Code et libellé des entités NV3 :

139AP01 : Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère captif du bassin versant de la Vire en Basse-Normandie

139AP02 : Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère libre du bassin versant de la Vire en Basse-Normandie

139AP03 : Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère captif du bassin versant de la Seulles en Basse-Normandie

139AP04 : Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère libre du bassin versant de la Seulles en Basse-Normandie

139AP05 : Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère captif du bassin versant de l'Orne en Basse-Normandie

139AP06 : Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère libre du bassin versant de l'Orne en Basse-Normandie

139AP07 : Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans le bassin versant de la Dives en Basse-Normandie

139AP08 : Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans le bassin versant de la Touques en Basse-Normandie

139AP09 : Formation ferrifère (Minette de Lorraine) de l'Aalénien-Bajocien en Lorraine dans le bassin Rhin-Meuse

139AP10 : Formation ferrugineuse (minerai de fer oolithique) de l'Aalénien de l'est du Bassin parisien

139AP99 : Calcaires à polypiers, calcaires oolithiques ou oolithe cannabine, calcaires à entroques, grès calcareux, marnes sableuses et micacées de l'Aalénien-Bajocien du Bassin Parisien

Code et Libellé de l'entité NV2 inclue :

139AP : Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans le bassin Seine-Normandie

1. Bibliographie

Fourniguet.G., Boucher.J., Nguyen.The.D., Warin.J., Xu.D. (2010) - Référentiel Hydrologique 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 BRGM/RP-57519-FR. Juin 2010.
Warin.J., Chabart.M., Geron.A., Mardhel.V., Xu.D. (2010) - Référentiel Hydrologique français BDLISA - Bassin Seine-Normandie. Année 3. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Champagne-Ardenne. Rapport BRGM/RP-57517. Juillet 2010.
Megnien C. (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris. 3 volumes. Mémoires BRGM n° 101,102 et 103.
Roux J.C. et al. (2006) - Aquifères et eaux souterraines en France. Ouvrage collectif publié aux Editions BRGM.
Talbot A., Babot Y., Garadi A. et al. (2002) – Atlas hydrogéologique du bassin Rhin-Meuse. AERM, document ANTEA/SIROM
BRGM (2012) - Modélisation hydrodynamique des systèmes aquifères de la plaine de Caen et du bassin de la Dives. Définition des ZRE et estimation des volumes exploitables.
ARNAUD L., COUEFFE R., REGNIER D. (2006) - Atlas hydrogéologique numérique du Calvados. BRGM/RP-54791-FR

2. Caractéristiques de l'entité BD-LISA

Localisation géographique et contexte administratif :

- Régions : Basse-Normandie, Haute-Normandie, Pays-de-la-Loire, Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Champagne-Ardenne, Lorraine, Bourgogne, Centre, Ile-de-France.

2.1. DEFINITION DES ATTRIBUTS A COMPLETER DANS LE TME/FICHIER .SHP

Thème

Code	Libellé	139AP	139AP99	139AP01	139AP02	139AP03	139AP04	139AP05	139AP06	139AP07	139AP08	139AP10
1	Alluvial											
2	Sédimentaire	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Socle											
4	Intensément plissés de montagne											
5	Volcanisme											

Nature

Code	Libellé	139AP	139AP99	139AP01	139AP02	139AP03	139AP04	139AP05	139AP06	139AP07	139AP08	139AP10
3	Système aquifère	x										
4	Domaine hydrogéologique											
5	Unité aquifère			x	x	x	x	x	x			
6	Unité semi-perméable									x	x	x
7	Unité imperméable											
8	Unité Aquifère à l'affleurement, inconnu en profondeur		x									

Milieu

Code	Libellé	139AP	139AP99	139AP01	139AP02	139AP03	139AP04	139AP05	139AP06	139AP07	139AP08	139AP10
1	Milieu poreux											
2	Milieu fissuré											x
3	Milieu karstique											
4	Milieu de double porosité : matricielle et de fissure		x									
5	Milieu de double porosité : karstique et de fissure	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
6	Double porosité : de fractures et/ou de fissures											
7	Double porosité : matricielle et de fractures											
8	Double porosité : matricielle et karstique											

Etat

Code	Libellé	139AP	139AP99	139AP01	139AP02	139AP03	139AP04	139AP05	139AP06	139AP07	139AP08	139AP10
1	Entité hydrogéologique à nappe captive			x		x		x		x	x	
2	Entité hydrogéologique à nappe libre				x		x		x			
3	Entité hydrogéologique à parties libres et captives	x	x									x

2.2. FORMATIONS GEOLOGIQUES AFFLEURANTES

Formations géologiques harmonisées contenues dans l'entité BD-LISA

Notation	Description	NV2	NV3
j2S	Calcaires à spongiaires de Fresné-la-Mère, Falaise	139AP	139AP01 à 139AP07
j1-2M	Malière, "Couche verte" à glauconie et oolite ferrugineuse aalénienne indifférenciés	139AP	139AP01 139AP02 139AP04 139AP06
j2O	Oolite ferrugineuse et conglomérat de Bayeux	139AP	139AP01 139AP02 139AP04 139AP05 139AP06
j2A	Calcaire à Acanthothiris spinosa	139AP	139AP06
j2	Calcaires bioclastiques (zone à Humphriesanum et Nortiense)	139AP	139AP06
j2-3S	Calcaires du Bajocien et/ou du Bathonien silicifiés	139AP	139AP06
j2-3E	Faciès de bordure des écueils de grès paléozoïques	139AP	139AP06 139AP07
j1-2	Oolite Fe-Màlière, oolite Fe-conglomérat de Bayeux, calcaires à spongiaires, indifférenciés	139AP	139AP06 139AP07
j2-3E	Faciès de bordure des écueils paléozoïques (Bajocien-Bathonien)	139AP	139AP07
l4-j1	Marnes, minerai de fer oolithique (Toarcien sup.-Aalénien) Vosges, en RM	139AP	139AP10
l4-j1	Calcaires aaléniens et minerai de fer oolitique toarcien (Toarcien supérieur-Aalénien) Haute-Marne, en RMC	139AP	139AP10
l4-j1	Formation ferrifère (à "minette") indifférenciée (Toarcien supérieur - Aalénien) Meuse, en RM	139AP	139AP10
l4-j1	Formation ferrifère - à "minette" de Lorraine - indifférenciée (Toarcien sup.-Aalénien) Meurthe-et-Moselle, en RM	139AP	139AP10
l4-j1	Formation ferrifère oolithique ("Minette de Lorraine") (Toarcien supérieur-Aalénien) Moselle	139AP	139AP10
j2POE	Calcaires à polypiers, calcaires à entroques, Calcaires à oolites cannabines (Bajocien inférieur à moyen) Haute-Marne	139AP	139AP99
j2PO	Calcaires à polypiers supérieurs et Oolite cannabine (Bajocien moyen) Haute-Marne	139AP	139AP99
j2P	Calcaires à débris et bioherm à polypiers (Bajocien moyen et inférieur) Ardennes	139AP	139AP99
j2P	Calcaires à polypiers Aisne, Picardie	139AP	139AP99
j2P	Calcaires à polypiers (Bajocien moyen) Haute-Marne hors bassin SN	139AP	139AP99
j2a-b	Calcaires jaunes à débris ou pseudo-oolithiques (Bajocien moyen et inférieur) Ardennes début affl.	139AP	139AP99
j2a	Calcaire bioclastique à entroques Nièvre hors affl. !	139AP	139AP99
j2A	Calcaire à Acanthothiris spinosa BNO	139AP	139AP99
j2-3S	Calcaires du Bajocien et/ou du Bathonien silicifiés BNO	139AP	139AP99
J1a	Calcaires à entroques (Bajocien infèrieur) - Calcaires marneux Yonne	139AP	139AP99
j1A	Arkose d'Alençon, Sables et graviers de Tessé BNO	139AP	139AP99

j1-2[a]	Calcaires meuliérisés résiduels BNO	139AP	139AP99
j1-2	Calcaires à entroques (Aalénien-Bajocien) Côte d'Or Une partie est hors bassin	139AP	139AP99
l4-j1	Calcaires aaléniens et minerai de fer oolitique toarcien (Toarcien supérieur-Aalénien) Haute-Marne (hors bassin mais ne pas prendre pour fer)	139AP	139AP99
l4b	Marnes, Calcaires et Minerai de fer oolitique (Toarcien moyen à supérieur)	139AP	139AP99

2.3. LOGS GEOLOGIQUES VALIDES

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

Appellation	Nom appellation	NV2	NV3
55002	Oolithe blanche de Normandie	139AP	139AP01 139AP02 139AP03 139AP04 139AP05 139AP06 139AP07
55031	Oolite ferrugineuse de Bayeux : zone à Humphriesianum	139AP	139AP01 139AP05
55033	Couche verte de la Mâlière : calcaire verdi et conglomérat phosphaté	139AP	139AP01 139AP02 139AP03 139AP04 139AP05
55121	Oolithe ferrugineuse de Bayeux	139AP	139AP01 139AP02 139AP03 139AP04 139AP05 139AP06 139AP07
55261	Mâlière : Oolithe ferrugineuse aalénienne, calcaires argileux à silex, Couche verte, indifférenciés	139AP	139AP01 139AP02 139AP03 139AP04 139AP05 139AP06 139AP07
55262	Calcaires à spongiaires, oolithe ferrugineuse de Bayeux, mâlière et oolithes ferrugineuses aaléniennes indifférencés	139AP	139AP03 139AP05 139AP06 139AP07
55331	Mâlière : calcaires argileux à silex	139AP	139AP01 139AP02 139AP03 139AP04 139AP05 139AP06 139AP07
56014	Mâlière : Oolithe ferrugineuse aalénienne	139AP	139AP02 139AP03

			139AP04 139AP05 139AP06 139AP07
F0000909	Conglomérat et Oolite ferrugineuse de Bayeux	139AP	139AP01 139AP03 139AP05 139AP07
55002	Oolithe blanche de Normandie *BNO, Picardie*	139AP	139AP99
55100	Oolithe à Clypeus ploti (Marno-calcaires à Clypeus ploti) *CHA*	139AP	139AP99
55140	Oolithe cannabine *CHA*	139AP	139AP99
55150	Calcaires à polypiers *Loiret, Yonne, Haute-Marne, Meuse*	139AP	139AP99
55160	Calcaires à entroques de Lorraine *CHA, IDF, LOR*	139AP	139AP99
55161	Calcaires sableux de Haye *CHA, PIC*	139AP	139AP99
55170	Calcaires sableux de Lorraine *CHA*	139AP	139AP99
55190	Calcaires argileux à oolithes cannabines *CHA, IDF*	139AP	139AP99
55210	Calcaires marneux à pholadomyes *IDF*	139AP	139AP99
55240	Calcaires à nubéculaires de l'Auxois *BOU*	139AP	139AP99
55260	Calcaires à entroques du Berry et de Bourgogne *Ile de France, Loiret, Aube, Yonne, Nièvre, Marne, Haute-Marne sud*	139AP	139AP99
56020	Marnes micacées aaléniennes *CHA, LOR, PIC, IDF, CEN*	139AP	139AP99
56000	Formation ferrugineuse (Minette de Lorraine) aalénienne *Marne, Meuse, Haute-Marne*	139AP	139AP10
57010	Formation ferrugineuse (Minette de Lorraine) toarcienne *Ardennes, Meuse, Marne*	139AP	139AP10
54414	Calcaire à Acanthothyris spinosa	139AP	139AP06

3. Caractéristiques de l'entité BD-LISA 139AP01 à 139AP08

3.1. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES

En Basse-Normandie, le Bajocien inférieur (Aalénien) débute par ce qu'on appelle généralement le calcaire de la Malière comprenant un niveau d'oolithe ferrugineuse à la base de la série aalénienne, puis des bancs de calcaires très durs à silex dans sa partie médiane, et un niveau conglomératique à enduit glauconieux au sommet. La puissance de la Malière est variable ; elle atteint en moyenne de 4 à 7 mètres dans le secteur d'étude. A l'ouest de Bayeux, dans le Bessin, sa puissance augmente ; dans certains forages, elle n'a pas été décrite.

Le Bajocien moyen et une partie du Bajocien supérieur sont ensuite caractérisés par une sédimentation très condensée, débutant le « Conglomérat de Bayeux », à oncolithes ferrugineux, surmonté d'un niveau à stromatolithes, puis de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux (à peine un demi-mètre d'épaisseur).

Le sommet du Bajocien supérieur, et l'essentiel de l'aquifère bajocien, est formé d'un calcaire blanc à spongiaires (j2b), parfois improprement appelé « oolithe blanche », qui constitue un très bon niveau aquifère d'environ 20 mètres de puissance, souvent karstifié (dans la vallée de l'Aure dans le secteur de Maisons par exemple).

L'aquifère calcaire du Bajocien en Basse-Normandie est de type fissuré, et comprend généralement d'importants réseaux karstiques. On trouve les formations du Bajocien depuis le nord dans le Bessin, jusque plus à l'est dans le secteur de la feuille de Bayeux-Courseulles, et plus au sud dans le secteur des feuilles géologiques de Falaise et Vimoutiers.

Cet aquifère se comporte en nappe libre vers Bayeux et au sud-ouest de Caen, alors que le réseau de failles est dense. Au nord la nappe devient captive sous les Marnes de Port-en-Bessin (formation du Bathonien moyen) et l'aquifère devient localement très karstique. Bien que peu productif quand il est captif (quelques dizaines de m^3/h seulement), la productivité des forages peut atteindre 70 m^3/h.

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

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

La nappe est captive où les terrains du Bajocien sont recouverts par les Marnes de Port-en-Bessin et les calcaires du Bathonien. Dans sa partie libre, l'aquifère du Bajocien présente généralement une productivité inférieure à celle des calcaires du Bathonien. Cet aquifère est exploité en même temps que le Bathonien par des ouvrages plus profonds qui captent les deux aquifères.

Le niveau piézométrique moyen de cet aquifère varie de 120 m NGF à l'ouest et au sud à 20 m NGF à l'est et au nord. Son écoulement général se fait en direction du Nord-Est. La Seulles joue localement le rôle de drain pour cet aquifère.

Dans le Bajocien les gradients hydrauliques sont généralement faibles dans les vallées (4 à 6 $.10^{-3}$) et plus fort sous les plateaux (10 à 20 $.10^{-3}$).

139AP01: Aquifère captif du bassin versant de la Vire

Au-dessus du Toarcien et de l'Aalénien, le Bajocien est formé du calcaire à silex de la Malière (l^9-j^1_a), de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux (j^1_b) et du Calcaire à spongiaire sus-jacent (j^1_c).

Dans le secteur de Port-en-Bessin, en bord de mer, apparaissent de nombreuses résurgences provenant du Bajocien, et surgissant sous le niveau des Marnes de Port-en-Bessin (j2a). Ces résurgences représentent l'exutoire de conduits karstiques en relation avec les directions de fracturation N30° qui affectent la région, et les pertes de l'Aure au niveau de Bayeux et de Maisons. Les eaux de l'Aure inférieure se perdent aux fosses Soucy et ressurgissent dans le port de Port-en-Bessin et sur l'estran à l'est de l'agglomération, après un trajet souterrain de 3 kilomètres.

Les Argiles à poissons (Toarcien) y forment le substratum de la nappe bajocienne. L'ensemble des calcaires du Bajocien, de l'Aalénien et du Toarcien représente une épaisseur de 30 mètres environ.

Dans ce secteur, la piézométrie du Bajocien indique un drainage à la fois vers le Sud et la vallée de l'Aure, et vers le nord en direction de la mer. Plusieurs sources sont indiquées, notamment dans la zone immédiate de Port-en-Bessin. La zone est karstique, et notamment le calcaire à Spongiaires : les eaux de l'Aure inférieure se perdent au fossé Soucy. Les vallées sèches et de nombreuses failles correspondent probablement à des conduits karstiques.

Les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère Bajocien sont généralement meilleures dans les vallées ou les flancs des vallées, que sur les plateaux, en raison d'une plus forte densité de fractures en bordure de plateau et dans les vallées.

Aquifère	Lieu-dit	Débit (m^3/h)
Bajocien	Vallée	100
Bajocien	Plateau	30

Tableau 1 : Caractéristiques hydrauliques de l'aquifère Bajocien

Les Marnes de Port-en-Bessin, d'une épaisseur d'environ 35 mètres dans ce secteur, ne sont cependant pas complètement étanches, en raison de nombreuses failles et diaclases. Le débit d'échange qu'elles permettraient entre les nappes du Bathonien et du Bajocien serait de l'ordre de 18 $m^3/h/km^2$.

Le plateau qui s'étend de Port-en-Bessin (Est de la carte) à Grandcamp-Maisy (ouest de la carte) comprend donc deux aquifères :

- l'aquifère inférieur (et principal dans ce secteur) formé de la partie calcaire du Toarcien, de l'Aalénien, et du Bajocien, de 30 mètres d'épaisseur, captif sous les marnes bathoniennes ;
- l'aquifère supérieur bathonien, libre et perché, d'environ 45m d'épaisseur, au-dessus des Marnes de Port en Bessin (30 à 35 mètres d'épaisseur dans cette zone).

139AP02: Aquifère libre du bassin versant de la Vire

Dans ce secteur, la nappe du Dogger se limite à l'aquifère Bajocien (Malière et Calcaire à spongiaires), puisque les terrains bathoniens ont été érodés. Les forages de Maisons captent le Bajocien et l'Aalénien (Malière) et produisent environ 50 m^3/h pour le syndicat d'AEP de Maisons-Port-en-Bessin.

Localisation	Type	Géologie	Profondeur (m)	N° BSS	Débit (m3/h)	AEP
Maisons	Forage	Aalénien-Bajocien	15	01184X0006	50 m^3/h	Maisons-Port
Maisons	Forage		15	01184X0007	50 m^3/h	Maisons-Port

Tableau 2 : Caractéristiques de l'aquifère Bajocien dans le bassin versant de la Vire

La forme du graphique des chroniques piézométriques est typique d'une nappe sous influence karstique, avec de très hautes et très rapides montées du niveau d'eau, suivies de tarissements également rapides vers un niveau de base très régulier.

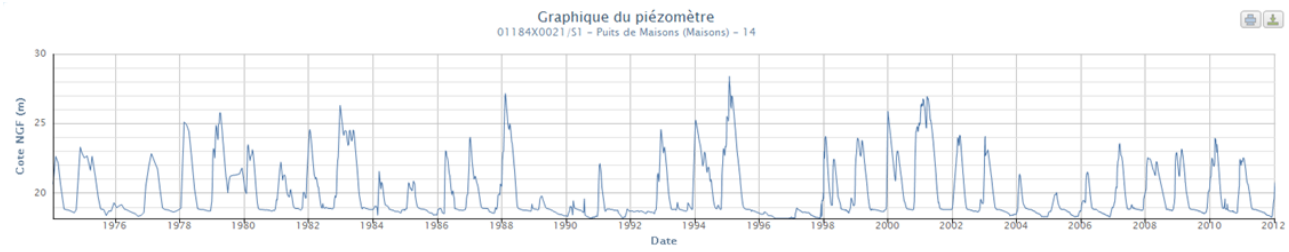

Figure 1 : Chronique piézométrique au piézomètre de Maisons (01184X0021/S1) dans la nappe bajocienne

Dans le secteur de Bayeux, les Sables pléistocènes de Saint-Vigor exploités dans plusieurs fossés (sables de Bayeux) reposent directement sur les calcaires bajociens ; il y a donc communication entre les deux formations. De plus, les formations notées Fv-H sur les plateaux du secteur sont généralement perméables et permettent donc une bonne infiltration de la pluie efficace.

139AP03: Aquifère libre du bassin versant de la Seulles

Au nord de la ligne allant approximativement de Saint-Vigor à Villiers-le-Sec, le Bajocien devient captif (secteur de Ryes).

Dans sa partie captive, le Bajocien est extrêmement hétérogène comme le montre l'étude réalisée pour la « gestion des ressources en eau de l'aquifère captif du Bajocien » (BRGM, 1989, 1994) dont les principales données sont synthétisées dans le tableau suivant :

N° BSS	Profondeur ouvrage (m)	Profondeur toit Bajocien (m)	Débit (m^3/h)	T (m^2/s)	S (%)	Débit spécifique
01193X0189	70	40.5	52	1.0×10^{-3}	2.5×10^{-4}	5 $m^3/h/m$
01193X0196	73	40.5	faible			
01193X0197	73	42.5	faible			
01193X0198	73	38.3	faible			
01194X0166	79	50.5	20	9.0×10^{-5}	1.0×10^{-4}	0.6 $m^3/h/m$
01197X0129	73	41.5	12.5	1.0×10^{-4}	5.0×10^{-4}	1.15 $m^3/h/m$

Tableau 3 : Caractéristiques de l'aquifère Bajocien sur la feuille de Bayeux-Courseulles

Cependant, dans cette formation, certains ouvrages sont déclarés avec des débits spécifiques dépassant les 100 $m^3/h/m$.

139AP04: Aquifère libre du bassin versant de la Seulles

Dans ce secteur, le Bajocien est libre jusqu'au Nord-Est de Bayeux, en rive droite de l'Aure, suivant la limite des Marnes de Port-en-Bessin le long d'un accident qui remonte le Bajocien le long d'une ligne allant approximativement de Saint-Vigor à Villiers-le-Sec.

Au sud de Tilly-sur-Seulles, le Bajocien est libre en rive droite de la Seulles, selon une ligne brisée reliant Bretteville-sur-Odon (au sud-ouest de Caen), Cheux, le nord de Fontenay-le-Pesnel, et suit le plateau en rive droite de la Seulles jusqu'à Carcagny, Martragny et Saint Gabriel.

Il est libre sur toute la rive gauche de la Seulles (secteur de Saint Martin des Entrées). Par endroits en rive droite de la Seulles l'aquifère bajocien redevient libre en raison de rejets de failles (secteurs de Vaux-sur-Seulles à Saint Gabriel, secteur d'Audieu).

Les amplitudes de fluctuations interannuelles peuvent dépasser la quinzaine de mètres comme le montre la figure suivante, représentant l'historique de l'enregistrement du piézomètre de Martagny (N° 01192X0043).

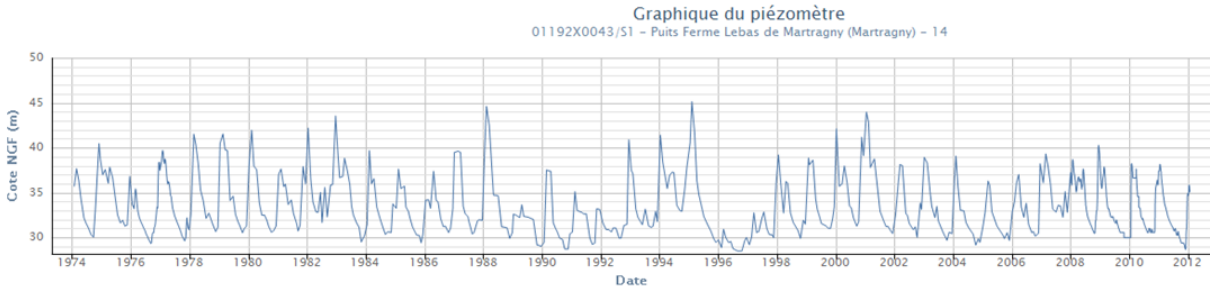

Figure 2 : Chronique piézométrique au piézomètre de Martragny (01192X0043/S1) dans la nappe bajocienne

Dans sa partie libre, le niveau piézométrique varie entre les cotes altimétriques 100 mètres et 20 mètres à proximité de la zone de captivité. La Seulles joue un rôle de drain.

139AP05 et 139AP07 : Aquifère captif des bassins versants de l'Orne et de la Dives

Le Bajocien, séparé du Bathonien par les calcaires marneux du Bathonien, contient donc une nappe captive. La productivité du Bajocien et des assises calcaires inférieures n'est pas connue, car il n'est jamais exploité isolément du Bathonien.

139AP06 et 139AP07 : Aquifère libre des bassins versants de l'Orne et de la Dives

Le Bajocien est présent (avec le Lias) en particulier dans les environs de Sainte Honorine jusqu'au secteur d'Esquay- Notre Dame. L'aquifère bajocien est alors drainé par la Guigne, et par l'Odon jusqu'à son embouchure dans l'Orne, en amont de Caen. Mais le Bajocien du secteur de Sainte Honorine est isolé du reste de l'aquifère au Nord-Est par les formations paléozoïques du synclinal de May-sur-Orne.

Le Paléozoïque du synclinal de May-sur-Orne et le Briovérien interrompent l'aquifère.

L'aquifère du Dogger de la zone du Cinglais correspond à la Malière et au Calcaire à Spongiaire Bajocien (secteur de Bois-Halbout).

N° BSS	Localité	Aquifère	Débit	AEP
01452X0003	Monts-en-Bessin	Trias, Jurassique supérieur et Briovérien	350 m^3/j	Pré-Bocage
01453X0056	Evrecy	Trias, Jurassique supérieur et Briovérien	250 m^3/j	Evrecy
01454X0093	Amayé sur Orne	Jurassique	100 m^3/j	Evrecy
01454X0070	Fontaine Etoupefour	Jurassique	800 m^3/j	Louvigny
01454X0071	Fontaine Etoupefour	Jurassique		Louvigny

Tableau 4 : Caractéristiques de l'aquifère Bajocien dans les bassins versants de l'Orne et de la Dives

Dans la moitié Sud-Ouest du bassin de la Dives, ainsi qu'au Sud-Est du bassin de l'Orne, l'aquifère bajocien semble former un seul système, libre, avec celui du Bathonien, les formations de l'Aalénien au Bajocien (j1-2) étant directement surmontées par le Calcaire de Caen (j3ca) bathonien.

Dans ce secteur, les formations calcaires bioclastiques jaunâtres du Bajocien supérieur de Fresné-la-Mère (j2) et les formations bathoniennes du Calcaire de Caen (10 mètres d'épaisseur), toutes deux remplacées sur les zones d'écueils par des formations bioclastiques grossières (jEc), ainsi que les formations calcaires bathoniennes de Rouvres (j3Ro) et de Bon-Mesnil (j3M) forment un bon aquifère, doté d'une bonne porosité et d'une fracturation bien développée au droit des vallées sèches et en particulier dans la vallée de la Dives.

3.1.1. Piézométrie des entités 139AP01 à 139AP08

L'écoulement général de la nappe se fait vers la Manche dans une direction sud-ouest/nord-est. La nappe forme des dômes piézométriques dans sa partie libre où elle est directement alimentée par l'infiltration des précipitations efficaces.

A son passage en captivité sous les Marnes de Port-en-Bessin, on observe comme pour le Bathonien une crête piézométrique, encore une fois dictée par la topographie.

Pour le reste, la nappe est drainée par les principaux fleuves, à savoir d'ouest en est : la Drôme, l'Aure, la Seulles, la Thue, la Mue, puis l'Orne. Les lignes de courant convergent vers ces cours d'eau.

Dans la partie libre de l'aquifère, les gradients hydrauliques sont majoritairement compris entre 0.5 et 2 %. En bordure littorale du Bessin, les gradients hydrauliques peuvent atteindre 8 % (valeurs maximales et poctuelles).

3.2. LIMITES DE L'ENTITE BD-LISA

Le découpage au niveau 3 de l'entité 139AP a été réalisé selon les limites d'extension de l'aquifère dans le cadre de l'Atlas hydrogéologique numérique du Calvados, BRGM (2007). Dans l'intérêt d'études futures, il a été convenu d'homogénéiser les découpages en NV3 en unités hydrographiques, compte-tenu que les lignes de partage des eaux de l'aquifère du Bajocien correspondent sensiblement à celles des bassins hydrographiques (Figure 3).

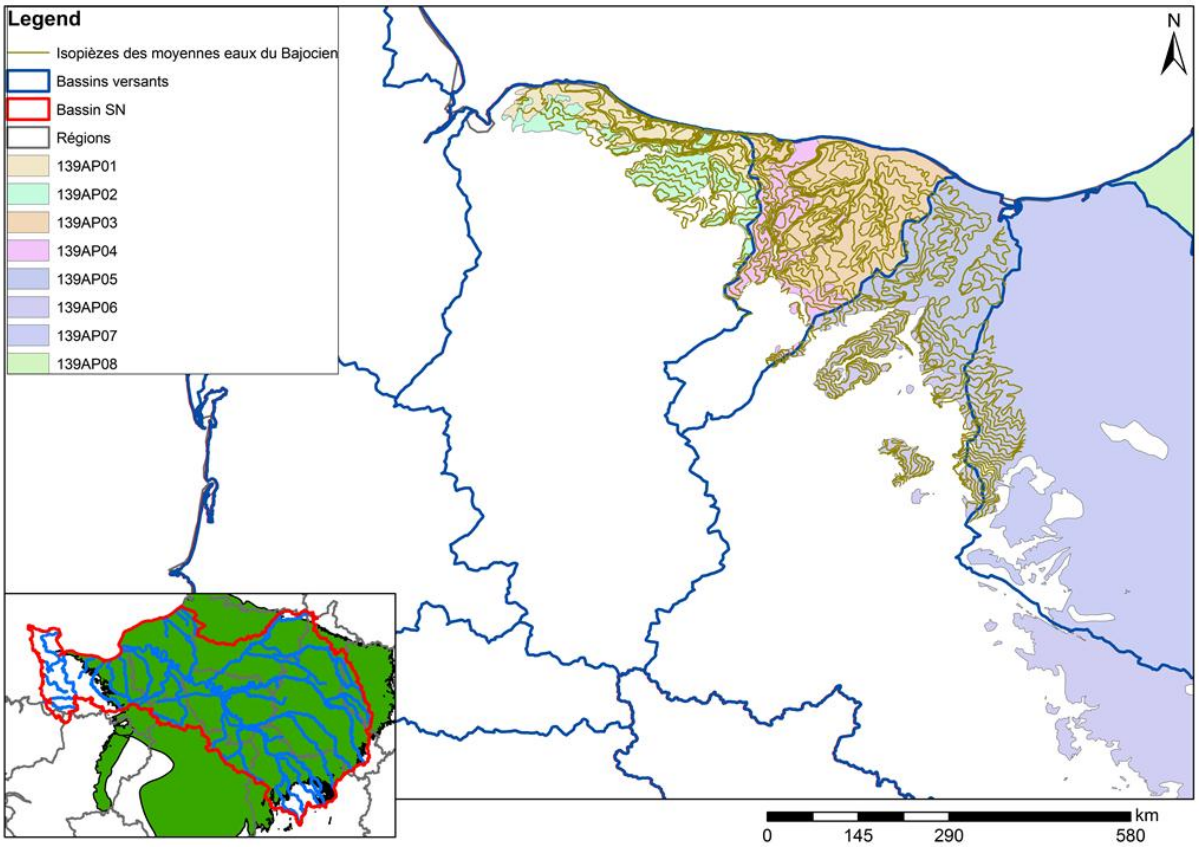

Figure 3 : Carte piézométrique des moyennes eaux et ligne de partage des eaux dans le Bajocien. Source : Atlas hydrogéologique du Calvados, 2007.

Par ailleurs, au sein de ces unités, le découpage au niveau 3 a permis de différencier les secteurs pour lesquels l'aquifère est captif des secteurs pour lesquels l'aquifère est libre.

Dans le cadre de la Modélisation hydrodynamique des systèmes aquifères de la plaine de Caen et du bassin de la Dives, BRGM (2012), des modifications ont été suggérées par l'Université de Caen. Celles-ci ont été intégrées au projet BDLISA.

Les limites au nord-est, au sud-est correspondent aux limites d'affleurement. A l'est, l'entité 139AP10 est en continuité avec l'entité 139AP03 du bassin Rhin-Meuse. Au sud, les limites correspondent aux limites de bassin, en continuité avec l'entité du bassin Loire-Bretagne

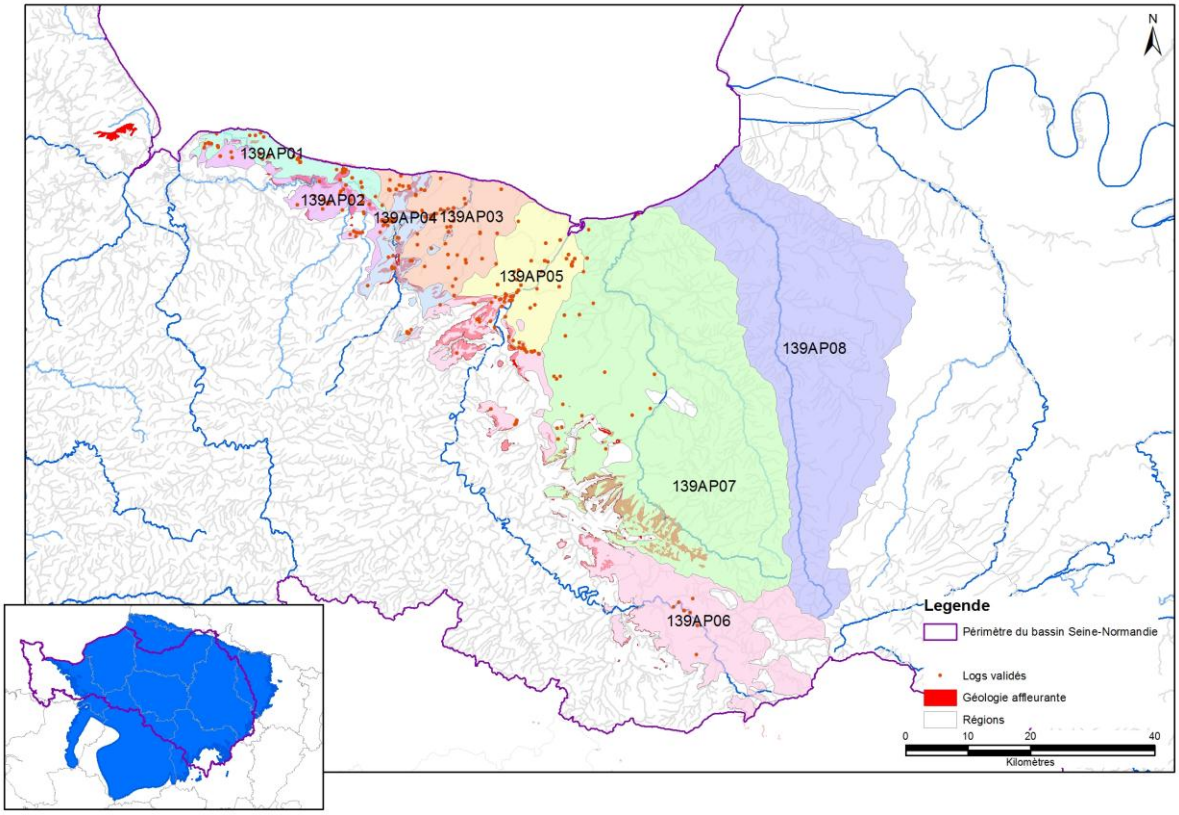

Figure 4 : Extension et limites des entités 139AP01 à 139AP08

4. Caractéristiques de l'entité BD-LISA 139AP10

4.1. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES

4.1.1. Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques des réservoirs souterrains

Cette entité est constituée de la formation des oolithes ferrugineuses de l'Aalénien, séparée en Lorraine des calcaires du Bajocien par la fine couche imperméable des Marnes micacées. La séquence des oolithes ferrugineuses correspondant à cette entité ne s'est développée que dans l'Est du Bassin parisien où elle affleure, particulièrement en Lorraine où elle a été exploitée comme minerai de fer (Minette de Lorraine), contrairement aux Ardennes, à la Haute-Marne et à la Bourgogne où les lacunes stratigraphiques sont de règle à ce niveau. La puissance de la formation relevée est faible (de 1 à 10 mètres, localement 20 à 50 mètres dans le bassin de Briey), aussi bien aux affleurements que dans les logs validés l'identifiant. On y distingue des faciès sableux, marneux et calcaires. Certains ouvrages de la BSS, situés notamment en Moselle et Meurthe-et-Moselle à proximité du Bassin ferrifère, prélèvent l'eau dans cette formation. En dehors de ce secteur, la formation n'a pas de ressources en eau identifiées. Pour cette raison l'entité est définie comme semi-perméable.

L'entité de la **Formation ferrugineuse (minerai de fer oolithique) de l'Aalénien** est délimitée au nord-est, à l'est et au sud-est du bassin par les affleurements situés dans le bassin Rhin-Meuse. L'extension de l'entité sous couverture a été réalisée à partir de l'interprétation des données des logs de sondages vérifiés de la BSS. Au nord-est et au sud-est du bassin, peu d'information est disponible (un log validé présent dans les Ardennes indique une épaisseur de 1 mètre, deux en Haute-Marne fournissent une épaisseur de 3 mètres et 8 mètres) et l'extension est faible. Par contre à l'est, la présence de logs géologiques identifiant la formation jusqu'au centre du département de la Marne a permis d'étendre l'entité sous couverture vers l'ouest jusque dans cette zone (épaisseurs en limite variant de 2 à 3,5 mètres).

4.1.2. Caractéristiques hydrodynamiques

L'entité 139AP10 de la Formation ferrugineuse (minerai de fer oolithique) de l'Aalénien de l'est du Bassin parisien est une unité semi-perméable.

4.1.3. Piézométrie

Carte piézométrique de l'entité :

Description des écoulements souterrains (drain principal, gradient hydraulique)

4.1.4. Recharges naturelles, aires d'alimentation et exutoires

Type de recharge :

- Recharge pluviale : existe localement mais globalement négligeable car la surface affleurante est restreinte
- Recharge par les pertes des cours d'eau :
- Contact direct (avec les eaux superficielles, via des bétoires, marnières…) :
- Drainance (d'autres ME à travers des niveaux semi-perméables) : localement en provenance des réservoirs de la zone exploitée du bassin ferrifère

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

Description Etat(s) hydraulique(s)

4.1.6. Paramètres hydrodynamiques

- Conductivité hydraulique :
- Porosité :
- Transmissivité :
- Coefficient d'emmagasinement :

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

Définition des limites et références utilisées:

Limite	Référence utilisée pour le découpage	Commentaire
ouest	Extension des logs géologiques validés recoupant la formation de façon individualisée	La présence de logs validés en BSS a permis de délimiter l'unité sous couverture, plus à l'ouest dans le bassin Seine-Normandie
Est	Affleurements géologiques	Extension de l'entité définie en Lorraine

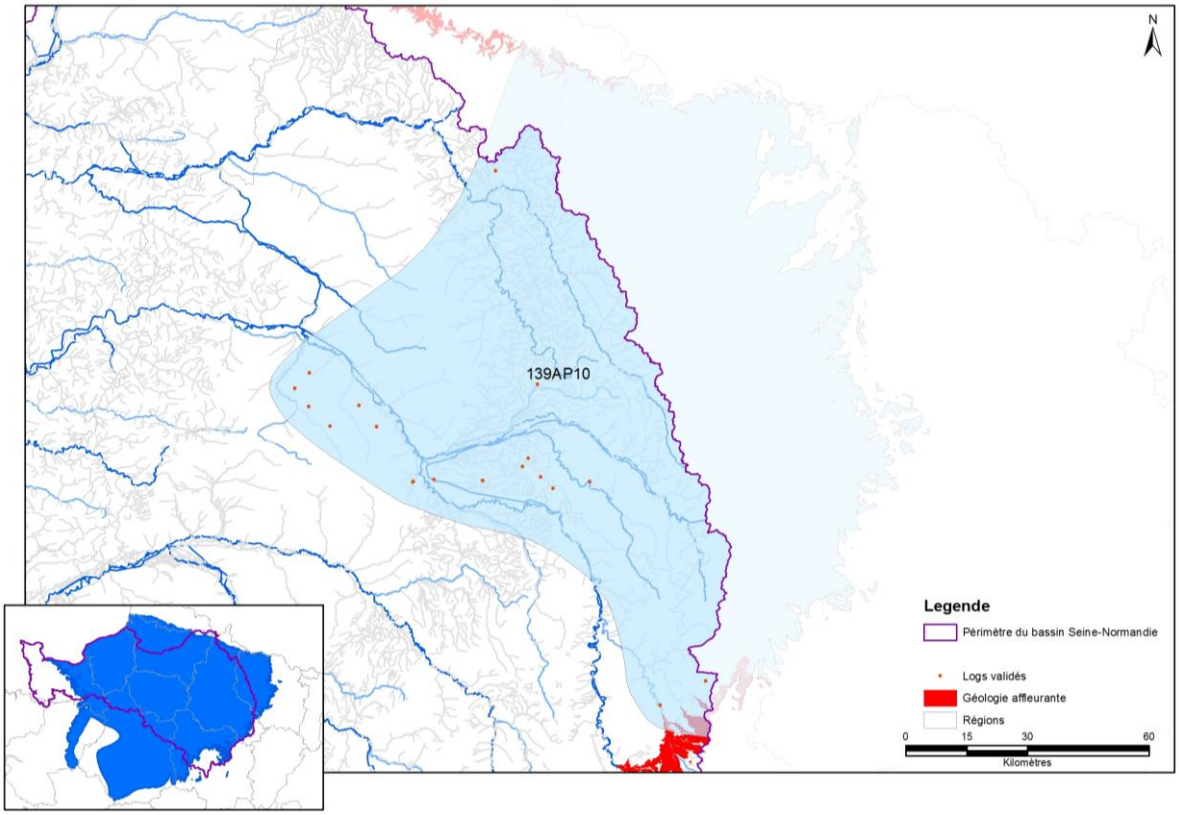

Figure 5 : Extension et limites de l'entité 139AP10

5. Caractéristiques de l'entité BD-LISA 139AP99

5.1. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES

5.1.1. Caractéristiques géologiques et géométriques des réservoirs souterrains

En Lorraine, les formations des calcaires du Bajocien ont une épaisseur pouvant atteindre 150 m. La base est constituée des *Marnes micacées* qui passent aux *Calcaires sableux* puis aux *Calcaires à entroques* (Bajocien inférieur). Au-dessus les *Calcaires à polypiers* (Bajocien moyen) karstiques et fissurés sont présents avec localement une séparation en *Polypiers inférieurs et supérieurs* (*Oolithe cannabine*). Notons qu'au niveau de Briey (Meurthe-et-

Moselle), les *Calcaires à polypiers* ont une faible puissance et sont surmontés par les *Calcaires siliceux de l'Orne*.

En Lorraine, cette formation constitue un niveau aquifère identifié dans les nombreux ouvrages de la BSS qui l'exploitent, au revers de la Côte de Moselle, des Vosges au Pays-Haut, et dans la partie nord du département de la Meuse, dans le bassin Rhin-Meuse. Dans le bassin Seine-Normandie cependant, aucun ouvrage de la BSS n'exploite ce niveau.

En Champagne-Ardenne, cette série n'affleure que dans la Haute-Marne et les Ardennes. La nappe des calcaires bajociens est supportée par les argiles toarciennes. En Haute-Marne, l'aquifère des Calcaires à entroques et polypiers (Bajocien inférieur-Aalénien), épais d'une cinquantaine de mètres, alimente une ligne de sources aux débits souvent importants mais soumis aux variations saisonnières (secteur de Langres, Nogent, Chaumont,…). La ressource est largement utilisée pour l'AEP. Dans les Ardennes, la nappe des calcaires du Bajocien est également exploitée localement notamment pour l'AEP. Il existe très peu de données concernant les pompages d'essai sur cette formation qui est exploitée essentiellement par des sources. Un forage de reconnaissance dans les calcaires du Bajocien inf. (profondeur de 50 mètres) a été réalisé en 1985 à Boulzicourt dans les Ardennes (Rapports FROMENT de 1985). Les résultats ont montrés l'existence d'une ressource abondante et de bonne qualité avec des valeurs de transmissivité élevées caractéristiques d'un milieu aquifère très fracturé (transmissivité variant de 2.10^{-1} à $2.4.10^{-2}$ m^2/s et débit spécifique de 176.5 $m^3/h/m$). Il s'agit d'un aquifère à perméabilité de fracture éventuellement karstique dont la productivité des forages est très aléatoire.

5.1.2. Caractéristiques hydrodynamiques

L'entité 139AP99 est une unité aquifère délimitée au nord-est, à l'est et au sud-est du bassin par les affleurements. L'extension de l'entité sous couverture a été réalisée à partir de l'interprétation des données des logs de sondages vérifiés de la BSS. Les formations sont indifférenciées à l'ouest et au centre du bassin, mais du centre vers l'est les logs sont nombreux et confirment la présence des formations sous couverture.

5.1.3. Piézométrie

Carte piézométrique de l'entité :

Description des écoulements souterrains (drain principal, gradient hydraulique) :

5.1.4. Recharges naturelles, aires d'alimentation et exutoires

Type de recharge :

- Recharge pluviale :
- Recharge par les pertes des cours d'eau :
- Contact direct (avec les eaux superficielles, via des bétoires, marnières…) :
- Drainance (d'autres ME à travers des niveaux semi-perméables) :

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

5.1.6. Paramètres hydrodynamiques

- Conductivité hydraulique :
- Porosité :
- Transmissivité :
- Coefficient d'emmagasinement :

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

Définition des limites et références utilisées:

Limite	Référence utilisée pour le découpage	Commentaire
Ouest	Extension de l'entité 139AP08	
Sud-Est	Affleurements géologiques	
Est	Extension de l'entité définie en Lorraine	
Nord	Extension de l'entité définie en Artois-Picardie	
Sud	Extension de l'entité définie en Loire-Bretagne	

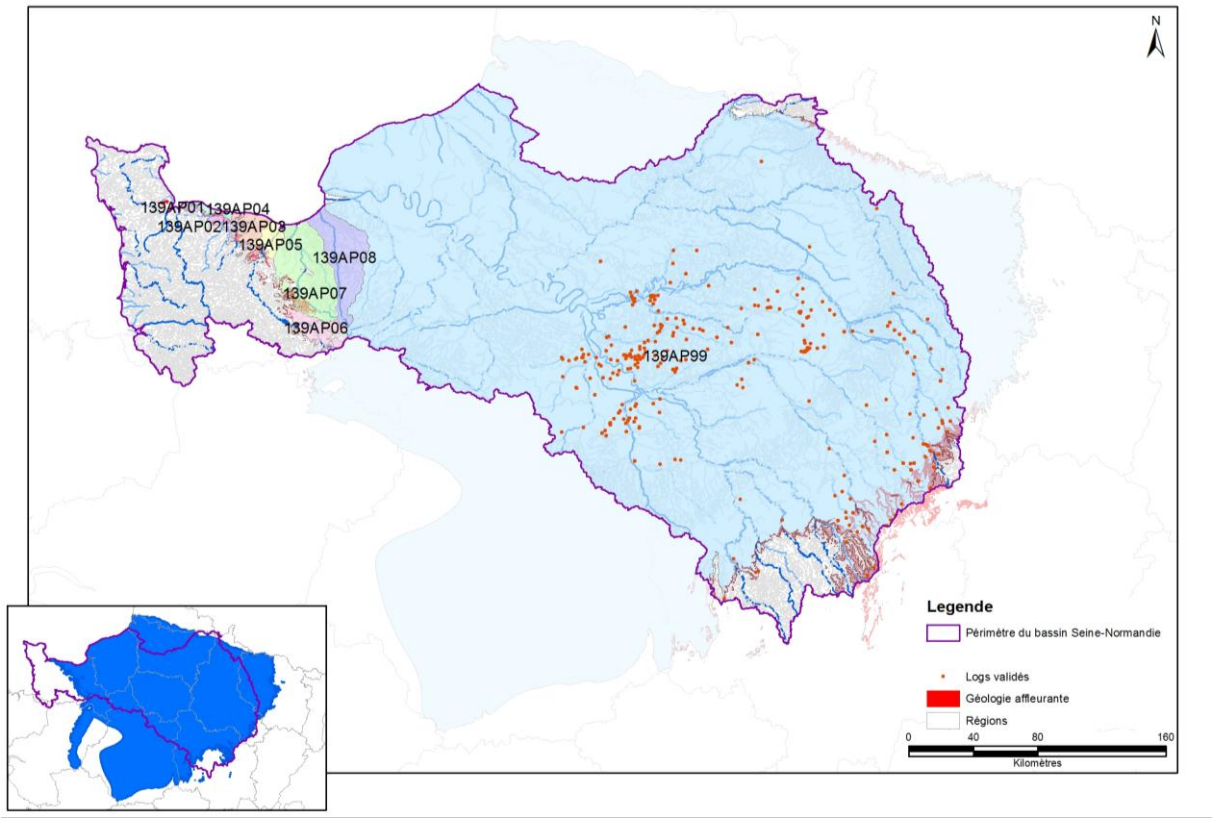

Figure 6 : Extension et limites de l'entité 139AP99

6. Informations générales sur le découpage de l'entité BD-LISA

Echanges avec les experts locaux :

Commentaires sur le découpage :

Difficultés rencontrées : Aucune difficulté

Entité NV2 associée ajustée : oui ☑ / non ☐

6.1. HARMONISATION DES DECOUPAGES AVEC LES BASSINS ET REGIONS LIMITROPHES

Afin d'assurer l'harmonisation du référentiel BD-LISA à l'échelle du bassin sédimentaire, les travaux réalisés sur le bassin Seine-Normandie ont intégrés les entités NV3 existantes des bassins et régions voisins. La codification et la dénomination des entités NV3 sont alors modifiées pour prendre en compte les nouveaux éléments du bassin Seine-Normandie.

Les entités 139AP01 d'Artois-Picardie, 139AQ03 du bassin Loire-Bretagne, 139AP03 de Rhin-Meuse ont été regroupées avec l'entité 139AP00 de Seine-Normandie pour former l'entité 139AP99 des Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans le Bassin Parisien (Calcaires à polypiers, calcaires oolithiques ou oolithe cannabine, calcaires à entroques, grès calcareux, marnes sableuses et micacées).

Les entités 139AP05 et 139AP07 de Rhin-meuse ainsi que les entités 139AQ01 et 139AQ05 de Loire-Bretagne ont été recodés respectivement 139AP09 et 139AP10 en Rhin-Meuse et 139AP12 et 139AP14 en Loire-Bretagne pour permettre l'harmonisation de la codification des entités 139AP.

Les contours des entités des bassins et régions limitrophes n'ont alors pas été modifiés.

139AP	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien du Bassin Parisien
139AP00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Calcaires de l'Aalénien-Bajocien du Bassin Parisien
139AP01	Calcaires, Marnes et Sables du Bajocien-Bathonien du sud du bassin Artois-Picardie
139AP03	Calcaires à polypiers, Calcaires oolithiques et à entroques, Calcaires sableux et Marnes micacées de l'Aalénien-Bajocien en Lorraine dans les bassins Seine-Normandie et Rhin-Meuse
139AP05	Formation ferrifère (Minette de Lorraine) de l'Aalénien-Bajocien en Lorraine dans le bassin Rhin-Meuse
139AP07	Formation ferrugineuse de l'Aalénien en Lorraine dans les bassins Seine-Normandie et Rhin-Meuse
139AQ01	Arkoses d'Alençon, Sables et Grès de Tessé de l'Aalénien (bassin Loire-Bretagne)
139AQ03	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans le bassin Loire-Bretagne
139AQ05	Calcaires graveleux de la Champagne, de Conlie de l'Aalénien moyen au Bathonien (bassin Loire-Bretagne)
139AP99	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans le Bassin Parisien
139AP01	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère captif du bassin versant de la Vire en Basse-Normandie
139AP02	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère libre du bassin versant de la Vire en Basse-Normandie
139AP03	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère captif du bassin versant de la Seulles en Basse-Normandie
139AP04	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère libre du bassin versant de la Seulles en Basse-Normandie
139AP05	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère captif du bassin versant de l'Orne en Basse-Normandie
139AP06	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère libre du bassin versant de l'Orne en Basse-Normandie
139AP07	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans le bassin versant de la Dives en Basse-Normandie
139AP08	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans le bassin versant de la Touques en Basse-Normandie
139AP09	Formation ferrifère (Minette de Lorraine) de l'Aalénien-Bajocien en Lorraine dans le bassin Rhin-Meuse
139AP10	« Formation ferrugineuse (minerai de fer oolithique) de l'Aalénien de l'est du Bassin parisien dans les bassins Seine-Normandie et Rhin-Meuse
139AP12	Arkoses d'Alençon, Sables et Grès de Tessé de l'Aalénien (bassin Loire-Bretagne)
139AP14	Calcaires graveleux de la Champagne, de Conlie de l'Aalénien moyen au Bathonien (bassin Loire-Bretagne)

Tableau 5 : Tableau des correspondances réalisées avec les entités BD-LISA NV3 des bassins limitrophes pour garantir l'harmonisation du référentiel à l'échelle du bassin sédimentaire. En gris : entités remplacées ou supprimées, en blanc : entités non modifiées, en bleu : nouvelles entités BD-LISA créés.

139AP00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Calcaires de l'Aalénien-Bajocien du Bassin Parisien	139AP99	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans le Bassin Parisien
139AP01	Calcaires, Marnes et Sables du Bajocien-Bathonien du sud du bassin Artois-Picardie		
139AP03	Calcaires à polypiers, Calcaires oolithiques et à entroques, Calcaires sableux et Marnes micacées de l'Aalénien-Bajocien en Lorraine dans les bassins Seine-Normandie et Rhin-Meuse		
139AQ03	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans le bassin Loire-Bretagne		
139AP05	Formation ferrifère (Minette de Lorraine) de l'Aalénien-Bajocien en Lorraine dans le bassin Rhin-Meuse	139AP09	Formation ferrifère (Minette de Lorraine) de l'Aalénien-Bajocien en Lorraine dans le bassin Rhin-Meuse
139AP07	Formation ferrugineuse de l'Aalénien en Lorraine dans les bassins Seine-Normandie et Rhin-Meuse	139AP10	Formation ferrugineuse (minerai de fer oolithique) de l'Aalénien de l'est du Bassin parisien dans les bassins Seine-Normandie et Rhin-Meuse
139AQ01	Arkoses d'Alençon, Sables et Grès de Tessé de l'Aalénien (bassin Loire-Bretagne)	139AP12	Arkoses d'Alençon, Sables et Grès de Tessé de l'Aalénien (bassin Loire-Bretagne)
139AQ05	Calcaires graveleux de la Champagne, de Conlie de l'Aalénien moyen au Bathonien (bassin Loire-Bretagne)	139AP14	Calcaires graveleux de la Champagne, de Conlie de l'Aalénien moyen au Bathonien (bassin Loire-Bretagne)

Tableau 6 : Tableau de correspondance récapitulatif

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

Les entités NV3 inclues dans l'entité 139AP sont intégralement contenues dans la MESO HG308 : Bajocien-Bathonien de la plaine de Caen et du Bessin, sauf les entités suivantes :

- l'entité 139AP10 semi-perméable est en correspondance avec la MESO HG310 du bassin Seine-Normandie.
- l'entité 139AP08, dont la partie est se trouve hors de la MESO. En effet, la partie sous-couverture de la MESO HG308 s'arrête (limite orientale) à la frontière entre les régions Haute et Basse-Normandie, alors que l'entité 139AP08 s'étend au-delà de cette frontière en Haute-Normandie.
- la MESO HG309 est en partie comprise dans l'entité 139AP99, qui n'est pas en correspondance avec la masse d'eau HG308.