1. Aquifère de la Craie du Bassin Seine-Normandie

La formation de la Craie couvre la plus grande surface d'affleurement du bassin Seine-Normandie. Elle est bien délimitée entre le complexe argileux de base (Argiles du Gault-Marnes de Brienne et formations albiennes) et les séries complexes argilo-sableuses de l'Eocène inférieur au toit. Les affleurements dessinent une vaste auréole entourant le Tertiaire de l'Ile-de-France.

Le réservoir de la Craie (système du Crétacé Supérieur) est constitué par trois faciès principaux pour former une puissante assise crayeuse d'une épaisseur supérieure à 100 mètres (du plus récent au plus ancien) :

- Craie du Turonien supérieur et Sénonien
- Craie marneuse du Turonien inférieur
- Craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien

Dans le référentiel BD-LISA, le réservoir multicouches a été découpé au niveau 2 par grands bassins versants hydrogéologiques, à partir des grandes crêtes piézométriques considérées comme suffisamment stables. Les formations du Sénonien au Turonien inférieur, regroupées au niveau 2, sont individualisées au niveau 3 et appartiennent au Grand Système Multicouches du Campanien au Turonien (Séno-Turonien). La Craie cénomanienne, localement moins perméable, est identifiée au niveau 2 dans le Grand Système Multicouches du Cénomanien à l'Albien supérieur du Bassin Parisien.

Les fiches descriptives BD-LISA ont été réalisées par grands secteurs hydrogéologiques, trois fiches ont été ainsi réalisées :

- Craie Normande et Picarde
- Craie Champenoise
- Craie de Bourgogne et du Gâtinais

A l'ouest et au nord-ouest du bassin Seine-Normandie, les caractéristiques de la Craie Normande et Picarde sont définies dans cette fiche.

Code et libellé des entités NV2 :

Au niveau 2, la Craie du Sénonien au Turonien inférieur du GSM 121 ainsi que la Craie du Cénomanien du GSM 123 sont découpées par grands bassins versants hydrogéologiques. 9 entités sont ainsi distinguées par GSM.

Grand Système Multicouches du Campanien au Turonien (Séno-Turonien)

121AV	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du littoral cauchois
121AI	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Pays de Bray - bassin versant de la Béthune
121AZ	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Vexin normand et picard - bassin versant de l'Andelle et de l'Epte
121AU	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien de l'estuaire de la Seine
121AW	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - bassin versant de la Risle
121AX	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques
121AS	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre
121AJ	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Plateau Picard - bassin versant de l'Oise du confluent de l'Aisne (exclu) au confluent de la Seine
121AK	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Noyonnais - bassins versants de l'Aronde, du Matz et de la Divette

Grand Système Multicouches du Cénomanien à l'Albien supérieur

123BV	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du littoral cauchois
121BI	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Pays de Bray - bassin versant de la Béthune
123BZ	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Vexin normand et picard - bassin versant de l'Andelle et de l'Epte
123BU	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien de l'estuaire de la Seine
123BW	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - bassin versant de la Risle
123BX	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques
123BS	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre
123BJ	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Plateau picard - bassin versant de l'Oise du confluent de l'Aisne (exclu) au confluent de la Seine
123BK	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Noyonnais - bassins versants de l'Aronde, du Matz et de la Divette

Code et libellé des entités NV3 :

Grand Système Multicouches du Campanien au Turonien (Séno-Turonien)

La craie Normande et Picarde a été découpée en NV3 suivant 2 critères :

- découpage suivant les grandes crêtes piézométriques,
- distinction de la craie Séno-turonienne de la craie marneuse du Turonien inférieur

18 entités sont ainsi distinguées au niveau 3 :

121AV01	Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien du littoral cauchois
121AV30	Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien du littoral cauchois
121AI01	Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien du Pays de Bray - bassin versant de la Béthune
121AI30	Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien du Pays de Bray - bassin versant de la Béthune
121AZ01	Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien du Vexin normand et Picard - bassin versant de l'Andelle et de l'Epte
121AZ30	Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien du Vexin normand et Picard - bassin versant de l'Andelle et de l'Epte
121AU01	Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien de l'estuaire de la Seine
121AU30	Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien de l'estuaire de la Seine
121AW01	Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - bassin versant de la Risle
121AW30	Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - bassin versant de la Risle
121AX01	Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques
121AX30	Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques
121AS01	Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre
121AS30	Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre
121AJ01	Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien du Plateau Picard - bassin versant de l'Oise du confluent de l'Aisne (exclu) au confluent de la Seine
121AJ30	Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien du Plateau Picard - bassin versant de l'Oise du confluent de l'Aisne (exclu) au confluent de la Seine
121AD01	Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien du Noyonnais - bassins versants de l'Aronde, du Matz et de la Divette
121AD30	Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien du Noyonnais - bassins versants de l'Aronde, du Matz et de la Divette

Grand Système Multicouches du Cénomanien à l'Albien supérieur

Au niveau 3, aucun découpage lithologique n'est réalisé pour ces entités. Ces entités ont été nommées *Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien dans le Bassin Parisien,* la craie présentant fréquemment un faciès glauconieux (en Normandie) et sableux (en Bourgogne).

123BV01	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du littoral cauchois
121BI01	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Pays de Bray - bassin versant de la Béthune
123BZ01	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Vexin normand et picard - bassin versant de l'Andelle et de l'Epte
123BU01	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien de l'estuaire de la Seine
123BW01	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - bassin versant de la Risle
123BX01	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques
123BS01	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre
123BJ01	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Plateau picard - bassin versant de l'Oise du confluent de l'Aisne (exclu) au confluent de la Seine
123BK01	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Noyonnais - bassins versants de l'Aronde, du Matz et de la Divette

2. Bibliographie

121 : Grand Système Multicouches du Campanien au Turonien

S. Slimani (2009) - Les fonctionnements hydroglogiques de l'aquifère karstifié de la Craie de Haute-Normandie : conséquences des contextes morphologiques et structuraux - Thèse – Université de Rouen – UMP – CNRS 6143
Valdes D. (2005) – Variabilité du fonctionnement hydrologique de l'aquifère karstique de la Craie (département de l'Eure, France) – Thèse de l'université de Rouen UMR-CNRS 6143
Mégnien C. (1980) – Synthèse géologique du Bassin de Paris. Volume I. Stratigraphie et paléogéographie. Mémoire BRGM n°101, 466 p. - Volume II. Atlas. Mémoire BRGM n°102, 50 cartes. 5 annexes.
Equilbey E., Normand M., Schomburgk S. (2004) - Atlas hydrogéologique numérique de l'Eure – Volet bilan quantitatif – Rapport final BRGM/RP-52988-FR
Chrétien P. avec la collaboration de Sallier V. (2007) – Picardie. Nappe de la craie. Cartes piézométriques hautes eaux 2001-2002 et moyennes eaux 1960-2007. Rapport final. BRGM/RP-55971-FR, 72 pages, 6 illustrations, 2 annexes.
P. Chrétien avec la collaboration de M.J. Féret, P. Guionie, J.L. Izac, J.P. Jegou, F. Joublin, C. Kiefer, C. Nail et C. Robelin (2006) – Picardie – Nappe libre de la craie – Campagne et carte piézométriques « basses eaux » 2005. Rapport final. BRGM/RP-54285-FR, 63 pages, 7 annexes.
David P-Y.– Inventaire régional Haute-Normandie des bétoires, itinéraires souterrains des eaux (traçages) et des exutoires – Rapport final Année 3. Rap. BRGM/RP-59933-FR, 95 p., 43 ill., 5 ann.
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.
Roux J.-C., Artis H., Tremembert J. (1990) - Carte hydrogéologique du département de Seine-Maritime - BRGM
Chemin J et Holé J.-P. (1989) - Carte hydrogéologique du département de l'Eure - BRGM
Arbonnier G., Equilbey E., Hanot F., Mardhel V., Pointet T., Quesnel F., Robelin C., Schomburgk S., Tourlière B. (2004) –Atlas hydrogéologique numérique de l'Eure. Volet cartographie de l'aquifère de la craie. Rap. BRGM/RP-52989-FR
Equilbey E., Normand M., Schomburgk S. (2004) –Atlas hydrogéologique numérique de l'Eure. Volet bilan quantitatif de l'aquifère de la craie. Rap. BRGM/RP-52988-FR
Bault V., Borde J., Follet R., Laurent A., Tourlière B. avec la collaboration de Leveau E. et Willefert V. (2012) – Atlas hydrogéologique numérique de l'Oise. Phase 3 : Notice. Rapport final. BRGM/RP-61081-FR, 320 p., 81 ill., 55 tab., 2 ann., 1 cd-rom, 1 carte A0.

123 : Grand Système Multicouches du Cénomanien à l'Albien supérieur

Juignet P. (1974) - Transgression crétacée sur la bordure du massif armoricain - Aptien, Albien, Cénomanien de Normandie et du Maine - Le stratotype du Cénomanien – Thèse d'Etat, Université de Caen
Dangeard L. (1951) - Géologie régionale de la France, VII La Normandie.
Maget P. (1995) – Nappe des Sables du Cénomanien du bassin Loire-Bretagne – Piézométrie. Rap. BRGM/RP-38582-FR, 104 p. 2 vol., 1 pht., 2 cartes.
Fourniguet G., Boucher J., Nguyen-The D., Warin J., Xu D. (2010) – Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassins Rhin-Meuse et Seine-Normandie – Année 3. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1, 2 et 3 en Lorraine et dans les secteurs du bassin Rhin-Meuse en Champagne-Ardenne. Rapport d'étape. BRGM/RP-57519-FR, 210 p., 43 ill., 9 ann., 1 cédérom.
Leblanc M. (1998) - Le système karstique de l'Orbiquet, DIREN BNO

3. Attributs de l'entité BD-LISA

Localisation géographique et contexte administratif :

- Régions : Haute-Normandie / Basse-Normandie / Picardie / Centre / Ile-de-France

3.1. DEFINITION DES ATTRIBUTS

Thème

Code	Libellé	121AV01	121AV30	123BV01	121AI01	121AI30	123BI01	121AZ01	121AZ30	123BZ01	121AU01	121AU30	123BU01	121AW01	121AW30	123BW01	121AX01	121AX30	123BX01	121AS01	121AS30	123BS01	121AJ01	121AJ30	123BJ01	121AK01	121AK30	123BK01
1	Alluvial																											
2	Sédimentaire	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Socle																											
4	Intensément plissés de montagne																											
5	Volcanisme																											

Nature

Code	Libellé	121AV01	121AV30	123BV01	121AI01	121AI30	123BI01	121AZ01	121AZ30	123BZ01	121AU01	121AU30	123BU01	121AW01	121AW30	123BW01	121AX01	121AX30	123BX01	121AS01	121AS30	123BS01	121AJ01	121AJ30	123BJ01	121AK01	121AK30	123BK01
3	Système aquifère																											
4	Domaine hydrogéo-logique																											
5	Unité aquifère																											
6	Unité semi-perméable																											
7	Unité imperméable																											
8	Unité Aquifère à l'affleurement, inconnu en profondeur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Milieu

Code	Libellé	121AV01	121AV30	123BV01	121AI01	121AI30	123BI01	121AZ01	121AZ30	123BZ01	121AU01	121AU30	123BU01	121AW01	121AW30	123BW01	121AX01	121AX30	123BX01	121AS01	121AS30	123BS01	121AJ01	121AJ30	123BJ01	121AK01	121AK30	123BK01
1	Milieu poreux																											
2	Milieu fissuré																											
3	Milieu karstique																											
4	Milieu de double porosité : matricielle et de fissure																						X	X	X	X	X	X
5	Milieu de double porosité : karstique et de fissure																											
6	Double porosité : de fractures et/ou de fissures																											
7	Double porosité : matricielle et de fractures																											
8	Milieu de double porosité : matricielle et karstique	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						

Etat

Code	Libellé	121AV01	121AV30	123BV01	121AI01	121AI30	123BI01	121AZ01	121AZ30	123BZ01	121AU01	121AU30	123BU01	121AW01	121AW30	123BW01	121AX01	121AX30	123BX01	121AS01	121AS30	123BS01	121AJ01	121AJ30	123BJ01	121AK01	121AK30	123BK01
0																												
1	Entité hydrogéo-logique à nappe captive																											
2	Entité hydrogéo-logique à nappe libre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
3	Entité hydrogéo-logique à parties libres et captives																								X			X

3.2. FORMATIONS GEOLOGIQUES AFFLEURANTES

Formations géologiques harmonisées contenues dans l'entité BD-LISA

121 : Grand Système Multicouches du Campanien au Turonien

Notation	Description	NV2	NV3
c6B	Calcaire à Baculites (Maastrichtien)	121	Toutes
c5Cr	Campanien : craie blanche à silex parfois dolomitisée, biozone de foraminifères g, h, i	121	Toutes
C4-6gh	Campanien inférieur à Actinocamax quadratus	121	Toutes
C4-6i	Campanien supérieur à Belemnitella mucronata	121	Toutes
c3-4Cr	Coniacien-Santonien : craie blanche à silex parfois indurée, biozone de foraminifères	121	Toutes
c3Cr	Coniacien : craie blanche à silex, localement indurée, biozone de foraminifères a, b, c	121	Toutes
C4-6abc	Coniacien à Micraster decipiens	121	Toutes
C5	Craie à Belemnitella	121	Toutes
c5Cr	Craie à Belemnitella (Campanien)	121	Toutes
c5a	Craie à Actinocamax quadratus (biozones g,h)	121	Toutes
c5a	Craie à Actinocamax quadratus (Craie de Reims) (biozones g et h)(Campanien inférieur)	121	Toutes
c5a	Craie à Actinocamax quadratus (Craie de Reims) (biozones g et h)(Crétacé supérieur-Campanien inférieur)	121	Toutes
c5a	Craie à Actinocamax quadratus (Craie de Reims; biozones g et h)(Crétacé supérieur-Campanien inférieur)	121	Toutes
c4-5a	Craie à Actinocamax quadratus, Craie à Micraster coranguinum, indifférenciées (Crétacé supérieur-Santonien supérieur à Campanien inférieur)	121	Toutes
c5b	Craie à Belemnitella mucronata et Magas pumilus (biozones i et j)(Crétacé supérieur-Campanien supérieur)	121	Toutes
c5b	Craie à Belemnitella mucronata et Magas pumilus (biozones i, j)	121	Toutes
C4M	Craie à Micraster coranguinum	121	Toutes
c4	Craie à Micraster coranguinum (biozones d, e, f)	121	Toutes
c4	Craie à Micraster coranguinum (biozones d, e, f) (Craie de Châlons)(Santonien)	121	Toutes
c4	Craie à Micraster coranguinum (Craie de Châlons)(Crétacé supérieur-Santonien)	121	Toutes
c4Cr	Craie à Micraster coranguinum (Santonien)	121	Toutes
c3	Craie à Micraster decipiens (biozones a, b, c)	121	Toutes
c3	Craie à Micraster decipiens (Craie de Châlons)(biozones a, b, c)(Coniacien)	121	Toutes
c3	Craie à Micraster decipiens (Craie de Châlons)(Crétacé supérieur-Coniacien)	121	Toutes
c3-4	Craie à Micraster decipiens et Craie à Micraster coranguinum, indifférenciées	121	Toutes
C2-3a	Craie à silex blanchâtre à lits indurés jaunâtres (Turonien supérieur et Coniacien basal non différenciés)	121	Toutes
C3-5	Craie blanche à bélemnitelles et Craie à Micraster (Sénonien indifférencié)	121	Toutes
c3Cr	Craie blanche à jaune à silex noirs (Craie à Micraster decipiens), biozones de foraminifères (a, b, c), Coniacien	121	Toutes

c3cCr	Craie blanche à niveaux de silex noduleux et à dendrites de Mn, biozones de foraminifères (c), Coniacien supérieur	121	Toutes
c2c-3aCr	Craie blanche à nombreux silex (Craie à Micraster leskei), Turonien supérieur à Coniacien inférieur	121	Toutes
c3bCr	Craie blanche à rares silex noirs, biozone de foraminifères (b), Coniacien moyen	121	Toutes
c3Cr	Craie blanche à silex (Coniacien)	121	Toutes
c4b-cCr	Craie blanche à silex (Craie à Marsupites testudinarius), biozones de foraminifères (e, f), Santonien moyen à supérieur	121	Toutes
c4aCr	Craie blanche à silex (Craie à Micraster cf. coranguinum), biozones de foraminifères (d), Santonien inférieur	121	Toutes
c3-4Cr	Craie blanche à silex (Craie à Micraster decipiens, Craie à Micraster cf. coranguinum), biozones de foraminifères (a, b, c, d, e, f), Coniacien à Santonien	121	Toutes
C4-6jk	Craie blanche à silex (Sénonien, Campanien supérieur à Belemnitella mucronata)	121	Toutes
c3	Craie blanche à silex (Turonien - Coniacien))	121	Toutes
C5	Craie blanche à silex à bélemnitelles (Campanien)	121	Toutes
C4	Craie blanche à silex à Micraster coranguinum (Santonien)	121	Toutes
C3	Craie blanche à silex à Micraster decipiens (Coniacien)	121	Toutes
c2c-3aCr	Craie blanche à silex cornus et silex rosâtres (Craie à Micraster leskei), biozones de foraminifères (Ts, a), Turonien supérieur à Coniacien inférieur	121	Toutes
c2bCr	Craie blanche à silex tuberculés, biozones de foraminifères (tm), Turonien moyen	121	Toutes
c4Cr	Craie blanche à silex, biozones de foraminifères (d, e, f), Santonien	121	Toutes
c4-5Cr	Craie blanche à silex, biozones de foraminifères (d, e, f, g, h, i), Santonien à Campanien	121	Toutes
c5Cr	Craie blanche à silex, biozones de foraminifères (g, h, i), Campanien	121	Toutes
c2cCr	Craie blanche argileuse à rares silex rosés, biozones de foraminifères (ts), Turonien supérieur	121	Toutes
c4c-5CrP	Craie blanche localement phosphatée à rares silex, Santonien supérieur à Campanien, (f, g, h, i, j) zones caractérisées par l'étude des Foraminifères	121	Toutes
c4Cr	Craie blanche localement phosphatée à silex, Santonien, (d, e, f) zones caractérisées par l'étude des Foraminifères	121	Toutes
c3-4Cr	Craie blanche pauvre en silex (Craie à Micraster decipiens puis à Micraster coranguinum), Coniacien - Santonien	121	Toutes
c3-5	Craie blanche sans silex (Coniacien à Campanien)	121	Toutes
c5a-b	Craie campanienne	121	Toutes
c3-6Cr	Craie indifférenciée (Sénonien)	121	Toutes
C5M	Craie marmorisée du sommet du Campanien	121	Toutes
c2	Craie marneuse	121	Toutes
c4-5Cr	Santonien-Campanien : craie blanche à silex	121	Toutes
c4-5CrD	Santonien-Campanien : craie dolomitisée à silex	121	Toutes
c4Cr	Santonien : craie blanche à silex, parfois indurée. Biozone de foraminifères d, e, f	121	Toutes
C4-6def	Santonien à Micraster coranguinum	121	Toutes
c5	Santonien. Craie indurée à calcaire "lithographique" ou calcaire siliceux	121	Toutes
C4-6S	Silex et argile blanche (Turonien ou Sénonien)	121	Toutes
c2-3Cr	Turonien inférieur à Coniacien inférieur : craie souvent indurée, petits silex gris-noirs	121	Toutes

123 : Grand Système Multicouches du Cénomanien à l'Albien supérieur

Notation	Description	NV2	NV3
c1CrG	Cénomanien : craie glauconieuse à silex gris et noirs	123	Toutes
c2b	Craie à Ammonites (Cénomanien supérieur)	123	Toutes
c1R	Craie de Rouen (ou de Théligny)	123	Toutes
c1b	Craie et argile calcaire à Acanthoceras rhotomagense	123	Toutes
c1a	Craie glauconieuse (Cénomanien inférieur)	123	Toutes
c1CG	Craie glauconieuse (craie de St Jouin, craie à Pecten asper)	123	Toutes
C1CR	Craie argileuse grise, Cénomanien	123	Toutes

3.3. LOGS GEOLOGIQUES VALIDES

Passes des logs géologiques validés contenues dans l'entité BD-LISA

121 : Grand Système Multicouches du Campanien au Turonien

Appellation	Nom d'appellation	NV2	NV3
30100	Craie blanche de Meudon	121	Toutes
30130	Craie de Montereau	121	Toutes
30151	Craie à Belemnitella mucronata	121	Toutes
30500	Craie d'Epernay	121	Toutes
30510	Craie à Belemnitella quadrata	121	Toutes
30511	Craie à belemnitelles	121	Toutes
30512	Craie de Château-Landon	121	Toutes
30560	Craie de Pont-sur-Yonne	121	Toutes
30570	Craie de Reims	121	Toutes
30581	Craie à Actinocamax quadratus	121	Toutes
30625	Craie de Saint-Martin-du-Tertre non phosphatée	121	Toutes
31260	Craie à bryozoaires	121	Toutes
31300	Craie à Micraster coranguinum	121	Toutes
31360	Craie de Sens	121	Toutes
31371	Craie de Veulettes supérieure	121	Toutes
31383	Craie Blanche sénonienne	121	Toutes
31386	Craie de Veulettes inférieure	121	Toutes
31501	Craie de Saint-Pierre-en-Port	121	Toutes
31810	Craie à Micraster cortestudinarium	121	Toutes
31820	Craie à Micraster decipiens (Assise à Micraster decipiens)	121	Toutes
31880	Craie blanche à silex	121	Toutes
32020	Craie blanche	121	Toutes
32080	Craie de Vendôme	121	Toutes
33020	Craie à Micraster normanniae	121	Toutes
33140	Craie à silex	121	Toutes
33231	Lewes nodular chalk	121	Toutes
33241	Craie grise	121	Toutes
33242	Craie de Senneville-Eletot	121	Toutes

33250	Craie	121	Toutes
33251	Craie tendre à Terebratulina rigida et silex noirs	121	Toutes
33260	Craie à Holaster planus	121	Toutes
33270	Craie à Micraster leskei	121	Toutes
33281	Craie à Micraster breviporus (Assise à Micraster breviporus)	121	Toutes
33290	Craie de Blosseville-Bonsecours	121	Toutes
33310	Craie de Rethel	121	Toutes
33330	Craie marneuse à Terebratula rigida	121	Toutes
33401	Craie de Joigny	121	Toutes
33410	Craie de Maromme à Terebratula semiglobosa	121	Toutes
33420	Craie marneuse à Terebratula semiglobosa	121	Toutes
33423	Craie de Penly	121	Toutes
33531	Dièves crayeuses	121	Toutes
33610	Craie marneuse	121	Toutes
33620	Craie marneuse à Inoceramus labiatus	121	Toutes
33621	Craie marneuse sans silex à Inoceramus labiatus (Craie blanche)	121	Toutes
33623	Craie du Cap Fagnet	121	Toutes
33690	Craie à inocérames	121	Toutes
33700	Craie à Inoceramus labiatus	121	Toutes
33701	Craie blanchâtre de l'Aube	121	Toutes
33900	Craie grise de Picardie	121	Toutes
34020	Dièves	121	Toutes

123 : Grand Système Multicouches du Cénomanien à l'Albien supérieur

Appellation	Nom d'appellation	NV2	NV3
34340	Couches de Rouen	123	Toutes
34060	Craie à Actinocamax plenus (Assise à Actinocamax plenus)	123	Toutes
34091	Craie à Actinocamax plenus et Craie marneuse	123	Toutes
34070	Craie à Terebratella carantonensis	123	Toutes
34095	Craie d'Antifer	123	Toutes
34045	Craie de Fécamp	123	Toutes
34360	Craie de Rouen	123	Toutes
34125	Craie et craie marneuse	123	Toutes
34744	Craie et marne glauconieuse	123	Toutes
34650	Craie glauconieuse	123	Toutes
34122	Craie glauconieuse du Bray	123	Toutes
34071	Craie grisâtre de l'Aube	123	Toutes
34010	Craie noduleuse	123	Toutes
34670	Craie sableuse du Mont-Gargan	123	Toutes
34090	Marnes à Actinocamax plenus	123	Toutes
34311	Marnes argilo-glauconieuses cénomaniennes	123	Toutes
34691	Marnes crayeuses de l'Yonne	123	Toutes
34602	Marnes et craies	123	Toutes
34712	Marnes glauconieuses cénomaniennes	123	Toutes
37712	Marnes sablo-glauconieuses cénomaniennes	123	Toutes

4. Caractéristiques des entités BD-LISA

4.1. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES

4.1.1. Caractéristiques géologiques et géométriques des réservoirs souterrains

La transgression marine amorcée à l'Aptien puis à l'Albien (Crétacé inférieur) s'accentue à partir du Cénomanien moyen avec une invasion marine progressive du sud vers le nord, et marque le début de la grande période crayeuse qui va s'étager depuis le Cénomanien moyen jusqu'au Campanien supérieur.

La formation géologique concernée par ces entités est celle de la craie du Sénonien (Campanien, Santonien, Coniacien), Turonien et Cénomanien (du plus récent au plus ancien). La série stratigraphique appartient au système du Crétacé Supérieur et elle présente les trois faciès suivants : craie blanche riche en silex du Sénonien, craie pauvre en silex du Turonien, et craie du Cénomanien glauconieuse à la base puis blanche sur le reste de la formation. La craie est un dépôt sédimentaire marin formé quasi-exclusivement par l'accumulation de tests de microscopiques organismes carbonatés, appelés coccolithes, sur le fond d'une mer moyennement profonde (150 m). La silice colloïdale se rencontre sous forme de silex généralement par bancs au sein de la craie.

Cette série repose sur les formations de l'Albien (Crétacé Inférieur : Sables verts, Argiles du Gault et Gaize affleurant dans le Pays de Bray), affleure sur une très large partie des régions de Normandie et de Picardie, sauf au niveau de la boutonnière du Pays de Bray (Crétacé Inférieur et Jurassique Moyen).

La fin du Sénonien marque le retrait de la mer crétacée, l'émersion totale de la région et le début d'une profonde érosion et altération de ces niveaux crayeux qui va aboutir progressivement, au cours du Cénozoïque, à la formation d'importantes couches d'altérites et notamment d'argiles à silex. La craie a également été recouverte par des sables du Paléocène et, durant l'ère quaternaire par une couche de sable fin ou de limons argileux d'origine continentale (éolienne et colluviale). Enfin, sous les vallées, la craie se trouve sous plusieurs mètres d'alluvions quaternaires (sables, graviers, argiles et tourbes).

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 et du Plateau Picard 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.

Les dépôts sédimentaires cénomaniens sont détritiques et souvent glauconieux avec des sables et grès plus ou moins argileux, des gaizes au voisinage des massifs anciens. Vers le centre et le sud-est du bassin, ainsi qu'en Normandie et en Picardie prédominent les faciès marno-crayeux. [Mégnien, 1980]

En Normandie, le Cénomanien inférieur est représenté par la Craie glauconieuse, moyennement fissurée, au-dessus des couches argilo-glauconieuses de base (Albien supérieur) qui correspondent au mur de l'aquifère (entité 125AA07). Dans le Calvados, ces terrains forment une bande de plateaux constituant les hauteurs du Pays d'Auge. La Craie glauconieuse représente une sédimentation mixte (carbonates et apports détritiques fins) [Juignet, 1974]. Dans le Pays d'Auge, l'extension de la Craie glauconieuse est limitée par l'érosion tertiaire et quaternaire de la vallée de la Dives. Le Cénomanien moyen et supérieur normands est constitué de la Craie de Rouen et la Craie à Actinocamax plenus.

Les faciès crayeux du Cénomanien s'étendent en Picardie et en Ile-de-France, sous une forme plus marneuse (marnes glauconieuses). Les affleurements sont étendus notamment vers l'ouest et le sud-ouest, le Pays de Bray ainsi que l'est et le sud-est du bassin.

<table>
<tr><th></th><th>PAYS de CAUX
LIEUVIN</th><th>PAYS d'AUGE
PAYS d'OUCHE</th><th>PERCHE</th></tr>
<tr><td>TURONIEN</td><td>Craie marneuse
Craie à I. labiatus</td><td>Craie à I. labiatus</td><td>Craie à I. labiatus</td></tr>
<tr><td rowspan="5">CENOMANIEN</td><td>HORIZON A</td><td>HORIZON A</td><td>Craie à T.carantonensis</td></tr>
<tr><td>Craie à A. plenus</td><td>Craie à A. plenus</td><td rowspan="2">Sables du Perche</td></tr>
<tr><td>Craie de Rouen</td><td>Craie de Rouen</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Craie de Rouen</td></tr>
<tr><td>Craie glauconieuse</td><td>Craie glauconieuse</td><td>Craie glauconieuse</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ALBIEN</td><td>Gaize</td><td rowspan="3">Glauconie de base</td><td rowspan="2">Glauconie à O. vesiculosa</td></tr>
<tr><td>Gault</td></tr>
<tr><td>Poudingue ferrugineux</td><td></td></tr>
</table>

Formations du Crétacé de Normandie - Extrait de Juignet (1974)

4.1.2. Caractéristiques hydrogéologiques

Description et caractéristiques de l'aquifère de la craie

Sur le plan hydrogéologique, la craie a une faible perméabilité intrinsèque mais relativement homogène dans l'espace. Elle ne contient de l'eau mobilisable que 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. E effet, la fissuration d'origine tectonique s'est ensuite amplifiée par des phénomènes physico-chimiques de dissolution liés à l'infiltration des eaux météoriques. Elle s'est donc essentiellement développée à la fois dans les couches les plus proches du sol et dans celles situées à

l'aplomb des vallées actives ou des vallons secs en zone de plateau, mais uniquement en absence de couverture imperméable.

D'une manière générale, la craie Séno-Turonienne associée à la craie Cénomanienne sous-jacente est considéré dans la littérature comme un ensemble crayeux se comportant comme un réservoir unique, mais complexe : souvent karstique en Normandie mais présentant également des circulations par les pores et les diaclases.

L'aquifère de la craie est caractérisé par l'existence d'une triple porosité en Normandie (une porosité de matrice, de fracture et de conduits) et une double porosité en Picardie (une porosité de matrice et de fracture) telle que décrite ci-dessous :

- la porosité matricielle inter-granulaire a une fonction capacitive conséquente de 15 à 45% selon les horizons lithologiques et les auteurs ; cependant la porosité efficace reste faible ; les valeurs de conductivité hydraulique ou perméabilité sont de l'ordre de 10^{-8} à 10^{-6} m/s, dans l'Oise la perméabilité ne dépasse généralement pas des valeurs supérieures à 10^{-5} m/s. Ces valeurs conduisent à des vitesses de transport dans le milieu souterrain de l'ordre du mètre par an ;
- la porosité de fracture, selon l'importance de la fracturation et des processus de dissolution qui peuvent les affecter, conduit à des perméabilités de l'ordre de 10^{-4} m/s à 10^{-6} m/s (voire 10^{-3} à 10^{-2} m/s dans les vallées dans l'Oise) soit des vitesses de transfert de l'ordre de quelques mètres par mois. En Normandie notamment, cette porosité est associée à la fonction de stockage temporaire dans les formations superficielles ; elle pourrait expliquer le retard de la recharge de l'aquifère comme l'atteste les variations piézométriques au cours d'un cycle hydrologique. Cette porosité peut ainsi jouer un rôle dans la fonction capacitive de l'aquifère, mais exerce surtout un rôle primordial dans la fonction transmissive de l'aquifère et dans l'organisation des gradients hydrauliques ;
- la porosité de conduits karstiques peut, localement (selon des connexions actives avec les bétoires), assurer des vitesses de transfert (depuis un point d'infiltration préférentiel à l'exutoire du système karstique) pouvant atteindre et dépasser 100 m/h. Les perméabilités associées sont de l'ordre de 10^{-1} m/s à 10^{-3} m/s. La porosité de conduits n'a qu'un rôle transmissif dans les transferts rapides. Ce rôle reste en partie contrôlé par les gradients hydrauliques hérités de la porosité de fracture et le contexte structural régional ; son importance et les vitesses de transfert qui en découlent exercent aussi un rôle primordial sur la vulnérabilité des ressources exploitées.

La craie marneuse du Cénomanien est considérée comme semi-perméable. Les vitesses d'écoulement sont variables, selon que l'écoulement ait lieu à travers les pores, les fissures ou les conduits karstiques [Leblanc, 1998]. La formation résiduelle à silex issue de l'altération de la craie constitue une protection naturelle contre les pollutions, sans rendre cependant l'aquifère captif.

Les eaux souterraines sont de type carbonaté calcique.

Exploitation des eaux souterraines

Du point de vue ressource, la nappe de la craie est fortement sollicitée pour tous les usages (agriculture, eau potable...) car elle constitue en Haute-Normandie et en Picardie souvent l'unique ressource économiquement exploitable.

La quasi-totalité des besoins en eau potable de la région Haute-Normandie et Picardie est satisfaite à partir des eaux souterraines prélevées dans la nappe de la craie. Les autres aquifères exploités (ou ayant été exploités) sont les Sables de l'Albien et les formations du Tertiaire (sables et calcaires). Les alluvions de la vallée de la Seine sont quant à elles très utilisées par l'industrie.

Vulnérabilité des eaux souterraines

Le « karst de la craie » abrite des écoulements dans des fissures élargies au sein du calcaire, voire de véritables conduits.

Illustration 1 : Conduite karstique en Haute-Normandie. © BRGM Haute-Normandie

En Haute-Normandie, le karst génère en surface des effondrements naturels[1] 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).

[1] différents par essence des effondrements de « marnières », d'origine anthropique.

Les données de l'inventaire du karst de Haute-Normandie sont consultables sur le SIGES Seine Normandie (http://sigessn.brgm.fr/).

Le karst est moins développé dans la partie est de la Haute-Normandie et le karst actif disparait en Picardie (cf. surcouche karst).

Illustration 2 : Doline bétoire n°8098 - observation de ravinements et de ruissellements s'engouffrant dans la bétoire (observation BRGM du 27/11/2009). © BRGM Haute-Normandie

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, terrains de surface peu perméables, vitesse d'écoulement lente, lit de cours d'eau colmaté…) et défavorables (bétoires, puits de marnières, nappe subaffleurante, craie fissurée, pertes en cours d'eau…).

4.1.3. Piézométrie

Carte piézométrique des entités :

- Piézométrie (hautes eaux de 2001, moyennes eaux et basses eaux de 2006) : 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.
- Piézométrie moyennes eaux de la craie en Seine-Maritime, Carte hydrogéologique de la Seine Maritime de 1990 : Roux J.-C., Artis H., Tremembert J. (1990) - Carte hydrogéologique du département de Seine-Maritime – BRGM. La carte piézométrique a certainement été réalisées à partir de données présentes en BSS, non synchrones.
- Piézométrie moyennes eaux de la craie dans l'Eure, Carte hydrogéologique de l'Eure de 1989 : Chemin J et Holé J.-P. (1989) - Carte hydrogéologique du département de l'Eure - BRGM
- Piézométrie (hautes eaux de 2001, moyennes eaux et basses eaux) de la craie dans le département de l'Eure : Arbonnier G., Equilbey E., Hanot F., Mardhel V., Pointet T., Quesnel F., Robelin C., Schomburgk S., Tourlière B. (2004) –Atlas hydrogéologique

numérique de l'Eure. Volet cartographie de l'aquifère de la craie. Rap. BRGM/RP-52989-FR,

- Piézométrie de hautes eaux 2001-2002 et moyennes eaux 1960-2007 : Chrétien P. avec la collaboration de Sallier V. (2007) – Picardie. Nappe de la craie. Cartes piézométriques hautes eaux 2001-2002 et moyennes eaux 1960-2007. Rapport final. BRGM/RP-55971-FR, 72 pages, 6 illustrations, 2 annexes.
- Piézométrie de basses eaux 2005 : P. Chrétien avec la collaboration de M.J. Féret, P. Guionie, J.L. Izac, J.P. Jegou, F. Joublin, C. Kiefer, C. Nail et C. Robelin (2006) – Picardie – Nappe libre de la craie – Campagne et carte piézométriques « basses eaux » 2005. Rapport final. BRGM/RP-54285-FR, 63 pages, 7 annexes.
- Piézométrie moyennes eaux de 1967 : Carte hydrogéologique du bassin de Paris au 1/500 000. Editions BRGM (M. Albinet, 1967).

La surface piézométrique de la nappe de la craie épouse fortement la morphologie du sol dont elle atténue les irrégularités [Leblanc, 1998]. La morphologie du sol 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 »).

Ainsi dans le département de l'Oise, la profondeur de la nappe est très variable car elle dépend de la morphologie de la topographie. Elle peut atteindre 50 à 60 m voire davantage sous les plateaux, 20 à 30 m sous les coteaux et moins de 1 m sous les vallées humides. Dans certains secteurs, elle est affleurante : marais de Sacy au nord de Pont-Sainte-Maxence, marais de la Bresle entre Clermont et Beauvais, et vallée de la Troësne près de Chaumont-en-Vexin où émergent de nombreuses et importantes sources. Dans les vallées de l'Oise et du Thérain où l'argile affleure et constitue le fond de vallée, les sols sont saturés en eau la plus grande partie de l'année du fait de la présence de la nappe de la craie sub-affleurante. Localement, ils font place à des tourbières comme dans les vallées du Thérain et de la Brèche.

Les écoulements se font selon une direction globale du sud au nord en Normandie et du nord au sud et à l'est dans le département de l'Oise et des plateaux vers les vallées. Les vallées sèches (karst) représentent d'autres axes d'écoulements [Leblanc, 1998].

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.

Dans le département de l'Oise (double porosité de la craie et absence de karst), l'amplitude des fluctuations de la surface piézométrique croît depuis les fonds de vallées actives jusqu'aux crêtes piézométriques. La surface piézométrique subit diverses fluctuations qui se superposent dans le temps et l'espace :

- fluctuations rapides ou légèrement différées à des profondeurs inférieures à 20 m dans des craies très transmissives ce qui induit des réactions piézométriques à chaque phase pluvieuse, suivies par des décrues aussi rapides. Ces fluctuations sont fréquentes, notamment à proximité des vallées humides où la craie est plus perméable, de courte durée (entre la journée et le mois) et de faible amplitude (inférieure à 1 m). Des pluies orageuses intenses peuvent également provoquer localement des recharges significatives sous les plateaux en raison d'une très forte perméabilité des terrains de couverture ;

- variations saisonnières avec des hautes eaux à la fin du printemps et des basses eaux en automne. Le retard à l'alimentation peut atteindre plus de six mois et même être masqué par une vidange interannuelle. L'amplitude de ces mouvements dépend à la fois des caractéristiques hydrauliques de l'aquifère (transmissivité et emmagasinement) et de la valeur de la réalimentation annuelle (infiltration efficace). C'est ainsi qu'elle est maximale (8 à 10 m) à l'aplomb des lignes de crêtes des plateaux et minimale (1 à 2 m) dans l'axe des vallées humides ;
- variations interannuelles sous forme de phases arythmiques de plusieurs années provoquant des remontées ou des descentes de nappe avec des amplitudes cumulées pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres sous les crêtes piézométriques (plateau). En aval, le phénomène peut se traduire par des émergences de la nappe en période humide ou par des déplacements ou des tarissements de sources en période sèche.

Les apports exceptionnels de 2001 et 2002 ont confirmé la réactivité de la nappe de la craie sous les plateaux et en particulier son inertie à restituer au milieu naturel superficiel les eaux qu'elle a reçues des précipitations.

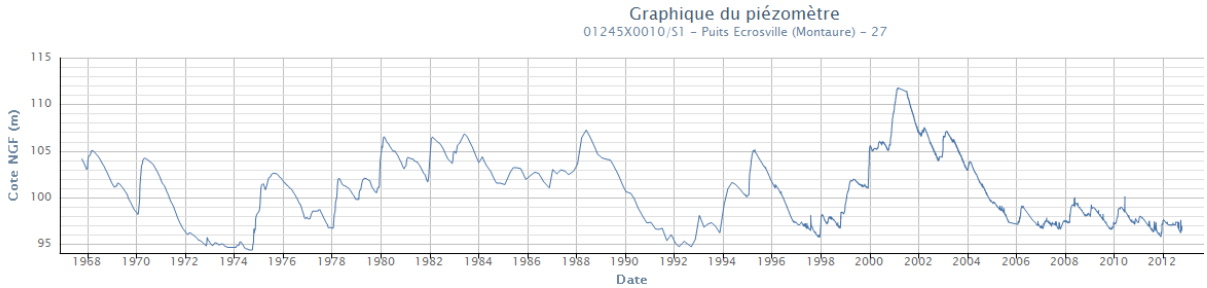


Figure 1 : Chronique piézométrique de la nappe de la Craie Normande et Picarde au piézomètre 01245X0010/S1 à Montaure (27). Source : ADES

4.1.4. Recharges naturelles, aires d'alimentation et exutoires

Type de recharge :

- Recharge pluviale : oui, sur ses affleurements ;
- Recharge par les pertes des cours d'eau : oui, en Normandie ;
- Contact direct (avec les eaux superficielles, via des bétoires, marnières…) : oui, en Normandie ;
- Drainance (d'autres entités à travers des niveaux semi-perméables) : possibilité de drainance des entités tertiaires sous le plateau de la Madrie en Haute-Normandie, ré-infiltration différée à la périphérie des affleurements tertiaires, drainance sous le recouvrement thanétien notamment les buttes de Picardie.

Temps de renouvellement : Le temps de transit est très long sous les plateaux (recharge décalée de plusieurs mois par rapport aux épisodes pluvieux) sauf en présence de bétoire en Normandie.

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 en Normandie).

Il s'agit donc d'une recharge en 2 temps : presqu'immédiatement après les pluies en vallées, par les dolines et par le jeu des bétoires en Normandie, et après plusieurs semaines sous les plateaux [Leblanc, 1998]. Cet étalement amortit les alternances de périodes sèches et humides et régularise le débit de la nappe.

Après avoir atteint la zone non 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. En Normandie, 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. Plusieurs expériences se sont révélées positives (cf. données de l'inventaire du karst de Haute-Normandie sont consultables sur le SIGES Seine Normandie : http://sigessn.brgm.fr/).

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.

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.

En Normandie, 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)…

Dans le Calvados, à la faveur des vallées, de nombreuses sources naissent le long des pentes de la Craie Cénomanienne. Ces sources de déversement alimentent autant de très courts ruisseaux, sub-perpendiculaires à l'axe de la vallée, qui rejoignent la rivière en quelques centaines de mètres seulement : la nappe alimente alors la rivière par déversement. Ce dispositif existe pour la Vie sur toute sa rive droite et seulement sur son cours supérieur en rive gauche ; la Viette n'est concernée que dans sa partie amont jusqu'à Boissey. La Touques connait le même dispositif depuis les Moutiers-Hubert jusqu'à Prêtreville ; au-delà de cette localité, les affluents prennent naissance plus loin sur le plateau et développent des cours de plusieurs kilomètres ; la Touques est alors en équilibre avec la nappe du Cénomanien qu'elle draine le plus souvent, ce qui est également le cas de l'Orbiquet et ses affluents.

Dans le département de l'Oise, la nappe de la craie, drainée vers les dépressions topographiques, est fréquemment en relation hydrodynamique avec les nappes alluviales qui lui servent de relais avec les cours d'eau naturels et les plans d'eau artificiels sous lesquels elle se retrouve en pression. Elle donne naissance à de nombreuses sources qui alimentent les affluents de l'Oise et soutiennent leur débit :

- les sources de dépression se situent en général en tête de vallée humide lorsque la surface de la nappe vient à affleurer. Assez peu nombreuses, elles ont un débit général élevé (> 100 l/s) mais leur situation géographique peut varier car conditionnée par les fluctuations piézométriques de la nappe. Ainsi, en périodes de hautes eaux, ces sources "remontent" littéralement le fond des vallées, sur des distances atteignant plusieurs centaines de mètres et parfois plusieurs kilomètres. De telles sources peuvent également exister au centre des vallées humides, lorsque la nappe se met en charge sous les alluvions récentes semi-perméables. Il s'agit alors de sources ascendantes, artésiennes et parfois jaillissantes. Il

n'existe pas de grosses émergences mais plus souvent un chapelet de sources alignées selon le profil de la vallée. Les débits, parfois importants, s'échelonnent entre 1 et 300 l/s en période de hautes eaux. Ces sources peuvent également apparaître dans de grandes vasques bouillonnantes au fond desquelles aboutissent des cheminées verticales mettant en communication directe l'aquifère crayeux et le sol. C'est le cas des « trous bleus » de la vallée de la Brèche au nord d'Essuiles, des sources du Parc de Monchy-Humières dans la vallée de l'Aronde et de celles de Songeons dans le vallée du Thérain ;

- les sources de déversement apparaissent entre la surface de la nappe et un terrain peu perméable situé au toit de celle-ci. D'un débit plus faible que les précédentes, mais plus nombreuses et moins bien circonscrites, elles se localisent en bordure des vallées humides, en limite des alluvions et des colluvions de pente ;
- les sources de débordement se rencontrent à la base de la nappe, au contact entre son mur imperméable et la surface du sol. Elles sont peu répandues au sein de la nappe de la craie, sauf à l'intérieur du Pays de Bray où elles apparaissent au contact des craies cénomaniennes et des argiles de Gault (Albien moyen et supérieur). Elles forment ainsi des exutoires de trop-plein pour les nappes crayeuses qui, grâce au pendage des couches vers le sud-ouest, deviennent captives sous le Pays de Thelle. Il s'agit en particulier des sources d'Ons-en-Bray, d'Auteuil et d'Auneuil au débit variable mais relativement important (60 à 200 l/s).

4.1.5. Etat(s) hydraulique(s) et type(s) d'écoulement(s)

Description Etat(s) hydraulique(s) :

La nappe de la craie est essentiellement libre mais peut également être captive ou semi-captive sous les argiles à silex et sous les alluvions fines semi-perméables des principaux cours d'eau du département de l'Oise.

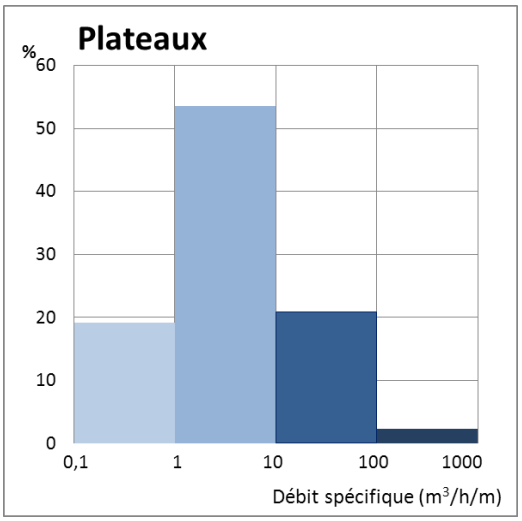
4.1.6. Paramètres hydrodynamiques

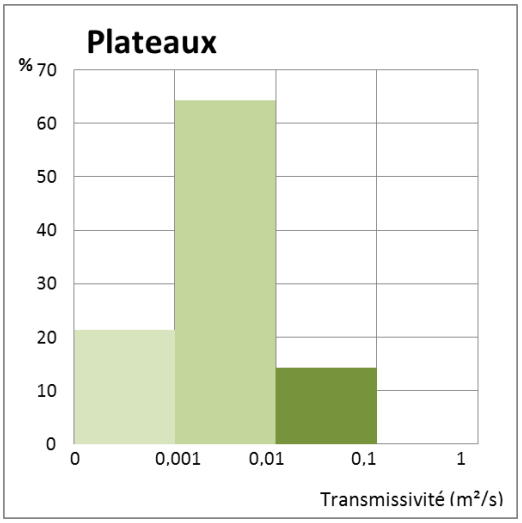
La craie est une roche poreuse, fréquemment fissurée. Cette fissuration résulte de la tectonique (zones de fractures, zones de compression) et de la géomorphologie (zones de décompression et de circulation intense des vallées). Les fissures sont agrandies, élargies et développées par l'action chimique et dynamique des eaux souterraines. Cette évolution peut aller jusqu'au développement d'un réseau karstique en Normandie. En général, la perméabilité est plus élevée dans les vallées et dépressions, humides ou sèches, zones d'écoulement privilégiées que sous les plateaux. La porosité efficace, la perméabilité et la transmissivité de la craie sont donc étroitement liées aux caractéristiques des vides et en particulier de la fissuration.

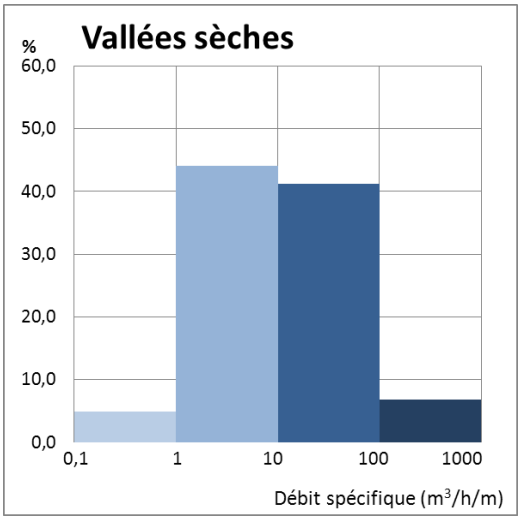
Dans le département de l'Oise, les valeurs de transmissivité de la nappe de la craie sont en moyenne de $3{,}2.10^{-2}$ m^2/s, selon les dossiers de 36 forages en BSS. Elles varient de 10^{-4} m^2/s au centre des plateaux (débits spécifiques de l'ordre de 1 $m^3/h/m$), à 10^{-3} m^2/s en vallées sèches (10 à 50 $m^3/h/m$) et 10^{-1} m^2/s en vallées humides (parfois plus de 100 $m^3/h/m$). Le coefficient d'emmagasinement est en moyenne de 4,6% selon les dossiers de 36 forages en BSS et est généralement compris entre 1 et 5% dans les tranches productives. Cette discontinuité structurelle se traduit par des débits spécifiques variant de 1 à 500 $m^3/h/m$ selon les endroits (39,2 $m^3/h/m$ en moyenne selon les dossiers de 672 forages en BSS), parfois avec de forts contrastes entre forages voisins.

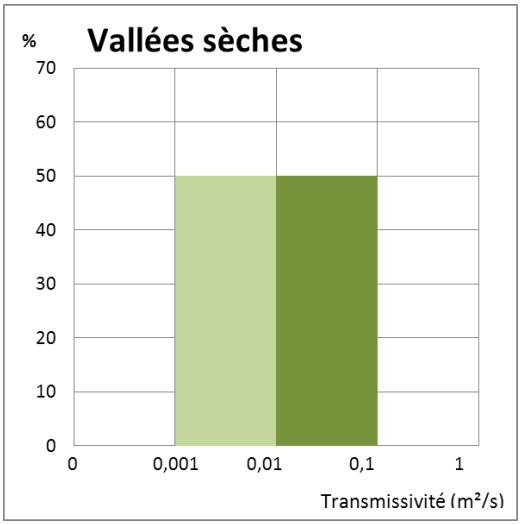
		Débit spécifique [m³/h/m]		Transmissivité [m²/s]		Coefficient d'emmagasinement [-]	
		Nombre d'ouvrages	Moyenne	Nombre d'ouvrages	Moyenne	Nombre d'ouvrages	Moyenne
Craie	Plateau	225	13,16	11	$6{,}10.10^{-3}$	7	$5{,}71.10^{-2}$
	Vallée sèche	81	34,27	6	$1{,}39.10^{-2}$	4	$1{,}26.10^{-1}$
	Vallée humide	271	53,08	32	$1{,}29.10^{-2}$	11	$2{,}59.10^{-2}$

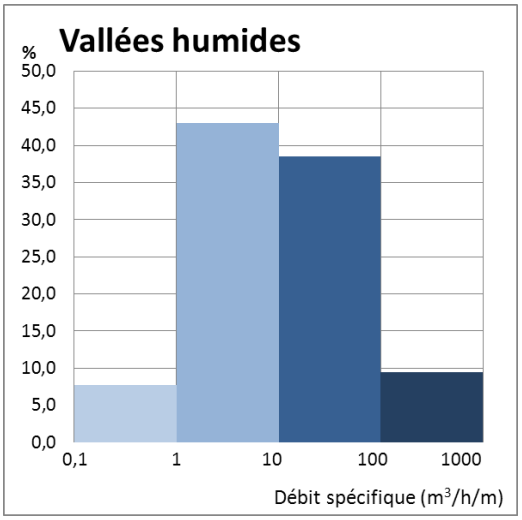
Caractéristiques des ouvrages captant la nappe de la craie en fonction de leur localisation dans le département de l'Oise (Source : Bault, 2012)

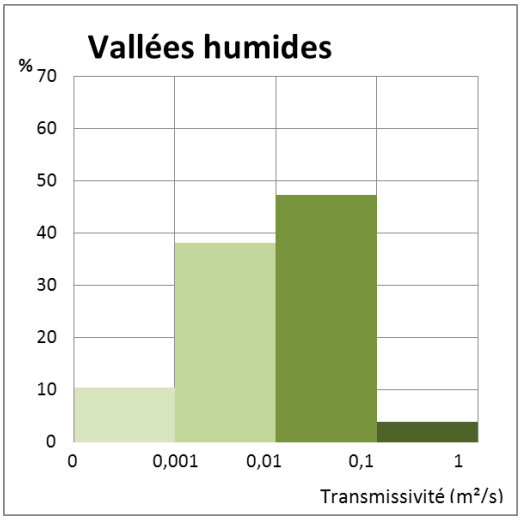












Débits spécifiques et transmissivités des ouvrages implantés dans la craie en fonction de leur zone d'implantation dans le département de l'Oise (Source : Bault, 2012)

4.2. CARACTERISTIQUES DES LIMITES DE L'ENTITE BD-LISA

Définition des limites et références utilisées:

Limite	Référence utilisée pour le découpage	Commentaire
ouest	Les affleurements de la craie du Sénonien au Cénomanien et les logs géologiques validés ont permis de définir l'extension ouest de l'entité	Les affleurements géologiques (cartes géologiques harmonisées) et la présence de logs géologiques validés ayant recoupé les formations de la craie ont permis de définir l'extension est de l'entité
Pays de Bray	Présence d'affleurements de craie du Sénonien au Cénomanien	Les affleurements géologiques (cartes géologiques harmonisées) ont permis de définir l'extension de la craie dans l'anticlinal du Pays de Bray
Centre du bassin	Entité sous recouvrement et non affleurante découpée à partir de l'entité des argiles yprésiennes sus-jacentes	

Dans le Cénomanien, il a été choisi de faire apparaître une variation latérale de faciès (craie/sable), dont la délimitation a été fournie par la synthèse géologique du bassin de Paris. Cette distinction entre craie et sables du Cénomanien nous a paru nécessaire notamment dans une optique de consolidation nationale des délimitations des entités de la BD LISA. L'entité 121AP représente la Craie profonde du centre du bassin Parisien, peu perméable sous couverture tertiaire. Du fait de son imperméabilité, l'entité 121AP se situe donc en dehors de secteurs couverts par les cartes piézométriques de la Craie du Bassin Parisien.

Justification des crêtes piézométriques retenues :

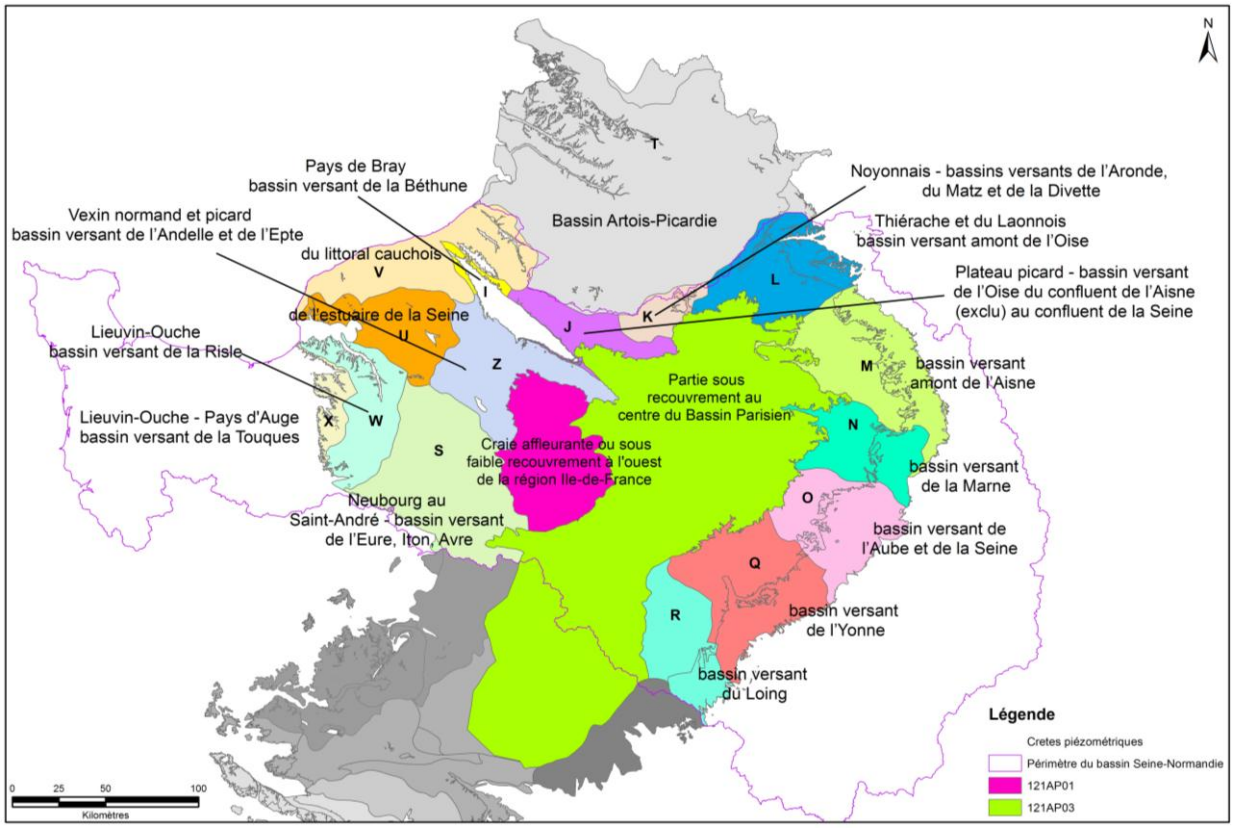


Figure 2 : Crêtes piézométriques retenues à l'échelle du bassin Seine-Normandie pour définir le NV2

Dans les paragraphes suivants, précisant le choix des tracés de crêtes piézométriques par bassin versant hydrogéologique, la légende suivante s'applique :

Périmètre du bassin Seine-Normandie

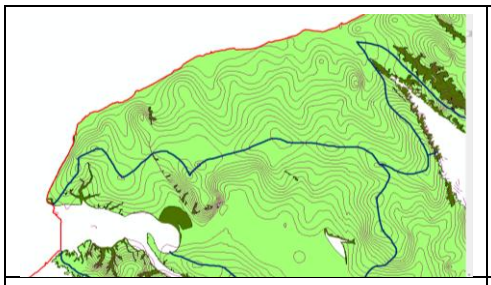
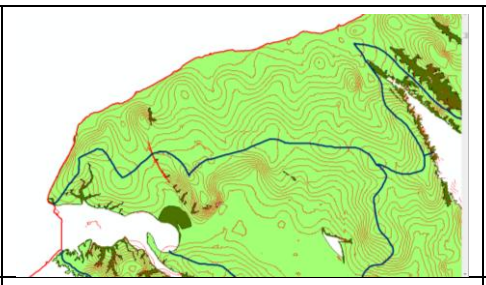
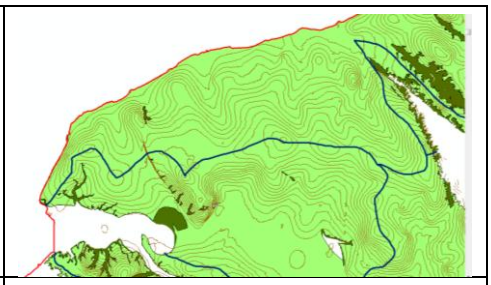
Crêtes piézométriques retenues, présentées sur fond de cartes piézométriques existantes

Limite de l'entité NV2 du référentiel BD-LISA 2011

Cours d'eau

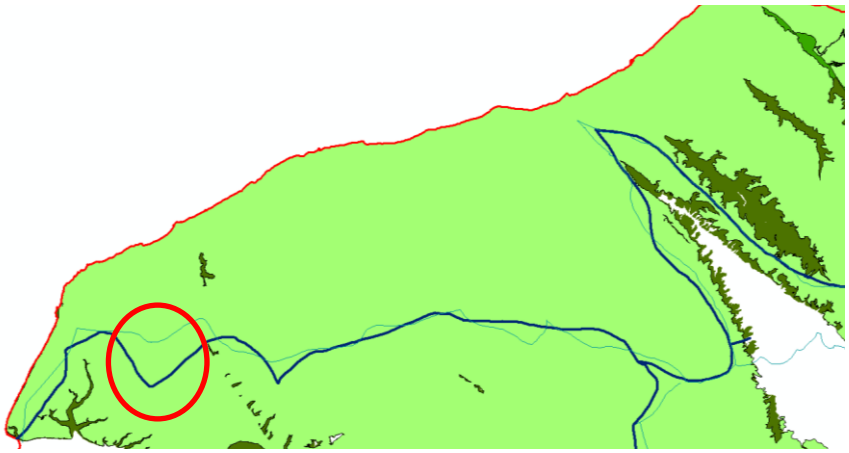
- **Crête séparant le bassin V des bassins U, Z et I :**

Il s'agit de la crête séparant la partie de la nappe de la craie qui s'écoule vers la Manche de celle qui s'écoule vers la Seine. D'après les cartes piézométrique réalisées dans le cadre de l'atlas piézométrique Haute-Normandie de 2010, cette crête est stable en Haute et Basse Eaux (les dômes piézométriques structurants ne fluctuent pas).

		
Crête retenue sur fond de carte des moyennes eaux (atlas HNO 2010)	Crête retenue sur fond de carte des basses eaux (atlas HNO 2010)	Crête retenue sur fond de carte des hautes Eaux (Atlas HNO 2010)

Comparaison avec la crête de l'atlas de 1990 :

On voit sur la carte ci-dessous que cette crête piézométrique est assez stable y compris sur la carte piézométrique de 1990. A noter toutefois une différence notable pour la délimitation Sud du bassin hydrogéologique d'Yport (cercle rouge sur la carte ci-dessous). La crête piézométrique de la carte de 1990 est sensiblement plus au Nord que celle de la carte de 2010. Cependant comme discuté et convenu en COPIL, il apparait que la carte piézométrique de l'atlas de 2010 semble plus fiable et est confirmée par les récents traçages réalisés dans ce secteur en 2011/2012. C'est donc la crête de l'atlas de 2010 qui est retenue comme limite.

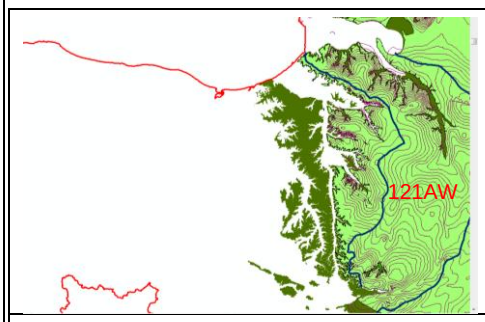
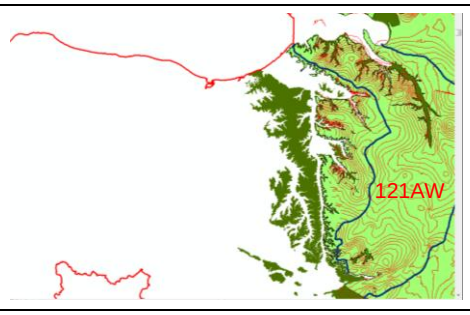
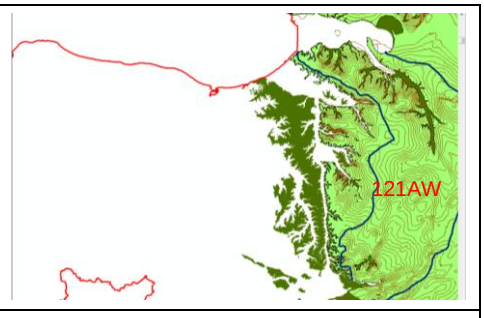


(Bleu foncé : crête de l'atlas de 2010 ; en bleu clair : crête de l'atlas de 1990)

- **Crête séparant les bassins W et X :**

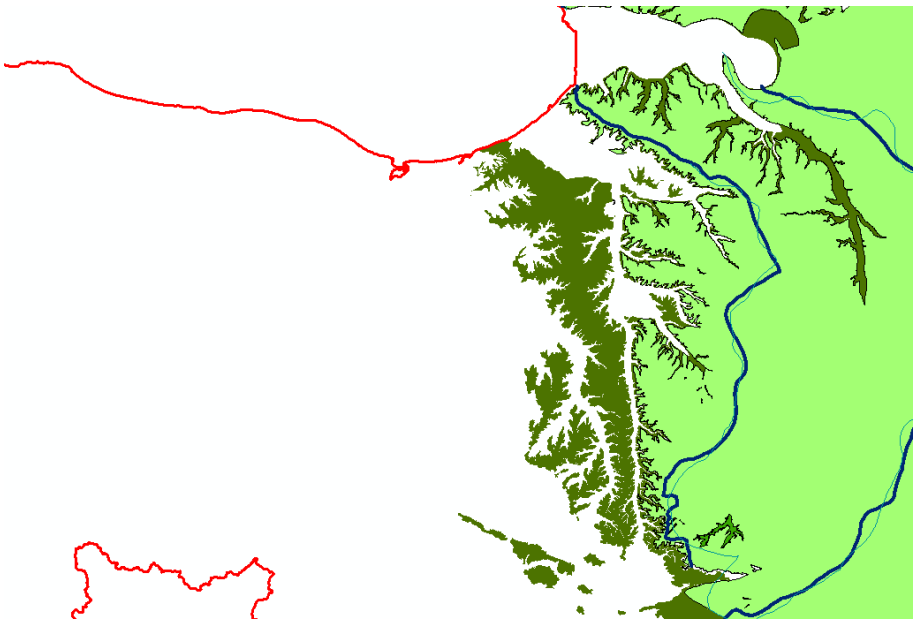
Il s'agit de la crête séparant les bassins suivants :
- bassin hydrogéologique du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques
- bassin du Lieuvin-Ouche - bassin versant de la Risle.

D'après les cartes piézométrique de l'atlas piézométrique de 2010, cette crête est stable en Haute et Basse Eaux (les dômes piézométriques structurants ne fluctuent pas) :

		
Crête retenue sur fond de carte des moyennes eaux (atlas HNO 2010)	Crête retenue sur fond de carte des basses eaux (atlas HNO 2010)	Crête retenue sur fond de carte des hautes Eaux (Atlas HNO 2010)

Comparaison avec la crête de l'atlas de 1990 :

On voit sur la carte ci-dessous les crêtes piézométriques des cartes piézométriques de 1990 et 2010 sont proches.

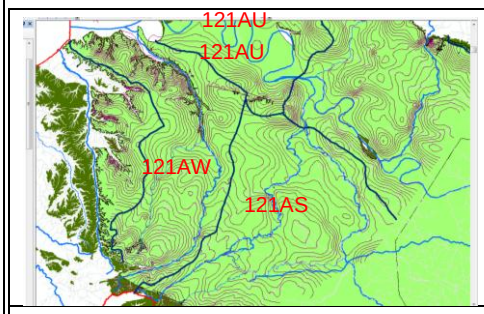


(*Bleu foncé : crête de l'atlas de 2010 ; en bleu clair : crête de l'atlas de 1990)*

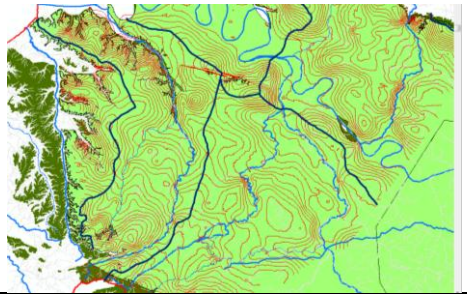
- **Crête séparant le bassin W des bassins U et S :**

Il s'agit de la crête séparant la nappe de la craie qui s'écoule vers l'estuaire de la Seine (bassin hydrogéologique du Lieuvin-Ouche - bassin versant de la Risle) des nappes de la craie qui s'écoule vers la vallée de la Seine (bassin de l'estuaire de la Seine et bassin du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre).

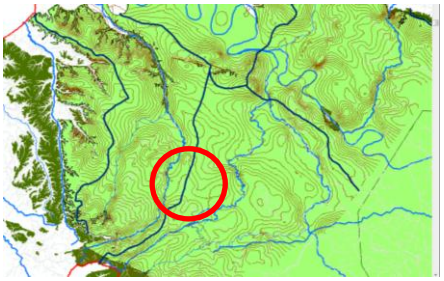
D'après les cartes piézométrique de l'atlas piézométrique de 2010, cette crête est stable en Haute et Basse Eaux (les dômes piézométriques structurants ne fluctuent pas) excepté dans sur un petit secteur où la crête se déplace de 2km vers l'est en période de Hautes-Eaux (cf. cercle rouge sur la carte de hautes-eaux).



Crête retenue sur fond de carte des moyennes eaux (atlas HNO 2010)



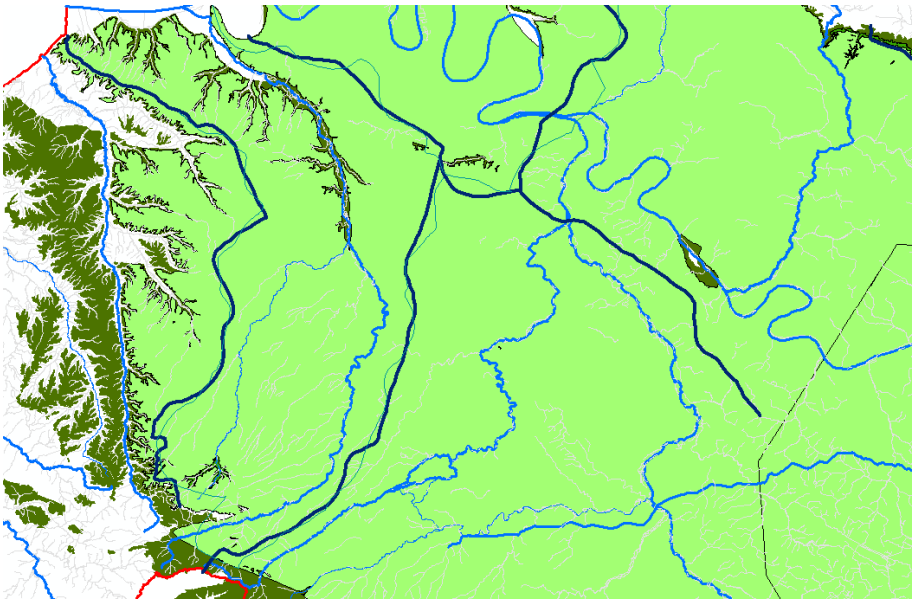
Crête retenue sur fond de carte des basses eaux (atlas HNO 2010)



Crête retenue sur fond de carte des hautes Eaux (Atlas HNO 2010)

Comparaison avec la crête de l'atlas de 1990 :

On voit sur la carte ci-dessous que cette crête piézométrique est assez stable même sur la carte piézométrique de 1990.



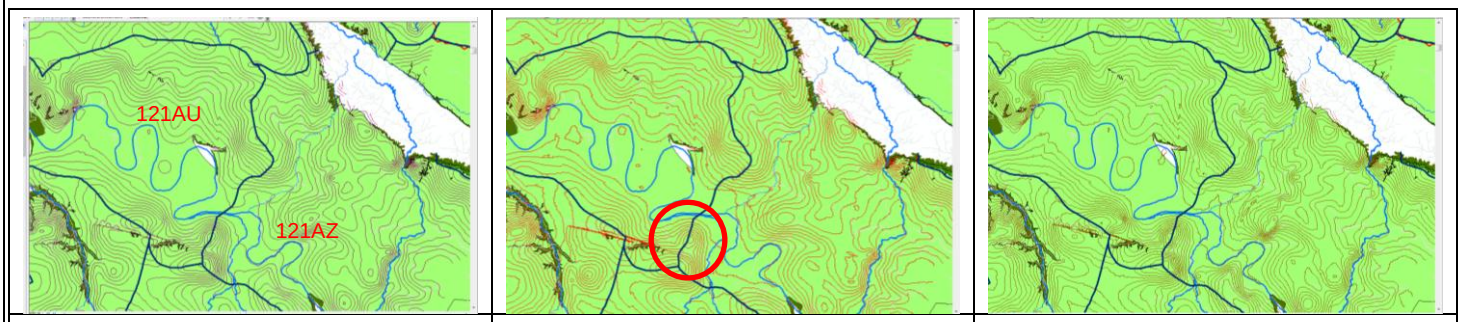
(Bleu foncé : crête de l'atlas de 2010 ; en bleu clair : crête de l'atlas de 1990)

La stabilité de cette crête semble être suffisante (lorsque l'on compare les différentes cartes piézométriques disponibles) pour être conservée comme limite d'aquifère pour le référentiel. Cette limite pourrait éventuellement être affinée ultérieurement si des campagnes hautes eaux et basses eaux étaient réalisées avec une densité de points plus importante que celle des campagnes de 2001 et 2006.

- **Crête séparant le bassin U du bassin Z :**

Il s'agit d'une séparation latérale de 2 nappes du bassin de la Seine : bassin hydrogéologique de l'estuaire de la Seine et bassin hydrogéologique du Vexin normand et picard - bassin versant de l'Andelle et de l'Epte.

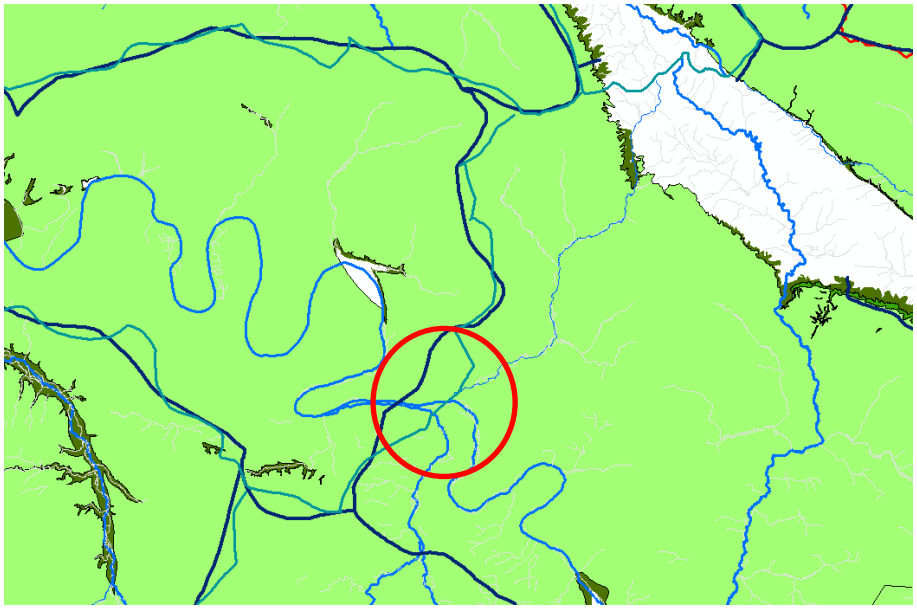
D'après les cartes de l'atlas piézométrique de 2010, cette crête est stable en Haute et Basse Eaux (les dômes piézométriques structurants ne fluctuent pas). A noter cependant, un léger décalage du dôme Sud de 500m vers l'Est en période de basses eaux.



Crête retenue sur fond de carte des moyennes eaux (atlas HNO 2010)	Crête retenue sur fond de carte des basses eaux (atlas HNO 2010)	Crête retenue sur fond de carte des hautes Eaux (Atlas HNO 2010)

Comparaison avec la crête de l'atlas de 1990 :

On voit sur la carte ci-dessous que cette crête piézo diffère sensiblement sur l'atlas de 1990 notamment dans le secteur cerclé en rouge ci-dessous (décalage de 4km). Ceci s'explique par le fait que les cartes piézométriques de 1990 sont des cartes départementales réalisées séparément pour chaque département. Le secteur ci-dessous se trouve au niveau du raccord des 2 cartes. Ainsi, il apparait que la carte de 2010 semble plus fiable car réalisée à l'échelle de toute la région Haute-Normandie.

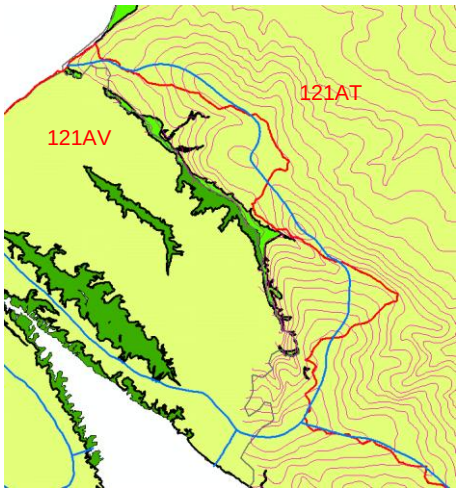


(*Bleu foncé : crête de l'atlas de 2010 ; en bleu clair : crête de l'atlas de 1990)*

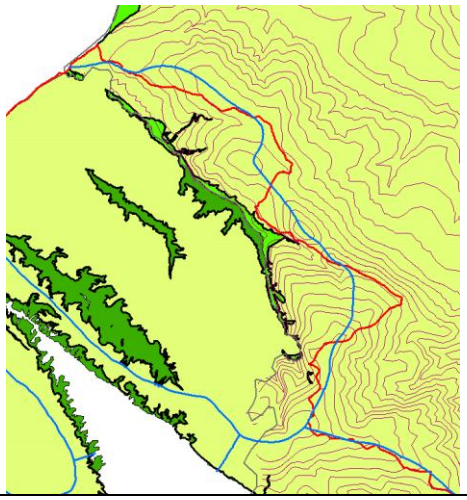
La stabilité de cette crête semble être suffisante (lorsque l'on compare les différentes cartes piézométriques disponibles) pour être conservée comme limite d'aquifère pour le référentiel.

- **Crête séparant le bassin V des bassins J et Artois-Picardie (T) :**

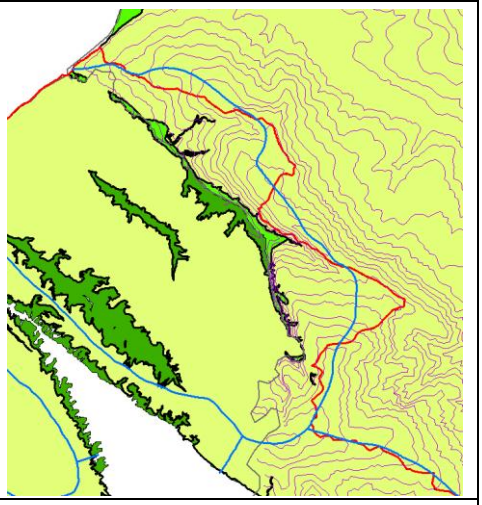
Il s'agit de la crête séparant la partie de l'aquifère de la craie qui s'écoule vers la Manche de celle qui s'écoule vers l'Oise et vers le bassin de la Somme (Artois-Picardie). D'après les cartes piézométriques réalisées en 2001-2002 et en 2005, cette crête est stable en hautes et basses eaux (les dômes piézométriques structurants ne fluctuent pas) :



Crête retenue sur fond de carte des moyennes eaux (1960-2007)

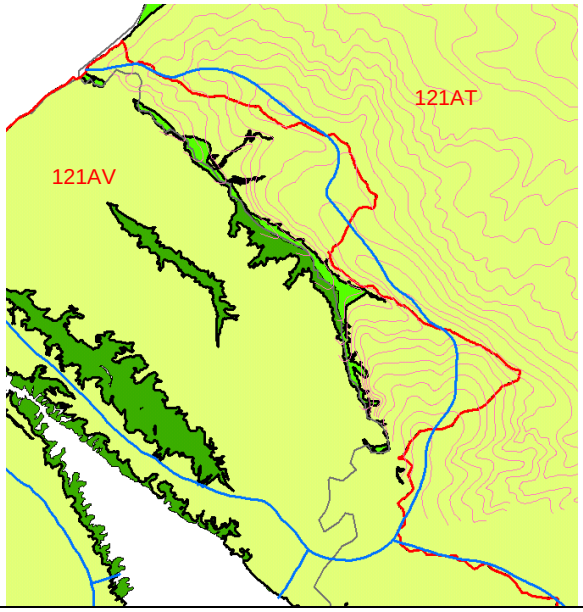


Crête retenue sur fond de carte des hautes eaux (2001-2002)

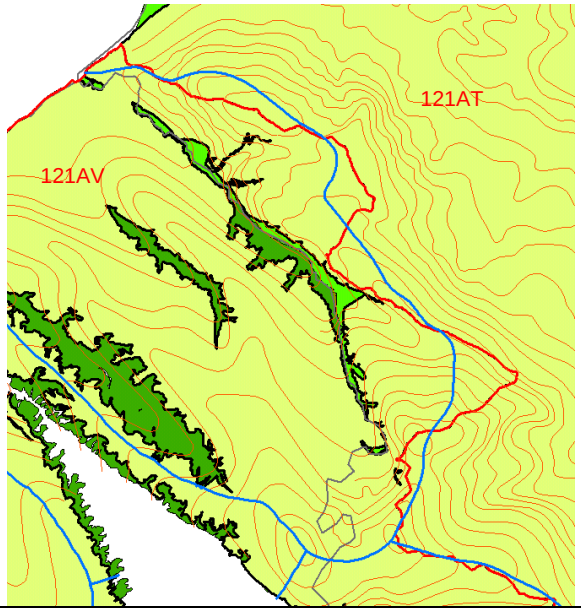


Crête retenue sur fond de carte des basses eaux (2005)

La crête piézométrique est assez stable même sur la carte au 1/50000 de 1997 et au 1/500000 de 1967. A noter toutefois une légère différence pour la délimitation sud-est du bassin hydrogéologique : en 1997, la crête est décalée de 1,5 km environ vers l'est. Cependant, en l'absence de rapport relatif à la campagne piézométrique de 1997 il est préférable de retenir les cartes piézométriques récentes. Il existe également des différences allant jusqu'à 2 km au nord avec la carte d'Albinet de 1967. Cette carte étant moins précise (échelle 1/500000), la crête n'a pas été retenue.



Crête retenue sur fond de carte des moyennes eaux Artois-Picardie (1997)

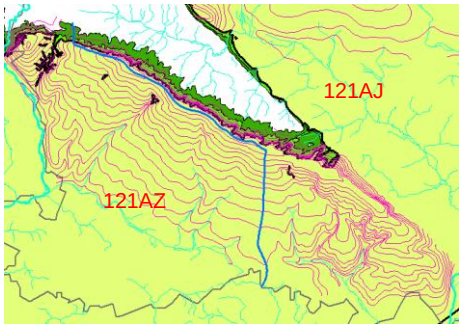
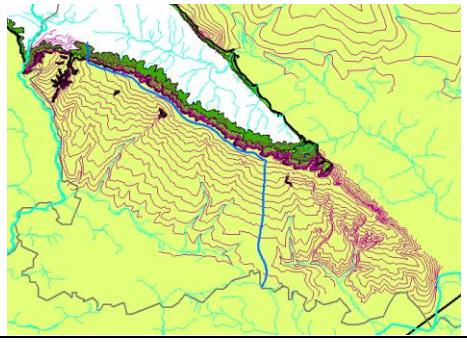
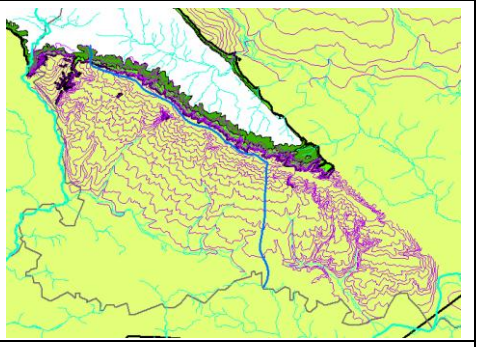


Crête retenue sur fond de carte piézométrique du bassin de Paris - Albinet (1967)

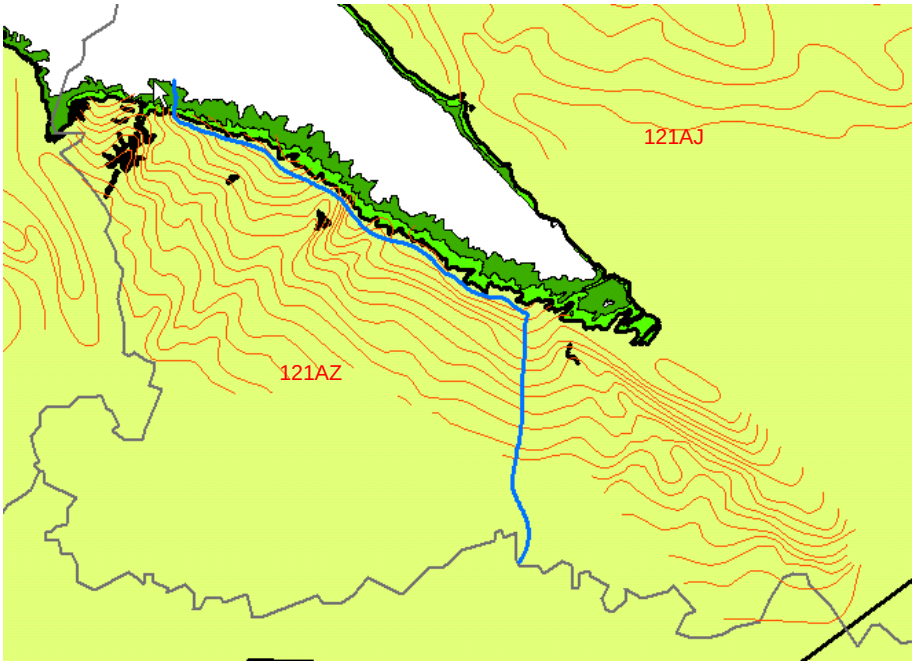
- **Crête séparant le bassin Z des bassins J et Artois-Picardie (T) :**

Il s'agit de la crête séparant l'aquifère de la craie du Vexin normand et picard (bassin versant de l'Andelle et de l'Epte) de l'aquifère de la craie du Plateau picard (bassin versant de l'Oise). Au nord, la crête piézométrique est stable en hautes et basses eaux (les dômes piézométriques structurants ne fluctuent pas).

A l'est, la crête piézométrique est peu marquée et a été tracée en prenant également pour modèle les bassins versants topographiques.

		
Crête retenue sur fond de carte moyennes eaux (1960-2007)	Crête retenue sur fond de carte hautes eaux (2001-2002)	Crête retenue sur fond de carte basses eaux (2005)

La carte piézométrique de 1967 ne confirme pas l'existence d'une crête piézométrique au sud du Pays de Bray. Cependant cette carte est plus ancienne et moins précise. Les relevés piézométriques de 2001 et 2005 (1 par km^2 de part et d'autre du Pays de Bray) certifient de la présence de cette crête piézométrique.

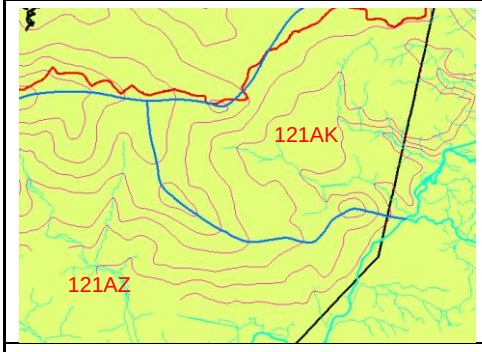


Crête retenue sur fond de carte piézométrique du bassin de Paris - Albinet (1967)

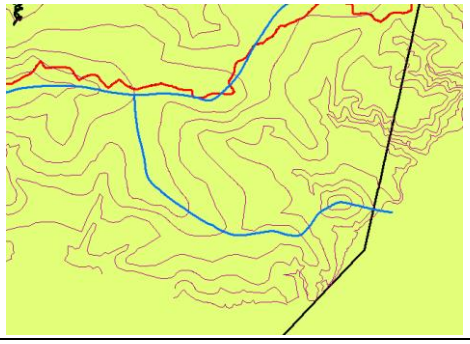
- **Crête séparant l'entité 121AZ de l'entité 121AK :**

Il s'agit de la crête séparant l'aquifère de la craie du Plateau picard (bassin versant de l'Oise du confluent avec l'Aisne au confluent de la Seine) et de l'aquifère de la craie du Noyonnais (bassin versant de l'Aronde).

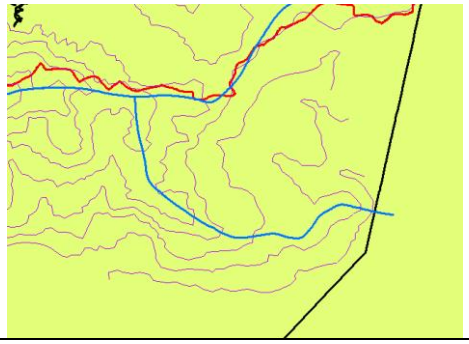
La crête piézométrique est stable en hautes et basses eaux (les dômes piézométriques structurants ne fluctuent pas). La crête piézométrique de 1967 est également identique.



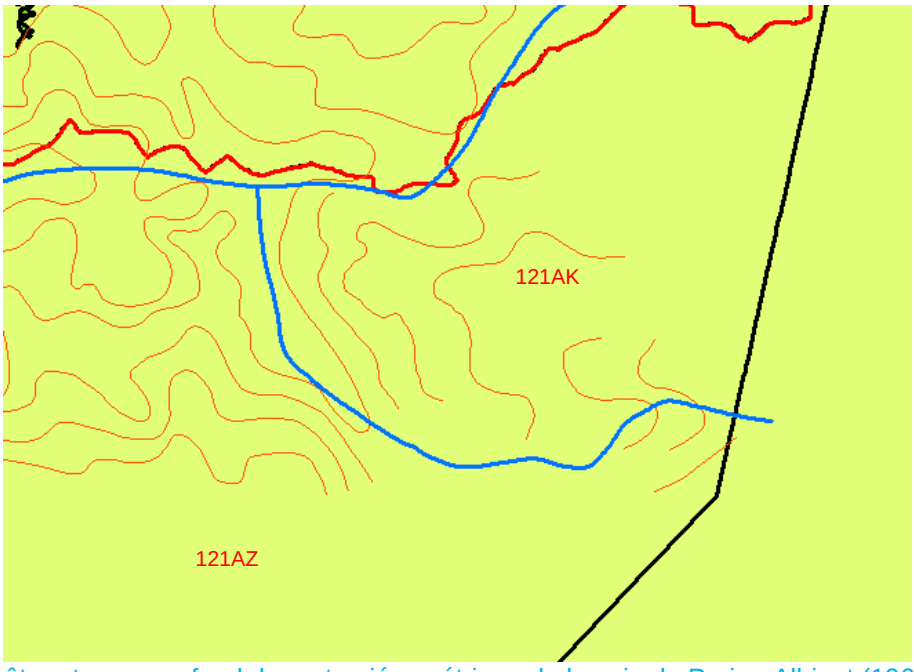
Crête retenue sur fond de carte moyennes eaux (1960-2007)



Crête retenue sur fond de carte hautes eaux (2001-2002)



Crête retenue sur fond de carte basses eaux (2005)



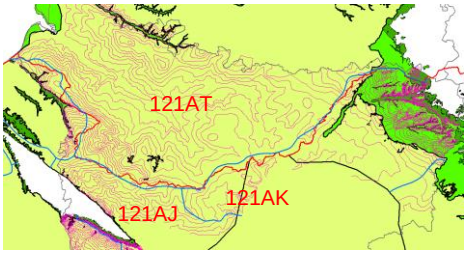
Crête retenue sur fond de carte piézométrique du bassin de Paris - Albinet (1967)

- **Crête séparant l'entité 121AJ du bassin Artois-Picardie (121AT) :**

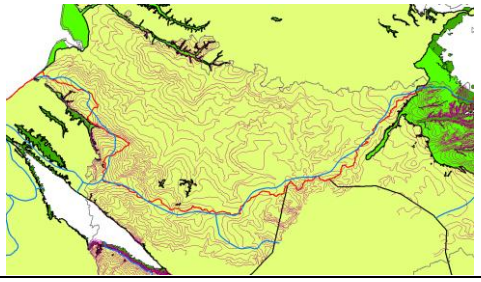
Il s'agit de la crête séparant l'aquifère de la craie du Séno-Turonien du bassin versant de l'Oise de l'aquifère de la craie du Séno-Turonien du bassin versant de la Somme (Artois-Picardie). Cette crête se superpose grossièrement à la limite topographique des bassins Seine-Normandie et Artois-Picardie. L'écart peut atteindre 6 km.

D'après les cartes piézométriques hautes eaux (2005) et basses eaux (2001-2002), la crête piézométrique fluctue de quelques centaines de mètres à près de 2 km.

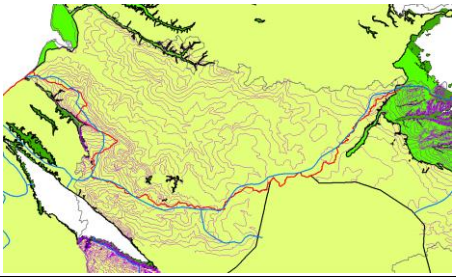
Le choix de la crête piézométrique de moyennes eaux est confirmé par la piézométrie de 1967 d'Albinet. Les crêtes fluctuent très peu, avec des décalages de moins de 500 m, à l'exception de la crête vers les Ardennes (3 km) et dans le bassin de la Bresle (2 km). Les campagnes piézométriques hautes eaux (2001-2002) et basses eaux (2005) n'ont pas mis en évidence de crêtes piézométriques soumises à l'influence des marées, les plateaux étant situés bien au-dessus du niveau de la mer.



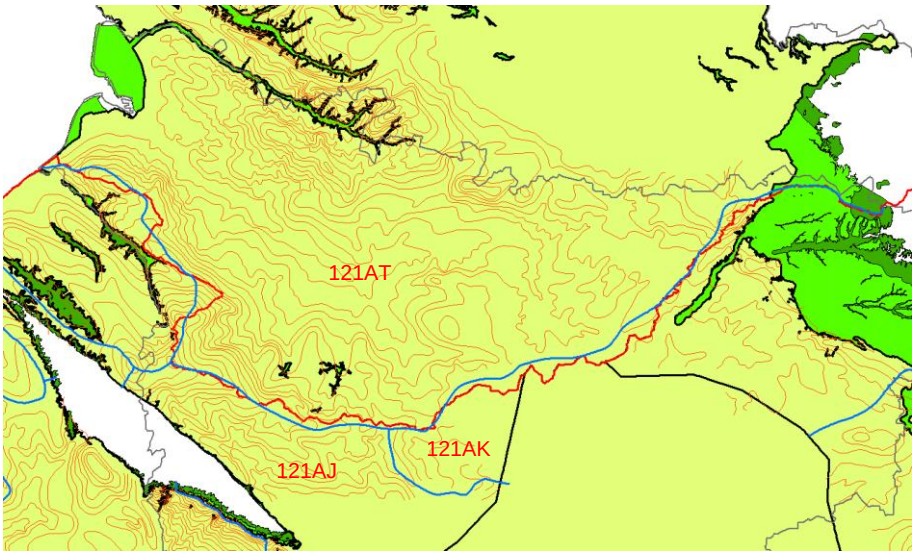
Crête retenue sur fond de carte moyennes eaux (1960-2007)



Crête retenue sur fond de carte hautes eaux (2001-2002)



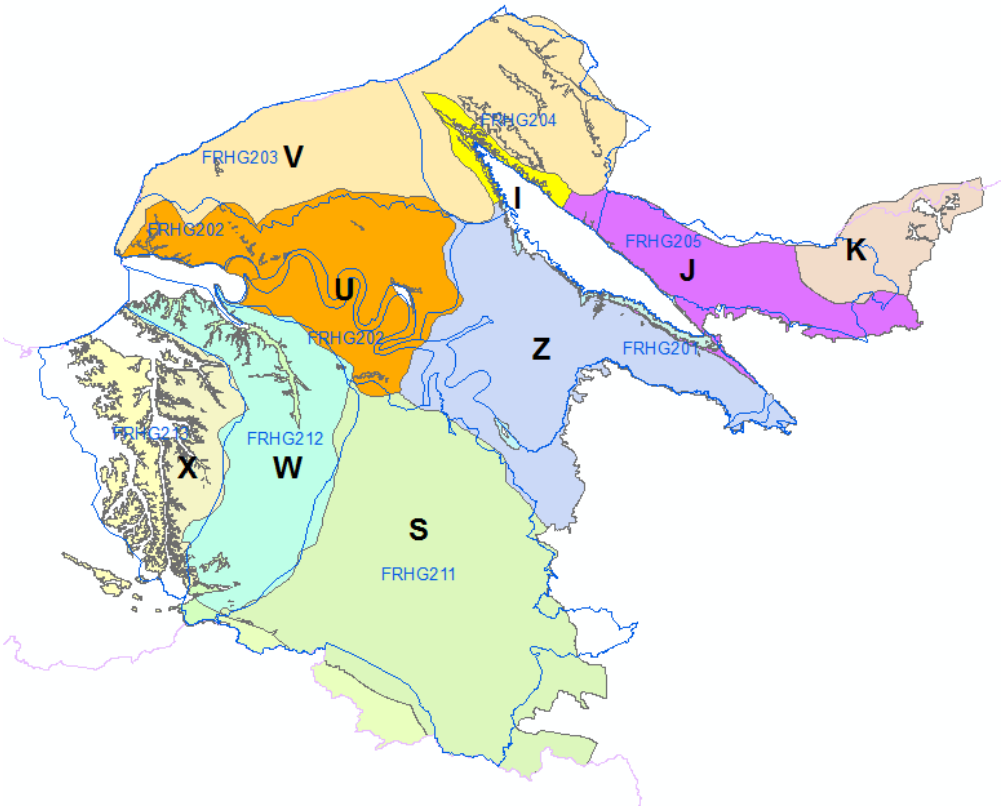
Crête retenue sur fond de carte basses eaux (2005)



Crête retenue sur fond de carte piézométrique du bassin de Paris - Albinet (1967)

5. Eventuel lien avec le référentiel des Masses d'eau souterraines du bassin Seine-Normandie

Les masses d'eau souterraines du bassin Seine-Normandie associées aux entités NV2 121 de la craie normande et picarde sont présentées sur la carte ci-dessous (les contours des masses d'eau sont représentés en bleu) :



On peut observer les correspondances suivantes :

Cade Masse d'eau	Code Entité NV2
HG211	121AS et 123BS
HG212	121AW et 123BW
HG213 pour partie	121AX et 123BX
HG202	121AU et 123BU
HG201	121AZ et 123BZ (les entités sont plus étendues que la masse d'eau)
HG205	Pour partie : 121AJ, 121AK, 123BJ et 123BK
HG204	121AV pour partie, 121AI, 123BV pour partie et 123BI
HG203	121AV pour partie et 123BV pour partie

Les masses d'eau souterraines ne sont pas exclusivement représentées par les entités de la Craie. En particulier, la MESO HG213 est complétée par les formations du crétacé supérieur (gaizes du Cénomanien), du crétacé inférieur (Sables de l'Albien), du Jurassique (calcaires et marnes de l'oxfordien et Marnes du Callovien).