Bassin Parisien
- **137AB99**-- Marnes indifférenciées du Callovo-Oxfordien du Bassin parisien
- **139AL01**-- Sillon marneux du Bathonien-Callovien dans le bassin Seine-Normandie
- **139AN99**-- Marnes et calcaires marneux indifférenciés, Marnes de Longwy en Lorraine et Marnes à Liostrea acuminata en Champagne du Bajocien supérieur-Bathonien du Bassin Parisien

Illustration 4 : *Logs hydrogéologiques des aquifères profonds (sous les argiles de gault) de Haute-Normandie : (a) pays de bray ; (b) pointe de caux, (c) sud-ouest de l'Eure, (d) Sud-Est de l'Eure*

Les sables verts de l'Albien s'étendent sous presque toute la région ; ils disparaissent vers le Sud-ouest de la région. Ils forment, à l'affleurement, une frange entourant le cœur de l'anticlinal de Bray. En s'éloignant de l'axe anticlinal, les couches plongent sous les terrains plus récents. La nappe devient alors progressivement captive sous les argiles du Gault. Depuis 2001, le SDAGE Seine-Normandie définit les nappes captives de l'Albien-Néocomien comme étant une ressource stratégique pour assurer la fonction de ressource AEP de secours ultime.

Un article spécifique dédié à l'aquifère de l'albien/Néocomien de Haute-Normandie est consultable sur le SIGES et permet également de télécharger les fiches descriptives BD LISA de l'aquifère de l'albien. Le paragraphe qui suit est un résumé succinct.

L'épaisseur de ces couches diminue rapidement au Sud-ouest d'une ligne reliant le Havre, Bernay et Verneuil. Dans le Lieuvin et l'ouest du Pays d'ouche, les sables verts sont réduits à quelques lentilles dans des argiles. Dans le département de l'Eure, la nappe des sables verts n'est puissante qu'à l'Est et au Nord du département.

Le relèvement des couches vers le Nord-Ouest amène les terrains albiens à l'affleurement au pied des reliefs qui dominent l'embouchure de la Seine. Ils sont présents directement sous les alluvions de la baie de la Seine et de la basse vallée de la Risle.

L'anticlinal de Vernon amène ces couches au contact des alluvions de la Seine, ce qui permet l'exploitation locale de la nappe des sables verts par des forages peu profonds. A Rouen, par le jeu de la faille de la Seine, les terrains albien sont peu profonds, aussi de nombreux forages alimentaient autrefois les industries. La corrosion et l'ensablement des ouvrages ont conduit à leur abandon.

Les forages industriels creusés à Pont Audemer et Vernon captent un mélange d'eaux de la craie, des alluvions et des sables verts, ce qui leur confère un faciès chimique particulier.

En dehors du pourtour du pays de Bray, de l'anticlinal de Vernon et de l'embouchure de la Seine, l'aquifère de l'albien est profond de plusieurs centaines de mètres ; Il n'est connu que dans les sondages de reconnaissance pétrolière ou dans quelques forages anciens.

Dans le cadre du réseau piézométrique régional, deux piézomètres font l'objet d'un suivi de la nappe de l'Albien en Haute-Normandie :

- piézomètre 01511X0188 situé sur la commune de Saint-Marcel
- piézomètre 01234X0297 situé sur la commune de Caudebec-les-Elbeuf

Le résultat de ce suivi est disponible sur le site ADES.

Les aquifères profonds suivants n'ont font l'objet d'aucun suivi dans le cadre du réseau piézométrique régional de Haute-Normandie :

Les sables du Néocomien (Wealdien) ainsi que les calcaires du Portlandien supérieur (Tithonien supérieur) constituent un aquifère multicouche complexe et mal connu. L'ensemble du réservoir portlandien-néocomien affleure dans le Pays de Bray. Les sources sont nombreuses mais de faibles débits. Ce réservoir est capté par plusieurs puits à usage agricole ou industriel de faible productivité.

Dans le référentiel BD LISA, le Néocomien de Haute-Normandie est représenté par l'entité 127AG05 (Sables et argiles du Wealdien (néocomien) et le Titonien par l'entité 131AA97 (Calcaires du Tithonien inférieur). Ces entités 127AG05 et 131AA97 ne sont pas présente sur toute la Haute-Normandie.

Dans le cadre de la réalisation de la BD LISA (voir l'article du SIGES sur le référentiel BD LISA), des fiches de synthèse ont été établies pour ces aquifères et décrivent les caractéristiques géologiques et géométriques, hydrodynamiques, piézométriques, les aires de recharges, les paramètres hydrodynamiques ainsi que le détail du découpage de ces entités dans le référentiel : fiche 127AG05 (Sables et argiles du Wealdien) 131AA97 (Calcaires du Tithonien inférieur).

Les calcaires de l'Oxfordien/Kimmérdigien inférieur) est un aquifère multicouche qui est composé de calcaires à astarte (entité BD LISA 135AA51), de sables et grés de l'oxfordien supérieur (entité 135AA59), de calcaires corallien de l'oxfordien moyen (entité 135AA61) et d'un faciès sableux ferrugineux le Roussier de Gacé (135AA65).Toutes ces entités ne sont pas présentes sur tout le territoire. Les fiches BD LISA de ces entités présentent leurs extensions :

- Fiche générale sur l'oxfordien 135AA
- Fiche de l'extension de l'entité 135AA51
- Fiche de l'extension de l'entité 135AA59
- Fiche de l'extension de l'entité 135AA61
- Fiche de l'extension de l'entité 135AA63
- Fiche de l'extension de l'entité 135AA65

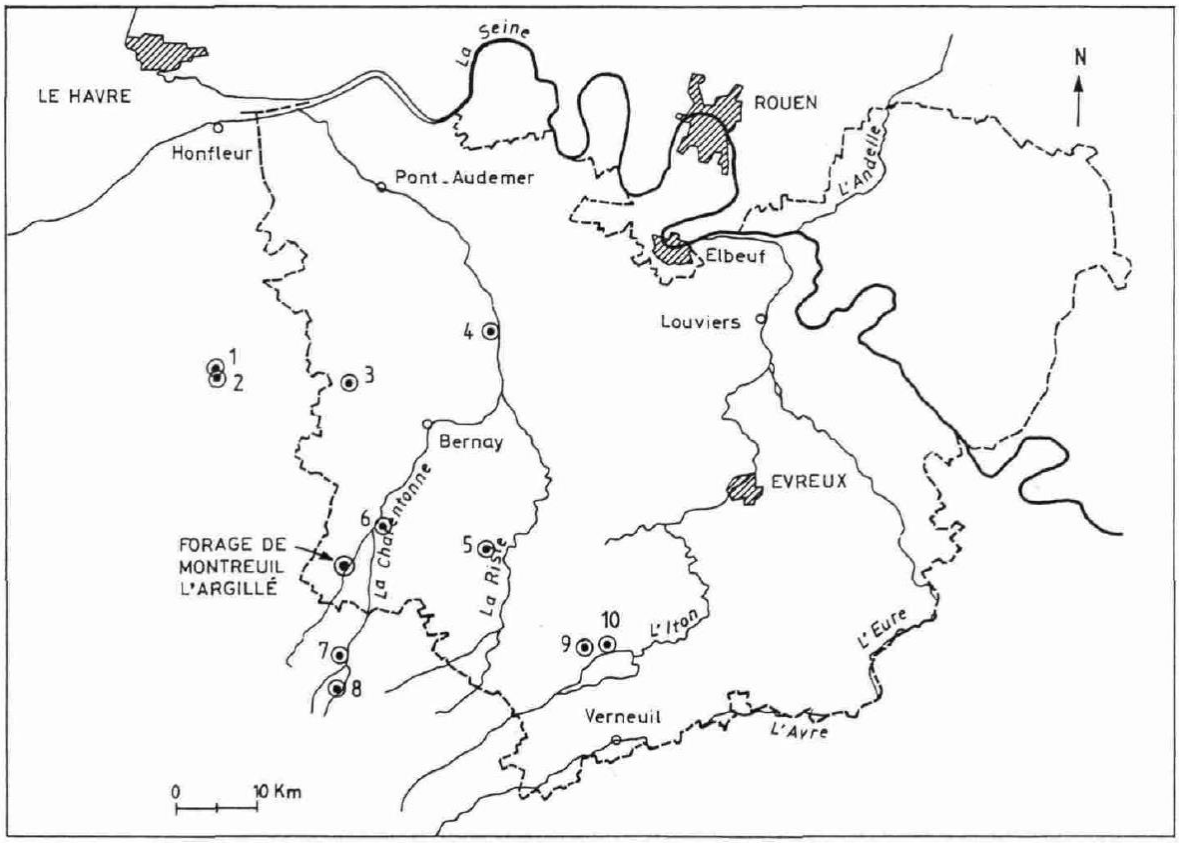
L'oxfordien affleure au cœur du Pays de Bray sur une très petite surface.

L'aquifère de l'Oxfordien est artésien dans de nombreux secteurs du bassin parisien. L'artésianisme est aussi retrouvé dans le Sud-Ouest du département de l'Eure comme le montre les résultats du forage 01782X0068 réalisé à Montreuil l'Argillé (rapport BRGM n° 89SGN371HNO) :

- Oxfordien reconnu entre 77 et 160m de profondeur
- Paramètres hydrodynamiques : T = 3,8.10-4 m²/s ; S = 6.10^{-5}
- Venues d'eau très localisées : 80% du débit obtenu dans la tranche 88-95m (oxfordien sup : calcaires à astartes)
- Eau potable, forte teneur en fer ; productivité forage 30 m3/h

Ces résultats confirment la continuité géologique et hydrogéologique des horizons oxfordiens entre le Calvados (Région de Lisieux) et le Pays d'Ouche. Dans la région de Lisieux (département du Calvados), l'oxfordien est exploité activement (AEP, PAC). Il s'agit d'une nappe libre alors que dans l'Eure, cet aquifère est captif. La gamme des débits obtenus aux essais est large. Les ouvrages bien faits donnent de bons résultats : en moyenne de 40 à 50 m^3/h.
Les formations sableuses de l'oxfordien ont une granulométrie très fine ; ce facteur auquel s'ajoute l'artésianisme des ouvrages, a toujours posé un problème aux anciens foreurs.

La série sableuse oxfordienne a été testée par forage de reconnaissance dans le pays d'ouche à Saint-Aquilin-d'Augeron en 1989. Cet ouvrage captant entre 76 et 105m de profondeur a montré un débit de production de 24 m^3/h.
Le faciès de sables de glos affleurant près de Lisieux, est rencontré dans la région de Vernon vers 380mètres de profondeur et sur une épaisseur de 30m. Les eaux sont très minéralisées et impropres à la plupart des usages. A Incarville, la nappe des sables de Glos a été rencontrée à 480m de profondeur ; la nappe y était artésienne avec un débit au sol de 180 m3/h et une température de 29°C.



N°DU FORAGE INDICE BSS	SITUATION	COTE DU SOL	PROFONDEUR	NIVEAU ATTEINT	COTE DU TOIT DES SABLES VERTS	UTILISATION
1 - 121-7-327	LISIEUX	+46	35M	OXFORDIEN CALCAIRE	/	PAC
2 - 121-7-330	LISIEUX	+50	40M	OXFORDIEN CORALLIGENE	/	PAC
3 - 148-2-1	THIBERVILLE	+177M	114M	KIMMERIDGIEN		AEP
4 - 123-5-13	BRIONNE	+50M	66M	ALBIEN SABLEUX	+4M	/
5 - 178-4-1	BOSC-RENOULT	+160M	151M	KIMMERIDGIEN	+47M	AEP
6 - 148-6-31	LA TRINITE DE REVILLE	+200M	105M	OXFORDIEN SABLEUX	+121M	/
7 - 178-6-15	BOCQUENCE	+222M	60M	OXFORDIEN SABLEUX	/	AEP
8 - 178-6-17	ST-EVROULT N.D. DU BOIS	+282M	203M	CALLOVIEN	/	AEP
9 - 179-6-3	BEMECOURT	+186M	250M	KIMMERIDGIEN	+7M	/
10 - 179-7-41	BRETEUIL/ITON	+172	245M	KIMMERIDGIEN	-2M	/

Figure 4 : Localisation et liste des forages profonds dans le sud-ouest de l'Eure

Des cartes de salinité et température de cet aquifère sont présentées dans la fiche BD LISA (135AA).

L'aquifère du Dogger (Bajo-Bathonien) est la ressource principale de la plaine de Caen en Basse-Normandie où il affleure. En Haute-Normandie, cet aquifère est très profond. Les marnes du callo-oxfordien séparent

l'aquifère du dogger de l'aquifère de l'oxfordien sus-jacent.

En Haute-Normanide, cet aquifère est représenté par 4 entités dans le référentiel BD LISA (**Illustration 5**) :

- à l'ouest de la plaine de Caen jusqu'au bassin de la Touque cet aquifère est présenté par l'entité 139AC : « Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) à l'ouest du sillon marneux du Bathonien-Callovien (bassin Seine-Normandie) ». Cette entité est libre dans la plaine de Caen où elle affleure et devient captive à l'Est sous les argiles callovo-oxfordiennes ;
- plus à l'Est cet entité devient plus profonde et est représentée par l'entité 139AD : «Calcaires du Bajocien et du Bathonien (Dogger), partie profonde du Bassin Parisien »;
- plus à l'est encore, ces formations deviennent marneuses et ne sont plus aquifères : entité 139AL « Sillon marneux du Bathonien-Callovien dans le bassin Seine-Normandie »
- à l'Est de ce sillon marneux, les formations sont de nouveaux aquifères : **139AM –** « Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) du Bassin parisien, à l'est du sillon marneux du Bathonien-Callovien »

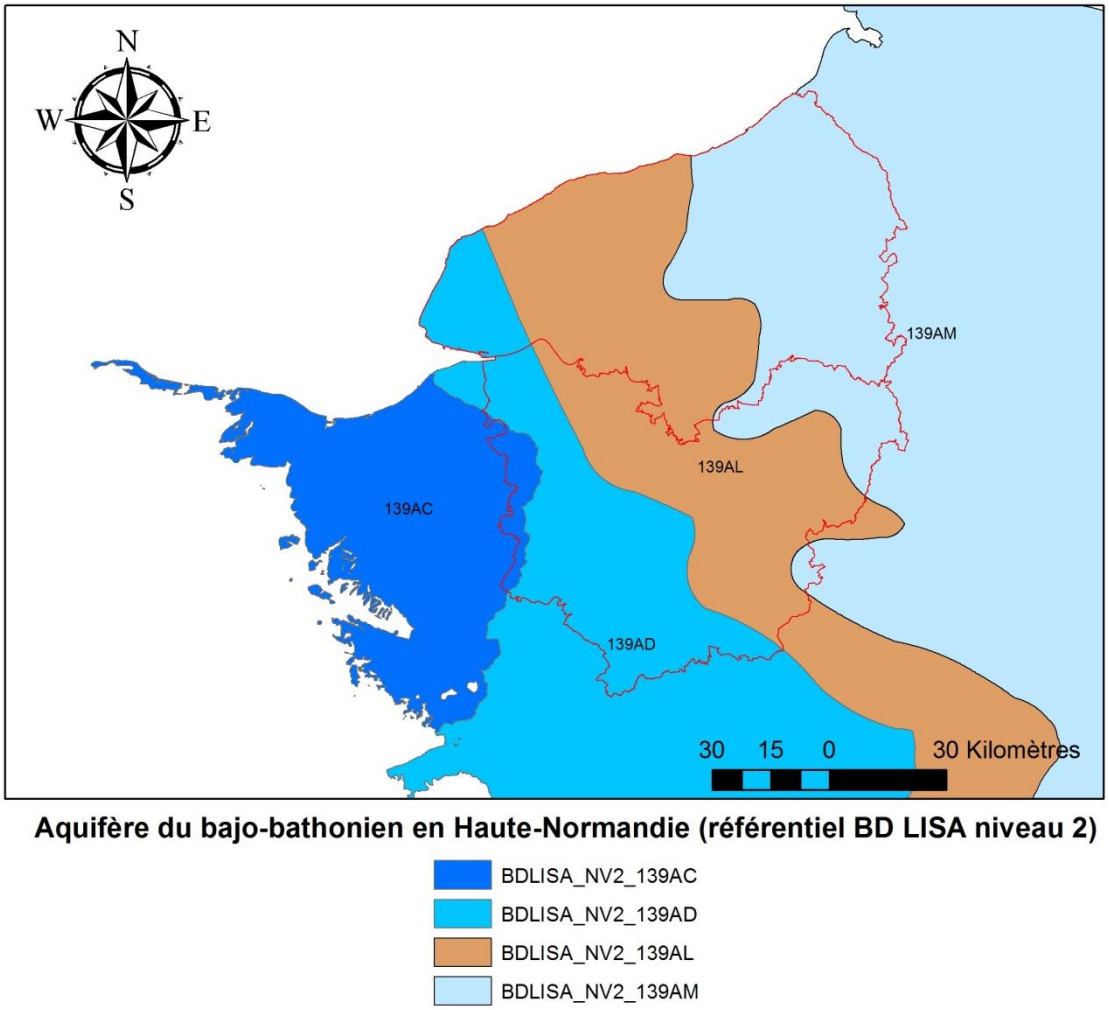


Illustration 5 : Représentation de l'aquifère du dogger en Haute-Normandie dans le référentiel BD LISA niveau 2

Les fiches descriptives de ces 4 entités sont téléchargeables ci-dessous :

- 139AC
- 139AD
- 139AL
- 139AM

Les aquifères sous-jacents (Calcaires de l'Aalénien – 139AP ; Aquifère du Lias – 141AC ; Aquifère de l'Hettangien-Sinémurien -141AC et aquifère du Trias-143AB) ne sont pas décrits dans cette synthèse régionale mais les fiches descriptives BD LISA sont disponibles sur le SIGES.

5) Exploitation des eaux souterraines

La nappe de la craie est sollicitée pour tous les usages (agriculture, eau potable...), car elle constitue souvent l'unique ressource économiquement exploitable. La quasi-totalité des besoins en eau potable de la région est satisfaite à partir des eaux souterraines prélevées dans la nappe de la craie.

Les deux autres réservoirs, qui sont les *Calcaires et les Sables de l'Éocène* sur le plateau de Madrie et les *Sables Verts de l'Albien*, sont très peu utilisés du fait, respectivement, d'une faible capacité de production et d'une assez grande profondeur (120 à 200 m).
Les alluvions de la vallée de la Seine sont, ou ont été, quant à elles très utilisées par l'industrie.

Les données de prélèvements dans les différents aquifères sont disponibles via la **BNPE** (Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en Eau), banque qui collecte les volumes d'eau prélevés pour l'intégralité des usages (**http://www.bnpe.eaufrance.fr/**).

6) Vulnérabilité de la nappe de la craie

Là où la nappe de la craie est libre, les puits traditionnels sont nombreux et, de par leur conception, ils peuvent contribuer au transfert des eaux superficielles polluées vers la nappe. Plusieurs captages d'eau potable ont ainsi été abandonnés en raison de la mauvaise qualité de l'eau et de l'impossibilité de les protéger efficacement.
Le karst haut normand (voir article sur le SIGES) génère en surface des effondrements naturels (les bétoires) qui constituent des points d'engouffrement des eaux superficielles vers la nappe phréatique de la craie, sans filtration naturelle par le sol. Le karst de la craie est à l'origine de la turbidité : la qualité des eaux souterraines en Haute-Normandie est soumise à de fortes contraintes liées aux phénomènes d'érosion des sols sur les plateaux ainsi qu'au système d'écoulement souterrain des eaux de pluie qui s'engouffrent dans ces pertes karstiques (bétoires), traversent la craie en partie dans des conduits naturels à écoulement rapide (karst) avant de ressortir aux exutoires ou dans les forages (notamment AEP). Les données de l'inventaire du karst de Haute-Normandie (inventaire des bétoires, des campagnes de traçages) sont consultables et téléchargeables via ce lien : **http://sigessn.brgm.fr/spip.php?rubrique52**.

La vulnérabilité de la nappe de la craie est donc très variable d'un point à un autre de la région ; elle doit être définie localement par la prise en compte de l'ensemble des conditions naturelles favorables (recouvrement, nappe profonde, vitesse d'écoulement lente, lit de cours d'eau colmaté…) et défavorables (bétoires, endokarst, puits de marnières, nappe subaffleurante, craie fissurée, pertes en cours d'eau…).

Bibliographie

http://www.insee.fr/
http://www.meteofrance.com/

Chevrier R.-M. (1972) – Géochimie des nappes du pays de Bray – Etudes hydrogéologiques et hydrogéochimiques des nappes aquifères du Pays de Bray (Haute-Normandie) – Contribution à l'étude de l'alimentation de la nappe des sables verts de l'Albien – Thèse présentée au Conservatoire National des Arts et Métiers

DAVID P.-Y., MOISAN J., NACHBAUR A., DÖRFLIGER N. (2010) – Aménagement des bétoires en Haute-Normandie – Etat de l'art et préconisations de bonnes pratiques – Rapport final. Rap. BRGM/RP-58795-FR, 218 p., 39 ill., 10 ann.

DE.LA.QUERIERE P. 1986 - Capacité de production des aquifères profonds de Haute-Normandie – Etude préliminaire. BRGM/86-SGN-664-HNO

DUPONT J.-P., AVEC LA COLLABORATION DE VALDES D., SLIMANI S., JARDANI A., BROWN J., MOUHRI A., RODET J ., MASSEI N. ET LAIGNEL B. (2009) – Synthèse du contexte du fonctionnement hydrogloique et de la vulnérabilité des ressources en eaux du département de l'Eure – programme de suivi des points d'eaux potables affectés par les problèmes de turbidité au sein du département de l'Eure. - juin 2009P

HOLE.J.P., FAY.DE.LESTRAC.H. 1989 – Ressource profonde en eau souterraine dans l'Oxfordien de l'Eure. BRGM/89-SGN-371-HNO

Mougin B., BRANELLEC M., DAVID P-Y., ZAMMIT C., BOURGINE B. (2011) - Atlas hydrogéologique régional de Haute-Normandie - Cartes piézométriques de l'aquifère crayeux - Rapport final - BRGM/RP-59301-FR - 102 p., 51 ill., 2 ann., 1 CD.

ROUX J.C. ET AL. (2005) - Aquifères et eaux souterraines en France. Ouvrage collectif publié aux Editions BRGM ISSN 1773-7893 – ISBN 10 : 2-7159-0980-2

Atlas des eaux souterraines de la France – DATAR – BRGM – 1966