

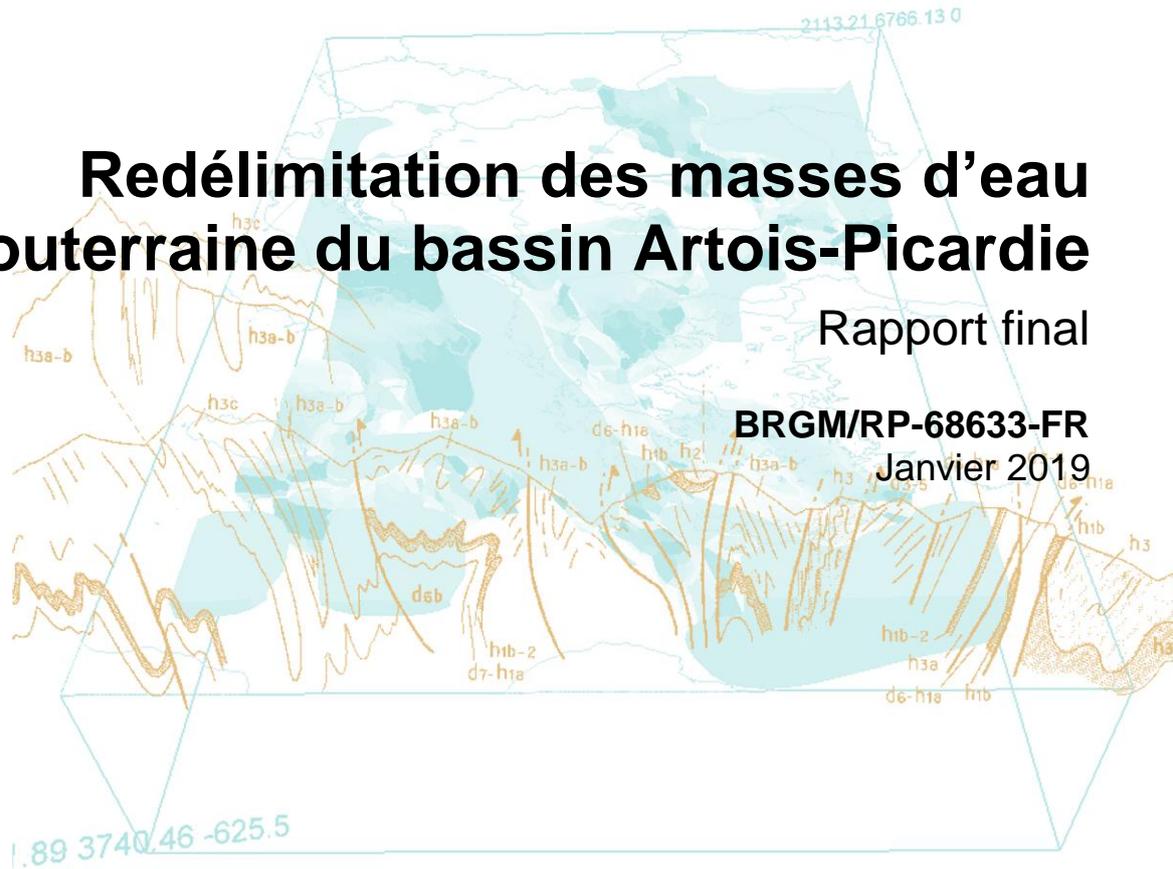


Redélimitation des masses d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie

Rapport final

BRGM/RP-68633-FR

Janvier 2019



Redélimitation des masses d'eau souterraine du bassin Artois Picardie

Rapport final

BRGM/RP-68633-FR

Janvier 2019

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM

B. Cadoret, J.-B. Paroissien, C. Auterives, M. Parmentier, N. Devau, A. Brugeron

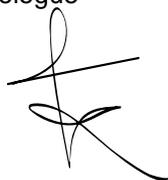
Vérificateur :

Nom : T. Klinka

Fonction : Hydrogéologue

Date : 07/02/2019

Signature :



Approbateur :

Nom : P. Pannet

Fonction : Directeur régional
Hauts-de-France

Date : 11/02/2019



Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : qualite@brgm.fr

Mots-clés :

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Cadoret B., Paroissien J.-B., Auterives C., Parmentier M., Devau N., Brugeron A. (2019) – Redélimitation des masses d'eau souterraine du bassin Artois Picardie. Rapport final. BRGM/RP-68633-FR, 244 p., 120 fig., 24 tabl., 1 ann., 1 CD.

Synthèse

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE-2000/60/CE) introduit la notion de « masse d'eau souterraine » qu'elle définit comme « un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères » (article 5 et Annexe II) ; un aquifère représentant « une ou plusieurs couches souterraines de roches ou d'autres couches géologiques d'une porosité et d'une perméabilité suffisantes pour permettre soit un courant significatif d'eau souterraine, soit le captage de quantités importantes d'eau souterraine ». Ces masses d'eau souterraine sont destinées à être des unités d'évaluation de cette directive dont l'objectif est de parvenir à un bon état de la ressource à terme.

L'objectif global des travaux engagés est de **redéfinir le référentiel des masses d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie pour le cycle III** afin de mieux caractériser l'hétérogénéité structurelle et fonctionnelle des masses d'eau, sur la base des nouvelles données acquises depuis 2004.

Après un bref rappel du contexte hydrogéologique du bassin Artois – Picardie, le présent rapport explicite les travaux suivants pour le bassin Artois – Picardie :

- La mise à jour de la délimitation des masses d'eau souterraine à partir de la BDLISA V2 ;
- La pertinence de l'ajout de nouvelles masses d'eau souterraine ;
- La mise à jour des rattachements points d'eau – masses d'eau souterraine ;
- La caractérisation des masses d'eau souterraine en créant un lien masse d'eau – entités BDLISA ;
- La mise à jour de l'étude de la représentativité des réseaux de qualitomètre ;

La délimitation des masses d'eau souterraine (MESO) est principalement fondée sur des critères naturels (géologiques, hydrogéologiques, hydrologiques) puis éventuellement sur la considération d'autres critères (limites administratives, zones à pressions anthropiques importantes, panache de pollution, etc.), pour des cas rares justifiés. Le bassin Artois – Picardie est composé de 16 masses d'eau souterraine à la suite de la redélimitation de celles-ci.

La mise à jour des rattachements est réalisée pour la base de données BSS-EAU du BRGM harmonisée avec la base de données de l'agence de l'eau Artois-Picardie. Les rattachements point d'eau – masse d'eau souterraine sont réalisés en utilisant dans un premier temps le rattachement point d'eau – entité BDLISA du point. En l'absence de l'existence d'un rattachement point d'eau – entité BDLISA, les rattachements point d'eau – masse d'eau souterraine 2016 sont conservés. Si ces informations sont absentes pour un point d'eau, le rattachement point d'eau – masse d'eau souterraine n'est pas réalisable. Le nombre de rattachement points d'eau – masse d'eau souterraine – entités BDLISA actualisé pour le bassin Artois-Picardie est de 25 390 points d'eau sur un total de 36 625 points d'eau pour la base de données harmonisée (BSS-EAU et base de données AEAP).

Les entités BDLISA associées à chaque masse d'eau souterraine du bassin sont clairement identifiées. Les données du référentiel BDLISA V2 sont téléchargeables sur le site dédié à la BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères) : <https://bdlisa.eaufrance.fr/>. Une interface cartographique y est également disponible. Elle permet la réalisation de divers requêtes (recherche d'une entité par nom, code, départements, ...). Les données du référentiel des masses d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie sont téléchargeables depuis le site

SANDRE (Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) :
<https://www.sandre.eaufrance.fr/>

Sur les 1 617 points de surveillance des eaux souterraines (qualitomètres et piézomètres), 1 412 ne changent pas de masse d'eau souterraine. Pour les 205 autres, 29 n'étaient pas rattachés à une masse d'eau au cours de l'étude précédente (Auterives et al., 2017) et sont nouvellement rattachés à une masse d'eau souterraine, enfin 176 changent de masse d'eau souterraine. Ces changements ont contribué à une meilleure caractérisation des masses d'eau souterraine et indirectement à améliorer la représentativité du RCS en diminuant le nombre de requêtes totales. La masse d'eau souterraine apparaît mieux définie, plus homogène et donc mieux représentée.

Listes des symboles et abréviations

BDLISA : Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères

PE : Point d'eau

MESO : Masse d'Eau SOuterraine

MESO 2016 : Masse d'eau souterraine de l'état des lieux de 2016

MESO 2019 : Masse d'eau souterraine de l'état des lieux de 2019

Sommaire

Table des matières

1. Introduction	17
2. Contexte hydrogéologique	19
2.1. GEOMORPHOLOGIE ET HYDROLOGIE	19
2.2. GEOLOGIE	20
2.3. TECTONIQUE	21
2.4. HYDROGEOLOGIE	21
3. Redélimitation des MESO	25
3.1. DONNEES SOURCES.....	25
3.2. PRODUCTIVITE DE LA CRAIE SOUS RECOUVREMENT TERTIAIRE	26
3.2.1. Méthodologie	27
3.2.2. Résultats.....	28
3.3. LES CALCAIRES DE L'AVESNOIS	30
3.4. LA BORDURE DU HAINAUT	32
3.5. LES SABLES THANETIEN	32
3.6. RESULTATS.....	33
4. Pertinence de l'ajout de MESO	35
4.1. LA CRAIE CENOMANIENNE.....	35
4.1.1. Le Cénomanién dans le bassin Artois-Picardie	35
4.1.2. Structure et accidents tectoniques majeurs dans le bassin Artois-Picardie.....	38
4.1.3. Caractéristiques hydrogéologiques	41
4.1.4. Le Cénomanién dans la BDLISA.....	41
4.1.5. Discussion sur la pertinence d'une MESO Cénomanién	43
4.2. LES NAPPES ALLUVIALES	43
4.2.1. Caractéristiques générales des aquifères alluviaux.....	43
4.2.2. Les formations alluviales du bassin Artois-Picardie, leur substratum et coteaux	44
4.2.3. Les limites à la création de masses d'eau souterraine exclusivement alluviales	46

5. Rattachements PE–MESO	47
5.1. LES POINTS D’EAU A TRAITER	48
5.1.1. La BSS-EAU.....	48
5.1.2. La base de l’AEAP.....	48
5.1.3. Croisement des deux bases de données.....	48
5.1.4. Harmonisation des deux bases	50
5.2. METHODE BASEE SUR LA BDLISA	50
5.3. METHODE BASEE SUR LES MESO 2016	54
5.4. BILAN DU RATTACHEMENT PE-MESO 2019.....	56
6. Caractérisation des MESO	57
6.1. CONSTRUCTIONS D’INDICATEURS	57
6.2. RATTACHEMENT BDLISA-MESO	57
6.3. EXEMPLE SUR LA MESO CRAIE DE L’ARTOIS ET DE LA VALLEE DE LA LYS (FRAG304).....	58
7. Représentativité des réseaux.....	61
7.1. LES EVOLUTIONS.....	61
7.2. AG301, CRAIE DE L’AUDOMAROIS.....	71
7.3. AG303, CRAIE DE LA VALLEE DE LA DEULE	81
7.4. AG304, CRAIE DE L’ARTOIS ET DE LA VALLEE DE LA LYS.....	91
7.5. AG305, CRAIE DE LA VALLEE DE LA CANCHE AVAL.....	99
7.6. AG306, CRAIE DES VALLEES DE LA SCARPE ET DE LA SENSEE	109
7.7. AG307, CRAIE DU VALENCIENNOIS.....	119
7.8. AG308, CRAIE DE LA VALLEE DE LA CANCHE AMONT	127
7.9. AG309, CRAIE DE LA VALLEE DE L’AUTHIE	135
7.10. AG310, CRAIE DU CAMBRESIS	145
7.11. AG311, CRAIE DE LA VALLEE DE LA SOMME AVAL	153
7.12. AG012, CRAIE DE LA MOYENNE VALLEE DE LA SOMME	165
7.13. AG313, CRAIE DE LA VALLEE DE LA SOMME AMONT.....	173
7.14. AG314, SABLES DU LANDENIEN DES FLANDRES	183

7.15.	AG318, SABLES DU LANDENIEN D'ORCHIES	187
7.16.	AG302, CALCAIRE DU BOULONNAIS.....	193
7.17.	B2G016, CALCAIRES DE L'AVESNOIS.....	199
7.18.	AG015, CALCAIRE CARBONIFERE DE ROUBAIX-TOURCOING	211
7.19.	CONCLUSION SUR LA REPRESENTATIVITE DES RESEAUX	213
8.	Conclusion.....	215
9.	Bibliographie	217

Liste des figures

Figure 1 : Carte géologique du bassin Artois-Picardie (extrait de la carte géologique de France à 1/1 000 000, BRGM).	19
Figure 2 : Les principaux aquifères du bassin Artois-Picardie (source : AEAP).	22
Figure 3 : Sélection des points BSS-EAU (bleu clair) en limite Est de AG001 et Nord de AG00428	
Figure 4 : Limite de la productivité de la craie selon les ouvrages BSS-EAU encore actifs captant la craie (en bleu clair) en limite de productivité.	30
Figure 5 : Tracé de la nouvelle limite de la MESO des calcaires de l'Avesnois (B2G316) montrant la limite de productivité à l'est basée sur les points d'eau rattachés à l'entité BDLISA 149.	32
Figure 6 : Natures des limites des MESO du bassin Artois-Picardie	33
Figure 7 : Ancien tracé de la MESO FRAG304, et tracés des coupes géologiques 158 et 142836	
Figure 8 : Coupe géologique schématique 158 en bordure Ouest de l'ancienne MESO 1004 – Orientation SO/NE (SIGES - NPC). Le Cénomaien y est indiqué en vert clair	36
Figure 9 : Le Cénomaien dans le bassin Artois-Picardie (source : Caulier P., 1974)	37
Figure 10 : Coupes géologiques régionales. Source : J.C. Roux (1978)	39
Figure 11 : Coupes géologiques régionales. Source : J. Beckelynck (1981)	39
Figure 12 : Coupe géologique régional du bassin Artois-Picardie – SSW/NNE	40
Figure 13 : Points d'eau du bassin Artois-Picardie captant l'aquifère du Cénomaien (sources : BRGM)	42
Figure 14 : Nature du substratum des formations alluviales du bassin Artois-Picardie	45
Figure 15 : Nature des coteaux des formations alluviales du bassin Artois-Picardie	46
Figure 16 : Calcul des écarts de coordonnées entre la BSS-EAU et la base AEAP.	49
Figure 17 : Diagramme de flux – Méthodologie générale de rattachement PE-MESO 2019	51
Figure 18 : Rattachement PE-MESO sur la base du code BDLISA V2.	53
Figure 19 : Rattachements PE-MESO 2019 sur la base du rattachement MESO 2016.	55
Figure 20 : Rattachements PE-MESO 2019 non réalisables avec la méthodologie	56
Figure 21 : Craie du Séno-Turonien, référentiel BDLISA version 1 (2015) et version 2 (2018)..	66
Figure 22 : Craie marneuse du Turonien, référentiel BDLISA version 1 (2015) et version 2 (2018).	66
Figure 23 : Profil des classes de comportement hydrodynamique définies par classification ascendante hiérarchique sur les 4 composantes des variogrammes théoriques (Auterives et al., 2017).	67
Figure 24 : Aide à la lecture d'un diagramme théorique boîte à moustache (box plot).	69
Figure 25 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG301, la craie de l'Audomarois (référentiel EDL 2019).	71
Figure 26 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur, partie sous recouvrement des Flandres (121BE) et des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (121BD) au droit de la masse d'eau FRAG301.	73
Figure 27 : Craie et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaien sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois (123AK03).	73
Figure 28 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG301.	74

Figure 29 : Relations nappe-rivière aux points d'eau (Brugeron et al. 2012).....	75
Figure 30 : Comparaison multiple par paire des boites à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine déséthyl et bore sur les 3 qualitomètres RCS et sur l'ensemble des qualitomètres non-RCS de la masse d'eau souterraine par le test de Conover-Iman.	77
Figure 31 : Tendence d'évolution des concentrations en nitrate des qualitomètres de la masse d'eau FRAG301.	78
Figure 32 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG303, la craie de la vallée de la Deûle (référentiel EDL 2019).	81
Figure 33 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur, partie sous recouvrement des Flandres (121BE) et des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (121BD) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG303.	82
Figure 34 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG303....	83
Figure 35 : Relations nappe-rivière aux points d'eau (Brugeron et al., 2012).....	84
Figure 36 : Couverture Corine Land Cover (2012) simplifiée en 4 classes (AG303, horizon 1). 85	
Figure 37 : Comparaisons des boites à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine déséthyl, bore, sélénium, tétrachloréthylène, bentazone et glyphosate sur les qualitomètres du RCS et sur l'ensemble des qualitomètres de la masse d'eau souterraine non-RCS.	87
Figure 38 : Tendence d'évolution des concentrations en nitrates.....	88
Figure 39 : Evolution du réseau de surveillance DCE de la masse d'eau FRAG304, craie de l'Artois et de la vallée de la Lys (référentiel EDL 2019).....	91
Figure 40 : Craie du Sénonien au Turonien, partie sous recouvrement des Flandres (121BE), des bassins versants des cours d'eau de la mer du Nord (121BD) et des bassins versants de l'Authie et de la Canche (121BC) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG304.	92
Figure 41 : Craie et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois et Hainaut (bassin Artois-Picardie), référentiel BDLISA (version 2), entité 123AK03.	93
Figure 42 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG304....	94
Figure 43 : Relations nappe – rivière au droit des piézomètres (Brugeron et al., 2012).	94
Figure 44 : Comparaisons multiples par paires des boites à moustaches des concentrations en nitrates, bore, atrazine et atrazine déséthyl sur les qualitomètres du RCS et sur l'ensemble des qualitomètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.	96
Figure 45 : Tendence d'évolution des concentrations en nitrate des qualitomètres de la masse d'eau souterraine FRAG304.	97
Figure 46 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG305, la craie de la vallée de la Canche aval (référentiel EDL 2019).	99
Figure 47 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (121BD) et des bassins versants de l'Authie et de la Canche (121BC) au droit de la masse d'eau souterraine FARG305 (BDLISA version 2).	100
Figure 48 : Craie et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois et Hainaut (123AK03) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG305 (BDLISA version 2).	101
Figure 49 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau souterraine FRAG305.	102

Figure 50 : Relations nappe – rivière aux points d’eau (d’après Brugeron et al., 2012).	103
Figure 51 : Comparaisons multiples par paires des boîtes à moustaches des concentrations en nitrates, bore, atrazine, atrazine déséthyl, glyphosate et bentazone sur les qualitomètres RCS et sur l’ensemble des qualitomètres de la masse d’eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.	104
Figure 52 : Tendances d’évolution des concentrations en nitrate des qualitomètres de la masse d’eau souterraine FRAG305.	106
Figure 53 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d’eau FRAG306, la craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée (référentiel EDL 2019).	109
Figure 54 : Craie du Sénonien au Turonien des bassins versants des cours d’eau de la Mer du Nord (121BD) au droit de la masse d’eau souterraine FRAG306.	110
Figure 55 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d’eau souterraine FRAG306.	111
Figure 56 : Relations nappe – rivière au droit des piézomètres (Brugeron et al., 2012).	112
Figure 57 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualitomètres du RCS et sur l’ensemble des qualitomètres de la masse d’eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.	115
Figure 58 : Tendances d’évolution des concentrations en nitrate des qualitomètres de la masse d’eau souterraine FRAG306.	115
Figure 59 : Evolution du réseau de surveillance de la masse d’eau FRAG307, la craie du Valenciennois (référentiel EDL 2019).	119
Figure 60 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur des bassins versants des cours d’eau de la Mer du Nord (121BD) au droit de la masse d’eau souterraine FRAG307 (BDLISA version 2).	120
Figure 61 : Couverture Corine Land Cover 2012 simplifiée selon 4 classes (agricole, urbain, industriel et naturel) au droit de la masse d’eau souterraine FRAG307.	121
Figure 62 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualitomètres du RCS et sur l’ensemble des qualitomètres de la masse d’eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.	123
Figure 63 : Tendances d’évolution des concentrations en nitrates des qualitomètres de la masse d’eau souterraine FRAG307.	124
Figure 64 : Evolution du réseau de surveillance de la masse d’eau souterraine FRAG308, la craie de la vallée de la Canche amont (référentiel EDL 2019).	127
Figure 65 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur des bassins versants de l’Authie et de la Canche (121BC) au droit de la masse d’eau souterraine FRAG308 (référentiel EDL 2019).	128
Figure 66 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d’eau souterraine FRAG308.	129
Figure 67 : Relations nappe – rivière aux points d’eau (Brugeron et al., 2012).	130
Figure 68 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine déséthyl, bore et tétrachloréthylène sur les qualitomètres du RCS et sur l’ensemble des qualitomètres de la masse d’eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.	131
Figure 69 : Tendances d’évolution des concentrations en nitrate des qualitomètres de la masse d’eau souterraine FRAG308.	132

Figure 70 : Description du réseau DCE de surveillance de la masse d'eau FRAG309, craie de la vallée de l'Authie.....	135
Figure 71 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur des bassins versants de l'Authie et de la Canche (121BC) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG309 (BDLISA version 2).....	136
Figure 72 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau souterraine FRAG309.....	137
Figure 73 : Relation nappe – rivière aux points d'eau de la masse d'eau FRAG309 (Brugeron et al., 2012).....	138
Figure 74 : Comparaison des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualimètres du RCS et sur l'ensemble des qualimètres de la masse d'eau souterraine non-RCS.....	139
Figure 75 : Tendence d'évolution des concentrations en nitrate des qualimètres de la masse d'eau souterraine FRAG309.....	141
Figure 76 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG310, la craie de Cambrésis.....	145
Figure 77 : Craie du Sénonien au Turonien des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord au droit de la masse d'eau FRAG310 (BDLISA version 2).....	146
Figure 78 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG310..	147
Figure 79 : Relations nappe – rivière des piézomètres (Brugeron et al., 2012).....	148
Figure 80 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualimètres du RCS et sur l'ensemble des qualimètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman	150
Figure 81 : Tendence d'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines de la masse d'eau souterraine FRAG310.....	151
Figure 82 : Description du réseau DCE de surveillance de la masse d'eau FRAG311 Craie de la vallée de la Somme aval.....	153
Figure 83 : La craie du Séno-Turonien au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311.....	154
Figure 84 : Craie marneuse du Turonien au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311...	155
Figure 85 : Marnes bleues (dièves bleues) et vertes (dièves vertes) du Turonien au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311.....	155
Figure 86 : Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311.....	156
Figure 87 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG311..	157
Figure 88 : Caractérisation des relations nappe - rivière de la masse d'eau souterraine FRAG311 au droit des piézomètres d'après Brugeron et al., 2012.....	158
Figure 89 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualimètres du RCS et sur l'ensemble des qualimètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman	161
Figure 90 : Tendence d'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines de la masse d'eau FRAG311.....	162
Figure 91 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG312, la craie de la moyenne vallée de la Somme (référentiel EDL 2019).....	165

Figure 92 : Marnes bleues (dièves bleues) du Turonien moyen et marnes vertes (dièves vertes) du Turonien inférieur au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311.	166
Figure 93 : Craie du Sénonien au Turonien, BDLISA version 2 (échelle régionale, niveau 2).	167
Figure 94 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG312.	167
Figure 95 : Relations nappe – rivière au droit des points d'eau (Brugeron et al., 2012).	168
Figure 96 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, bore, atrazine, atrazine déséthyl, glyphosate et bentazone sur les qualitomètres du RCS et non-RCS par le test de Conover-Iman.	169
Figure 97 : Tendances d'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines de la masse d'eau souterraine FRAG312.	171
Figure 98 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG313, la craie de la vallée de la Somme amont (référentiel EDL 2019).	173
Figure 99 : Marnes bleues (dièves bleues) du Turonien moyen et marnes vertes (dièves vertes) du Turonien inférieur au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311.	174
Figure 100 : Craie du Sénonien au Turonien, BDLISA version 2 (échelle régionale, niveau 2).	175
Figure 101 : Comportements hydrodynamiques des piézomètres de la masse d'eau FRAG313.	176
Figure 102 : Caractérisation des relations nappe-rivière aux points d'eau de la masse d'eau souterraine FRAG313 (Brugeron et al. 2012).	177
Figure 103 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, bore, atrazine, atrazine déséthyl, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualitomètres du RCS et non-RCS par le test de Conover-Iman.	179
Figure 104 : Tendances d'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines de la masse d'eau FRAG313.	180
Figure 105 : Evolution du réseau surveillance de la masse d'eau FRAG314 des sables du Landénien des Flandres (référentiel EDL 2019).	183
Figure 106 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate et tétrachloréthylène sur les qualitomètres du RCS et sur l'ensemble des qualitomètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.	185
Figure 107 : Evolution du réseau de surveillance de la masse d'eau FRAG3018, les sables du Landénien d'Orchies.	187
Figure 108 : Sables du Thanétien (119AA01), formations résiduelles à silex (119AE17) et argiles et tuffeaux du Thanétien (16850).	188
Figure 109 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualitomètres du RCS et sur l'ensemble des qualitomètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.	189
Figure 110 : Evolution du réseau desurveillance de la masse d'eau souterraine FRAG302, le calcaire du Boulonnais (référentiel EDL 2019).	193
Figure 111 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, bore, atrazine, atrazine déséthyl et bentazone sur les qualitomètres du RCS et non-RCS par le test de Conover-Iman.	195
Figure 112 : Evolution du réseau de surveillance de la masse d'eau souterraine FRB2G316 des calcaires de l'Avesnois (référentiel EDL 2019).	199
Figure 113 : Situation des principales entités aquifères de la masse d'eau FRB2G016 (Delporte 1979). I - Synclinorium de Bachant – Ferrière-la-Petite ; II - Synclinorium de	

Doullers ; III - Synclinorium d'Avesnes-sur-Helpe et IV - Synclinorium de Warpont – Etroeungt.	200
Figure 114 : Schistes, phanites, calcaires et dolomies (BDLISA, version 2).	201
Figure 115 : Schistes, psammites, grès calcaireux et calcaires (BDLISA, version 2)	202
Figure 116 : Schistes et calcaires récifaux (BDLISA, version 2).	202
Figure 117 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau souterraine FRB2G316.	204
Figure 118 : Relation nappe – rivière aux points d'eau (Brugeron et al., 2012).	205
Figure 119 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualitomètres du RCS et sur l'ensemble des qualitomètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman	208
Figure 120 : Evolution du réseau de surveillance de la masse d'eau souterraine FRAG315, les calcaires carbonifères de Roubaix-Tourcoing (référentiel EDL 2019).	211

Liste des tableaux

Tableau 1 : Ensemble des ouvrages BSS-EAU captant dans la craie en limite de productivité Est de la masse d'eau AG001. Les ouvrages grisés sont utilisés pour élaborer le contour de la productivité de la Craie	28
Tableau 2 : Ensemble des ouvrages BSS-EAU captant dans la craie en limite de productivité Nord de la masse d'eau AG004. Les ouvrages grisés sont sélectionnés pour tracer la bordure de productivité de la craie.	29
Tableau 3 : Cohérence des rattachements entre la BDLISA niv1 et les MESO 2019.	51
Tableau 4: Cohérence des rattachements entre les MESO 2016 et les MESO 2019.	54
Tableau 5: Exemple de la caractérisation de la MESO Craie de l'Artois et de la vallée de la Lys (FRAG304, 1340 km ²). Les entités BDLISA en bleues correspondent à des formations aquifères, celles en jaune à des formations semi-perméables et celle en saumon à des formations imperméables. Les entités BDLISA en gras sont celles qui caractérisent la MESO.	59
Tableau 6 : Evolution du rattachement des piézomètres par masse d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie (« gain » nombre de piézomètres nouvellement rattachés ; « perte » nombre de piézomètres qui ne sont plus rattachés ; « importance du changement » égale à la somme « gain + perte » / nombre de piézomètres de la masse d'eau en janvier 2017).	62
Tableau 7 : Evolution du rattachement des qualitomètres par masse d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie (« gain » nombre de qualitomètres nouvellement rattachés ; « perte » nombre de qualitomètres qui ne sont plus rattachés ; « importance du changement » égale à la somme de « gain » et « perte » rapportée au nombre de qualitomètres représentatifs en janvier 2017).	64
Tableau 8 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG301.	80
Tableau 9 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG303.	90
Tableau 10 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG304.	98

Tableau 11 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG305	107
Tableau 12 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG306.	117
Tableau 13 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG307	126
Tableau 14 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG008	134
Tableau 15 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG309.	143
Tableau 16 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG310.	152
Tableau 17 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG311.	163
Tableau 18 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG312.	172
Tableau 19 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG013.	182
Tableau 20 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG014.	186
Tableau 21 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG318.	191
Tableau 22 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG302.	197
Tableau 23 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRB2G316.	209
Tableau 24 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG315.	212

Liste des annexes

Annexe 1 Atlas des masses d'eaux souterraines.....	219
--	-----

1. Introduction

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE-2000/60/CE) introduit la notion de « masse d'eau souterraine » qu'elle définit comme « un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères » (article 5 et Annexe II) ; un aquifère représentant « une ou plusieurs couches souterraines de roches ou d'autres couches géologiques d'une porosité et d'une perméabilité suffisantes pour permettre soit un courant significatif d'eau souterraine, soit le captage de quantités importantes d'eau souterraine ». Ces masses d'eau souterraine sont destinées à être des unités d'évaluation de cette directive dont l'objectif est de parvenir à un bon état de la ressource à terme.

La délimitation des masses d'eau souterraine (MESO) est principalement fondée sur des critères naturels (géologiques, hydrogéologiques, hydrologiques) puis éventuellement sur la considération d'autres critères (limites administratives, zones à pressions anthropiques importantes, panaches de pollution, etc.), pour des cas rares justifiés.

Le référentiel des masses d'eau souterraine version « Rapportage DCE 2010 », finalisé et harmonisé à l'échelle nationale par le BRGM, est diffusé depuis 2004 sur le site du SANDRE et correspond au plan de gestion 2010-2015. La version « Rapportage DCE 2016 » diffusé sur ce même site, correspond lui au 2nd plan de gestion 2016-2021.

Depuis 2004, les données disponibles pour définir et délimiter les masses d'eau souterraine ont été actualisées et enrichies à travers de nombreuses études hydrogéologiques, à l'échelle d'un bassin comme à l'échelle locale. Grâce à l'amélioration des connaissances sur la structure et le fonctionnement des aquifères mais aussi sur les pressions anthropiques, il devient possible de faire évoluer le référentiel afin de s'approcher au mieux d'entités spatiales pertinentes permettant un meilleur diagnostic de l'état et des pressions et un meilleur dimensionnement des actions du programme de mesures.

À titre d'exemple, les limites d'origine hydrogéologique des premières masses d'eau souterraine ont été définies en s'appuyant sur le référentiel hydrogéologique national BDRHF V1, publié en 2002. Or, depuis 2013, un nouveau référentiel hydrogéologique national est publié : la BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères). Il propose un découpage plus fin du territoire national, en entités hydrogéologiques (formations géologiques aquifères ou non) délimitées à 3 niveaux de détail suivant des règles élaborées dans le cadre d'une méthodologie nationale. Ces entités hydrogéologiques sont cartographiées de manière plus précises (échelle au 1/50 000) que celles du référentiel BDRHF V1. De même, les entités profondes sont caractérisées, alors que la BDRHF V1 se limitait aux entités hydrogéologiques à l'affleurement. La BDLISA semble ainsi apporter une plus-value réelle pour toute définition et caractérisation d'entité de gestion ou de zone de travail dans le domaine de l'hydrogéologie. Elle permet de préciser les principaux critères naturels de délimitation des masses d'eau souterraine et rend également nécessaire le réajustement de leurs limites sur ce nouveau référentiel hydrogéologique national.

Le projet MESOMAJ, présenté au travers de ce rapport, a pour objectif la mise à jours des données utilisées pour le rapportage de l'agence de l'eau Artois-Picardie en 2019 dans le cadre de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau). Le présent rapport explicite la méthodologie de travail appliquée pour la mise à jour des masses d'eau souterraine et celle des rattachements points d'eau – masses d'eau souterraine pour le bassin Artois-Picardie.

2. Contexte hydrogéologique

2.1. GEOMORPHOLOGIE ET HYDROLOGIE

Le bassin Artois-Picardie comporte des paysages de natures différentes. La morphologie de ces paysages est directement dictée par la géologie (nature lithologique des formations et caractéristiques structurales) qui impacte les écoulements superficiels. Ainsi, le bassin hydrographique régional Artois-Picardie est organisé en trois grands ensembles géomorphologiques.

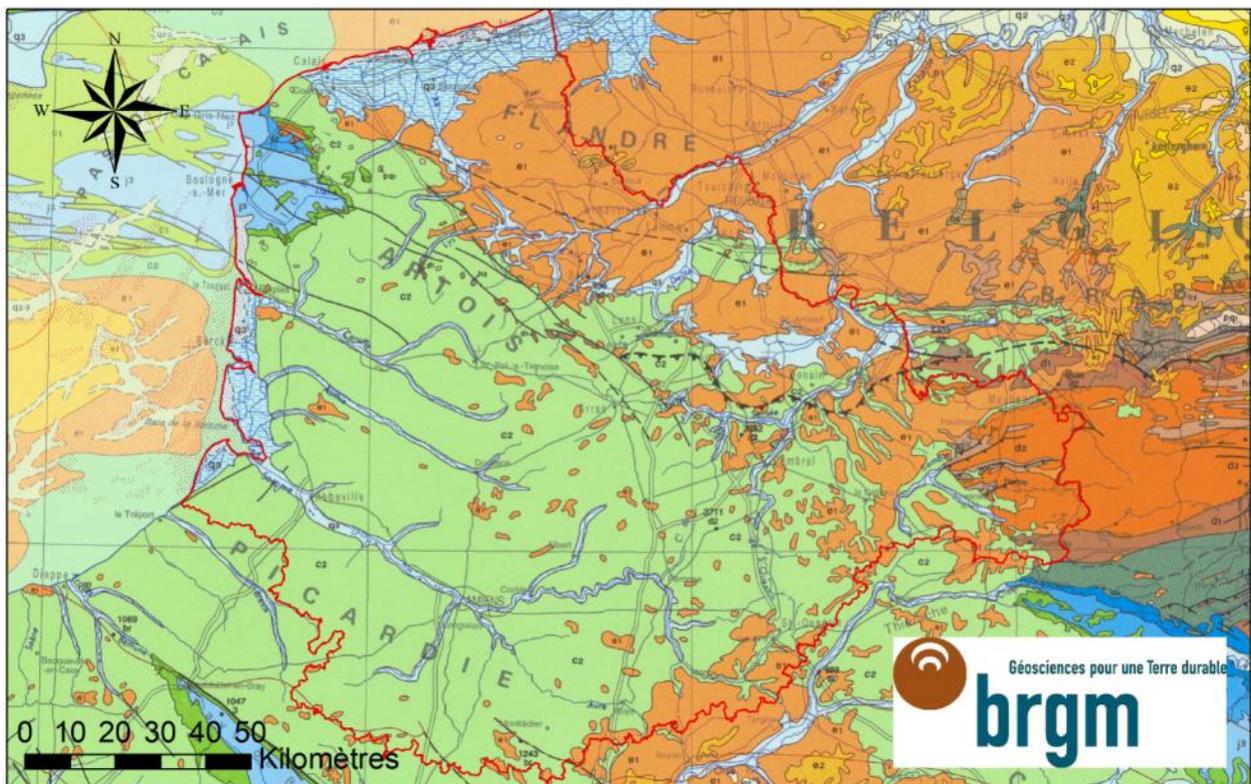


Figure 1 : Carte géologique du bassin Artois-Picardie (extrait de la carte géologique de France à 1/1 000 000, BRGM).

Les Ardennes, qui sont formées par les formations géologiques primaire du massif schisteux rhénan. Le relief est peu marqué, excepté au niveau de la vallée de la Meuse.

Les tables calcaires, qui sont réparties elles-mêmes en trois secteurs distincts :

- Les formations crétacées, qui se différencient par une faible densité de drainage et par un relief tabulaire marqué par quelques côtes ;
- Le Boulonnais, qui correspond à une dépression côtière dans le plateau Picard, formée à la suite de l'érosion différentielle des terrains du Crétacé. Des formations marneuses du Jurassique affleurent dans la boutonnière du Boulonnais ;
- En Haute Normandie et Picardie, la nappe de la craie est drainée par les vallées incisées, où l'essentiel du réseau hydrographique est représenté. Les reliefs de bas plateaux sont incisés par des cuestas, avec une pente localement forte observée dans les vallées.

Les dépôts argilo-sableux de grandes extensions, correspondent à deux secteurs distincts :

- Les Flandres intérieurs présentent une densité de réseau de drainage supérieur à celui observé pour la craie. Le relief est de type « plaines côtières ». De petites buttes témoins sont présentes ;
- Le Thiérache présente un réseau de drainage important. Les terrains de nature sédimentaire se différencient des terrains primaires du massif schisteux rhénan.
- Le secteur de Douai-Condé possède également un réseau de drainage supérieur aux zones de craies. Un relief de plaine avec la présence de petites collines est observé.

2.2. GEOLOGIE

L'histoire géologique du bassin Artois-Picardie s'inscrit dans celle du Bassin de Paris, qui s'inscrit lui-même dans les deux grands cycles orogéniques qui ont façonné l'Europe de l'Ouest.

A la fin du Paléozoïque :

La chaîne de montagne Hercynienne occupant la région subit l'érosion. Des matériaux détritiques, des graviers, des sables, et des argiles s'accumulent dans les vallées et les lacs. Leur enfouissement donne naissance aux schistes et grès du socle hercynien. Une période de climat chaud et humide profite à la densification de la végétation, dont les débris constituent les formations charbonnées.

Le Trias est lacunaire dans la région.

Au Jurassique :

La montée du niveau marin conjoint à un affaissement des terrains déjà en place, profite à une transgression venant du Sud-Est. Le bloc des Ardennes reste émergé.

Au Jurassique moyen et supérieur, une nouvelle transgression venant du Sud-Est entraîne la formation de calcaire et de marnes. Ces formations sont apparentes dans le Boulonnais au travers d'une particularité géomorphologique : « une boutonnière ». Il s'agit d'un anticlinal d'envergure régionale, d'axe Artois-Ardennes. La charnière a été érodée par érosion différentielle, laissant apparaître les formations du « cœur » du pli, correspondant à des terrains du Jurassique et du socle Hercynien.

Au Crétacé supérieur :

Une transgression venant du Nord-Est envahit le Bassin Parisien, ainsi qu'une partie de la Belgique actuelle. La montée du niveau de la mer et le phénomène de subsidence du Bassin de Paris expliquent l'importance de cette transgression. Un niveau de craie, d'une épaisseur conséquente, est déposé. La fin du Crétacé est marquée par une régression marine de grande ampleur (de 200 à 300 mètres).

Au début du Cénozoïque :

Une mer ouverte au nord du Bassin de Paris favorise le dépôt de sables et d'argiles, correspondant aux sables et argiles du Thanétien/Yprésien.

Au Quaternaire :

Des périodes glaciaires et interglaciaires se succèdent. Des phénomènes de gélifractions affectent le sol. Des sédiments éoliens se déposent et forment le Loess (Dufrenoy R., et al., 2013).

2.3. TECTONIQUE

Les failles décrites ci-dessous appartiennent à un faisceau de failles orientés NW-SE. Il s'agit de failles épicrotées enracinées dans le socle Paléozoïque. Ces failles ont joué antérieurement au dépôt des séries crétacées. Ce système de failles délimite le horst de l'Artois.

La « faille de Carvin » est dessinée au droit du contact en profondeur Dinantien-Namurien. Cette faille ne semble pas affecter les terrains supérieurs.

La « faille de Ruitz » est observable en surface. Elle met en contact des formations d'âge primaires, crétacées et tertiaires. Elle marque un affaissement du compartiment nord-ouest du horst de l'Artois.

La « faille de Pernes » s'enracine probablement en profondeur jusqu'à la « faille limite ». Cette faille limite correspond à une faille de charriage hercynienne limitant le bassin houiller vers le Sud (Vinchon C., et al., 2000).

2.4. HYDROGEOLOGIE

Le bassin Artois-Picardie est composé de 6 aquifères d'importance régionale (Figure 2).

- L'aquifère de la Craie ;
- Les aquifères de nature calcaire, correspondant aux aquifères calcaires du Boulonnais et de l'Avesnois ;
- L'aquifère captif du calcaire Carbonifère de Roubaix ;
- Les aquifères de nature sableuse, correspondant aux sables d'Orchies et aux sables Landénien des Flandres.

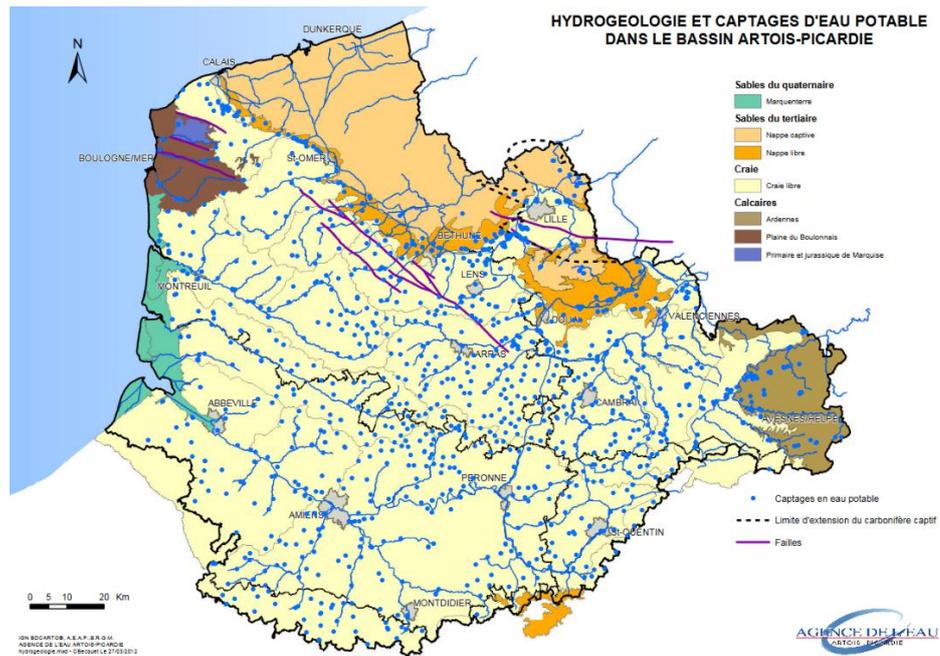


Figure 2 : Les principaux aquifères du bassin Artois-Picardie (source : AEAP).

Les calcaires paléozoïques se retrouvent sur trois secteurs distincts dans le bassin Artois-Picardie :

- L'Avesnois. Il s'agit de calcaires et dolomies du Dévonien, et du Mississipien (ex-Dinantien). Ces formations sont fortement plissées et faillées. Les nappes de cette région sont majoritairement libres. Des phénomènes de karstification locale existent.
- La région Lilloise (Roubaix-Tourcoing et la Belgique). Les calcaires sont d'âges Mississipien. Ils sont discordant à faible profondeur sous une couverture réduite de Crétacé supérieur. Cette nappe, dite des calcaires carbonifères, est captive en France et libre dans le Tournaisis. Elle est surexploitée en France et en Belgique.
- Le Boulonnais. Une structure géomorphologique en « boutonnière », présentant une structure complexe (failles et chevauchements), où seul les calcaires viséens présentent un intérêt hydrogéologique local.

Les formations du Jurassique du Boulonnais (Bajocien à Tithonien) présentent des lithologies différentes. Il s'agit principalement de calcaire et de grès discordant sur le Paléozoïque et sous le Crétacé.

La craie est présente sur les 9/10^{ème} du bassin Artois-Picardie. Cette nappe est considérée comme unique malgré une sectorisation de celle-ci suivant les caractéristiques hydrogéologiques des formations, et leur pendage.

- Le crétacé supérieur crayeux perd son caractère aquifère en s'enfonçant profondément sous la plaine des Flandres ;
- Sur le pourtour du Boulonnais, le Turonien supérieur, le Sénonien et le Cénomaniens supérieur sont crayeux et aquifères ;
- A l'Est, seul le Turonien supérieur et le Sénonien sont aquifères ;
- Dans le Haut-Artois, le Cénomaniens est captif et aquifère.

Les sables Thanétiens (ex-Landénien) sont des sables glauconieux marins, des tuffeaux ou des sables blancs continentaux. Ils reposent généralement sur des formations plus argileuses.

Les aquifères quaternaires présentent un intérêt limité en terme de production d'eau potable. Il s'agit des alluvions récentes et des sables « pissards » (Roux J-C., et al., 2006).

3. Redélimitation des MESO

Dans ce travail, la mise à jour de la délimitation des masses d'eau souterraine a pour objectif une mise en accord avec le référentiel hydrogéologique BDLISA.

Le référentiel BDLISA est une base de données classant le sous-sol Français en entités hydrogéologiques (bdlisa.eaufrance.fr). La construction de la BDLISA s'est faite en plusieurs étapes, à mesure que les exigences de la réglementation européenne et française et que les efforts de surveillance se sont accentués mais également en fonction de l'amélioration des connaissances. Après une phase de construction de 10 ans au cours de laquelle une méthodologie nationale a été développée ([RP-52261-FR](#)), la BDLISA se développe depuis 2013 sur la base de phases itératives régulières de correction et d'amélioration, grâce au retour d'expérience des utilisateurs et aux avancées scientifiques et techniques. Dans le bassin Artois-Picardie le référentiel hydrogéologique BDLISA v0, défini en 2013 (DUFRESNOY R. et al., 2013) a constitué pendant longtemps la référence, la version V1 comportant très peu d'évolutions.

Une partie du travail de mise à jour du référentiel des MESO a été menée de façon synchrone avec la mise à jour du référentiel BDLISA V2 qui a été livré en février 2018. Ainsi, certaines modifications proposées pour les MESO ont été intégrées dans la BDLISA V2, d'autres feront l'objet d'une intégration dans le BDLISA V3.

3.1. DONNEES SOURCES

D'un point de vue purement administratif, les limites des MESO et de la BDLISA sont constituées par :

- Le trait de côte. Il est issu du référentiel SANDRE. Il s'agit de la limite des 300 mètres de la laisse de basse mer (SANDRE, 2018).
- La frontière Franco-Belge. Elle est issue de la base des jeux de données GEOFLA®. Cet ensemble de jeux de données renseigne les limites administratives des communes, des cantons, des arrondissements, des départements, et des régions (GEOFLA®, 2018). Des différences ont été relevées entre les différentes bases de données nationales et internationales au niveau de la frontière belge. Un ajustement du tracé des entités BDLISA et des MESO sera sans doute nécessaire lorsque la limite à utiliser au niveau des frontières aura été définie au niveau européen.

Les limites de bassins versants sont basées sur la topographie et permettent de délimiter les masses d'eau de surface. Bien que, d'un point de vue gestion, la superposition des masses d'eau de surface et des masses d'eau souterraine pourrait être intéressante, ces limites ne permettent pas de rendre compte de la répartition des eaux souterraines (SANDRE, 2018). La délimitation des masses d'eau souterraine par les bassins versants de surface est donc limitée au maximum.

Les limites des entités BDLISA sont basés sur des critères hydrogéologiques. Ces critères sont utilisés en priorité pour délimiter les MESO et éventuellement ajuster les limites des entités BDLISA si nécessaire.

La limite de productivité de la craie sous le recouvrement tertiaire du bassin des Flandres est construite à partir des données disponibles concernant les débits de production des points d'eau. Les points d'eau utilisés pour la construction de ces limites ont un code BDLISA. Ce rattachement permet d'identifier les points d'eau captant la craie. Une méthode similaire est utilisée pour la limite de productivité des calcaires de l'Avesnois sous le recouvrement crayeux.

Dans le modèle hydrodynamique de la Craie du Nord pas de Calais, les failles de Marqueffles, de Ruitz et de Pernes ont été considérées comme étanches. Celles-ci doivent donc constituer des limites à la fois pour les entités hydrogéologiques de la BDLISA et pour les masses d'eaux souterraines.

Les limites de la Masse d'eau du carbonifère dans la région Lilloise et du Tournais ont été mises en accord avec le modèle hydrodynamique de l'aquifère du Calcaire Carbonifère (PICOT J., 2012). Les entités hydrogéologiques correspondantes de la BDLISA (149AG01 et 149AC01) pourront être mise à jour dans la V3 de ce référentiel.

Les crêtes piézométriques correspondent à une ligne de partage des eaux souterraines et permettent de séparer deux bassins hydrogéologiques limitrophes. Contrairement aux lignes de partage des eaux de surface basées sur la topographie, les lignes de partage des eaux souterraines ne sont pas connues avec précision et sont susceptibles de varier dans le temps en fonction de l'état hydrogéologique des nappes (hautes eaux ou basses eaux). Les crêtes piézométriques et les lignes d'écoulement des eaux souterraines sont utilisées dans la délimitations des masses d'eau souterraine et des entités BDLISA. Pour définir ces limites, les cartes piézométriques suivantes ont été utilisées :

- Carte piézométrique de la Craie – basses eaux – 1997 (BRGM, 1997) ;
- Carte piézométrique de la Craie – hautes eaux – 2001 (BRGM, 2001) ;
- Carte piézométrique de la Craie – basses eaux – 2009 (BRGM, 2009).

Pour de nombreux captages destinés à l'alimentation en eau potable, des aires d'alimentation de captages ont été déterminées par des études locales du contexte hydrogéologique. Théoriquement, ces études intègrent l'aire d'alimentation du bassin versant et du bassin hydrogéologique. L'utilisation de ces limites en complément de la BDLISA permet d'affiner les contours des masses d'eau souterraine. Il est à noter que l'utilisation de cette limite intègre une réflexion faite à la fois sur les eaux superficielles et souterraines.

3.2. PRODUCTIVITE DE LA CRAIE SOUS RECOUVREMENT TERTIAIRE

La nappe de la craie se met progressivement en captivité sous les bassins tertiaires des Flandres et d'Orchies. Sous recouvrement, la craie n'a pas subi le phénomène d'altération qui confère au réservoir sa porosité de fissures. Ainsi, la craie perd son caractère aquifère, par diminution de la perméabilité de fissures (10^{-4} à 10^{-6} m/s), en s'enfonçant profondément sous la plaine des Flandres. Seule une zone de transition, large de seulement quelques kilomètres, présente encore une bonne productivité. En revanche dans le bassin d'Orchies, la nappe de la craie reste encore productive bien que captive, même sous plus de 50 m de couverture.

Dans la BDLISA, une entité est dite aquifère lorsque sa transmissivité est d'au moins 10^{-6} m²/s et représente une ressource exploitable. Tandis qu'une entité semi-perméable est définie au droit d'une zone improductive. Dans le langage commun, le terme revêt une part subjective, dépendant à la fois du contexte hydrogéologique, de la zone géographique et des usages. Pour tracer le contour de la productivité de la craie, c'est l'activité du forage qui permettra d'estimer sa productivité.

Dans ce travail de redécoupage des masses d'eau, il est proposé de s'appuyer sur les entités hydrogéologiques BDLISA 121BE01 (Craie du Séno-Turonien sous couverture), sur les données de la BSS-EAU et les données de prélèvement de l'agence de l'eau pour proposer une limite de zone improductive de la craie.

3.2.1. Méthodologie

Données utilisées

L'identification de la productivité de la nappe de la craie s'appuie sur les informations techniques des forages de la BSS-EAU et les données de prélèvements et de redevances de l'Agence de l'eau Artois-Picardie (AEAP).

Méthode

- Extraction récente des ouvrages de la BSS-EAU dans le bassin Artois-Picardie. Il s'agit d'une extraction interne uniquement appliquée sur les points BSS ayant des informations sur le sous-sol ;
- Sélection de l'ensemble des ouvrages présents sur une zone tampon de 5 km à la limite de productivité actuelle de la masse d'eau souterraine (voir Figure 3) ;
- Identification pour l'ensemble des ouvrages sélectionnée de la nature géologique du forage et des informations de productivité. Ces informations proviennent quand elles existent des données de prélèvements de l'agence de l'eau ou à défaut des documents techniques accessibles sur [Infoterre](#) ;
- Rassemblement des ouvrages sélectionnés pour les deux masses d'eau souterraine concernées et détermination d'une limite de productivité en bordure des ouvrages ;
- Création d'une zone tampon de 5 km pour être vraiment sûr de prendre la limite de la zone productive.

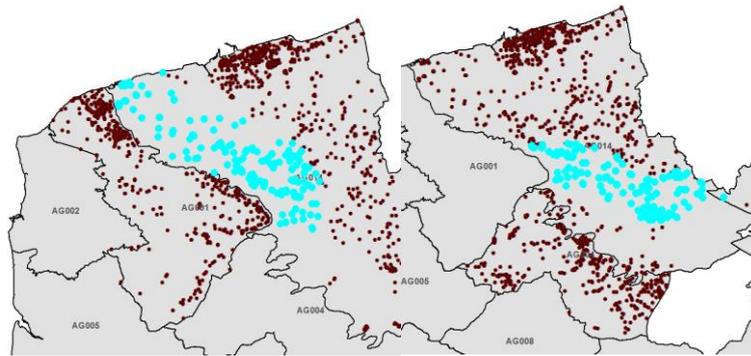


Figure 3 : Sélection des points BSS-EAU (bleu clair) en limite Est de AG001 et Nord de AG004

3.2.2. Résultats

Analyse générale des ouvrages BSS-EAU

- **Masse d'eau AG001**

191 points BSS-EAU en limite Est de la MESO AG001 ont été analysés et sur ce nombre, 20 ouvrages captent la craie sous la couverture des sables du Landénien (voir Tableau 1). L'analyse des documents techniques et des données de prélèvement de l'AEAP met en évidence une proportion importante d'ouvrages inactifs (50%) et parmi ceux actifs, seulement 4 ont des données de prélèvements permettant d'appréhender leur productivité. 2 ouvrages *a priori* encore en activité présentent des données techniques qui permettent de renseigner leur productivité. Au final, 8 ouvrages sont pris en compte pour améliorer le découpage de la MESO AG001. Deux ouvrages inactifs ont été pris en compte du fait de la présence d'information sur la productivité des ouvrages.

Tableau 1 : Ensemble des ouvrages BSS-EAU captant dans la craie en limite de productivité Est de la masse d'eau AG001. Les ouvrages grisés sont utilisés pour élaborer le contour de la productivité de la Craie

Code BSS	Activité	Date d'activité	Volume médian	Min_volume	Max_volume	Debit pompage
00062X0008/F1	En activité	1949	95630	8007	198806	Inconnu
00062X0178/F4	En activité	1994	1044320	21528	1142574	Inconnu
00067X0095/P1	En activité	1946	422020	3E+05	684460	Inconnu
00076X0193/F1	En activité	2001	1436	1063	6001	Inconnu
00026X0002/111111	En activité	1961	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Insuffisant
00027X0022/111111	En activité	1896	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Insuffisant
00062X0007/S1	En activité	1915	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Insuffisant
00067X0184/F	En activité	2005	Inconnu	Inconnu	Inconnu	8m3/h
00068X0040/F	En activité	1950	Inconnu	Inconnu	Inconnu	20m3/h
00072X0028/111111	Inconnu	1914	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Insuffisant
00068X0080/F1	Inactif	1926	2046	107	8513	Inconnu
00076X0001/F1	Inactif	1901	3221	3221	3221	Inconnu

00061X0068/111111	Inactif	1905	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00063X0002/F	Inactif	1922	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00063X0041/F2	Inactif	1896	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00064X0002/F	Inactif	1936	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00072X0044/111111	Inactif	1916	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00075X0184/PZS2	Inactif	1977	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00076X0002/F1	Inactif	1918	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00067X0097/F	Inconnu	1932	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu

- **Masse d'eau AG004**

160 points BSS-EAU en limite Nord de la MESO AG001 ont été analysés et sur ce nombre, 14 ouvrages captent la craie sous la couverture des sables du Landénien (voir Tableau 2). L'analyse des documents techniques et des données de prélèvement de l'AEAP met en évidence une proportion très importante d'ouvrages dont l'activité est inconnue. Seulement 4 sont en activité et 2 inactifs. Dans ces conditions, seul les 4 en activité (grisés dans le tableau) ont été utilisés pour tracer la limite de productivité.

Tableau 2 : Ensemble des ouvrages BSS-EAU captant dans la craie en limite de productivité Nord de la masse d'eau AG004. Les ouvrages grisés sont sélectionnés pour tracer la bordure de productivité de la craie.

Code BSS	Activité	Date d'activité	Volume médian	Min_volume	Max_volume	Debit pompage
00136X0034/F3	En activité	1974	18537	3392	44360	Inconnu
00123X0113/F2	En activité	1983	142692	7481	296150	50m3/h
00137X0003/F3	En activité	1964	37131	32197	86982	23m3/h
00137X0002/F1	En activité	1960	Inconnu	Inconnu	Inconnu	6m3/h
00131X0036/F3	Inactif	1952	9315	9315	9315	Inconnu
00133X0003/111111	Inactif	1898	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00132X0029/F1	Inconnu	1980	Inconnu	Inconnu	Inconnu	7m3/h
00133X0002/F1	Inconnu	1956	Inconnu	Inconnu	Inconnu	5m3/h
00133X0096/F	Inconnu	2005	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00134A0121/F1	Inconnu	1988	Inconnu	Inconnu	Inconnu	10m3/h
00136X0005/F	Inconnu	1905	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00137X0054/F	Inconnu	1913	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00137X0055/F	Inconnu	1913	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
00133X0088/F1	Inconnu	1989	2800	Inconnu	Inconnu	Inconnu

Proposition d'une limite de productivité

Les ouvrages précédemment sélectionnés et jugés actifs et productifs fournissent une information sur la productivité de la craie. Un contour en limite de ces ouvrages est proposé. A ce contour, une zone tampon de 5 km est appliquée pour prendre en compte l'incertitude de la productivité. La Figure 4 présente la limite ainsi produite et la zone tampon (en rouge sur la carte).

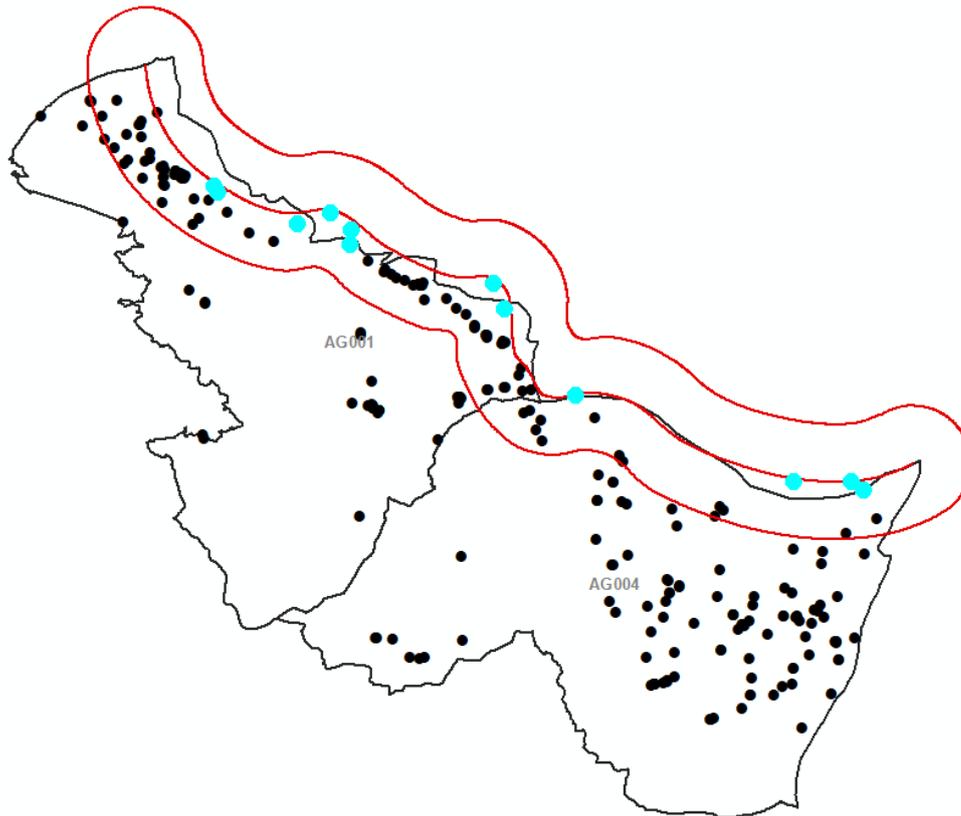


Figure 4 : Limite de la productivité de la craie selon les ouvrages BSS-EAU encore actifs captant la craie (en bleu clair) en limite de productivité.

Le découpage des entités hydrogéologiques BDLISA associée à la craie sous couverture (121BE01 et 121BE30) sera modifié dans la version 3 pour une mise en cohérence avec le référentiel des masses d'eau.

3.3. LES CALCAIRES DE L'AVESNOIS

Le Paléozoïque (Carbonifère et Dévonien) est affleurant à l'Ouest et plonge en pente douce à l'Est sous les formations Mésozoïques.

Le contour Ouest actuel de la masse d'eau souterraine des calcaires de l'Avesnois pose question. En vue de la redélimitation de cette masse d'eau (FRB2G316), il est proposé de revoir ce contour en fonction des ouvrages BSS-EAU en limite Ouest.

La modification de la limite Ouest de la MESO B2G316 s'appuie les ouvrages BSS-EAU. Il est proposé d'étendre cette limite sur la base des ouvrages captant le Paléozoïque (le Carbonifère et du Dévonien). La méthode se base sur la trame suivante :

- Sélection Ouest des ouvrages BSS-EAU,
- Analyse de la lithologie de l'ouvrage captée sur Infoterre,
- Sélection des ouvrages captant les calcaires du carbonifère et du Dévonien (code BDLISA 149),
- Modification des rattachements PE-BDLISA si nécessaire,
- Proposition d'un contour basé à la limite Ouest de ces ouvrages.

251 points BSS-EAU en limite Ouest ont été analysés et sur ce nombre, 146 points captent dans les calcaires du Paléozoïque, 48 dans le Crétacé et 24 dans le Quaternaire. Le reste des points n'indique pas d'information sur la stratigraphie de l'ouvrage.

La limite est générée par un tampon de 2 km autour des points BSS-EAU et des prélèvements AEAP rapportés aux entités BDLISA avec pour code national : « 149 ».

L'ensemble de l'aire d'alimentation des captages (AAC) des forages de la station de pompage de Locquignols (F1 et F16) a été incluse dans la masse d'eau des calcaires de l'Avesnois. Sur ce secteur, la limite correspond à la limite de l'AAC.

Les deux captages excentrés au Nord-Ouest de la zone correspondent aux carrières de Bellignies (00292X0052/F1) et d'Houdain-lez-Bavais (00293X0083/C) qui exploitent les calcaires Givétiens. Localement, ces calcaires sont faiblement aquifères, les eaux d'exhaure correspondant approximativement aux précipitations (rapport BRGM/92-NPC-044). Néanmoins, ces captages étant attribués aux calcaires Givétiens, le comité de pilotage a validé l'inclusion de ces captages au sein de la masse d'eau des calcaires de l'Avesnois.

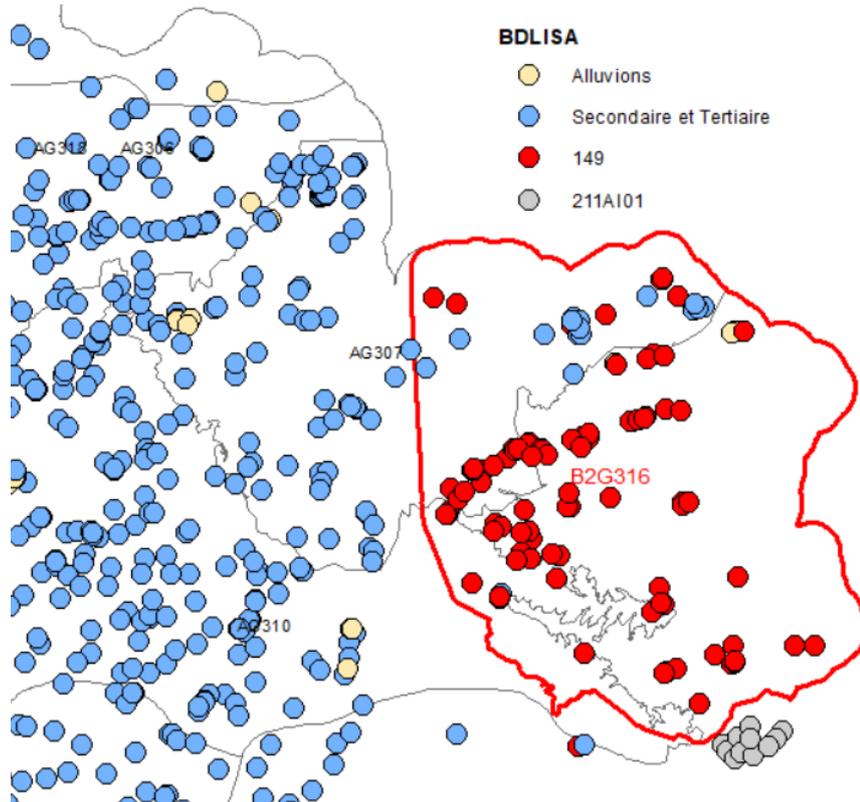


Figure 5 : Tracé de la nouvelle limite de la MESO des calcaires de l'Avesnois (B2G316) montrant la limite de productivité à l'est basée sur les points d'eau rattachés à l'entité BDLISA 149.

Le contour ainsi construit fera également l'objet d'un ticket de modification de la BDLISA pour sa version V3.

3.4. LA BORDURE DU HAINAUT

La masse d'eau FRB2G017 nommé bordure du Hainaut est une masse d'eau trans-bassin entre les bassin Artois-Picardie et Seine-Normandie. La partie Seine Normandie a été reprise par une masse d'eau Seine Normandie. La partie Artois-Picardie, représentant une petite surface pour constituer une masse d'eau à part entière, a été scindé en deux pour compléter les masse d'eau FRAG310 et FRAG307. Pour ces deux masses d'eau FRAG010 et FRAG307,

- La nouvelle limite Sud-Est correspond à l'entité BDLISA 121AL30;
- La nouvelle limite Est correspond à l'entité BDLISA 123AK05.

3.5. LES SABLES THANETIEN

Les masse d'eau FRAG314 et FRAG318 correspondent aux aquifères des sables Thanétiens au niveau du bassin des Flandres et du bassin d'Orchies respectivement. Le découpage de ces masses d'eau est basé sur les entités BDLISA « 119AI » Argiles de Louvil qui correspondent au mur de ces aquifères sableux.

3.6. RESULTATS

Les données sont proposées au format shapefile (QGIS / ArcGIS) sur le CD accompagnant ce rapport. Le système de projection utilisé est le Lambert93.

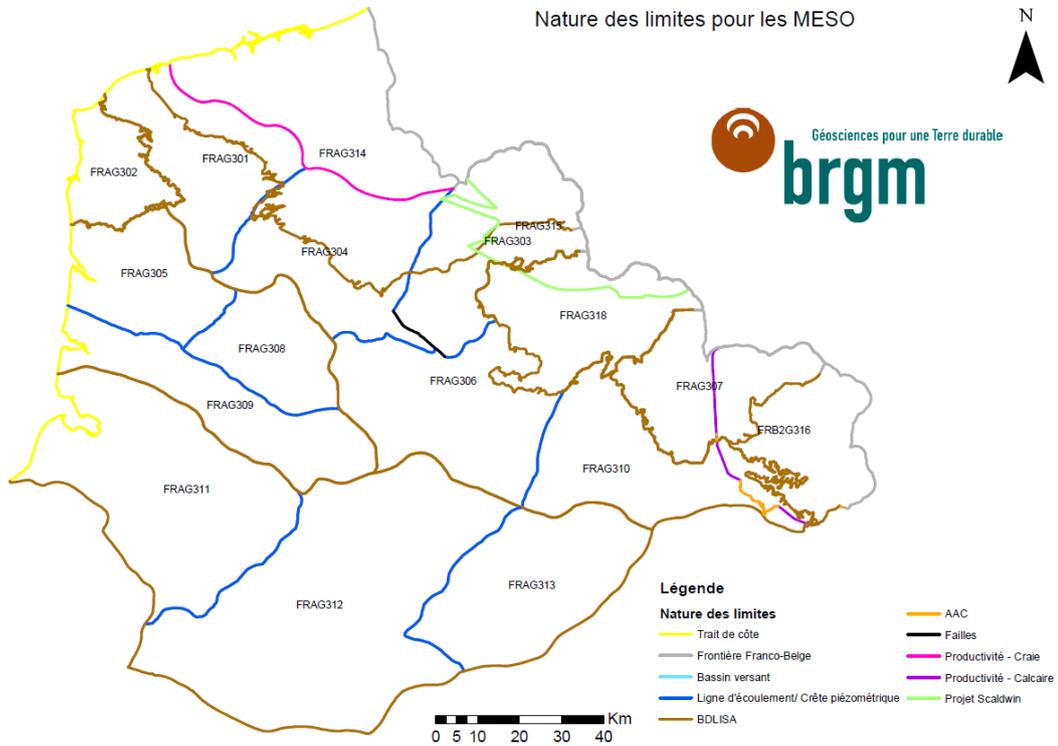


Figure 6 : Natures des limites des MESO du bassin Artois-Picardie

4. Pertinence de l'ajout de MESO

La mise à jour des masses d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie poursuit les deux objectifs suivants :

- Garder approximativement le même nombre de masse d'eau souterraine qu'au rapportage précédent ;
- Mettre en accord le référentiel des masses d'eau avec celui de la BDLISA.

Pour les aquifères qui constitue une entité BDLISA à part entière et ne constituant pas pour l'instant de masse d'eau à part entière, la question de la création d'une nouvelle masse d'eau se pose donc. Il convient d'étudier spécifiquement ces cas afin d'analyser la pertinence de la création de nouvelles masses d'eau souterraine.

Deux aquifères particuliers sont étudiés ici :

- L'aquifère de la Craie Cénomaniennne ;
- Le (ou les) aquifères des alluvions.

4.1. LA CRAIE CENOMANIENNE

Actuellement, le découpage des masses d'eaux sur le bassin Artois-Picardie ne considère pas de masse d'eau unique pour le Cénomaniennne aquifère. La problématique est de déterminer si au regard des connaissances actuelles sur le Cénomaniennne dans le bassin Artois-Picardie, il est pertinent de définir une MESO exclusive pour le Cénomaniennne.

4.1.1. Le Cénomaniennne dans le bassin Artois-Picardie

Le Cénomaniennne débute par une marne sableuse chargée de grains verts de glauconie avec, à la base, des galets de quartz et de nodules phosphatés. La roche est souvent consolidée en un conglomérat (« la Tourtia »). Viennent ensuite des marnes à reflets rougeâtres. L'étage se poursuit par des marnes plus crayeuses : ce sont les « dièves blanches » du Cénomaniennne supérieur.

Dans le Boulonnais, le « Tourtia », épais de 0.3 m à 1.5 m, est surmonté d'un banc de craie glauconieuse sur lequel repose une masse importante de craie marneuse. Une séparation entre le Cénomaniennne inférieur marneux et non productif et le Cénomaniennne supérieur constitué d'une craie plus ou moins marneuse peut être faite.

Le Cénomaniennne supérieur affleure aux niveaux des falaises qui ceignent le bas Boulonnais, ainsi que dans de nombreuses vallées entaillant les collines de l'Artois comme dans les hauts bassins de la Hem, de l'Aa, de la Lys, de la Clarence, de la Biette et de la Lawe. Il semble également affleurer dans la vallée de la Souchez à la hauteur du village du même nom.

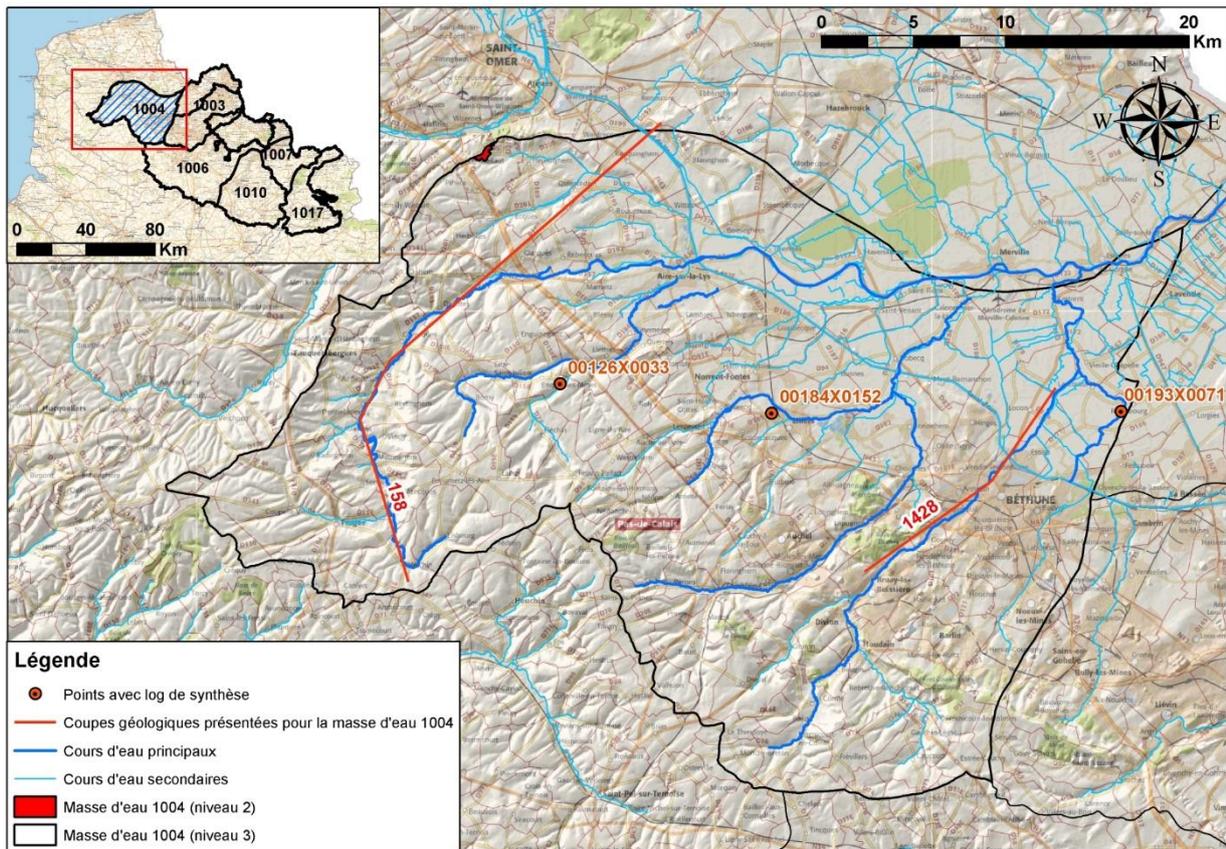


Figure 7 : Ancien tracé de la MESO FRAG304, et tracés des coupes géologiques 158 et 1428

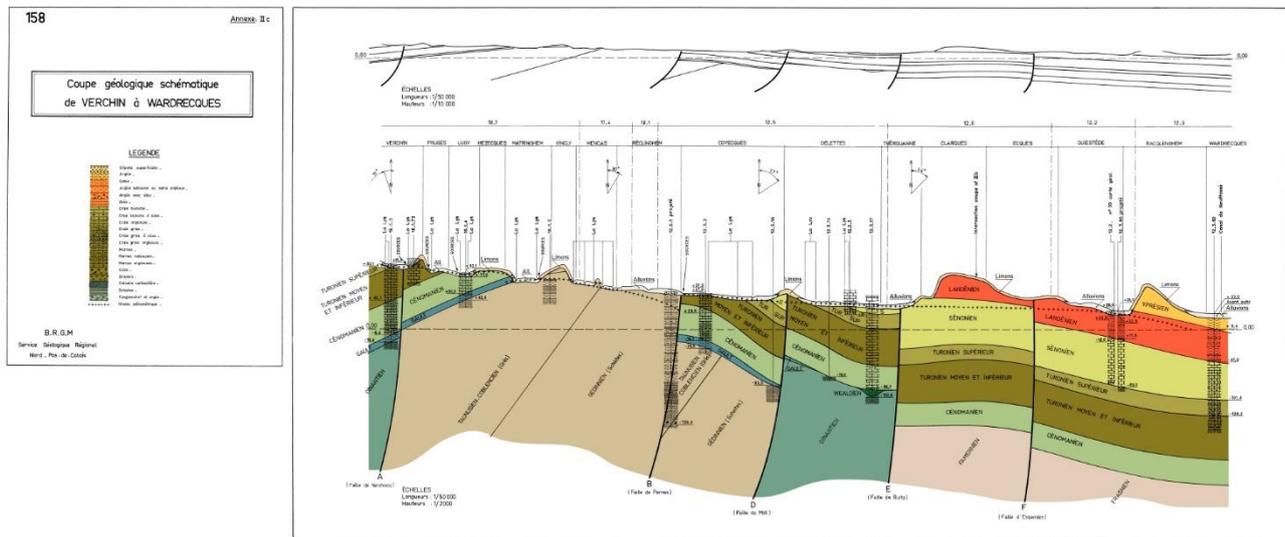


Figure 8 : Coupe géologique schématique 158 en bordure Ouest de l'ancienne MESO 1004 – Orientation SO/NE (SIGES - NPC). Le Cénomannien y est indiqué en vert clair

L'observation des différentes coupes de sondages indique toutefois des variations latérales de faciès au niveau du Cénomanien supérieur ; celui-ci, crayeux dans le Boulonnais, évolue vers des faciès de plus en plus marneux vers l'Est (BAILLY.S., et al. 1979).

L'épaisseur du Cénomanien dans le bassin Artois-Picardie a été analysé par P. Caulier dans sa thèse (1974). Une carte de résistivité, suggérant les limites de son caractère aquifère y a également été présentée (Figure 9).

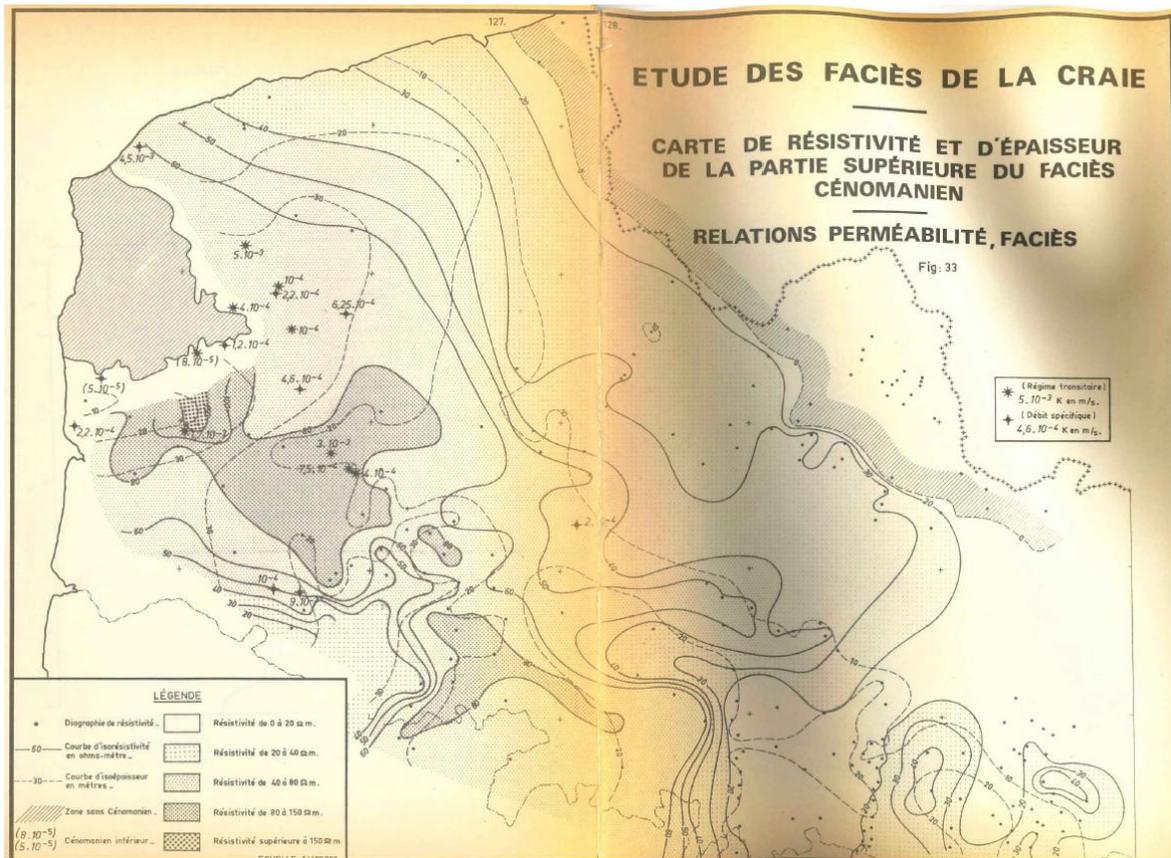


Figure 9 : Le Cénomanien dans le bassin Artois-Picardie (source : Caulier P., 1974).

4.1.2. Structure et accidents tectoniques majeurs dans le bassin Artois-Picardie

Au Crétacé supérieur, une large transgression eustatique survient sur l'ensemble du Bassin parisien. A l'échelle de l'ancienne région Nord-Pas-de-Calais, le faciès crayeux est plus précoce dans l'ouest que dans l'est. (Roux et al., 2006)

L'émersion de la région à la fin du Campanien est le début d'une intense altération météorique des niveaux crayeux du Crétacé pour aboutir progressivement, au cours du Cénozoïque, à la formation d'importantes couches d'altérites comme les argiles à silex.

Le Cénomaniens inférieur débute par une assise de faible épaisseur d'argile grise ou noire, plus ou moins sableuse, glauconieuse, à galets de phosphates de chaux : le Tourtia. L'épaisseur de ce conglomérat varie et augmente vers le sud. Il ne dépasse cependant pas quelques mètres.

La partie supérieure du Cénomaniens est constituée par 20 à 30 m de craies marneuses et de marnes, grises à blanches, glauconieuses et à silex. Dans l'Aisne, le Cénomaniens atteint quelques dizaines de mètres. Son assise est constituée de marnes fortement calcaires ou d'argiles glauconieuses. Ces craies marneuses et marnes sont appelées localement dièves blanches.

En raison de variations de faciès, les assises du Cénomaniens supérieur sont dans l'ensemble plus riches en craie et plus épaisses sur le pourtour de la "*boutonnière*" du Boulonnais que dans tout le reste de la région.

A l'échelle de l'ancienne région Nord-Pas-de-Calais, la mer cénomaniens étant venue de l'ouest, l'épaisseur du Cénomaniens supérieur se réduit vers l'est, cédant progressivement la place au "Tourtia". A l'extrême est, le Cénomaniens n'est plus représenté que par un calcaire grossier coquiller et par le "*Tourtia*" (conglomérat à galet de roches paléozoïques pris dans une matrice argilo-sableuse glauconifère).

Les assises du Cénomaniens sont, dans l'ensemble, plus riches en craie (principalement au Cénomaniens supérieur) et plus épaisses, dans tout le pourtour de la boutonnière du Boulonnais. Elles persistent davantage dans l'axe du seuil anticlinal de l'Artois, en direction du sud-est, que sur son flanc septentrional. À noter qu'il n'y a pas de dépôt cénomaniens au niveau de l'anticlinal du Mélantois.

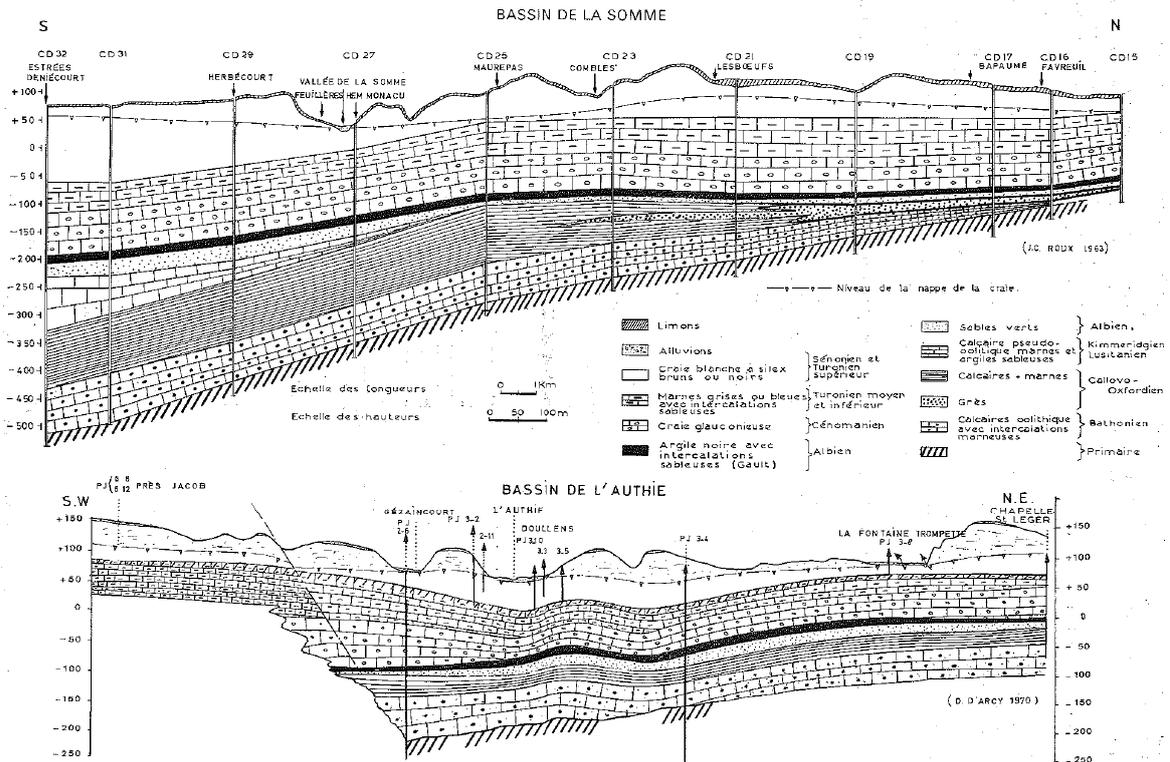


Fig. 4. — Coupes géologiques à travers les bassins de la Somme et de l'Authie.

Figure 10 : Coupes géologiques régionales. Source : J.C. Roux (1978)

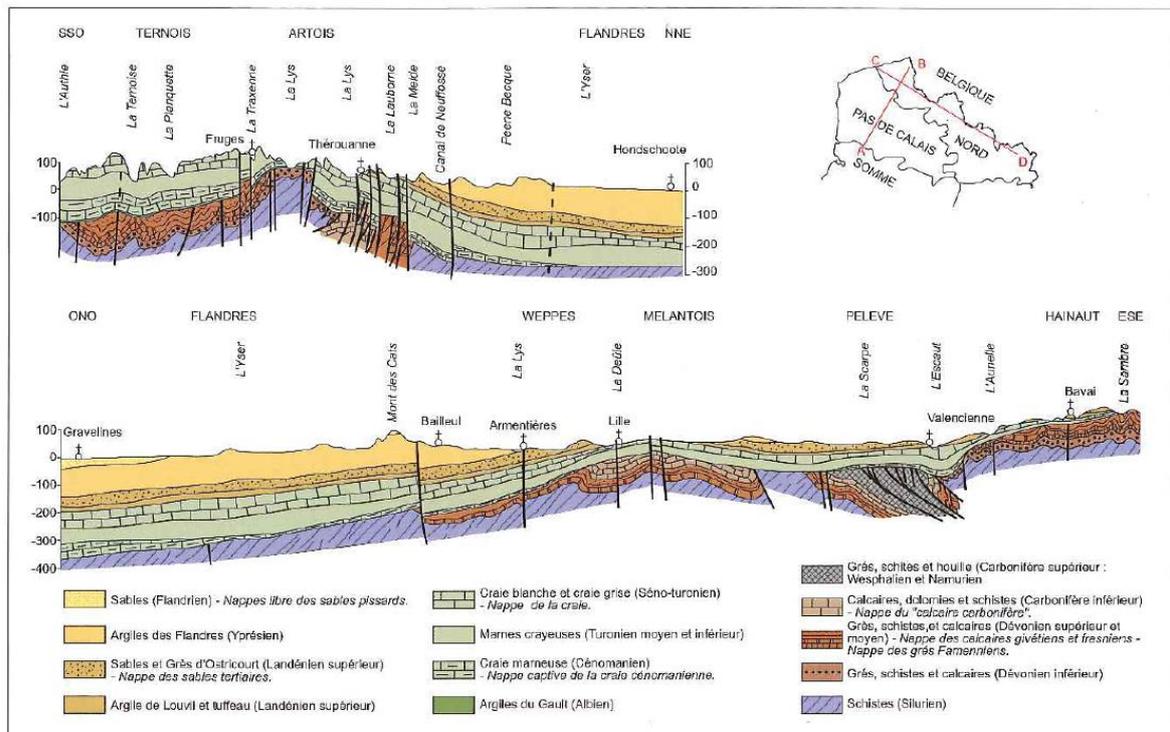


Figure 11 : Coupes géologiques régionales. Source : J. Beckelynck (1981)

La coupe établie perpendiculairement à l'axe de l'Artois orienté NO/SE (Figure 12) souligne les structures majeures du bassin Artois-Picardie. Elle montre notamment le rôle structural joué par la faille de Pernes qui met en contact latéral des terrains primaires avec des terrains secondaires.

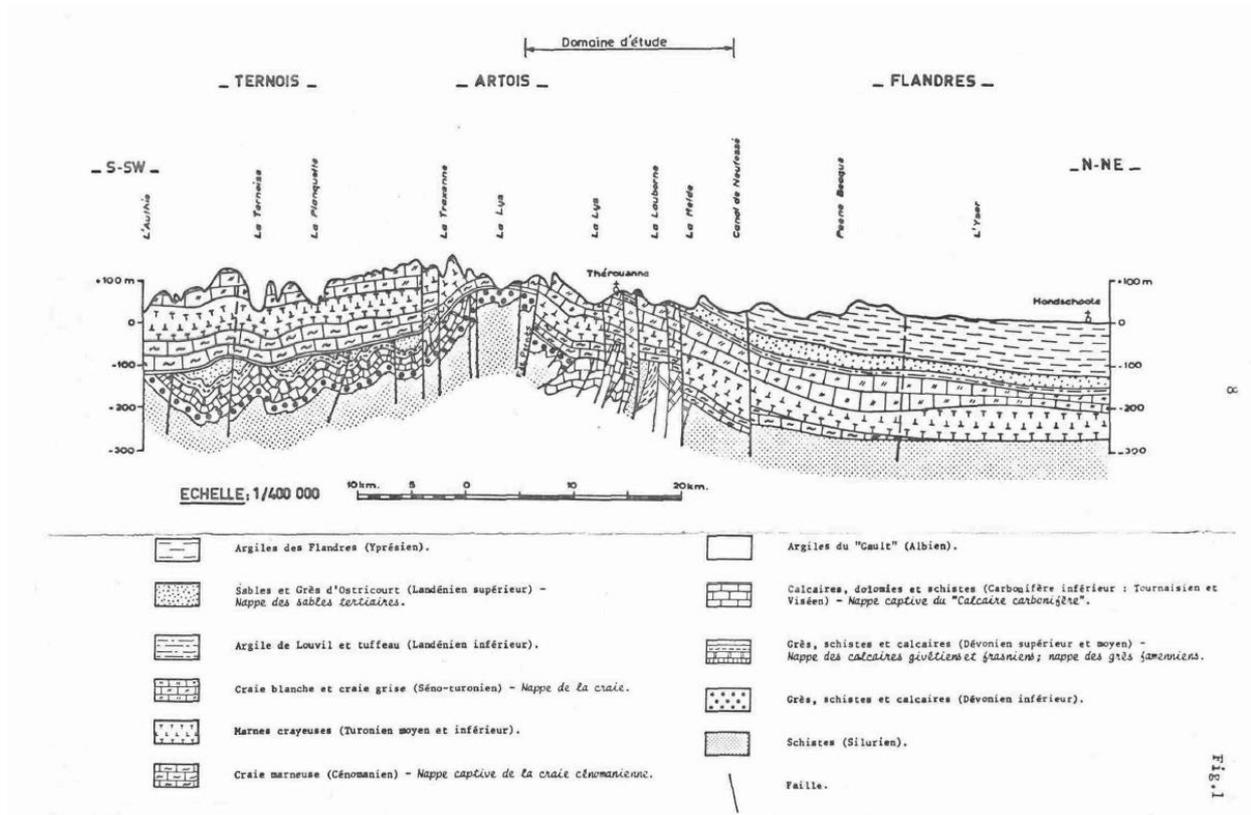


Figure 12 : Coupe géologique régionale du bassin Artois-Picardie – SSW/NNE

Le Cénomanienn a été affecté par un réseau de failles subparallèles, voir Figure 12. Ces failles d'âge hercynien ont rejoué au cours du Tertiaire. Ces failles peuvent être colmatées et jouer le rôle de barrières étanches, ou au contraire être de nature drainante. Influençant grandement les écoulements souterrains (DENUDT.H., BAILLY.S. 1991).

4.1.3. Caractéristiques hydrogéologiques

Globalement, la craie très marneuse du Cénomaniens ne renferme pas de nappe exploitable. Néanmoins, en raison de variations de faciès du Cénomaniens et de la structure régionale, le réservoir crayeux n'est pas partout le même et n'est pas non plus unique. Ainsi, le Cénomaniens est aquifère sur certains secteurs et constitue un aquifère bicouche avec celui de la craie du Séno-Turonien dont il est séparé par les Dièves du Turonien moyen et inférieur.

La craie du Cénomaniens supérieur est reconnue comme aquifère essentiellement dans le Haut-Artois où elle est exploitée pour l'AEP, en particulier dans le bassin amont de l'Aa, dans le bassin de la Haute-Lys, dans le bassin de la Moyenne-Canche. La nappe est captive et la perméabilité de l'aquifère est alors de l'ordre de 10^{-5} à 10^{-3} m/s.

En périphérie du Boulonnais, l'aquifère du Cénomaniens est épais et continu, du Cénomaniens moyen à supérieur au Sénonien, malgré la présence d'intercalations marneuses. La nappe est principalement contenue dans la craie du Cénomaniens, en raison du relèvement anticlinal. La continuité entre les assises du Turonien (supérieur et moyen) et celles du Cénomaniens est prouvée par traçages.

Plus au sud-est (secteur de Fruges), le Cénomaniens supérieur encore crayeux et aquifère renferme une nappe captive ou semi-captive sous couverture devenue peu perméable du Turonien inférieur (Dièves), tandis qu'une nappe libre s'individualise au sein de la craie du Turonien supérieur.

A l'est de Saint-Pol-sur-Ternoise et de Frévent, vers le sud et au nord des failles de Marqueffles et de Pernes, le Cénomaniens supérieur devient plus marneux et ne renferme plus de nappe exploitable.

4.1.4. Le Cénomaniens dans la BDLISA

Le Cénomaniens est représenté par l'entités BDLISA V2 de niveau 1 « 123 » à l'échelle du territoire national. Ici, il est nécessaire de s'intéresser à l'échelle régional de la BDLISA V2. Les entités BDLISA V2 de niveau 2 « 123AK » et « 123CB » concerne la partie nord du bassin Parisien.

De manière plus précise, l'entité BDLISA V2 régionale « 123AK » concerne les formations cénomaniennes de l'Artois. Cette entité est subdivisée en deux entités locales avec des caractéristiques hydrogéologiques différentes.

- L'entité BDLISA V2 de niveau 3 « 123AK03 » correspond à la lithologie suivante : « Craie et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) », cette formation est favorable à la présence d'aquifères ;
- L'entité BDLISA V2 de niveau 3 « 123AK05 » correspond à la lithologie suivante : « Marnes (Dièves blanches) du Cénomaniens sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) », cette formation est peu favorable à la présence d'aquifères.

L'entité BDLISA V2 régionale « 123CB » concerne quant à elle les formations cénomaniennes du bassin versant de la Somme de la partie Artois – Picardie.

Initialement, 14 points d’eau sont rattachés au cénomanien aquifère (entité BDLISA 123AK03). Dans l’objectif d’augmenter le nombre de points d’eau rattachés à l’entité BDLISA V2 « 123AK03 », une recherche bibliographique a été engagée afin de rechercher des points d’eau captant le Cénomanien aquifère. Dans certains cas, le point d’eau capte à la fois l’aquifère du Séno-Turonien et celui du Cénomanien. Les aquifères du Séno-Turonien et du Cénomanien peuvent être en continuité hydraulique ou individualisé localement par des faciès plus ou moins argileux. Suite à ce travail, 130 points d’eau ont pu être rattachés à l’entité BDLISA V2 123AK03 correspondant au Cénomanien aquifère. La répartition de ces points est comparée à la géométrie de l’entité « 123AK03 » dans la BDLISA V2 (Figure 13).

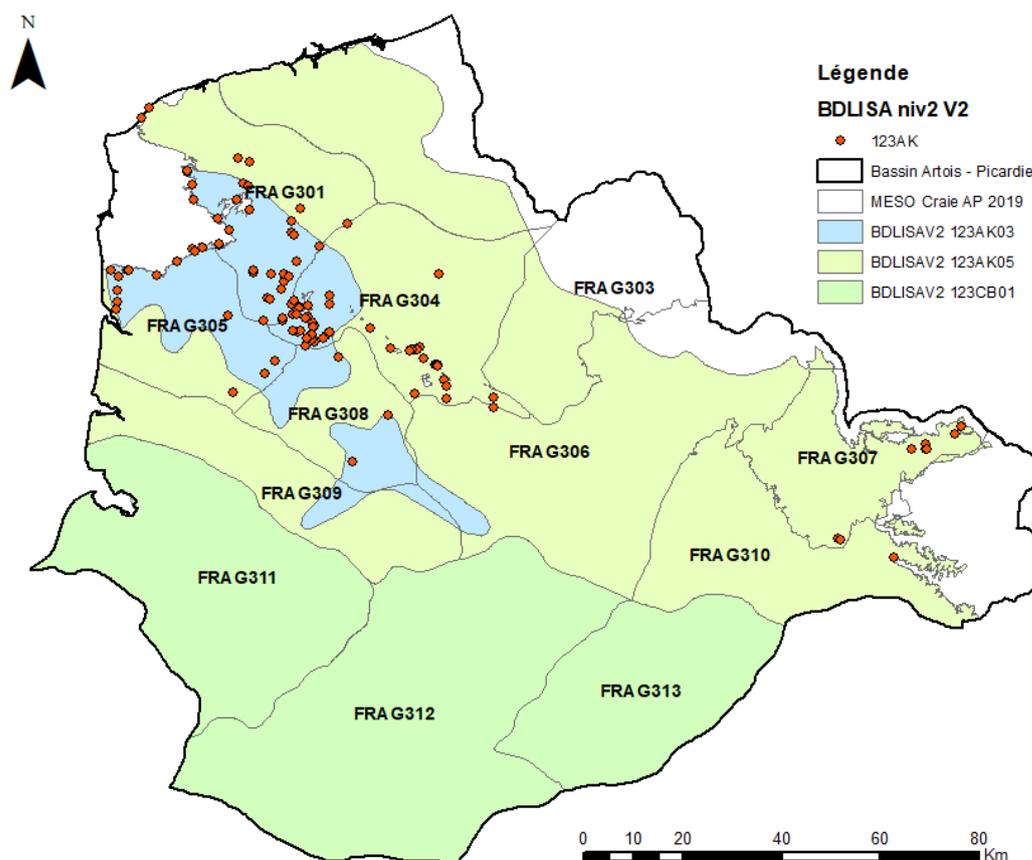


Figure 13 : Points d’eau du bassin Artois-Picardie captant l’aquifère du Cénomanien (sources : BRGM)

Les quelques points à l’extrême est du département du Nord ne correspondent pas à proprement parler à des captages au Cénomanien aquifère. Mais plutôt à des captages recoupant des terrains d’âge Cénomanien, ces derniers n’étant pas aquifère sur ce secteur.

Les points d’eaux associés au Cénomanien sont répartis géographiquement essentiellement sur les quatre masses d’eaux FRAG301, FRAG304, FRAG305, FRAG308. L’entité BDLISA d’origine, basée sur la carte de résistivité de P. Caulier (1974) recoupe également une partie des masses d’eau FRAG306 et FRAG309.

Plusieurs points d'eau captant le Cénomaniens aquifère sont en dehors de l'entité BDLISA 123AK03 correspondant. Une mise à jours de cette entité dans la BDLISA V3 sera nécessaire en s'appuyant en particulier sur les rattachements des points d'eau à l'entité BDLISA « 123AK03 » ainsi que sur les affleurements précisés dans la carte géologique. L'extension géographique du Cénomaniens non-aquifère (entité BDLISA 123AK05) devra également être actualisée en conséquence dans la BDLISA V3.

4.1.5. Discussion sur la pertinence d'une MESO Cénomaniens

La délimitation de l'aquifère du Cénomaniens a pu être affinée en utilisant les informations ponctuelles présentes en BSS. Cependant, la délimitation géographique reste très imprécise. De plus le lien avec la craie Séno-Turonienne est variable, tantôt séparé par des Dièves imperméable, tantôt hydrogéologiquement connectée. Cette variabilité est également très imprécise géographiquement. Le travail mené a permis de proposer une mise à jour de l'entité Cénomaniens aquifère (123AK03) dans la BDLISA V3. Néanmoins, l'état de connaissance reste trop insuffisant pour pouvoir définir clairement une masse d'eau à part entière. Ainsi, il est proposé que l'aquifère du Cénomaniens ne constitue pas une masse d'eau à part entière, mais que les masses d'eau crayeuse concernées soient constituées des niveaux Séno-Turonien et Cénomaniens.

Pour la définition d'une masse d'eau souterraine au Cénomaniens, il serait nécessaire de pouvoir mieux quantifier les échanges entre les aquifères du Séno-Turonien et du Cénomaniens. Pour cela il s'agira de mieux caractériser :

- Les propriétés hydrodynamiques des formations aquifères du Cénomaniens ;
- Délimiter avec précision le Cénomaniens captif du Haut-Artois ;
- Caractériser les phénomènes de drainance entre les formations Séno-Turoniennes et les formations Cénomaniennes.

4.2. LES NAPPES ALLUVIALES

4.2.1. Caractéristiques générales des aquifères alluviaux

Les réservoirs aquifères alluviaux sont en général complexes et l'étude de leurs caractéristiques géologiques est nécessaire à la compréhension des phénomènes hydrodynamiques et hydrochimiques qui s'y développent. D'un point de vue hydrogéologique, la nappe alluviale est généralement en équilibre dynamique permanent avec trois autres systèmes distincts : les coteaux, le substratum et le cours d'eau.

Le milieu alluvial, à l'échelle du bassin Artois-Picardie reste complexe pour plusieurs raisons :

- La profondeur d'altération du substratum, lorsqu'il est crayeux ou calcaire, peut être différente pour deux forages très proches. Ce sont en général, les 5 à 10 premiers mètres sous les alluvions qui sont seulement perméables, mais la fracturation peut localement descendre jusqu'à une trentaine de mètres ;
- L'existence de chenaux préférentiels, de paléo-thalwegs comblés ou paléo-reliefs peut faire varier subitement la morphologie du mur des alluvions ;
- Les faciès granulométriques ainsi que la hauteur saturée expliquent les variations importantes de transmissivités ;

- Le coefficient d'emménagement est difficile à déterminer par suite de l'existence de niveaux limoneux et tourbeux qui entraînent la présence d'aquifères semi-captifs, et ainsi la présence d'une forte hétérogénéité en terme de réservoir ;
- Les relations avec le cours d'eau peuvent varier le long d'une même rive par suite de l'alternance des zones de dépôt et des zones d'érosion et de l'intervention de l'homme.

L'importance des nappes alluviales est liée à la nature du substratum qui joue un rôle déterminant dans l'alimentation de la nappe. S'il est imperméable, celle-ci n'est alimentée que par son impluvium propre ; au contraire, s'il est suffisamment perméable, le bassin d'alimentation est souvent beaucoup plus important que la seule surface alluviale. L'alimentation peut aussi s'effectuer par la rivière en période de crue (BRGM, 2012).

4.2.2. Les formations alluviales du bassin Artois-Picardie, leur substratum et coteaux

Les dépôts alluvionnaires sont peu importants dans le bassin Artois-Picardie. Aucune grande plaine alluviale n'est présente.

Ces dépôts se limitent à des formations sableuses et argilo-sableuses de faible épaisseur qui proviennent du remaniement des assises sur lesquelles elles reposent. Les alluvions peuvent contenir de petits niveaux aquifères soutenus par un niveau argileux sous-jacent. La quantité d'eau disponible est faible dans la majorité des cas.

Les débits d'exhaures sont faibles, de l'ordre de quelques mètres cubes heures. Les ouvrages se colmatent rapidement à cause de l'arrivée de fines.

La cartographie des alluvions correspond à la limite d'extension des plus grandes crues. (Dufresnoy R., et al., 2013)

Dans le bassin Artois-Picardie, le substratum des principales formations alluviales peut être de différentes natures. Il peut être aquifère, semi-perméable ou imperméable. La Figure 14 présente la nature du substratum des formations alluviales du bassin Artois-Picardie.

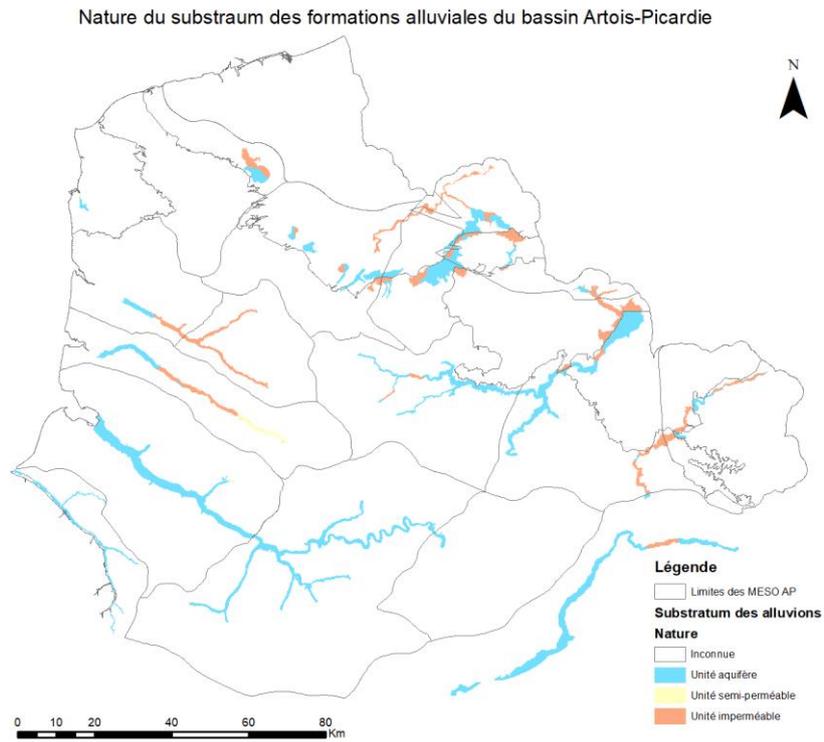


Figure 14 : Nature du substratum des formations alluviales du bassin Artois-Picardie.

Dans le bassin Artois-Picardie les rivières et ruisseaux sont faiblement encaissés. La nature des coteaux est donc, dans la majorité des cas proche de la nature du substratum des formations alluviales. La Figure 15 présente la nature des coteaux des formations alluviales du bassin.

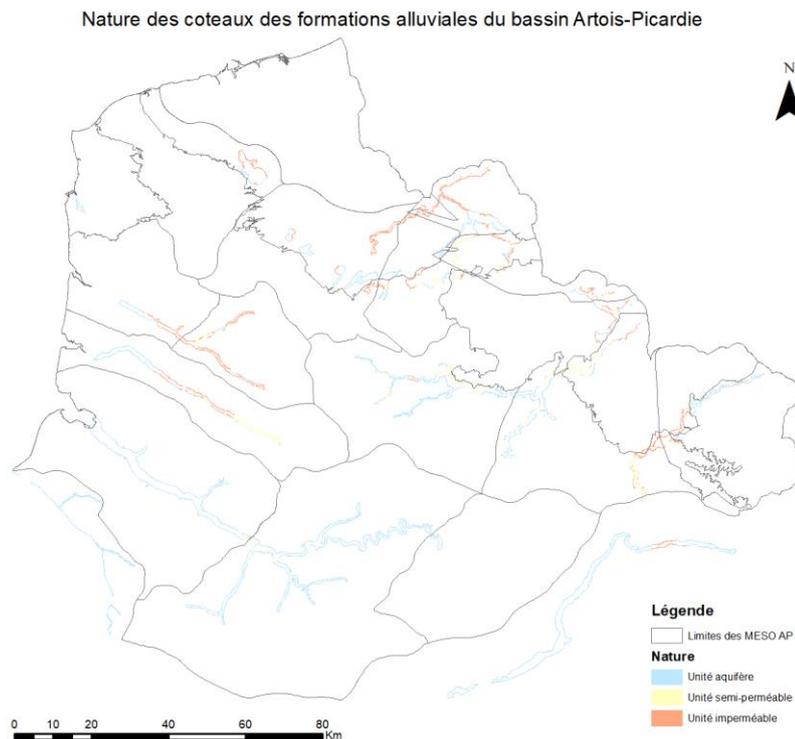


Figure 15 : Nature des coteaux des formations alluviales du bassin Artois-Picardie.

La connaissance de la nature de ces formations permet de renseigner approximativement les tronçons susceptibles d’être en connexion hydraulique avec une nappe d’accompagnement autre qu’une nappe alluviale.

4.2.3. Les limites à la création de masses d’eau souterraine exclusivement alluviales

La majorité des formations alluviales du bassin Artois-Picardie repose sur un substratum de nature aquifère et crayeux. Les coteaux des formations alluviales sont généralement de la même nature que le substratum. Sur la majorité du territoire, les formations alluviales sont bien connectées hydrauliquement aux formations sous-jacentes.

Pour pouvoir créer des MESO exclusives pour les formations alluviales, les échanges entre les formations alluviales et les formations sous-jacentes doivent pouvoir être quantifiés de manière précise. Les formations alluviales considérées pour la création de nouvelle MESO doivent avoir un intérêt productif.

5. Rattachements PE–MESO

Un point d'eau correspond à un ouvrage souterrain où la présence d'eau est reconnue. Certains de ces ouvrages peuvent être des piézomètres et/ou des qualitomètres. Ces points d'eau peuvent également marquer une résurgence de source, un forage ou un ouvrage d'exploitation pour l'AEP. Dans le présent rapport les points d'eau sont abrégés en « PE ».

Un rattachement « PE-MESO-BDLISA » caractérise, pour un point d'eau, son appartenance à une ou plusieurs MESO, ainsi que les entités hydrogéologiques sollicitées par ces PE. Ce rattachement permet de raisonner sur des unités de gestion administrative (les MESO) avec un sens hydrogéologique.

Les masses d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie ont été mises à jour pour l'état des lieux 2019 (ci-dessous appelé MESO2019). Les principales mises à jours sont les suivantes :

- La suppression de la MESO B2G017 « Bordure du Hainaut », remplacée pour partie par les MESO FRAG307, FRAG310, FRB2G316 ;
- La mise en cohérence des contours des masses d'eau souterraine avec la BDLISA.

La version V2 du référentiel hydrogéologique Français BDLISA, sortie en février 2018, a été utilisée (<https://bdlisa.eaufrance.fr>).

Une mise à jour des relations entre points d'eau (PE) et les nouvelles masses d'eau souterraine est nécessaire. En effet, pour la réalisation de l'état des lieux 2019, le rattachement PE-MESO 2019 permettra, entre autre :

- De synthétiser les volumes prélevés à l'échelle des nouvelles masses d'eau souterraines ;
- De synthétiser les tendances à l'échelle de la masse d'eau souterraine.

Le travail de rattachement PE-MESO 2019 concerne l'ensemble des points d'eau de la base de données BSS-EAU (<http://infoterre.brgm.fr/page/eaux-souterraines-BSS-EAU>) sur le territoire d'Artois-Picardie, soit 36 625 PE, voir §5.1.

Les rattachements aux nouvelles MESO sont basés en priorité sur les rattachements PE-BDLISA V2 lorsqu'ils sont disponibles (soit 3 702 PE). En effet, cette méthode permet d'assurer la cohérence entre les MESO 2019 et le référentiel hydrogéologique national.

Le précédent état des lieux (EDL) utilisait les rattachements PE-MESO 2016. Afin de garder un nombre de rattachements PE-MESO pour l'EDL 2019 similaire, une méthode de rattachement est également construite pour les PE n'ayant pas de rattachement BDLISA mais possédant un rattachement PE-MESO 2016.

Ainsi, pour les rattachements PE-MESO 2019, suivant les données de bases disponibles pour les PE, plusieurs procédures de rattachement sont développées : une première procédure basée sur la BDLISA V2, voir §5.2, et une seconde basée sur les rattachements MESO 2016, voir §5.3.

Les résultats sont fournis dans le tableau Excel « Rattachement_PE-MESO2019.xls ». Le champ « Methode_de_rattachement » permet de renseigner la méthodologie de rattachement utilisée :

1. = Le rattachement PE-MESO 2019 est basé sur le ou les codes BDLISA du point d'eau (voir §5.2) ;
2. = Le rattachement PE-MESO 2019 est basé sur le rattachement MESO 2016 (voir §5.3) ;
3. = Le rattachement PE-MESO2019 n'est pas possible avec les données à disposition.

5.1. LES POINTS D'EAU A TRAITER

5.1.1. La BSS-EAU

La BSS-EAU est la base de données relative aux informations sur les eaux souterraines, base de données au format SANDRE (données sur la qualité des eaux souterraines, niveaux d'eau, prélèvements, etc, ...), organisée et gérée par le BRGM. Elle diffuse des informations spécifiques sur le descriptif du point d'eau (mode de gisement, entités hydrogéologiques et masses d'eau associées, ...). Ces éléments constitueront à terme (échéance fin 2018) le référentiel des points d'eau en France (métropole et DROM).

Le travail s'appuie sur une extraction des points de la BSS-EAU réalisée le 07/09/2018 sur le bassin Artois-Picardie. Cette extraction contient 36 405 ouvrages. Il s'agit des ouvrages de la BSS déclarés en point d'eau (PE). Parmi eux, 3 702 PE ont un rattachement BDLISA V2 et 26 206 PE ont un rattachement aux MESO 2016. Les rattachements BDLISA V2 correspondent au référentiel hydrogéologique national dans sa version la plus récente puisque sa parution est à peine achevée à la date de rédaction.

5.1.2. La base de l'AEAP

La base AEAP, reçue de l'agence le 30/08/2018, comptabilise 33 321 ouvrages dont 6 890 correspondent à des « point d'accès à l'eau souterraine » ou PE, et 6 309 de ces PE possèdent un code BSS.

La base AEAP possède 2 champs différents pour renseigner un rattachement à une MESO 2016 :

- Le champ « CODE National MASSE EAU SOUTERRAINE **LOCALISATION** ». 24 794 PE ont leur MESO 2016 renseigné par ce champ;
- Le champ « CODE National MASSE EAU SOUTERRAINE **IMPACTÉE** ». 9 139 PE ont leur MESO 2016 renseigné par ce champ ;

Les rattachements PE-MESO 2016 pris en compte pour les PE de la base AEAP concernent uniquement ceux du champ « CODE National MASSE EAU SOUTERRAINE **IMPACTÉE** ».

5.1.3. Croisement des deux bases de données

Après le croisement des deux bases de données, 5 935 ouvrages AEAP sont liés à un code BSS-EAU valide. Parmi ces PE, 3 260 ont un rattachement BDLISA V2.

30 ouvrages AEAP sont présents en doublons, (i.e. deux ouvrages AEAP sont rattachés au même numéro BSS-EAU). Après vérification auprès de l'agence, l'existence de ces doublons est connue et lié aux redevances.

Afin d'analyser le lien entre code Agence et code BSS, une analyse entre les coordonnées géographiques des PE de la BSS-EAU et de la base AEAP est réalisée. Le résultat est présenté Figure 16.

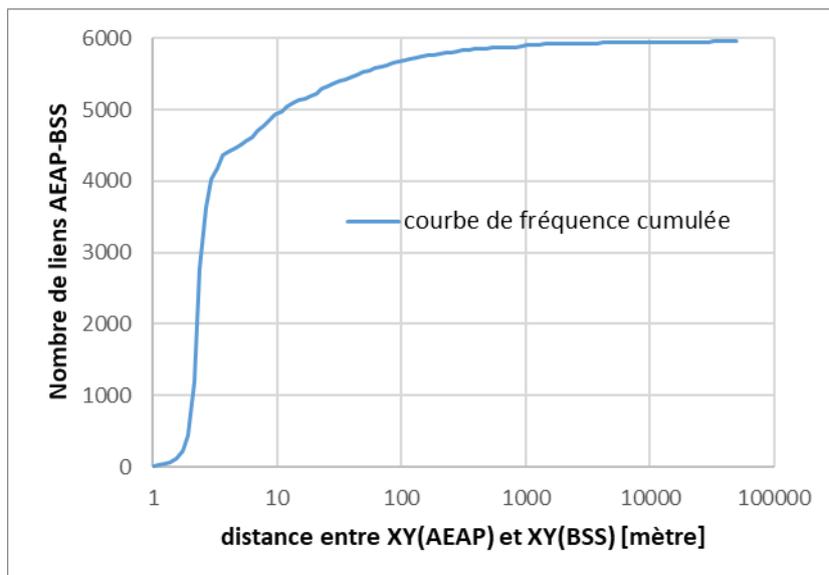


Figure 16 : Calcul des écarts de coordonnées entre la BSS-EAU et la base AEAP.

Les faibles écarts (inférieurs à quelques mètres) peuvent être dus à (1) des conversions de coordonnées géographiques et/ou (2) des gestions d'arrondi et/ou (3) une différence justifiée par la différence d'objet des deux bases (l'AEAP identifie les XY compteurs d'eau, la BSS les XY des forages).

Les écarts plus importants (~1 500 liaisons) peuvent être dus à 3 facteurs :

- Les coordonnées XY de la BSS-EAU sont inexactes ;
- Les coordonnées XY de l'AEAP sont inexactes ;
- Le lien numéro BSS- ouvrage AEAP est incorrecte.

Plusieurs de ces facteurs peuvent être à corriger pour un même point. Un travail de long terme de vérification systématique (en reprenant les sources ayant servis au renseignement des bases) serait à entreprendre. Un tel travail, compte tenu de son ampleur, ne peut pas faire partie du projet MESOMAJ, qui se bornera à utiliser les coordonnées de la BSS-EAU.

En comparant le champ « CODE National MASSE EAU SOUTERRAINE **IMPACTÉE** » de l'AEAP et le champ `cde_me2016` de la BSS-EAU :

- 68 PE ont uniquement une MESO 2016 BSS-EAU ;
- 9 139 PE ont une MESO 2016 AEAP. 1 132 de ces PE ont un code BSS-EAU valide ;
- 4 604 PE ont une MESO 2016 identiques entre les deux bases de données ;
- 131 PE ont une MESO 2016 différente. 89 de ces PE ont un rattachement BDLISA V2 et 42 de ces PE sont sans rattachement BDLISA V2. Pour ces 42 PE, une analyse des documents présents en BSS est réalisée pour rattacher ces PE à une entité BDLISA V2. Après cette analyse, il reste 6 PE dont le rattachement BDLISA n'est pas possible avec les informations dont nous disposons.

1 132 PE ont un rattachement MESO 2016 dans la base AEAP et sont sans rattachement MESO 2016 dans la BSS-EAU. La BSS-EAU est mise à jour sur la base de ces rattachements MESO 2016 de la base AEAP avec le commentaire « Interprété par AEAP - Base de données AEAP export du 30/08/18 ».

Remarque : La BSS-EAU ouvre la possibilité de renseigner plusieurs MESO pour un même point d'eau et également de renseigner plusieurs code BDLISA pour un même point d'eau. En revanche, la base de l'AEAP permet de renseigner une seule MESO par PE. L'AEAP envisage de procéder à l'évolution de la structure de sa base afin de permettre le renseignement de plusieurs MESO par PE.

5.1.4. Harmonisation des deux bases

La concaténation des 36 405 PE de la BSS-EAU et des 5 935 ouvrages AEAP liés à un code BSS aboutit à une base de 36 625 PE. Sur l'ensemble de ces PE, un travail d'harmonisation entre les deux bases a été réalisé en particulier concernant les liens code AEAP-code BSS et concernant les rattachements PE-MESO 2016. Cette base de données harmonisée sera utilisée dans les procédures de rattachements PE-MESO 2019. Ainsi, ces rattachements seront parfaitement cohérents entre ces deux bases.

Les informations générales pour cette base de données harmonisée sont :

- 3 731 PE ont un rattachement MESO 2016 ET un rattachement BDLISA V2 ;
- 22 475 PE ont uniquement un rattachement MESO 2016 ;
- 10 396 PE n'ont pas de rattachement MESO 2016 ni de rattachement BDLISA V2 ;
- 23 PE n'ont pas de rattachement MESO 2016 mais ont un rattachement BDLISA V2.

5.2. METHODE BASEE SUR LA BDLISA

Sur les 36 405 PE considérés, 3 754 PE possèdent au moins un rattachement BDLISA V2. L'objectif est d'utiliser ce rattachement basé sur des critères hydrogéologiques pour réaliser les rattachements aux MESO 2019. Ces rattachements au MESO 2019 sont ainsi cohérent avec le référentiel hydrogéologique national.

Pour chacun des rattachements PE-BDLISA, la procédure détaillée dans ce paragraphe permet autant que possible d'aboutir à un rattachement MESO 2019 adéquat (procédure 1 de la Figure 17). Notons qu'un même PE peut être rattaché à plusieurs entités BDLISA, la procédure étant alors réalisée pour chacun de ces rattachements. Ainsi, finalement, un même PE peut être rattaché à plusieurs MESO 2019.

Diagramme de flux – Méthodologie de rattachement PE-MESO 2019

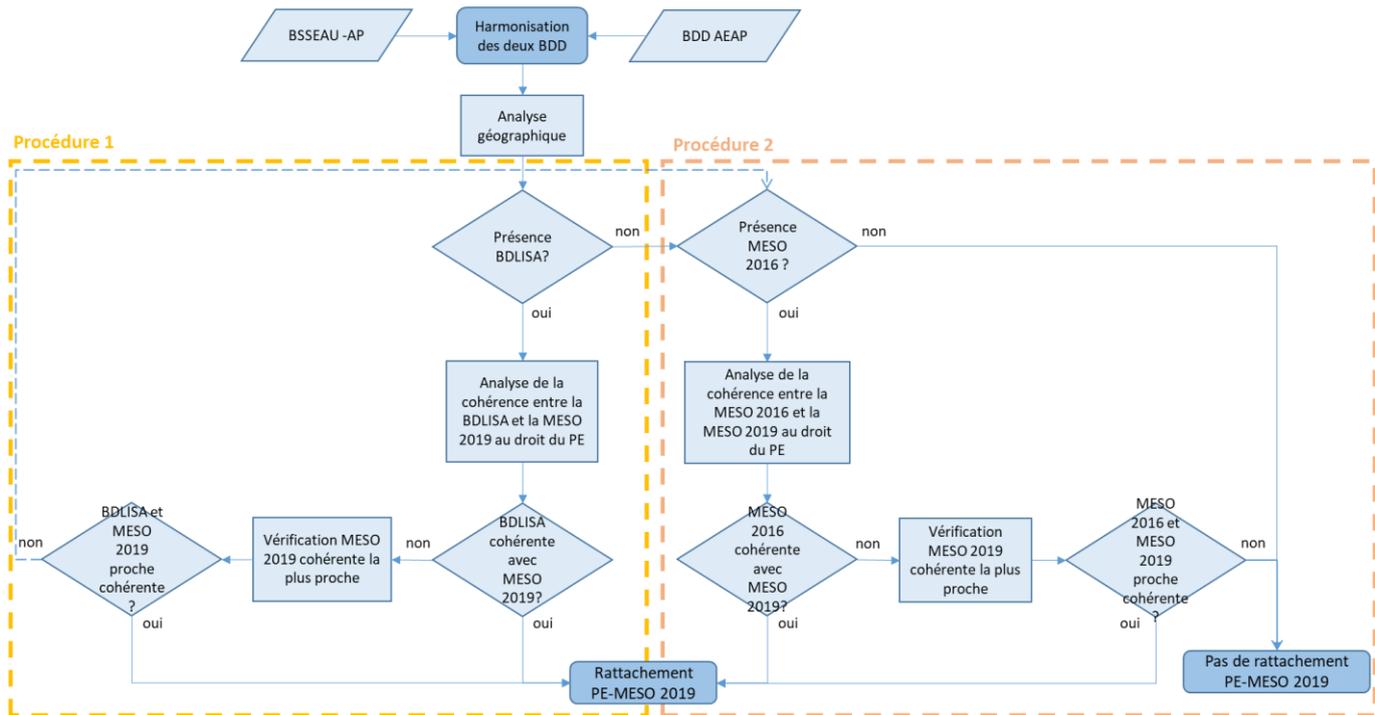


Figure 17 : Diagramme de flux – Méthodologie générale de rattachement PE-MESO 2019

La procédure de rattachement basée sur la BDLISA V2 s’appuie sur une correspondance entre les codes BDLISA de niveau 1 (niv1, i.e. niveau national) et les MESO AP 2019. Cette mise en cohérence est réalisée en classant les codes BDLISA et MESO par type d’aquifère : sable, craie et calcaire, voir Tableau 3.

Tableau 3 : Cohérence des rattachements entre la BDLISA niv1 et les MESO 2019.

BDLISA niv1 V2	MESO 2019	« Type » de la MESO 2019
119, 117	Les MESO AP sont : FRAG314 et FRAG318	Sable
121 et 123	Les MESO AP sont : FRAG301, FRAG303, FRAG304, FRAG305, FRAG306, FRAG307, FRAG308, FRAG309, FRAG310, FRAG311, FRAG312 et FRAG313. Les MESO SN sont la FRHG204, FRHG205 et FRHG222.	Craie
131, 135, 137, 139, 149 et 211	Les MESO AP sont : FRAG302, FRAG315 et FRB2G316. La MESO SN est la FRHG508	Calcaire et socle Ardennais

La procédure de rattachement s'appuie également sur une analyse géographique indiquant les MESO 2019 présentes au droit de chaque PE. De plus, l'analyse géographique précise la distance de la MESO la plus proche de chaque type (sable, craie, calcaire).

La procédure générale peut s'exprimer de la façon suivante :

- Pour les PE au droit desquels il existe une MESO 2019 cohérente avec le rattachement BDLISA (la cohérence est exprimée par le Tableau 3). Le PE est rattaché à cette MESO 2019 ;
- Les PE rattachés à une entité BDLISA Alluvions (code V2 niv1 914, 916, 918), sont rattachés à la MESO affleurante au droit du point ;
- Les PE rattachés à une entité complémentaire (040, 080) sont rattachés à la MESO affleurantes au droit du point ;
- Pour les PE au droit desquels il n'existe pas de MESO 2019 cohérente avec le rattachement BDLISA, les MESO 2019 à proximité du PE en question sont analysées. Des procédures spécifiques sont alors suivies.

La définition des procédures spécifiques s'est appuyée sur les cas rencontrés d'incohérences. Par exemple, parmi les incohérences, on retrouve :

- 4 PE à la Craie sont localisés en bordure de la « cuesta » du Boulonnais. Les MESO 2019 Craie les plus proches sont à moins de 25m. Les PE doivent être rattachés à la MESO 2019 Craie la plus proche ; un ticket forges BDLISA doit être ouvert pour la V3 pour éventuellement étendre la limite des entités BDLISA concernées dans le secteur du Boulonnais ;
- 3 PE à la Craie sont localisés à proximité de la limite de productivité de la Craie sous le recouvrement tertiaire des Flandres. Les MESO 2019 Craie les plus proches des PE sont comprises entre 2 et 7 km. Ces PE doivent être rattachés à la MESO 2019 Craie la plus proche. Un ticket forge BDLISA pour la V3 doit être ouvert pour éventuellement étendre la limite des entités BDLISA concernées ;
- 11 PE sont rattachés à une BDLISA niv1 V2 Sable et sont géographiquement en dehors d'une MESO 2019 Sable. La distance à la MESO sable la plus proche (i.e. FRAG318) est de 3.5 à 68 km pour ces PE. Il s'agit de PE implantés au niveau de butes témoins tertiaires qui parsèment le plateau crayeux. Ces PE doivent être rattachés à la MESO Crayeuse affleurante au droit du PE. 4 de ces 11 PE possèdent également un rattachement BDLISA V2 à la craie et sont donc déjà rattachés à une MESO 2019 Craie. On vérifie que, par cette méthode, les rattachements finaux MESO 2019 sont en accord avec le rattachement MESO 2016.

Ainsi, d'après les analyses ci-dessus, les procédures spécifiques pour les incohérences rencontrées s'expriment de la façon suivante :

- Les PE qui sont rattachés à une BDLISA V2 niv1 Craie et qui sont géographiquement en dehors des MESO 2019 Craie sont rattachés à la MESO 2019 Craie la plus proche.
- Les PE qui sont rattachés à une BDLISA V2 niv1 Sable et qui sont géographiquement en dehors des MESO 2019 Sable sont rattachés à la MESO 2019 affleurante au droit du PE.

Finalement, la procédure basée sur la BDLISA V2 aboutit à des rattachements pour 3 708 PE répartis sur l'ensemble des MESO2019 d'Artois-Picardie et également en bordure sur les MESO Seine Normandie, voir Figure 18.

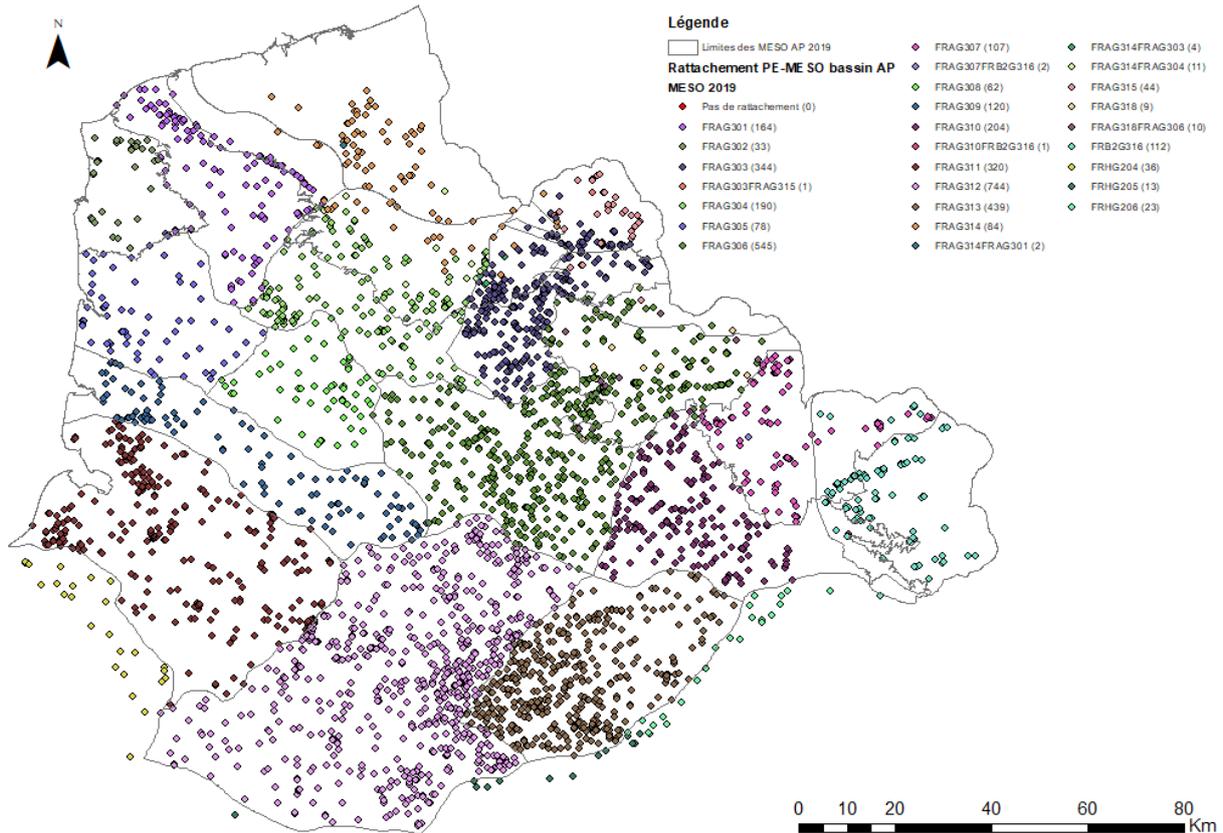


Figure 18 : Rattachement PE-MESO sur la base du code BDLISA V2.

Remarquons que pour 22 PE sur les 3 754 PE qui possèdent au moins un rattachement BDLISA V2, aucune MESO 2019 n'est définie automatiquement selon cette procédure. Il s'agit des PE rattachés aux entités BDLISA 127, 117, 113 et 101.

L'entité BDLISA V2 211 (12 PE concernés) correspond au socle Ardennais. Ces points sont rattachés à la FRHG508 selon l'accords entre l'AEAP et l'AESN (réunion de janvier 2018).

L'entité BDLISA V2 127 (3 PE concernés) correspond aux sables Néocomiens. Il s'agit de sable du Crétacé inférieur localisés dans le Boulonnais. Actuellement ils sont rattachés à la MESO FRAG302 en utilisant la procédure basée sur les rattachements MESO 2016, voir §5.3.

- 00112X0219 ;
- 00112X0220 ;
- 00112X0221.

L'entité BDLISA V2 101 (10 PE) correspond aux sables pissards. Il s'agit essentiellement de sable côtier sur la bordure littorale des Flandres. Actuellement ces PE sont rattachés à la MESO FRAG314 en utilisant la procédure basée sur les rattachements MESO 2016, voir §5.3.

5.3. METHODE BASEE SUR LES MESO 2016

Un grand nombre de PE (~22 000) possède un rattachement PE-MESO 2016 mais ne possède pas de rattachement BDLISA V2. La réalisation de rattachement BDLISA V2 sur un tel volume de point est un travail conséquent qui ne peut être réalisé dans le cadre de ce projet. Afin de conserver, pour l'état des lieux 2019, le même volume de points rattachés à une MESO qu'en 2016, une procédure est construite pour réaliser les rattachements PE-MESO 2019 sur la base des rattachements PE-MESO 2016 (procédure 2 de la Figure 17). Néanmoins, notons que la valeur hydrogéologique de ces rattachements n'est pas aussi fiable que les rattachements basés sur la BDLISA V2.

La procédure de rattachement basée sur les MESO 2016 s'appuie sur une correspondance entre les MESO 2016 et les MESO 2019. Comme pour la méthode précédente, cette mise en cohérence est réalisée en classant les MESO par type d'aquifère : sable, craie et calcaire, Tableau 4.

Tableau 4: Cohérence des rattachements entre les MESO 2016 et les MESO 2019.

MESO 2016	MESO 2019	« Type » MESO
AG014 et AG018	FRAG314 et FRAG318	Sable
AG001, AG003, AG004, AG005, AG006, AG007, AG008, AG009, AG010, AG011, AG012 et AG013. HG204, HG205 et HG222.	Les MESO AP sont : FRAG301, FRAG303, FRAG304, FRAG305, FRAG306, FRAG307, FRAG308, FRAG309, FRAG310, FRAG311, FRAG312 et FRAG313. Les MESO SN sont la FRHG204, FRHG205 et FRHG222.	Craie
AG002, AG015, B2G016 et HG508	Les MESO AP sont : FRAG302, FRAG315 et FRB2G316. La MESO SN est la FRHG508	Calcaire et socle Ardennais
B2G017	Pas de rattachement automatique possible	

La procédure automatique de rattachement consiste à respecter le « type » de MESO entre la version 2016 et la version 2019. Ainsi, les PE ayant un rattachement MESO 2016 (autre que B2G017), sont rattachés à la MESO la plus proche de même type. Par exemple :

- Si la MESO 2016 est AG014 ou AG018 (Sable), alors le rattachement est réalisé avec la MESO 2019 la plus proche entre FRAG314 et FRAG318 (sable);
- Si la MESO 2016 correspond à une MESO de type craie, alors le rattachement est réalisé avec la MESO 2019 craie la plus proche ;
- Si la MESO 2016 correspond aux MESO de type calcaire (AG002, AG015, B2G016), alors le rattachement est réalisé avec la MESO 2019 calcaire la plus proche (FRAG302, FRAG315 ou FRB2G316).

La MESO B2G017, qui intégrait à la fois des points d'eau sable, craie et calcaire, a été remplacée par la superposition de MESO 2019 Craie (FRAG307, FRAG310) et Calcaire (FRB2G316). Pour les points d'eau rattachés à la MESO 2016 B2G017, un rattachement automatique aux nouvelles MESO 2019 n'est donc pas réalisable sans rattachement BDLISA V2. Environ 800 PE sont concernés. Pour pallier à cette situation, un effort supplémentaire de rattachement PE-BDLISA V2 a été réalisé sur 68 PE afin d'assurer un rattachement au MESO 2019 pour les qualimètres, piézomètres et points de prélèvements supérieur à 50 000 m³ annuels. Les rattachements pour ces points d'eau suivent donc la procédure décrite au §5.2.

Finalement, ce sont 21 676 PE qui sont rattachés aux MESO 2019 à la suite de la procédure basée sur les rattachements MESO 2016. Attention, ces rattachements ne prennent pas en compte la dimension hydrogéologique des MESO traduite au travers d'un rattachement à la BDLISA. La Figure 19 présente ces rattachements.

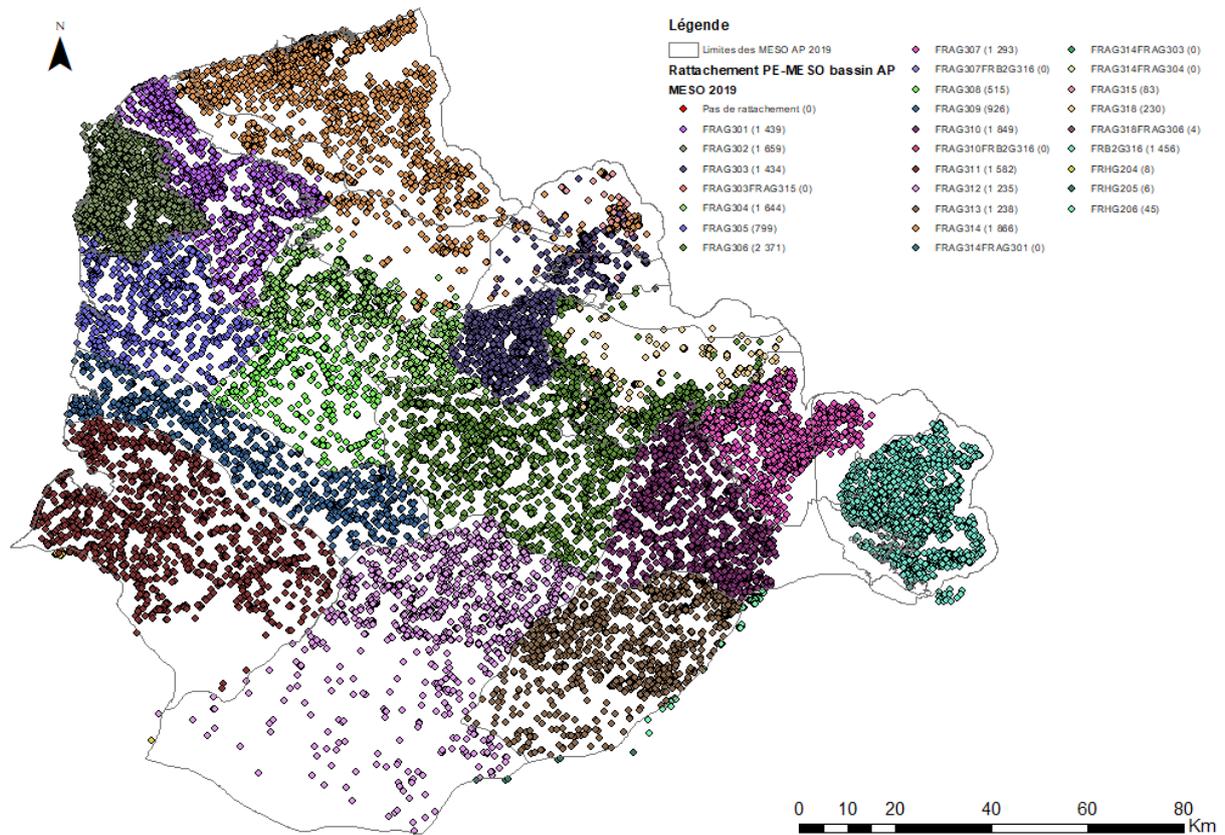


Figure 19 : Rattachements PE-MESO 2019 sur la base du rattachement MESO 2016.

5.4. BILAN DU RATTACHEMENT PE-MESO 2019

Sur les 36 625 PE traités :

- 3 708 PE sont rattachés selon la procédure utilisant le rattachement BDLISA ;
- 21 676 PE sont rattachés selon la procédure utilisant le rattachement MESO 2016 ;
- 11 241 PE n'ont pas pu être rattachés (leur répartition géographique est présentée sur la Figure 20).

Parmi les points qui n'ont pas pu être rattachés à une MESO 2019, quelques centaines de point sont situés sur l'ancienne MESO B2G017 et n'ont pas de rattachement BDLISA. Tous les autres points n'ont ni de rattachements à la BDLISA, ni de rattachements aux MESO 2016. Pour pouvoir rattacher ces PE à une MESO, une analyse point par point doit être menée, ce qui dépasse le cadre de ce travail.

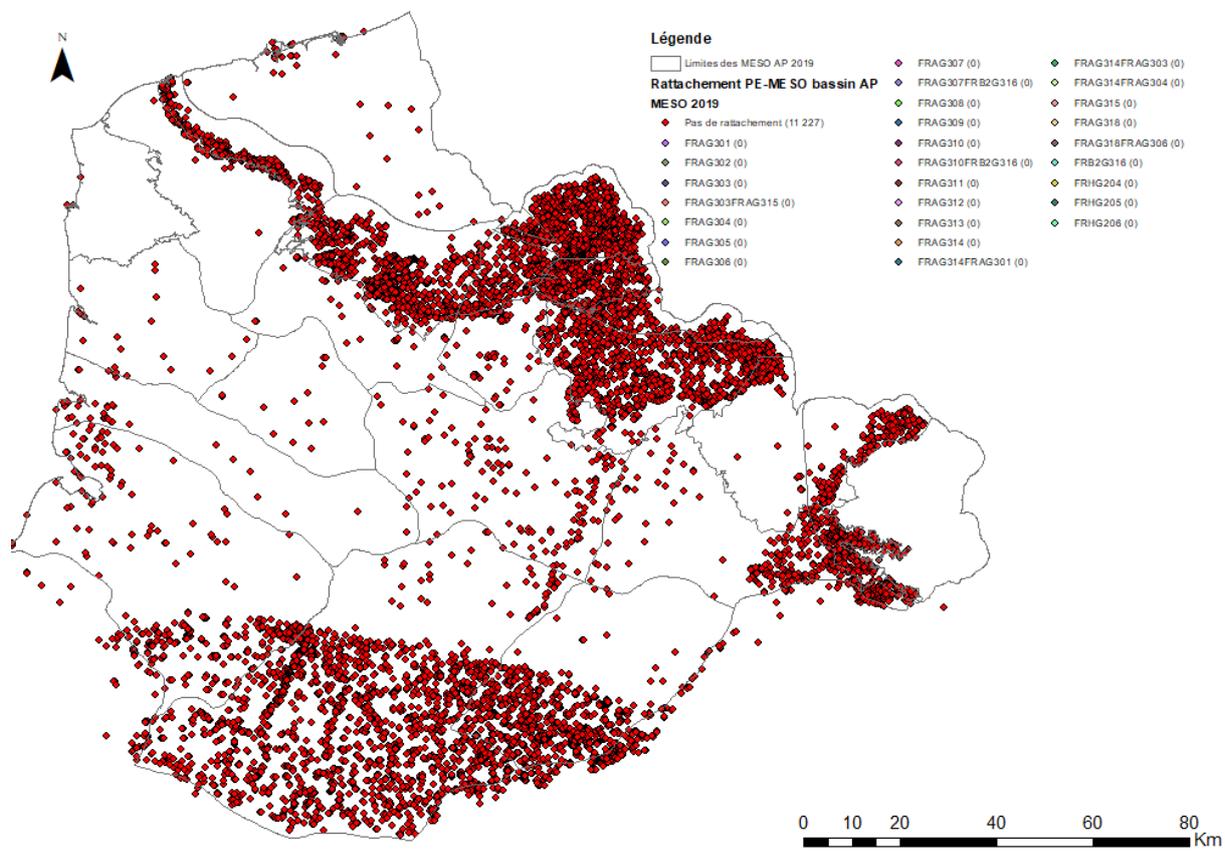


Figure 20 : Rattachements PE-MESO 2019 non réalisables avec la méthodologie

6. Caractérisation des MESO

La BDLISA fournit une caractérisation des entités hydrogéologiques (lithologie principale, nature des écoulements, etc.). La définition des entités BDLISA constitutives des MESO permet donc simplement d'obtenir une caractérisation de ces dernières. C'est l'objectif fixé dans ce chapitre.

6.1. CONSTRUCTIONS D'INDICATEURS

Dans un premier temps, chaque MESO est définie par les entités BDLISA qui la recoupent géographiquement et par les points d'eau présents dans son emprise. Pour évaluer l'importance d'un lien entre une entité BDLISA et une MESO, deux indicateurs sont construits en évaluant la surface de l'intersection géographique entre ces deux entités et en rapportant cette surface soit à la surface totale de la MESO, soit à la surface totale de l'entité BDLISA. Un troisième indicateur est défini par le nombre de point d'eau rattachés à la fois à la BDLISA et à la MESO. Ainsi le calcul de ces trois indicateurs permet une première caractérisation de chacune des MESO. Le Tableau 5 présente les indicateurs pour la MESO Craie de l'Artois et de la vallée de la Lys (FRAG304).

6.2. RATTACHEMENT BDLISA-MESO

Les masses d'eau souterraine sont classées en plusieurs catégories suivant la nature des formations géologiques majoritairement captées par les points d'eau. Cette première différenciation permet de distinguer trois catégories de masses d'eau souterraine. Cette approche permet de regrouper les MESO suivant leur contexte hydrogéologique général.

- Les masses d'eau souterraine à dominance sableuse d'âge Tertiaire (MESO Sable) ;
 - FRAG314 et FRAG318.
- Les masses d'eau souterraine à dominance crayeuse d'âge Crétacé (MESO Craie) ;
 - FRAG301, FRAG30, FRAG304, FRAG305, FRAG306, FRAG307, FRAG308, FRAG309, FRAG310, FRAG311, FRAG312, FRAG313.
- Les masses d'eau souterraine à dominance gréseuse et calcaire d'âge Jurassique ou Paléozoïque (MESO Calcaire).
 - FRAG302, FRAG315, FRB2G316

De la même façon, les entités BDLISA peuvent être classées en plusieurs catégories suivant leur âge et leur nature hydrogéologique :

- Les entités à dominance sableuse d'âge Crétacé (BDLISA 119, 117) ;
- Les entités à dominance crayeuse d'âge Crétacé (BDLISA 121, 123) ;
- Les entités à dominance gréseuse et calcaire d'âge Jurassique ou Paléozoïque (BDLISA 131, 135, 137, 139, 149 et 211).

Les entités BDLISA présentes dans le bassin Artois-Picardie peuvent être rattachées aux masses d'eau souterraine en terme de correspondance géologique et hydrogéologique.

Ainsi, chaque MESO est caractérisée par quelques entités BDLISA selon les critères suivants :

- Seules les entités BDLISA recoupant significativement la MESO sont sélectionnées comme caractéristique de celle-ci ;
- Seules les entités BDLISA de même nature hydrogéologique dominante sont sélectionnées comme caractéristique d'un MESO ;
- Seules les entités aquifères ou semi-perméables sont sélectionnées comme caractéristiques d'une MESO.

Pour l'exemple, les entités BDLISA caractérisant la MESO Craie de l'Artois et de la vallée de la Lys (FRAG304) sont présentés en gras sur le Tableau 5.

6.3. EXEMPLE SUR LA MESO CRAIE DE L'ARTOIS ET DE LA VALLEE DE LA LYS (FRAG304)

Il s'agit d'une MESO majoritairement crayeuse. Et le Sénonien et le Turonien supérieur sont assimilés ici aux entités BDLISA 121BD01 et 121BE01. L'aquifère du Cénomaniens (BDLISA 123AK03) est également présent au droit de cette MESO. Ces formations géologiques sont exploitées dans le bassin Artois-Picardie pour différents usages dont la production d'eau potable. Pour le Thanétien, plusieurs entités BDLISA (119AA01 et 119AI01) recoupent la MESO FRAG304, mais ces entités BDLISA sont sableuses et seront à relier hydrogéologiquement à d'autres MESO. Les argiles de Gault forment quant à elle le mur de l'aquifère (entité BDLISA 125AA01).

Tableau 5: Exemple de la caractérisation de la MESO Craie de l'Artois et de la vallée de la Lys (FRAG304, 1340 km²). Les entités BDLISA en bleues correspondent à des formations aquifères, celles en jaune à des formations semi-perméables et celle en saumon à des formations imperméables. Les entités BDLISA en gras sont celles qui caractérisent la MESO.

Code BDLISA	Libelle BDLISA	Surface BDLISA \cap MESO (S1, km ²)	S1 relatif à la MESO (%)	S1 relatif à la BDLISA (%)	Nombre de PE
Sans BDLISA					1644
117AA01	Argiles de Flandres et de Roubaix de l'Yprésien du bassin Artois-Picardie	420	16	31	
119AA01	Sables du Thanétien du Bassin parisien (bassin Artois-Picardie et nord du bassin Seine-Normandie)	705	16	53	11
119AE17	Formations résiduelles à silex du nord de la France de faible épaisseur inférieure à 2 m	410	3	31	
119AI01	Argiles et tuffeaux du Thanétien du bassin Artois-Picardie	742	15	55	
121BD01	Craie du Séno-Turonien des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (bassin Artois-Picardie)	1008	15	75	142
121BD30	Craie marneuse du Turonien des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (bassin Artois-Picardie)	1008	15	75	
121BE01	Craie du Séno-Turonien, partie sous recouvrement, des Flandres (bassin Artois-Picardie)	216	10	16	
121BE30	Craie marneuse du Turonien, partie sous recouvrement, des Flandres (bassin Artois-Picardie)	216	10	16	
121BA01	Marnes bleues (dièves bleues) du Turonien moyen et marnes vertes (dièves vertes) du Turonien inférieur dans le bassin Artois-Picardie et le nord du bassin Seine-Normandie	1286	5	96	
123AK03	Craie et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniensur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois et Hainaut (bassin Artois-Picardie)	222	13	17	48
123AK05	Marnes (Dièves blanches) du Cénomaniensur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois et Hainaut (bassin Artois-Picardie)	1102	12	82	
125AA01	Argiles du Gault, Marnes et Gaizes du Cénomaniensupérieur à moyen et de l'Albien supérieur du Bassin parisien	52	0	4	

7. Représentativité des réseaux

L'évaluation de la représentativité du réseau de contrôle de surveillance (RCS) des masses d'eau souterraine repose sur une comparaison entre les caractéristiques connues à l'échelle de la masse d'eau souterraine et les caractéristiques représentées par le réseau de contrôle de surveillance RCS (Auterives et al., 2017).

Depuis cette étude :

- les travaux de rattachement des points d'eau aux masses d'eau souterraine se poursuivent et améliorent la complétude des liens points d'eau – masse d'eau (projet BSS-EAU) ;
- la délimitation des masses d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie évolue (c'est l'objet de cette étude) et nécessite de mettre à jour certains liens points d'eau – masse d'eau là où les contours des masses d'eau changent ;
- le référentiel BDLISA évolue également, la précédente étude reposait sur le référentiel BDLISA version 1 (Paroissien et Brugeron, 2015). Depuis février 2018, le référentiel BDLISA version 2 (Brugeron et al., 2018) est diffusé et a été utilisé dans le cadre de cette étude.

Dans ce contexte, l'évaluation de la représentativité du RCS des masses d'eau souterraine doit être mise à jour. La nouvelle délimitation des masses d'eau souterraine correspond principalement à des ajustements de contours et des mises en cohérence avec la BDLISA, le référentiel hydrogéologique de la France (version 2). Dans ce contexte, l'interprétation des données cartographiques à l'échelle de la masse d'eau souterraine ne sera pas affectée et les requêtes associées (écoulements souterrains, recharge, pressions de prélèvement en eau souterraine et occupation du sol) restent inchangées.

Les informations ponctuelles (inertie de la nappe, relation nappe – rivière, tendance d'évolution des concentrations en nitrates) associées à des points d'eau (piézomètre ou qualitomètre) qui changent de masse d'eau souterraine peut avoir des conséquences sur le catalogue des requêtes.

Pour chaque masse d'eau souterraine, la méthode précédemment utilisée (Auterives et al., 2017) est à nouveau déployée. Seules les différences sont indiquées dans ce rapport. Le tableau final est le résultat de cette mise à jour. Les informations identiques entre les deux études ne sont pas discutées. L'objet de ce chapitre est de mettre en évidence les différences liées aux changements de référentiel (BDLISA et masse d'eau souterraine).

7.1. LES EVOLUTIONS

Le rattachement point d'eau – masse d'eau souterraine

La précédente étude (Auterives et al., 2017) reposait sur un lien point d'eau – masse d'eau établi en janvier 2017. Cette étude repose sur un lien point d'eau – masse d'eau de novembre 2018. Entre les deux, le constat est que, pour 153 points d'eau, la masse d'eau souterraine de rattachement a changé. Ces changements concernent des points d'eau qui changent de masse d'eau souterraine en conséquence des nouvelles délimitations ainsi que des points d'eau qui n'étaient rattachés à aucune masse d'eau souterraine en janvier 2017 et qui le sont dorénavant.

Pour 1 490 points d'eau, il n'y a pas de changement de leur rattachement à une masse d'eau souterraine.

- **Le réseau quantité**

En janvier 2017, 232 piézomètres étaient rattachés à une masse d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie. En novembre 2018, 237 piézomètres sont rattachés à une masse d'eau souterraine du bassin. Les changements concernent :

- 9 piézomètres sont nouvellement rattachés à une masse d'eau souterraine du bassin ;
- 4 piézomètres précédemment rattachés à une masse d'eau du bassin Artois-Picardie sont dorénavant rattachés à une masse d'eau du bassin Seine-Normandie.

Le tableau ci-après (Tableau 6) illustre, masse d'eau par masse d'eau, l'évolution de ce lien entre janvier 2017 et novembre 2018.

Masse d'eau souterraine	Nombre de piézomètres				Importance du changement
	Etude précédente janvier 2017	Cette étude novembre 2018	"gain"	"perte"	
AG001 / FRAG301	18	18	+1	-1	11%
AG002 / FRAG302	8	8	0	0	0%
AG003 / FRAG303	20	18	+2	-4	30%
AG004 / FRAG304	18	19	+3	-2	28%
AG005 / FRAG305	11	12	+1	0	9%
AG006 / FRAG306	19	31	+12	0	63%
AG007 / FRAG307	4	4	0	0	0%
AG008 / FRAG308	9	8	0	-1	11%
AG009 / FRAG309	14	12	0	-2	14%
AG010 / FRAG310	14	11	+1	-4	36%
AG011 / FRAG311	20	23	+4	-1	25%
AG012 / FRAG312	29	30	+5	-4	31%
AG013 / FRAG313	21	19	+2	-4	29%
AG014 / FRAG314	6	6	1	-1	33%
AG015 / FRAG315	5	6	1	0	20%
AG018 / FRAG318	3	3	0	0	0%
B2G016 / FRB2G316	8	7	0	-1	13%
B2G017	0	0	0	0	
double rattachement	5	2			
total :	232	237			

Tableau 6 : Evolution du rattachement des piézomètres par masse d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie (« gain » nombre de piézomètres nouvellement rattachés ; « perte » nombre de piézomètres qui ne sont plus rattachés ; « importance du changement » égale à la somme « gain + perte » / nombre de piézomètres de la masse d'eau en janvier 2017).

Pour chaque masse d'eau souterraine, sont comptabilisés le nombre de piézomètres rattachés à la masse d'eau en janvier 2017 (étude précédente) et novembre 2018 (cette étude). Le « gain » représente le nombre de piézomètres qui s'ajoutent aux piézomètres de la masse d'eau et la « perte » représente le nombre de piézomètres qui ont été pris en compte dans la précédente étude mais qui ne font plus partie de la masse d'eau. Ces 2 colonnes représentent les changements dans les piézomètres représentatifs de la masse d'eau entre janvier 2017 et novembre 2018. L'importance de ces changements est évaluée en rapportant le nombre total de piézomètres qui ont changé (« gain » + « perte ») rapporté au nombre de piézomètres que comptait la masse d'eau en janvier 2017.

Deux masses d'eau souterraine ne sont pas affectées par une évolution du référentiel des piézomètres (FRAG318, les sables du Landénien d'Orchies et FRAG307, la craie du Valenciennois). La masse d'eau montrant le plus d'évolution est la masse d'eau FRAG306, la craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée, avec 12 nouveaux piézomètres qui s'ajoutent aux 19 initialement rattachés.

- **Le réseau qualité**

En janvier 2017, 1 366 qualitomètres étaient rattachés à une masse d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie. En novembre 2018, 1 352 qualitomètres sont rattachés à une masse d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie. Les changements concernent 169 qualitomètres :

- Vingt qualitomètres, qui n'étaient précédemment rattachés à aucune masse d'eau, sont dorénavant rattachés à une masse d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie. Cela implique que les données qualité disponibles de ces qualitomètres, précédemment non-utilisées, vont pouvoir être prises en compte.
- Cent quinze qualitomètres changent de masse d'eau souterraine. Les données qualité précédemment associées à une masse d'eau changent de masse d'eau souterraine. Cela pourra avoir un impact significatif sur l'analyse comparative des données qualité entre qualitomètres RCS et qualitomètres non-RCS à l'échelle de la masse d'eau.
- Trente-quatre qualitomètres sont écartés du jeu de données puisqu'ils sont dorénavant rattachés à une masse d'eau souterraine du bassin Seine-Normandie. Les données de ces qualitomètres précédemment pris en compte ne le seront pas dans ces travaux.

Le tableau ci-après illustre l'impact sur le nombre de qualitomètres et l'importance des changements pour chacune des 17 masses d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie que compte dorénavant le référentiel 2018.

Comme précédemment (Tableau 6), pour chaque masse d'eau souterraine sont comptabilisés le nombre de qualitomètres rattachés à la masse d'eau en janvier 2017 (étude précédente) et novembre 2018 (cette étude). Le « gain » représente le nombre de qualitomètres qui s'ajoutent aux qualitomètres de la masse d'eau et la « perte » représente le nombre de qualitomètres qui ont été pris en compte dans la précédente étude mais qui ne font plus partie de la masse d'eau. Ces 2 colonnes représentent les changements dans les piézomètres représentatifs de la masse d'eau entre janvier 2017 et novembre 2018. L'importance de ces changements est évaluée en rapportant le nombre total de piézomètres qui ont changé (« gain » + « perte ») rapporté au nombre de piézomètres que comptait la masse d'eau en janvier 2017.

Masse d'eau souterraine	Nombre de piézomètres				Importance du changement
	Etude précédente janvier 2017	Cette étude novembre 2018	"gain"	"perte"	
AG001 / FRAG301	18	18	+1	-1	11%
AG002 / FRAG302	8	8	0	0	0%
AG003 / FRAG303	20	18	+2	-4	30%
AG004 / FRAG304	18	19	+3	-2	28%
AG005 / FRAG305	11	12	+1	0	9%
AG006 / FRAG306	19	31	+12	0	63%
AG007 / FRAG307	4	4	0	0	0%
AG008 / FRAG308	9	8	0	-1	11%
AG009 / FRAG309	14	12	0	-2	14%
AG010 / FRAG310	14	11	+1	-4	36%
AG011 / FRAG311	20	23	+4	-1	25%
AG012 / FRAG312	29	30	+5	-4	31%
AG013 / FRAG313	21	19	+2	-4	29%
AG014 / FRAG314	6	6	1	-1	33%
AG015 / FRAG315	5	6	1	0	20%
AG018 / FRAG318	3	3	0	0	0%
B2G016 / FRB2G316	8	7	0	-1	13%
B2G017	0	0	0	0	
double rattachement	5	2			
total :	232	237			

Tableau 7 : Evolution du rattachement des qualitomètres par masse d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie (« gain » nombre de qualitomètres nouvellement rattachés ; « perte » nombre de qualitomètres qui ne sont plus rattachés ; « importance du changement » égale à la somme de « gain » et « perte » rapportée au nombre de qualitomètres représentatifs en janvier 2017).

La masse d'eau souterraine FRAG315, les calcaires carbonifères de Roubaix-Tourcoing, n'est pas affectée par une évolution du référentiel des qualitomètres représentatifs de la masse d'eau souterraine entre janvier 2017 et novembre 2018.

Pour toutes les autres masses d'eau souterraine, des changements sont observés. Les plus significatifs concernent la masse d'eau souterraine FRAG307, la craie du Valenciennois, où 10 qualitomètres sont nouvellement rattachés et 6 qualitomètres sont écartés par rapport à janvier 2017, ce qui représente plus de 50 % de changement entre janvier 2017 et novembre 2018.

L'évolution, entre janvier 2017 et novembre 2018, du lien point d'eau – masse d'eau des qualitomètres du bassin Artois-Picardie va avoir un impact sur la statistique descriptive des masses d'eau souterraine basée sur les données qualité des qualitomètres rattachés aux masses d'eau souterraine. Le changement de rattachement implique un changement du jeu de données pour établir ces statistiques à l'échelle de la masse d'eau souterraine principalement.

Référentiel hydrogéologique BDLISA

Le référentiel hydrogéologique BDLISA évolue entre les deux études (version 1, 2015 – version 2, 2018), de même que le rattachement de certains points d'eau aux différentes entités BDLISA qui constituent le référentiel.

Les changements apparaissent conséquents : 191 piézomètres changent d'entité BDLISA de rattachement sur 241, et 1076 qualitomètres sur 1386 changent également d'entité BDLISA, ce qui représente près de 80 % des points d'eau.

La généalogie de la BDLISA, entre les versions 1 et 2, nous indique que les changements majeurs concernent principalement la craie du Séno-Turonien. Dans la version 1, la craie du Séno-Turonien (niveau 3, échelle locale) est représentée par deux entités : 121AT01 (ordre absolu 18800) et 121AT30 (ordre absolu 19000).

Pour précision, l'ordre absolu (attribut de la BDLISA, niveau 3, échelle locale) permet de connaître l'empilement géométrique des horizons. L'ordre absolu croît de la surface vers la profondeur. L'exemple précédent de la craie du Séno-Turonien indique que l'entité BDLISA 121AT01 d'ordre absolu 18800 vient se superposer au-dessus de l'entité BDLISA 121AT30 d'ordre absolu 19000.

En 2018, dans la version 2 du référentiel BDLISA, les entités 121AT01 (la craie du Séno-Turonien) et 121AT30 (les craies marneuses et marnes de teinte bleue ("Dièves bleues")) n'existent plus. Elles sont remplacées, à l'ordre absolu 18800, par la création de quatre entités qui décrivent la craie du Séno-Turonien sur la bassin Artois-Picardie (Figure 21):

- 121BB01 - bassin versant de la Somme,
- 121BC01 - bassin versant de l'Authie et de la Canche,
- 121BD01 - bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord,
- 121BE01 - partie sous recouvrement des Flandres.

De la même manière, à l'ordre absolu 19000, l'entité BDLISA 121AT30, craies marneuses et Marnes de teinte bleue ("Dièves bleues") dans le bassin Artois-Picardie, est supprimée et remplacée par 4 entités distinctes (Figure 22) :

- 121BB30 - bassin versant de la Somme,
- 121BC30 - bassins versants de l'Authie et de la Canche,
- 121BD30 - bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord,
- 121BE30 - partie sous recouvrement des Flandres.

Cette évolution majeure compte pour 1 000 qualitomètres (sur 1 076 constatés) dans les changements de rattachement BDLISA et pour 165 piézomètres (sur 191 constatés) dans les changements de rattachement BDLISA.

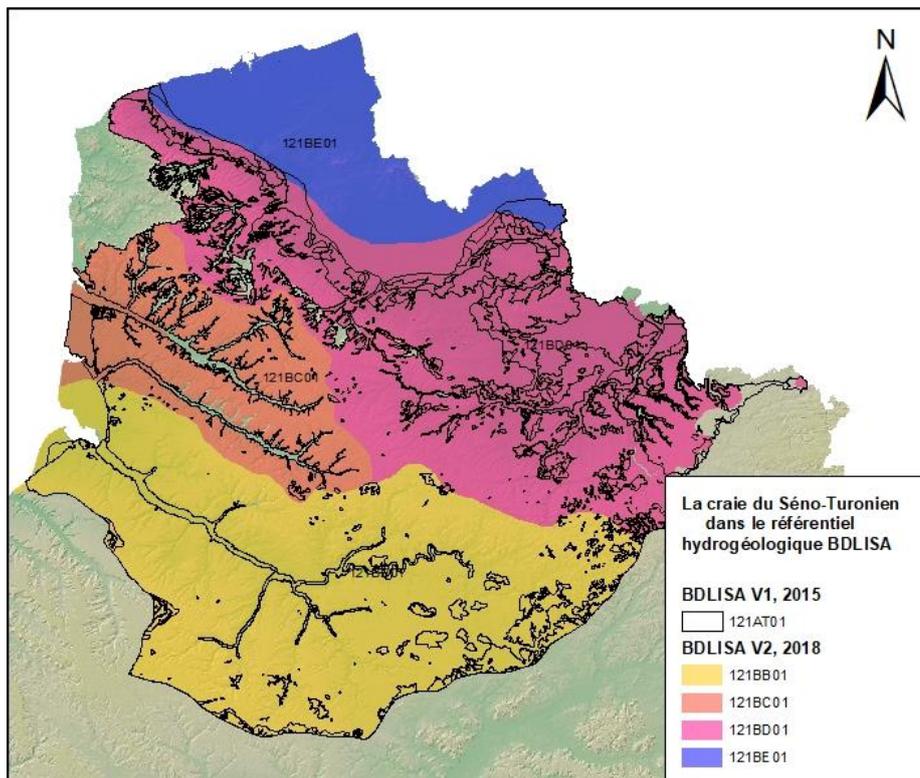


Figure 21 : Craie du Séno-Turonien, référentiel BDLISA version 1 (2015) et version 2 (2018).

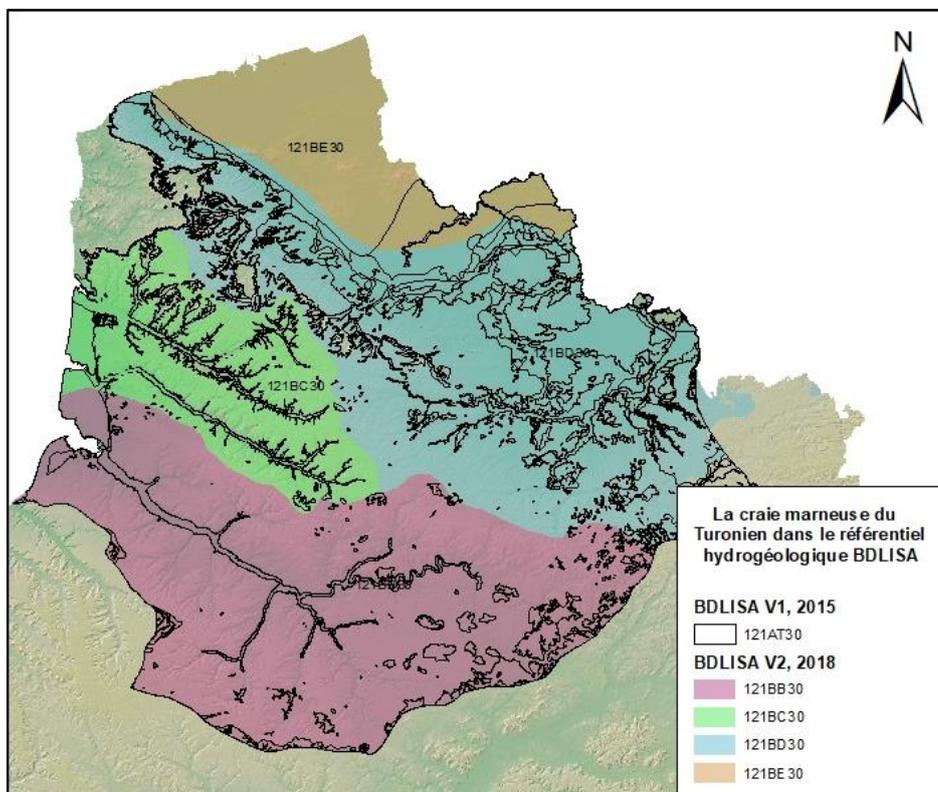


Figure 22 : Craie marneuse du Turonien, référentiel BDLISA version 1 (2015) et version 2 (2018).

Inertie de la nappe

L'analyse des variogrammes des chroniques d'évolution des niveaux piézométriques du bassin Artois-Picardie avait été faite pour tous les piézomètres du bassin Artois-Picardie dont les chroniques piézométriques le permettaient. Au cours de l'étude 2017 (Auterives et al., 2017), 146 variogrammes ont pu être calculés et interprétés selon une typologie en 4 classes de comportement hydrodynamique (Figure 23) :

- Classe 1 : piézomètres dont les niveaux piézométriques fluctuent selon un double cycle périodique court terme (< 1 an) et long terme (> 6 ans), les cycles à long terme représentant une amplitude de variation plus importante que les cycles à courte période ;
- Classe 2 : piézomètres dont les fluctuations piézométriques réagissent avec beaucoup d'inertie selon des cycles périodiques pluriannuels supérieurs à 6 ans ;
- Classe 3 : piézomètres dont les niveaux piézométriques fluctuent selon un double cycle périodique court terme (< 1 an) et long terme (> 6 ans), les cycles à court terme représentant une amplitude de variation plus importante que les cycles à longue période ;
- Classe 4 : piézomètres à fluctuations piézométriques saisonnières annuelles.

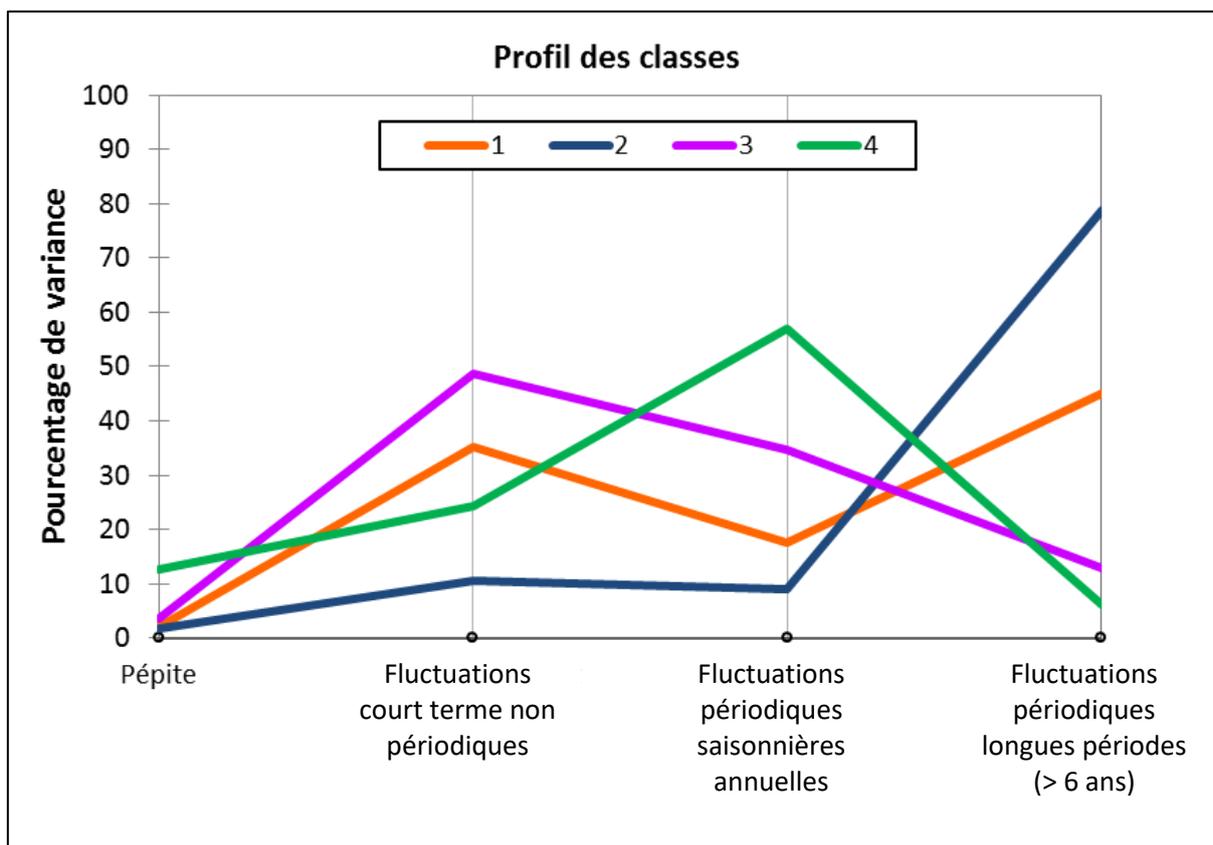


Figure 23 : Profil des classes de comportement hydrodynamique définies par classification ascendante hiérarchique sur les 4 composantes des variogrammes théoriques (Auterives et al., 2017).

L'interprétation par piézomètre ne change pas, ce qui peut changer c'est l'interprétation à l'échelle d'une masse d'eau souterraine quand les piézomètres concernés changent de masse d'eau souterraine. Sur 146 variogrammes calculés et interprétés au cours de l'étude précédente, vingt-

deux piézomètres sont concernés par un changement de masse d'eau souterraine sur 13 masses d'eau souterraine : FRAG301, FRAG303, FRAG304, FRAG305, FRAG306, FRAG308, FRAG309, FRAG310, FRAG311, FRAG312, FRAG313, FRAG314 et FRB2G016.

Il n'y a pas de changement pour les autres masses d'eau souterraine : FRAG302, FRAG307, FRAG315 et FRAG318.

Relation nappe - rivière

Les relations nappe – rivière aux points d'eau sont issus de travaux antérieurs (Brugeron et al., 2012). Les relations nappe – rivière sont caractérisées au droit des piézomètres par une analyse géomatique des niveaux d'eau (données ADES du 16 mars 2012, chroniques d'au moins 5 ans avec au moins 50 mesures par an).

Sur 166 piézomètres où cette interprétation des relations nappe – rivière a été possible (Brugeron et al., 2012), 26 d'entre eux changent de masse d'eau souterraine. Ces changements concernent les masses d'eau souterraine : FRAG301, FRAG303, FRAG304, FRAG305, FRAG306, FRAG308, FRAG309, FRAG310, FRAG311, FRAG312, FRAG313, FRAG318, FRB2G316.

Les autres masses d'eau souterraine (FRAG302, FRAG307, FRAG314, FRAG315) ne sont pas affectées.

Analyse statistique de la qualité des eaux souterraines

L'analyse de l'évolution du lien point d'eau – masse d'eau des qualitomètres du bassin Artois-Picardie (cf. Tableau 7) a montré que 169 qualitomètres changent de masse d'eau souterraine ce qui va avoir un impact sur l'analyse statistique de toutes les masses d'eau souterraine à l'exception de FRAG015 et FRAG018.

Deux qualitomètres RCS changent de masse d'eau souterraine :

- 00215X0187/PZAE, anciennement rattaché à FRAG006 et dorénavant rattaché à FRAG318 ;
- 00358X0002/P2, anciennement rattaché à FRAG012 et dorénavant rattaché à FRAG306.

Deux qualitomètres RCS changent de masse d'eau souterraine et quittent le bassin Artois-Picardie au profit du bassin Seine-Normandie :

- 00501X0038/HY et 00501X0045/S, anciennement rattachés à FRB2G017, masse d'eau souterraine qui ne fait plus partie du référentiel EDL 2019 des masses d'eau souterraine.

Les critères de sélection n'ont pas été modifiés :

- 8 paramètres sélectionnés : atrazine, atrazine déséthyl, nitrate, glyphosate, bentazone, bore, sélénium et tétrachloroéthylène ;
- période du 01/01/2007 au 31/12/2012.

Les données ont été téléchargées *via* le portail d'accès aux données sur les eaux souterraines ADES (<http://www.adès.eaufrance.fr/>) en juillet 2018 et constituent un jeu de 38 080 analyses.

Pour chaque jeu de données, sont calculées les statistiques de la population constituée. Les résultats sont représentés sous forme de boîte à moustache (Figure 24). La comparaison des différentes boîtes à moustaches – « population à l'échelle de la masse d'eau », tous points confondus hors RCS, et « échantillon à l'échelle de chaque point du RCS » – est réalisée pour chaque paramètre grâce au test de Kruskal-Wallis. Cette méthode permet de détecter les points du RCS dont les concentrations en un ou plusieurs paramètres sont significativement différentes de ce qui est observé à l'échelle globale de la masse d'eau. Les différentes populations sont classées en groupes homogènes d'un point de vue des caractéristiques statistiques grâce au test de Conover/Iman.

Pour chacune des figures présentées, pour chaque masse d'eau souterraine, l'ensemble des mesures réalisées dans les qualitomètres non-RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualitomètres non-RCS. La barre noire indiquera la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05)

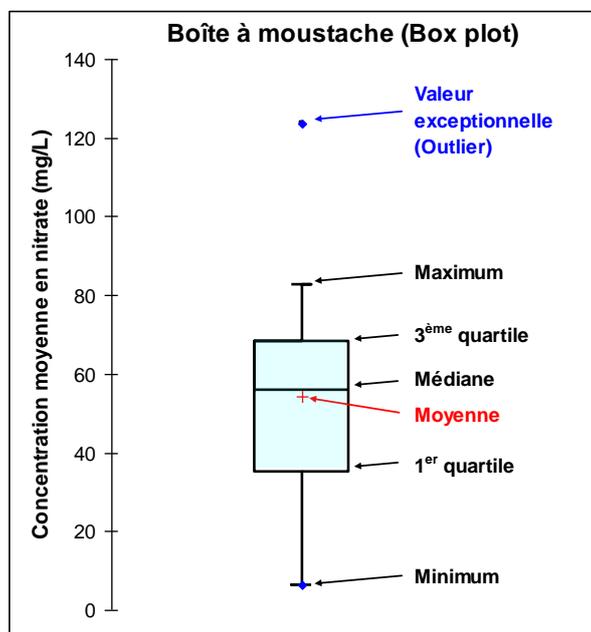


Figure 24 : Aide à la lecture d'un diagramme théorique boîte à moustache (box plot).

Tendances d'évolution des concentrations en nitrate

Les résultats de l'analyse des tendances d'évolution temporelles des concentrations en nitrate des eaux souterraines du bassin Artois-Picardie réalisée avec l'outil HYPE (Croiset et Lopez, 2013) sont repris. L'analyse de tendance à l'échelle du qualitomètre ne change pas. Le changement de rattachement point d'eau – masse d'eau des qualitomètres, par contre, peut influencer l'interprétation à l'échelle de la masse d'eau souterraine. Sur 958 qualitomètres avec des données nitrate, 95 sont concernées par un changement de masse d'eau souterraine. Toutes les masses d'eau souterraine sont concernées à l'exception des masses d'eau souterraine FRAG302, FRAG314 et FRAG315.

7.2. AG301, CRAIE DE L'AUDOMAROIS

Évolution du réseau de surveillance

L'évolution de la délimitation de la masse d'eau souterraine FRAG301, la craie de l'Audomarois (référentiel EDL 2019) entraîne une modification des rattachements points d'eau – masse d'eau de 2 piézomètres et 9 qualitomètres. Ces changements concernent (Figure 25) :

- 8 points d'eau qui sont nouvellement rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG301,
- 4 points d'eau qui sont plus rattachés,
- 92 points d'eau qui restent rattachés à FRAG301.

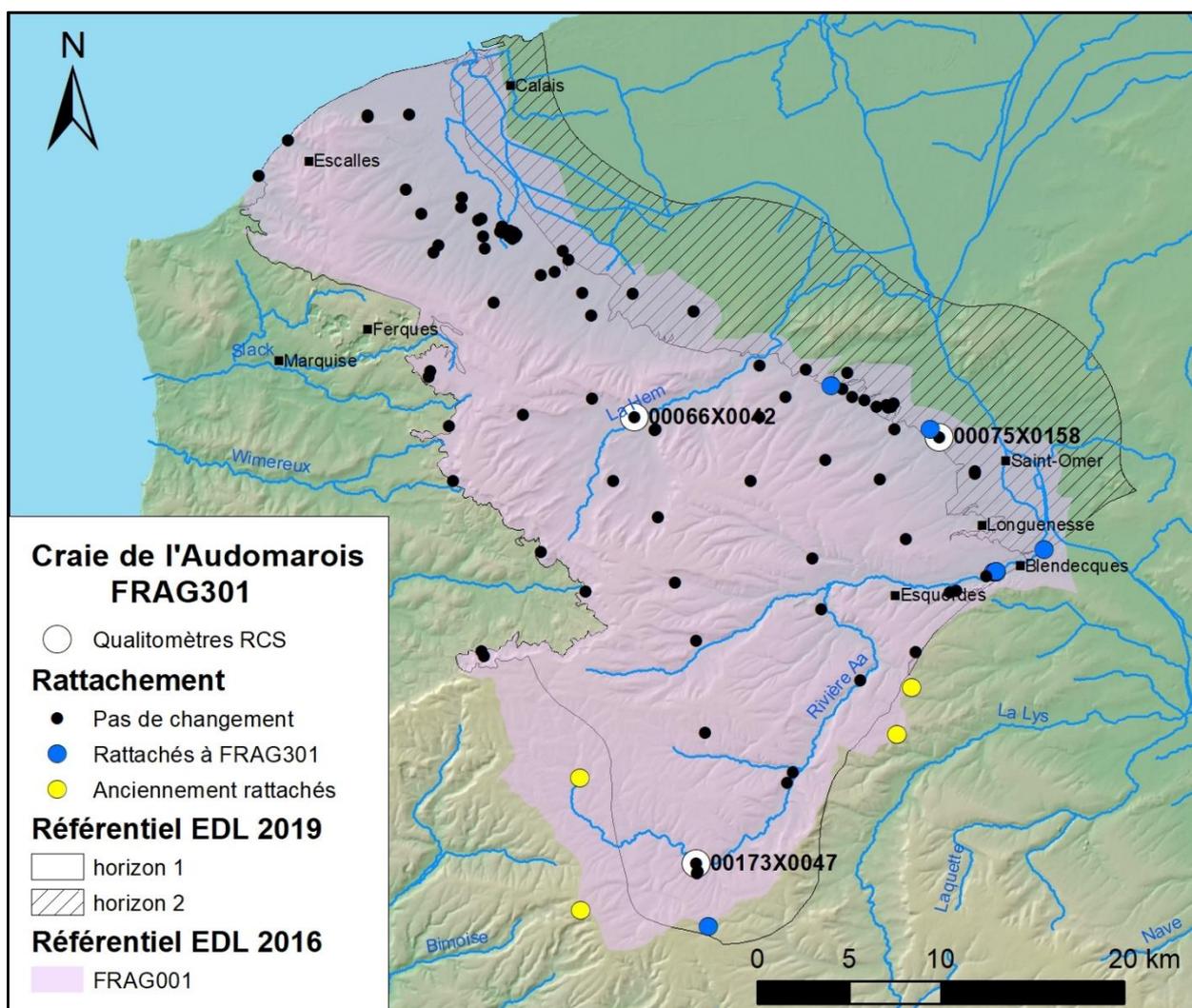


Figure 25 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG301, la craie de l'Audomarois (référentiel EDL 2019).

BDLISA

Au droit de la masse d'eau souterraine, l'aquifère de la craie du Séno-Turonien est décrit par les entités hydrogéologiques aquifères 121BD et 121BE du référentiel BDLISA (Figure 26) :

- 121BD - craie du Séno-Turonien des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord,
- 121BE - craie du Séno-Turonien sous recouvrement des Flandres.

L'aquifère de la craie repose sur les marnes bleues (dièves bleues) du Turonien moyen et marnes vertes (dièves vertes) du Turonien inférieur (entité 121BA01) et sur les marnes (dièves blanches) du Cénomaniens sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois (123AK05). Ces 2 entités hydrogéologiques forment un horizon imperméable qui n'est pas présent sur l'entièreté de l'emprise de la masse d'eau souterraine. Aquifère de la craie et aquifère du Cénomaniens sont en continuité hydraulique :

- 123AK03 - craie et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois (Figure 27).

Les entités BDLISA aquifères constitutives de la masse d'eau souterraine sont :

❖ Entité 121BD	65%
❖ Entité 121BE	15%
❖ Entité 123AK03	20%

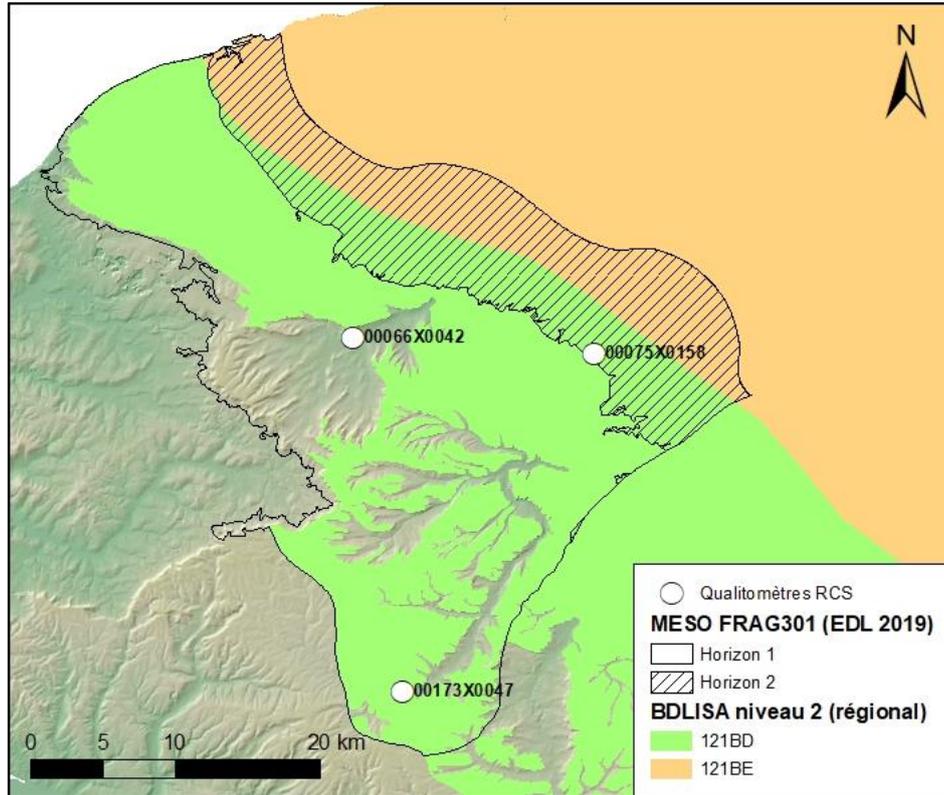


Figure 26 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur, partie sous recouvrement des Flandres (121BE) et des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (121BD) au droit de la masse d'eau FRAG301.

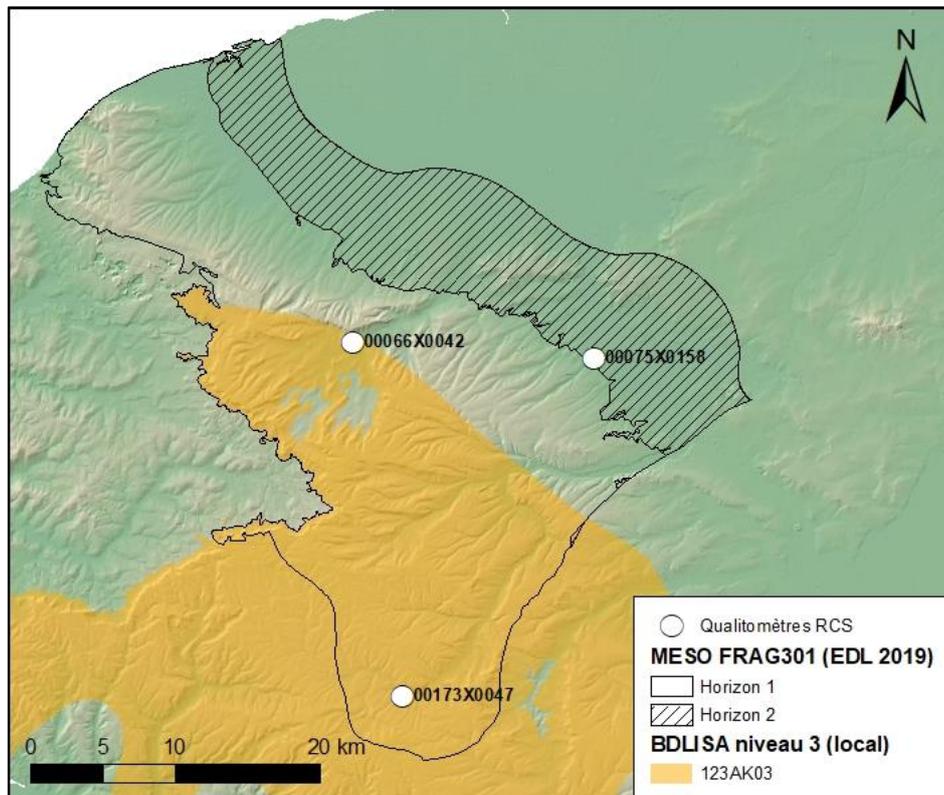


Figure 27 : Craie et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois (123AK03).

Inertie de la nappe

Les changements dans le lien point d'eau masse d'eau ne modifient pas l'interprétation de l'inertie de la nappe de la masse d'eau FRAG301 est la même (Figure 28) :

❖ Double cycle, long terme prépondérant	50 %
❖ Double cycle, court terme prépondérant	50 %

Relation nappe – rivière

Concernant les relations nappe – rivière (Brugeron et al., 2012, Figure 29), bien qu'il y ait de nouveaux piézomètres rattachés à la masse d'eau souterraine, l'interprétation générale à l'échelle de la masse d'eau souterraine ne change pas : la nappe captée alimente le cours d'eau (5 piézomètres) et une absence de relation nappe – rivière (6 piézomètres). Les requêtes associées restent inchangées.

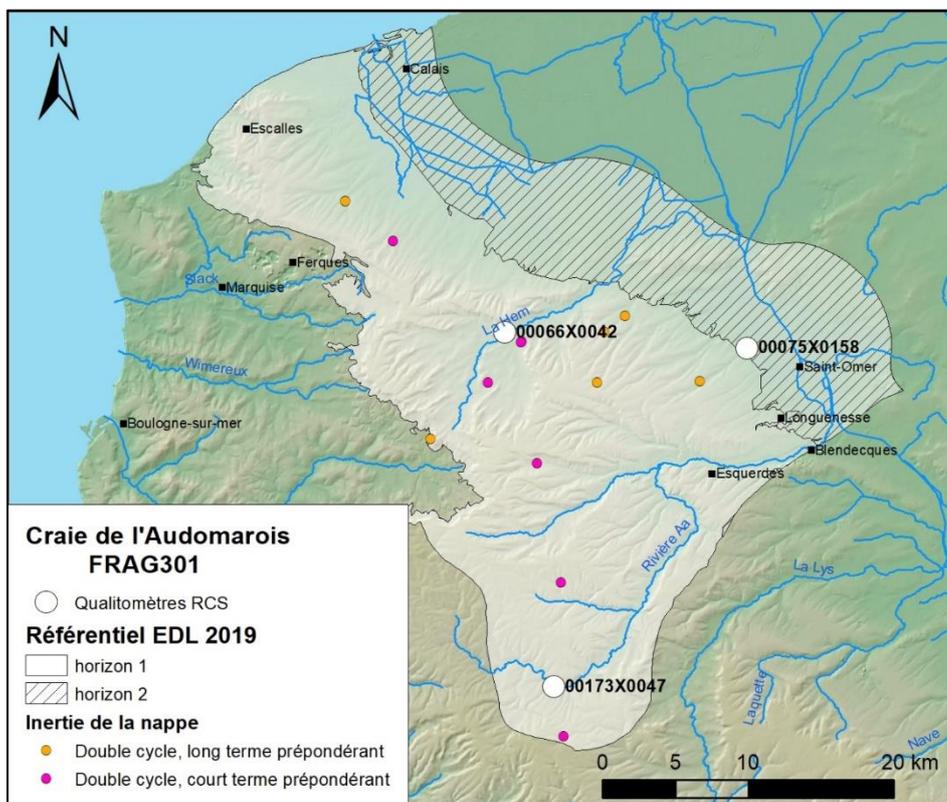


Figure 28 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG301.

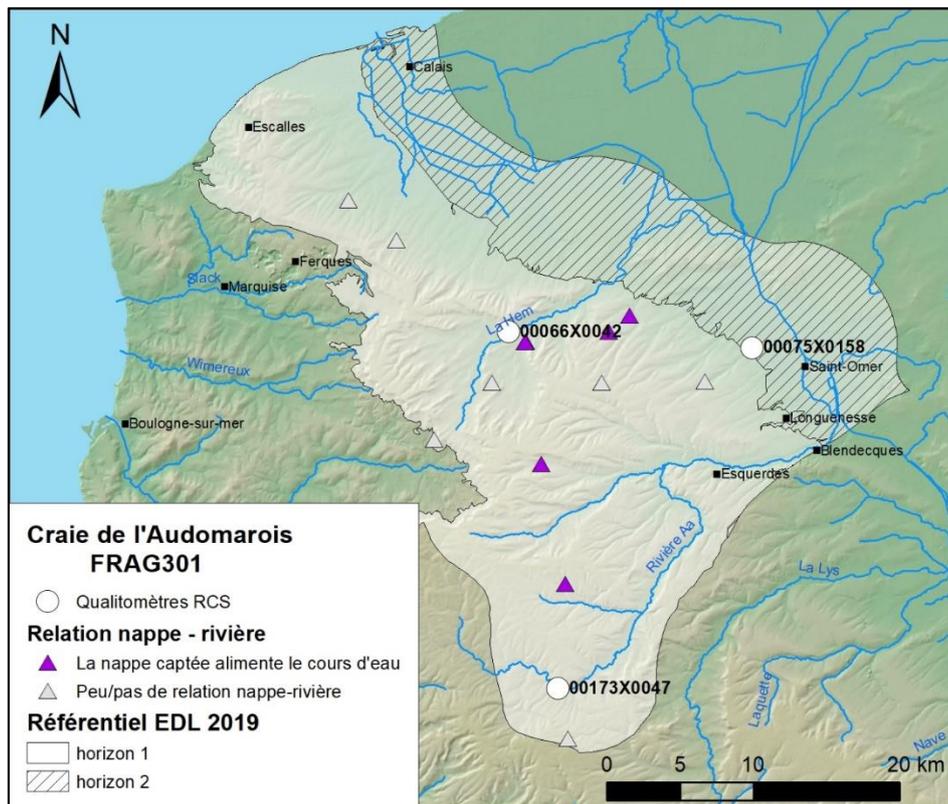


Figure 29 : Relations nappe-rivière aux points d'eau (Brugeron et al. 2012).

Qualité des eaux souterraines

• Analyse statistique

L'évolution du référentiel point d'eau – masse d'eau ajoute sept nouveaux qualitomètres à la masse d'eau souterraine FRAG301 et en écarte deux, ce qui modifie le jeu de données de la comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine déséthyl, bore, tétrachloroéthylène, sélénium, glyphosate et bentazone des qualitomètres RCS et non-RCS (Figure 30).

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 79 pour le sélénium et le bentazone, 82 pour les six autres paramètres.

Pour le nitrate, les résultats sont similaires à l'étude précédente. Le qualitomètre 00066X0042/SO affiche les concentrations les plus élevées et le qualitomètre 00173X0047/SO les concentrations les plus faibles. La comparaison des boîtes à moustaches selon le test de Conover/Iman conduit aux mêmes résultats : les 2 qualitomètres 00075X0158/F15 et 00173X0047/SO sont bien représentatifs de l'ensemble des qualitomètres non-RCS de cette masse d'eau. Le qualitomètre 00066X0042/SO mesure des concentrations en nitrate plus élevées que le reste de la masse d'eau souterraine FRAG301.

Pour le bore, la comparaison des boîtes à moustache conduit aux mêmes résultats : le qualitomètre 00075X0158/F15 est bien représentatif des qualitomètres non-RCS. Le qualitomètre 00066X0042/SO l'est également. Le qualitomètre 00173X0047/SO mesure des concentrations

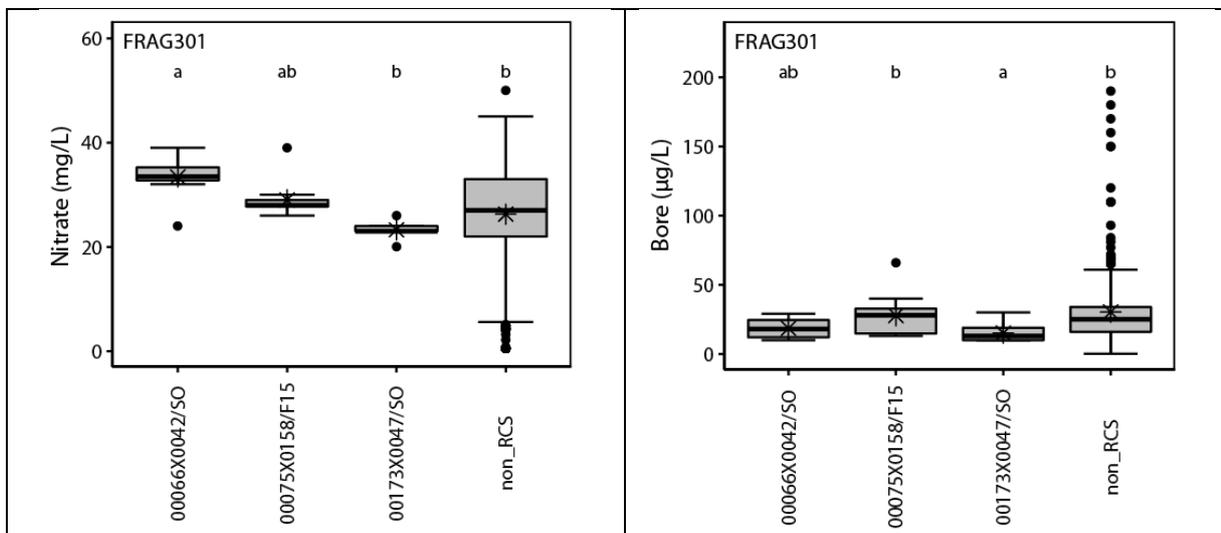
statistiquement inférieures au reste de la masse d'eau souterraine. Il apparait également que les points nouvellement rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG301 augmentent la gamme des concentrations en bore. Les concentrations peuvent atteindre près de 200 µg/l ce qui n'était pas le cas lors de l'étude précédente (maximum observé < 60 µg/l).

Pour l'atrazine, les différences statistiques observées entre les qualimètres s'accroissent. Les qualimètres 00066X0042/SO et 00173X0047/SO sont comparables avec des concentrations plus élevées. Le qualimètre 00075X0158/F15 mesure des concentrations inférieures à la limite de quantification. Les qualimètres non-RCS mesurent des concentrations statistiquement différentes des qualimètres RCS. Les conclusions sont similaires à l'étude précédente, les différences observées s'accroissent.

Pour l'atrazine déséthyl, plutôt que 3 groupes, seuls 2 sont identifiés. Les deux qualimètres RCS, 00066X0042/SO et 00173X0047/SO, sont comparables (profil a) avec des concentrations plus élevées que le qualimètre RCS 00075X0047/SO et le groupe des qualimètres non-RCS (profil b) mesurant des concentrations moins élevées.

Pour le tétrachloroéthylène, le bentazone, le glyphosate et le sélénium, les mesures inférieures aux limites de quantification ne permettent pas une interprétation pertinente des résultats.

Le qualimètre 00066X0042/SO à Clerques, sur l'analyse des données qualité, reste atypique avec des concentrations en nitrate, atrazine et atrazine déséthyl élevées par rapport au reste de la masse d'eau. Ce qualimètre RCS n'apparait pas représentatif de l'état général de la masse d'eau.



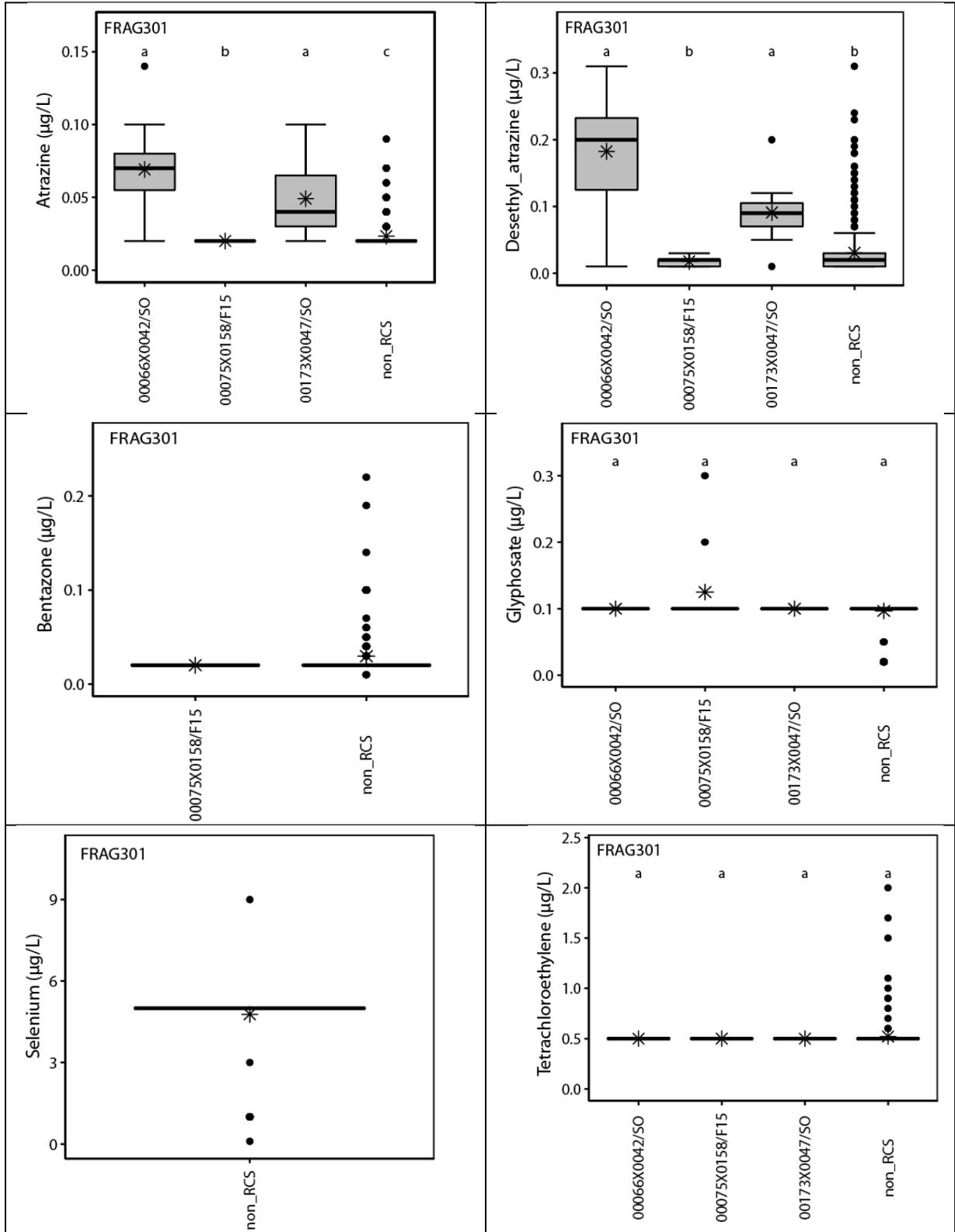


Figure 30 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine déséthyl et bore sur les 3 qualimètres RCS et sur l'ensemble des qualimètres non-RCS de la masse d'eau souterraine par le test de Conover-Iman.

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualitomètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualitomètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05)

- **Tendance d'évolution des concentrations en nitrate**

L'analyse des tendances d'évolution des concentrations en nitrate conduit aux mêmes conclusions (Figure 31) :

- Une tendance à la hausse des concentrations observée sur 55 qualitomètres,
- Une tendance à la baisse sur quelques qualitomètres disséminés sur la masse d'eau souterraine (8 qualitomètres),
- Et 13 qualitomètres où aucune tendance n'est détectée.

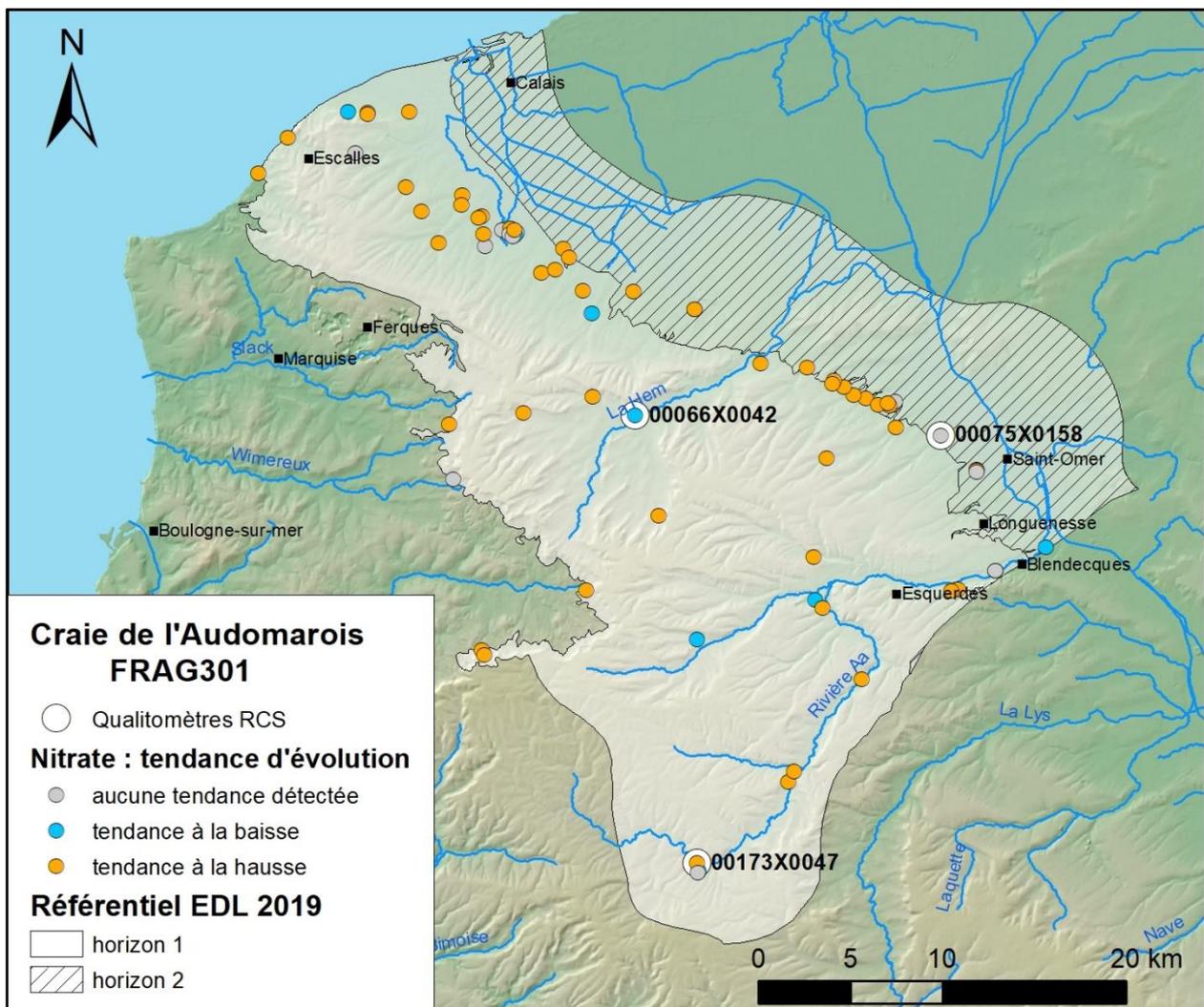


Figure 31 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrate des qualitomètres de la masse d'eau FRAG301.

Représentativité du réseau de surveillance qualité (RCS)

Le réseau de surveillance RCS de suivi de la qualité des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG001 compte les trois mêmes qualimètres :

- 00075X0158/F15 à Tilques (62819)
- 00173X0047/SO à Verchocq (62844)
- 00066X0042/SO à Clerques (62228)

L'évaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS compte tenu des changements constatés par rapport à l'étude précédente ne montre pas de différence significative au point de modifier l'évaluation de la représentativité. Quelques légères différences sur l'analyse des données qualité sont observées mais insuffisantes pour modifier l'interprétation à l'échelle globale de la masse d'eau souterraine.

La différence majeure concerne le référentiel hydrogéologique BDLISA. La partie aquifère de la craie sous recouvrement des Flandres n'est pas représentée. Le qualimètre 00066X0042/SO dans l'entité hydrogéologique 123AK03 (Cénomaniens) est d'un point de vue qualité des eaux souterraines différentes. Ce qualimètre n'est pas dans le même aquifère que les 2 autres qualimètres du RCS. Il est bien représentatif de la masse d'eau souterraine mais seulement de la partie aquifère du Cénomaniens, pas de la masse d'eau dans son ensemble.

Les autres requêtes ne sont pas modifiées par l'évolution des référentiels (BDLISA et masse d'eau souterraine) ou du rattachement point d'eau – masse d'eau.

La représentativité du RCS ne change pas entre les deux études. Un suivi de la partie karstique, de la partie captive et des zones particulières semi-captives améliorerait la représentativité du RCS. Il serait également pertinent d'avoir un suivi du système alluvial de l'Aa.

					Qualitomètres RCS			
					00066X0042 Clerques	00075X0158 Tilques	00173X0047 Verchocq	
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	Entité 121BD	65 %		X	X	
			Entité 121BE	15 %				
			Entité 123AK03	20 %	X			
		Ecoulements souterrains	Nappe libre (= recharge pluviale)		70 %	X		X
			Nappe captive		10 %			
			Milieu semi-captive = conditions redox particulières		10 %			
			Karst, région d'Escalles		10 %			
		Recharge	Recharge pluviale		70 %	X		X
			Recharge par pertes des cours d'eau		29 %	X		
			Recharge par drainance des sables		1 %			
		Comportement hydrodynamique	Double cycle, long terme prépondérant		50 %		X	
			Double cycle, court terme prépondérant		50 %	X		X
		Relation nappe – rivière	La nappe est drainée par le réseau hydrographique		59 %			X
			La nappe est rechargée par le réseau hydrographique		20 %	X		
			Pas de relation nappe – rivière		1 %			
	Système alluvial de la moyenne vallée de l'Aa		10 %					
	Marais de l'Audomarois		10 %		X			
	Contexte de pression	Pressions de prélèvement	Limite de captivité		50 %		X	
			Partie sud-amont		50 %	X	X	
		Occupation du sol	Agricole	Classe 1	25 %	X	X	
				Classe 2	10 %			
				Classe 4	44 %			X
			Industriel		6 %			X
Urbain			10 %	X	X			
Naturel		5 %						

Tableau 8 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG301.

7.3. AG303, CRAIE DE LA VALLEE DE LA DEULE

Évolution du réseau de surveillance

Les travaux de la délimitation des masses d'eau souterraine et les travaux de rattachement point d'eau – masse d'eau ont conduit à des évolutions concernant la masse d'eau FRAG303, la craie de la vallée de la Deûle (Figure 32) :

- 4 points d'eau sont nouvellement rattachés à la masse d'eau FRAG303 ;
- 24 points d'eau initialement rattachés à FRAG003 sont dorénavant rattachés à d'autres masses d'eau souterraine (FRAG304 et FRAG306) compte-tenu de la migration du contour de la masse d'eau FRAG303 (Figure 32) ;
- 186 points d'eau restent inchangés par rapport à l'étude précédente, ils étaient et sont toujours rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG303.

La masse d'eau souterraine FRAG303 compte ainsi 189 points d'eau de suivi.

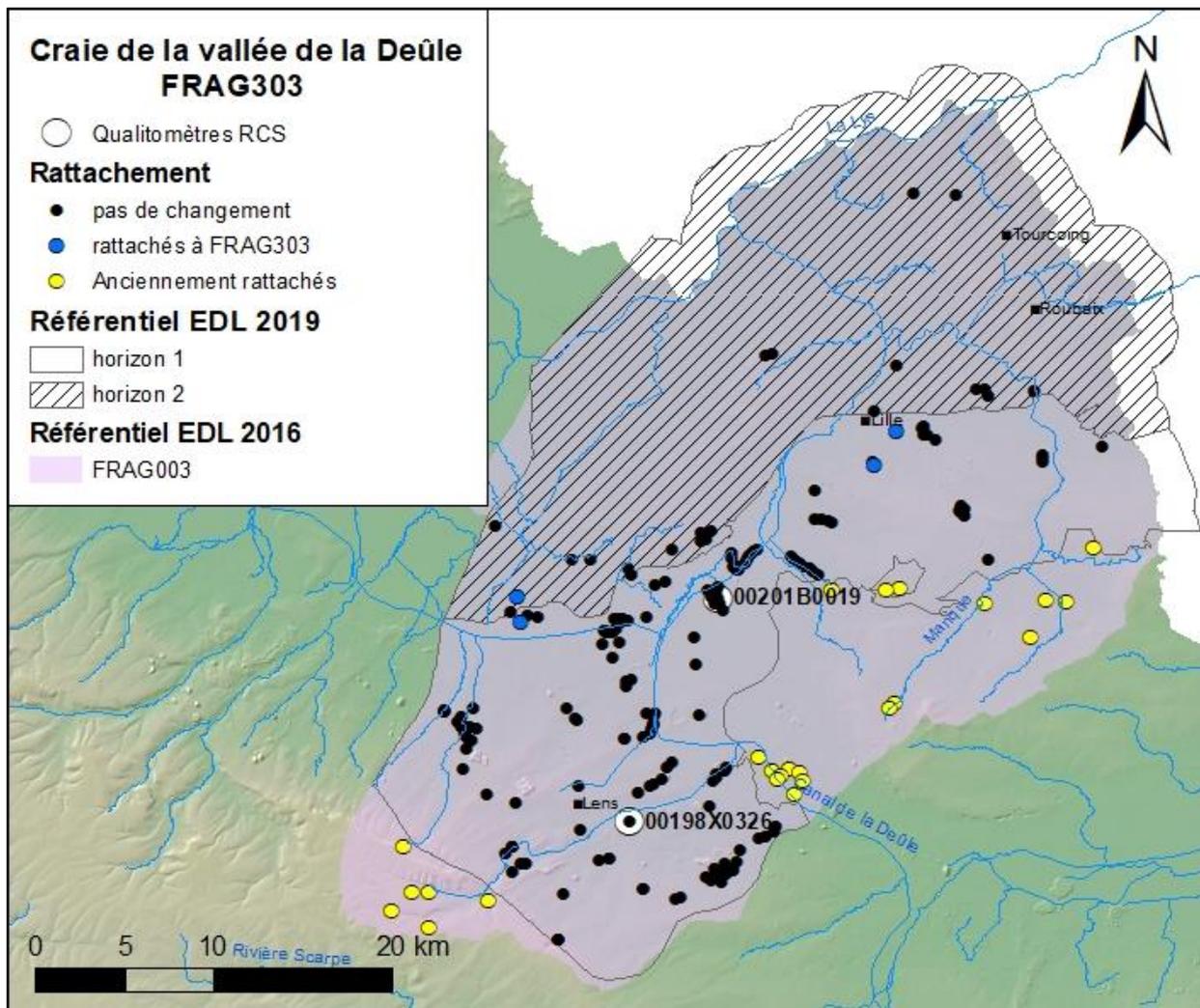


Figure 32 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG303, la craie de la vallée de la Deûle (référentiel EDL 2019).

BDLISA

Dans le référentiel hydrogéologique BDLISA (version 2), l'aquifère de la craie du Séno-Turonien est représenté, au droit de la masse d'eau souterraine, par 2 entités hydrogéologiques aquifères :

- 121BD la craie du Sénonien au Turonien des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord,
- 121BE la craie du Sénonien au Turonien sous recouvrement des Flandres (Figure 33).

❖ 121BD	75 %
❖ 121BE	25 %

Le découpage des entités 121BD et 121BE résulte d'un découpage par bassin versant. Il n'y a pas de différence hydrogéologique entre ces deux entités représentatives de la craie du Séno-Turonien. Une question se pose quant au fait de formuler une requête pour chacune des entités.

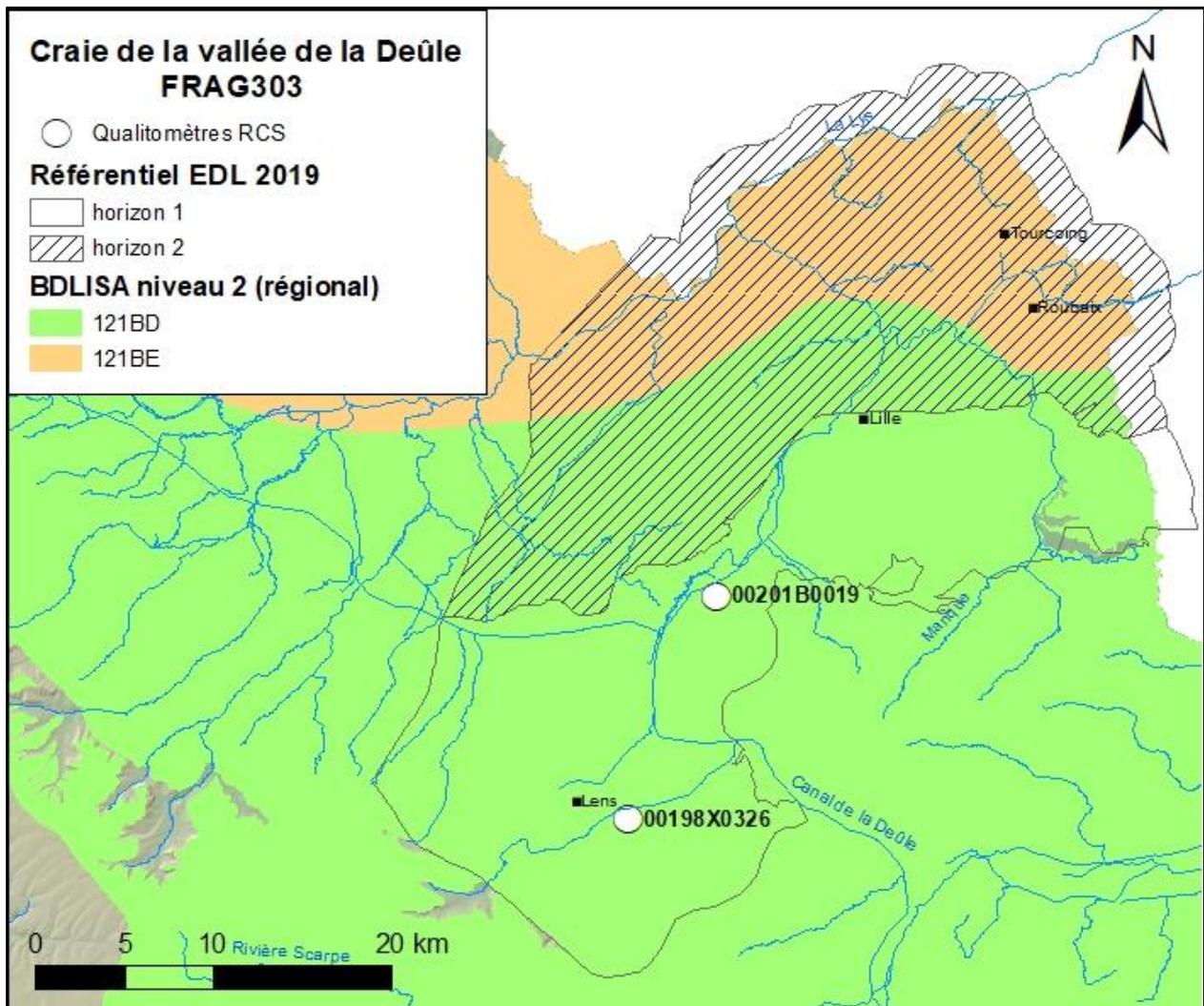


Figure 33 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur, partie sous recouvrement des Flandres (121BE) et des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (121BD) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG303.

Inertie de la nappe

Concernant l'inertie de la nappe, préalablement deux comportements avaient été identifiés :

- Des piézomètres avec une inertie à double cycle, à long terme prépondérant et,
- Des piézomètres à double cycle à court terme prépondérant.

Les nouveaux contours et nouveaux rattachement font que dorénavant, seul du double cycle à court terme prépondérant est identifié sur les tous piézomètres rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG303 dans sa partie libre (horizon 1). Une seule requête sur l'inertie de la nappe est formulée, contrairement à ce qui avait été proposé au cours de la première évaluation de la représentativité.

❖ Double cycle, court terme prépondérant



Figure 34 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG303.

Relations nappe – rivière

Les relations nappe – rivière (Brugeron et al., 2012) témoignent de 12 piézomètres pour lesquels il n’y aurait pas de relation nappe – rivière. Cet état confirme que la majeure partie du réseau hydrographique est déconnectée de la masse d’eau, son rôle en terme d’exutoire de la nappe est relativement peu important. Seules la Marque et la partie amont de la Deûle (Souchez et canal de Lens) seraient en connexion et draineraient la nappe. Les informations disponibles à l’échelle des piézomètres ne permettent pas de confirmer cette description.

Les efforts de surveillance doivent se focaliser sur les zones où eau de surface et eau souterraine interagissent, raison pour laquelle la requête où « la nappe draine les cours d’eau » nous apparaît prioritaire :

❖ La nappe draine les cours d’eau (état modifié)	70 %
❖ Absence de relation nappe – rivière	30 %

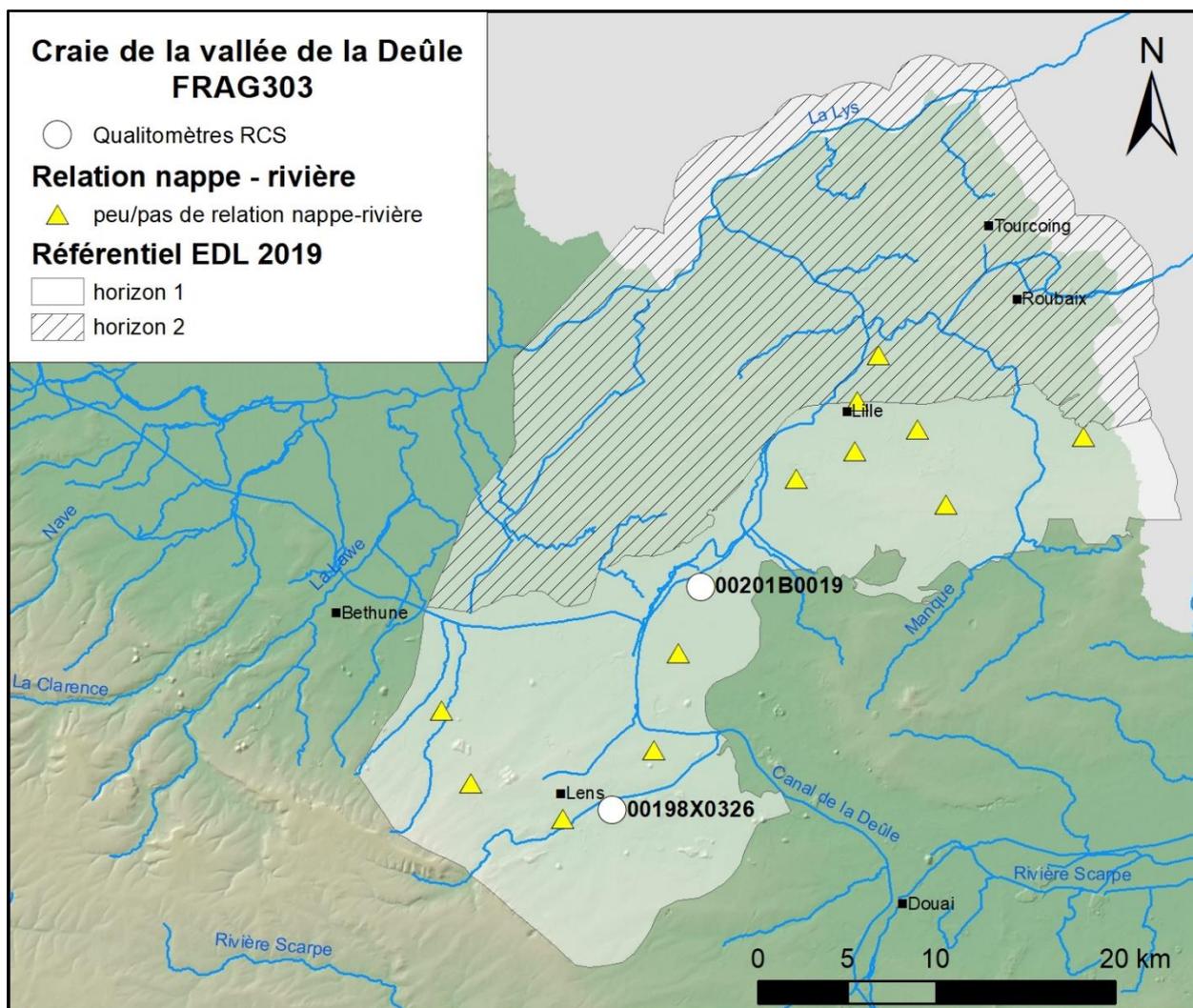


Figure 35 : Relations nappe-rivière aux points d’eau (Brugeron et al., 2012).

Occupation du sol

Les horizons 1 et 2 du référentiel EDL 2019 des masses d'eau souterraine ont été modifiés pour la masse d'eau FRAG303. Cependant la distribution des territoires agricoles, industriels, urbains et naturels n'a pas évolué (Figure 36). Les requêtes liées à l'occupation du sol (CLC2012, OTE) restent inchangées.

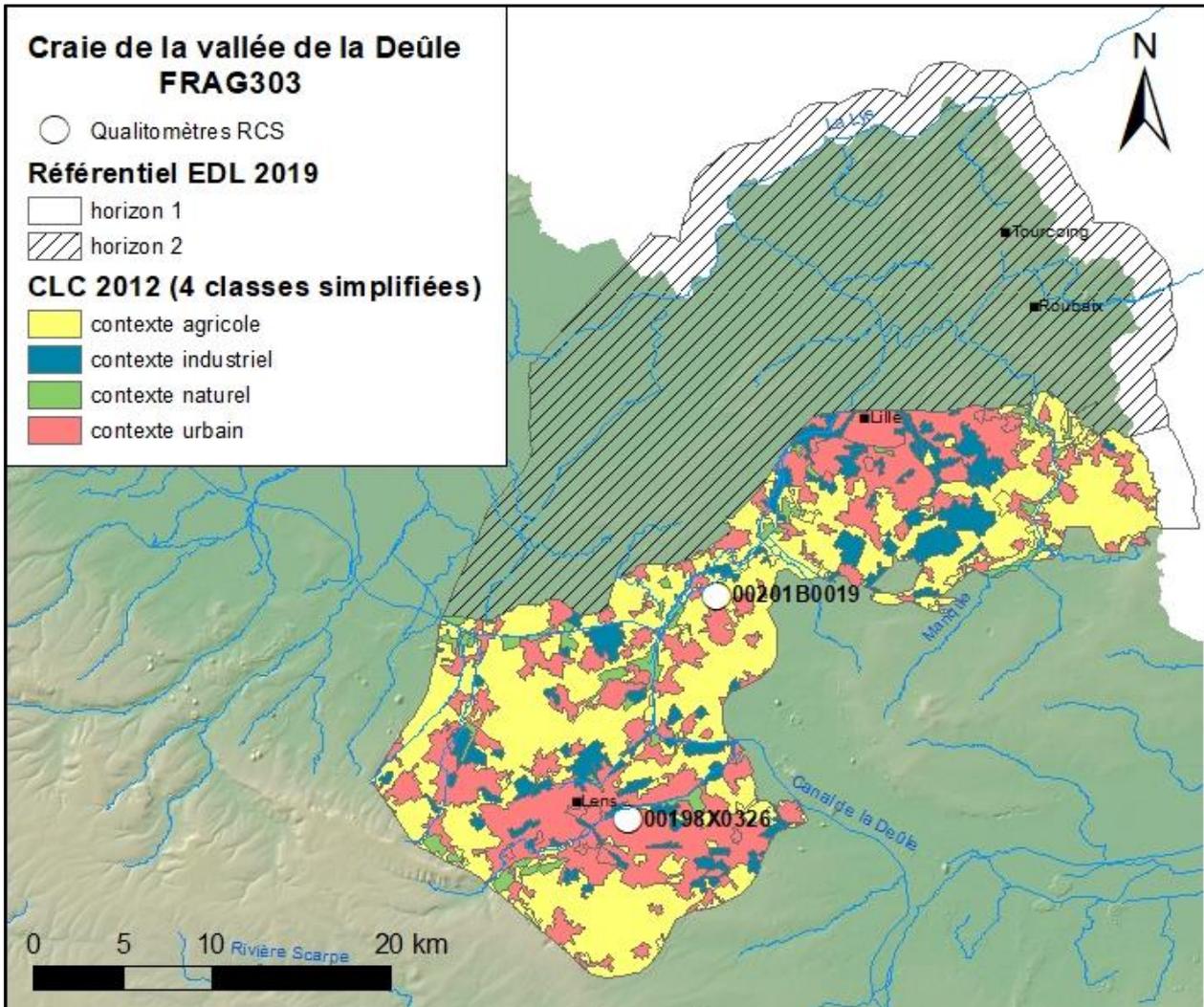


Figure 36 : Couverture Corine Land Cover (2012) simplifiée en 4 classes (AG303, horizon 1).

Qualité des eaux souterraines

• Analyse statistique

L'évolution du référentiel point d'eau – masse d'eau ajoute deux nouveaux qualitomètres et en retire dix-neuf à la masse d'eau souterraine FRAG303 ce qui modifie le jeu de données qualité des eaux souterraines pour la comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des données qualité entre qualitomètres RCS et non-RCS (Figure 37).

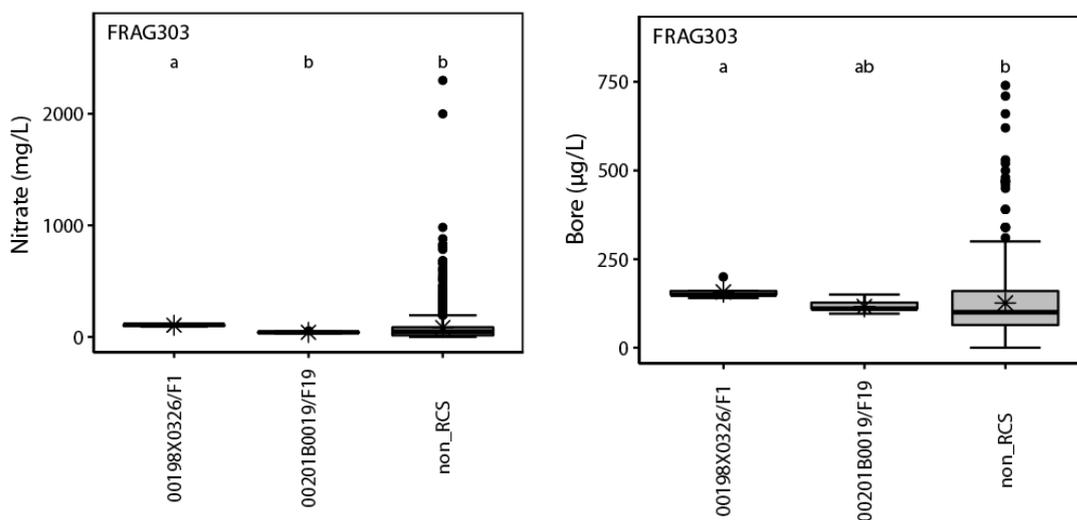
Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 91 pour le bentazone, 92 pour le glyphosate, 101 pour l'atrazine et l'atrazine déséthyl, 105 pour le bore, 107 pour le sélénium, 148 pour le nitrate et 159 pour le tétrachloroéthylène.

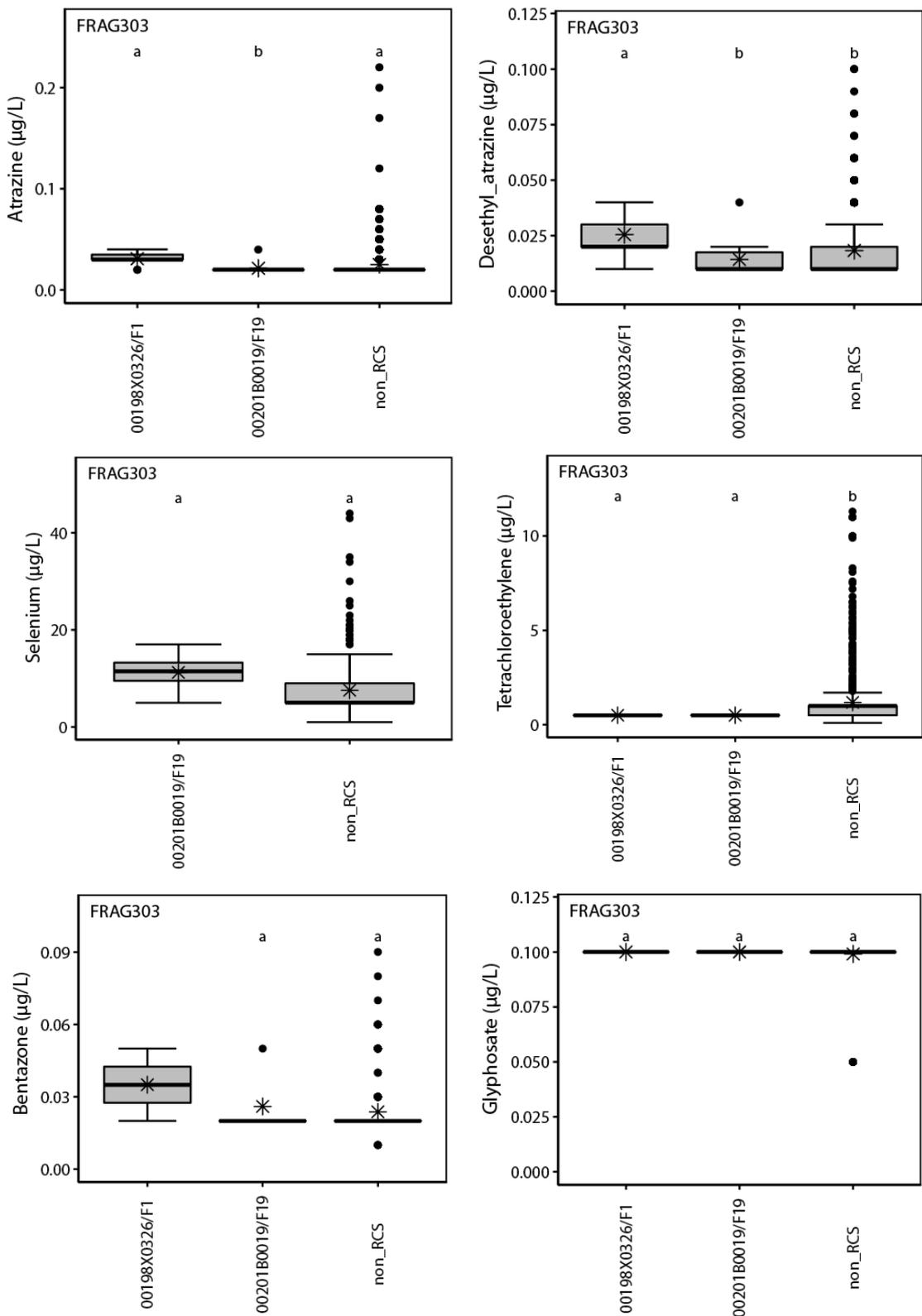
Premier constat, les concentrations maximales atteintes (qualitomètres non-RCS) sont toutes supérieures (à l'exception du glyphosate) à ce qui avaient été mis en évidence lors de la première évaluation. Les nitrates dépassent 2 000 mg/l (on s'interroge sur une éventuelle anomalie dans les données) contre 150 mg/l précédemment, le bore dépasse 700 µg/l (contre 300 µg/l précédemment), l'atrazine 0.2 µg/l alors qu'il ne dépassait pas 0.05 µg/l précédemment, l'atrazine déséthyl atteint la norme de 0.1 µg/l alors qu'elle n'avait pas été dépassé précédemment, le sélénium dépasse les 40 µg/l alors qu'il restait inférieur à 20 µg/l dans l'étude précédente, le tétrachloroéthylène dépasse 10 µg/l (< 2µg/l précédemment) et le bentazone atteint 0.09 µg/l (contre 0.05 µg/l dans l'étude précédente). Ces concentrations maximums plus élevées sont liées aux 4 points nouvellement rattachés à la masse d'eau souterraine. Il serait pertinent de vérifier la validité des données nouvellement intégrées. En effet, des concentrations en nitrate de près de 2 000 mg/l apparaissent au premier abord suspectes.

Cependant les conclusions des tests de Kruskal-Wallis et Conover/Iman quant à la différence statistique des populations des qualitomètres RCS et non-RCS sont les mêmes. Les mêmes profils (a, b, ab) sont retrouvés pour les paramètres nitrate, bore, atrazine, sélénium, tétrachloroéthylène.

Une différence est observée pour l'atrazine déséthyl où le qualitomètre 00201B0019/F19 serait représentatif des qualitomètres non-RCS plutôt que le qualitomètre 00198X0326/F1 comme l'avait montré l'étude précédente.

Pour le bentazone, le nombre de mesures de concentration est insuffisant pour le qualitomètre 00198X0326/F1. L'autre qualitomètre RCS, 00201B0019/F19, montre une population statistique comparable à celle du groupe des qualitomètres non-RCS.





L'ensemble des mesures réalisées dans les qualitomètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualitomètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p-value <0.05).

Figure 37 : Comparaisons des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine déséthyl, bore, sélénium, tétrachloréthylène, bentazone et glyphosate sur les qualitomètres du RCS et sur l'ensemble des qualitomètres de la masse d'eau souterraine non-RCS.

• **Tendance d'évolution des concentrations en nitrate**

Les qualimètres pour lesquels une tendance en nitrate a pu être évalué sont localisés dans l'horizon 1 de la masse d'eau souterraine. Il n'y a pas de qualimètres, pour lesquels une tendance avait été estimée, dans la zone anciennement FRAG003 qui ne fait plus partie de la masse d'eau souterraine (Figure 32). Sur 46 chroniques, 11 n'affichent aucune tendance, 6 témoignent d'une tendance à la baisse, et 29 d'une tendance à la hausse (Figure 38). La distribution est sensiblement la même. Les requêtes et les coefficients de pondération proposés restent inchangés.

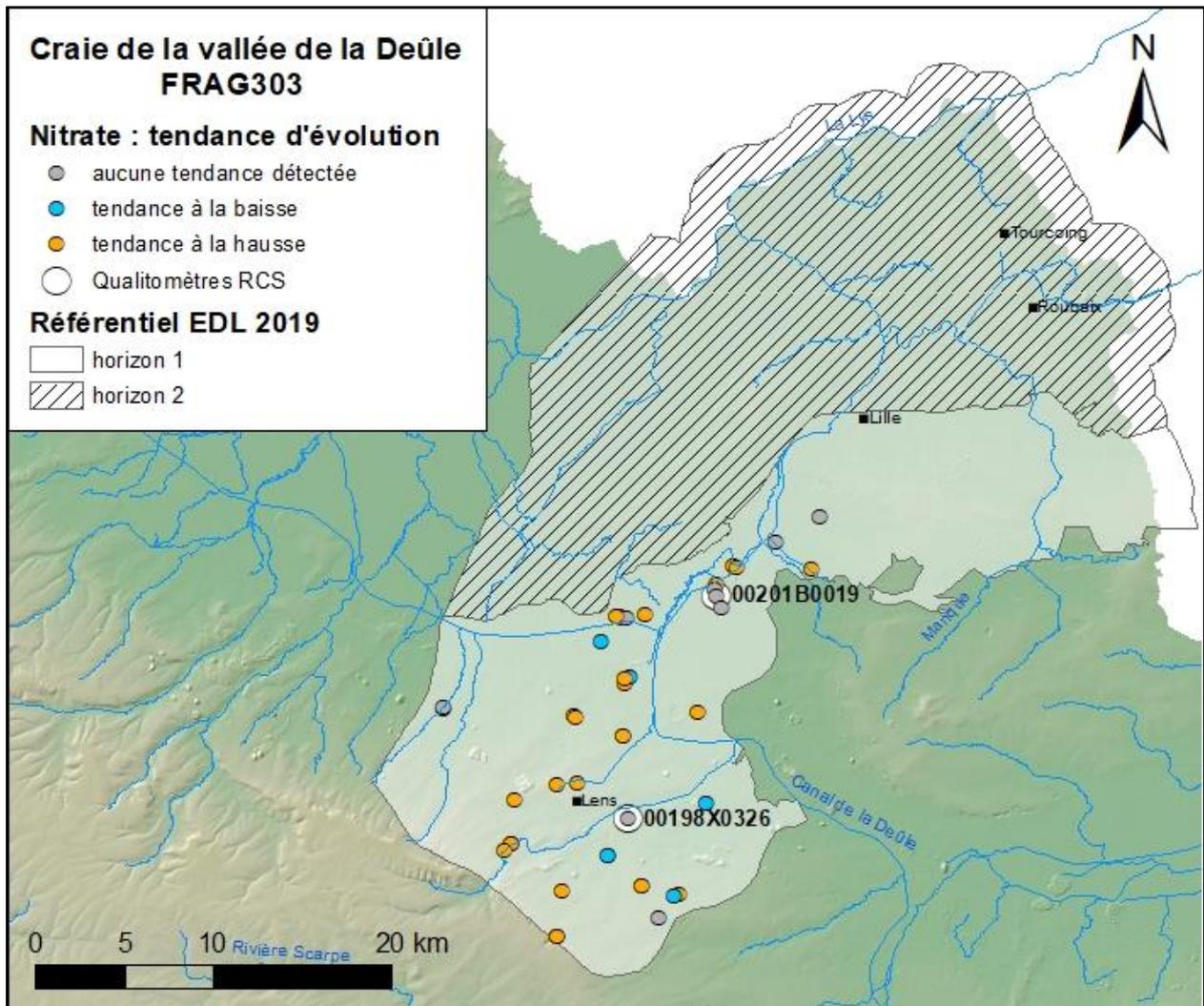


Figure 38 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrates.

Représentativité du réseau de surveillance qualité (RCS)

Le réseau de surveillance qualité de cette même masse d'eau compte les deux mêmes qualimètres RCS :

- 00198X0326/F1 à Noyelles-sous-Lens (62628)
- 00201B0019/F19 à Annoeullin (59011)

Les modifications sur l'évaluation de la représentativité du RCS concerne le référentiel BDLISA qui évolue dans sa description de la craie du Sénonien au Turonien et l'inertie de la nappe où finalement un seul comportement a été identifié sur les chroniques des piézomètres rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG303. Cette évolution va dans le sens de la définition des masses d'eau souterraine selon la DCE qui correspond à une portion d'aquifère homogène.

Le tableau ci-après correspond à l'évaluation de la représentativité du RCS selon les évolutions des référentiels masse d'eau, BDLISA et du lien point d'eau – masse d'eau.

Le nombre total de requêtes diminue (requête BDLISA, requête nappe – rivière) mais le nombre de requêtes validées reste le même. La représentativité du RCS, en améliorant la description de la masse d'eau souterraine, s'améliore.

Concernant les entités BDLISA de l'aquifère de la craie, la question se pose de les distinguer d'un point de vue requête et représentativité. En effet le découpage repose sur une limite de bassin versant. Il n'y a pas de différence hydrogéologique entre les entités.

Pour améliorer la représentativité du RCS de façon significative, un suivi de la nappe captive, des relations nappe – rivière où la nappe captée draine le cours d'eau et des tendances d'évolution à la hausse serait à privilégier.

						Qualitomètres RCS	
						00198X0326/F1 Noyelles-sous-Lens	00201B0019/F19 Annoeullin
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	Entité 121BD	75 %	X	X	
			Entité 121BE	25 %			
		Ecoulements souterrains	Nappe libre = recharge pluviale		50 %	X	X
			Nappe captive		40 %		
			Milieu semi-captive = conditions redox particulières		10 %		
		Recharge	Recharge pluviale (↔ nappe libre)		80 %	X	X
			Par perte de la Deûle (↔ Nappe draine la rivière)		10 %		
			Par déversement des sables d'Ostricourt		10 %		
		Inertie de la nappe	Double cycle, court terme prépondérant		75 %		X
		Relation nappe-rivière	La nappe captée draine le cours d'eau		70 %		
	Pas d'interaction nappe-rivière		20 %	X	X		
	Contexte de pression	Pression de prélèvement	Seuil du Mélançois		25 %		
			Zone centrale		25 %		X
			Zone nord/nord-ouest – faible pression		25 %		
			Zone amont		25 %	X	
		Occupation du sol	Contexte agricole	Classe 1	25 %		X
				Classe 2	15 %		
				Classe 3	10 %		
			Contexte urbain		30 %	X	
		Contexte industriel		15 %	X		
Contexte naturel		5 %					
Tendance d'évolution des nitrates	A la hausse		70 %				
	Pas de tendance significative		20 %	X	X		
	A la baisse		10 %				
Fond géochimique	Elevé en nickel en bordure de la craie sous recouvrement tertiaire						

Tableau 9 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG303.

7.4. AG304, CRAIE DE L'ARTOIS ET DE LA VALLEE DE LA LYS

Évolution du réseau de surveillance

Les changements dans les rattachements point d'eau – masse de la masse d'eau souterraine FRAG304, la craie de l'Artois et de la vallée de la Lys, concernent (Figure 39) :

- 3 points d'eau qui étaient anciennement rattachés à la masse d'eau FRAG004 mais qui ne le sont plus (dorénavant rattachés à FRAG301, FRAG308 et FRAG314) ;
- 10 points d'eau qui n'étaient rattachés à aucune masse d'eau souterraine ou rattachés à une autre masse d'eau souterraine et qui sont dorénavant rattachés à la masse d'eau FRAG304 ;
- 90 points d'eau qui ne changent pas de rattachement point d'eau – masse d'eau (Figure 39).

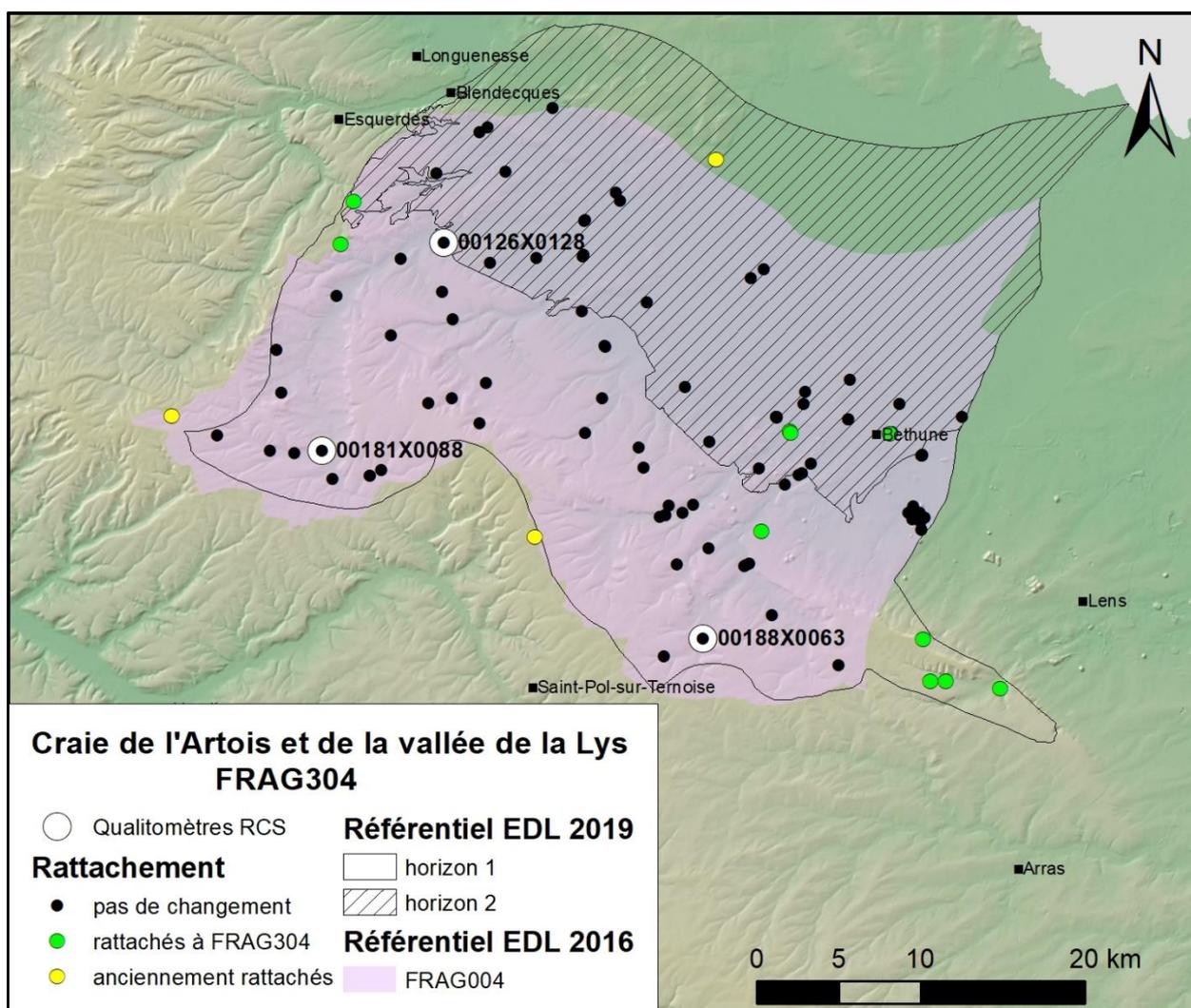


Figure 39 : Evolution du réseau de surveillance DCE de la masse d'eau FRAG304, craie de l'Artois et de la vallée de la Lys (référentiel EDL 2019).

BDLISA

D'un point de vue lithologique, la masse d'eau souterraine comprend les aquifères contenus dans la craie du Sénonien au Turonien et la craie marneuse du Cénomanién. L'évolution du référentiel hydrogéologique BDLISA décrit l'aquifère de la craie au droit de la masse d'eau souterraine selon 2 entités hydrogéologiques aquifères :

- La craie du Sénonien au Turonien des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (121BD) et sous recouvrement des Flandres (121BE) (Figure 40).

L'aquifère du Cénomanién est représenté par l'entité hydrogéologique aquifère BDLISA :

- 123AK03 craie et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois et Hainaut (bassin Artois-Picardie) (Figure 41) ;

Les entités BDLISA aquifères constitutives de la masse d'eau souterraine sont :

❖ 121BD	75 %
❖ 121BE	15 %
❖ 123AK03	10 %

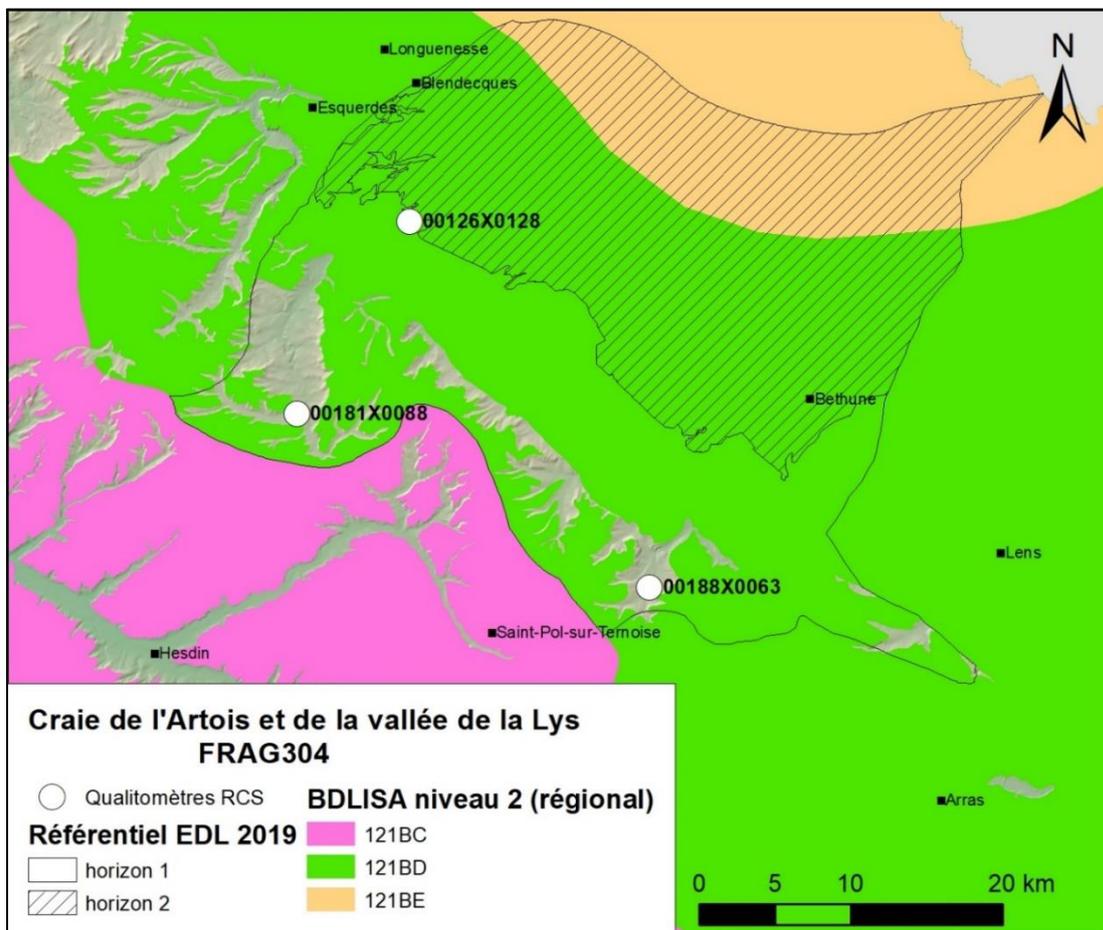


Figure 40 : Craie du Sénonien au Turonien, partie sous recouvrement des Flandres (121BE), des bassins versants des cours d'eau de la mer du Nord (121BD) et des bassins versants de l'Authie et de la Canche (121BC) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG304.

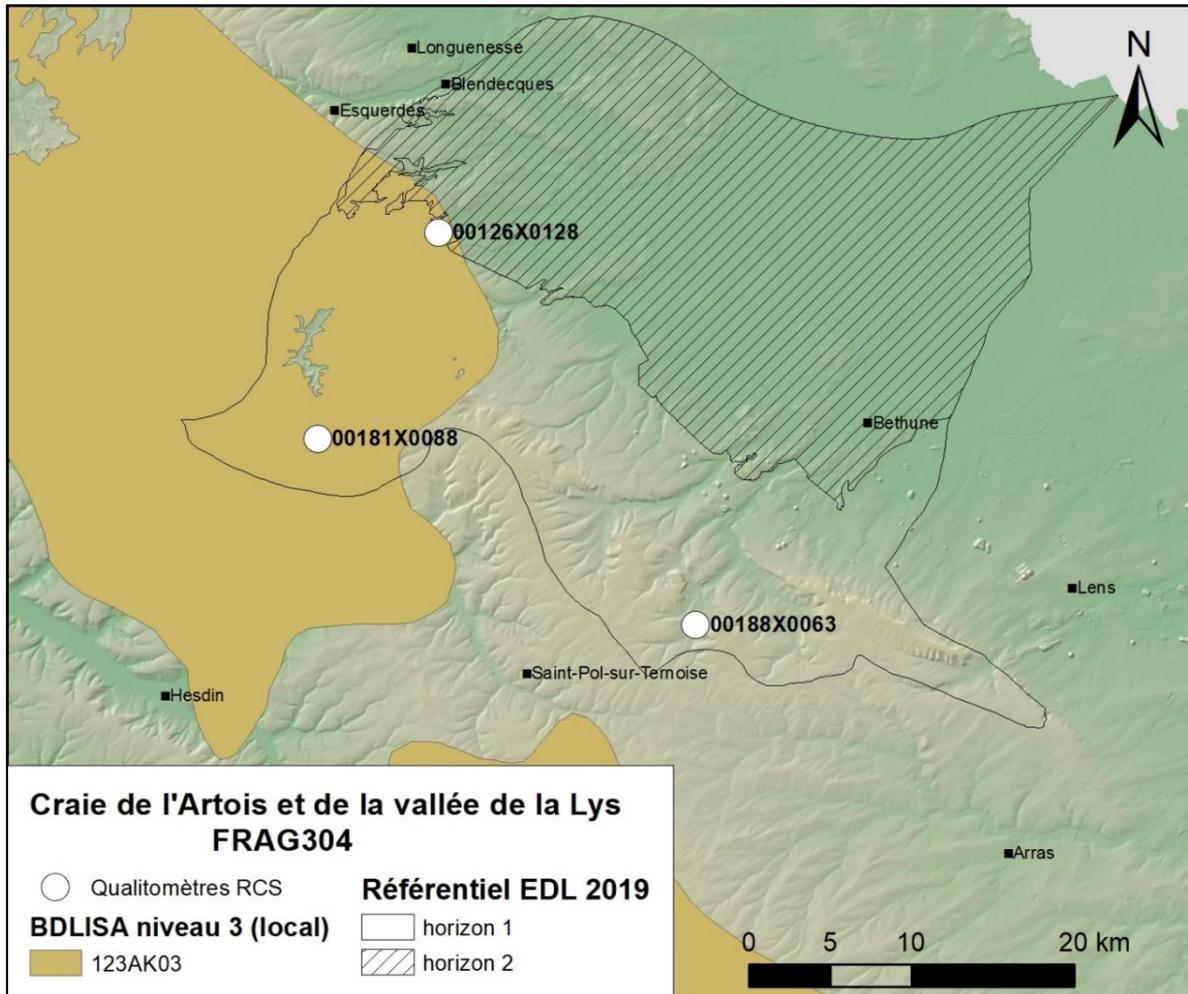


Figure 41 : Craie et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniensur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois et Hainaut (bassin Artois-Picardie), référentiel BDLISA (version 2), entité 123AK03.

Inertie de la nappe

On retrouve sur cette masse d'eau souterraine 4 types de cyclicité qui évoluent dans le sens des écoulements souterrains. Le nombre de piézomètres représentatifs de chaque type de comportement change. Précédemment, le double cycle à long terme prépondérant et le cycle annuel saisonnier n'étaient représentés que par un seul piézomètre contre deux maintenant. La question se posait quant à leur représentativité par rapport à la masse d'eau souterraine. Les conclusions précédemment établies sont confirmées. Les coefficients de pondération sont ajustés avec une importance équivalente de chacune des inerties :

❖ Cycle pluriannuel	25 %
❖ Double cycle, long terme prépondérant	25 %
❖ Double cycle, court terme prépondérant	25 %
❖ Cycle annuel saisonnier	25 %

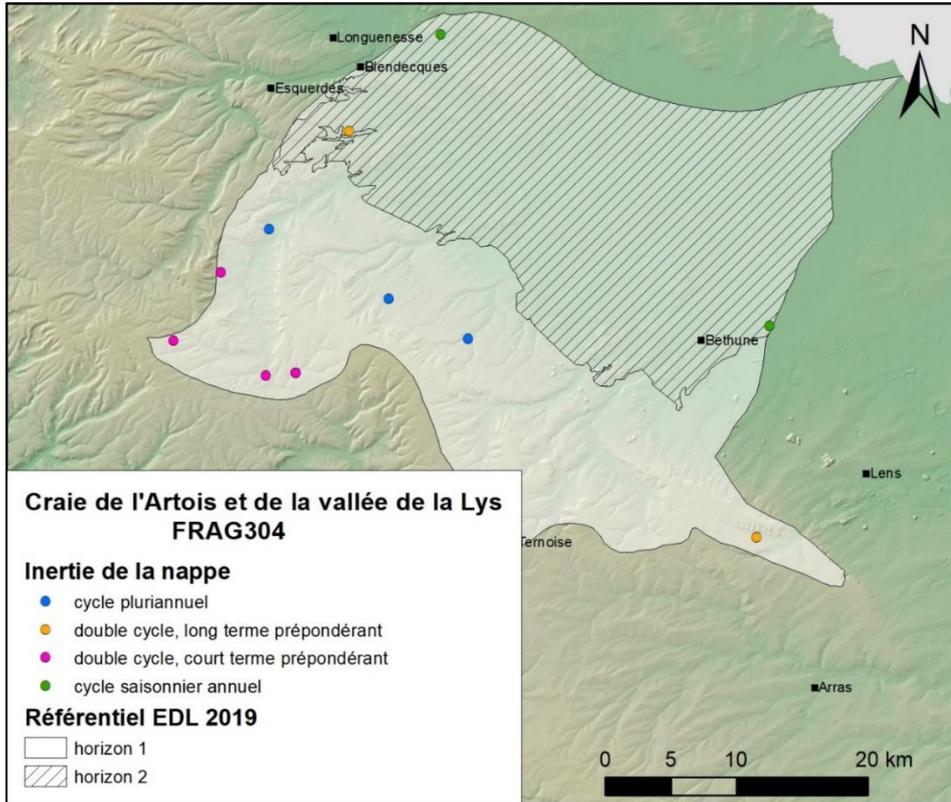


Figure 42 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG304.

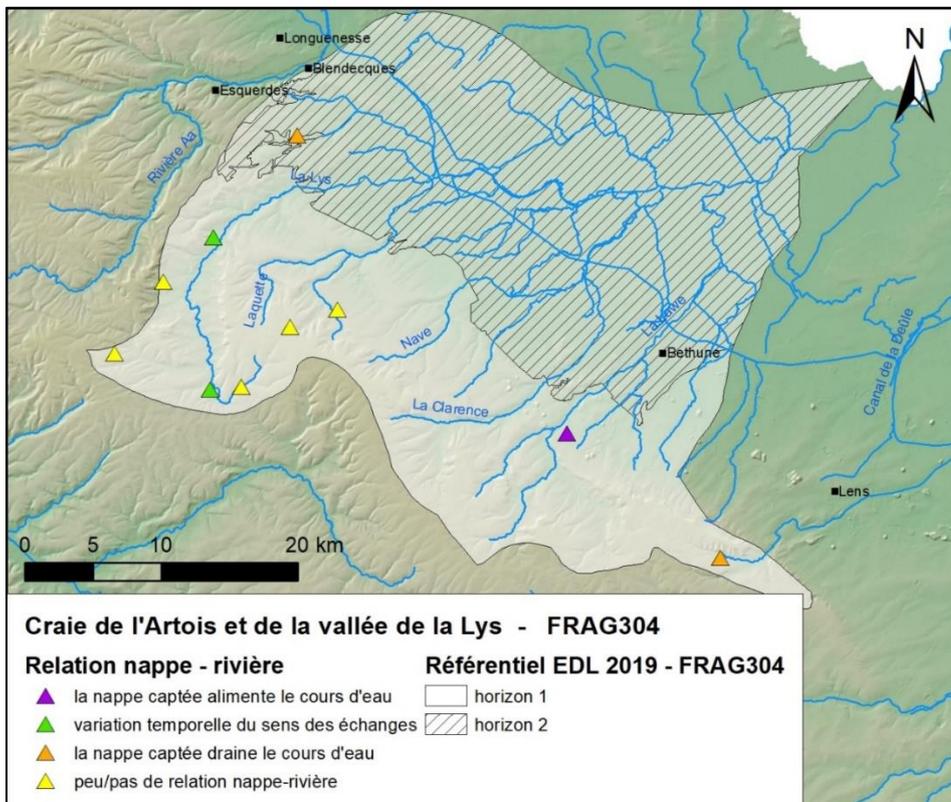


Figure 43 : Relations nappe – rivière au droit des piézomètres (Brugeron et al., 2012).

Relation nappe – rivière

Concernant les relations nappe – rivière au droit des piézomètres (Brugeron et al., 2012), un piézomètre (00263X0006/P1) vient s'ajouter au jeu de données précédent. Il est localisé dans la langue au sud-est de la masse d'eau souterraine qui fait nouvellement partie de la délimitation de FRAG304. Ce piézomètre serait un point où la nappe interagit avec les eaux de surface de telle manière que la nappe captée draine le cours d'eau (Figure 43).

Les requêtes sur les relations nappe – rivière et les coefficients de pondération proposés ne sont pas modifiés.

Qualité des eaux souterraines

- **Analyse statistique**

L'évolution du référentiel point d'eau – masse d'eau ajoute 7 nouveaux qualitomètres et retire 1 qualitomètre de la masse d'eau souterraine FRAG304 ce qui modifie le jeu de données qualité des eaux souterraines pour la comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches entre qualitomètres RCS et non-RCS (Figure 44).

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 65 pour le sélénium, 66 pour le bentazone, 69 pour le glyphosate, le bore, l'atrazine, l'atrazine déséthyl, 80 pour le tétrachloroéthylène et 81 pour le nitrate.

Les graphiques pour le bentazone, le glyphosate, le sélénium et le tétrachloroéthylène ne sont pas présentés ici car les mesures au-dessus de la limite de quantification sont insuffisantes pour que l'interprétation des résultats soit pertinente. On notera cependant que pour le tétrachloroéthylène, les qualitomètres RCS mesurent des concentrations en dessous de la limite de quantification alors que les qualitomètres non-RCS mesurent des concentrations au-dessus de la limite de quantification.

Pour le nitrate, des concentrations beaucoup plus importantes sont mesurées sur les qualitomètres non-RCS avec des concentrations maximales pouvant dépasser les 300 mg/l. Précédemment trois groupes avaient été identifiées : groupe a pour le qualitomètre RCS 00126X0128/SO, groupe b pour le qualitomètre RCS 00181X0063/SO1 et groupe ab pour le 3^{ème} qualitomètre RCS 00188X0063/SO1 et les qualitomètres non-RCS. La nouvelle analyse statistique regroupe tous les qualitomètres RCS et le groupe des qualitomètres non-RCS au sein d'un même ensemble a témoignant ainsi d'une certaine homogénéité à l'échelle de la masse d'eau souterraine.

Pour le bore, l'atrazine, et la déséthyl atrazine, les regroupements proposés par les tests de Kruskal-Wallis et Conover/Iman sont les mêmes. Les différences portent sur les gammes de concentration du bore qui atteignent des valeurs maximales de 750 µg/l contre 140 lors de l'étude précédente.

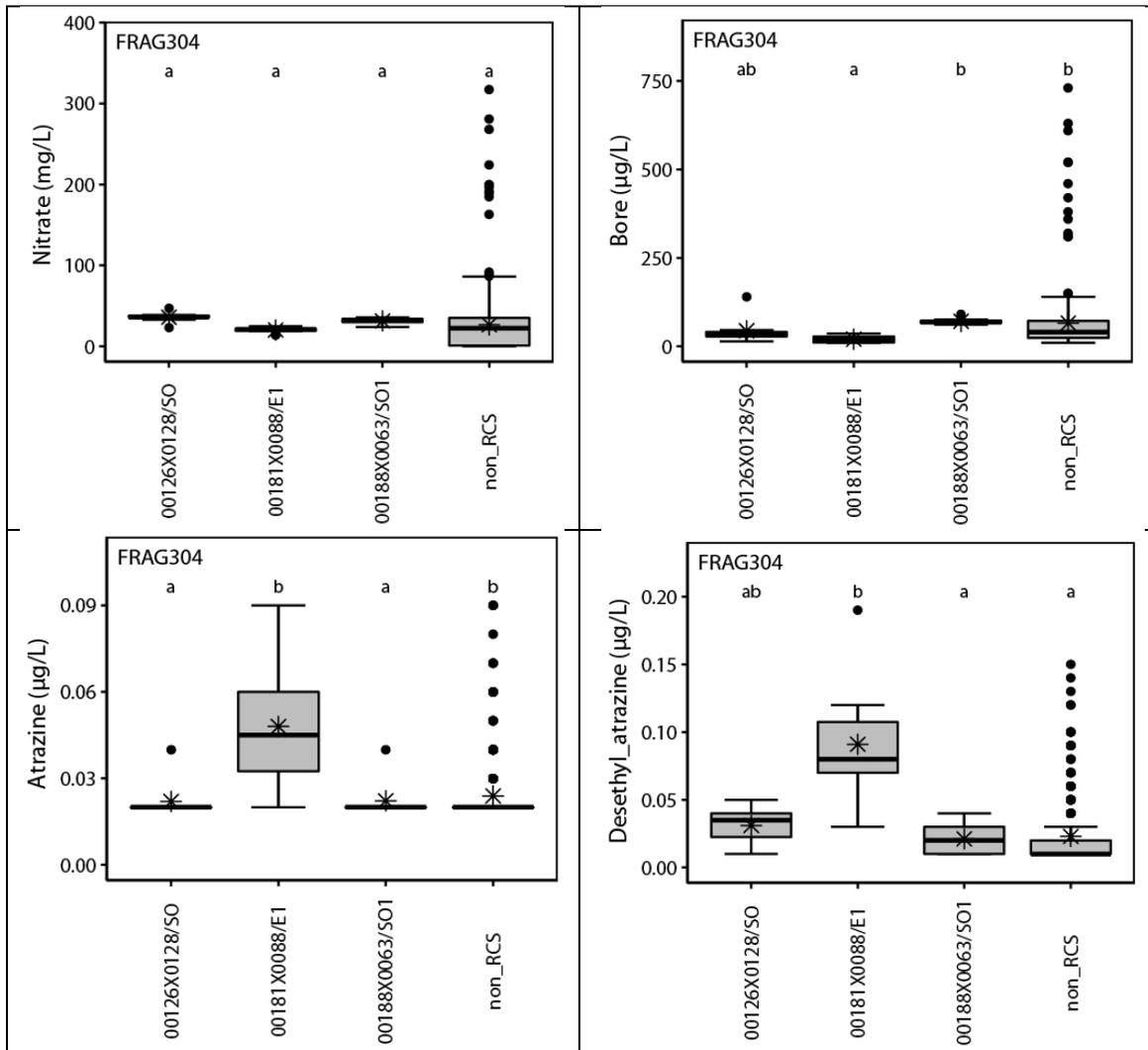


Figure 44 : Comparisons multiples par paires des boîtes à moustaches des concentrations en nitrates, bore, atrazine et atrazine déséthyl sur les qualitomètres du RCS et sur l'ensemble des qualitomètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualitomètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualitomètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05).

- **Tendance d'évolution des concentrations en nitrate**

Cinquante-trois chroniques de concentrations en nitrates rattachées à la masse d'eau souterraine FRAG304 ont permis d'évaluer une tendance d'évolution. Pour 8 d'entre elles, il n'y a aucune tendance détectée ; pour 3 d'entre elles, une tendance à la baisse est mise en évidence. Ces qualitomètres à la baisse avaient déjà été identifiées précédemment. Quarante-deux qualitomètres témoignent d'une tendance à la hausse des concentrations en nitrate (contre 39 lors de l'étude précédente). Trois qualitomètres nouvellement rattachés à la masse d'eau souterraine voient leur concentration en nitrate s'accroître avec le temps. Les conclusions restent inchangées avec les mêmes requêtes et les mêmes coefficients de pondération.

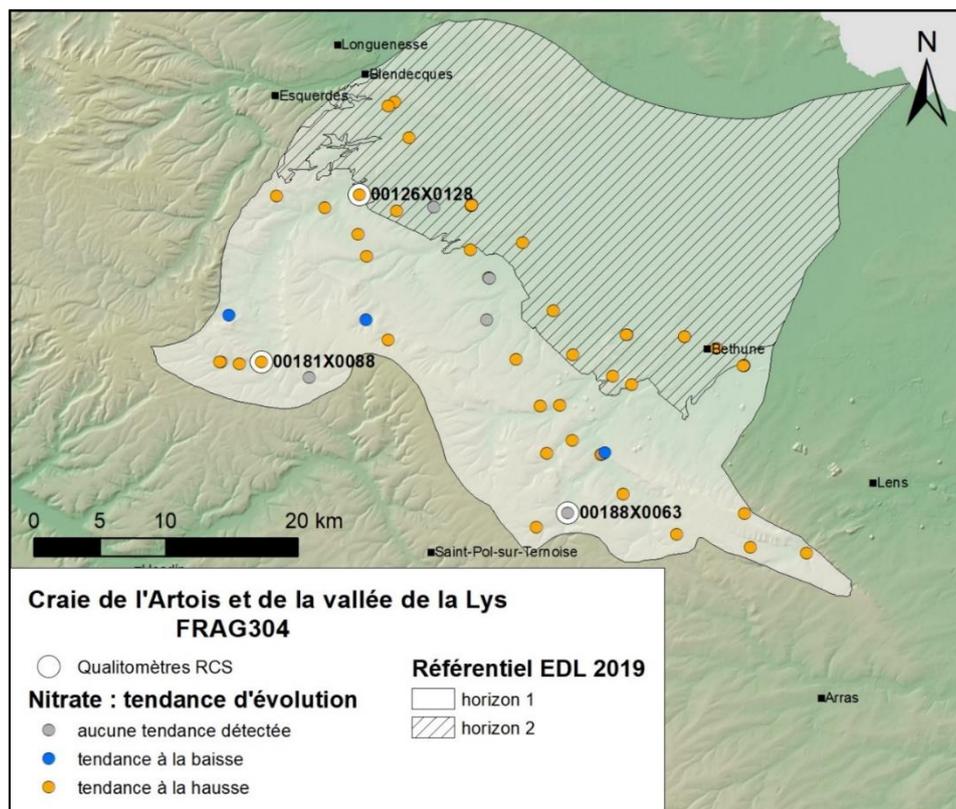


Figure 45 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrate des qualitomètres de la masse d'eau souterraine FRAG304.

Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS

Le réseau de surveillance qualité de cette même masse d'eau compte les 3 mêmes qualitomètres RCS :

- 00126X0128/SO à Théroouanne (62811)
- 00181X0088/E1 à Luy (62533)
- 00188X0063/SO1 à Magnicourt-en-Comte (62536)

Les principaux changements dans l'évaluation de la représentativité du RCS concernent le référentiel hydrogéologique BDLISA. Les 3 qualitomètres RCS sont dorénavant tous identifiés comme représentatifs de la craie du Sénonien au Turonien des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (Figure 40). Les coefficients de pondération des requêtes sur l'inertie de la nappe ont été ajustées par rapport aux piézomètres nouvellement rattachés et sont dorénavant d'égale importance. La masse d'eau souterraine a une inertie variable de l'amont vers l'aval des écoulements souterrains (Tableau 10).

La représentativité du RCS est la même. Concernant les deux entités BDLISA représentatives de la craie 121BE et 121BD, elles pourraient ramener à une seule requête puisque la limite entre les deux repose sur une limite de bassin versant. Il n'y a pas de différence hydrogéologique. Il s'agit du même aquifère.

L'hétérogénéité en terme de comportement hydrodynamique se confirme et demanderait à être mieux caractérisée.

					Qualitomètres RCS			
					00126X0128 Thérouanne	00181X0088 Lugy	00188X0063 Magnicourt	
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	121BE	15 %				
			121BD	75 %	X	X	X	
			123AK03	10 %				
		Ecoulements souterrains	Nappe libre		60 %	X	X	
			Nappe captive		30 %			
			Régime semi-captif		10 %			X ?
		Recharge de la nappe	Recharge pluviale		90 %	X	X	
			Recharge par déversement de la nappe des sables		10 %			
		Inertie de la nappe	Cycle pluriannuel		25 %			
			Double cycle, long terme prépondérant		25 %		X	X
			Double cycle, court terme prépondérant		25 %			
			Cycle annuel saisonnier		25 %			
	Nappe – rivière	Pas de relation nappe – rivière		10 %	X	X		
		Les cours d'eau drainent la nappe		50 %				
		La nappe draine les cours d'eau		40 %				
	Contexte de pression	Occupation du sol	Territoires agricoles	Classe 1	25 %	X		X
				Classe 2	5 %			
				Classe 3	50 %		X	
			Territoires urbains		10 %			
			Territoires industriels		9 %			
Territoires naturels			1 %					
Evolution des nitrates		Tendance à la hausse		80 %	X	X		
		Pas de tendance		15 %			X	
		Tendance à la baisse		5 %				
Fond géochimique	Le long de la limite de captivité					X		

Tableau 10 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG304.

7.5. AG305, CRAIE DE LA VALLEE DE LA CANCHE AVAL

Évolution du réseau de surveillance

Cinquante-trois points d'eau sont rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG305, la craie de la vallée de la Canche. Les travaux de rattachement point d'eau – masse d'eau et la nouvelle délimitation de la masse d'eau ont conduit à :

- 4 nouveaux points d'eau dorénavant rattachés à FRAG305 et qui ne l'étaient pas avant (pas de rattachement ou rattachés à une autre masse d'eau souterraine) ;
- 3 points d'eau qui représentaient la masse d'eau dans l'étude précédente mais qui sont dorénavant rattachés à une autre masse d'eau souterraine (en l'occurrence FRAG309) ;
- 46 points d'eau qui restent inchangés et rattachés à FRAG305.

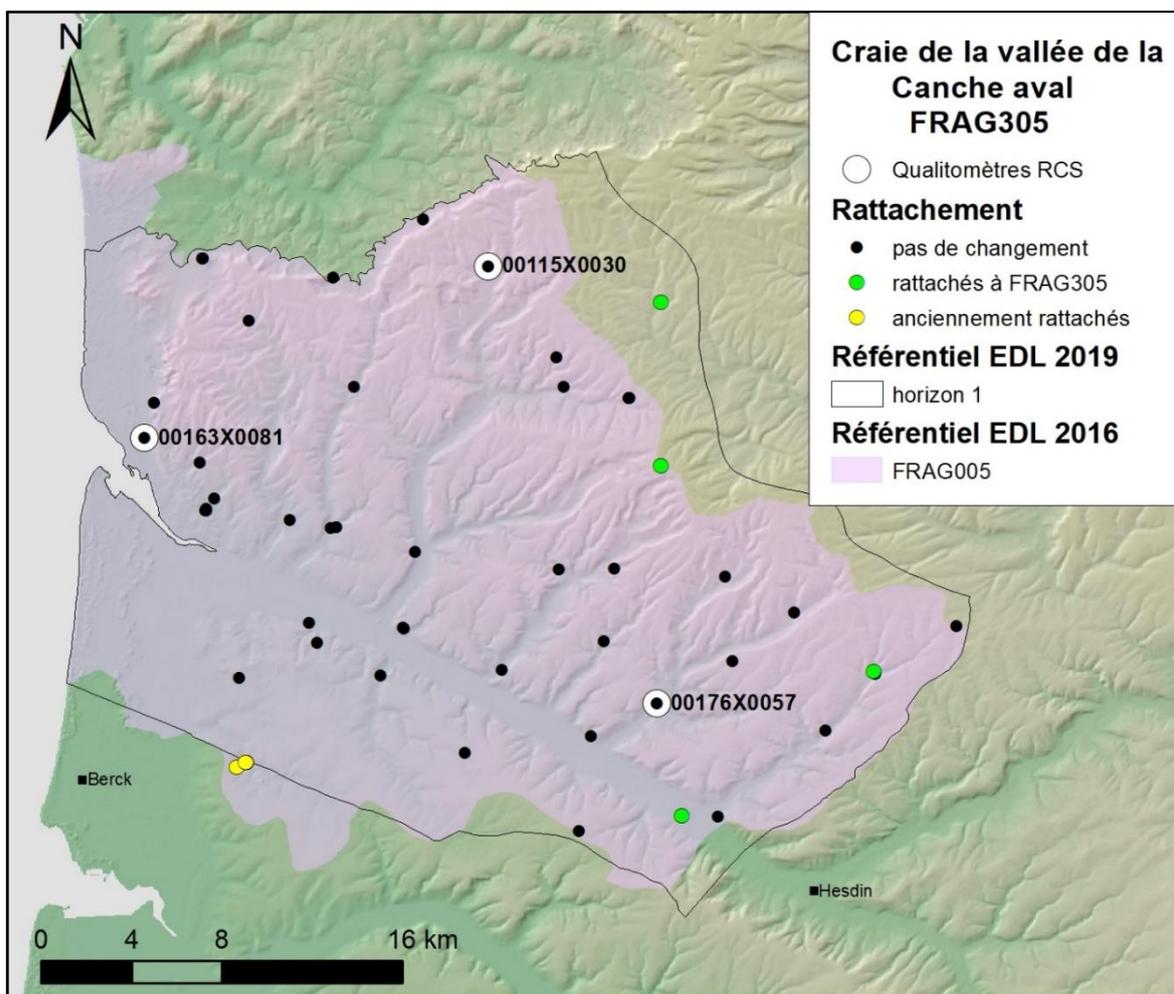


Figure 46 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG305, la craie de la vallée de la Canche aval (référentiel EDL 2019).

BDLISA

Du point de vue lithologique, la masse d'eau comprend les aquifères contenus dans la craie du Sénonien et du Turonien supérieur et la craie marneuse du Cénomanién. Ces aquifères sont en communication et forment un seul système hydraulique en équilibre. Dans le référentiel hydrogéologique BDLISA (2018, version 2). Deux entités BDLISA sont ainsi constitutives de la masse d'eau souterraine :

- 121BC, la craie du Sénonien au Turonien des bassins versants de l'Authie et de la Canche (Figure 47) ;
- 123AK03, la craie et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois.

Les nouvelles requêtes proposées sont :

❖ 121BC	75 %
❖ 123AK03	25 %

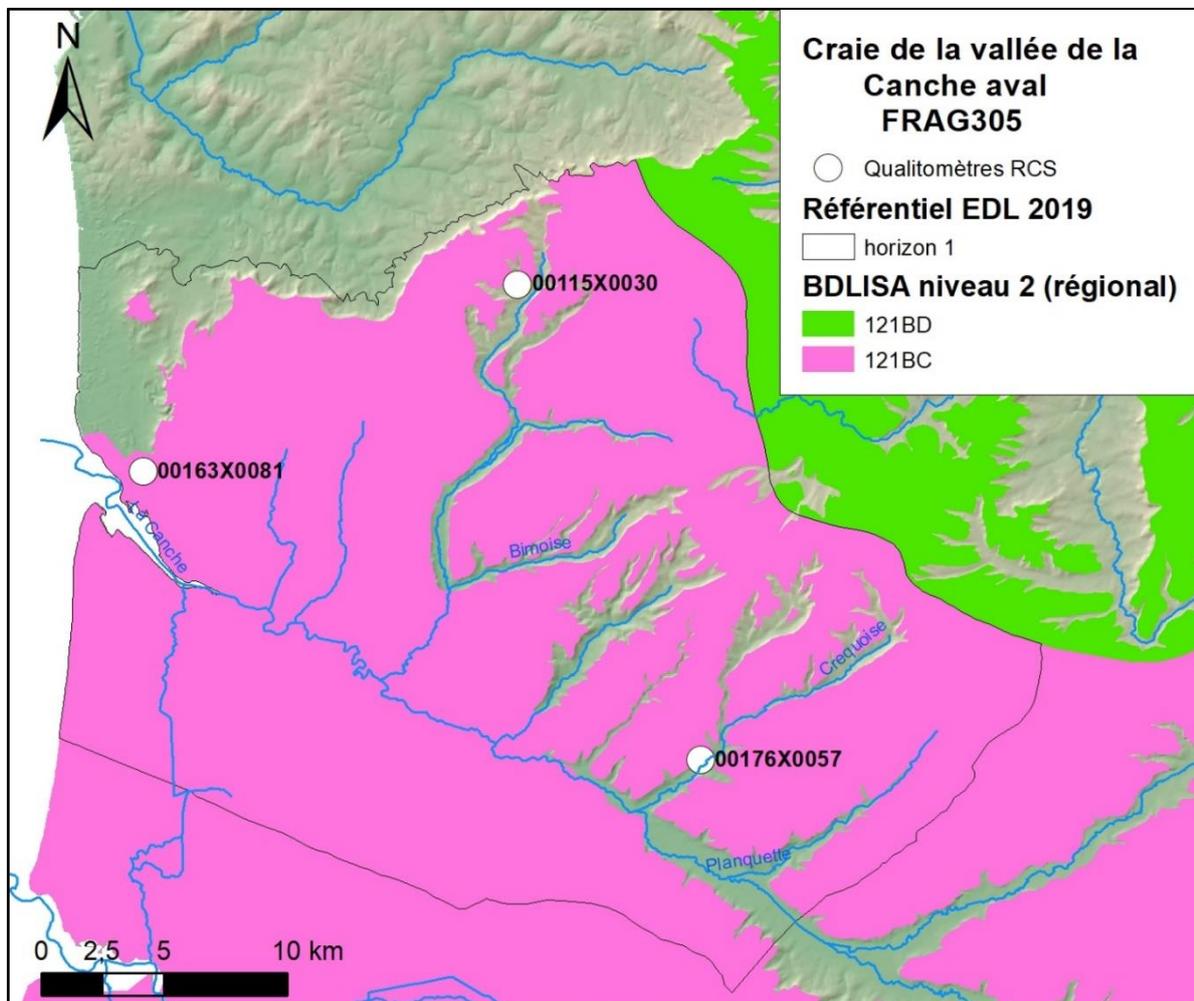


Figure 47 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (121BD) et des bassins versants de l'Authie et de la Canche (121BC) au droit de la masse d'eau souterraine FARG305 (BDLISA version 2).

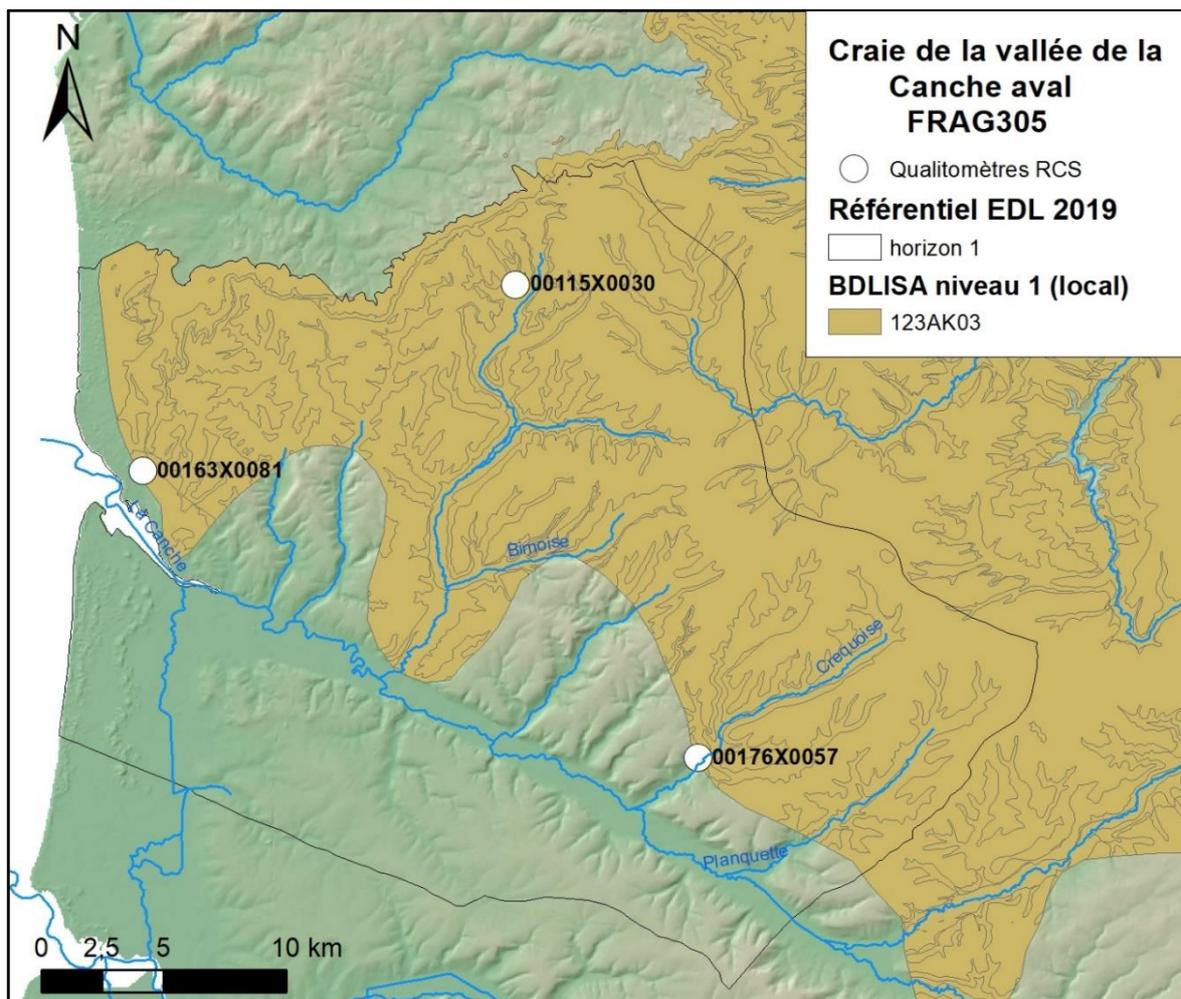


Figure 48 : Craie et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois et Hainaut (123AK03) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG305 (BDLISA version 2).

Inertie de la nappe

Concernant l'inertie de la nappe, trois types de comportement hydrodynamique avaient été identifiés pour cette masse d'eau : un double cycle à long terme prépondérant, un double cycle à court terme prépondérant et une cyclicité pluriannuel. Cette interprétation ne change pas avec les 2 nouveaux piézomètres rattachés à cette masse d'eau, l'un à double cycle à long terme prépondérant, l'autre à double cycle à court terme prépondérant. Le double cycle à court terme semble prédominant (5 piézomètres) par rapport aux deux autres ce qui avait été pris en considération. Les coefficients de pondération restent inchangés.

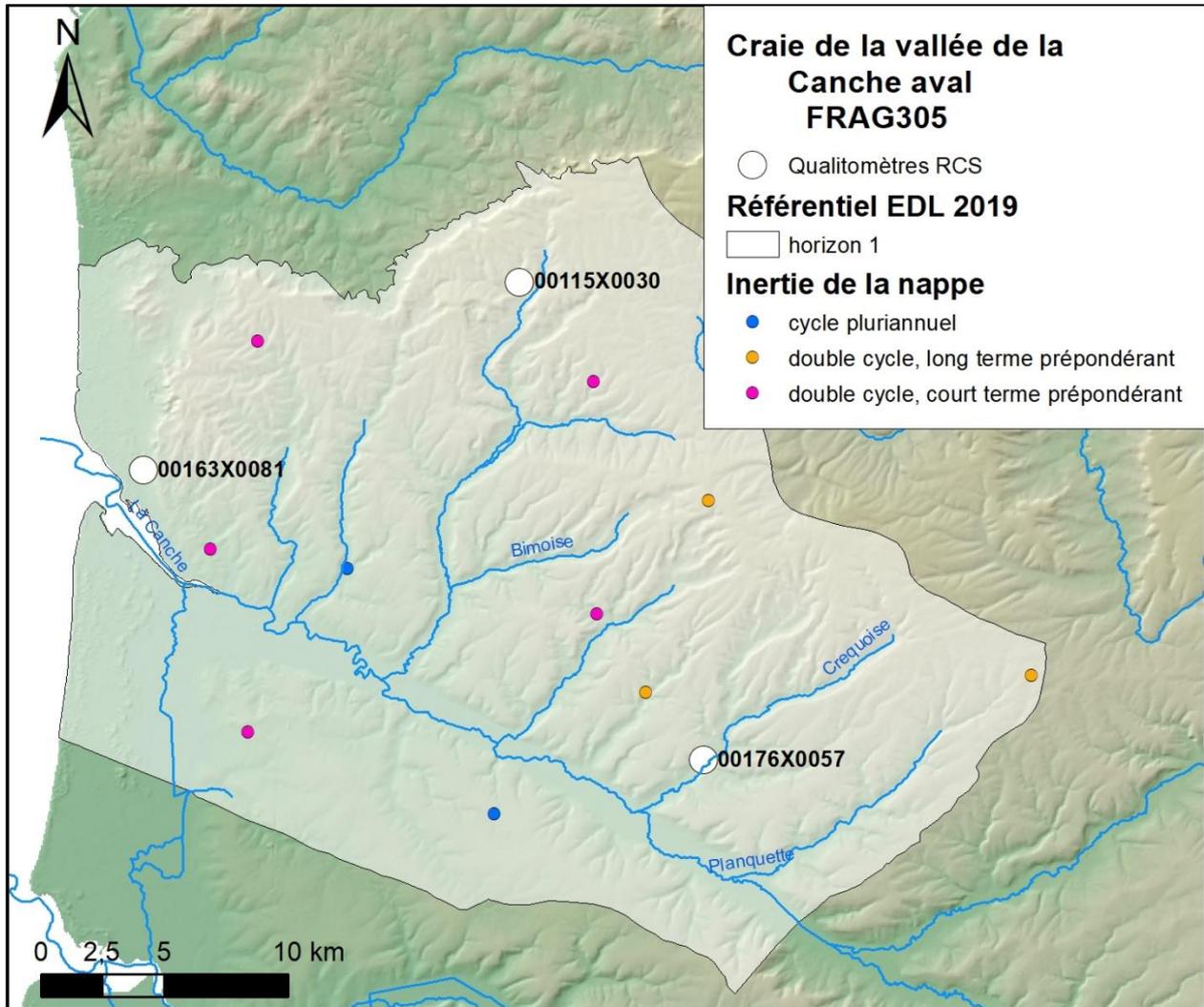


Figure 49 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau souterraine FRAG305.

Relation nappe - rivière

Concernant les relations nappe – rivière, la masse d'eau est essentiellement drainée par le réseau hydrographique, elle en constitue 95 % de son alimentation. Les émergences de la nappe se manifestent sous forme de sources dans les vallées. Les travaux de Brugeron et al. (2012) estiment les relations nappe – rivière au droit des piézomètres. On retrouve une absence de relation nappe – rivière au droit des piézomètres les plus éloignés du réseau hydrographique (avec un piézomètre supplémentaire par rapport à l'étude précédente, 00172X0037/P1). Pour les autres piézomètres, il n'y a pas eu de changement dans le lien point d'eau – masse d'eau.

Les requêtes concernant les relations nappe – rivière ne sont pas modifiées.

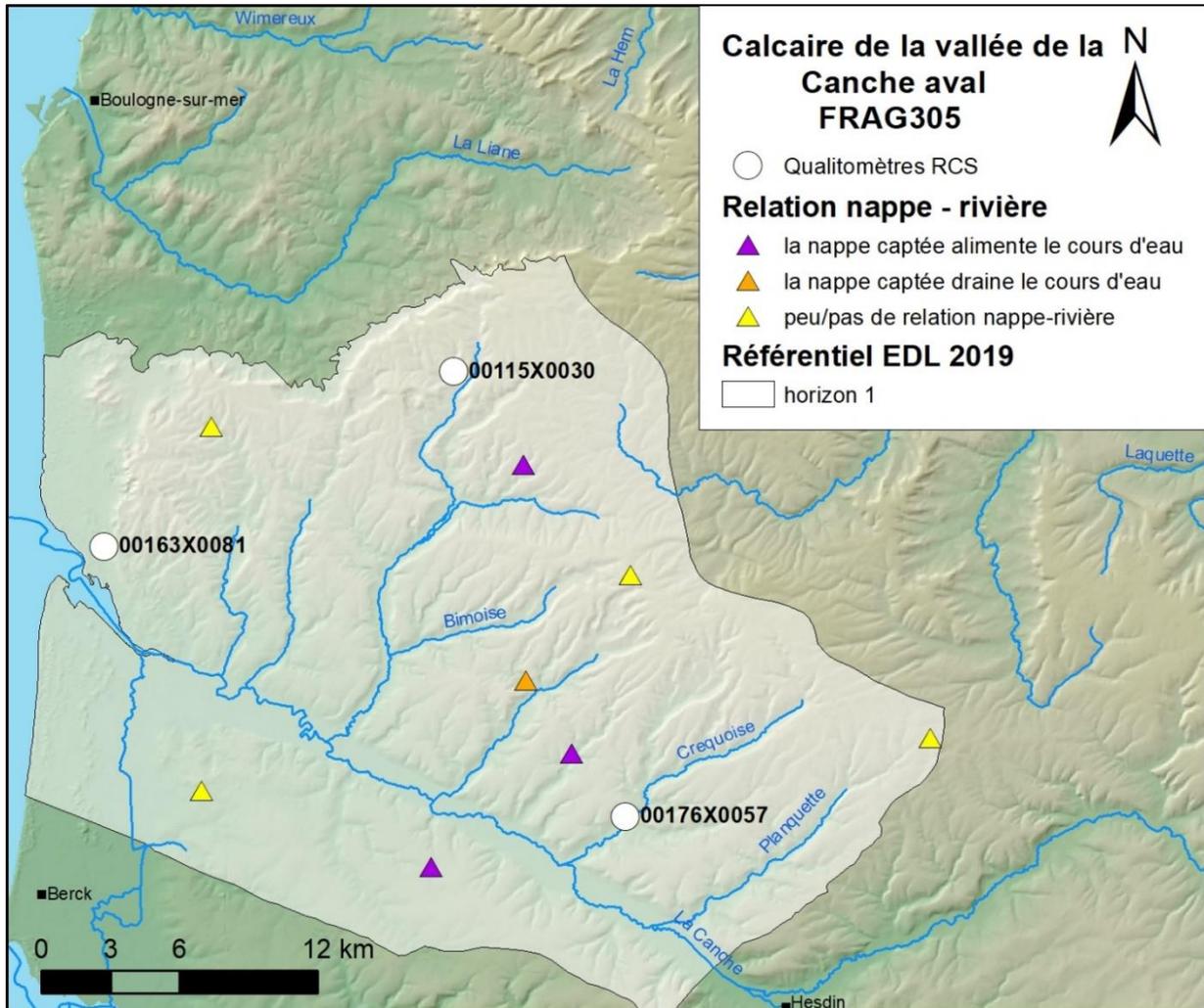


Figure 50 : Relations nappe – rivière aux points d'eau (d'après Brugeron et al., 2012).

Qualité des eaux souterraines

• Analyse statistique

L'évolution du référentiel point d'eau – masse d'eau ajoute 3 nouveaux qualitomètres (00116X0001/P1, 00176X0061/F, 00178X0090/F2) et retire 3 qualitomètres (00167X0002/F3, 00167X0003/F1, 00167X0098/F2) de la masse d'eau souterraine FRAG305 ce qui modifie le jeu de données qualité des eaux souterraines pour la comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches entre qualitomètres RCS et non-RCS (Figure 51).

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 39 pour le sélénium et 40 pour nitrate, bore, atrazine, atrazine déséthyl, bentazone, glyphosate et tétrachloréthylène.

Les concentrations maximales en nitrate des qualitomètres non-RCS sont un peu plus élevées (60 mg/l contre 50 au cours de la précédente étude) mais les regroupements proposés (a et b) sont identiques. La modification du jeu de données ne modifie pas l'interprétation proposée. Pour le bore, les résultats sont identiques.

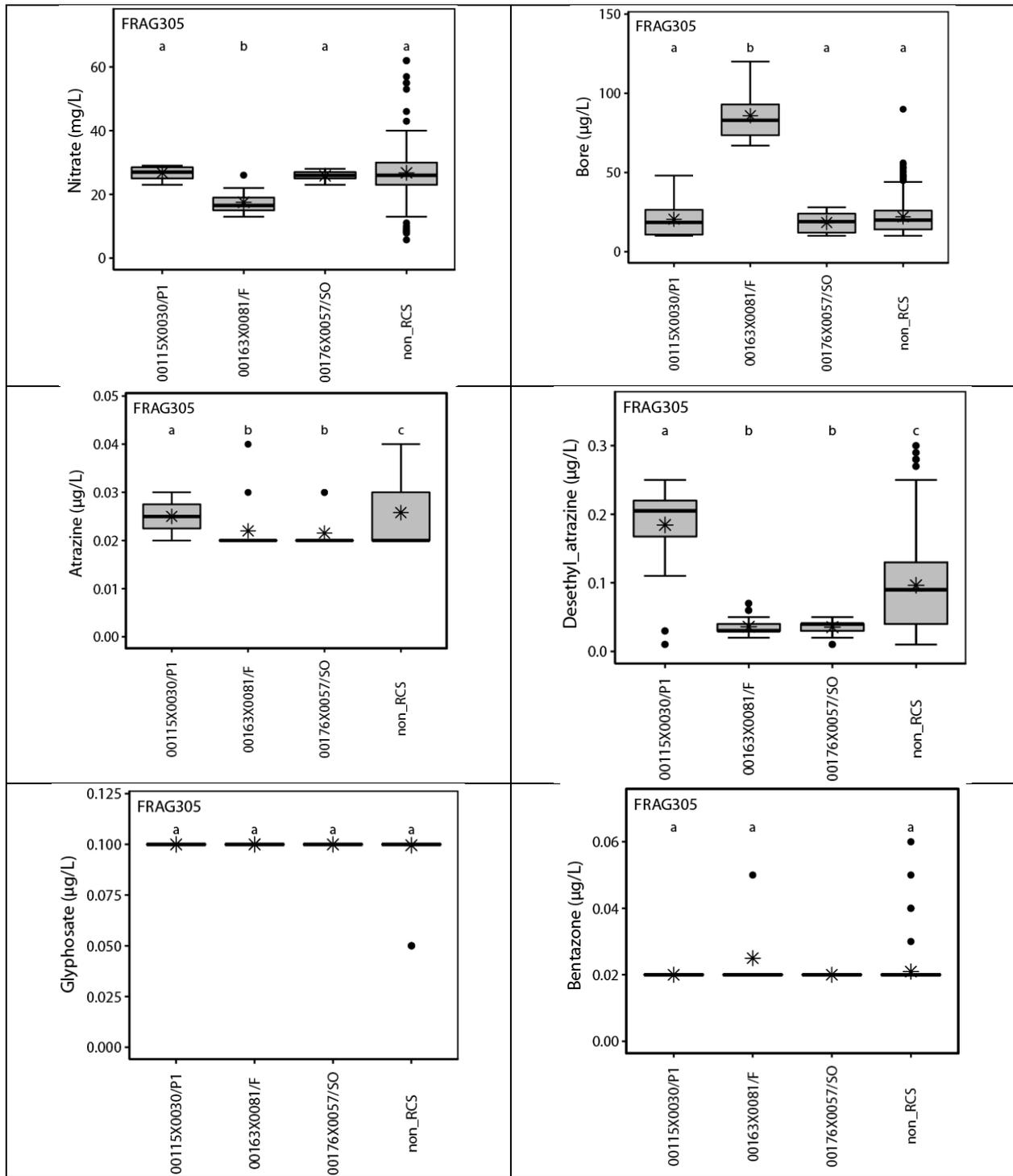


Figure 51 : Comparisons multiples par paires des boîtes à moustaches des concentrations en nitrates, bore, atrazine, atrazine déséthyl, glyphosate et bentazone sur les qualimètres RCS et sur l'ensemble des qualimètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualimètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualimètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05).

Pour l'atrazine, les maximums diminuent ($< 0.1 \mu\text{g/l}$) mais l'interprétation reste la même avec deux populations statistiques distinctes : a pour le qualitomètre RCS 00115X0030/P1 et b pour les 2 autres qualitomètres RCS 00163X0081/F et 00176X0057/SO qui diffèrent de la population statistique des qualitomètres non-RCS (c).

Pour la déséthyl atrazine et le glyphosate, les résultats sont identiques. Pour le bentazone, l'interprétation change. Les concentrations maximums des qualitomètres non-RCS sont plus faibles que précédemment. Les tests de Kruskal-Wallis et Conover-Iman mettent en évidence une similarité des populations statistiques des qualitomètres RCS et non-RCS (profil a) ce qui n'était pas le cas dans l'étude précédente. Les qualitomètres RCS, vis-à-vis des concentrations en bentazone, apparaissent représentatifs de la masse d'eau souterraine ce qui n'avait pas été le cas précédemment.

Les concentrations en sélénium et en tétrachloréthylène sont en deçà des limites de quantification et ne permettent pas de proposer une interprétation pertinente des résultats (graphiques non présentés).

- **Tendance d'évolution des concentrations en nitrate**

Les résultats d'évaluation des tendances des concentrations en nitrate sont les mêmes. Parmi les 3 qualitomètres qui ont été nouvellement rattachés à la masse d'eau souterraine, 2 ne disposent pas de suffisamment de données pour évaluer une tendance et le 3^{ème} (00116X0001/P1) affiche une tendance à la hausse comme la majorité des qualitomètres de cette masse d'eau souterraine (Figure 52).

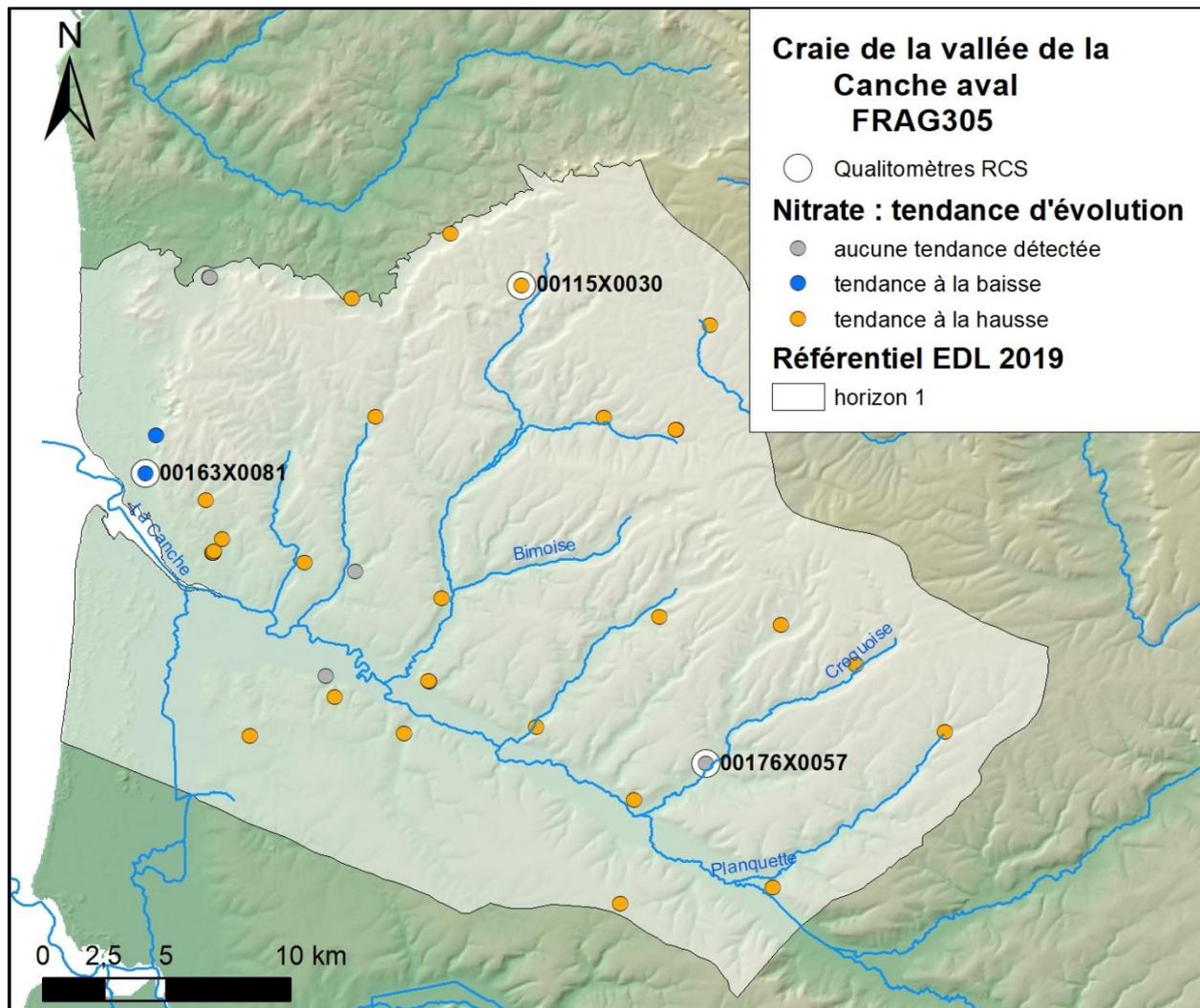


Figure 52 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrate des qualitomètres de la masse d'eau souterraine FRAG305.

- **Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS**

Le réseau de surveillance qualité RCS est identique et compte les trois mêmes qualitomètres :

- 00115X0030/P1 à Doudeauville (62273)
- 00163X0081/F à Camiers (62201)
- 00176X0057/SO à Offin (62635)

Seules les requêtes concernant les entités hydrogéologiques BDLISA changent. Pour le reste, requêtes et coefficients de pondération associés demeurent inchangés. Bien que le jeu de données change compte tenu de l'évolution des liens point d'eau – masse d'eau, ces changements ne modifient pas l'interprétation générale à l'échelle de la masse d'eau souterraine. Le tableau d'évaluation de la représentativité est ajusté en conséquence (Tableau 11).

La représentativité du RCS s'améliore vis-à-vis des entités hydrogéologiques aquifères BDLISA. Pour l'améliorer encore, il serait pertinent d'avoir un suivi de la zone où la densité des prélèvements est plus importante, au sud de la masse d'eau souterraine.

					Qualitomètres RCS			
				00115X0030 Doudeauville	00163X0081 Camiers	00176X0057 Offin		
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	121BC	75 %	X		X	
			123AK03 Dièves blanches du Cénomanién		25 %		X	
		Ecoulements souterrains	Zones de plateaux		33 %	X		
			Vallées		33 %			X
			Frange littorale		33 %		X	
		Recharge de la nappe	Recharge pluviale			X	X	X
		Inertie de la nappe	Cycle pluriannuel		25 %			
			Double cycle, long terme prépondérant		25 %			X
			Double cycle, court terme prépondérant		50 %	X		
		Nappe – rivière	Pas de relation nappe – rivière		10 %			
			La nappe captée draine le cours d'eau		20 %		X	
			Le réseau hydrographique draine la nappe		50 %	X		
	Marais de Balançon		10 %					
	Landes, mares, bois acides, prairies alluviales, bois tourbeux		10 %					
	Contexte de pression	Prélèvements	Rive sud		30 %			
			Secteur amont		20 %			X
			Rive nord entre la Bimoise et la côte maritime		50 %	X	X	
		Occupation du sol	Territoires agricoles	Classe 1	40 %			X
				Classe 2	30 %	X		
			Territoires urbains		10 %			
Territoires industriels			10 %					
Territoires naturels			10 %		X			
Tendance d'évolution des nitrates		Tendance à la hausse		80 %	X			
		Tendance à la baisse		5 %		X		
	Aucune tendance		15 %			X		

Tableau 11 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG305

7.6. AG306, CRAIE DES VALLEES DE LA SCARPE ET DE LA SENSEE

Évolution du réseau de surveillance

Deux cent cinquante et un points d'eau sont rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG306, la craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée. Les travaux de rattachement point d'eau – masse d'eau et la nouvelle délimitation de la masse d'eau ont conduit à :

- 60 points d'eau nouvellement rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG306. Parmi ces 60 points d'eau, un qualitomètre RCS 00358X0002/P2, précédemment rattachés à FRAG012, est nouvellement rattaché à la masse d'eau souterraine FRAG306 ;
- 2 points d'eau anciennement rattachés à FRAG006 et dorénavant rattachés à d'autres masses d'eau souterraine dont le qualitomètre RCS 00215X0187/PZAE (FRAG318) ;
- 191 points d'eau qui restent inchangés et rattachés à FRAG306 (Figure 53).

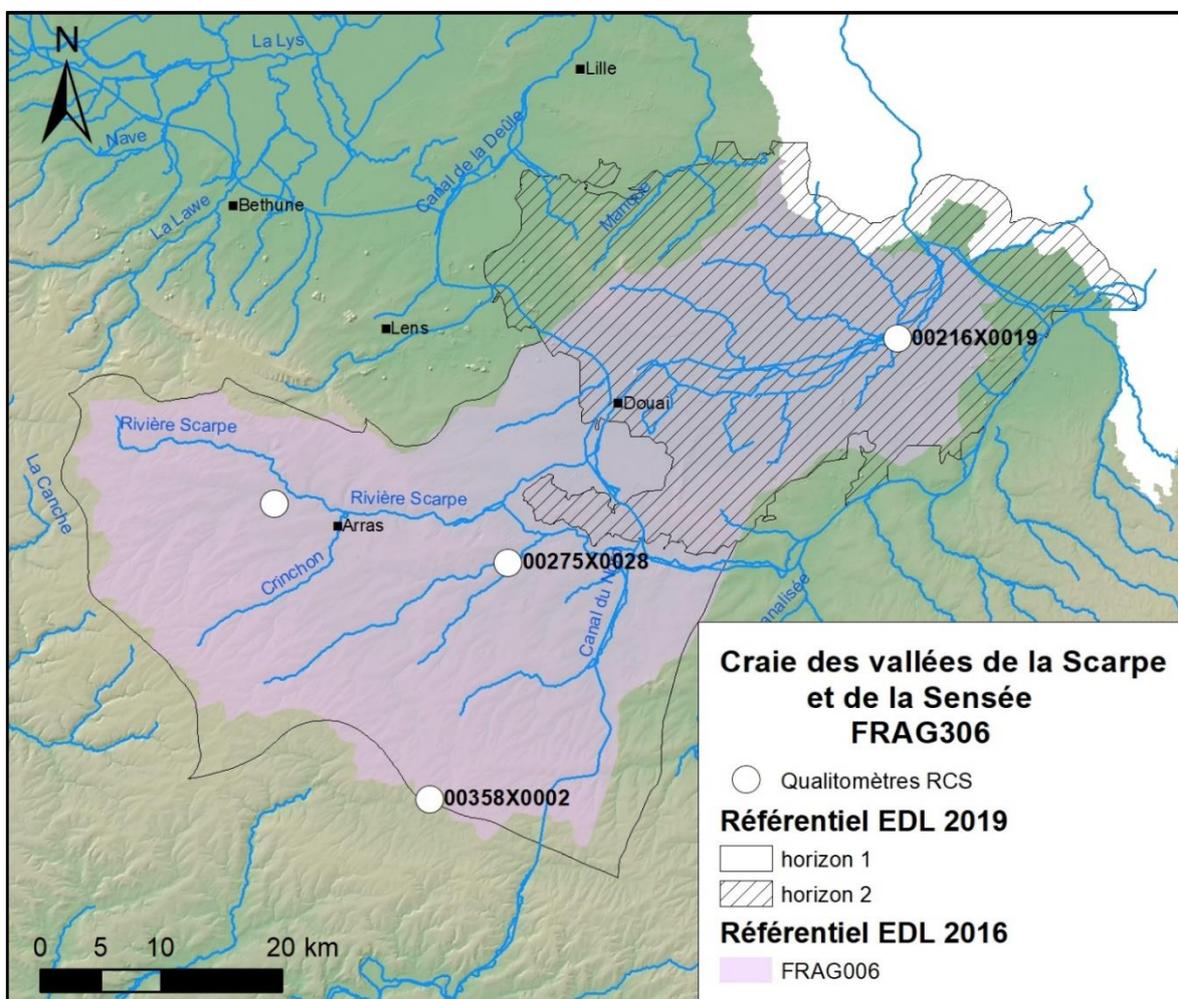


Figure 53 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG306, la craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée (référentiel EDL 2019).

BDLISA

L'entité hydrogéologique aquifère 121BD, la craie du Sénonien au Turonien inférieur des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (Figure 54) décrit la masse d'eau souterraine FRAG306 :

❖ 121BD

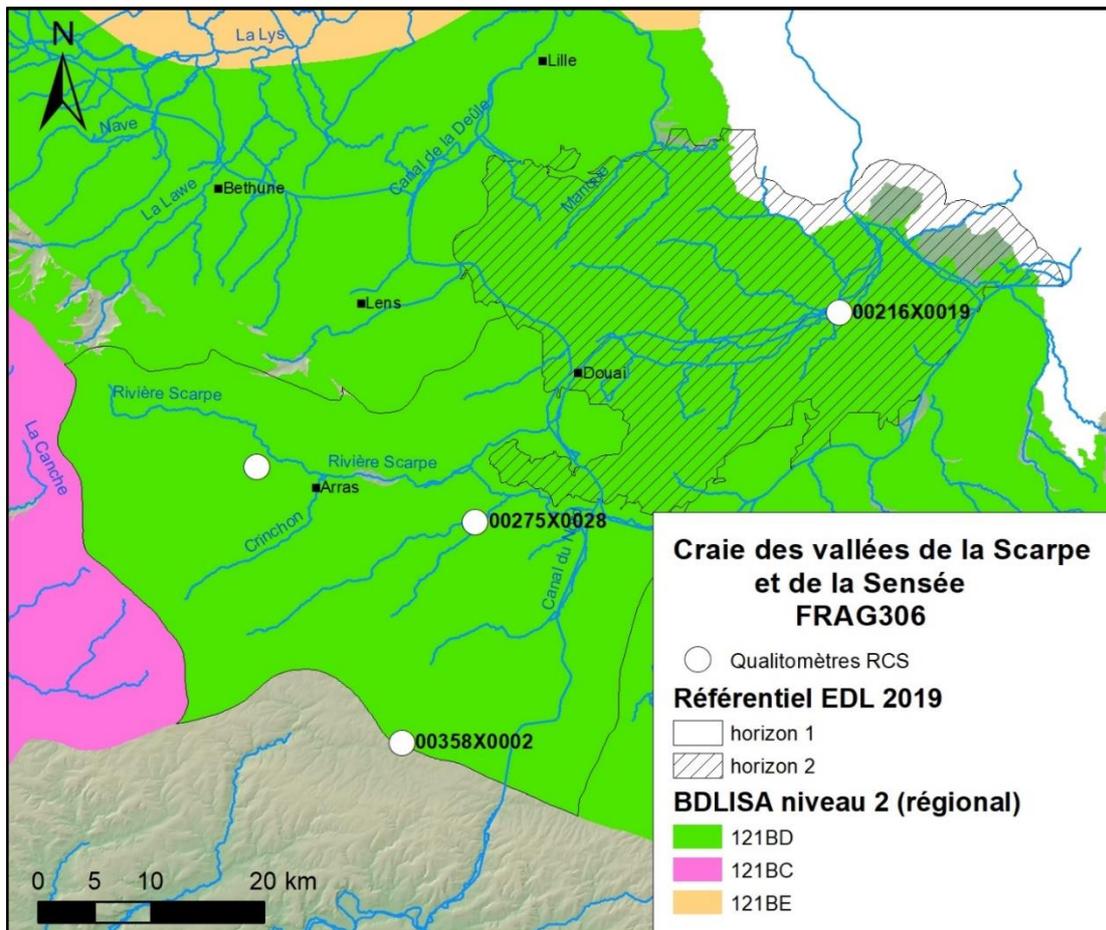


Figure 54 : Craie du Sénonien au Turonien des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (121BD) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG306.

Inertie de la nappe

Concernant l'inertie de la nappe caractérisée au droit des piézomètres, trois comportements sont identifiés (Figure 55) :

- Un comportement hydrodynamique à double cycle, court terme prépondérant (4 piézomètres, contre 1 seul précédemment) ;
- Un comportement à double cycle, long terme prépondérant (14 piézomètres contre 9 précédemment) ;

- Un comportement purement inertiel (cyclique pluriannuel) (4 piézomètres contre 3 précédemment).

Les conclusions précédemment établies sont confirmées. Les requêtes et coefficients de pondération restent inchangés.

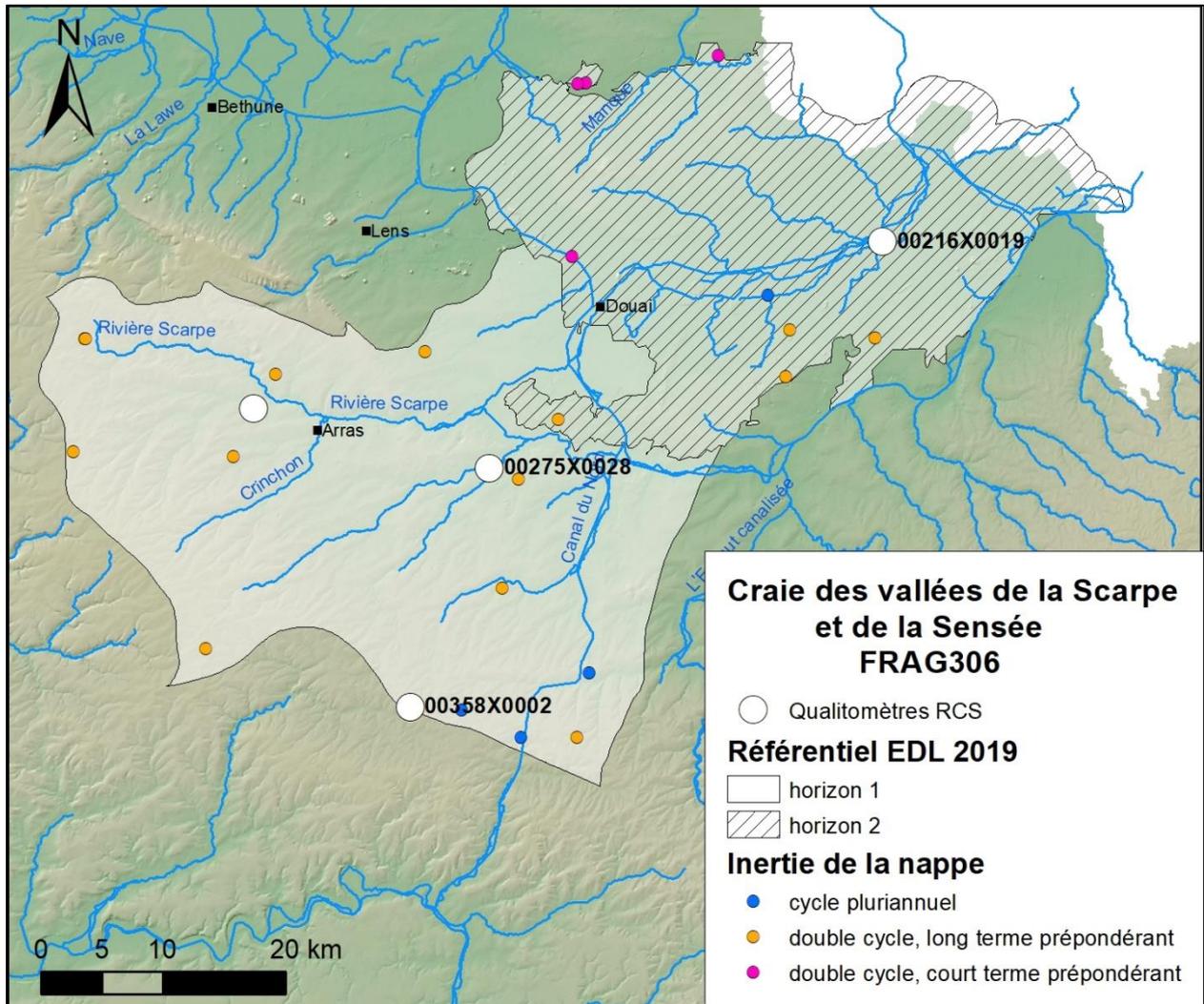


Figure 55 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau souterraine FRAG306.

Relation nappe - rivière

Cette masse d'eau est principalement drainée par le réseau hydrographique quand il n'est pas canalisé. L'interprétation des relations nappe – rivière au droit des piézomètre (Brugeron et al., 2012) met en évidence l'absence de relations nappe-rivière (17 piézomètres). Les mêmes trois piézomètres que précédemment témoignent d'une nappe qui draine les cours d'eau et un où la nappe alimenterait les cours d'eau (Figure 56). Les mêmes conclusions et requêtes sont formulées que précédemment.

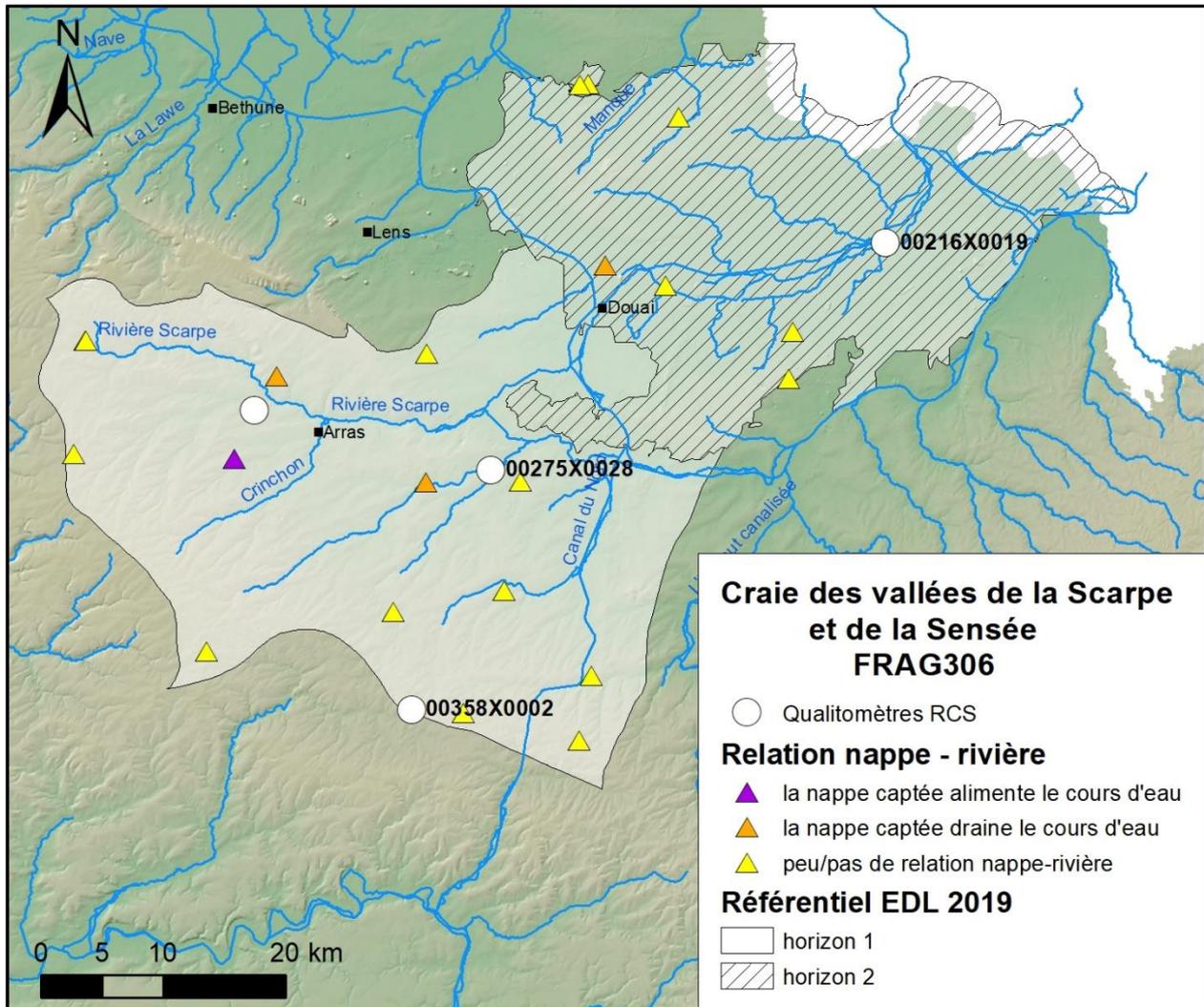


Figure 56 : Relations nappe – rivière au droit des piézomètres (Brugeron et al., 2012).

Qualité des eaux souterraines

- **Analyse statistique**

Un nombre important de qualitomètres liés à FRAG306 est concerné par un changement de masse d'eau souterraine : 50 s'ajoutent à notre jeu de données, et 2 sont écartés. Cette modification peut significativement influencer les valeurs statistiques (moyenne, médiane, quartile) des boîtes à moustaches des qualitomètres RCS et non-RCS. À cela s'ajoute que le qualitomètre RCS 00215X0187/PZAE précédemment rattaché à FRAG006 ne l'est plus et que 00358X0002/P2, précédemment rattaché à FRAG012, est dorénavant rattaché à la masse d'eau FRAG306.

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 166 pour le bentazone, 173 pour le sélénium, 177 pour le glyphosate, 178 pour le bore, 181 pour l'atrazine et l'atrazine déséthyl, 212 pour le tétrachloroéthylène et 218 pour le nitrate.

L'analyse par comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine déséthyl, bore, tétrachloroéthylène, sélénium, glyphosate et bentazone des qualitomètres RCS et non-RCS (Figure 57) permet de formuler les conclusions suivantes :

Pour le nitrate, trois groupes distincts sont mis en évidence entre les qualitomètres RCS (a, b et bc), trois groupes qui diffèrent des qualitomètres non-RCS (profil c). Seul le qualitomètre RCS 00358X0002/P2 (récemment rattaché à la masse d'eau) serait en partie représentatif des qualitomètres non-RCS. Une certaine hétérogénéité vis-à-vis des nitrates à l'échelle de la masse d'eau souterraine ressort de cette analyse.

Pour le bore, les concentrations maximales mesurées sur les qualitomètres non-RCS sont plus élevées que sur le reste de la masse d'eau (> 1000 µg/l) mais restent comparables à 3 des 4 qualitomètres RCS de la masse d'eau. Le qualitomètre 00216X0019/F, qui se distingue par sa localisation dans l'horizon 2, affiche des concentrations élevées et statistiquement différentes des autres qualitomètres RCS et non-RCS de la masse d'eau. Le contexte environnant urbanisé (Saint-Amand-les-Eaux) pourrait être une explication. Des investigations complémentaires seraient pertinentes pour expliquer ces concentrations en bore et rechercher la représentativité du point par rapport au reste de la masse d'eau souterraine, l'objectif étant de comprendre ce que représente ces concentrations.

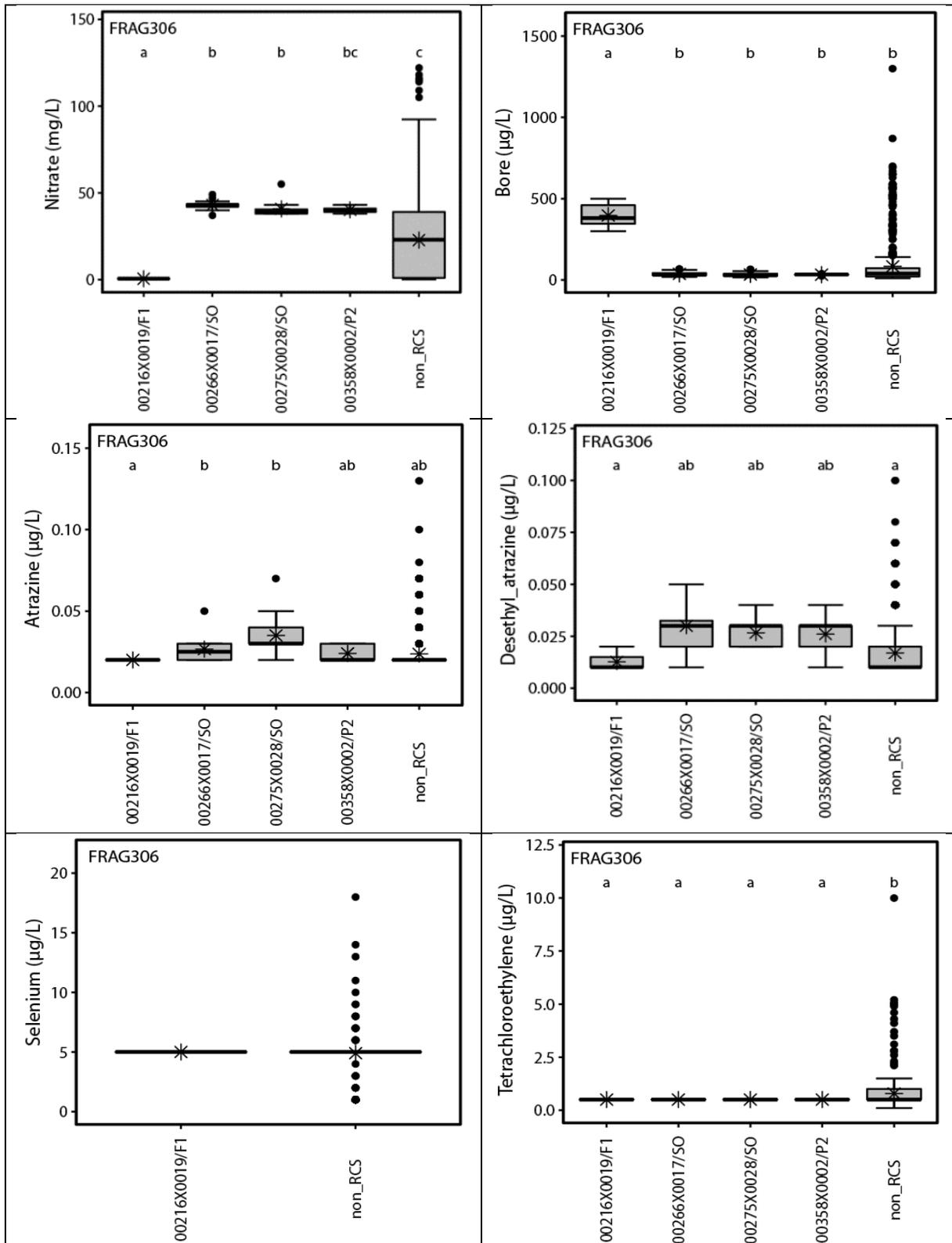
Pour l'atrazine, les qualitomètres non-RCS (ab) sont représentés par les qualitomètres RCS (a, b et ab). Les concentrations mesurées sont inférieures à la norme (0.1 µg/l) sur les qualitomètres RCS. Quelques valeurs dépassent cette norme sur les qualitomètres non-RCS. De la même manière, pour l'atrazine déséthyl, les qualitomètres non-RCS (a) sont représentés par les qualitomètres RCS (a, ab). Quelques valeurs au-dessus de la norme pour les qualitomètres non-RCS mais pas de dépassement constaté sur les qualitomètres RCS.

Un seul qualitomètre RCS dispose de mesures de concentrations en sélénium. Les données disponibles sont insuffisantes pour proposer une interprétation pertinente.

Pour le tétrachloroéthylène, les qualitomètres non-RCS enregistrent une variabilité (b) qui n'est pas représentée par les qualitomètres RCS (a) qui mesurent des concentrations en dessous de la limite de quantification.

Pour le bentazone, les qualitomètres non-RCS sont représentés par le qualitomètre RCS 00216X0019/F1 et en partie par le qualitomètre RCS 00358X0002/P2.

Pour le glyphosate, les mesures sont inférieures à la limite de quantification sur les qualitomètres RCS témoignant d'une absence de bentazone alors que les qualitomètres non-RCS témoignent de sa présence.



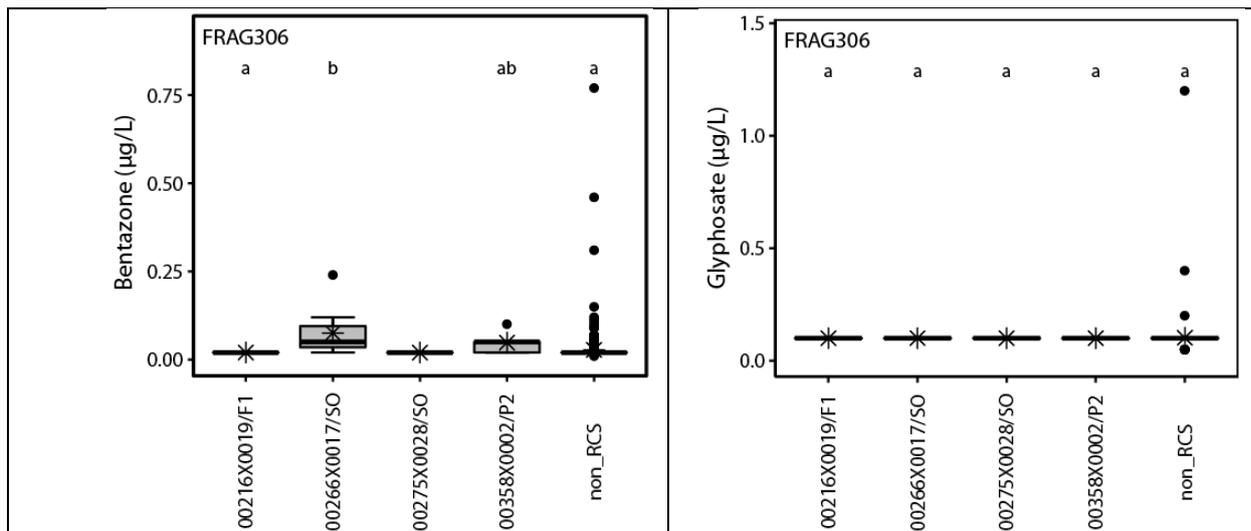


Figure 57 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualimètres du RCS et sur l'ensemble des qualimètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualimètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualimètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05)

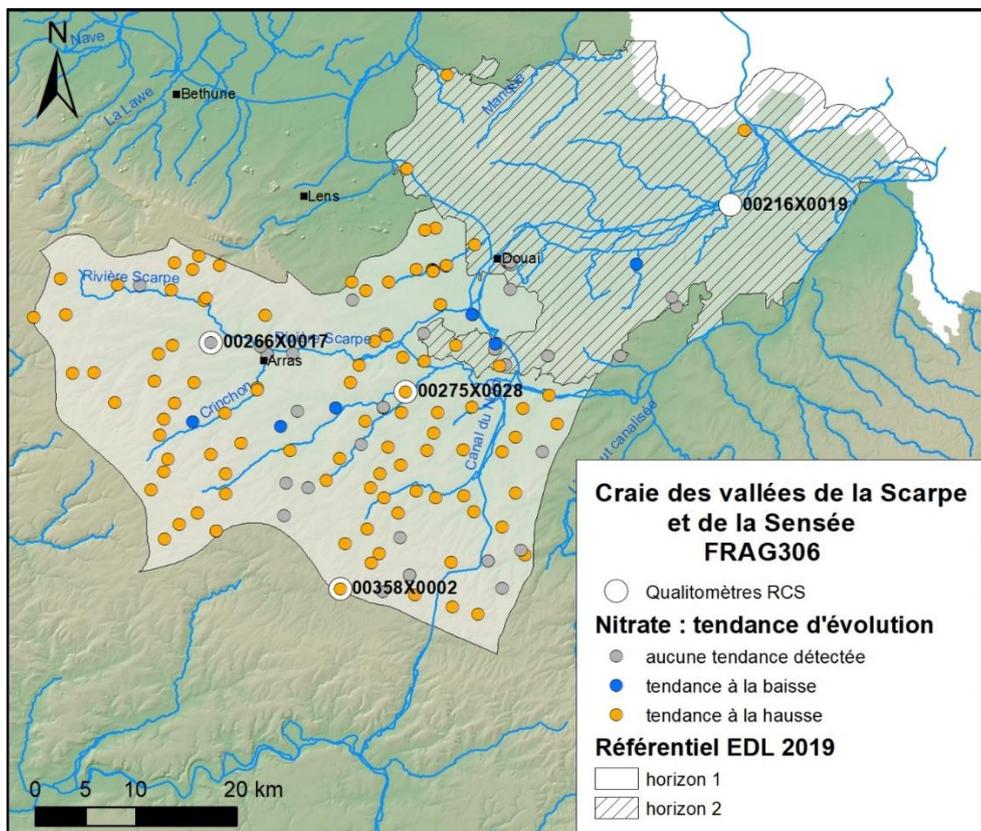


Figure 58 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrate des qualimètres de la masse d'eau souterraine FRAG306.

- **Tendance d'évolution des concentrations en nitrate**

Exception faite de quelques qualitomètres (7) qui affichent une tendance à la baisse, la majorité des qualitomètres affichent soit une tendance à la hausse (100 qualitomètres) soit une absence de tendance (43 qualitomètres) (Figure 58). Malgré les changements importants dans le rattachement des points d'eau à cette masse d'eau souterraine, les conclusions restent les mêmes et les requêtes formulées inchangées.

Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS

Le réseau de surveillance RCS de cette masse d'eau souterraine a évolué :

- Le qualitomètre 00215X0187/PZAE (Marchiennes) n'est plus rattaché à la masse d'eau souterraine FRAG306 ;
- Les 3 qualitomètres RCS : 00216X0019/F1 (Saint-Amand-les-Eaux), 00266X0017/SO (Duisans), 00275X0028/SO (Remy) ne changent pas ;
- Le qualitomètre 00358X0002/P2 (Grandcourt), précédemment rattaché à FRAG012, est dorénavant rattaché à FRAG306.

Les requêtes d'évaluation de la représentativité ne changent pas (exception faite pour la BDLISA où l'entité hydrogéologique 121AT est remplacée par 121BD) mais un des qualitomètres RCS de la masse d'eau souterraine change.

Le qualitomètre RCS 00358X0002/P2 selon les travaux d'identification de potentiel piézomètre de référence est rattaché à 2 piézomètres possibles : 00385X0003/P1 et 00358X0216/PIEZO (Auterives et al., 2017). Ces travaux demandent à être validés mais ces deux piézomètres témoignent d'une cyclicité pluriannuelle et d'une absence de relation nappe-rivière, ce qui conduit à valider les 2 requêtes associées (Tableau 12).

En liant le qualitomètre RCS 00358X0002/P2 à la masse d'eau souterraine FRAG306, la représentativité du réseau RCS est augmentée par rapport à la précédente évaluation. Deux requêtes précédemment non validées, le sont à présent.

Pour encore améliorer la représentativité du RCS, il serait pertinent d'avoir un suivi de la zone de plus forte densité de prélèvement en eau souterraine en amont de la zone captive (Auterives et al., 2017) et des relations nappe – rivière où la nappe est drainée par les cours d'eau.

				Qualitomètres RCS					
				00216X0019 Saint-Amand- Les-Eaux	00266X0017 Duisans	00358X0002 Grandcourt	00275X0028 Remy		
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	121BD		X	X	X	X	
		Ecoulement souterrain	Nappe libre	70 %		X			
			Nappe captive	20 %	X		X		
			Régime semi-captif	10 %				X ?	
		Recharge de la nappe	Recharge pluviale = nappe libre	80 %		X	X	X	
			Recharge par drainance des sables d'Ostricourt	10 %					
			Recharge par déversement de la nappe des sables = fond géochimique	10 %					
		Inertie de la nappe	Cycle pluriannuel	10 %			X		
			Double cycle, long terme prépondérant	80 %		X			
			Double cycle, court terme prépondérant	10 %					
	Eau souterraine – eau de surface	Nappe draine les eaux de surface	20 %		X		X		
		Nappe est drainée par les cours d'eau	60 %						
		Pas de relation nappe – rivière	10 %			X			
		Vallée de la Scarpe et de l'Escaut	10 %	X					
	Contexte de pression	Pression de prélèvement	Amont de la zone captive, zone dépression piézométrique	50 %					
			Partie libre	50 %		X	X	X	
		Contexte de pression	Contexte agricole	Contexte urbain	15 %				
				Contexte industriel	4 %				
				Classe 1. grandes cultures, polyculture-élevage	50 %		X		X
				Classe 2. grandes cultures, bovins, polyculture	10 %				
Tendance des nitrates		Fond géochimique	Classe 3. grandes cultures	20 %					
			Tendance à la hausse	60 %			X	X	
			Tendance à la baisse	5 %					
			Absence de tendance	35 %		X			
		Bordure de la craie sous recouvrement tertiaire = recharge par déversement de la nappe des sable							

Tableau 12 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG306.

7.7. AG307, CRAIE DU VALENCIENNOIS

Évolution du réseau de surveillance

Trente-huit points d'eau sont rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG307, la craie du Valenciennois. Les changements entre janvier 2017 et cette étude sont :

- 6 points d'eau sont dorénavant rattachés à FRAG307 alors qu'ils étaient rattachés à FRAG006 au cours de la précédente étude ;
- 10 points d'eau, précédemment rattachés à FRAG007, sont dorénavant rattachés à une autre masse d'eau souterraine ;
- 28 points d'eau restent inchangés et rattachés à FRAG307 (Figure 59).

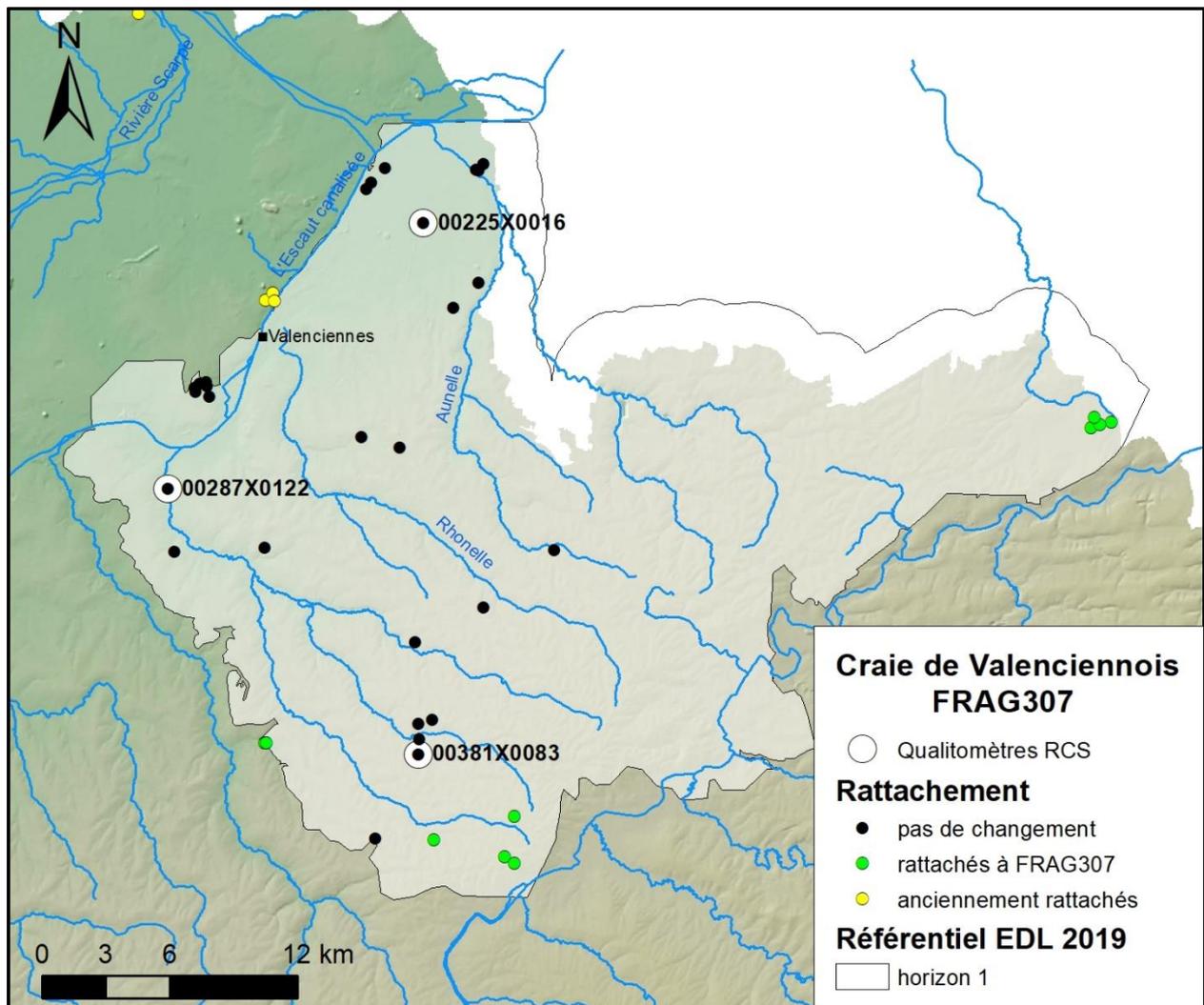


Figure 59 : Evolution du réseau de surveillance de la masse d'eau FRAG307, la craie du Valenciennois (référentiel EDL 2019).

BDLISA

Du point de vue lithologique, la masse d'eau souterraine FRAG307 comprend l'aquifère de la craie du Sénonien au Turonien représenté par l'entité BDLISA aquifère 121BD, la craie du Sénonien au Turonien inférieur des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (Figure 60).

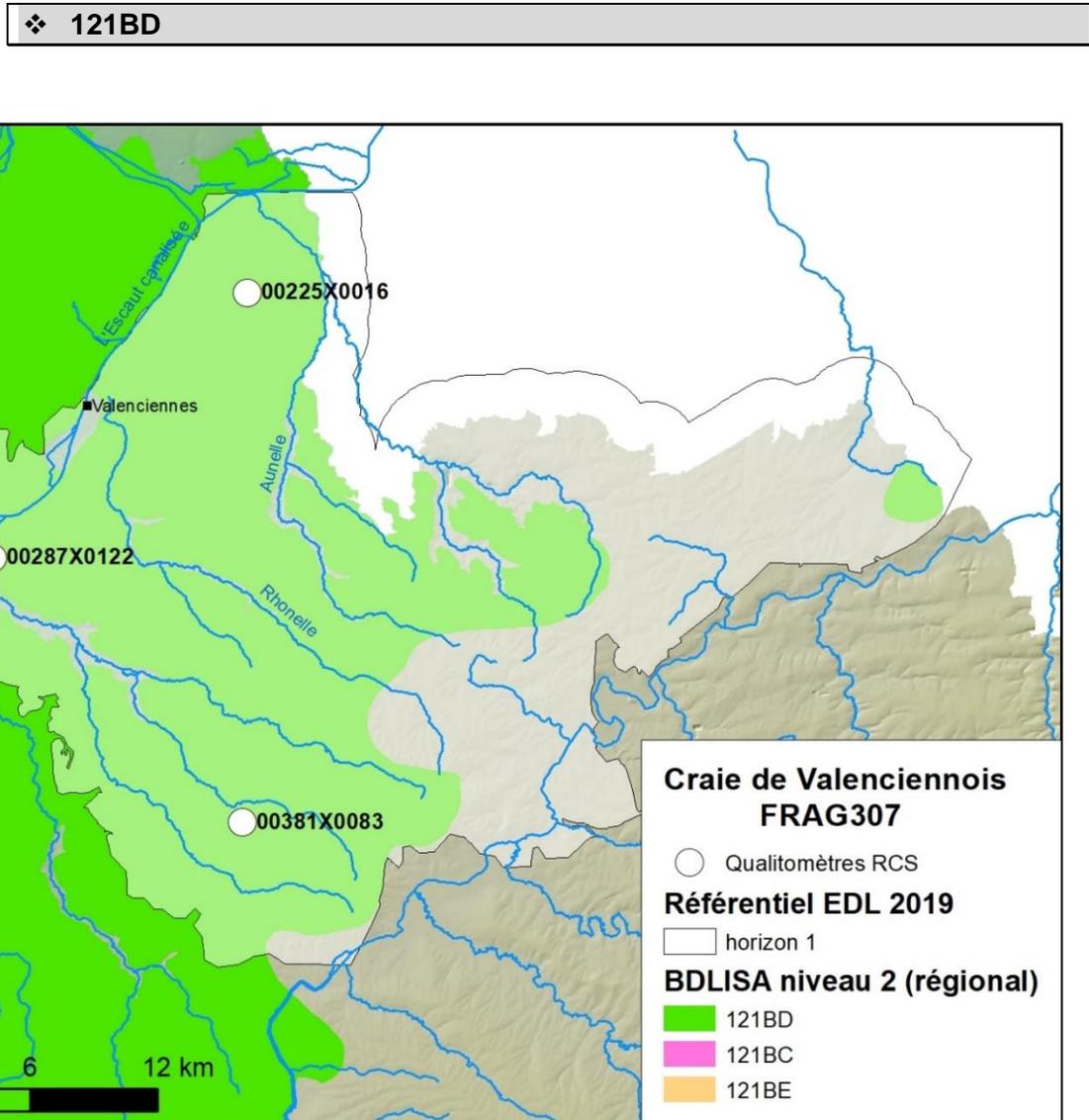


Figure 60 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord (121BD) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG307 (BDLISA version 2).

Inertie de la nappe et relation nappe - rivière

Seize points d'eau ont fait l'objet d'un changement de rattachement point d'eau – masse d'eau (Figure 59). Cependant pour aucun d'entre eux, un comportement hydrodynamique n'a pas été évalué. Ces nouveaux points n'apportent pas d'information supplémentaire quant à l'inertie de la nappe à l'échelle de la masse d'eau souterraine. De ce fait, les requêtes proposées sur le

comportement hydrodynamique des piézomètres restent inchangées. Il en est de même pour les relations nappe – rivière au droit des piézomètres (Brugeron et al., 2012).

Pression sur la ressource en eau

Les modifications de contour de la masse d'eau souterraine réduisent l'importance des territoires urbains (12 %) et industriels (3 %) au profit des territoires naturels (15 %) ce qui conduit à modifier les coefficients de pondération des requêtes qui elles, restent inchangées :

❖ Contexte agricole		70 %
Classe 1, élevage bovins	35 %	
Classe 3, grandes cultures	35 %	
❖ Contexte industriel		3 %
❖ Contexte urbain		12 %
❖ Contexte naturel		15 %

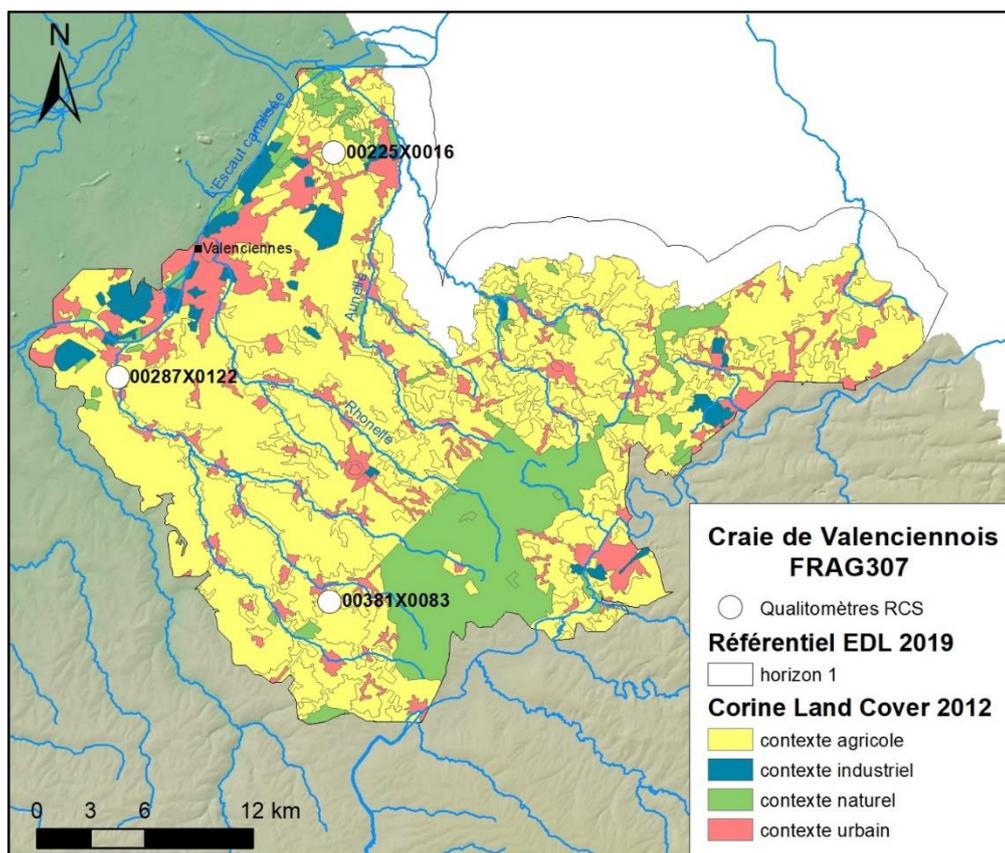


Figure 61 : Couverture Corine Land Cover 2012 simplifiée selon 4 classes (agricole, urbain, industriel et naturel) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG307.

Qualité des eaux souterraines

- **Analyse statistique**

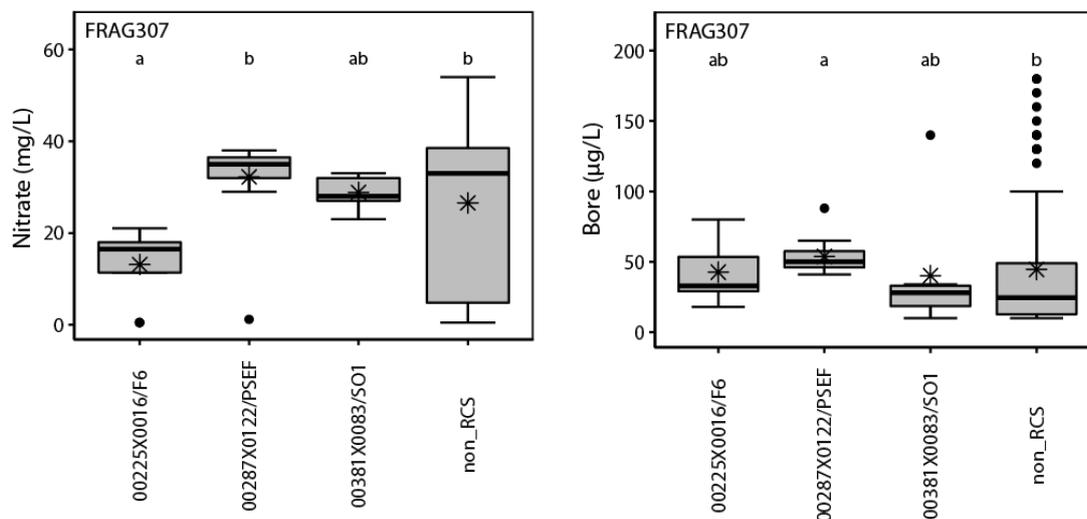
Les changements dans le rattachement point d'eau – masse d'eau conduit à une modification du jeu des données qualité utilisées pour l'approche statistique de comparaison multiple par paires des boîtes à moustaches des concentrations en nitrates, atrazine, atrazine déséthyl, bore, tétrachloréthylène, sélénium, glyphosate et bentazone sur les qualitomètres du RCS et sur l'ensemble des autres qualitomètres de la masse d'eau FRAG307 (Figure 62).

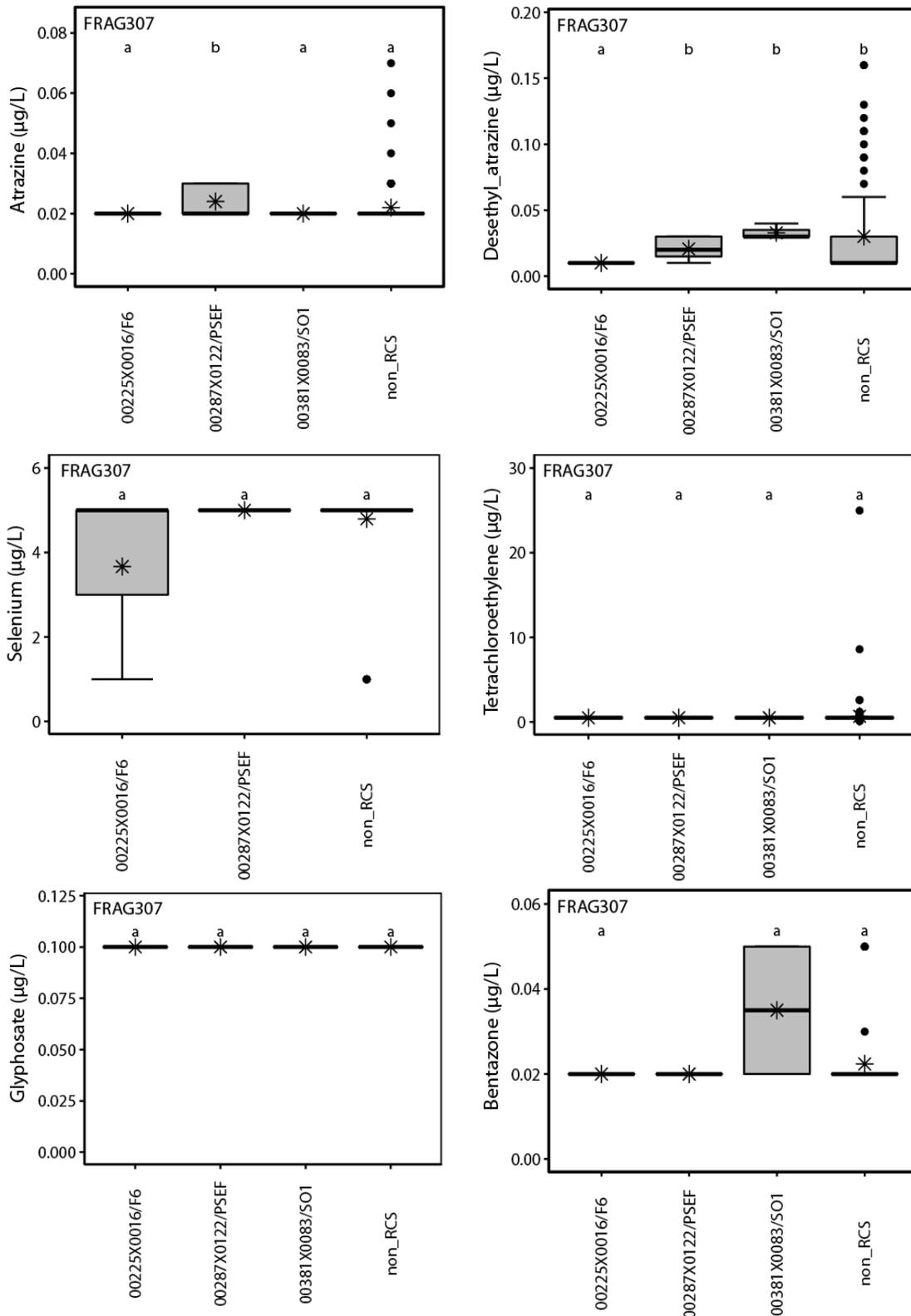
Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 26 pour le bentazone ; 27 pour le sélénium ; 28 pour l'atrazine, l'atrazine déséthyl, le bore, le glyphosate, le nitrate ; et 34 pour le tétrachloroéthylène.

Malgré ces changements, les données et les résultats sont comparables aux précédents (Auterives et al., 2017) pour le nitrate, le bore, le sélénium, le tétrachloroéthylène et le glyphosate.

Pour l'atrazine, on observe une gamme de concentrations plus large des qualitomètres non-RCS. Ces mesures sont statistiquement comparables aux qualitomètres RCS 00225X0016/F6 et 00381X0083/SO1. Le qualitomètre 00287X0122/PSEF se distingue.

Pour le bentazone, les données montrent une certaine homogénéité à l'échelle de la masse d'eau souterraine (groupe a pour les qualitomètres RCS et non-RCS) ce qui n'avait pas été le cas lors de la précédente étude.





L'ensemble des mesures réalisées dans les qualitomètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualitomètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05).

Figure 62 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualitomètres du RCS et sur l'ensemble des qualitomètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.

• **Tendance d'évolution des concentrations en nitrate**

Une tendance d'évolution des teneurs en nitrates à la hausse majoritaire sur cette masse d'eau souterraine se maintient (17 qualitomètres). Quelques qualitomètres (6 qualitomètres) témoignent aucune tendance. Seul un qualitomètre RCS 00381X0083/SO1 se distingue avec une tendance à la baisse. Ce qualitomètre est rattaché à l'entité BDLISA 119AA01, les sables du Thanétien du Bassin parisien qui est une entité sus-jacente à la craie du Séno-Turonien séparée de celle-ci par les formations résiduelles à silex du nord de la France (119AE17, semi-perméable) et les argiles et tuffeaux du Thanétien (119AI01, imperméable). Ce qualitomètre ne représente pas la même entité hydrogéologique aquifère que les deux autres qualitomètres RCS de la masse d'eau souterraine ce qui peut expliquer ces différences.

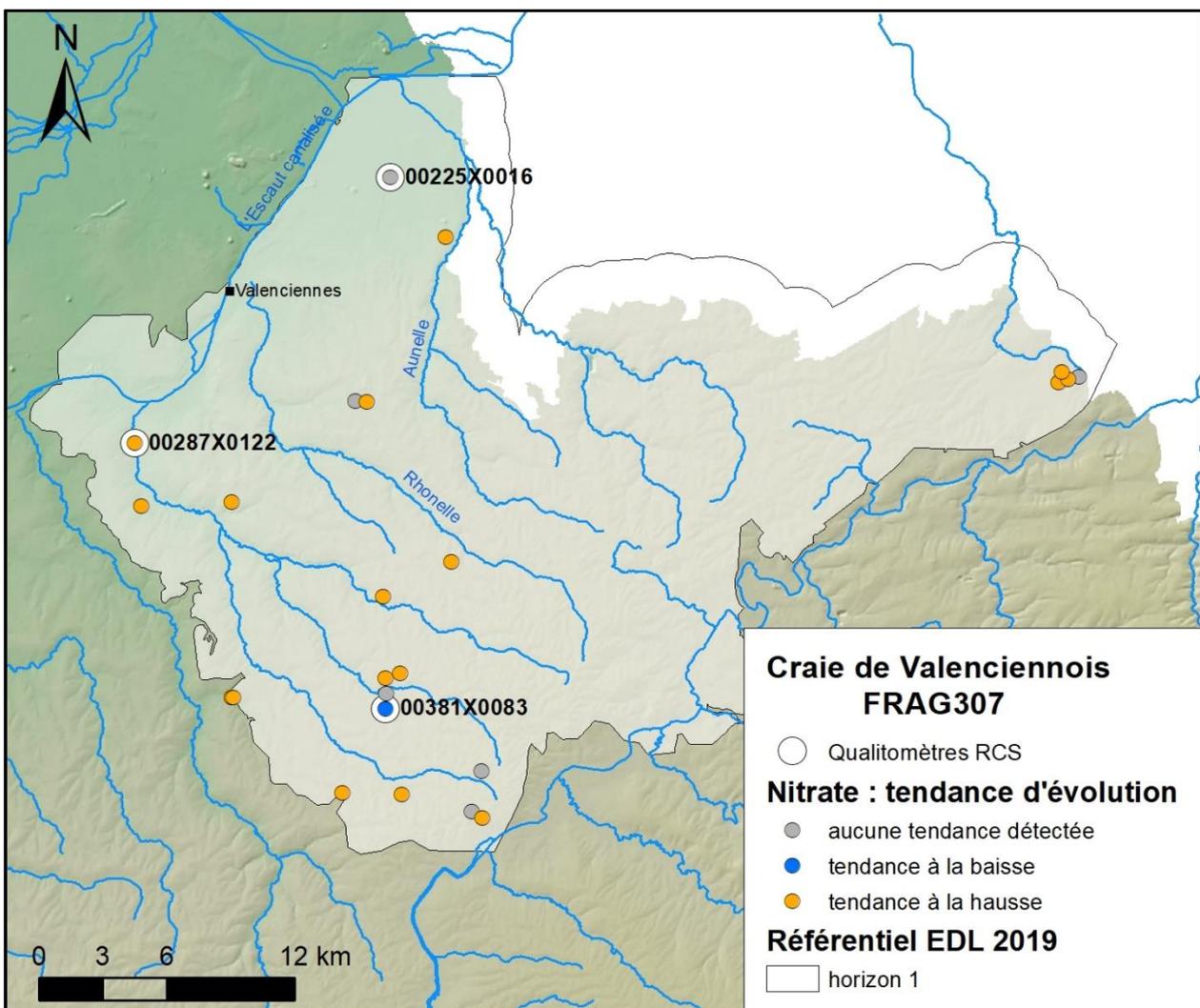


Figure 63 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrates des qualitomètres de la masse d'eau souterraine FRAG307.

Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS

Le réseau de surveillance qualité de cette même masse d'eau compte les 3 mêmes qualitomètres RCS que l'étude précédente :

- 00225X0016/F6 à Quarouble (59479) ;
- 00381X0083/SO1 à Poix-du-Nord (59464) ;
- 00287X0122/PSEF à Thiant (59589).

La requête concernant les entités hydrogéologiques aquifères selon la BDLISA a changé compte tenu de l'évolution du référentiel hydrogéologique BDLISA. Les coefficients de pondération liés à l'occupation du territoire (Corine Land Cover 2012) ont été quelque peu modifiés. Pour le reste, il n'y a pas eu d'évolution dans les requêtes ni dans leur validation.

Se pose toujours la question de la définition de la masse d'eau souterraine qui représente l'aquifère de la craie du Séno-Turonien sans inclure les entités aquifères sus-jacentes comme les sables du Thanétien que représente le qualitomètre RCS 00381X0083/SO1 (entité 119AA01). Dans ce contexte, il est important de considérer ce qualitomètre différemment par rapport aux autres, notamment dans l'évaluation du bon état chimique pour le rapportage à l'Europe et la mise à jour de l'état des lieux.

La représentativité du RCS de cette masse d'eau souterraine est identique. Il reste une incohérence entre la définition de la masse d'eau souterraine qui correspond à la craie du Séno-Turonien et le réseau de surveillance RCS dont un des qualitomètres représente les sables du Thanétien.

					Qualitomètres RCS			
					00225X0016 Quarouble	00381X0083 Poix-du-Nord (119AA01)	00287X0122 Thiant	
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	121BD		X		X	
		Ecoulements souterrains	Nappe libre	80 %		X	X	
			Nappe captive	20 %	X			
		Recharge de la nappe	Recharge pluviale	70 %			X	
			Recharge par drainance des sables d'Ostricourt	10 %		X		
			Recharge par déversement de la nappe des sables	10 %	X ?			
			Recharge par pertes des cours d'eau	10 %			X ?	
		Inertie de la nappe	<i>Double cycle, long terme prépondérant</i>	33 %			?	
			<i>Double cycle, court terme prépondérant</i>	33 %				
			<i>Cycle pluriannuel</i>	33 %	X		?	
	Relation nappe – rivière	La nappe draine les cours d'eau	40 %			X		
		La nappe contribue aux cours d'eau	40 %					
		Pas de relation nappe – rivière	20 %	X				
	Contexte de pression	Occupation du sol	Agricole	Classe 1 Amont élevage	35 %		X	
				Classe 3 Aval grandes cultures	35 %	X		X
			Urbain	12 %				
			Naturel	15 %				
		Tendance d'évolution des nitrates	Fond géochimique	Industriel	3 %			
				Tendance à la hausse	75 %			X
				Pas de tendance	20 %	X		
			Tendance à la baisse	5 %		X		
		Bordure de la craie sous recouvrement tertiaire		X				

Tableau 13 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG307

7.8. AG308, CRAIE DE LA VALLEE DE LA CANCHE AMONT

Évolution du réseau de surveillance

Quarante-quatre points d'eau sont rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG308, la craie de la vallée de la Canche amont (Figure 64). La délimitation de cette masse d'eau souterraine change assez peu, les modifications concernent des ajustements du contour mais pas des modifications significatives. Les évolutions sont :

- 2 points d'eau sont rattachés à FRAG308 alors qu'ils ne l'étaient pas dans la précédente étude ;
- 2 points d'eau ne sont pas rattachés à FRAG308 alors qu'ils l'étaient précédemment ;
- pour 42 points d'eau, il n'y a pas de changement et restent attachés à FRAG308 (Figure 64).

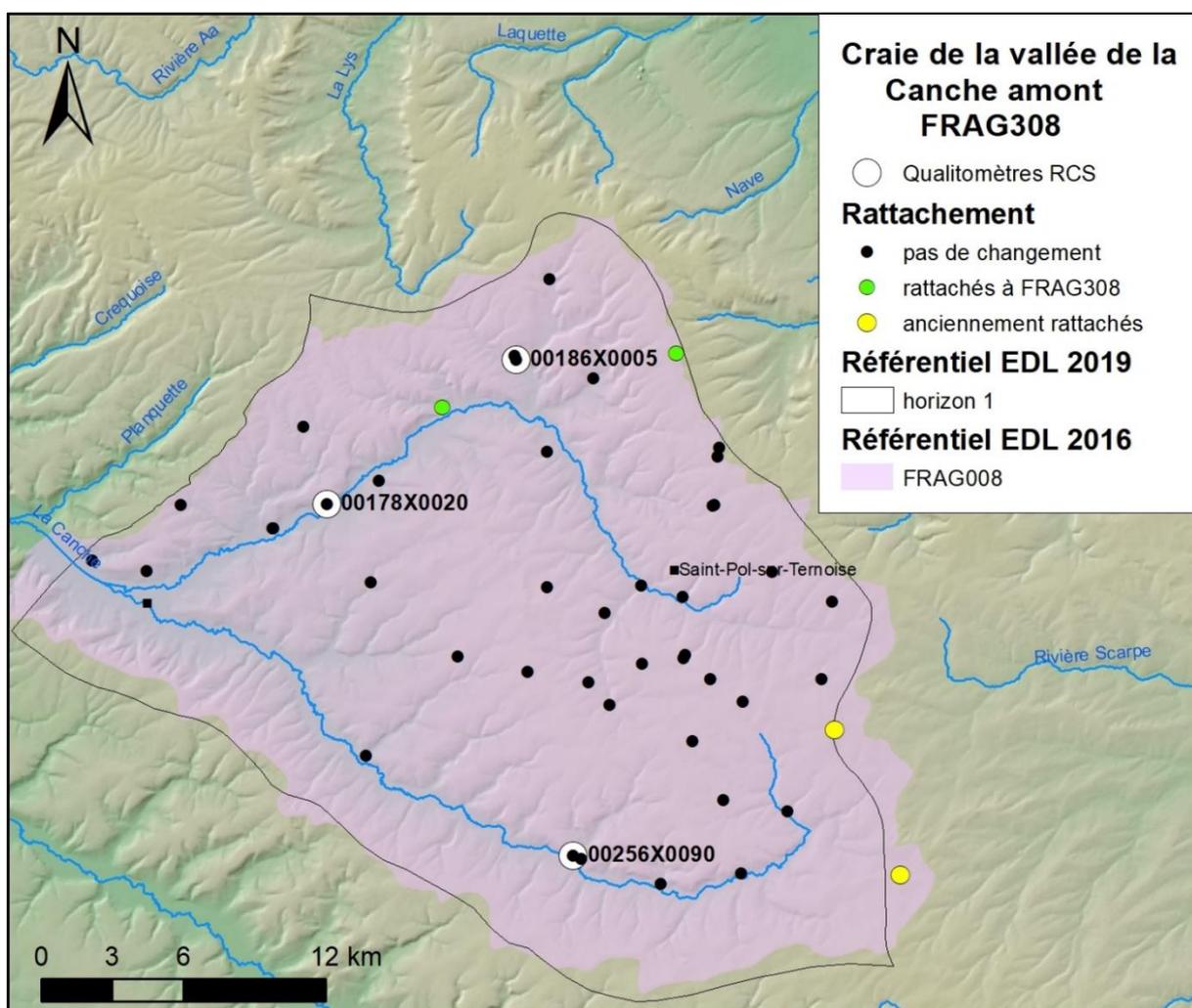


Figure 64 : Evolution du réseau de surveillance de la masse d'eau souterraine FRAG308, la craie de la vallée de la Canche amont (référentiel EDL 2019).

BDLISA

Du point de vue de la lithologie, l'horizon imperméable des marnes bleues (dièves bleues) du Turonien moyen et marnes vertes (dièves vertes) du Turonien inférieur (121BA01, BDLISA) est présent sur toute l'emprise de la masse d'eau souterraine FRAG308. Cet horizon sépare l'aquifère de la craie du Séno-Turonien de l'aquifère du Cénomaniens. L'entité BDLISA aquifère 121BC, la craie du Sénonien au Turonien des bassins versants de l'Authie et de la Canche, est identifiée comme constitutive de la masse d'eau souterraine (Figure 65) :

❖ 121BC

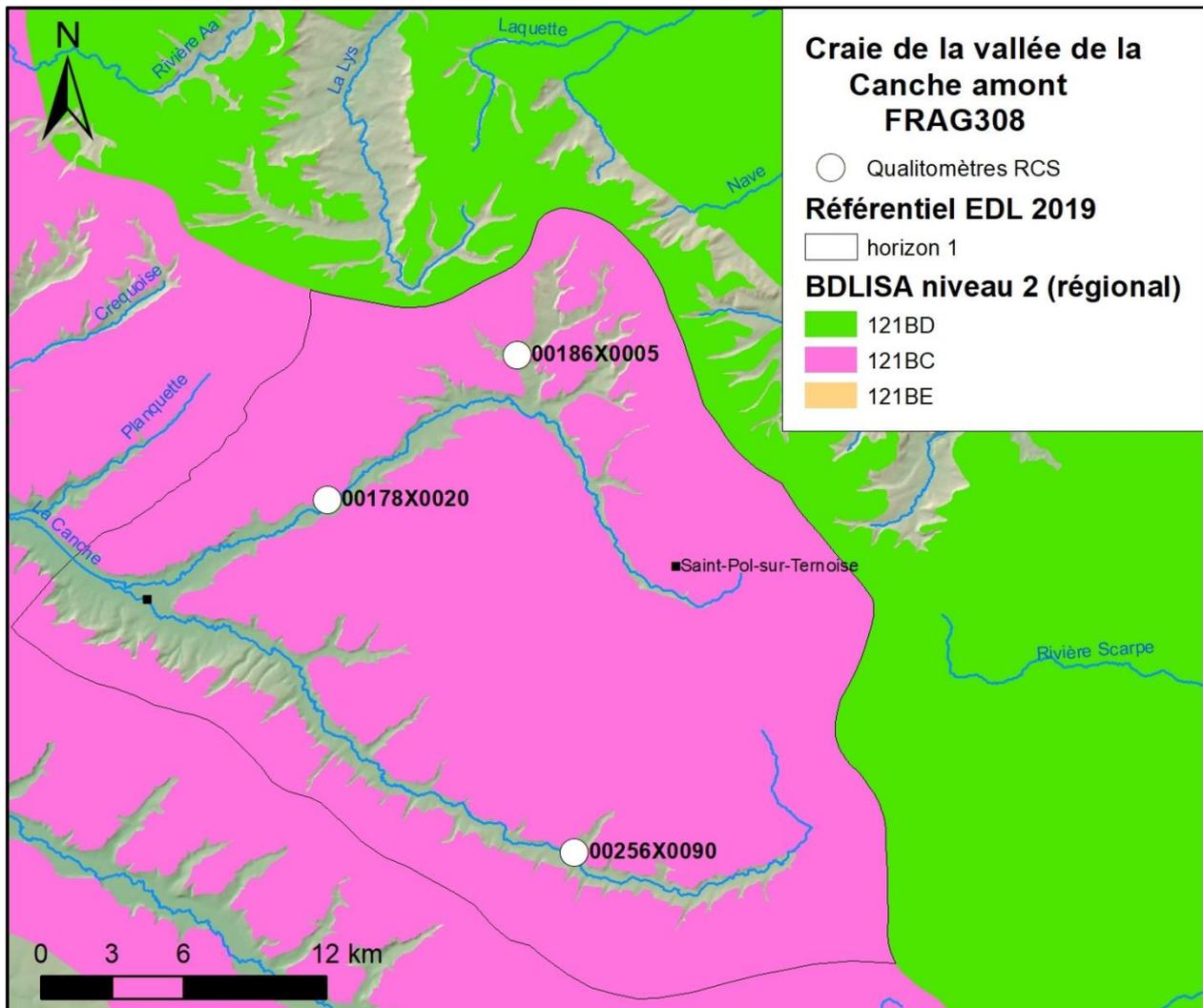


Figure 65 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur des bassins versants de l'Authie et de la Canche (121BC) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG308 (référentiel EDL 2019).

Inertie de la nappe

Concernant l'inertie de la nappe, le nombre de piézomètres caractérisés se réduit mais les 3 types de comportement hydrodynamique sont représentés (Figure 66). Les requêtes et coefficients de pondération associés ne sont pas modifiés.

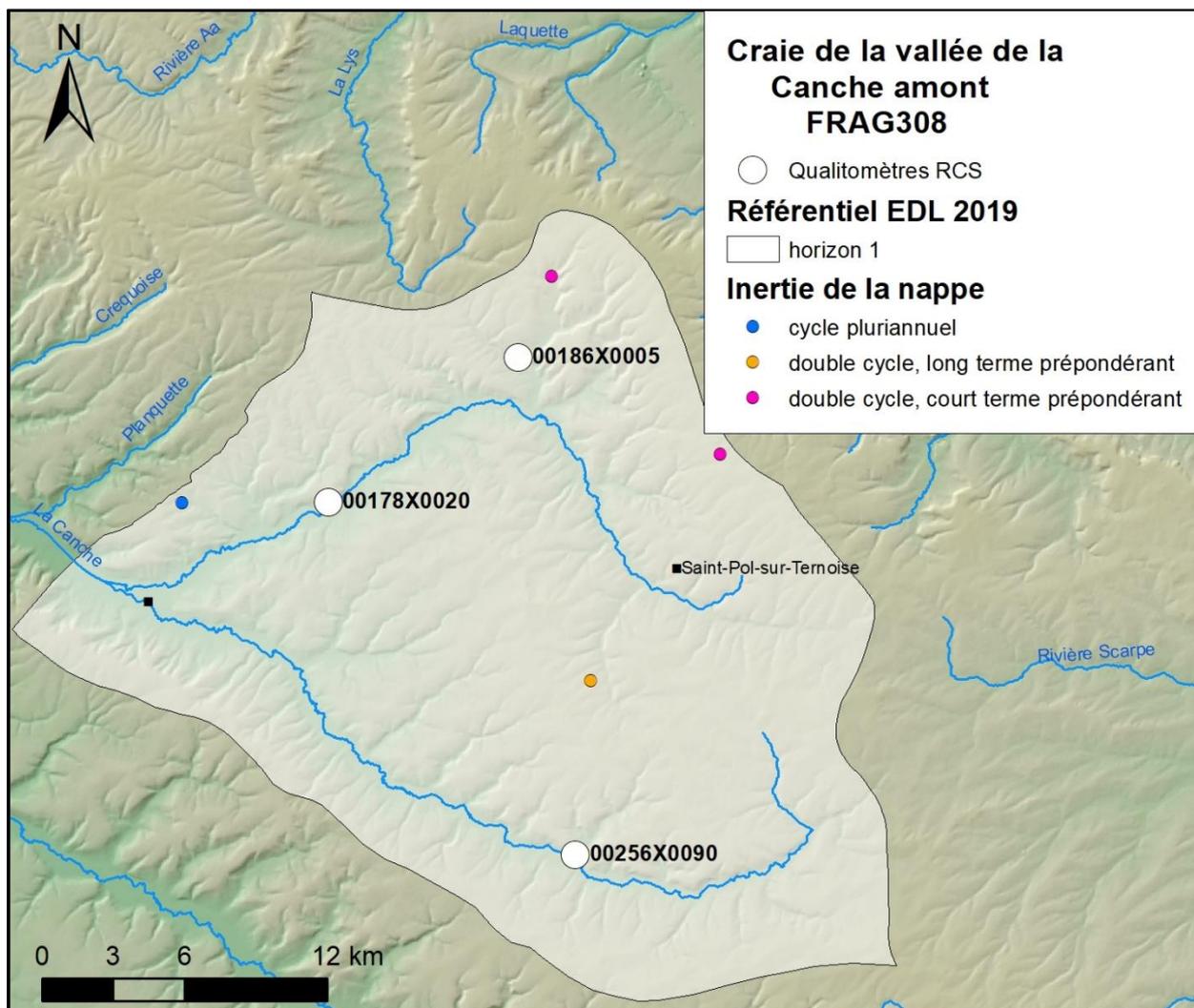


Figure 66 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau souterraine FRAG308.

Relation nappe – rivière

Les relations nappe – rivière précédemment identifiées au droit des piézomètres étaient une absence de relation nappe – rivière (3 piézomètres) et la nappe captée qui alimente les cours d'eau (2 piézomètres). Les mêmes interactions sont identifiées, la différence est un piézomètre de moins pour l'absence de relation nappe – rivière. En effet, 00258X0009/P1 précédemment rattaché à FRAG008 est dorénavant rattaché à FRAG306. Les requêtes formulées sur les interaction nappe – rivière restent inchangées.

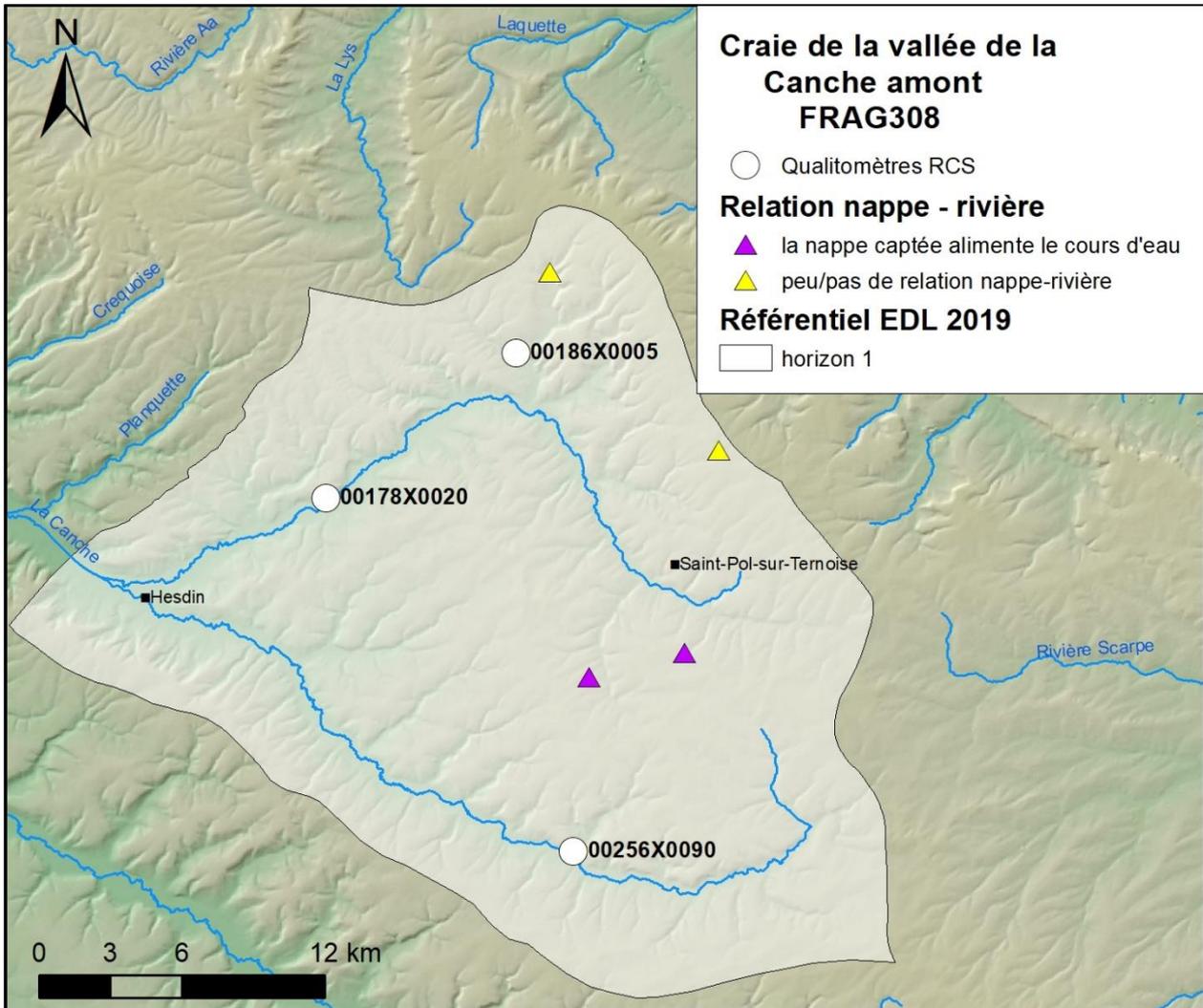


Figure 67 : Relations nappe – rivière aux points d'eau (Brugeron et al., 2012).

Qualité des eaux souterraines

- **Analyse statistique**

L'évolution du référentiel point d'eau de la masse d'eau souterraine FRAG308 concerne 3 qualitomètres : 00185X0079/FR1BIS et 00187X0020/P1 sont nouvellement rattachés à FRAG308, 00254X0018/P1 ne l'est plus.

Une nouvelle analyse des données de la qualité des eaux souterraines par comparaison multiple par paires des boîtes à moustaches des concentrations en nitrates, atrazine, atrazine déséthyl, bore, tétrachloréthylène, sélénium, glyphosate et bentazone de la masse d'eau FRAG308 est faite (Figure 68).

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 33 pour le sélénium et 36 pour tous les autres paramètres.

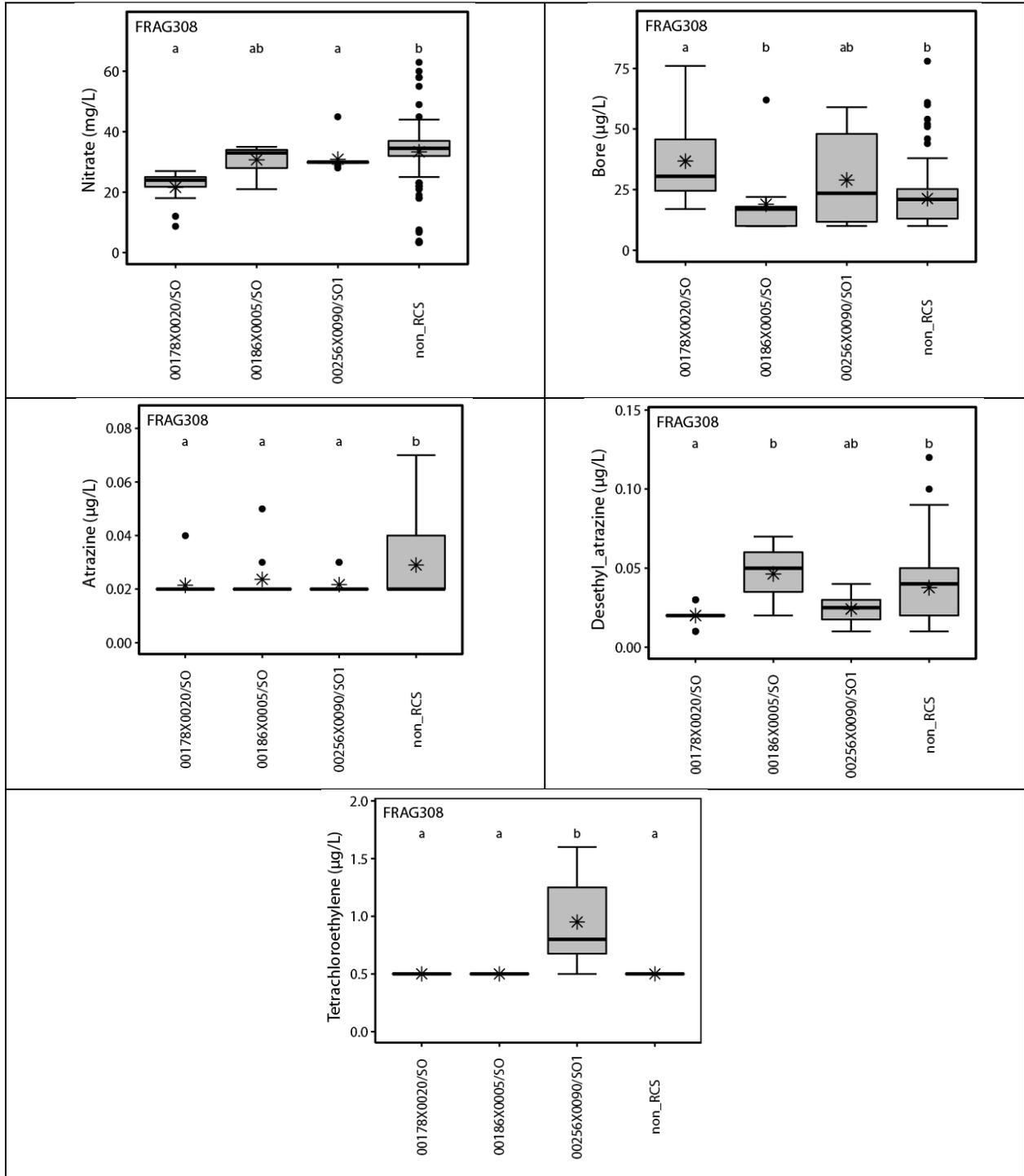


Figure 68 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine déséthyl, bore et tétrachloréthylène sur les qualimètres du RCS et sur l'ensemble des qualimètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualimètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualimètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05).

Le glyphosate, le sélénium et le bentazone ne sont pas suffisamment quantifiés pour rendre l'analyse statistique pertinente (graphiques non présentés).

Pour le nitrate, la gamme des concentrations des qualitomètres non-RCS s'étend avec des maximums à 60 mg/l mais l'interprétation reste la même avec les qualitomètres 00178X0020/SO qui se distinguent (profil a) des qualitomètres non-RCS (profil b). Le qualitomètre RCS 00186X00005/S est statistiquement comparable aux 2 autres qualitomètres RCS et aux qualitomètres non-RCS.

Pour l'atrazine, la différence statistique s'accroît entre les qualitomètres RCS (profil a) et les qualitomètres non-RCS (profil b) ce qui avait été initié lors de la précédente étude. Pour l'atrazine déséthyl, l'interprétation change. Le qualitomètre RCS 00186X0005/SO apparaît représentatif des qualitomètres non-RCS (profil b). Les 2 autres qualitomètres RCS se distinguent statistiquement (profil a et ab) ce qui avait déjà été montré lors de l'étude précédente.

Pour le bore et le tétrachloréthylène, l'interprétation et les données sont identiques.

- **Tendance d'évolution des concentrations en nitrate**

L'interprétation des tendances des concentrations en nitrate des qualitomètres de la masse d'eau souterraine FRAG308 ne change pas. Sur 37 qualitomètres (1 de plus que précédemment), 3 ne détectent aucune tendance (identique à nos premières études) et 34 détectent une tendance à la hausse (33 précédemment). En conséquence, les requêtes et coefficients de pondération associés ne sont pas modifiés.

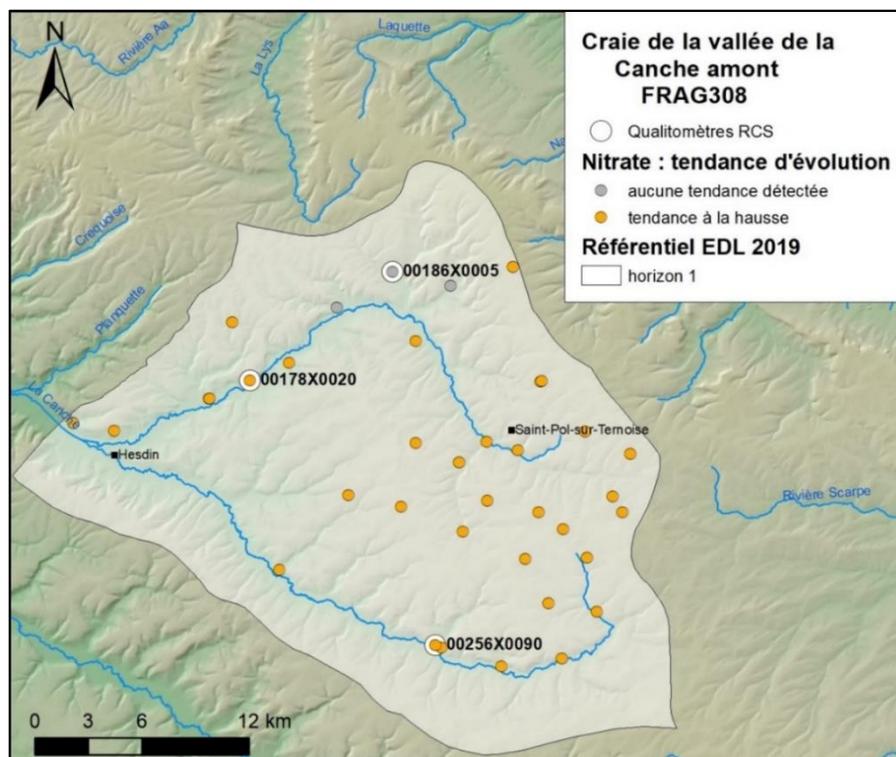


Figure 69 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrate des qualitomètres de la masse d'eau souterraine FRAG308.

Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS

Le réseau de surveillance qualité de cette même masse d'eau compte les mêmes 3 qualitomètres RCS que précédemment :

- 00186X0005/SO à Bergueneuse (62109) ;
- 00178X0020/SO à Blingel (62142) ;
- 00256X0090/SO1 à Frevent (62361).

Seules les requêtes sur les entités hydrogéologiques aquifères (BDLISA version 2) sont modifiées par rapport à la précédente évaluation. Une seule entité aquifère 121BC est identifiée et est représentée par les 3 qualitomètres RCS.

Les autres requêtes ne sont pas affectées. La représentativité du RCS de la masse d'eau souterraine FRAG308 n'a pas changé, elle s'est même améliorée compte tenu de la diminution du nombre total de requêtes sans pour autant modifier le nombre de requêtes validées. Le suivi des zones de plateaux, des relations nappe – rivière et du cycle pluriannuel améliorerait la représentativité du RCS.

Le constat que le qualitomètre RCS de Blingel (00178X0020) est en doublon se maintient, il ne valide aucune requête qui lui est propre.

					Qualitomètres RCS			
					00186X0005 Bergueneuse	00178X0020 Blingel	00256X0090 Frequent	
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	121BC		X	X	X	
		Ecoulements souterrains	Nappe libre, zones de plateaux	50 %				
			Nappe libre, vallées	50 %	X	X		
		Recharge	Recharge pluviale		X	X	X	
		Inertie de la nappe	Double cycle, court terme prépondérant	33 %	X			
			Double cycle, long terme prépondérant	33 %			X	
			Cycle pluriannuel	33 %				
		Relation nappe – rivière	Pas de relation nappe – rivière	10 %	X		X	
			Les cours d'eau drainent la nappe	80 %				
	Marais de la Grenouillère		10 %					
	Contexte de pression	Occupation du sol	Contexte agricole	Classe 1	60 %		X	X
				Classe 2	30 %	X		
			Contexte urbain	4 %	X			
			Contexte industriel	4 %				
			Contexte naturel	2 %				
Evolution des nitrates		Tendance à la hausse	90 %		X	X		
	Pas de tendance	10 %	X					

Tableau 14 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG008

7.9. AG309, CRAIE DE LA VALLEE DE L'AUTHIE

Évolution du réseau de surveillance

Soixante-quatre points d'eau sont rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG309, la craie de la vallée de l'Authie. Les travaux de rattachement point d'eau – masse d'eau et la nouvelle délimitation de la masse d'eau ont conduit à quelques changements :

- 3 points d'eau sont nouvellement rattachés à FRAG309, précédemment ils avaient été rattachés à FRAG005 ;
- 16 points d'eau étaient précédemment rattachés à FRAG009, suite à la nouvelle délimitation de la masse d'eau souterraine ils sont dorénavant rattachés à FRAG306, FRAG311 ou FRAG312 ;
- et ainsi 61 points d'eau restent inchangés et rattachés à FRAG309 (Figure 70).

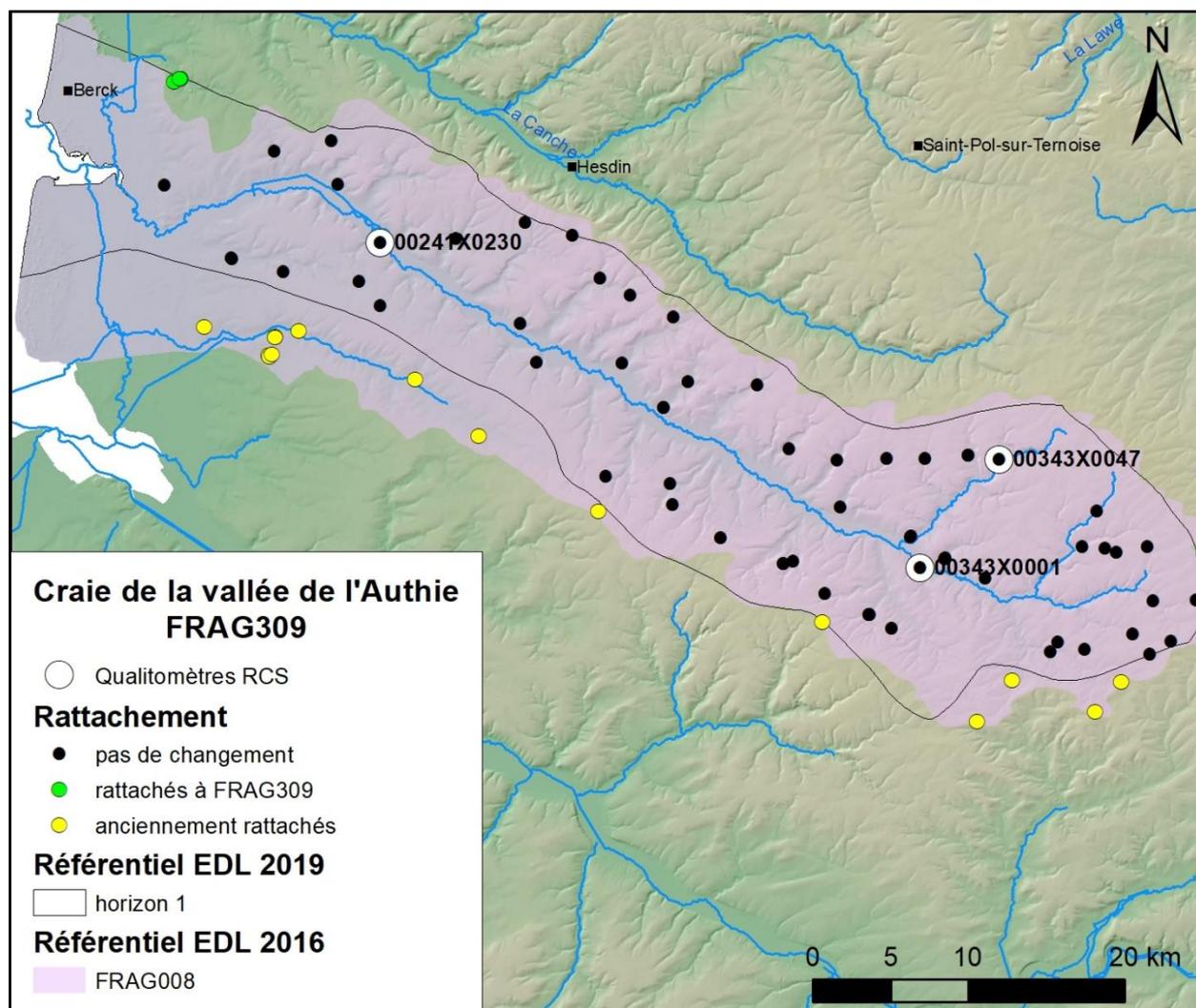


Figure 70 : Description du réseau DCE de surveillance de la masse d'eau FRAG309, craie de la vallée de l'Authie.

BDLISA

Les marnes (dièves blanches) du Cénomanien sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) en Artois et Hainaut (123AK05) et les marnes bleues (dièves bleues) du Turonien moyen et marnes vertes (dièves vertes) du Turonien inférieur (121BA01) sont deux entités identifiées comme imperméables dans les attributs de la BDLISA (champ « nature »). Au droit de la masse d'eau souterraine FRAG309, l'aquifère de la craie du Séno-Turonien et du Cénomanien sont séparés par un horizon imperméable. Du point de vue de la lithologie, l'aquifère de la craie du Séno-Turonien est représenté par l'entité hydrogéologique BDLISA, la craie du Sénonien au Turonien des bassins versants de l'Authie et de la Canche (121BC, BDLISA, version 2).

❖ 121BC

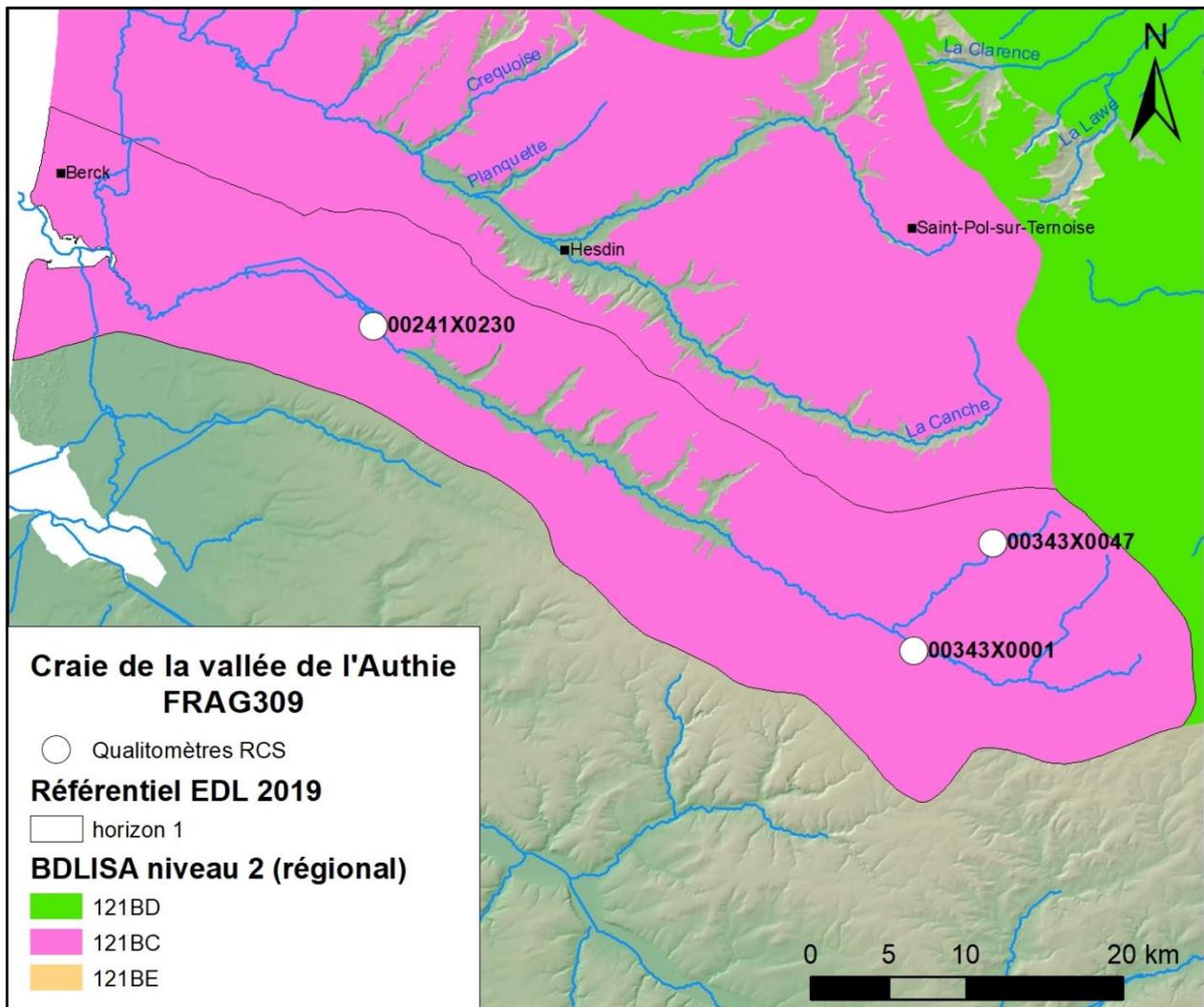


Figure 71 : Craie du Sénonien au Turonien inférieur des bassins versants de l'Authie et de la Canche (121BC) au droit de la masse d'eau souterraine FRAG309 (BDLISA version 2).

Inertie de la nappe

Concernant l'inertie de la nappe, quatre comportements hydrodynamiques avaient été identifiés (pluriannuel, double cycle à long terme prépondérant, double cycle à court terme prépondérant, cycle saisonnier). Les changements dans le rattachement des points d'eau à la masse d'eau FRAG309 ont écarté le point 00238X0037/F qui témoignait d'un cycle saisonnier annuel. Seul représentant de ce cycle, dorénavant la masse d'eau souterraine est caractérisée par trois types de comportement hydrodynamique : un cycle pluriannuel (1 piézomètre), un double cycle à long terme prépondérant (7 piézomètres essentiellement dans la partie amont) et un double cycle à court terme prépondérant (2 piézomètres).

Ce constat modifie les requêtes concernant l'inertie de la nappe et les coefficients de pondération associés :

❖ Cycle pluriannuel	10 %
❖ Double cycle, long terme prépondérant	70 %
❖ Double cycle, court terme prépondérant	20 %

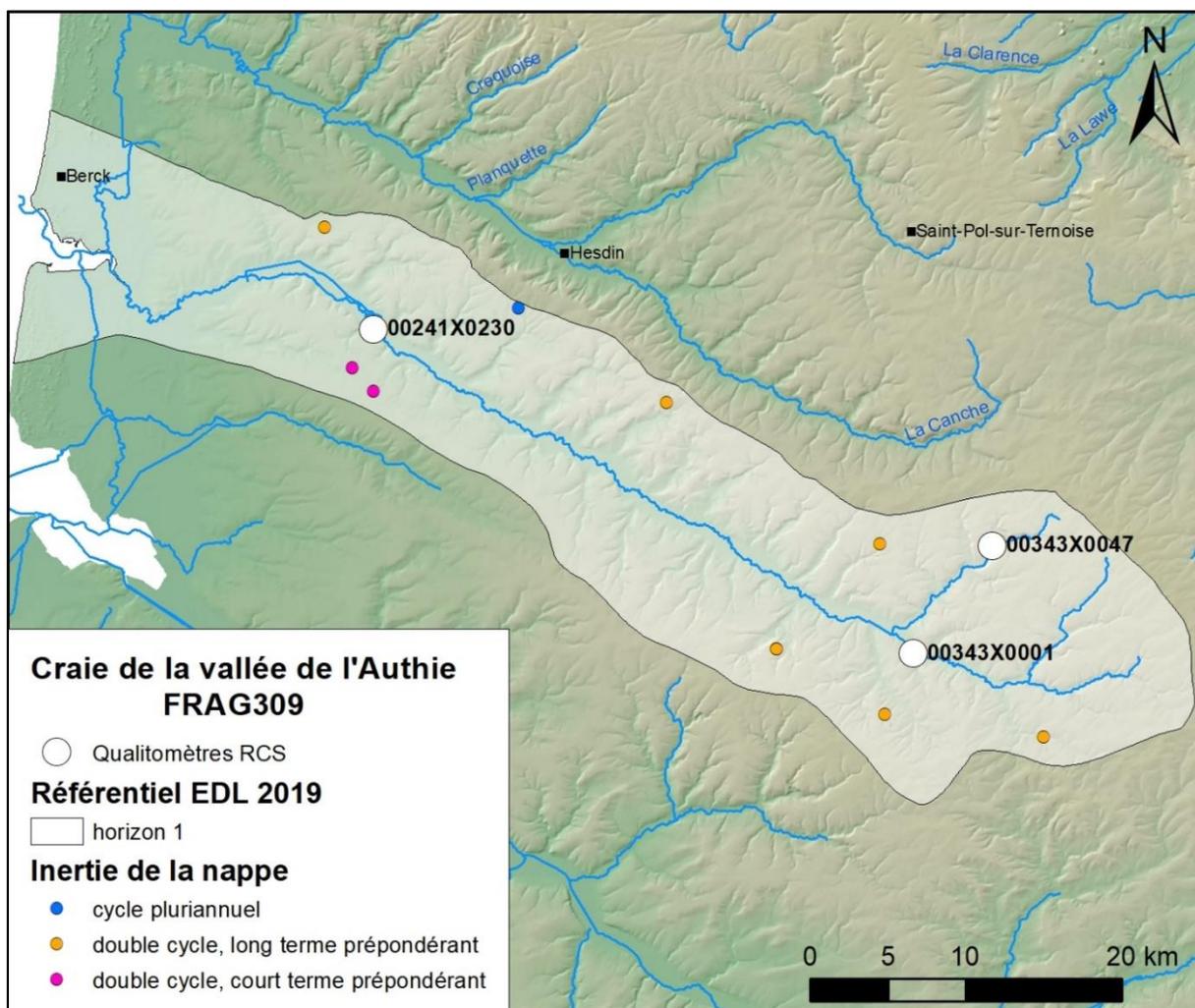


Figure 72 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau souterraine FRAG309.

Relation nappe – rivière

Concernant les relations nappe – rivière au droit des points d'eau, deux types de relations sont observées à l'échelle de la masse d'eau souterraine (Figure 73) : une absence de relation nappe – rivière pour la majorité des piézomètres (6) et un piézomètre, dans la partie amont, pour lequel des relations où la nappe captée alimente le cours d'eau. La différence avec l'étude précédente porte sur le nombre de piézomètre : seulement un pour « la nappe captée alimente le cours d'eau » contre deux précédemment. Cependant la carte piézométrique de la masse d'eau souterraine montrait une masse d'eau essentiellement drainée par le réseau hydrographique. Les requêtes et coefficient de pondération ne sont pas modifiés.

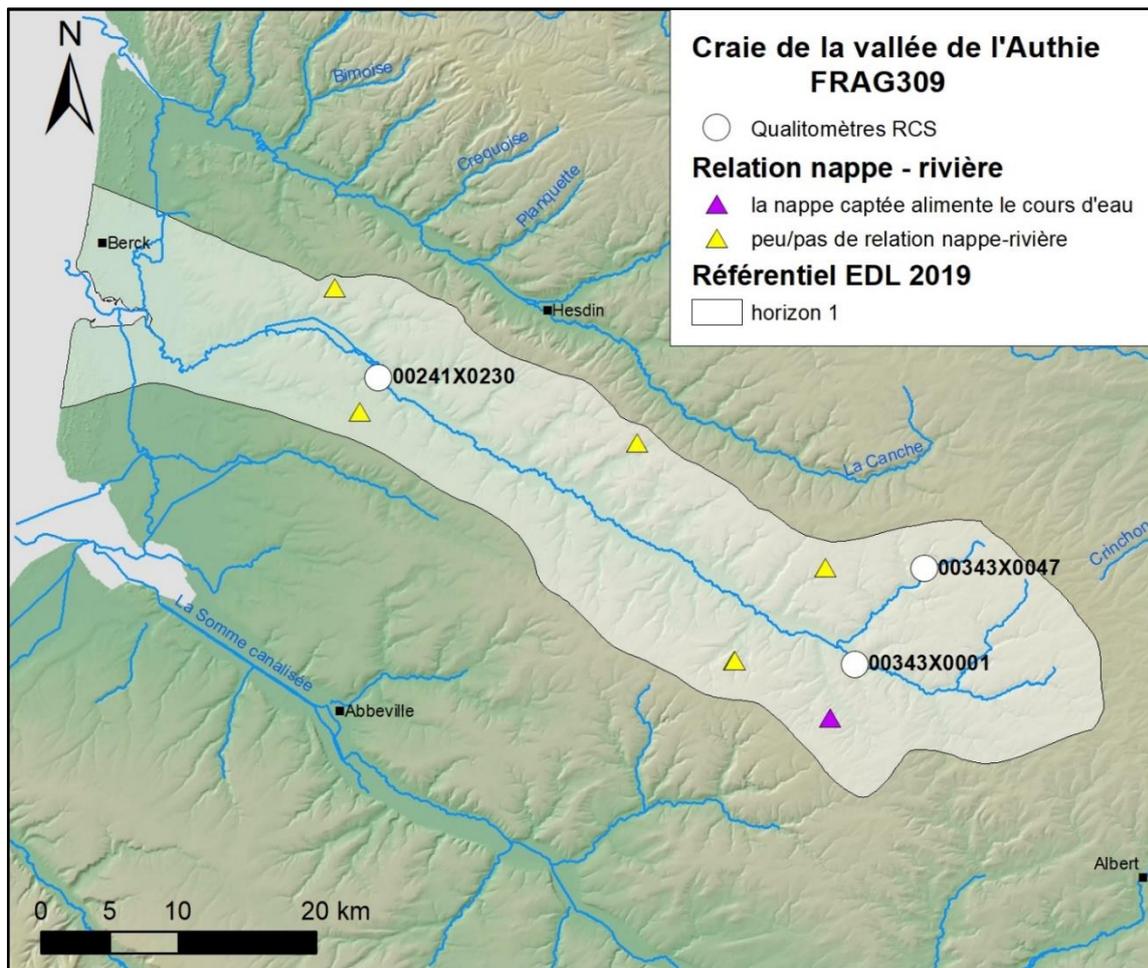
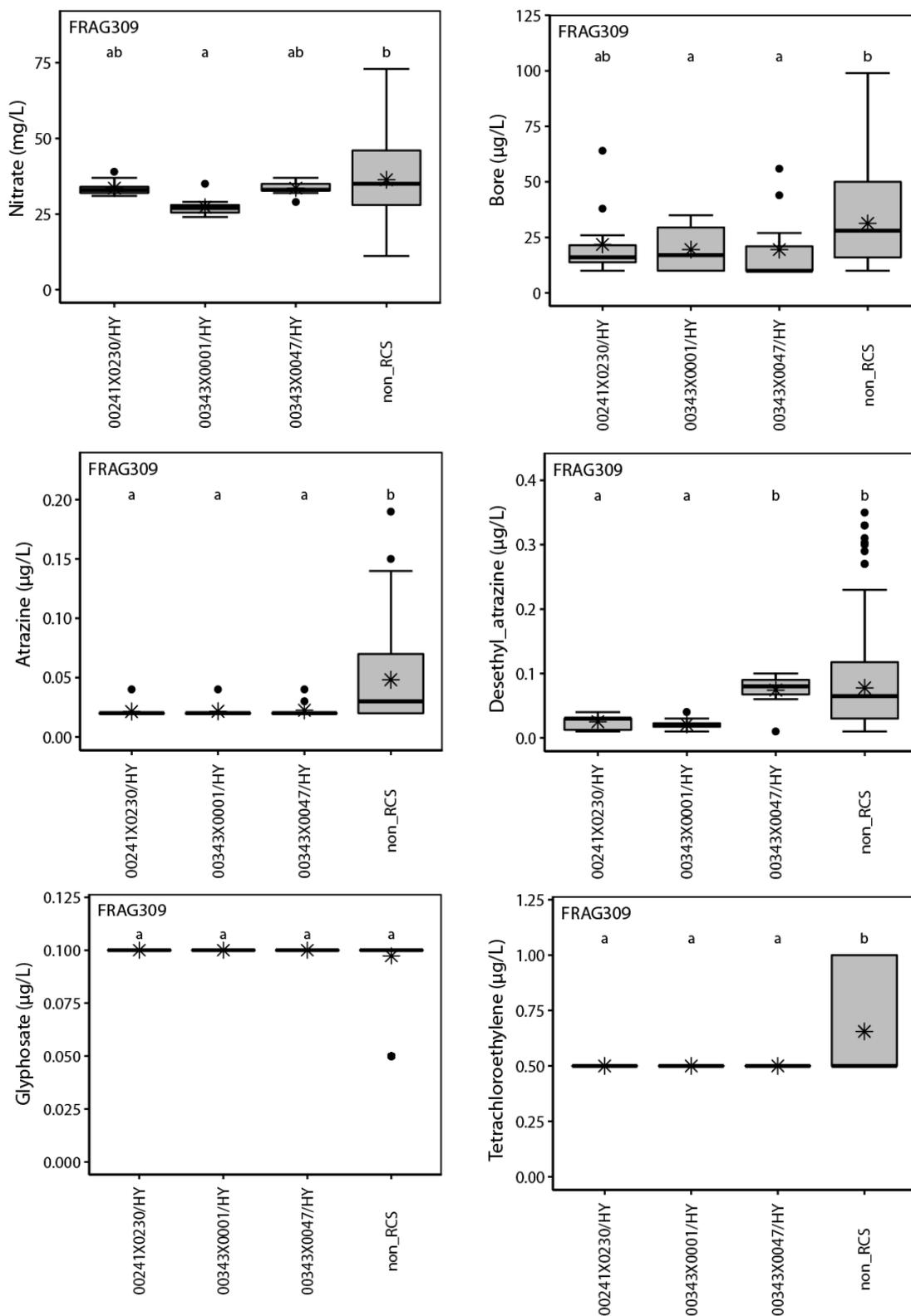


Figure 73 : Relation nappe – rivière aux points d'eau de la masse d'eau FRAG309 (Brugeron et al., 2012).



L'ensemble des mesures réalisées dans les qualitomètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualitomètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05)

Figure 74 : Comparaison des boîtes à moustaches des FRAG309 concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualitomètres du RCS et sur l'ensemble des qualitomètres de la masse d'eau souterraine non-RCS.

Qualité des eaux souterraines

• Analyse statistique

L'évolution du référentiel point d'eau de la masse d'eau souterraine FRAG309 concerne 19 points d'eau dont 17 qualitomètres : 3 qualitomètres rejoignent la masse d'eau souterraine FRAG309 alors que 14 en ont été écartés.

Une nouvelle analyse de la qualité des eaux souterraines par comparaison multiple par paires des boîtes à moustaches des concentrations en nitrates, atrazine, atrazine déséthyl, bore, tétrachloroéthylène, sélénium, glyphosate et bentazone de la masse d'eau FRAG008 est faite (Figure 68).

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 36 pour le bentazone, 38 pour le glyphosate, 49 pour le sélénium, 51 pour le tétrachloroéthylène et 52 pour le nitrate, bore, atrazine et atrazine déséthyl.

Pour le nitrate, précédemment apparu homogène entre les qualitomètres RCS et non-RCS, deux profils se distinguent. Les 2 qualitomètres RCS 00241X0230/HY et 00343X0047/HY ont des mesures comparables statistiquement. Le qualitomètre 00343X0001/HY (profil a) se distingue des 2 autres qualitomètres RCS (profil ab) et des qualitomètres non-RCS (profil b). A l'échelle de la masse d'eau souterraine, les données des concentrations en nitrate apparaissent moins homogènes statistiquement que ce qui avait été montré précédemment.

Pour le bore, bien que le jeu de données ait été modifié, les conclusions sont comparables avec 3 qualitomètres RCS qui se distinguent des qualitomètres non-RCS. Le qualitomètre 00241X0230/HY semble comparable en partie avec les qualitomètres non-RCS.

Pour l'atrazine et la déséthyl atrazine, les interprétations sont identiques avec des qualitomètres non-RCS statistiquement différents des qualitomètres RCS.

Pour le glyphosate, pas de différence statistique mais les concentrations sont essentiellement mesurées en dessous de la limite de quantification pour les qualitomètres RCS et non-RCS. Pour le tétrachloroéthylène, les conclusions sont identiques avec un groupe des qualitomètres non-RCS différents des qualitomètres RCS.

Globalement, les qualitomètres RCS sont statistiquement différents des qualitomètres non-RCS pour le nitrate, le bore, l'atrazine, l'atrazine déséthyl. La question de leur représentativité à l'échelle de la masse d'eau souterraine se pose. Il faudrait étudier en détail l'origine des données des qualitomètres non-RCS pour proposer une explication à cette observation. Il serait également pertinent de faire varier la période de référence utilisée (2007-2012) pour voir l'évolution dans le temps et l'influence du choix de la période.

• Tendance d'évolution des concentrations en nitrate

Vingt-huit chroniques (contre trente-trois lors de l'étude précédente) ont fait l'objet d'une évaluation de la tendance d'évolution des concentrations en nitrate :

- pour un qualitomètre aucune tendance n'est détectée ;
- pour deux qualitomètres, une tendance à la baisse est détectée, l'un est le qualitomètre RCS 00343X0001/HY, l'autre est un qualitomètre non-RCS en bordure nord de la masse d'eau souterraine entourés de 3 autres qualitomètres où la tendance est à la hausse ;
- Pour les 25 autres qualitomètres, la tendance détectée est à la hausse.

Les requêtes formulées sur l'évolution des concentrations en nitrate restent inchangées. On s'interroge sur la pertinence du qualitomètre RCS 00343X0001/HY à être représentatif de la masse d'eau souterraine FRAG309.

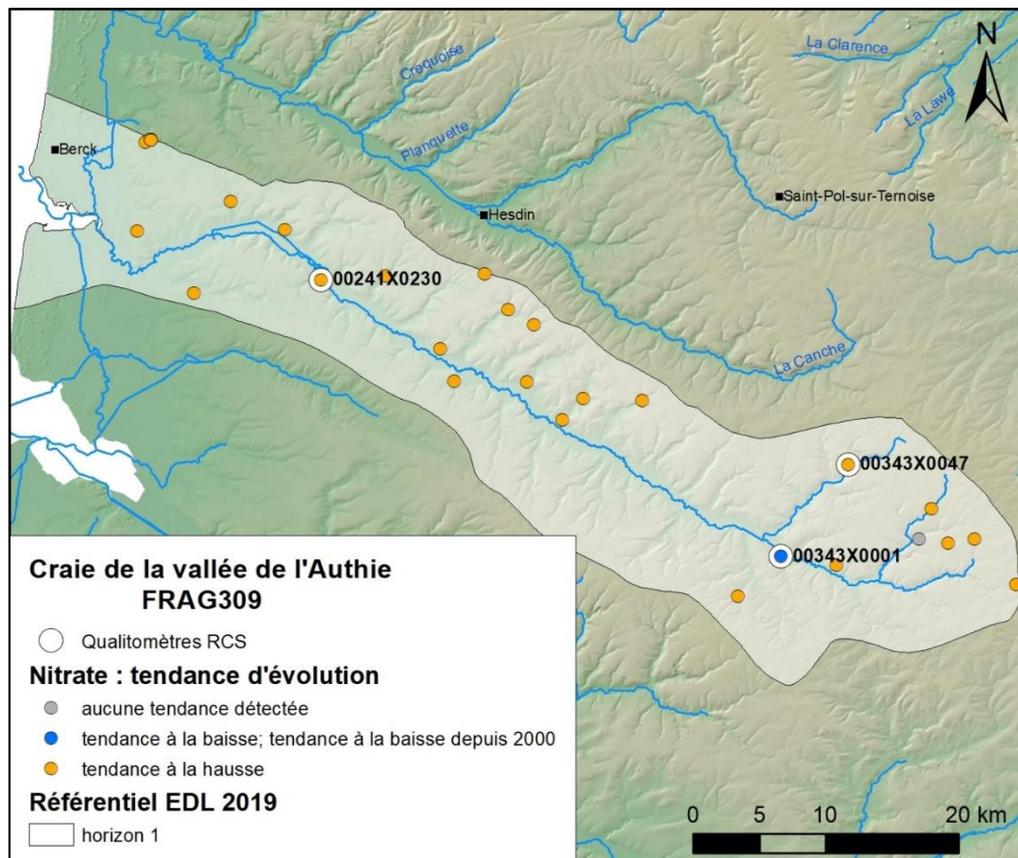


Figure 75 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrate des qualitomètres de la masse d'eau souterraine FRAG309.

Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS

Le réseau de surveillance qualité RCS compte les trois mêmes qualitomètres RCS :

- 00241X0230/HY à Dominois (80244) ;
- 00343X0047/HY à Luchoux (80253) ;
- 00343X0001/HY à Doullens (80253).

Contrairement à ce qui avait été écrit précédemment, l'aquifère de la craie du Cénomani n'est pas représentatif de la masse d'eau souterraine. Le critère de la BDLISA retient une seule requête. Les requêtes sur l'inertie de la nappe font également l'objet d'une modification. Le « cycle annuel saisonnier » précédemment identifié apparaît non représentatif de cette masse d'eau souterraine. Pour le reste, il n'y a pas de modification.

Le nombre total de requêtes diminue, et les requêtes écartées étaient des requêtes non validées. En conséquence, le réseau de surveillance RCS apparaît plus représentatif de la masse d'eau souterraine que l'évaluation précédente. Cependant certaines questions se posent, le

qualitomètre 00343X0001/HY affiche une tendance à la baisse des concentrations en nitrate qui ne représente pas du tout le reste de la masse d'eau souterraine. L'analyse par comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches montre que les qualitomètres RCS sont statistiquement différents des qualitomètres non-RCS. Il serait pertinent d'investiguer plus en détail cette question pour comprendre ces différences.

					Qualitomètres RCS			
					00241X0230 Dominois	00343X0047 Luceux	00343X0001 Doullens	
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	121BC	60 %	X	X	X	
		Ecoulements souterrains	Nappe libre, vallées sèches		25 %	X ?	X ?	X ?
			Nappe libre, zone de plateaux		25 %			
			Régime semi-captif, fond de vallée humide		25 %	X ?	X ?	X ?
			Frange littoral, intrusion saline		25 %			
		Recharge	Recharge pluviale			X	X	X
		Inertie de la nappe	Cycle pluriannuel		10 %			
			Double cycle, pluriannuel prépondérant		60 %		X	X
			Double cycle, annuel prépondérant		20 %	X		
		Relation nappe – rivière	Les cours d'eau drainent la nappe		55 %			
			Pas de relation nappe – rivière		5 %		X	
			La vallée de l'Authie		10 %	X		
			Système alluviale, moyenne vallée de l'Authie		10 %			
	Prairies, marais, basse vallée de l'Authie		10 %	X				
	Contexte de pression	Pression de prélèvement	Zone 1 littorale		33 %	X		
			Zone 2 centrale		33 %			
			Zone 3 amont		33 %		X	X
		Occupation du sol	Contexte agricole	Classe 1	40 %		X	X
				Classe 2	40 %	X		
			Contexte urbain		10 %			
Contexte naturel, littoral		10 %						
Tendances des nitrates		Tendance à la hausse		90 %	X	X		
		Absence de tendance		8 %				
		Tendance à la baisse		2 %			X	

Tableau 15 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG309.

7.10. AG310, CRAIE DU CAMBRESIS

Évolution du réseau de surveillance

La délimitation de la masse d'eau souterraine FRAG310, la craie de Cambrésis évolue significativement dans sa partie est (Figure 76). Cent-neuf points d'eau sont dorénavant rattachés à cette masse d'eau souterraine. Les changements concernent :

- 7 nouveaux points d'eau dorénavant rattachés à la masse d'eau FRAG310 ;
- 37 points d'eau qui étaient rattachés à FRAG010 mais qui ne sont plus rattachés à FRAG310 ;
- et 102 points d'eau qui restent inchangés et rattachés à FRAG310.

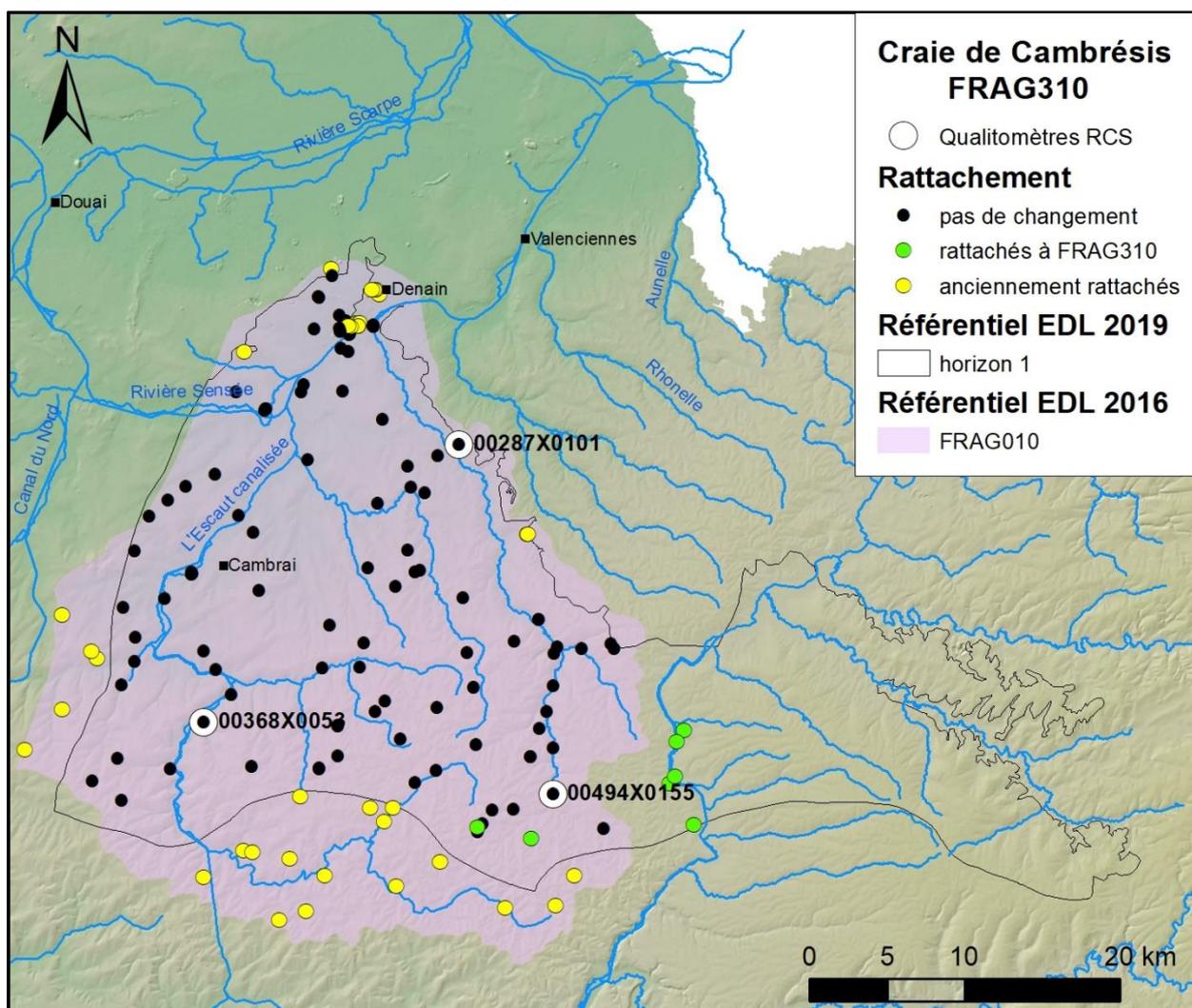


Figure 76 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG310, la craie de Cambrésis.

BDLISA

Les marnes du Turonien moyen et inférieur ("dièves" bleues et vertes) constituent le mur du réservoir de la craie du Séno-Turonien (121BA01, BDLISA version 2). L'entité aquifère 121BD, la craie du Sénonien au Turonien des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord, de la BDLISA est identifiée comme entité constitutive de l'aquifère de la craie. Cette horizon aquifère est présent sur toute la partie ouest de la masse d'eau souterraine (Figure 56). On remarquera que là où la craie (entité 121BD) est absente, il n'y a pas de point de surveillance.

❖ 121BD

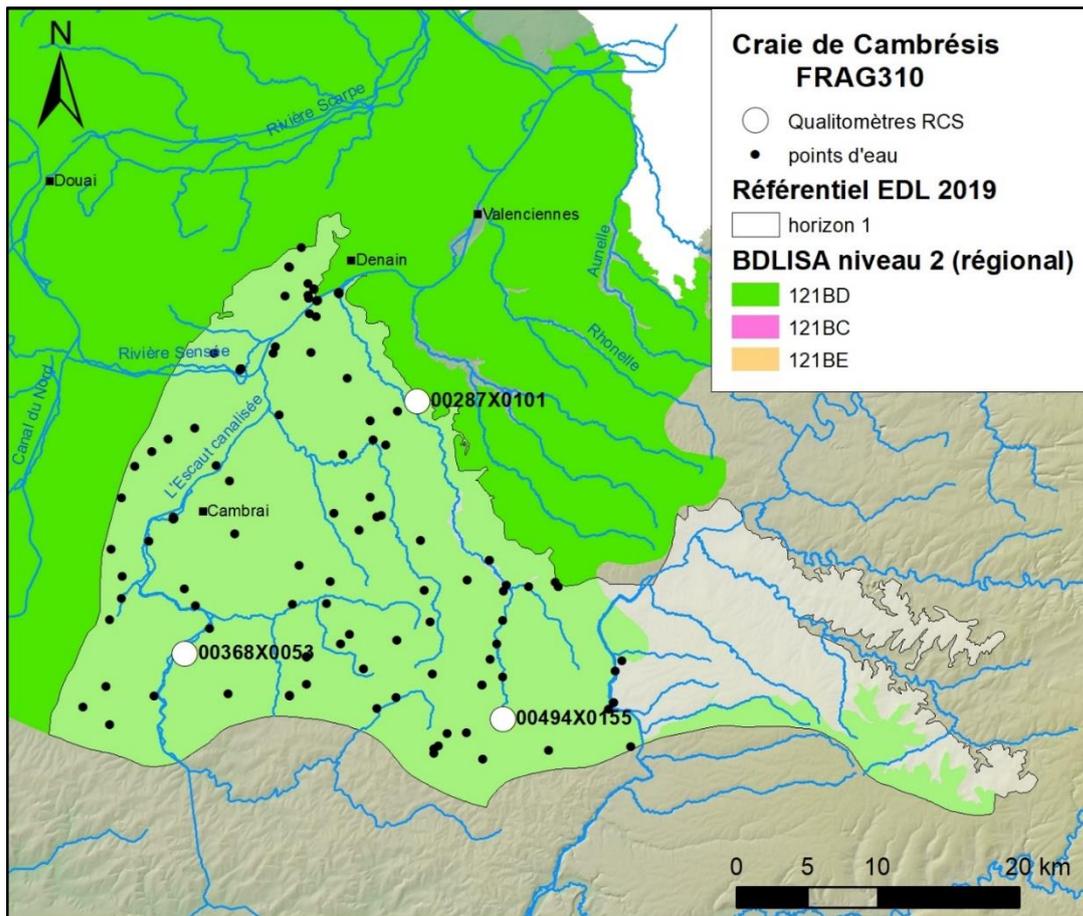


Figure 77 : Craie du Sénonien au Turonien des bassins versants des cours d'eau de la Mer du Nord au droit de la masse d'eau FRAG310 (BDLISA version 2).

Inertie de la nappe

Concernant l'inertie de la nappe, pour cinq piézomètres rattachés à FRAG310, un comportement hydrodynamique est déduit de l'analyse des variogrammes des chroniques piézométriques : un cycle pluriannuel pour 4 d'entre eux et un double cycle à long terme prépondérant pour un piézomètre localisé au sud de la masse d'eau souterraine (Figure 78). Le cycle pluriannuel apparaît prépondérant, les coefficients de pondération des requêtes sont ajustés en conséquence :

❖ Cycle pluriannuel	80 %
❖ Double cycle, long terme prépondérant	20 %

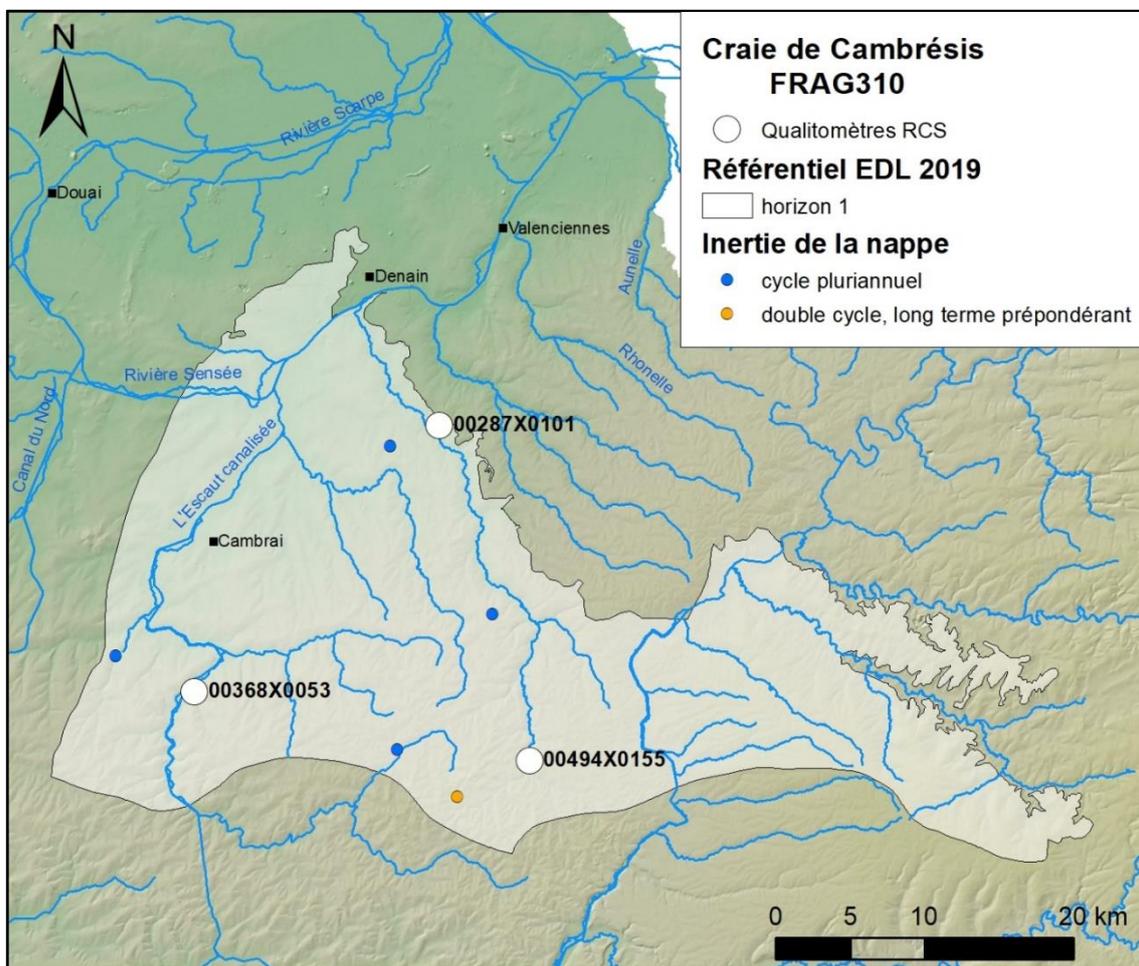


Figure 78 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG310.

Relation nappe – rivière

Les relations nappe – rivière établies au droit des points d'eau (Brugeron et al., 2012) sont (Figure 79) :

- La nappe captée alimenterait le cours d'eau (2 piézomètres) ;
- La nappe captée drainerait le cours d'eau (3 piézomètres) ;
- Et une absence de relation nappe – rivière (3 piézomètres).
- Les sources de contact apparaissent lorsque la nappe de la craie rencontre une formation moins perméable (alluvions), on les rencontre essentiellement le long des bordures des vallées humides.

L'interprétation générale à l'échelle de la masse d'eau souterraine est la même, les requêtes sur les relation nappe – rivière restent inchangées.

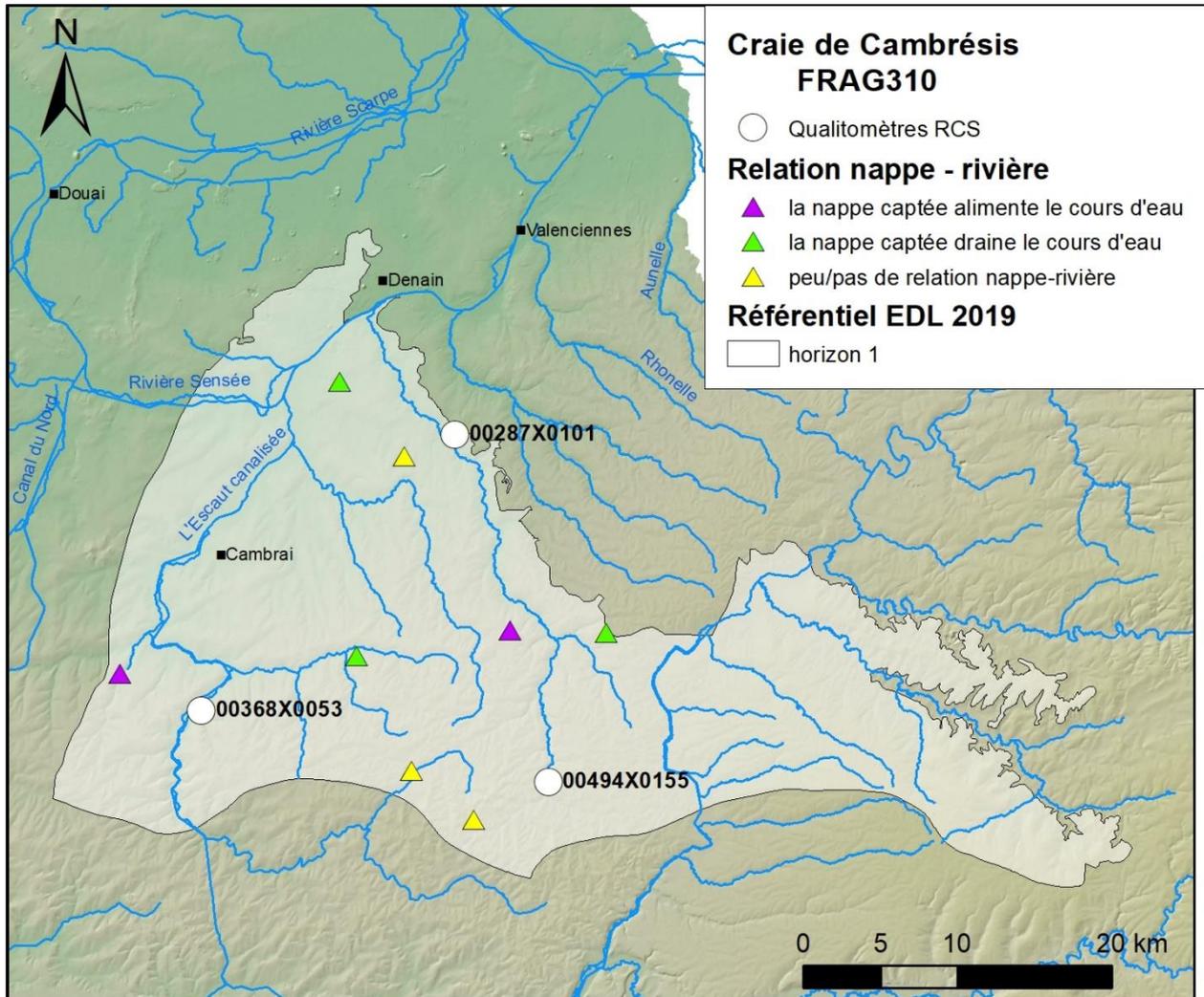


Figure 79 : Relations nappe – rivière des piézomètres (Brugeron et al., 2012).

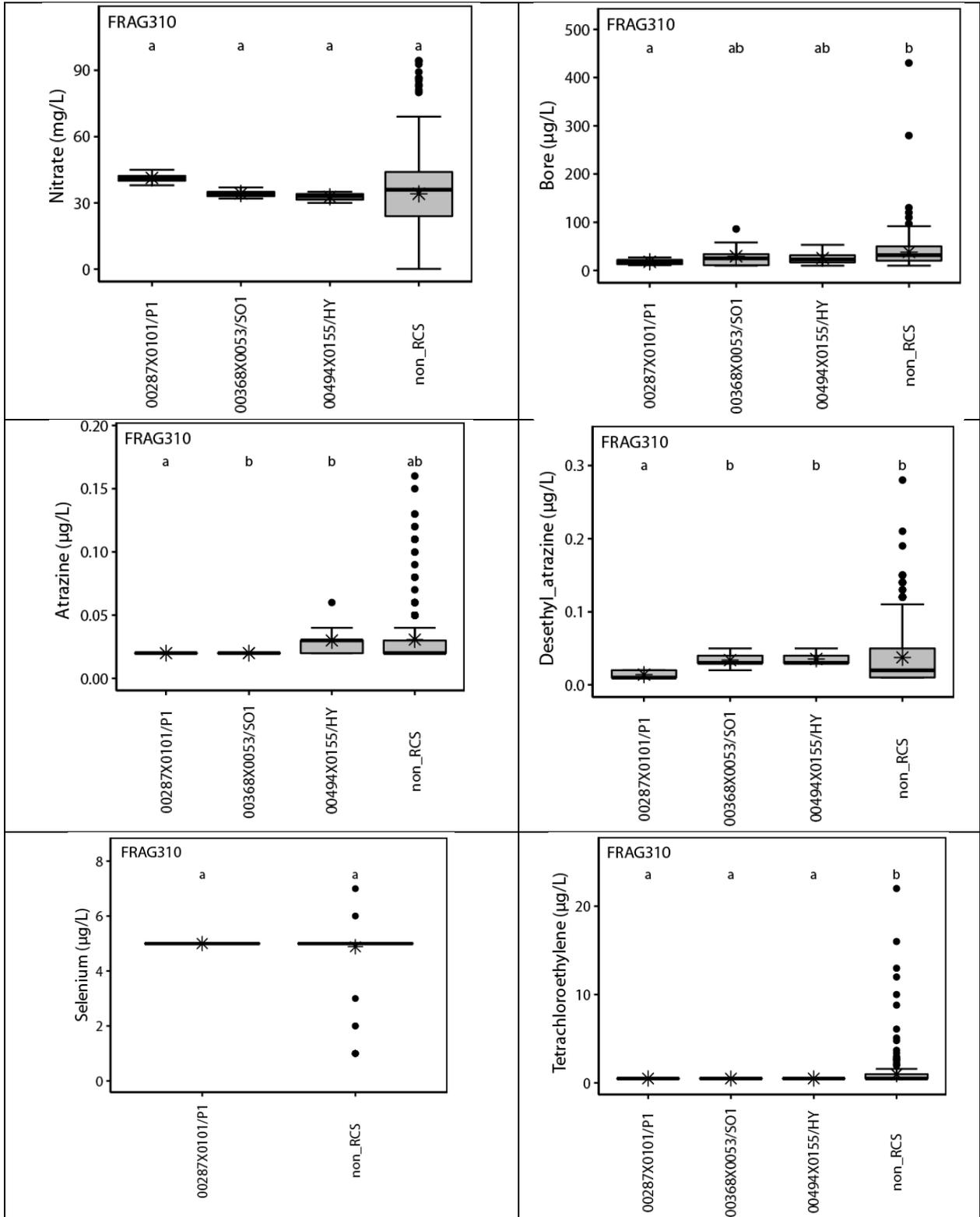
Qualité des eaux souterraines

- **Analyse statistique**

L'évolution du référentiel point d'eau de la masse d'eau souterraine FRAG310 concerne 39 qualitomètres, 6 s'ajoutent et 33 sont écartés.

Une nouvelle analyse des données de la qualité des eaux souterraines par comparaison multiple par paires des boîtes à moustaches des concentrations en nitrates, atrazine, atrazine déséthyl, bore, tétrachloréthylène, sélénium, glyphosate et bentazone de la masse d'eau FRAG010 est faite (Figure 80).

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 72 pour le bentazone, 75 pour le glyphosate, 84 pour le sélénium, 87 pour le bore, l'atrazine, l'atrazine déséthyl, 93 pour le tétrachloroéthylène et 97 pour le nitrate.



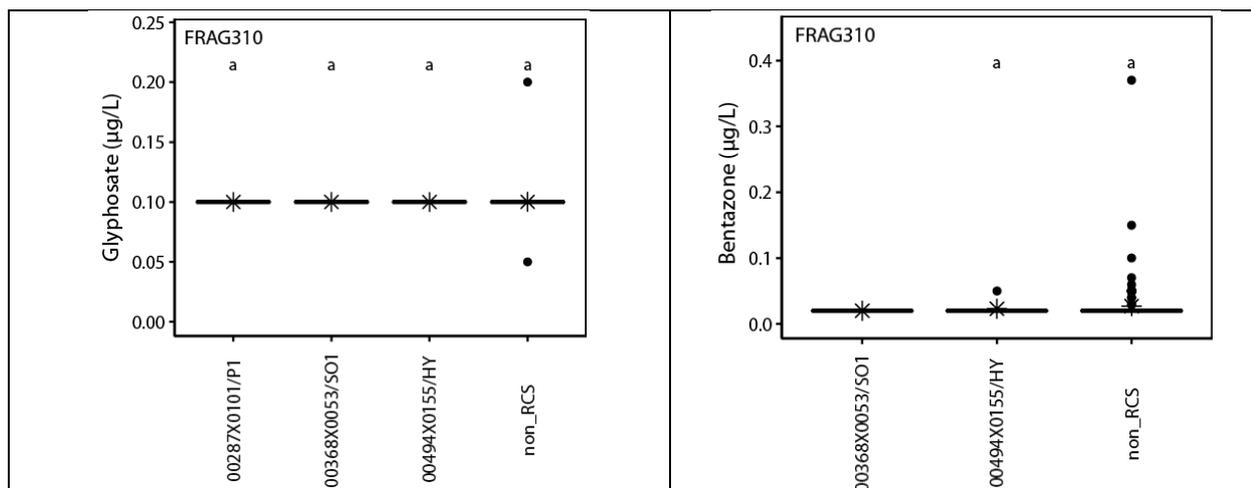


Figure 80 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualimètres du RCS et sur l'ensemble des qualimètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualimètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualimètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value <0.05)

Pour le nitrate, le qualimètre RCS 00287X0101/P1 se distinguait des autres qualimètres RCS et non-RCS. Le nouveau jeu de données témoigne de concentrations plus homogènes à l'échelle de la masse d'eau souterraine.

Pour le bore, l'interprétation générale est la même avec cependant des concentrations plus élevées mesurées sur les qualimètres non-RCS. Les qualimètres RCS 00368X0053/SO1 et 00494X0155/HY sont comparables (profil ab) aux qualimètres non-RCS (profil b) pour le bore.

Pour l'atrazine, l'interprétation diffère mais témoigne d'une certaine représentativité. Les qualimètres RCS ont des profils comparables (profil a et b) aux concentrations des qualimètres non-RCS (profil ab). Pour l'atrazine déséthyl, l'interprétation des données conduit aux mêmes conclusions.

Pour le sélénium, un seul qualimètre RCS mesure ce paramètre, et les mesures ne sont pas suffisamment quantifiées pour faire une interprétation pertinente des résultats.

Enfin, le tétrachloroéthylène montre des concentrations statistiquement différentes sur les qualimètres non-RCS par rapport aux qualimètres RCS. Les concentrations mesurées sur les qualimètres RCS n'apparaissent pas représentatives du reste de la masse d'eau. Si la pollution industrielle du bassin Artois-Picardie peut s'apparenter à une pollution diffuse, ici le réseau de surveillance RCS ne le représente pas correctement.

Le glyphosate et le bentazone ne sont pas suffisamment quantifiés (inférieurs aux limites de quantification).

- **Tendance d'évolution des concentrations en nitrate**

La tendance d'évolution à la hausse des concentrations en nitrates au point d'eau se confirme et concerne 57 qualimètres alors que seulement trois affichent une tendance à la baisse et vingt-trois n'affichent aucune tendance (Figure 81). Au vu de la répartition spatiale des qualimètres

et de leur tendance, aucun secteur ne peut pas être défini caractérisant une tendance à la hausse ou une absence de tendance. Les requêtes concernant les tendances d'évolution des concentrations en nitrate ne sont pas modifiées.

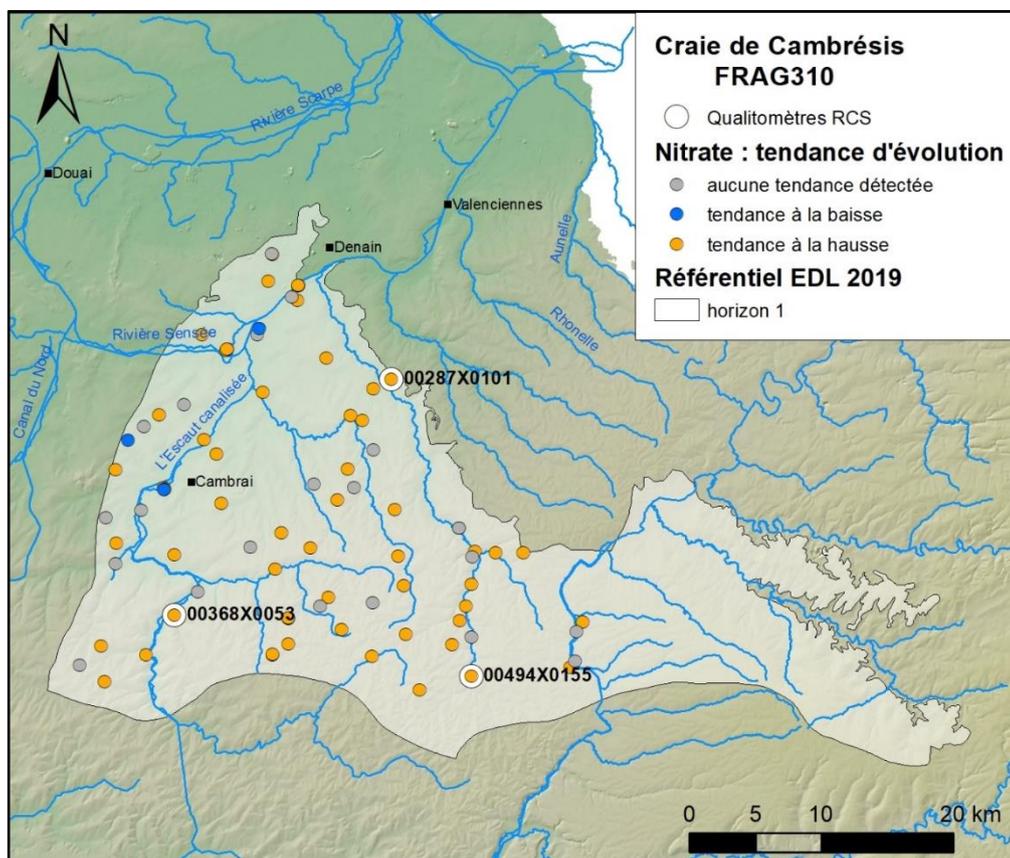


Figure 81 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines de la masse d'eau souterraine FRAG310.

Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS

Le réseau de surveillance qualité RCS de cette même masse d'eau compte les 3 mêmes qualitomètres RCS :

- 00494X0155/HY à Molain (02488) ;
- 00368X0053/SO1 à Rues-des-Vignes (59517) ;
- 00287X0101/P1 à Saulzoir (59558).

La masse d'eau souterraine est décrite selon une seule entité BDLISA. Pour le reste, les requêtes ne sont pas modifiées. Les coefficients de pondération des requêtes sur l'inertie de la nappe ont été ajustées mais les deux requêtes étaient déjà validées. La représentativité du RCS est comparable à ce qui avait été préalablement proposé.

Pour l'améliorer, il faudrait envisager un suivi des zones de plateaux et des relations nappe – rivière.

				Qualitomètres RCS				
				00287X0101 Saulzoir	00368X0053 Rues-des-Vignes	00494X0155 Molain		
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	121BD	98 %	X	X	X	
		Ecoulements souterrains	Nappe libre, vallée sèche, ZNS peu épaisse		40 %	X	X	X
			Nappe libre, zones de plateaux, ZNS épaisse		40 %			
			Fond de vallée humide, régime semi-captif		20 %	X ?	X ?	X ?
			Recharge		Recharge pluviale		X	X
		Inertie de la nappe	Cycle pluriannuel		80 %	X		
			Double cycle, long terme prépondérant		20 %			X
		Relation nappe – rivière	Les cours d'eau drainent la nappe		45 %			
			La nappe draine les cours d'eau		45 %			
			Pas de relation nappe - rivière		10 %	X		X
	Contexte de pression	Occupation du sol	Contexte agricole	Classe 1	40 %		X	X
				Classe 2	10 %	X		
				Classe 3	10 %			
				Classe 4	10 %			
		Contexte urbain		10 %				
		Contexte industriel		10 %				
		Contexte naturel		10 %				
		Nitrates dans les eaux souterraines	Tendance à la hausse		70 %	X	X	X
			Pas de tendance		25 %			
	Tendance à la baisse		5 %					

Tableau 16 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG310.

7.11. AG311, CRAIE DE LA VALLÉE DE LA SOMME AVAL

Évolution du réseau de surveillance

La délimitation de la masse d'eau souterraine FRAG311, la craie de la vallée de la Somme aval, évolue à la marge sur sa limite nord et sud principalement (Figure 82). Cent soixante sont dorénavant rattachés à cette masse d'eau souterraine. Les changements concernent :

- Seize points d'eau sont nouvellement rattachés à FRAG311. Précédemment ils étaient rattachés à FRAG309 ou FRAG311 ou encore non rattachés.
- Quinze points d'eau qui représentaient la masse d'eau souterraine FRAG011 sont écartés de celle-ci et rattachés à FRAG312 ou FRHG204, masse d'eau souterraine du bassin Seine-Normandie.
- Cent quarante-quatre points d'eau restent inchangés et rattachés à FRAG311.

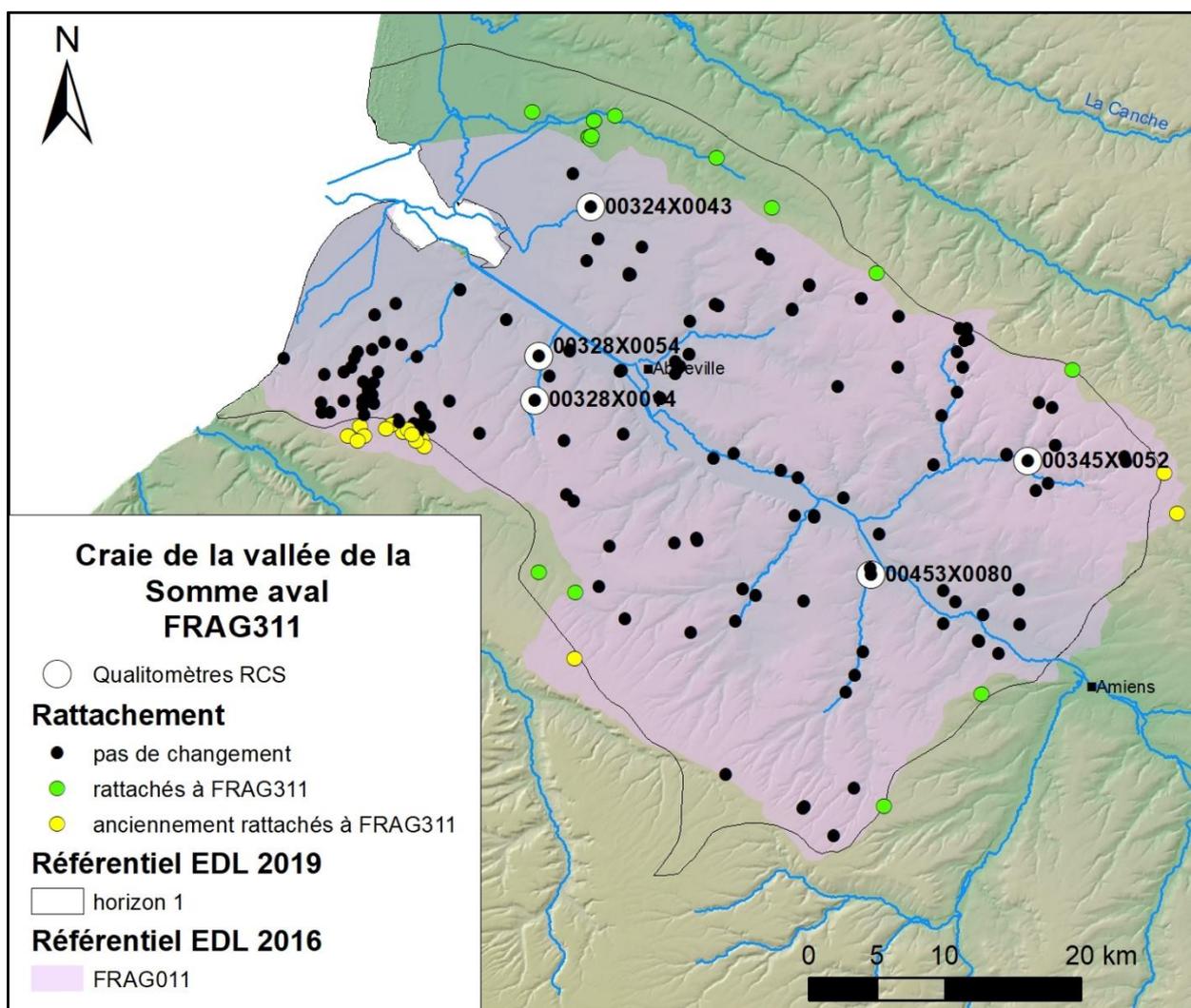


Figure 82 : Description du réseau DCE de surveillance de la masse d'eau FRAG311 Craie de la vallée de la Somme aval.

BDLISA

L'aquifère de la craie du Séno-Turonien et du Cénomaniens sont en continuité hydraulique. L'horizon imperméable des marnes bleues (dièves bleues) du Turonien moyen et marnes vertes (dièves vertes) du Turonien inférieur n'est pas présent partout sur l'emprise de la masse d'eau souterraine (Figure 84). Dans la partie la plus en aval, à proximité de la côte, la craie marneuse du Turonien du bassin versant de la Somme (121BB30, horizon semi-perméable, Figure 83) repose directement sur l'horizon perméable des marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens du bassin versant de la Somme (123CB01, Figure 85). Dans ce contexte, pour formuler les requêtes, il apparaît nécessaire de prendre en considération :

- L'aquifère du Sénonien au Turonien (121BB, BDLISA, échelle régional) qui inclut :
 - o 121BB01 – craie du Séno-Turonien du bassin versant de la Somme (Figure 83) ;
 - o 121BB30 – craie marneuse du Turonien (Figure 84) ;
- L'aquifère du Cénomaniens :
 - o 123CB01 – marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens (Figure 86).

Les entités BDLISA constitutives de la masse d'eau souterraine FRAG311 sont :

❖ 121BB	50 %
❖ 123CB01	50 %

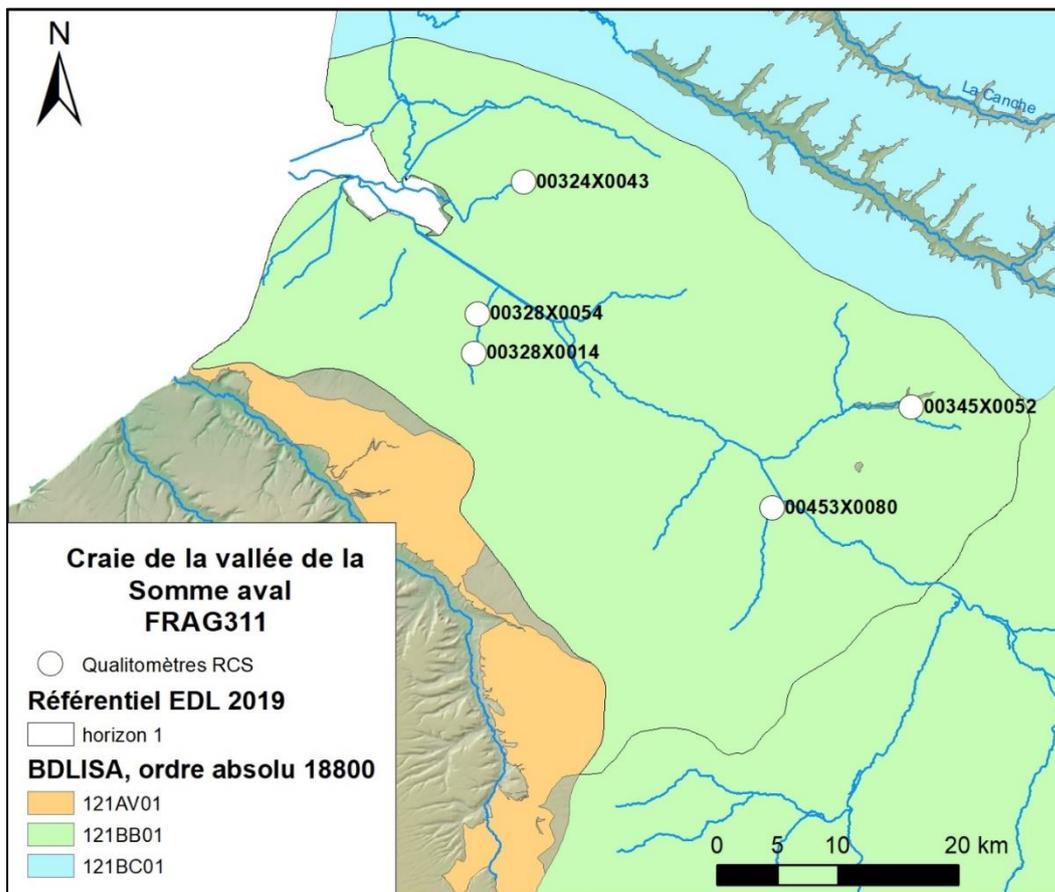


Figure 83 : La craie du Séno-Turonien au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311.

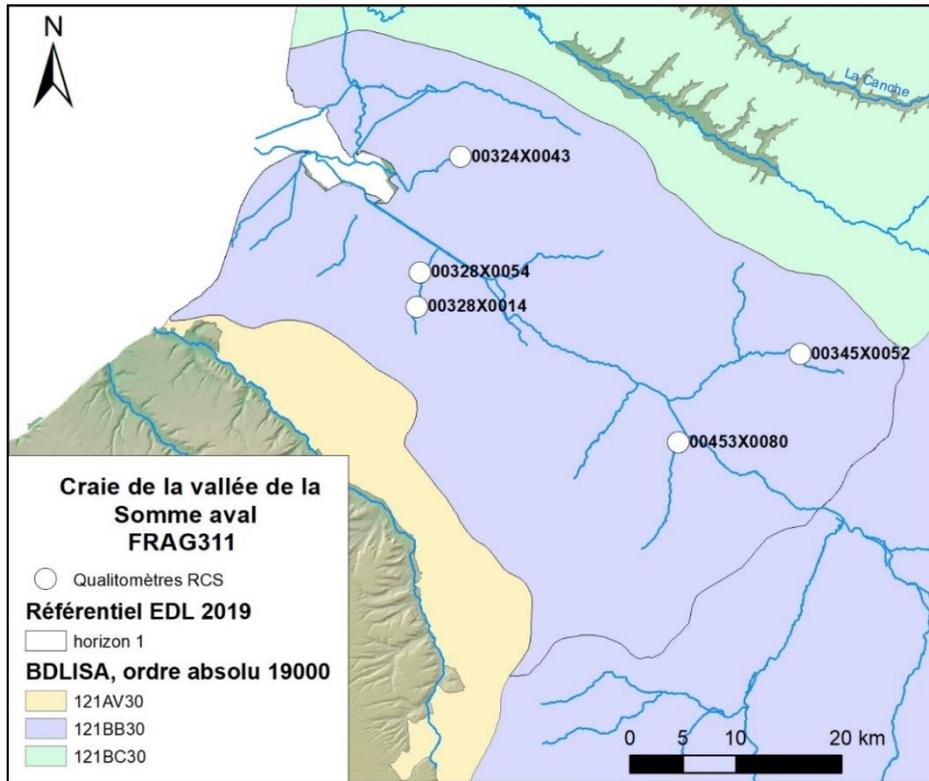


Figure 84 : Craie marneuse du Turonien au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311.

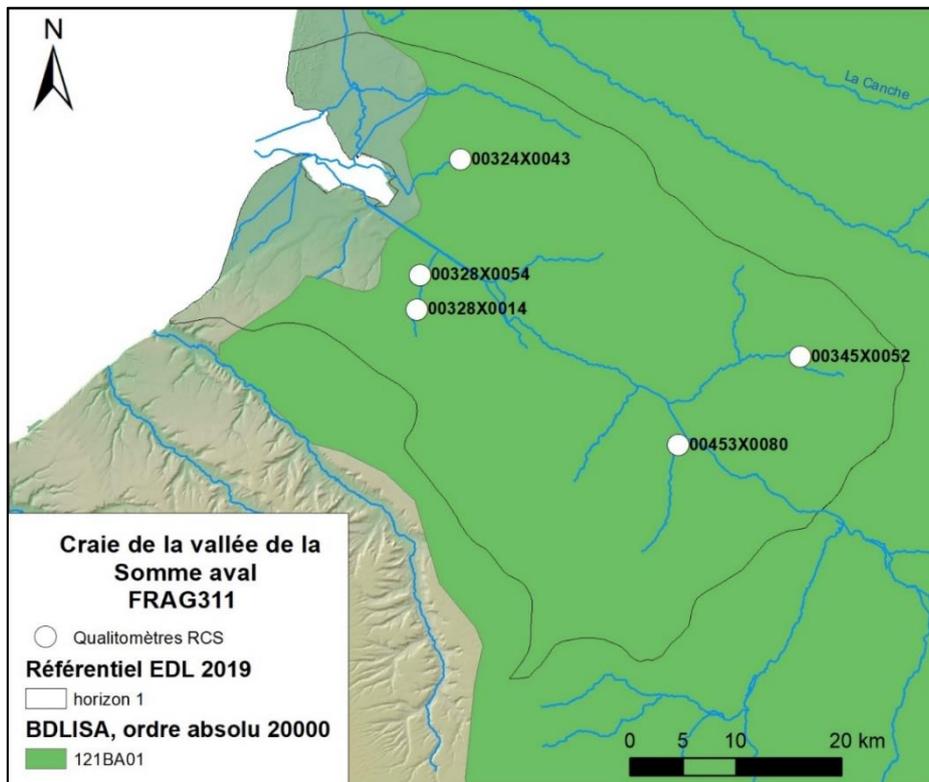


Figure 85 : Marnes bleues (dièves bleues) et vertes (dièves vertes) du Turonien au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311.

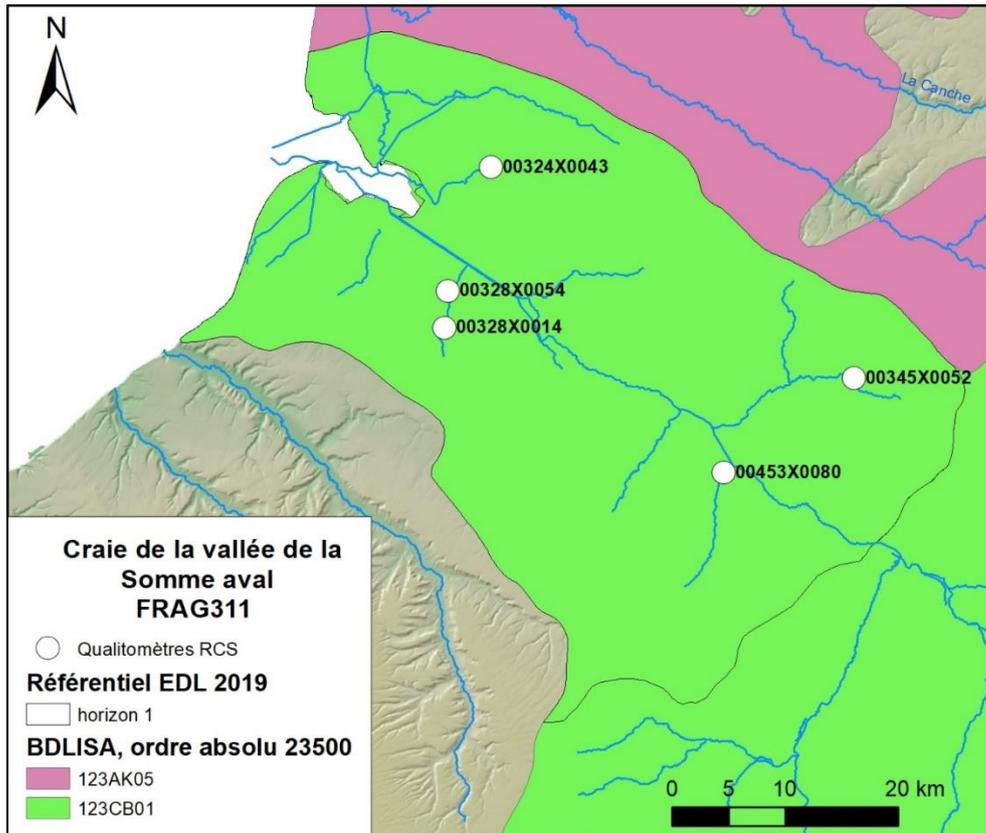


Figure 86 : Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311.

Inertie de la nappe

Concernant l'inertie de la nappe, onze piézomètres rattachés à FRAG311 sont caractérisés en terme de comportement hydrodynamique. Trois types d'inertie (Figure 87) sont identifiés : cycle pluriannuel au sud de la Somme et dans la partie amont (5 piézomètres), double cycle à long terme prépondérant au nord de la Somme (5 piézomètre) et cycle saisonnier annuel (1 piézomètre). La différence par rapport à l'étude précédente porte sur le cycle annuel saisonnier qui n'avait pas été identifié. Une requête supplémentaire est ajoutée au catalogue des requêtes :

❖ Cycle pluriannuel	45 %
❖ Double cycle, long terme prépondérant	45 %
❖ Cycle annuel saisonnier	10 %

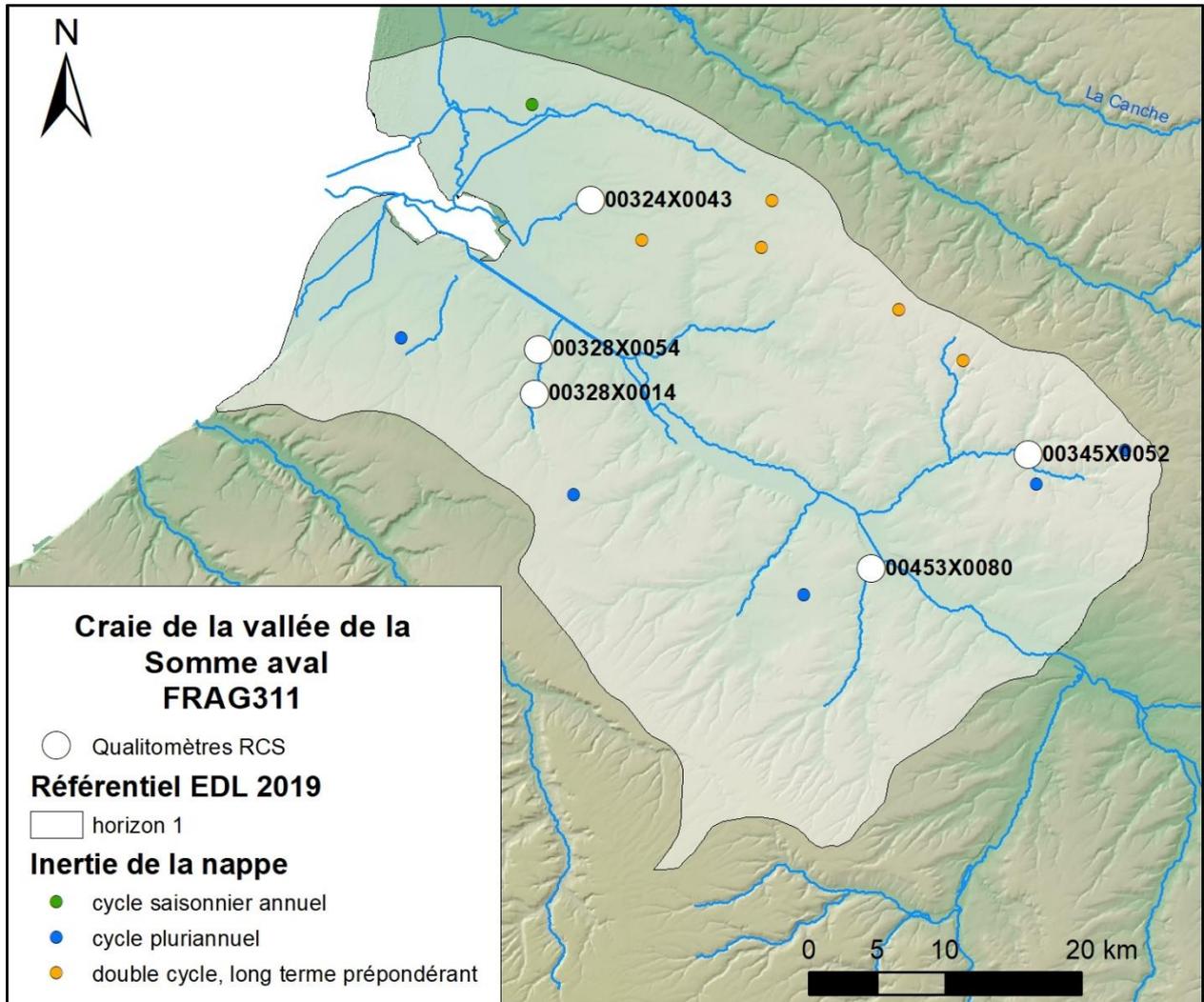


Figure 87 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG311.

Relation nappe – rivière

Les relations nappe – rivière au droit des piézomètres (Brugeron et al., 2012) montrent que pour les piézomètres les plus proches des limites du bassin versant de la Somme, qui correspondent aux contours de la masse d'eau, il n'y a pas ou peu de relation nappe – rivière (Figure 88). Il s'agit des zones les plus en amont de ce bassin versant. Pour trois piézomètres, plus en aval, la nappe captée alimenterait les cours d'eau. Pour deux autres piézomètres localisés au même endroit, la nappe captée drainerait le cours d'eau, l'influence anthropique de prélèvements serait à vérifier concernant ces deux points.

L'interprétation générale à l'échelle de la masse d'eau souterraine ne change pas, les requêtes sur les relations nappe – rivière restent inchangées.

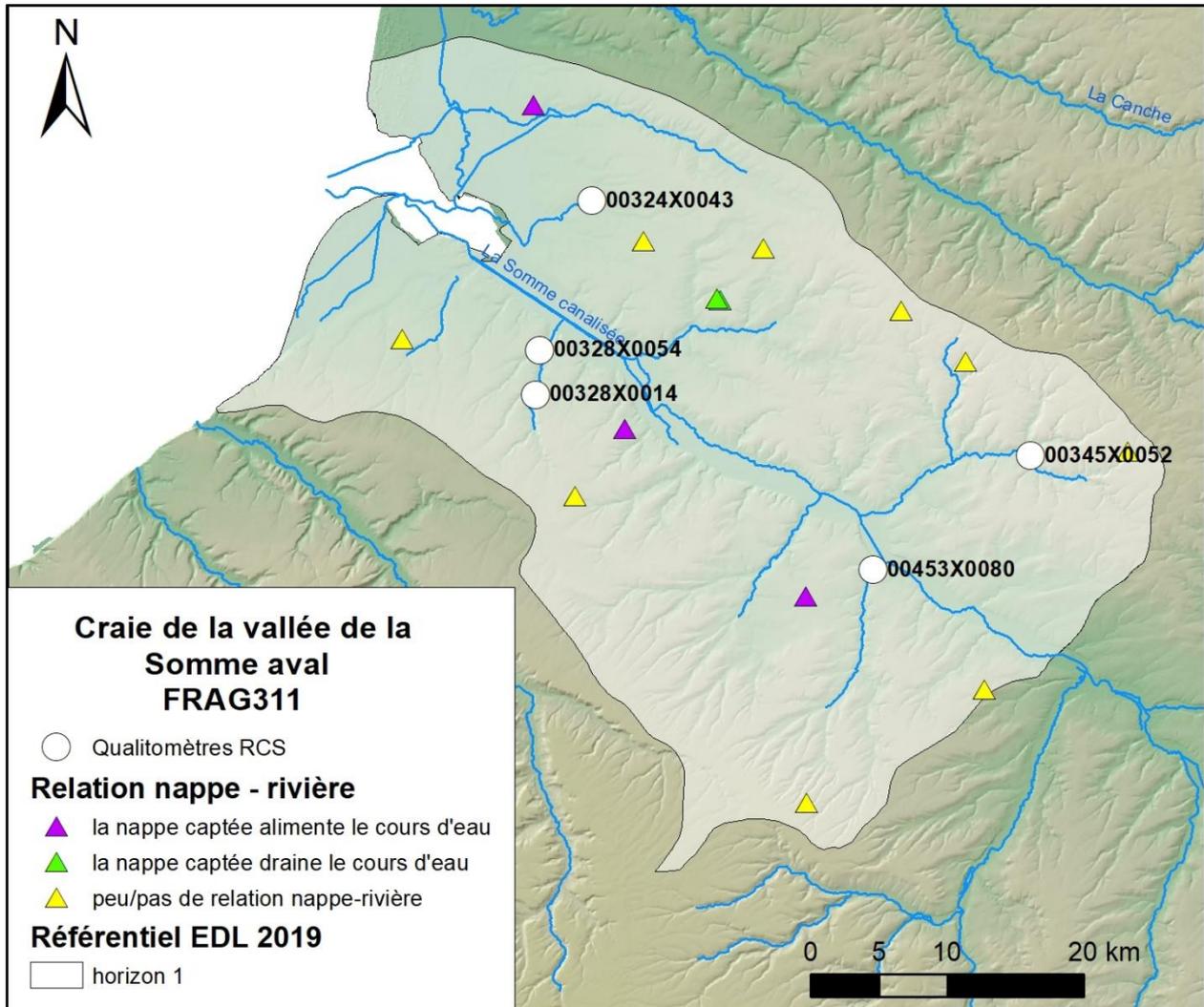


Figure 88 : Caractérisation des relations nappe - rivière de la masse d'eau souterraine FRAG311 au droit des piézomètres d'après Brugeron et al., 2012.

Qualité des eaux souterraines

L'évolution du référentiel point d'eau de la masse d'eau souterraine FRAG311 concerne 13 qualitomètres : un qualitomètre a été écarté de la masse d'eau souterraine FRAG311 alors que 12 qualitomètres ont été rattachés à celle-ci.

Une nouvelle analyse des données de la qualité des eaux souterraines par comparaison multiple par paires des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine déséthyl, bore, tétrachloréthylène, sélénium, glyphosate et bentazone de la masse d'eau FRAG311 est faite (Figure 89).

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 44 pour le bentazone, 48 pour le glyphosate, 85 pour le bore, l'atrazine et l'atrazine déséthyl, 117 pour le sélénium, 136 pour le tétrachloroéthylène et 137 pour le nitrate.

Pour le nitrate, les concentrations maximums atteintes par les qualitomètres non-RCS augmentent (~200 mg/l contre 60 mg/l précédemment). Les 3 qualitomètres RCS, 00328X0042/HY, 00328X0054/MY et 00453X0082/HY, sont identifiés comme comparables (profil abc). L'étude précédente les avait également regroupés dans le même ensemble. Géographiquement ces trois qualitomètres sont dans la vallée de la Somme canalisée. Les qualitomètres 00324X0043/HY et 00345X0052/HY se distinguent entre eux (profil a et b) mais également des autres qualitomètres RCS et du groupe des qualitomètres non-RCS (profil c). Il serait pertinent d'aller plus loin dans l'interprétation des données nitrate, sur d'autres périodes temporelles et en prenant en compte l'occupation du sol plus finement pour éventuellement proposer des secteurs de suivi.

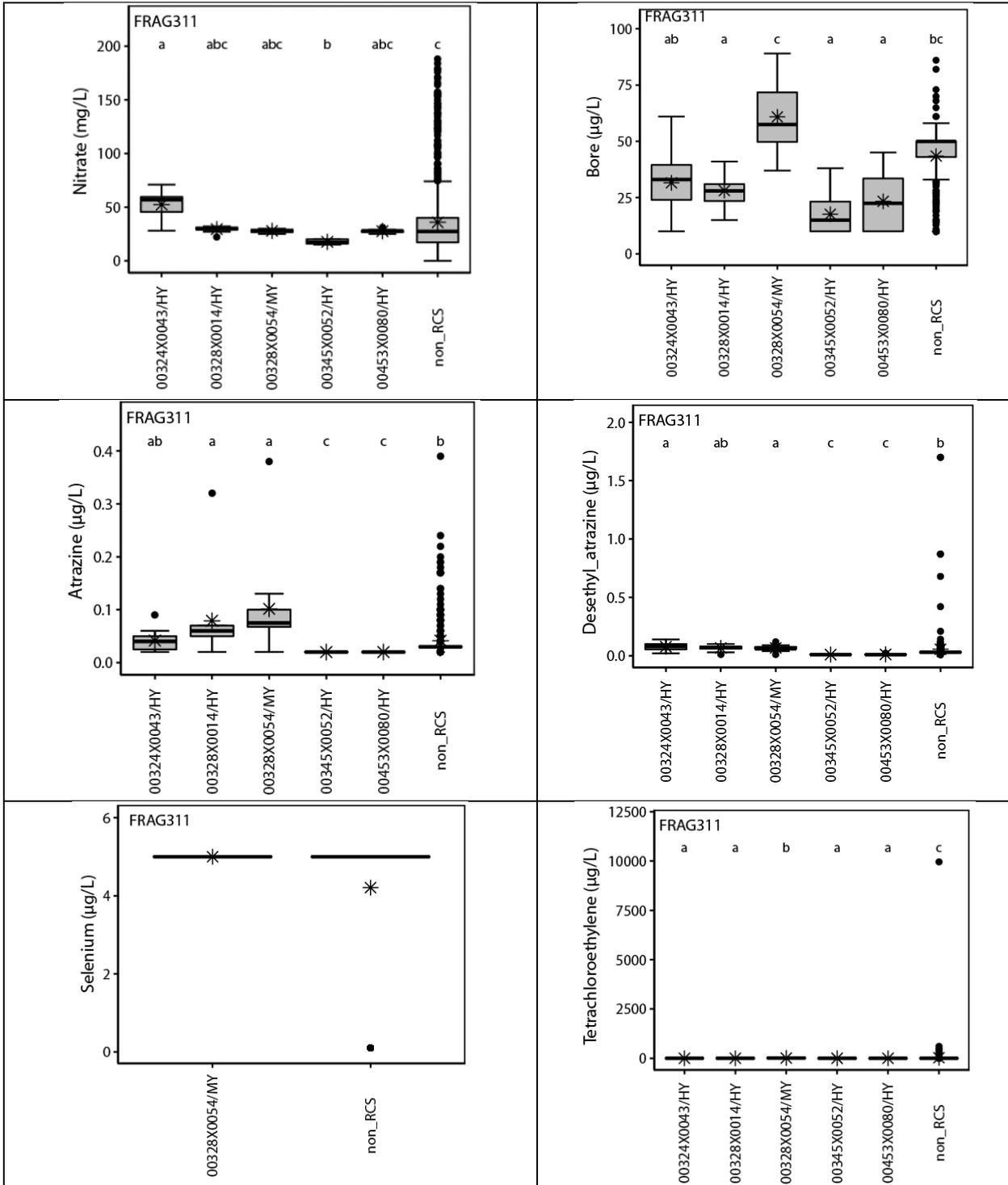
Pour le bore, l'interprétation varie également. Les qualitomètres 00324X0043/HY et 00328X0054/MY se distinguent des autres qualitomètres RCS qui forment un ensemble (profil a) et des qualitomètres non-RCS (profil bc).

Pour l'atrazine et l'atrazine déséthyl, l'interprétation est comparable à l'étude précédente même si les concentrations maximales sont plus élevées, les groupes identifiés sont les mêmes. Les 3 qualitomètres RCS les plus en aval du bassin, 00324X0043/HY, 00328X0014/HY et 00328X0054/MY forment un ensemble (profil a et ab). Les deux qualitomètres RCS les plus en amont, 00345X0052/HY et 00453X0080/HY, forment un autre ensemble (profil c) qui se distingue des qualitomètres non-RCS (profil b). Pour ces paramètres, une sectorisation amont aval serait pertinente, pour aller plus loin, il serait envisageable de proposer deux groupes de qualitomètres non-RCS, amont et aval, et valider cette proposition de sectorisation pour le suivi de la masse d'eau souterraine.

Pour le tétrachloroéthylène, le qualitomètre 00328X0054/MY se distingue de la même manière que précédemment (profil b) avec des concentrations plus importantes que sur les autres qualitomètres RCS (profil a). La différence porte sur les qualitomètres non-RCS qui avaient été identifiés comme comparable dans l'étude précédente (profil a) alors qu'ils se distinguent (profil c) avec le nouveau jeu de données.

Le sélénium n'est pas suffisamment quantifié pour proposer une interprétation pertinente des résultats statistiques présentés. Pour le bentazone, l'interprétation est comparable, le qualitomètre 00324X0043/HY est statistiquement différent du groupe des qualitomètres non-RCS. Les autres qualitomètres RCS ne disposent pas de suffisamment de données de concentration en bentazone.

Pour le glyphosate, le groupe des qualitomètres non-RCS est statistiquement différent (profil b) de tous les autres qualitomètres RCS (profil a). La question de représentativité se pose, cependant de nombreuses mesures de concentrations sont en dessous de la limite de quantification ce qui rend l'interprétation des résultats plus difficile.



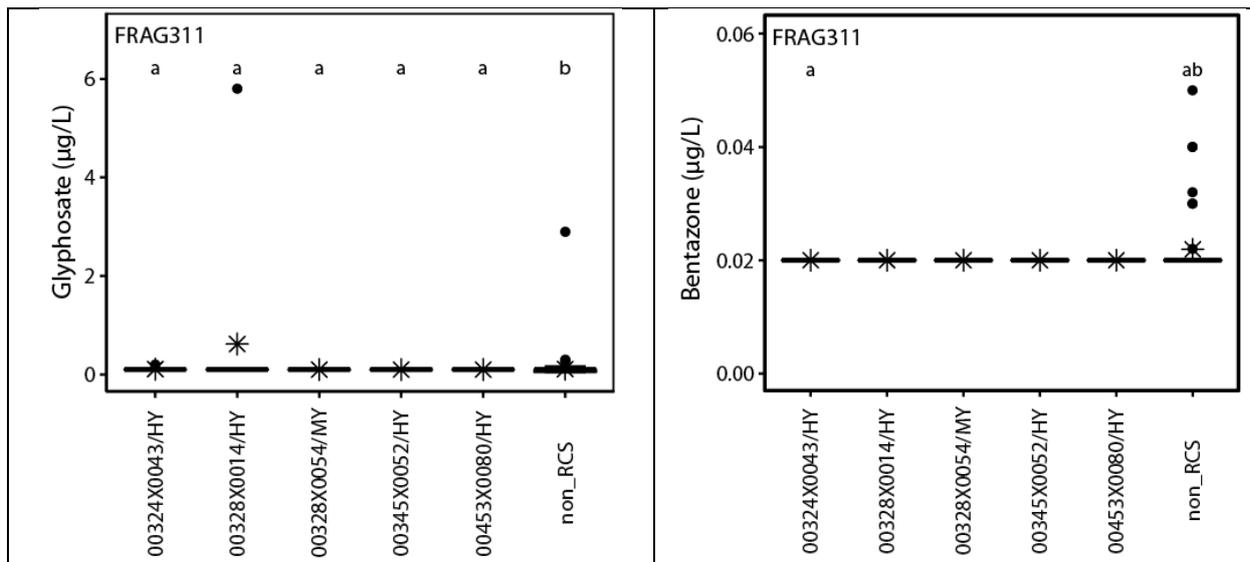


Figure 89 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualimètres du RCS et sur l'ensemble des qualimètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualimètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualimètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value <0.05).

• Tendence d'évolution des concentrations en nitrate

L'évolution des concentrations en nitrate des qualimètres de la masse d'eau souterraine FRAG311 montre une tendance à la hausse pour 5 qualimètres, une tendance à la baisse pour un seul qualimètre qui est un qualimètre RCS et aucune tendance pour neuf qualimètres (Figure 90).

La distribution des qualimètres sur la masse d'eau souterraine est comparable avec une tendance à la hausse plutôt au sud de la Somme et pas de tendance particulière au nord de la Somme (Figure 90). Les requêtes proposées restent inchangées.

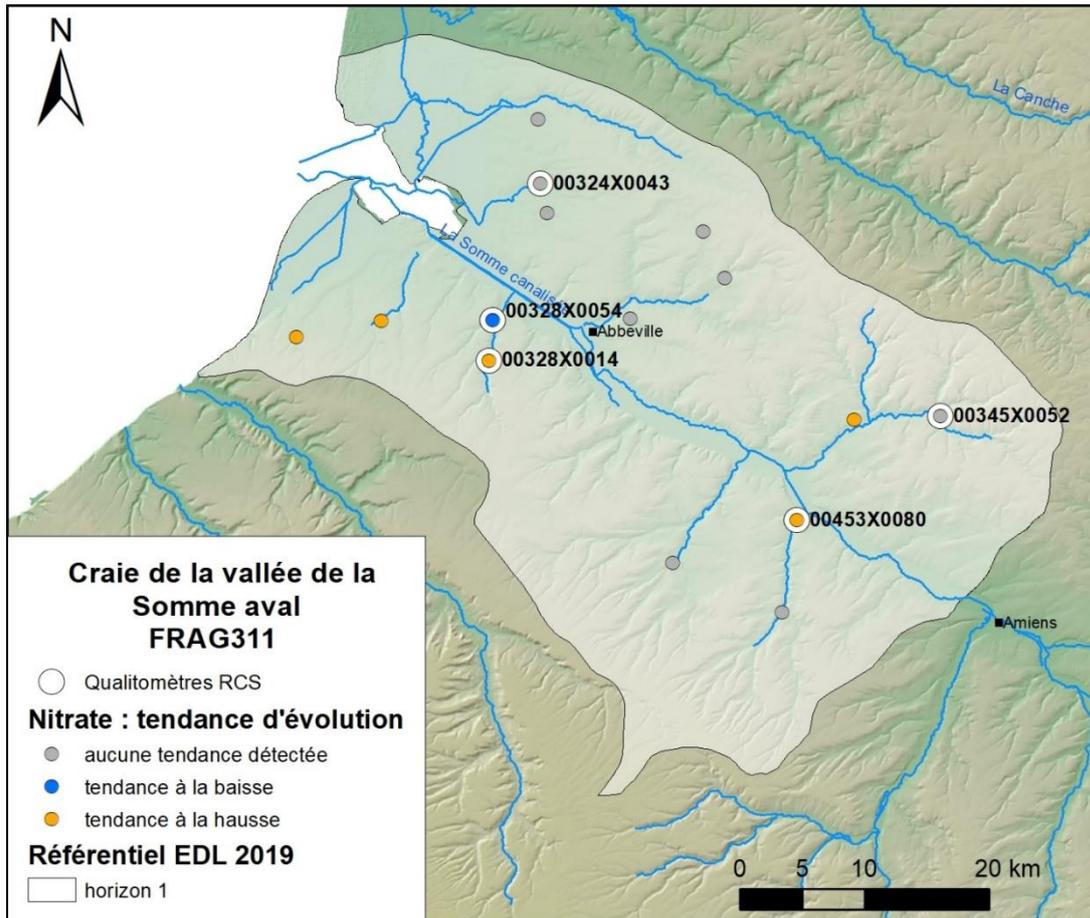


Figure 90 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines de la masse d'eau FRAG311.

• **Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS**

Le réseau de surveillance qualité de cette même masse d'eau compte les cinq mêmes qualitomètres RCS :

- 00324X0043/HY à Cahon (80161),
- 00345X0052/HY à Canaples (80166),
- 00453X0080/HY à Hangest-sur-Somme (80416),
- 00328X0014/HY à Moyenneville (80578),
- 00328X0054/MY à Novion (80598).

La continuité hydraulique observée entre l'aquifère du Cénomaniens et du Séno-Turonien conduit à ajouter une nouvelle requête pour prendre en compte l'aquifère du Cénomaniens. Une requête supplémentaire s'ajoute concernant l'inertie de la nappe (cycle annuel saisonnier). La représentativité générale semble diminuer du fait que le nombre de requêtes total augmente. Cependant ces travaux de redélimitation améliorent la connaissance et la caractérisation des masses d'eau souterraine.

Pour améliorer la représentativité du RCS, il serait pertinent d'envisager un suivi de l'aquifère du Cénomaniens et des relations nappe – rivière.

				Qualitomètres RCS						
				00324X0043 Cahon	00328X0014 Moyenneville	00328X0054 Nouvion	00345X0052 Canaples	00453X0080 Hangest-sur-Somme		
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	121BB	50 %	X	X	X	X	X	
			123CB01	50 %						
		Ecoulements souterrains	Zone de fond de vallée		40 %	X	X	X	X	X
			Zone de plateaux		40 %					
			Intrusion saline, frange littorale		20 %					
		Recharge pluviale	Recharge pluviale			X	X	X	X	X
		Inertie de la nappe	Cycle pluriannuel		45 %		X		X	X
			Double cycle, long terme prépondérant		45 %	X				
			Cycle saisonnier annuel		10 %					
		Relation nappe – rivière	La nappe draine les cours d'eau		35 %					
	Les cours d'eau drainent la nappe		35 %	X	X	X	X	X		
	Pas d'interaction nappe – rivière		10 %							
	Basse vallée de la Somme		10 %							
	Marais et monts de Mareuil-Caubert		10 %							
	Contexte de pression	Pression de prélèvement	Secteur nord-ouest		20 %	X				
			Reste de la masse d'eau		80 %		X	X	X	X
		Occupation du sol	Contexte agricole	Classe 1	30 %		X	X		
				Classe 2	40 %	X		X	X	
				Classe 3	5 %					
			Contexte urbain		10 %					
Contexte naturel : zones humides vallée de la Somme			10 %							
Contexte industriel		< 1 %								
Evolution des nitrates	Tendance à la hausse		40 %		X			X		
	Pas de tendance		50 %	X			X			
	Tendance à la baisse		10 %			X				

Tableau 17 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG311.

7.12. AG012, CRAIE DE LA MOYENNE VALLEE DE LA SOMME

Évolution du réseau de surveillance

La délimitation de la masse d'eau souterraine FRAG312, la craie de la moyenne vallée de la Somme, évolue sur ces bordures (Figure 91). Deux cent trois points d'eau sont dorénavant rattachés à cette masse d'eau souterraine. Les changements concernent :

- Quinze points d'eau nouvellement rattachés à la masse d'eau FRAG312. Ils étaient précédemment rattachés à une autre masse d'eau souterraine (FRAG009, FRAG011 ou FRAG013) ou encore non rattachés à une masse d'eau.
- Onze points d'eau, précédemment rattachés à FRAG012, mais qui dorénavant représentent une autre masse d'eau souterraine (FRAG306, FRAG311 ou encore une masse d'eau sur le bassin Seine-Normandie).
- Cent quatre-vingt-huit points d'eau qui restent inchangés et rattachés à FRAG312.

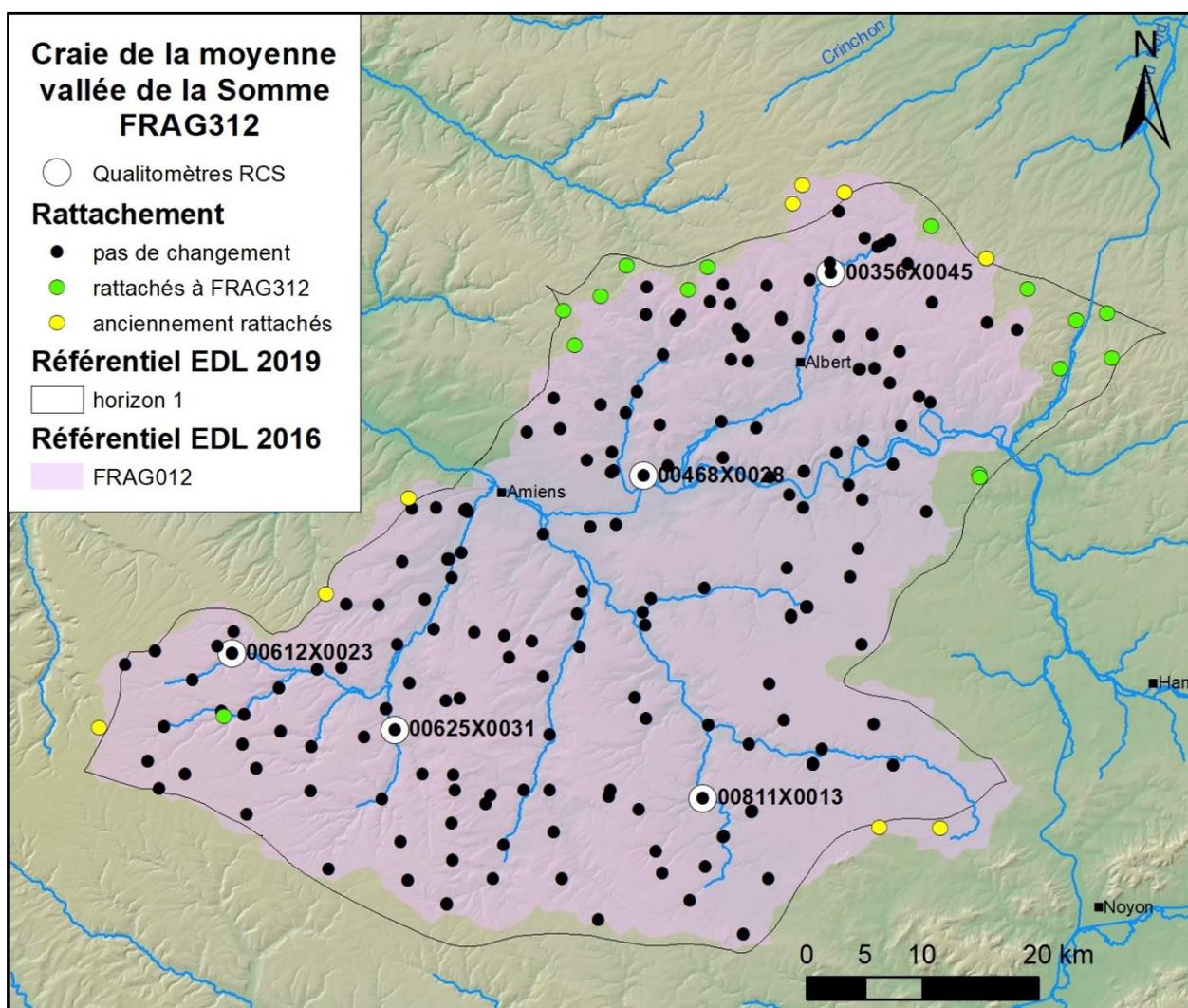


Figure 91 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG312, la craie de la moyenne vallée de la Somme (référentiel EDL 2019).

BDLISA

Les marnes bleues (dièves bleues) du Turonien moyen et marnes vertes (dièves vertes) du Turonien inférieur sont présentes sur la quasi-totalité de la masse d'eau souterraine FRAG312. A cette échelle de gestion, il est considéré que l'aquifère du Cénomaniens est séparé de l'aquifère de la craie par cet horizon imperméable (121BA01, Figure 92). Sont considérées comme représentatives de la masse d'eau souterraine, les entités de l'aquifère de la craie : la craie du Séno-Turonien (121BB01) et la craie marneuse et marnes du Turonien inférieur (121BB30) du bassin versant de la Somme.

Sera considéré pour la formulation des requêtes sur la craie du Séno-Turonien, le niveau 2 de la BDLISA (échelle régionale), entité 121BB, la craie du Sénonien au Turonien du bassin versant de la Somme :

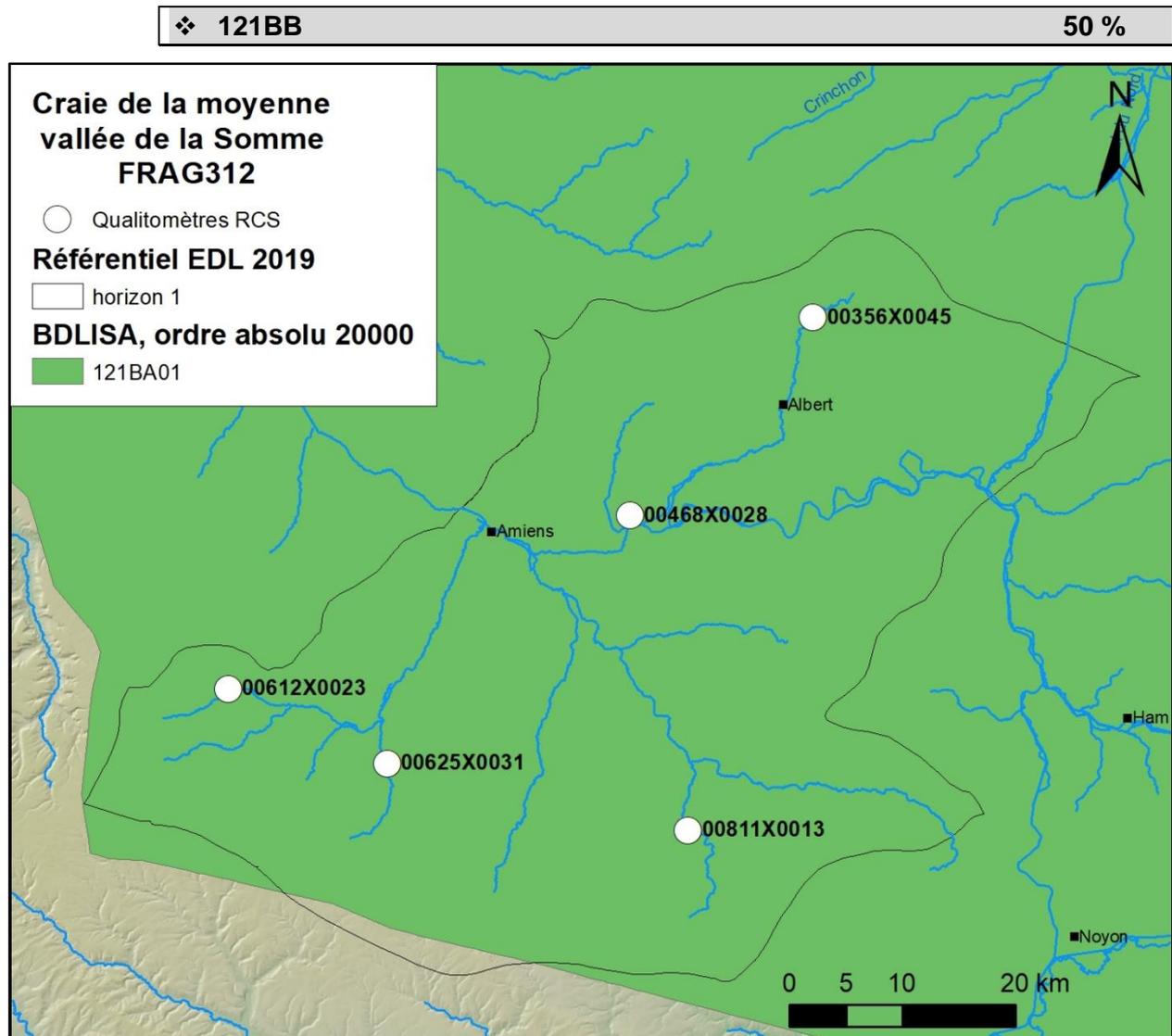


Figure 92 : Marnes bleues (dièves bleues) du Turonien moyen et marnes vertes (dièves vertes) du Turonien inférieur au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311.

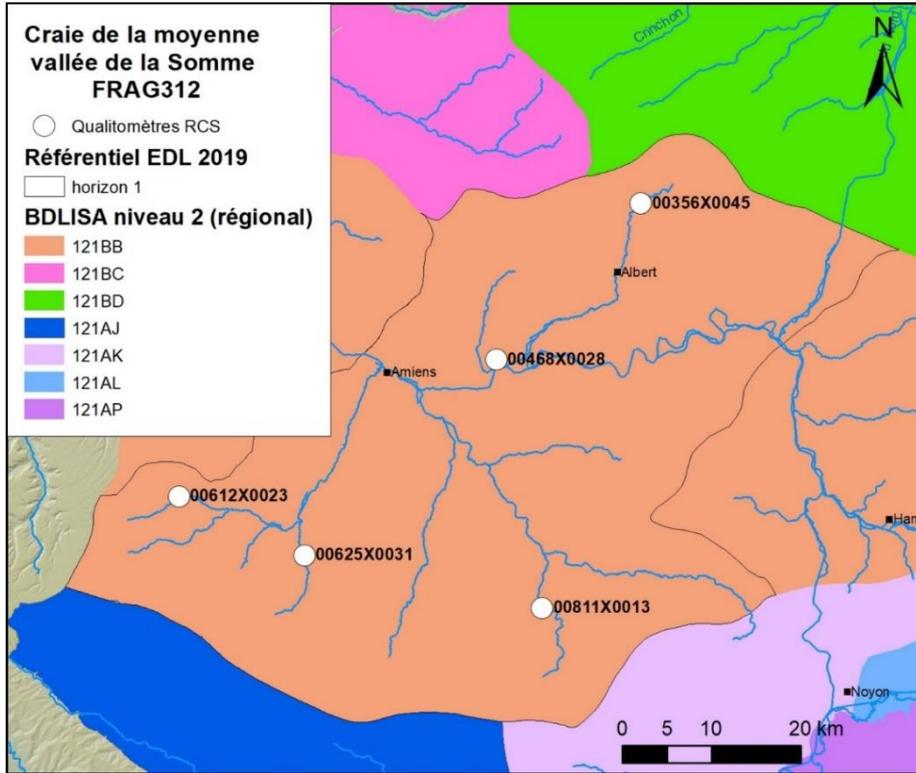


Figure 93 : Craie du Sénonien au Turonien, BDLISA version 2 (échelle régionale, niveau 2).

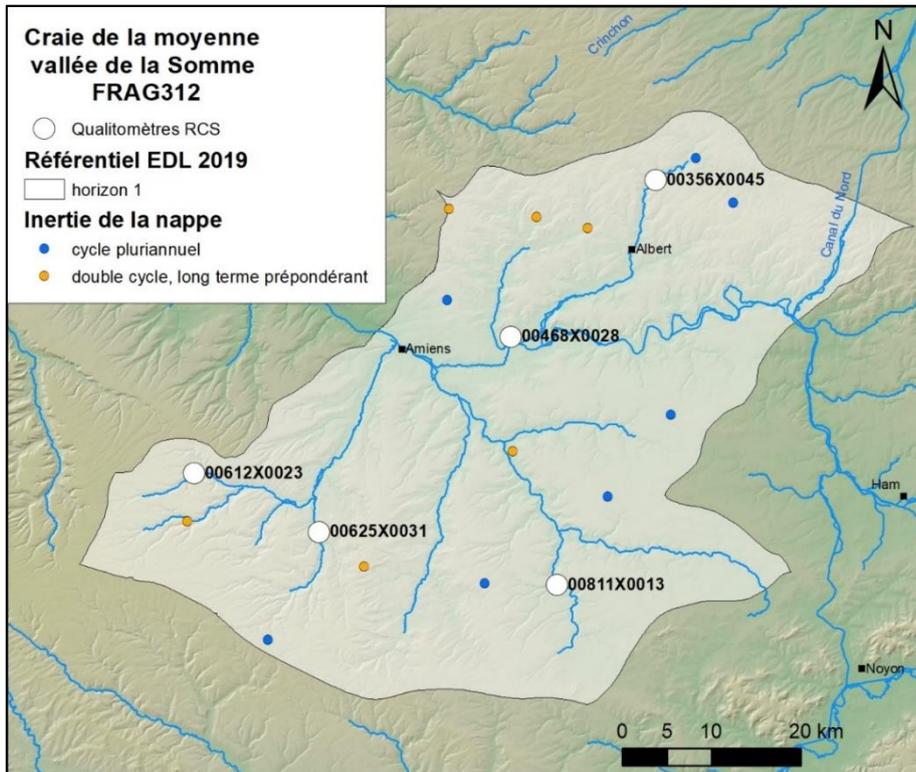


Figure 94 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau FRAG312.

Inertie de la nappe

Comme précédemment, deux comportements hydrodynamiques sont identifiés sur les piézomètres de la masse d'eau souterraine FRAG312 :

- une cyclicité pluriannuelle (sept qualitomètres) et
- un double cycle à long terme prépondérant (six qualitomètres).

Les requêtes formulées et les coefficients de pondération associés ne sont pas modifiés.

Relation nappe – rivière

Concernant les relations nappe – rivière au droit des piézomètres, les changements dans les liens point d'eau – masse d'eau ne modifient pas l'interprétation à l'échelle de la masse d'eau souterraine ni les requêtes associées. Les quatre mêmes types de relation ont été identifiées (Figure 95) et conduisent aux mêmes requêtes.

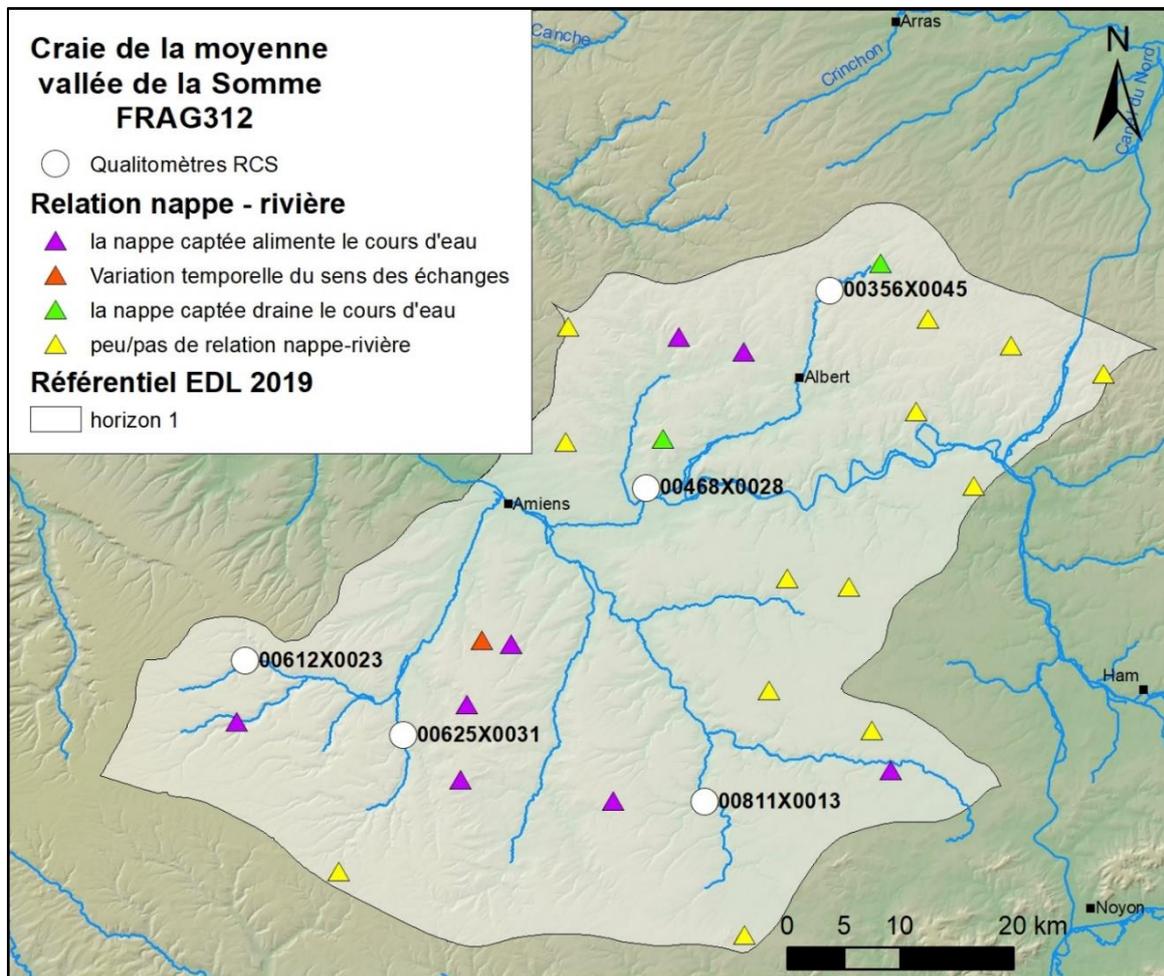


Figure 95 : Relations nappe – rivière au droit des points d'eau (Brugeron et al., 2012).

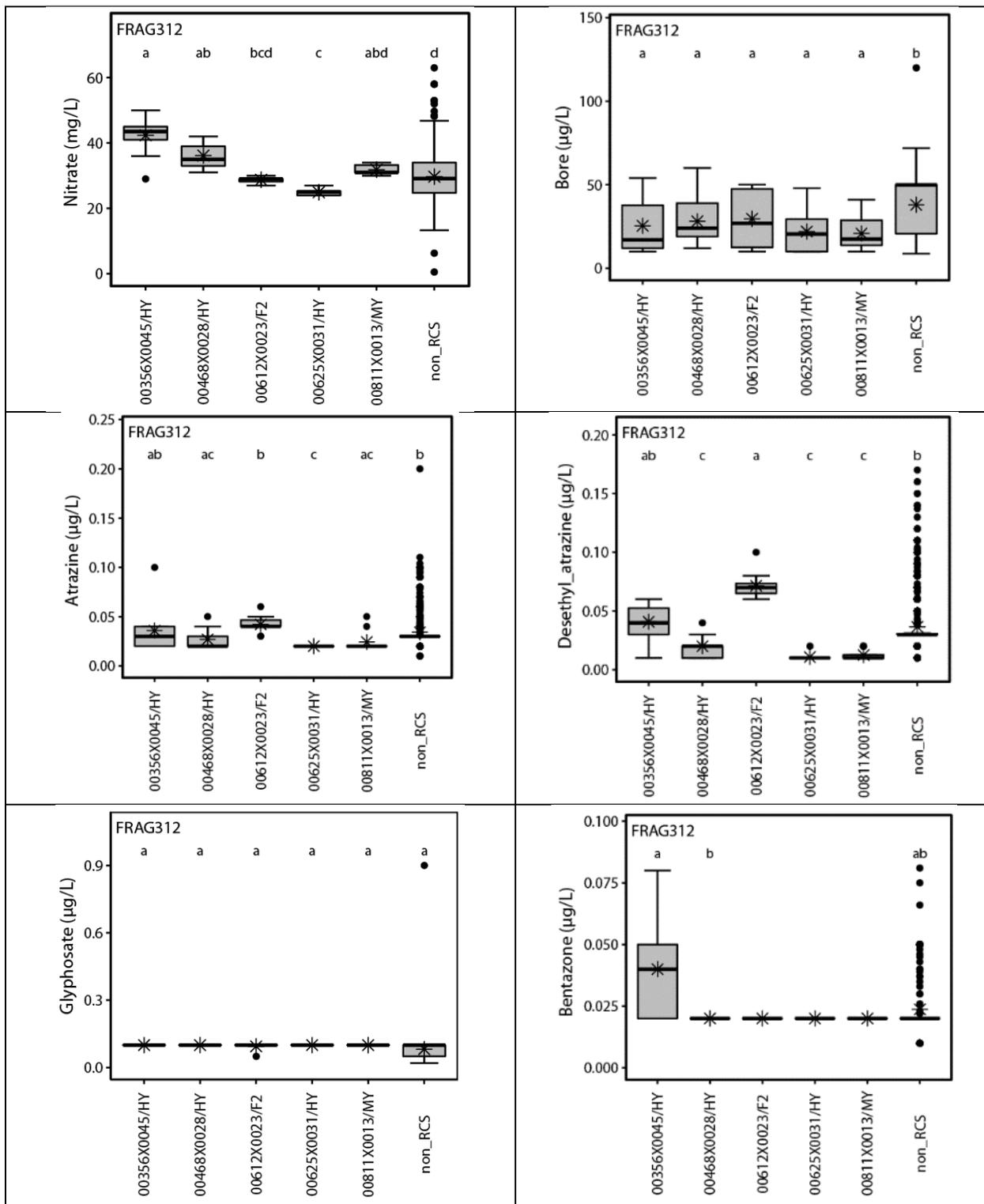


Figure 96 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, bore, atrazine, atrazine déséthyl, glyphosate et bentazone sur les qualimètres du RCS et non-RCS par le test de Conover-Iman.

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualimètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualimètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05).

Qualité des eaux souterraines

• Analyse statistique

L'évolution du référentiel point d'eau de la masse d'eau souterraine FRAG312 concerne seize qualitomètres :

- six qualitomètres sont écartées de la masse d'eau souterraine dont un qualitomètre du réseau de surveillance RCS : 00358X0002/P2 ;
- dix rejoignent la masse d'eau souterraine FRAG312.

Une nouvelle analyse des données de la qualité des eaux souterraines par comparaison multiple par paires des boîtes à moustaches des concentrations en nitrates, atrazine, atrazine déséthyl, bore, tétrachloréthylène, sélénium, glyphosate et bentazone de la masse d'eau FRAG312 est faite (Figure 96).

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 91 pour le bentazone, 123 pour le glyphosate, 161 pour le sélénium, 168 pour le tétrachloréthylène, 169 pour le bore, l'atrazine et l'atrazine déséthyl, et 170 pour le nitrate.

Les interprétations des analyses statistiques menées sont comparables. En effet, pour le nitrate, l'atrazine, l'atrazine déséthyl, le glyphosate et le bentazone, les conclusions sont les mêmes (même profil pour les mêmes qualitomètres).

Pour le bore, plutôt que deux groupes de qualitomètres RCS, un seul apparait (profil a) qui cependant diffère des concentrations mesurées par les qualitomètres non-RCS.

• Tendance d'évolution des concentrations en nitrate

A l'échelle de la masse d'eau souterraine, les teneurs en nitrate témoignent d'une tendance à la hausse sur deux qualitomètres dont un qualitomètre RCS. Neuf qualitomètres n'affichent aucune tendance et vingt qualitomètres montrent une tendance à la hausse. Les requêtes concernant les tendances d'évolution des concentrations en nitrates restent inchangées.

Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS

Le réseau de surveillance RCS de cette même masse d'eau évolue et ne compte plus que cinq qualitomètres RCS :

- 00356X0045/HY à Grandcourt (80) ;
- 00468X0028/HY à Corbie (80) ;
- 00612X0023/F2 à Poix-de-Picardie (80) ;
- 00625X0031/HY à Monsures (80) ;
- 00811X0013/MY à Courtemanche (80).

En effet, le qualitomètre 00358X0002/P2 à Grandcourt (62) n'est plus rattaché à la masse d'eau souterraine FRAG012 mais la masse d'eau souterraine FRAG306. Ce qualitomètre validait spécifiquement la requête « nappe libre en zone de plateaux ». Pour le reste, les requêtes validées l'étaient également par d'autres qualitomètres RCS.

La requête BDLISA de la craie du Séno-Turonien change (121BB au lieu de 121AT) mais la représentativité du RCS est la même. La représentativité générale diminue du fait qu'il y ait une requête validée de moins par rapport à la précédente évaluation (Auterives et al., 2017) mais le RCS reste représentatif de la masse d'eau souterraine. Pour l'améliorer, le suivi des zones de plateaux et des relations nappe – rivière où la nappe draine le cours d'eau serait à envisager.

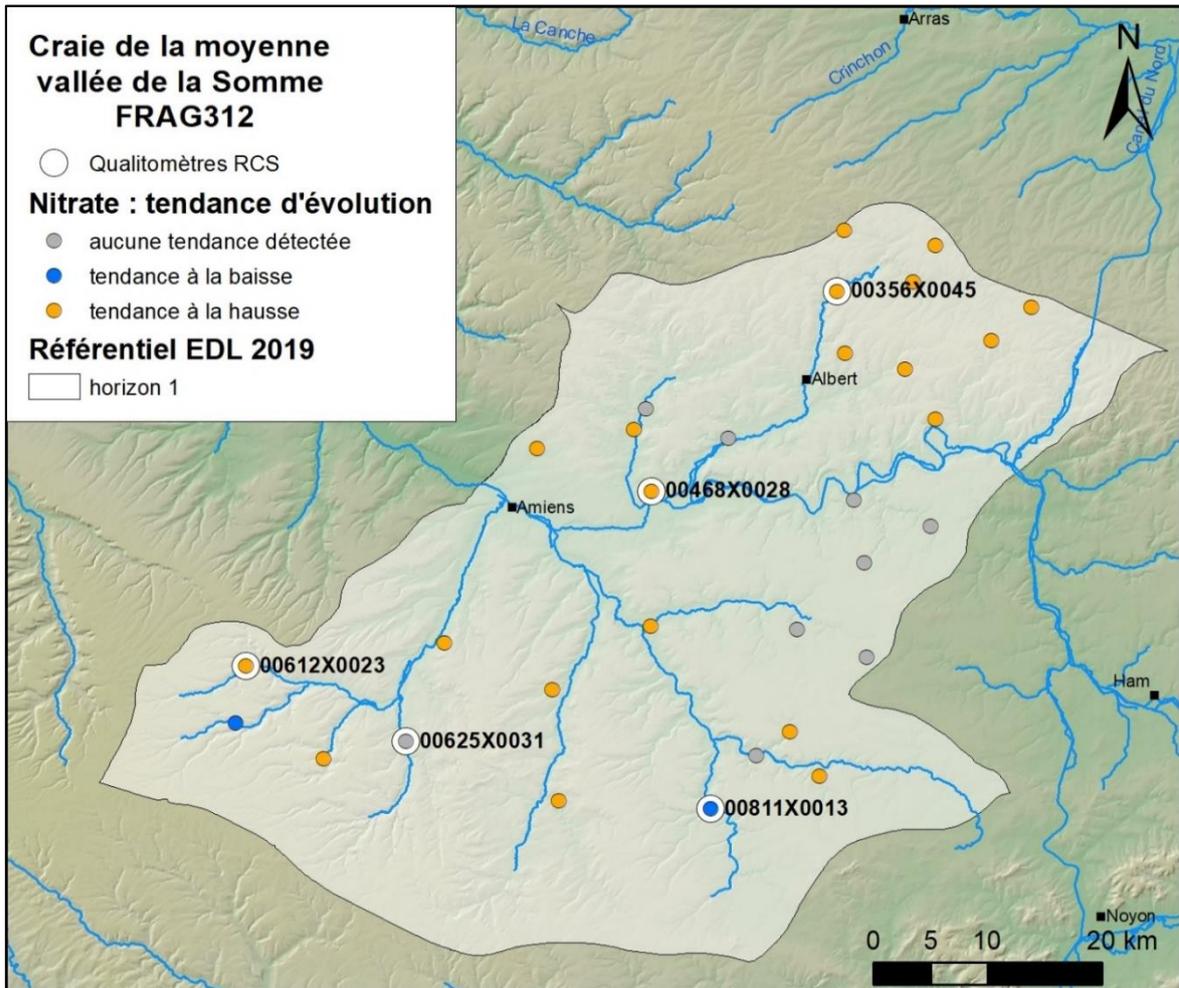


Figure 97 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines de la masse d'eau souterraine FRAG312.

				Qualitomètres RCS						
				00356X0045 Grandcourt	00468X0028 Corbie	00612X0023 Poix-de-Picardie	00625X0031 Monsures	00811X0013 Courtemanche		
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	121BB	X	X	X	X	X		
		Ecoulement souterrains	Nappe libre, zone de plateaux	40 %						
			Nappe libre, vallées	40 %	X		X	X	X	
			Fond de vallée humide	20 %		X				
		Recharge	Pluviale		X	X	X	X	X	
			Inertie de la nappe	Double cycle, long terme	50 %	X ?		X	X	
		Cycle pluriannuel		50 %	X ?	X				
		Nappe – rivière	La nappe alimente les cours d'eau	35 %	X ?		X ?	X		
			La nappe draine les cours d'eau	35 %						
			Variation temporelle du sens des échanges	5 %						
	Pas de relation nappe-rivière		5 %	X ?	X	X ?				
	Vallée de la Somme		10 %							
	Tourbières et marais de l'Avre		5 %							
	Contexte de pression	Prélèvement	Zone est	50 %	X				X	
			Zone ouest	50 %		X				
		Occupation du sol	Territoires agricoles	Classe 1	40 %		X			
				Classe 2	30 %	X			X	X
				Classe 3	15 %			X		
			Territoires urbains	5 %						
		Territoires industriels	5 %							
Territoires naturels		5 %								
Nitrates et tendances		Tendance à la hausse	70 %	X	X	X				
	Pas de tendance	30 %				X				
	Tendance à la baisse	< 1 %					X			

Tableau 18 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG312.

7.13. AG313, CRAIE DE LA VALLEE DE LA SOMME AMONT

Évolution du réseau de surveillance

La délimitation de la masse d'eau souterraine FRAG310, la craie de Cambrésis évolue principalement dans sa partie nord (Figure 98). Cent cinq points d'eau sont dorénavant rattachés à cette masse d'eau souterraine. Les changements concernent :

- Quatorze points d'eau sont nouvellement rattachés à FRAG313 ;
- Dix-sept points d'eau, précédemment rattachés à FRAG013, ne le sont plus. Ils représentent dorénavant FRAG306, FRAG312 ou encore des masses d'eau souterraine du bassin Seine-Normandie ;
- Quatre-vingt-onze points d'eau restent inchangés ou rattachés à FRAG313.

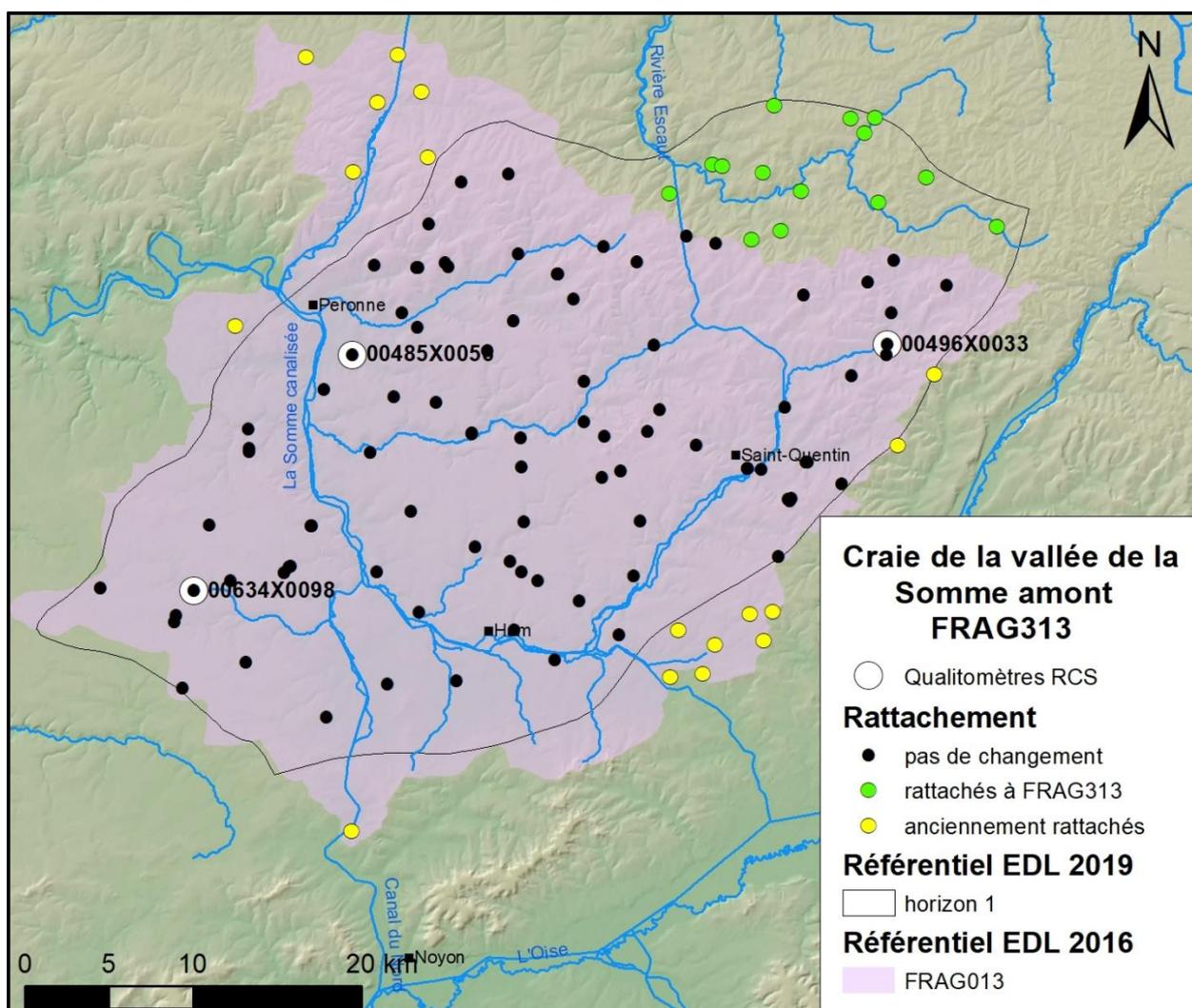


Figure 98 : Evolution du réseau de surveillance des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG313, la craie de la vallée de la Somme amont (référentiel EDL 2019).

BDLISA

Le référentiel BDLISA met en évidence que les marnes bleues (dièves bleues) du Turonien moyen et marnes vertes (dièves vertes) du Turonien inférieur (121BA01) sont présentes sur toute l'emprise de la masse d'eau souterraine FRAG313 (Figure 99) et constitue un horizon imperméable entre l'aquifère de la craie du Séno-Turonien et du Cénomaniens. L'aquifère de la craie au droit de la masse d'eau souterraine (Figure 100) est constitué de l'entité BDLISA aquifère 121BB, la craie du Sénonien au Turonien du bassin versant de la Somme :

❖ 121BB

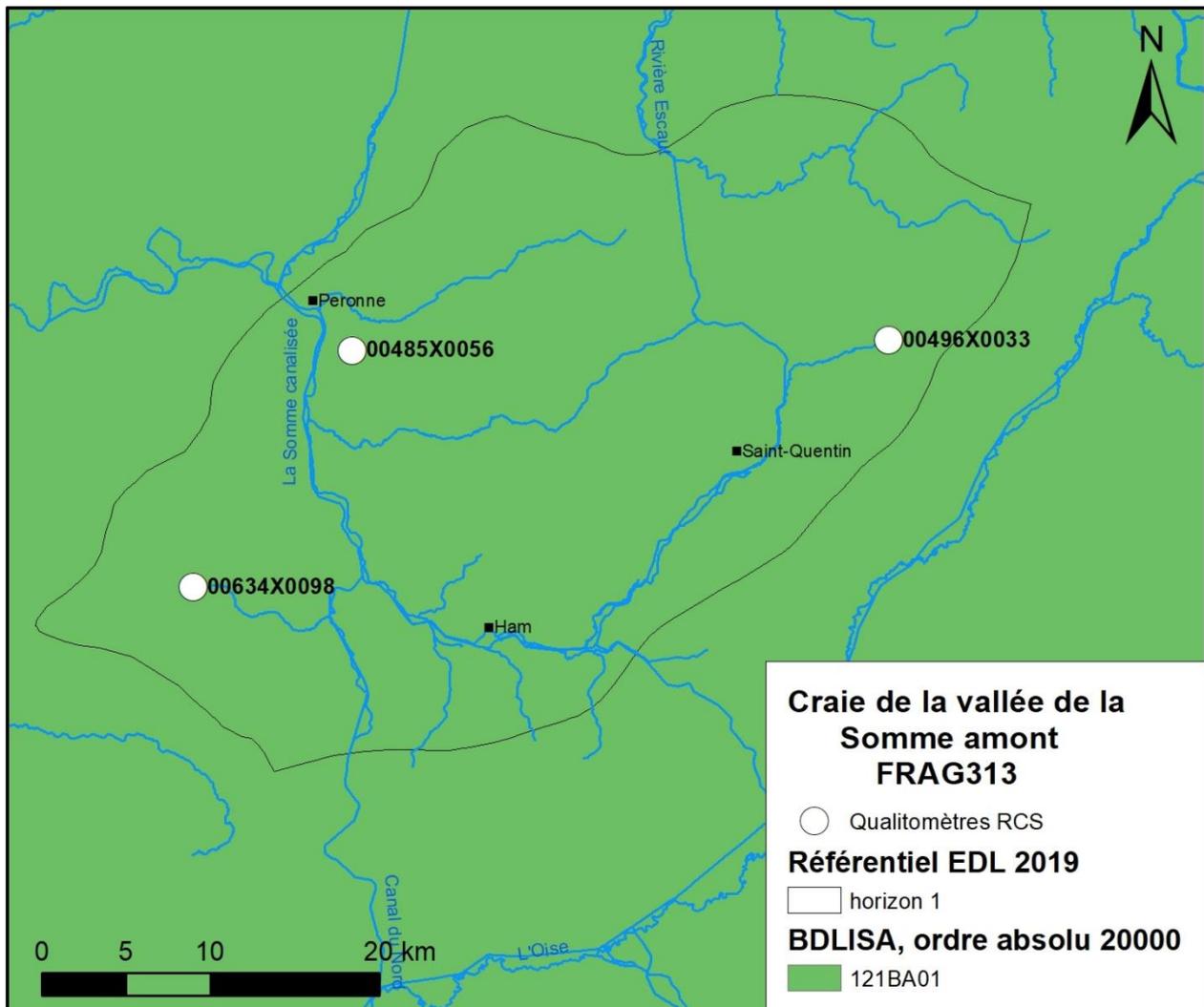


Figure 99 : Marnes bleues (dièves bleues) du Turonien moyen et marnes vertes (dièves vertes) du Turonien inférieur au droit de la masse d'eau souterraine FRAG311.

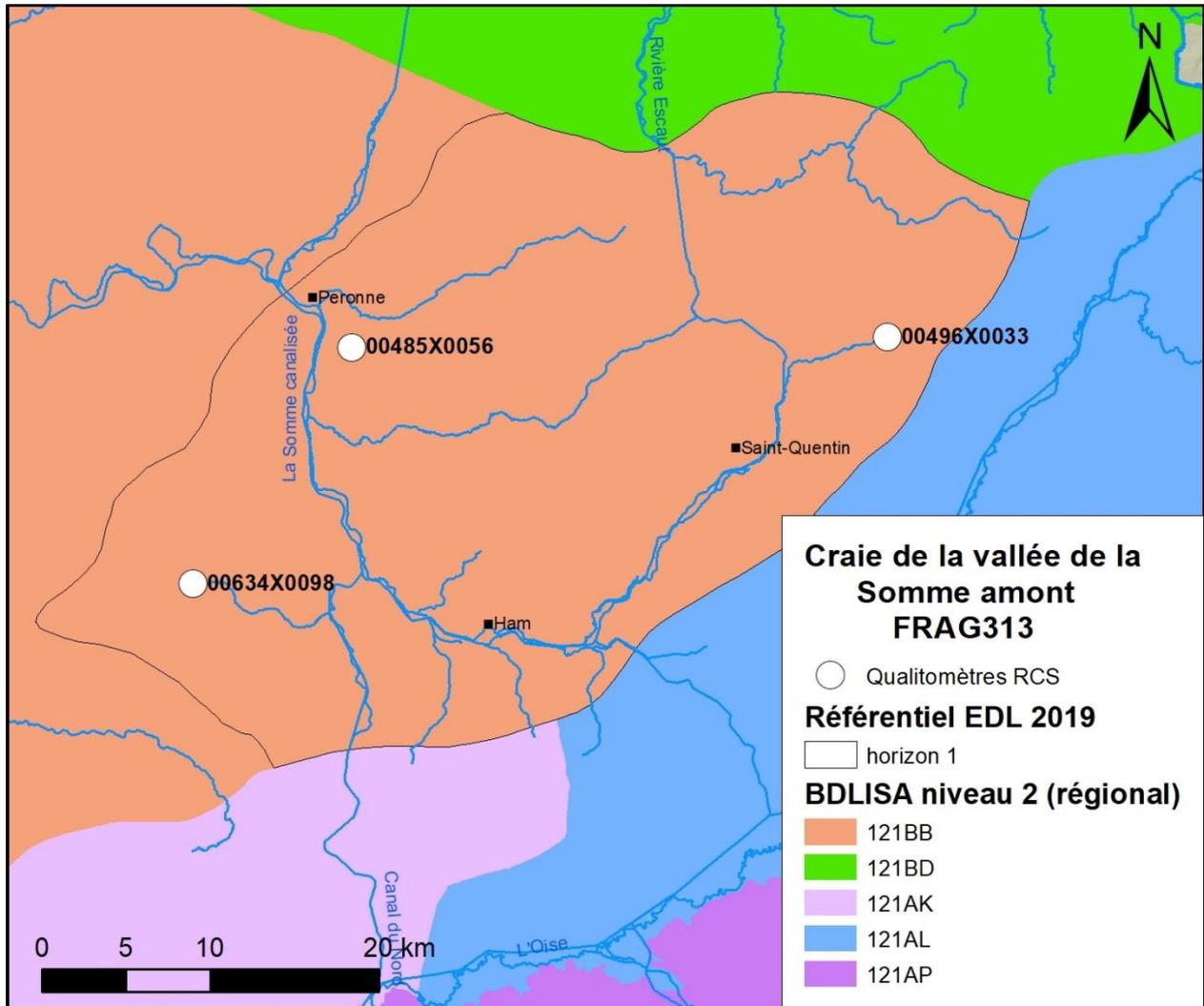


Figure 100 : Craie du Sénonien au Turonien, BDLISA version 2 (échelle régionale, niveau 2).

Inertie de la nappe

Concernant l'inertie de la nappe, les résultats de l'analyse des variogrammes sont repris et montrent trois types de comportements hydrodynamiques (Figure 101) :

- Un cycle pluriannuel prédominant avec 6 qualitomètres regroupés pour la plupart dans la moitié sud de la masse d'eau souterraine ;
- Un double cycle à long terme prépondérant pour 3 qualitomètres regroupés dans la partie nord ;
- Un double cycle à court terme prépondérant pour un seul qualitomètre au nord-est de la masse d'eau souterraine.

L'interprétation à l'échelle de la masse d'eau souterraine est la même, les requêtes proposées sur l'inertie de la nappe restent inchangées.

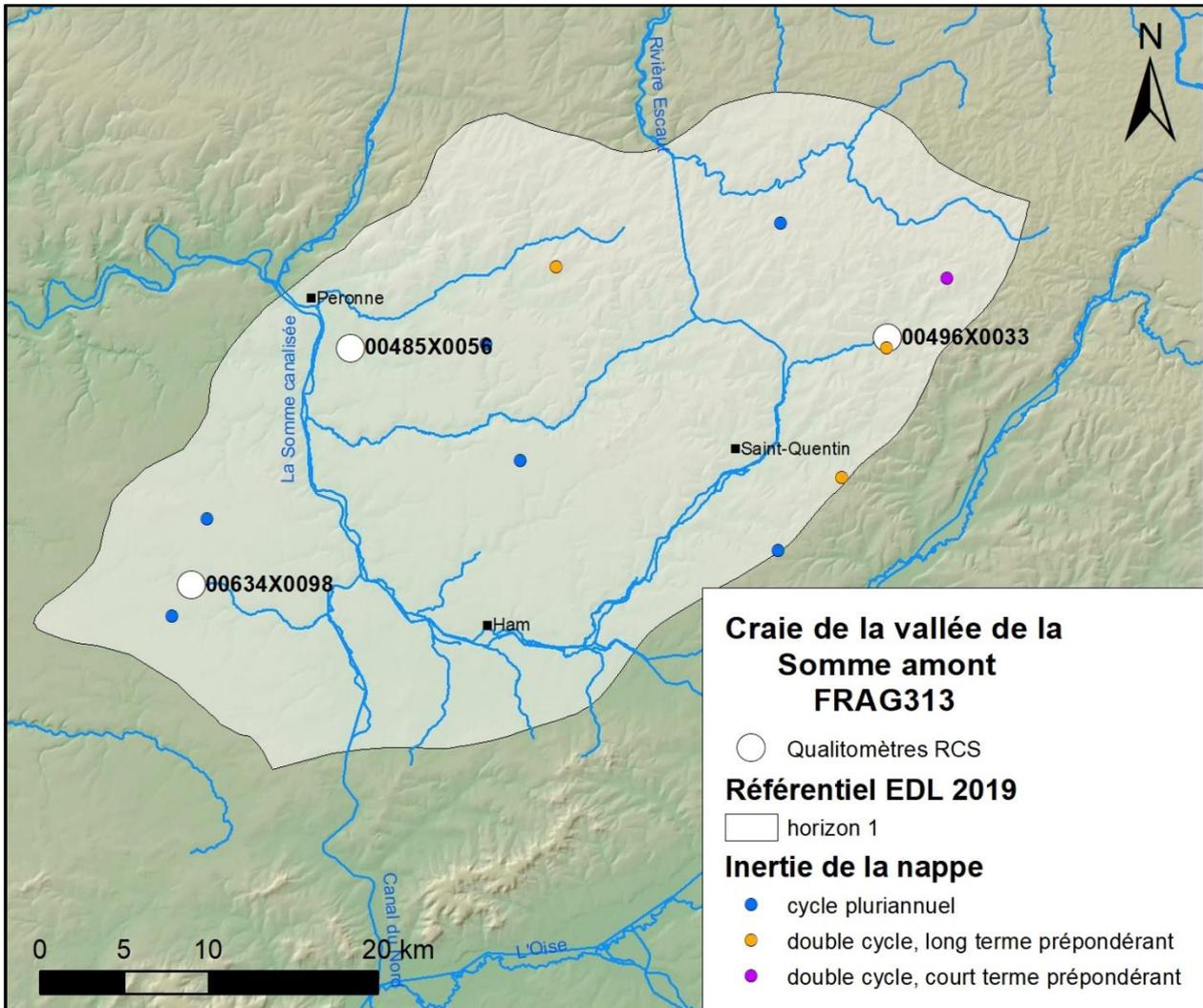


Figure 101 : Comportements hydrodynamiques des piézomètres de la masse d'eau FRAG313.

Relation nappe – rivière

Concernant les relations nappe – rivière au droit des points d'eau (Brugeron et al., 2012), comme dans l'étude précédente, trois types de relation sont identifiés (Figure 102) :

- Une absence de relation nappe – rivière à l'ouest de la Somme (4 piézomètres regroupés) et à proximité des bordures de la masse d'eau souterraine (4 piézomètres) ;
- Une nappe qui alimente les cours d'eau dans la partie centrale de la masse d'eau souterraine (4 piézomètres) ;
- Une nappe qui draine les cours d'eau sur trois autres piézomètres.

Les requêtes concernant les interactions nappe – rivière restent inchangées.

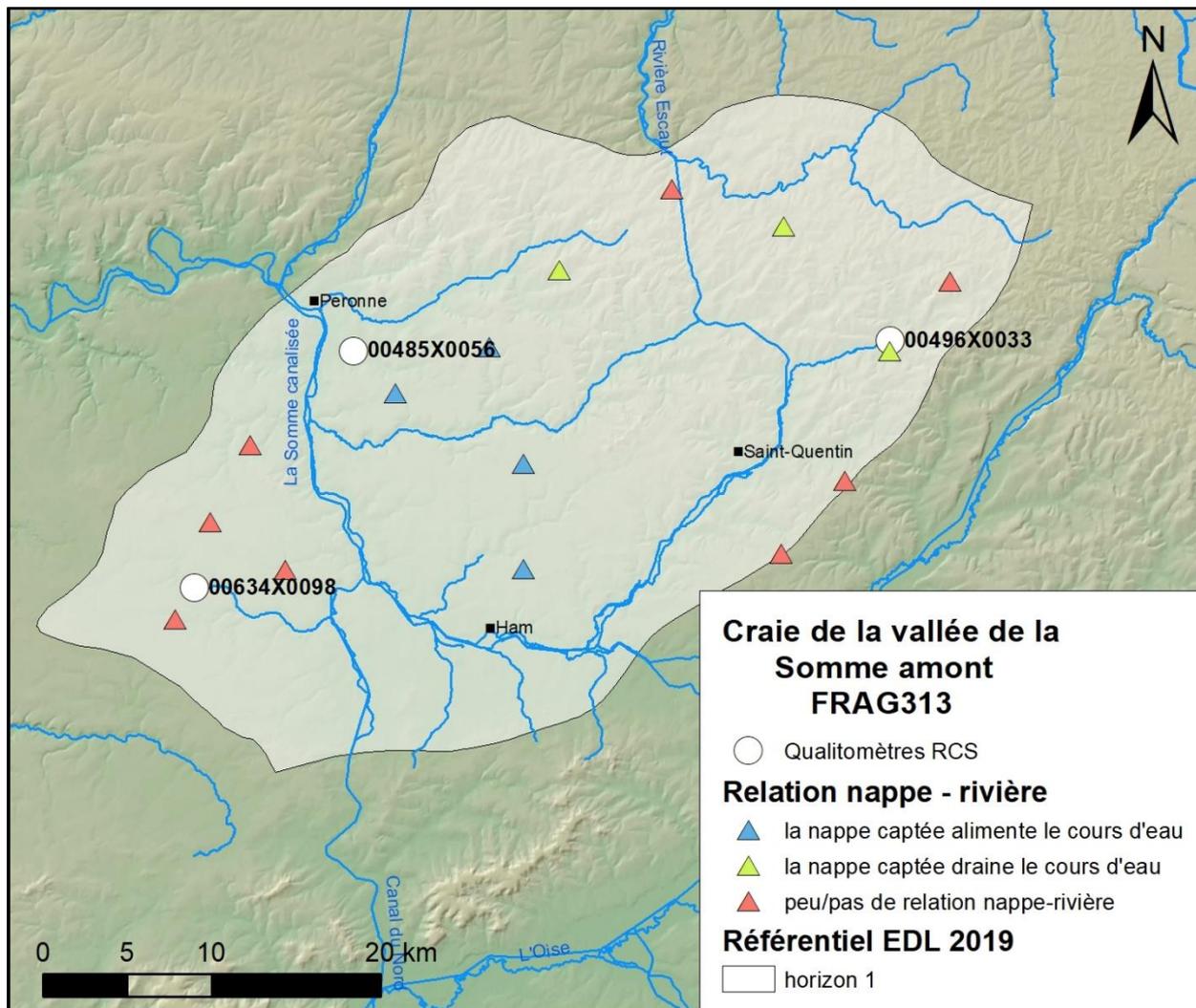


Figure 102 : Caractérisation des relations nappe-rivière aux points d'eau de la masse d'eau souterraine FRAG313 (Brugeron et al. 2012).

Qualité des eaux souterraines

• Analyse statistique

L'évolution du référentiel point d'eau de la masse d'eau souterraine FRAG313 concerne seize qualitomètres : quatre qui ne sont pas rattachés à la masse d'eau souterraine FRAG313 et douze qui sont dorénavant rattachés à FRAG313.

Une nouvelle analyse des données de la qualité des eaux souterraines par comparaison multiple par paires des boîtes à moustaches des concentrations en nitrates, atrazine, atrazine déséthyl, bore, tétrachloréthylène, sélénium, glyphosate et bentazone de la masse d'eau FRAG313 est faite (Figure 103).

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 45 pour le bentazone, 52 pour le glyphosate, 75 pour le sélénium, 78 pour le tétrachloroéthylène, 83 pour le bore et 86 pour le nitrate, l'atrazine et l'atrazine déséthyl.

Pour le nitrate, bien que le jeu de données ait été modifié, l'interprétation des résultats est la même. Les qualitomètres non-RCS sont statistiquement différents (profil b) des qualitomètres RCS. Des similitudes sont observables avec le qualitomètre RCS 00496X0033/HY.

Pour le bore, l'interprétation change. La gamme de concentration s'étend. Les qualitomètres non-RCS (profil a) sont comparables aux qualitomètres RCS 00485X0056/HY et 00634X0098/HY alors que 00496X0033/HY se distingue.

Pour l'atrazine et l'atrazine déséthyl, l'interprétation change également. Les qualitomètres non-RCS pour l'atrazine (profil ab) sont comparables en tout ou partie aux qualitomètres RCS (profil a, b et ab). De la même manière pour l'atrazine, les qualitomètres non-RCS (profil b) sont comparables aux qualitomètres RCS (profil b et ab) exception faite du qualitomètre 00485X0056/HY qui se distingue avec des concentrations moins élevées.

Pour le bentazone, une certaine homogénéité statistique est observée entre qualitomètres RCS et non-RCS (profil a) ce qui n'avait pas été mise en évidence précédemment.

Pour le tétrachloroéthylène, les qualitomètres non-RCS (profil b) se distinguent des qualitomètres RCS (profil a). Les concentrations moyennes sont plus élevées sur les qualitomètres non-RCS que les qualitomètres RCS.

Pour le glyphosate, les mesures sont en dessous des limites de quantification (graphique non présenté). Pour le sélénium, il n'est mesuré que sur les qualitomètres non-RCS, il n'y a pas de données disponibles pour les qualitomètres RCS permettant ainsi la comparaison.

- **Tendance d'évolution des concentrations en nitrate**

Concernant l'évolution des concentrations en nitrate, les tendances détectées (Figure 104) sont :

- Une tendance à la hausse pour la moitié des qualitomètres et,
- Aucune tendance détectée pour l'autre moitié.

Il n'y a pas de distribution particulière ou sectorisation identifiable. Les requêtes proposées dans l'étude précédente restent inchangées.

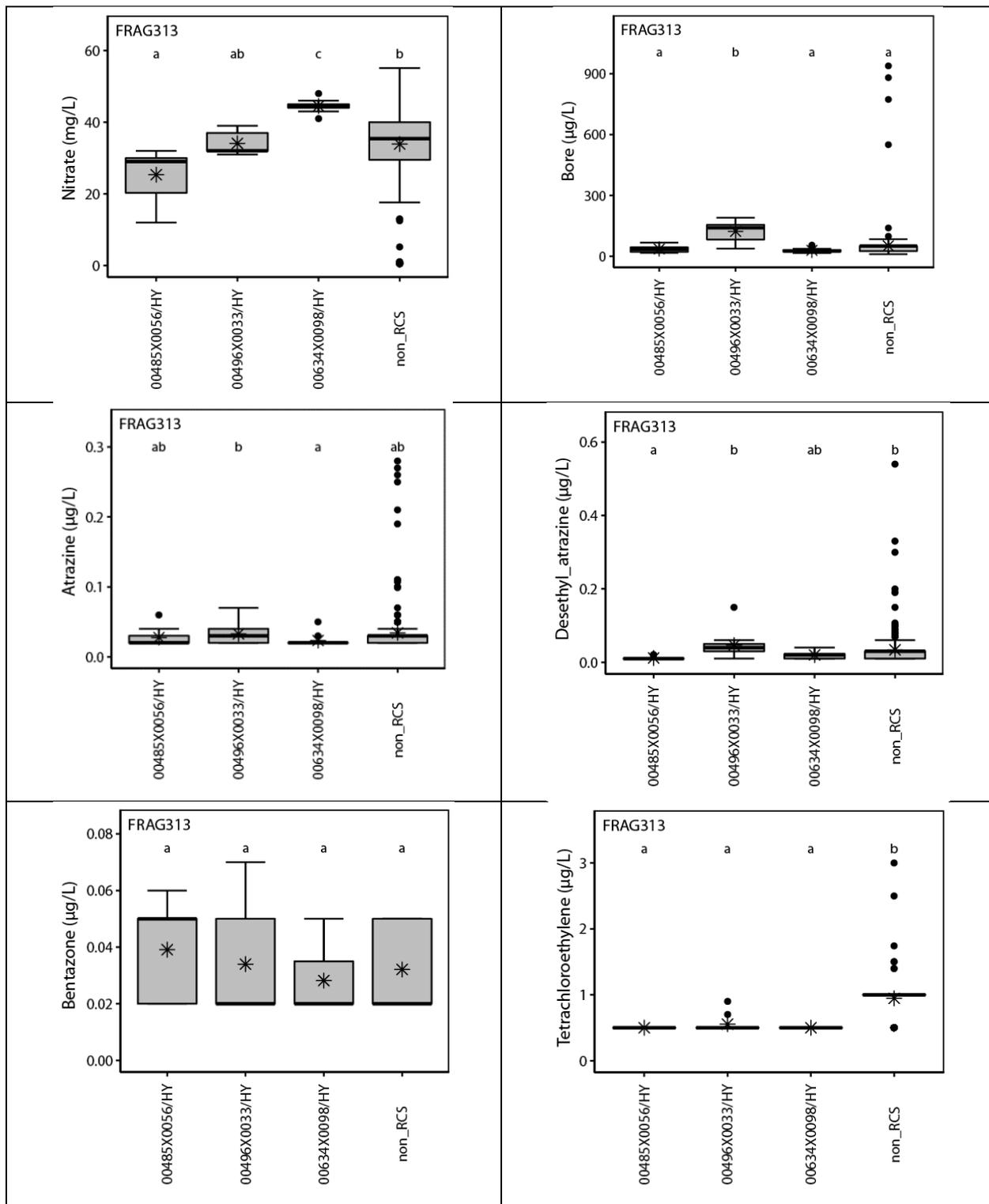


Figure 103 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, bore, atrazine, atrazine déséthy, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualimètres du RCS et non-RCS par le test de Conover-Iman.

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualimètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualimètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05).

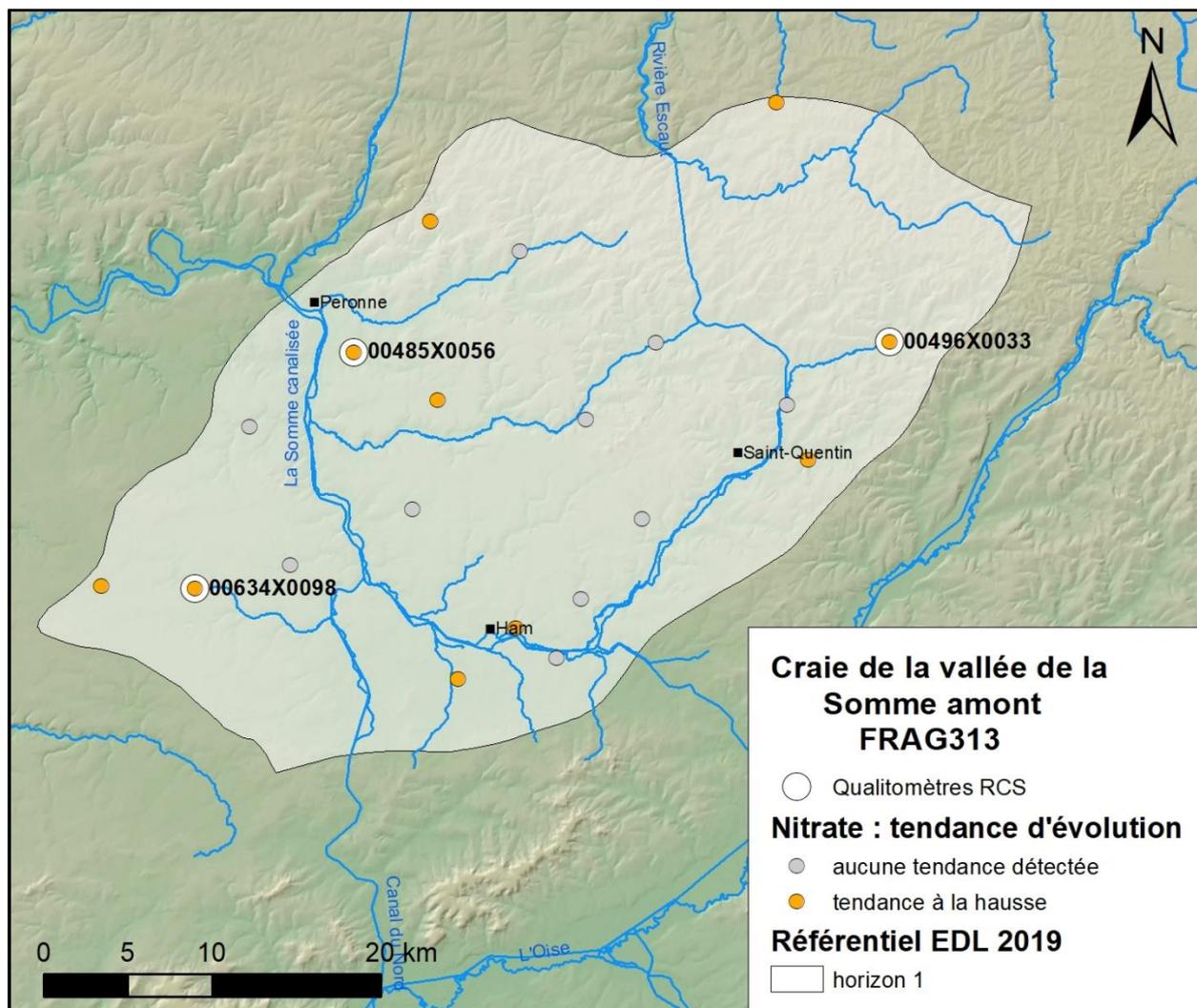


Figure 104 : Tendance d'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines de la masse d'eau FRAG313.

Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS

Le réseau de surveillance quantité DCE de la masse d'eau FRAG313 (Figure 98) compte les trois mêmes qualitomètres RCS :

- 00485X0056/HY à Mesnil-Bruntel (80536) ;
- 00496X0033/HY à Fonsommes (02319) ;
- 00634X0098/HY à Fonches-Fonchette (80322).

Mise à part la requête concernant la BDLISA qui a évolué en parallèle des travaux de nouvelles délimitations du bassin Artois-Picardie, le catalogue des requêtes de la masse d'eau souterraine FRAG313 ne change pas. L'entité BDLISA 121AT est remplacée par l'entité 121BB. Tous les qualitomètres RCS sont représentatifs de l'entité 121BB (niveau 2, régional) et plus précisément l'entité aquifère 121BB01 (niveau 3, local).

La représentativité du réseau RCS de la masse d'eau souterraine FRAG313 est la même que précédemment. Pour l'améliorer, un qualimètre représentatif d'une absence de tendance d'évolution des concentrations en nitrates serait à envisager ainsi qu'un suivi des territoires agricoles (classe 1 – prépondérance des grandes cultures) et des territoires urbains.

					Qualitomètres RCS		
				00485X0056 Mesnil-Bruntel	00496X0033 Fonsommes	00634X0098 Fonches-Fonchette	
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	121BB		X	X	X
		Ecoulements souterrains	Zone de plateaux, nappe libre		50 %	X	
			Vallées, nappe libre		50 %		X
		Recharge	Pluviale de la nappe			X	X
		Inertie de la nappe	Double cycle, court terme		10 %		
			Double cycle, long terme		30 %		X
			Cyclicité pluriannuel		60 %	X	
		Nappe – rivière	Le réseau hydrographique draine la nappe		40 %	X	
			Pas de relation nappe – rivière		10 %		X
			La nappe draine les cours d'eau		40 %		X
	Etangs et marais du bassin de la Somme		10 %				
	Contexte de pression	Pression de prélèvement	Secteur est		40 %		X
			Secteur ouest		60 %		X
		Occupation du sol	Territoires agricoles	Classe 1	15 %		
				Classe 2	70 %	X	X
			Territoires urbains		13 %		
			Territoires industriels		1 %		
		Territoires naturels		1 %			
		Nitrates et tendances	Tendance à la hausse		50 %	X	X
Pas de tendance			50 %				

Tableau 19 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG013.

7.14. AG314, SABLES DU LANDENIEN DES FLANDRES

Évolution du réseau de surveillance

La délimitation de la masse d'eau souterraine FRAG314, les sables du Landénien des Flandres évolue quelque peu sur ses contours (Figure 105). Trente-sept points d'eau sont dorénavant rattachés à cette masse d'eau souterraine. Concernant cette masse d'eau souterraine, il y a assez peu de changements :

- Trente-six points d'eau restent attachés à FRAG314 ;
- Deux points d'eau qui représentaient FRAG014 ne sont dorénavant plus rattachés à FRAG314 :
 - o 00191X0170/F4
 - o 00191X0128/F1
- Un point d'eau, précédemment rattaché à FRAG004, est dorénavant rattaché à FRAG314 :
 - o 00124X0023/F1

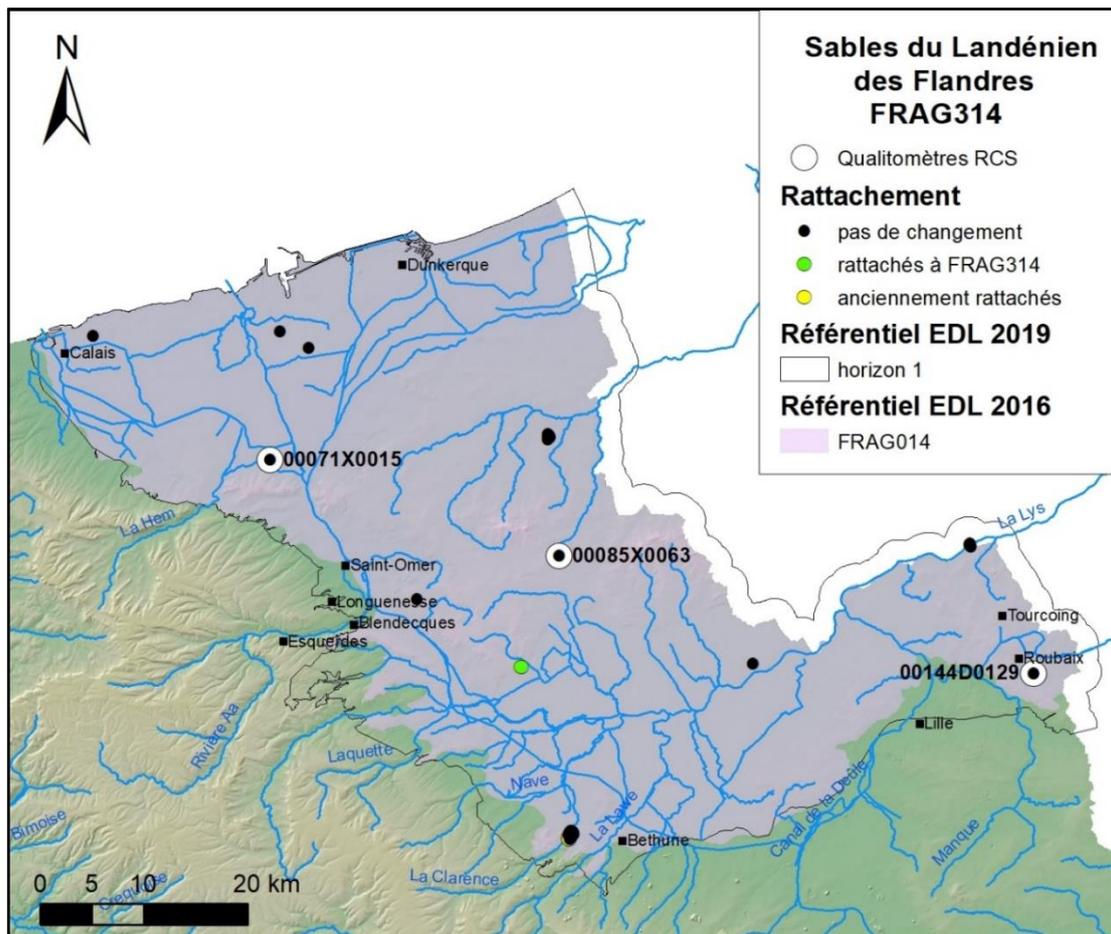


Figure 105 : Evolution du réseau surveillance de la masse d'eau FRAG314 des sables du Landénien des Flandres (référentiel EDL 2019).

Au total, seuls trois points d'eau sont concernés par un changement de masse d'eau souterraine en lien avec FRAG314. Sur ces trois points d'eau, il n'y avait pas eu de caractérisation de l'inertie de la nappe, ni d'interprétation des relations nappe – rivière, ni d'évaluation des tendances d'évolution des concentrations en nitrate. En conséquence, les requêtes sur l'inertie de la nappe, les relations nappe – rivière et les tendances d'évolution des concentrations en nitrate restent inchangées.

BDLISA

Concernant la lithologie, les sables du Thanétien (entité 119AA01, ordre absolu = 16750) sont sous couverture de l'entité imperméable des argiles des Flandres et de Roubaix de l'Yprésien (entité 117AA01, ordre absolu = 16500) et repose sur l'horizon imperméable des argiles et tuffeaux du Thanétien (119AI01, ordre absolu = 16850). Ces trois entités couvrent l'entièreté de l'emprise de la masse d'eau souterraine. Comme précédemment établi, les sables du Thanétien sont l'entité aquifère constitutive de la masse d'eau souterraine FRAG314 (119AA01). La requête BDLISA associée n'est pas modifiée.

Qualité des eaux souterraines

- **Analyse statistique**

L'évolution du référentiel point d'eau de la masse d'eau souterraine FRAG314 concerne 2 qualitomètres : 00191X0128/F1 et 00191X0170/F4 qui étaient précédemment rattachés à FRAG014 mais qui ne le sont plus dorénavant. Les données associées à ces points d'eau sont écartées du jeu de données.

Le qualitomètre 00191X0128/F ne concerne que des deux mesures de concentrations en nitrate. Le qualitomètre 00191X0170/F4 ne concerne que des mesures de concentrations en tétrachloroéthylène.

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est assez réduit, comparé aux autres masses d'eau souterraine du bassin Artois-Picardie avec, 3 pour le bentazone, le glyphosate, l'atrazine, l'atrazine-déséthyl, 9 pour le nitrate, 12 pour le bore et 19 pour le tétrachloroéthylène.

Pour le nitrate, l'analyse met en évidence le groupe des qualitomètres RCS (profil a) qui se distinguent du groupe des qualitomètres non-RCS (profil b). Cette distinction avait été faite précédemment, la différence entre RCS et non-RCS. Ce qui change c'est l'homogénéité apparente des mesures de concentrations en nitrate des qualitomètres RCS.

Pour le tétrachloroéthylène, l'interprétation est comparable avec une différence pour le qualitomètre 00144D0129/F1 (profil ab) qui se distingue des deux autres qualitomètres RCS (profil a).

Pour l'atrazine, l'atrazine déséthyl, le bore, le bentazone et le glyphosate, le jeu de données n'a pas changé.

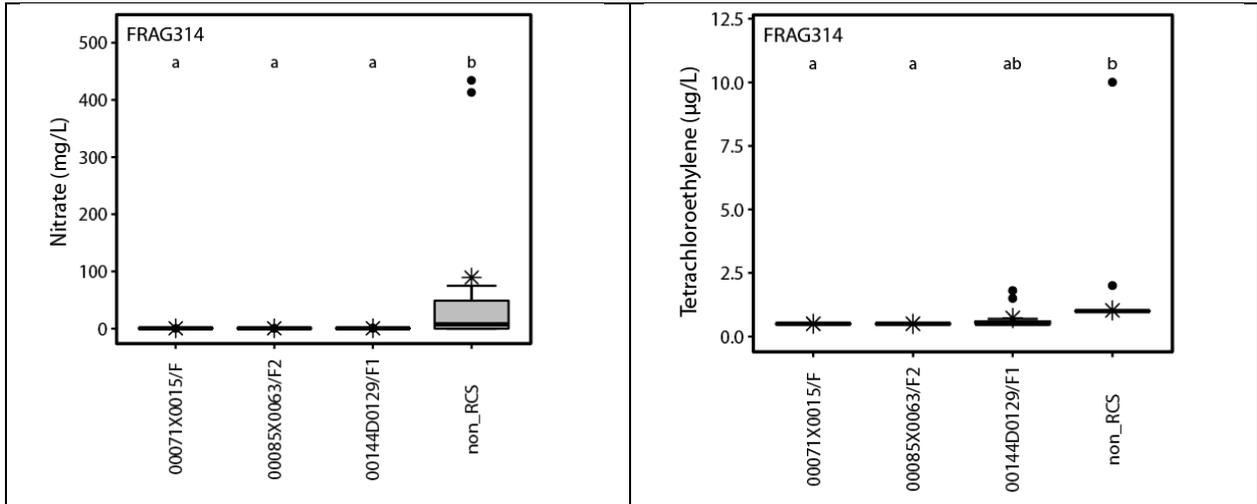


Figure 106 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate et tétrachloroéthylène sur les qualimètres du RCS et sur l'ensemble des qualimètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman.

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualimètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualimètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value <0.05).

Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS

Le réseau qualité DCE compte les trois mêmes qualimètres RCS :

- 00071X0015/F à Ruminghem (62730) ;
- 00085X0063/F2 à Saint-Sylvestre-Cappel (59546) ;
- 00144D0129/F1 à Roubaix (59512).

Malgré quelques changements dans le rattachement des points d'eau à la masse d'eau souterraine, il n'y a pas de modification quant à l'évaluation des caractéristiques de la masse d'eau souterraine, il en va de même pour les requêtes de représentativité. Le tableau d'évaluation de la représentativité de la masse d'eau souterraine FRAG314 n'est pas modifié.

				Qualitomètres RCS		
				00071X0015 Ruminghem	00085X0063 Saint-Sylvestre- Cappel	00144D0129 Roubaix
critères hydrogéologiques	BDLISA	119AA01		X	X	X
	Ecoulement souterrain	Zone libre	50 %			
		Zone captive	50 %	X	X	X
	Inertie de la nappe	Cycle saisonnier annuel, nappe libre	50 %			
		Double cycle long terme ou cycle pluriannuel	50 %	?	?	?
	Relation eau de surface	Marais audomarois	10 %			
	Faciès hydro-chimique	Faciès HCO ₃ -Ca (sud)	25 %	X		
		Faciès HCO ₃ -Na (nord)	25 %			X
		Faciès Cl-Na (centre)	25 %		X	
		Frangé littorale (risque d'intrusion saline)	25 %			

Tableau 20 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG014.

7.15. AG318, SABLES DU LANDENIEN D'ORCHIES

Évolution du réseau de surveillance

La masse d'eau souterraine FRAG318, les sables du Landénien d'Orchies, s'étend sur ses bordures (Figure 107). Trente-et-un points d'eau sont dorénavant rattachés à cette masse d'eau souterraine. Le seul changement concerne le point d'eau 00215X0187/PZAE qui est identifié comme un qualitomètre RCS. Précédemment il était rattaché à la masse d'eau souterraine FRAG006. En conséquence, la masse d'eau FRAG318 qui n'avait pas de qualitomètre RCS a dorénavant un qualitomètre RCS.

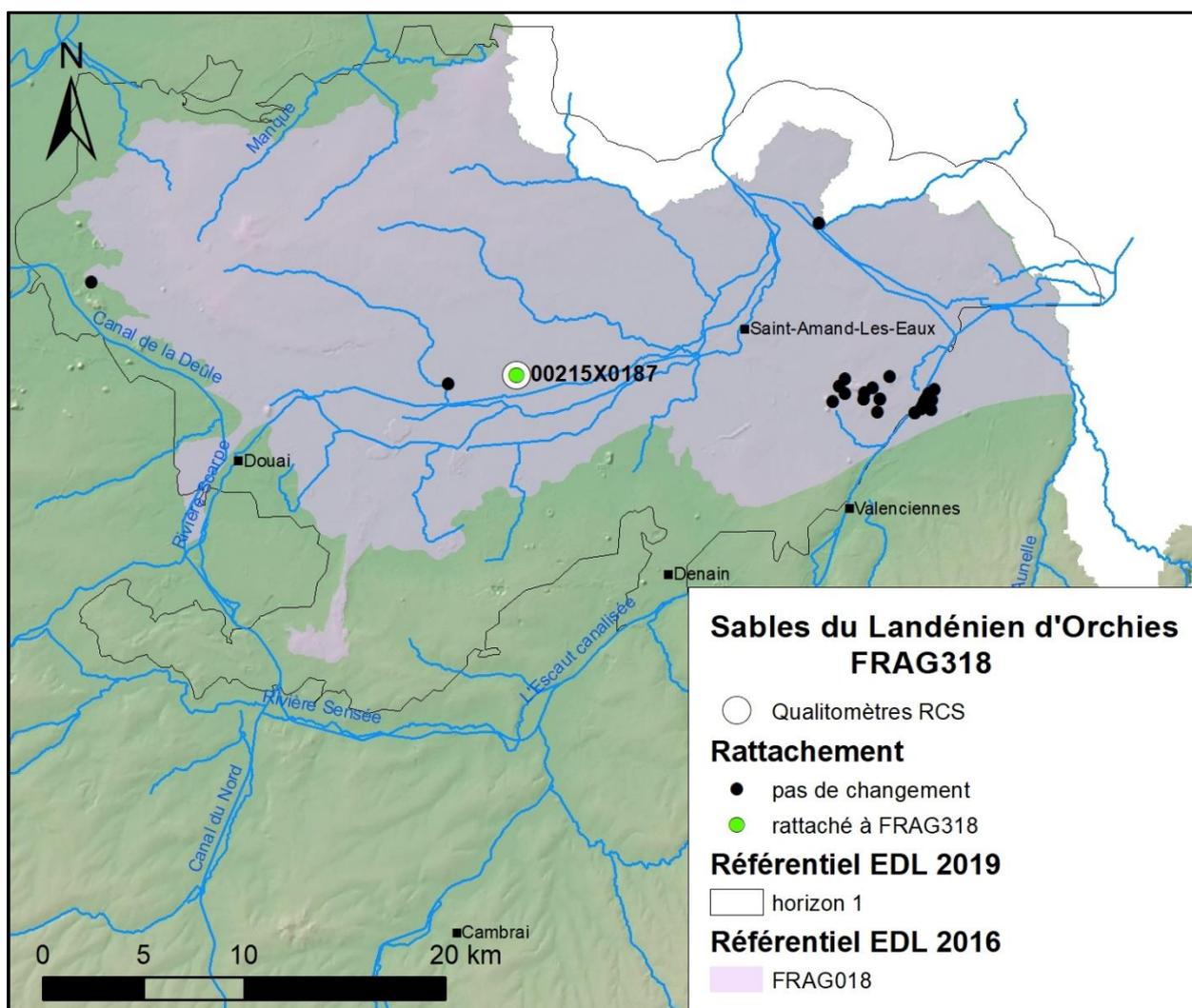


Figure 107 : Evolution du réseau de surveillance de la masse d'eau FRAG318, les sables du Landénien d'Orchies.

BDLISA

Les sables du Thanétien (Figure 108) sont représentés par l'entité BDLISA 119AA01 (ordre absolu 16750) et repose sur un horizon semi-perméable, les formations résiduelles à silex du nord de la France (119AE17, ordre absolu 16810). Les argiles et tuffeaux du Thanétien (entité BDLISA 119AI01, ordre absolu 16850) sont présents sur toute l'emprise de la masse d'eau souterraine et constitue un substratum imperméable de cette formation aquifère. Comme précédemment identifié, l'entité BDLISA 119AA01 est l'entité aquifère constitutive de la masse d'eau souterraine.

Les formations résiduelles à silex sont semi-perméables et pourraient faire l'objet d'un suivi ainsi que les horizons perméables sus-jacents aux argiles de Flandres et de Roubaix (117AA01). En effet, ces formations sont surmontées d'alluvions récentes aquifères (918AA03, 918AA01, 916AA03, 916AA01) qui pourraient contribuer à la recharge de l'aquifère.

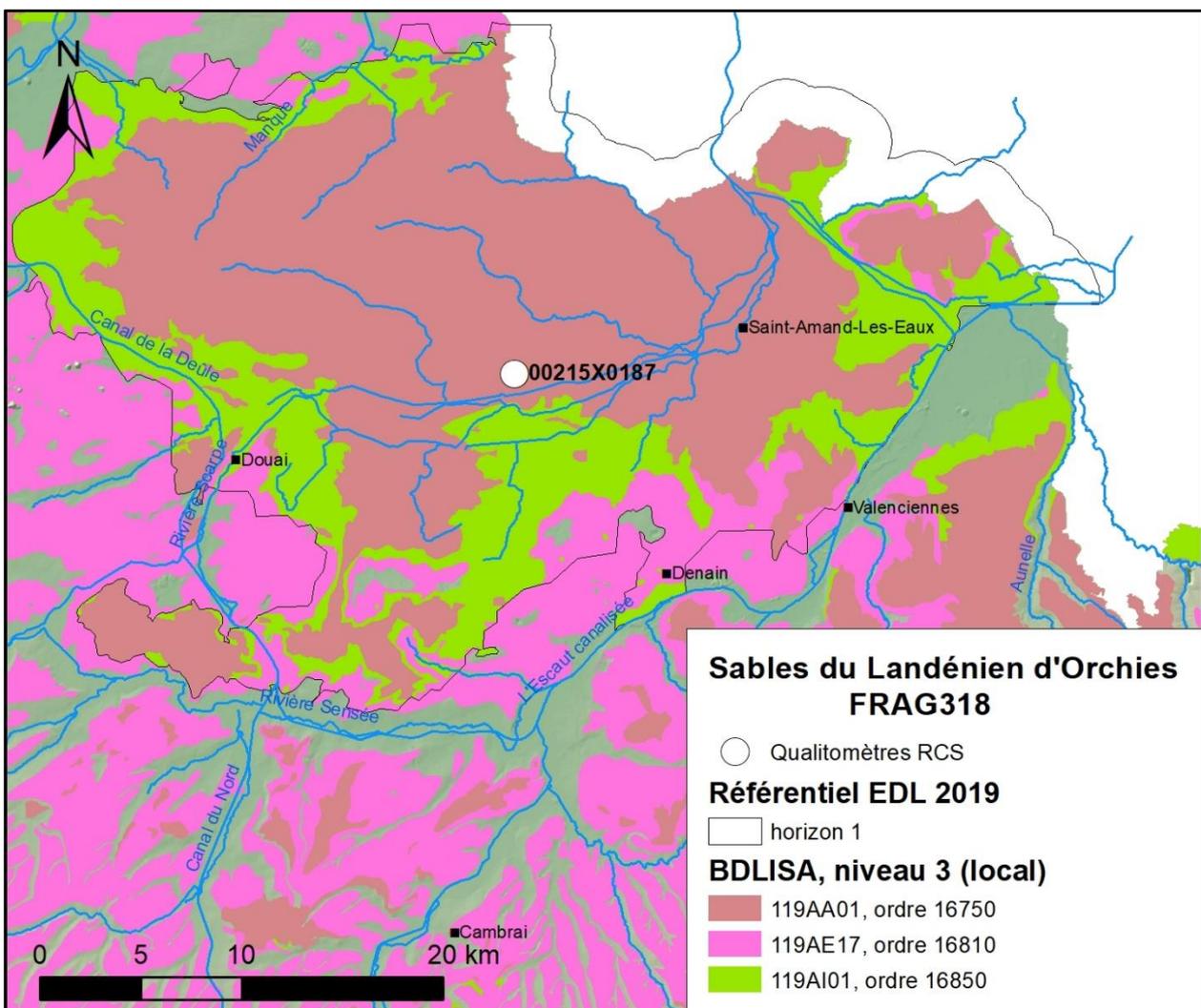


Figure 108 : Sables du Thanétien (119AA01), formations résiduelles à silex (119AE17) et argiles et tuffeaux du Thanétien (16850).

Il reste ensuite à évaluer la représentativité de 00215X0187/PZAE par rapport aux requêtes proposées et par rapport à ses données qualité dans la comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations (Figure 109).

La difficulté porte sur la disponibilité des données. En effet, les données des qualimètres non-RCS sont absentes sur la masse d'eau souterraine FRAG318 pour l'atrazine, l'atrazine déséthyl, le bore, le bentazone, le glyphosate et le sélénium.

Pour le nitrate, la population des concentrations mesurées par les qualimètres non-RCS (28 qualimètres) est d'un point de vue statistique différente de celle du qualimètre RCS. Cependant parmi ces qualimètres, seul le qualimètre RCS 00215X0187/PZAE est identifié comme rattaché aux sable du Thanétien (119AA01). Pour les autres qualimètres, le rattachement point d'eau – BDLISA n'est pas fait, ce qui interroge sur le fait que tous les qualimètres représentent bien l'entité BDLISA 119AA01 ou pourraient-ils représenter des alluvions sus-jascentes ?

Pour le tétrachloroéthylène, les qualimètres non-RCS regroupent 18 qualimètres. Compte tenu des données disponibles, les mesures du qualimètre RCS représentatif de la masse d'eau sont comparables, d'un point de vue statistique des populations, à celles des qualimètres non-RCS.

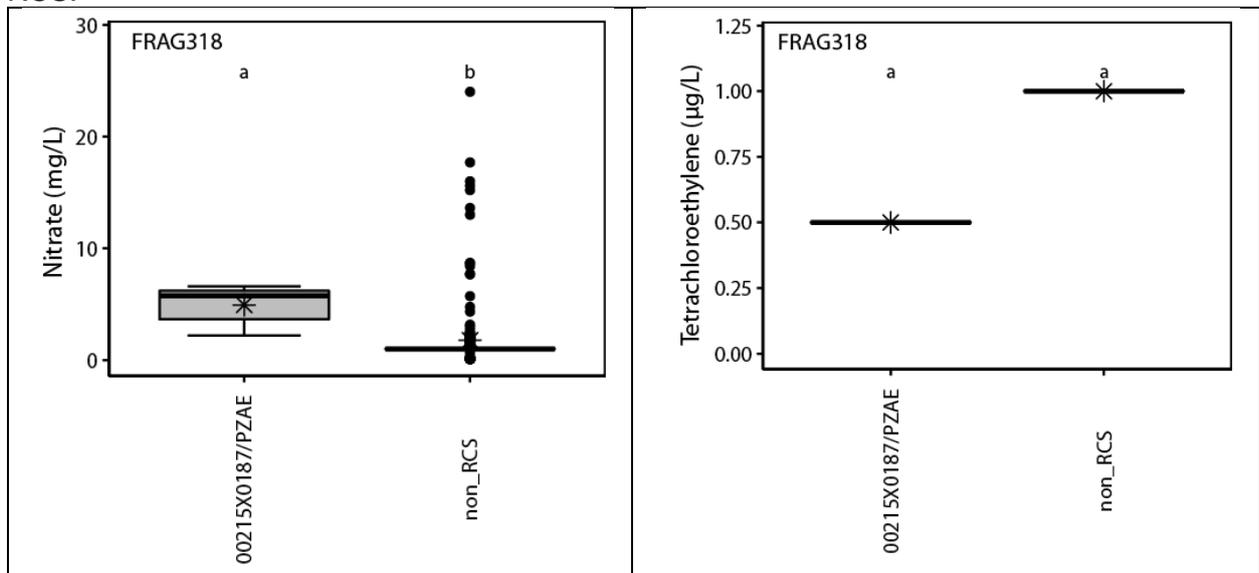


Figure 109 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine déséthyl, bore, tétrachloroéthylène et bentazone sur les qualimètres du RCS et sur l'ensemble des qualimètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualimètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualimètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value <0.05).

Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS

A l'exception du qualitomètre RCS 00215X0187/PZAE nouvellement rattaché à la masse d'eau souterraine FRAG318, aucun point d'eau n'a changé. Dans ce contexte, les requêtes formulées lors de l'étude précédente ne changent pas. Les caractéristiques déduites à l'échelle de la masse d'eau souterraine sont identiques.

Cependant tous les points d'eau de la masse d'eau ne sont pas rattachés à la seule entité BDLISA 119AA01 des sables du Thanétien. Pour ceux qui sont rattachés à une entité BDLISA, cinq sont bien dans les sables du Thanétien et trois sont dans les sables pissards (101AC01, ordre absolu 500). Les requêtes formulées sur l'inertie de la nappe et les relations nappe – rivière reposent sur ces piézomètres représentatifs des sables pissards qui surplombent les sables du Landénien.

Dans ce contexte, le qualitomètre RCS récemment rattaché à la masse d'eau souterraine FRAG318 est bien représentatif des sables du Landénien. Cependant les requêtes proposées sur les autres items (relation nappe – rivière, inertie de la nappe) ne le sont peut-être pas. Il est important d'établir une réflexion sur la définition de la masse d'eau souterraine :

- Intègre-t-elle toutes les entités aquifères identifiées comme les sables pissards ? Si oui, la surveillance devra prendre en compte la distinction des entités hydrogéologiques aquifères et disposer d'un suivi sur chaque entité.
- Si la masse d'eau souterraine s'arrête à la seule délimitation des sables du Landénien, il faut garder à l'esprit que certains points d'eau ne pourront être associés à aucune masse d'eau souterraine.

Dans tous les cas, la représentativité du RCS sur cette masse d'eau s'améliore du simple fait d'avoir un point de suivi mais reste insuffisante. Avant de le faire évoluer, il faut s'interroger sur la délimitation conceptuelle de la masse d'eau.

			Qualitomètre RCS		
			00215X0187 Marchiennes		
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	Entité 119AA01		X
		Ecoulements souterrains	Nappe libre	50 %	X
			Nappe captive	50 %	
		Recharge	Pluviale	80 %	X
			Par la nappe de la craie	20 %	
		Inertie de la nappe	Cyclicité annuelle saisonnière (alluvions)	10 %	
			Double cycle, court terme prépondérant (alluvions)	10 %	
			Cyclicité inconnue (sables Landénien)	80 %	
		Interaction nappe – rivière	Les cours d'eau drainent la nappe	80 %	
			Système alluviale des Vanneaux	10 %	
			Plaine alluviale de la Scarpe	10 %	
		Contexte de pression	Occupation du sol	Territoire agricole, classe 1 (ouest)	10 %
	Territoires agricoles, classe 2 (centre de la masse d'eau)			30 %	X
	Territoires agricoles, classe 3 (est)			30 %	
	Territoires naturels			10 %	
	Territoires industriels			10 %	
	Territoires urbains			10 %	
	Faciès hydrochimique	Hydrogénocarbonaté-calcique (centre et est)	50 %	X	
Sulfaté-calcique (pourtour occidental du bassin)		50 %			

Tableau 21 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG318.

7.16. AG302, CALCAIRE DU BOULONNAIS

Évolution du réseau de surveillance

La délimitation de la masse d'eau souterraine FRAG302, le calcaire du Boulonnais évolue assez peu, les contours s'ajustent aux extrémités nord et sud de la masse d'eau souterraine (Figure 110). Vingt-trois points d'eau sont dorénavant rattachés à cette masse d'eau souterraine. Les changements concernent seulement deux points d'eau (00057X0266/F et 00057X0267/FSTER) nouvellement rattachés à la masse d'eau souterraine. Il n'y a pas de point d'eau souterraine qui changent de masse d'eau.

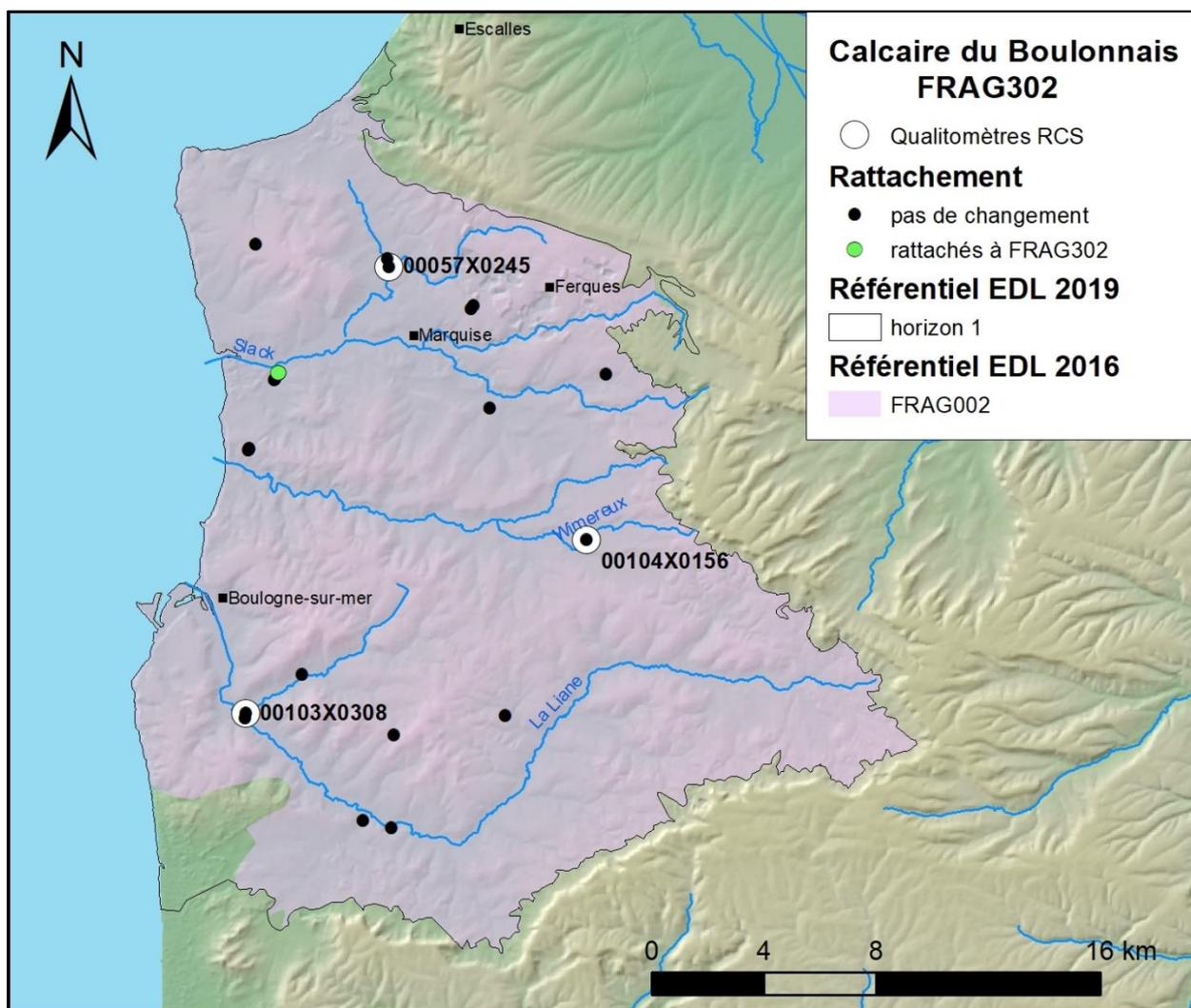


Figure 110 : Evolution du réseau desurveillance de la masse d'eau souterraine FRAG302, le calcaire du Boulonnais (référentiel EDL 2019).

BDLISA

Les entités BDLISA aquifères constitutives de la masse d'eau souterraine sont identiques. Les requêtes restent inchangées.

Inertie de la nappe et relation nappe - rivière

Les deux points d'eau nouvellement rattachés à la masse d'eau FRAG302 sont des qualitomètres. Ils n'apportent pas d'information quant à l'inertie de la nappe ni même les relations nappe – rivière. Les requêtes associées restent alors inchangées.

Qualité des eaux souterraines

- **Analyse statistique**

Les deux qualitomètres (00057X0266/F et 00057X0267/FSTER) nouvellement rattachés enrichissent le jeu de données qualité des 8 paramètres (nitrate, bore, atrazine, atrazine-déséthyl, glyphosate, bentazone, sélénium et tétrachloroéthylène).

Une nouvelle analyse des données de la qualité des eaux souterraines par comparaison multiple par paires des boîtes à moustaches des concentrations en nitrates, atrazine, atrazine déséthyl, bore, tétrachloroéthylène, sélénium, glyphosate et bentazone de la masse d'eau FRAG302 est faite (Figure 68).

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 15 pour tous les paramètres considérés.

Pour le nitrate, l'ajout des données des 2 nouveaux qualitomètres ne modifie pas l'interprétation de l'analyse statistique. On retrouve deux groupes : les deux qualitomètres RCS 00057X00245/F1 – 00103X0308/F3 (profil a) et le qualitomètre RCS 00104X0156/F4 et le groupe des qualitomètres non-RCS (profil b).

Pour le bore, une modification du qualitomètre 00104X0156/F qui est comparable aux qualitomètres non-RCS et se distinguent des deux autres qualitomètres RCS ce qui n'était pas le cas dans l'étude précédente.

Pour l'atrazine, l'interprétation reste la même. Pour l'atrazine déséthyl, le qualitomètre 00103X0308/F3 se distingue des autres qualitomètres RCS et non-RCS.

Pour le glyphosate, le sélénium et le tétrachloroéthylène, les mesures de concentrations sont inférieures à la limite de quantification (graphiques non présentés).

Pour le bentazone, le qualitomètre 00104X0156/F4 se distingue des autres qualitomètres RCS et non-RCS.

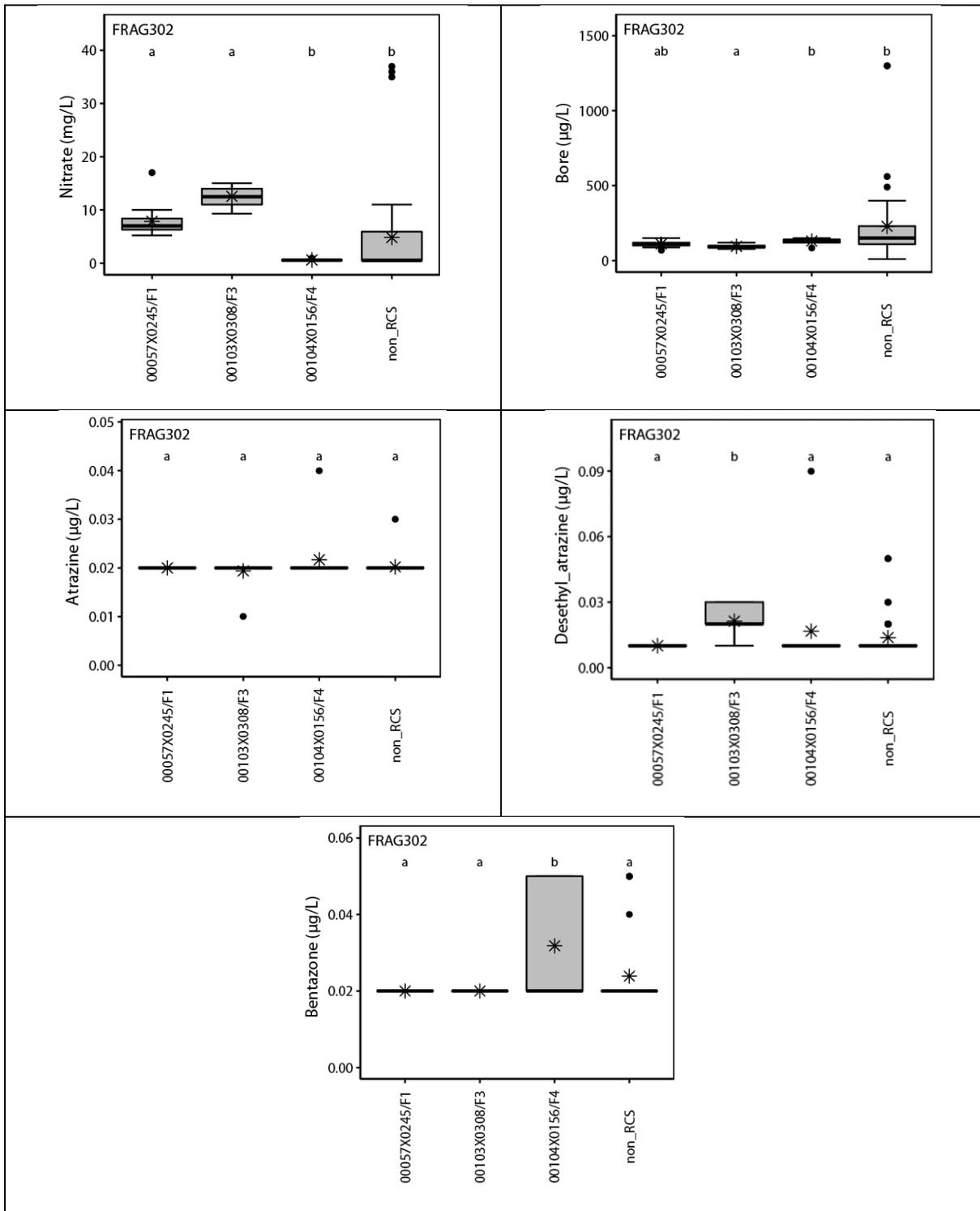


Figure 111 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, bore, atrazine, atrazine déséthyl et bentazone sur les qualimètres du RCS et non-RCS par le test de Conover-Iman.

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualimètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualimètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05).

Représentativité du réseau de surveillance RCS

Le réseau de surveillance qualité de cette même masse d'eau compte les 3 mêmes qualitomètres RCS :

- 00057X0245/F1 à Leulinghen-Bernes (62505) ;
- 00104X0156/F4 à Bellebrune (62104) ;
- 00103X0308/F3 à Saint-Léonard (62755).

Les requêtes d'évaluation de la représentativité ne sont pas modifiées. La représentativité du RCS de cette masse d'eau n'est pas modifiée.

Les travaux de rattachement point d'eau – masse d'eau, la redélimitation des masses d'eau souterraine et la nouvelle version du référentiel BDLISA (version, diffusée en février 2018) ont également conduit à des modifications dans les liens points d'eau – BDLISA. Le qualitomètre RCS 00057X0245/F1 dorénavant rattaché à l'entité 149AC01, schistes, phtanites, calcaires et dolomies dans le bassin Artois-Picardie, valide une requête supplémentaire par rapport à la précédente évaluation.

Pour le reste, il n'y a pas de modification. L'amélioration des connaissances améliore indirectement l'évaluation de la représentativité du RCS.

				Qualitomètres RCS			
				00057X0245/F1 à Leulinghen	00104X0156/F4 à Bellebrune	00103X0308/F3 à Saint-Léonard	
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	131AA13	4 %			
			131AA17	10 %			
			135AA13	20 %			
			135AA15	20 %			X
			137AB27	20 %			
			139AM15	20 %		X	
			149AC01	5 %	X		
			149AG01	1 %			
		Ecoulements souterrains	Nappe libre	80 %	X	X	
			Nappe captive vers Boulogne-sur-mer = recharge par drainance des alluvions	20 %			X
		Recharge	Au nord, par percolation vers les nappes libres et par les karsts	80 %	X	X	
			Recharge par drainance des alluvions	20 %			
	Inertie de la nappe	Double cycle, court terme prépondérant	50 %			X	
		Cycle annuel saisonnier	50 %		X		
	Nappe – rivière	Les cours d'eau drainent la nappe			X	X	
	Contexte de pression	Pressions de prélèvement	Faible pression de prélèvement		80 %		X
			Pression plus marquée à l'ouest de Ferques		20 %	X	
		Occupation du sol	Agricole	Classe 1	10 %	X	
Classe 2				35 %		X	
Classe 3				30 %			
Urbain			10 %				
Industriel			5 %			X	
Naturel		10 %		X			
Tendance d'évolution des nitrates		Secteur nord : tendance à la hausse		50 %	X		
		Secteur sud : pas de tendance		50 %		X	

Tableau 22 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG302.

7.17. B2G016, CALCAIRES DE L'AVESNOIS

Évolution du réseau de surveillance

La masse d'eau souterraine FRB2G016, les calcaires de l'Avesnois, s'étend significativement vers le nord et l'ouest. Précédemment décrite selon un seul niveau de masse d'eau souterraine, le référentiel EDL 2019 la décrit selon deux horizons (Figure 112). Cinquante-sept points d'eau sont dorénavant rattachés à cette masse d'eau souterraine cependant peu de changement concerne les rattachements point d'eau – masse d'eau :

- Quarante-neuf point d'eau ne changent pas et restent attachés à FRB2G016 ;
- Huit points d'eau, précédemment rattachés à FRB2G017, masse d'eau qui ne fait plus partie du référentiel EDL 2019, sont dorénavant rattachés à la masse d'eau souterraine FRB2G016 ;
- Un point d'eau, 00512X0001/P1, précédemment rattachés à FRB2G016, ne l'est plus. Dorénavant il est rattaché à une masse d'eau souterraine du bassin Seine-Normandie (FRHG508).

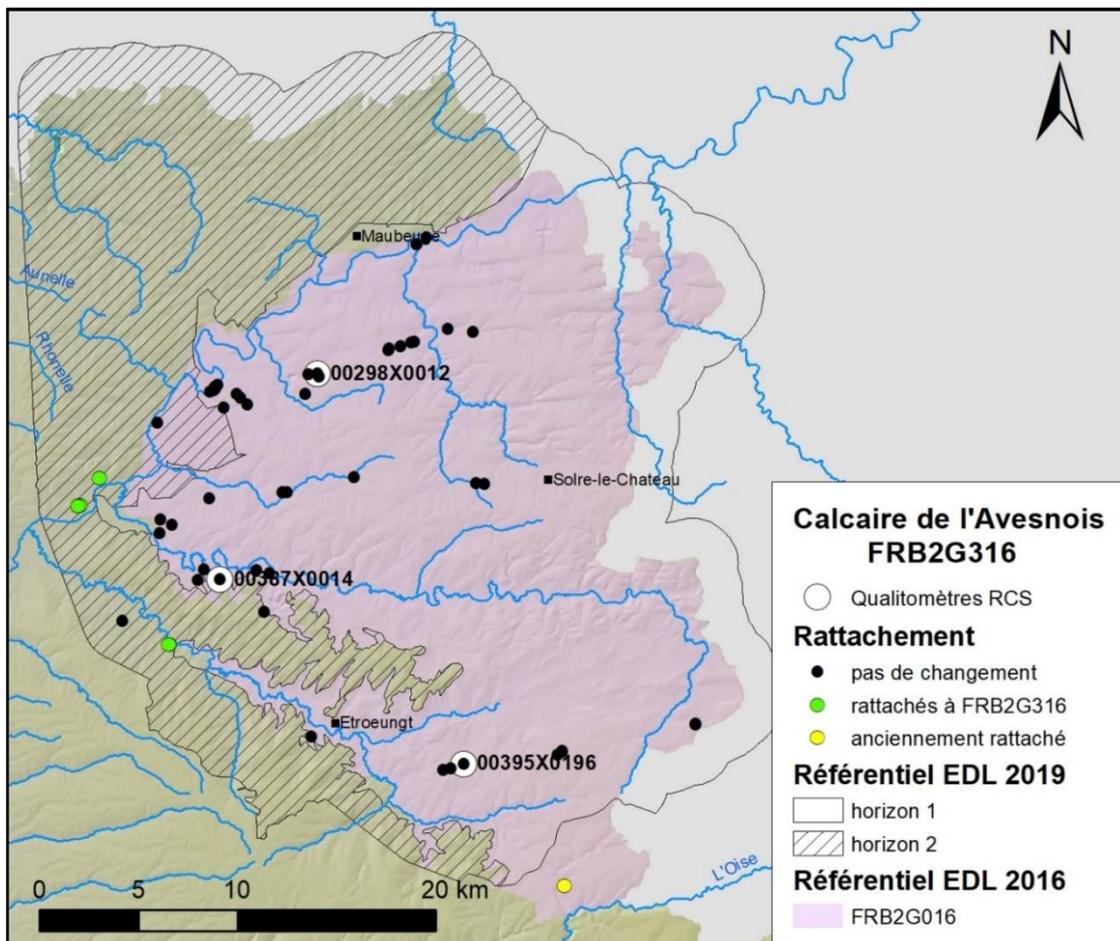


Figure 112 : Evolution du réseau de surveillance de la masse d'eau souterraine FRB2G316 des calcaires de l'Avesnois (référentiel EDL 2019).

BDLISA

La redélimitation de la masse d'eau souterraine FRB2G316 écarte le socle des Ardennes (entité 211AI01 – ordre absolu 50000) précédemment inclus dans l'emprise de la masse d'eau.

L'horizon aquifère des schistes et calcaires récifaux (ordre absolu 49300) sont décrits selon deux entités hydrogéologiques BDLISA : 149AG01 et 149AG03 (Figure 116). La distinction entre ces deux unités résulte d'un découpage par bassin, il n'y a pas *a priori* de différence des caractéristiques hydrogéologiques entre ces unités ce qui conduit à ne considérer qu'une seule requête pour l'entité 149AG de la BDLISA (ordre 2, échelle régionale) : les calcaires du Dévonien moyen et supérieur dans le bassin Artois-Picardie.

De la même manière, l'extension vers le nord de la masse d'eau souterraine inclut deux entités BDLISA, 149AE01 et 149AE03 (ordre absolu 49200), pour décrire les schistes, psammites, grès calcaireux et calcaires (Figure 115). Ces entités sont identifiées comme imperméables selon l'attribut « nature » de la BDLISA.

Il n'y a pas de changement concernant les schistes, phanites, calcaires et dolomies (149AC03 – ordre absolu 49100) qui délimitent les principales entités aquifères de la masse d'eau : synclinorium de Bachant - Ferrière-la-Petite, de Doullers, d'Avesne-sur-Helpe (Figure 114, Figure 115).

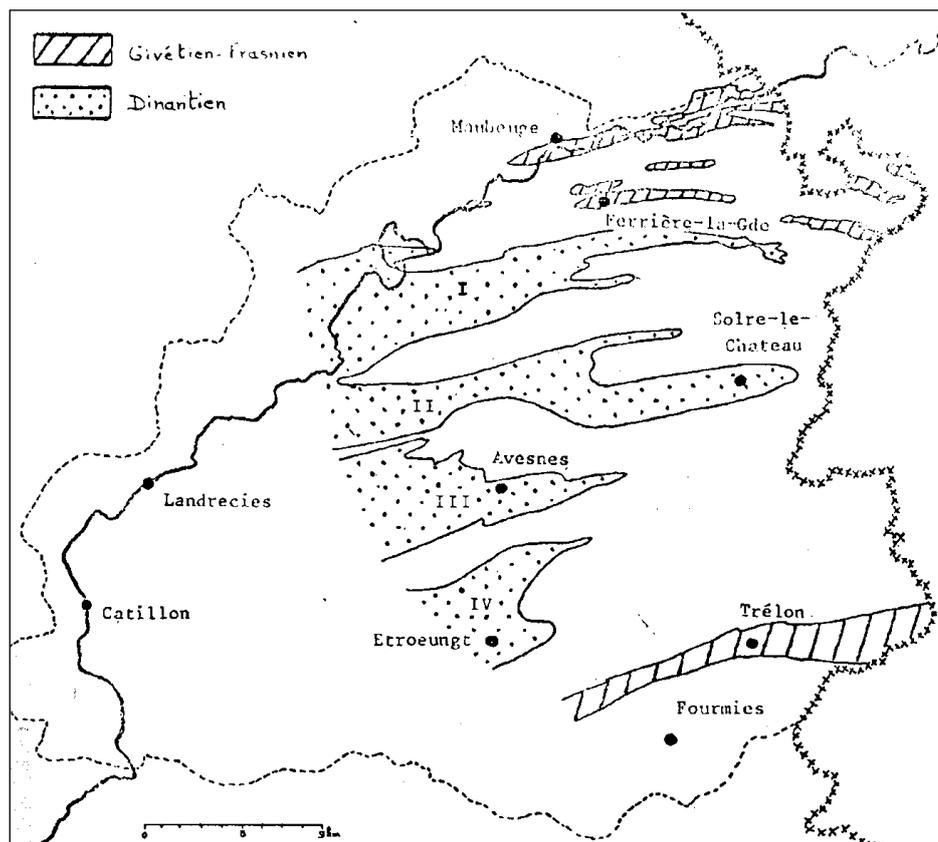


Figure 113 : Situation des principales entités aquifères de la masse d'eau FRB2G016 (Delporte 1979).
 I - Synclinorium de Bachant – Ferrière-la-Petite ; II - Synclinorium de Doullers ; III - Synclinorium d'Avesnes-sur-Helpe et IV - Synclinorium de Warpont – Etroeungt.

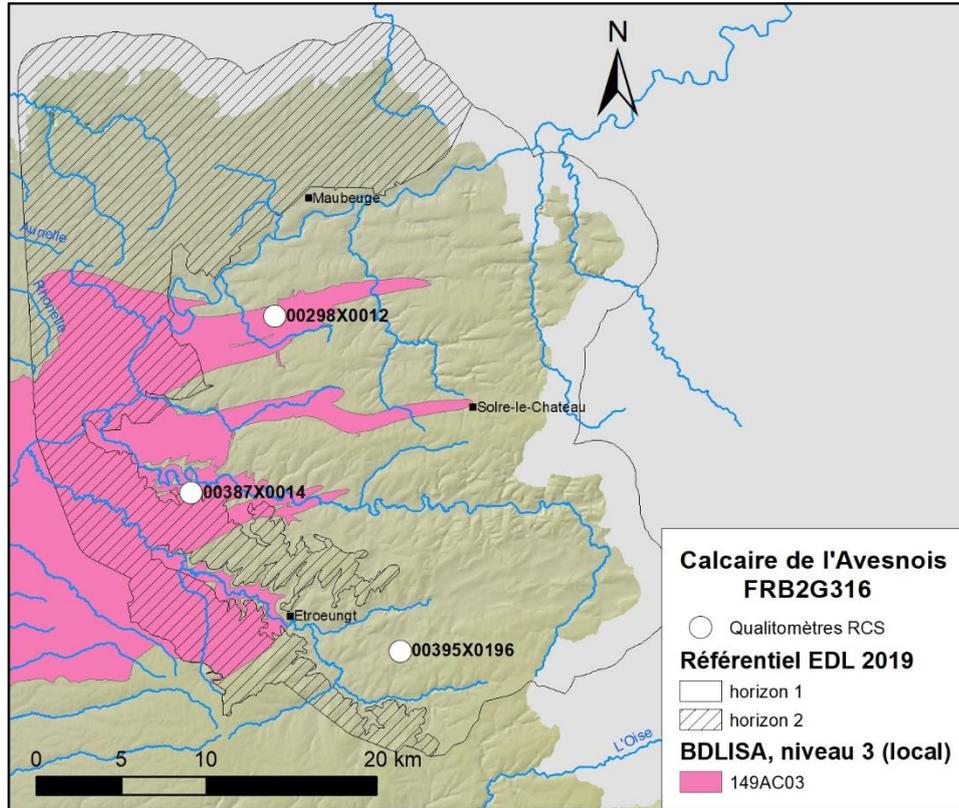


Figure 114 : Schistes, phanites, calcaires et dolomies (BDLISA, version 2).

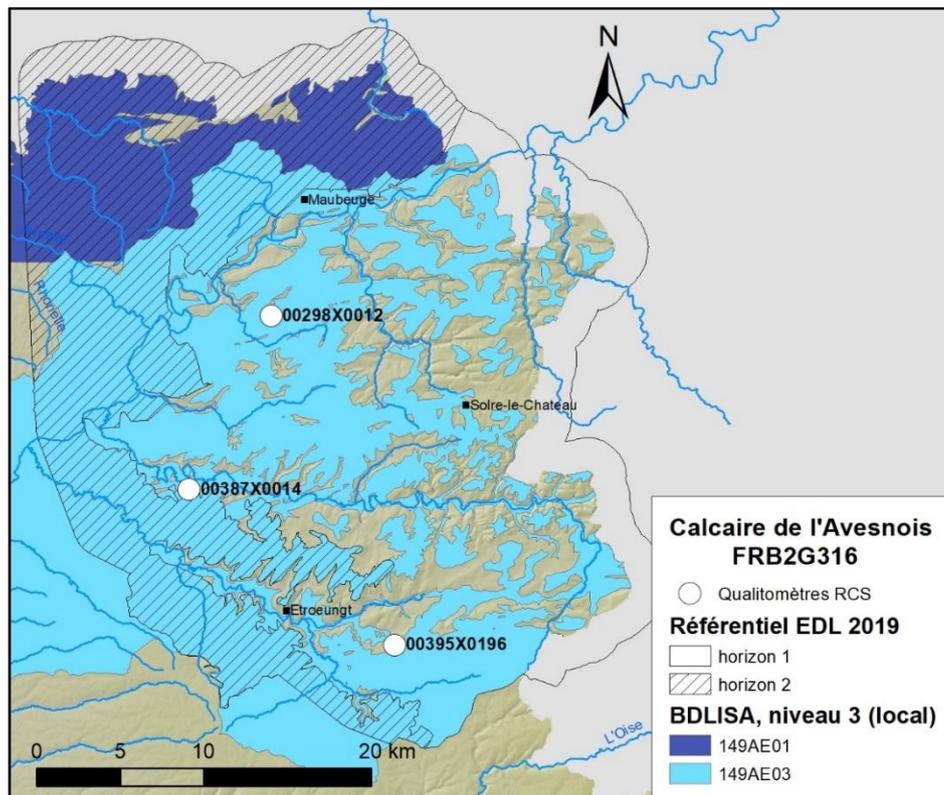


Figure 115 : Schistes, psammites, grès calcaireux et calcaires (BDLISA, version 2).

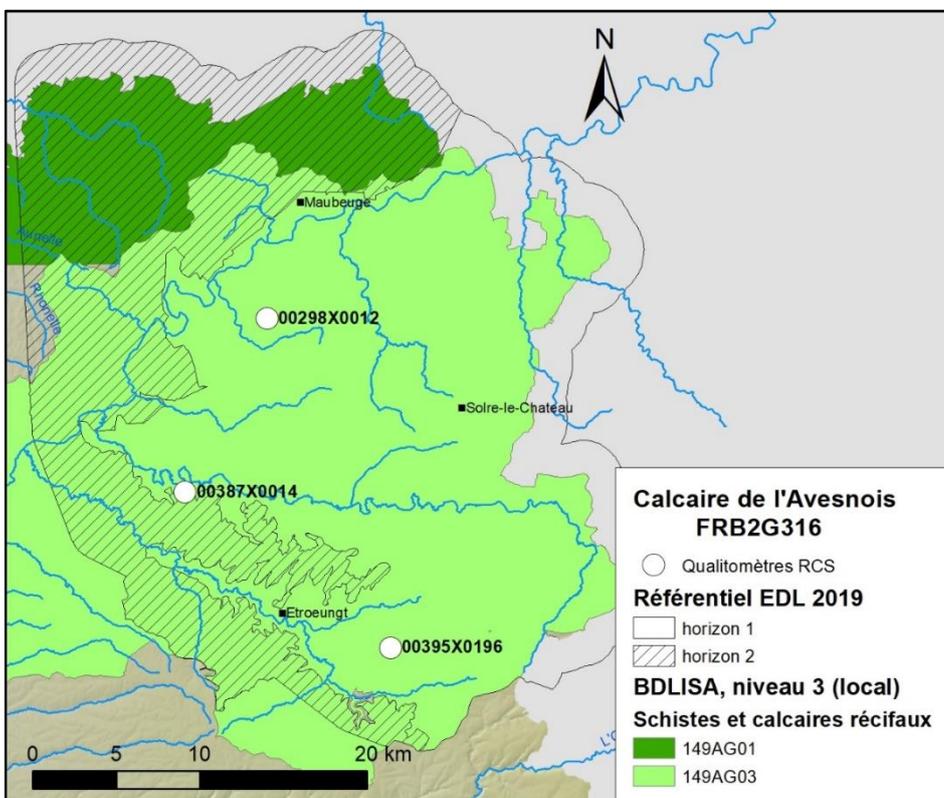


Figure 116 : Schistes et calcaires récifaux (BDLISA, version 2).

Pour l'évaluation de la représentativité, les requêtes basées sur la BDLISA évoluent :

❖ Schistes, phanites, calcaires et dolomie (149AC03)	35 %
❖ Schistes et calcaires récifaux (149AG)	65 %

Ecoulements souterrains

Sur la nature des écoulements souterrains, des ajustements sont proposés par rapport à la pondération des requêtes. Le recouvrement crayeux à l'ouest délimite un secteur plus étendu que précédemment. Ce secteur sous couverture représente près de 500 km² soit près 40 % de la surface totale de la masse d'eau souterraine. La priorité en termes de surveillance des eaux souterraine se fait sur les nappes libres, les plus exposées aux pollutions de surface. Les coefficients de pondération proposés prennent en compte cet aspect de vulnérabilité des zones libres des aquifères :

❖ Régime libre	75 %
❖ Régime captif	25 %

Les requêtes concernant la recharge restent inchangées.

Inertie de la nappe

Concernant l'inertie de la nappe (Figure 117), les piézomètres pour lesquels un comportement hydrodynamique avait pu être caractérisé sont les mêmes. Le piézomètre 00512X0001/P1 était rattaché à FRB2G016 identifié avec un cycle saisonnier annuel. Précédemment il n'avait pas été jugé représentatif de la masse d'eau souterraine. Dans ce contexte, il n'avait pas conduit à la proposition d'une requête. Son retrait de la masse d'eau souterraine ne change pas l'interprétation des résultats sur l'inertie de la nappe.

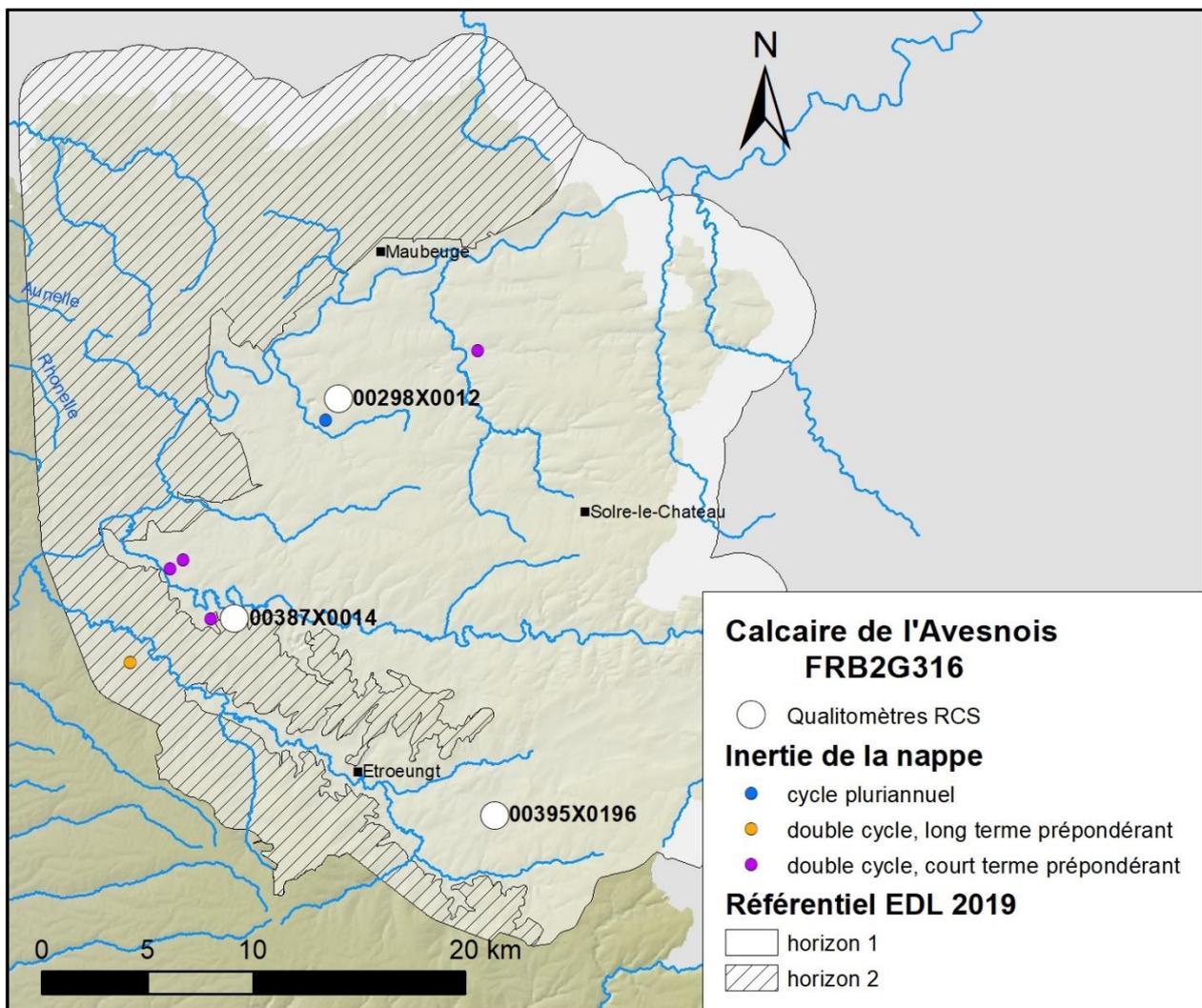


Figure 117 : Comportement hydrodynamique des piézomètres de la masse d'eau souterraine FRB2G316.

Relation nappe - rivière

Concernant les relations nappe – rivière, les mêmes types de relations sont retrouvées. La différence concerne le piézomètre 00512X0001/P1 qui témoignait d'une absence de relation nappe – rivière qui avait conduit à la proposition d'une requête. Hors, il n'est plus rattaché à la masse d'eau souterraine. Les requêtes sur les relations nappe – rivière sont ajustées en ce sens :

❖ La nappe captée alimente le cours d'eau	50 %
❖ Variation temporelle du sens des échanges	10 %
❖ La nappe captée draine le cours d'eau	10 %
❖ Hautes vallées de la Solre, Thure et Hante	10 %
❖ Forêt, bocage, étangs de Thiérache	10 %

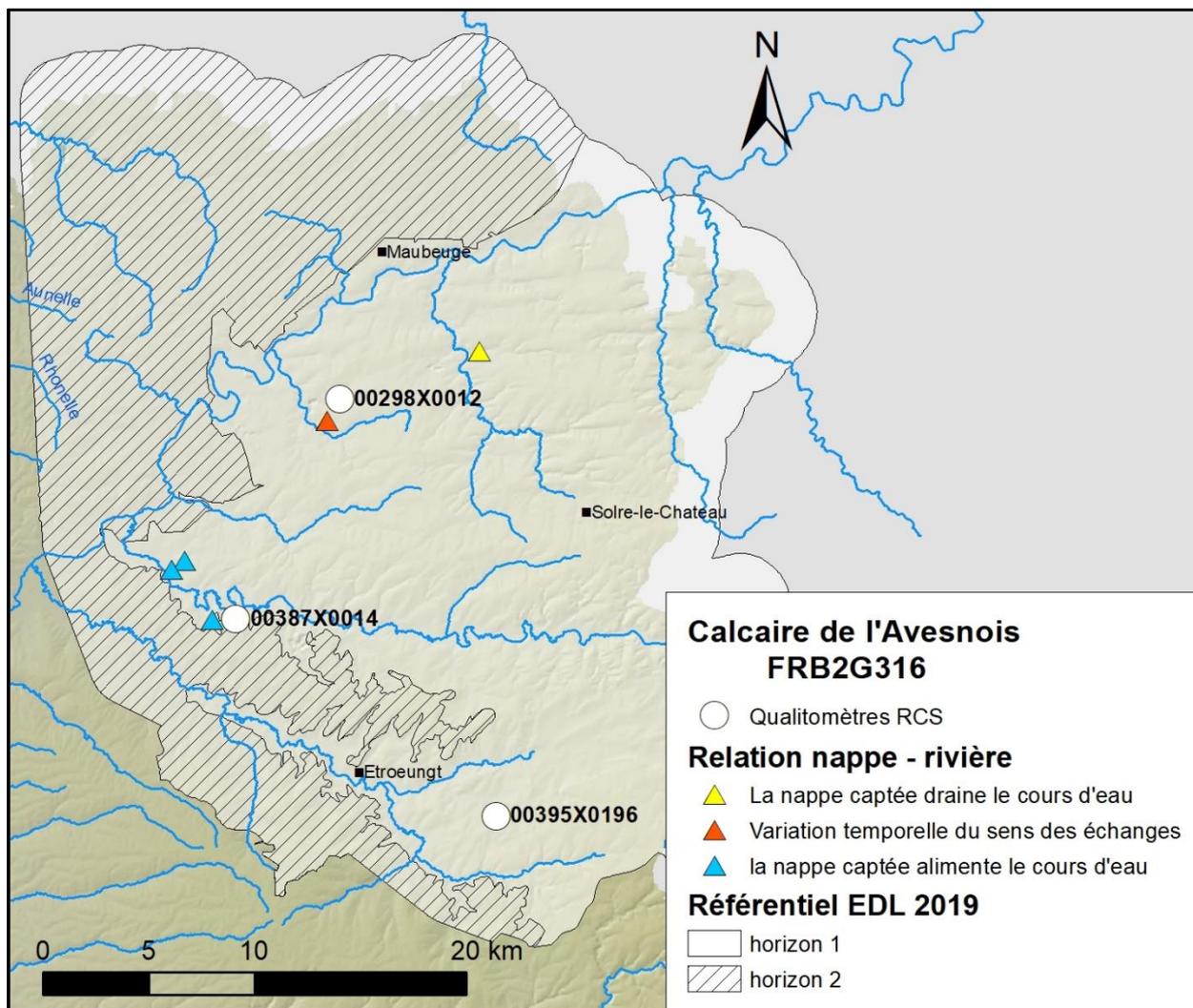


Figure 118 : Relation nappe – rivière aux points d'eau (Brugeron et al., 2012).

Qualité des eaux souterraines

- **Analyse statistique**

L'évolution du référentiel point d'eau de la masse d'eau souterraine FRB2G316 ajoute huit qualitomètres nouvellement rattachés avec des données qualité des eaux souterraines en atrazine, atrazine déséthyl, bentazone, bore, glyphosate, nitrate, sélénium et tétrachloroéthylène.

Une nouvelle analyse des données de la qualité des eaux souterraines par comparaison multiple par paires des boîtes à moustaches des concentrations de ces huit paramètres est faite (Figure 119).

Le nombre de qualitomètres représentant les qualitomètres non-RCS est de 42 pour le glyphosate et bentazone, et 48 pour les six autres paramètres.

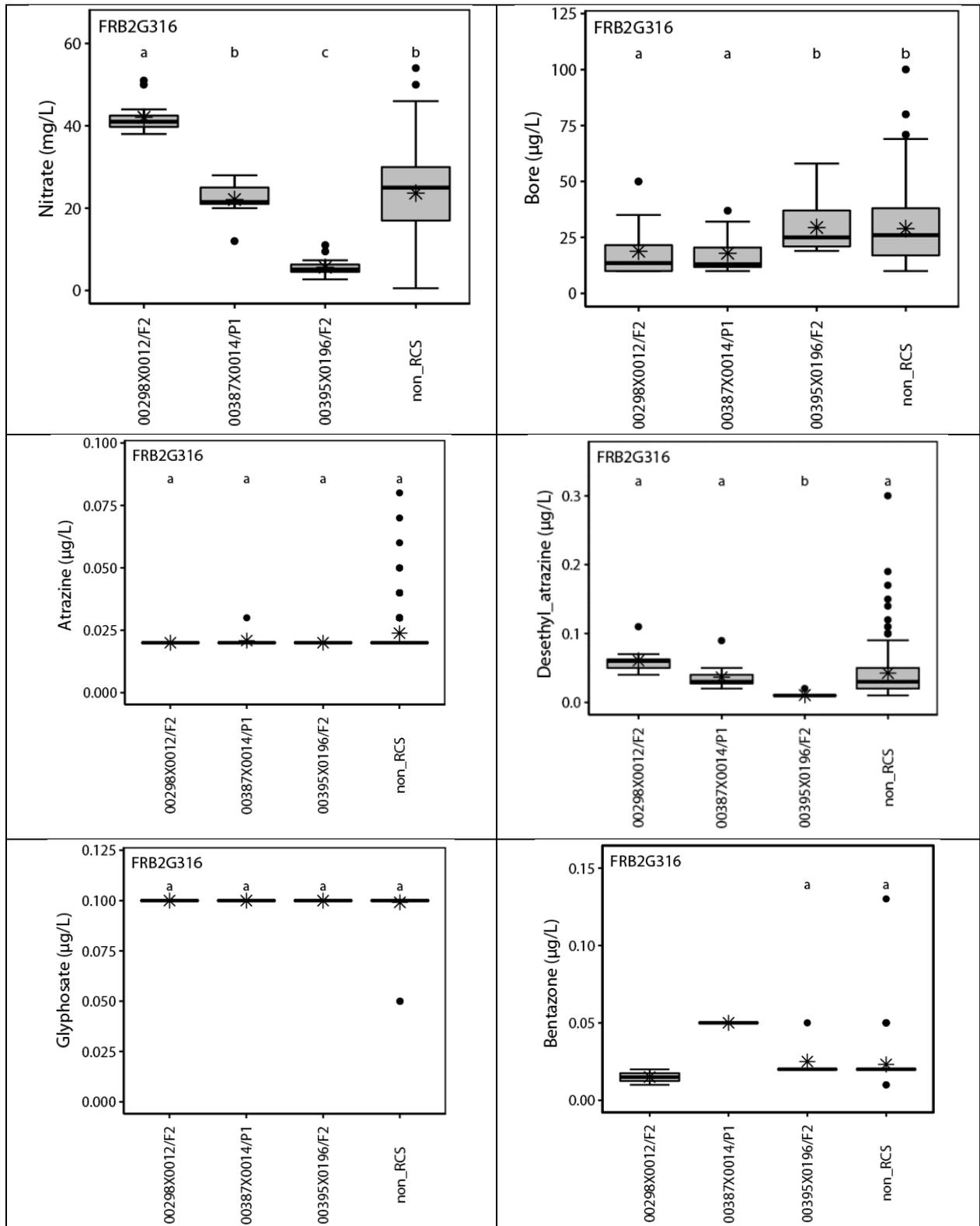
Pour le nitrate, l'interprétation des résultats ne change pas. Seul le qualitomètre 00387X0014/P1 a des concentrations mesurées dont la populations statistique est comparable à celle des qualitomètres non-RCS.

Pour le bore, l'interprétation évolue quelque peu. Les qualitomètres non-RCS se distinguaient des autres qualitomètres RCS. Le nouveau jeu de données montre une similitude des populations statistiques des mesures de concentrations entre les qualitomètres non-RCS et le qualitomètre RCS 00395X0196/F2.

Les mesures de concentrations en atrazine déséthyl apparaissent moins hétérogènes où les qualitomètres RCS 00298X0012/F2 et 00387X0014/P1 sont comparables aux qualitomètres non-RCS.

L'atrazine, le sélénium et le glyphosate ne sont pas suffisamment quantifiés (inférieurs aux limites de quantification) pour proposer une interprétation pertinente. Le nombre de mesures de concentrations en bentazone sur les qualitomètres RCS est insuffisant (1 mesure de concentration pour 00387X0014/P1 et 2 mesures pour 00298X0012/F2). En revanche, 00395X0196/F2 (6 mesures) apparait comparable au groupe des qualitomètres non-RCS.

Pour le tétrachloroéthylène, les qualitomètres RCS mesurent des concentrations inférieures à la limite de quantification alors que le groupe des qualitomètres non-RCS détecte la présence de cette substance. Les qualitomètres RCS n'apparaissent pas représentatifs pour ce paramètre.



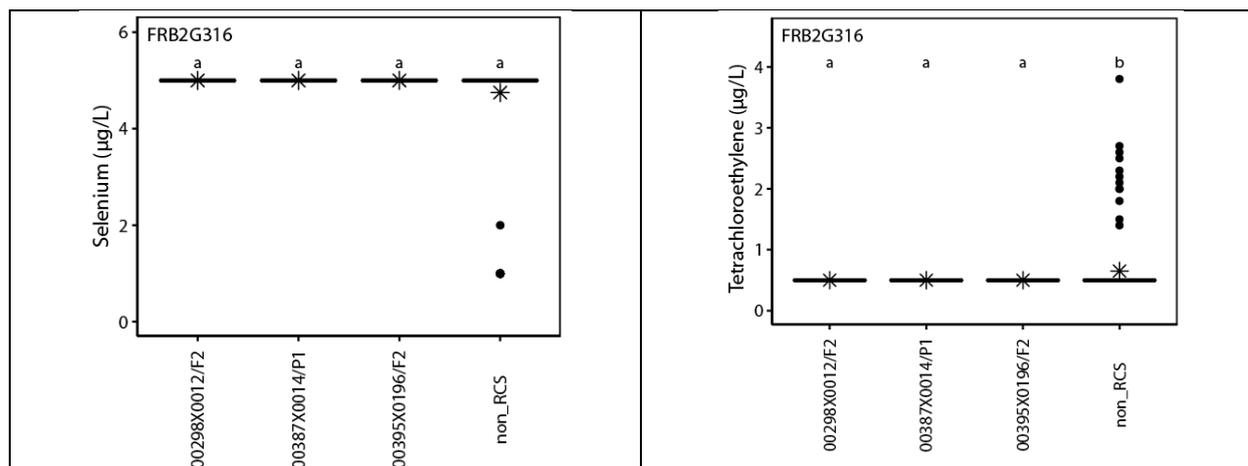


Figure 119 : Comparaison multiple par paire des boîtes à moustaches des concentrations en nitrate, atrazine, atrazine, déséthyl, bore, tétrachloréthylène et bentazone sur les qualimètres du RCS et sur l'ensemble des qualimètres de la masse d'eau souterraine non-RCS par le test de Conover-Iman

L'ensemble des mesures réalisées dans les qualimètres non RCS ont été rassemblées sous la dénomination qualimètres non-RCS. La barre noire indique la médiane et les ronds correspondent aux mesures supérieures au troisième quartile ou inférieures au premier quartile. Les lettres minuscules sur les graphiques symbolisent les résultats du test de Kruskal-Wallis et du test de comparaison multiple par paire de Conover et Iman (p -value < 0.05).

• Tendence d'évolution des concentrations en nitrate

Pour deux qualimètres nouvellement rattachés, 00382X0048/F4 et 00382X0045/F3, et pour lesquels un calcul tendance avait été possible, aucune tendance d'évolution des concentrations en nitrate n'est constatée. Cette absence de tendance avait été identifiée sur un groupe de dix-huit qualimètres auquel vient s'ajouter ces deux points d'eau. L'interprétation à l'échelle de la masse d'eau souterraine au niveau des requêtes proposées n'est pas modifiée.

Représentativité du réseau de surveillance qualité RCS

Le réseau de surveillance qualité de cette même masse d'eau compte les trois mêmes qualimètres RCS :

- 00298X0012/F2 à Limont-Fontaine (59351) ;;
- 00387X0014/P1 à Dompierre-sur-Helpe (59177)
- 00395X0196/F2 à Feron (59229).

La modification du contour de la masse d'eau souterraine et l'évolution des rattachements point d'eau – masse d'eau a conduit à réduire les requêtes représentatives de la masse d'eau souterraine. Les requêtes suivantes ne sont pas conservées :

- BDLISA : 211AI01, le socle des Ardennes ;
- Relation nappe – rivière : pas de relation nappe – rivière.

Ces requêtes n'étaient pas validées par le réseau de surveillance RCS ce qui indirectement augmente sa représentativité en terme de surveillance. En effet, la masse d'eau souterraine est mieux caractérisée et mieux définie par rapport à l'étude précédente. Pour améliorer davantage sa représentativité, un suivi de chacune des entités aquifères semble être la prochaine étape.

					Qualitomètres RCS			
					00298X0012 Limont-Fontaine	00387X0014 Dompierre-sur-Helpe	00395X0196 Feron	
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	149AC03	35 %	X	X		
			149AG	65 %			X	
		Ecoulements souterrains	Régime libre		75 %	X	X	X
			Régime captif		25 %			
		Entités aquifères	Synclinorium de Bachant – Ferrière-la-Petite (est)		10 %	X		
			Synclinorium de Bachant – Ferrière-la-Petite (ouest)		10 %		X	
			Synclinorium de Doullers		20 %			
			Synclinorium d'Avesnes-sur-Helpe		20 %			
			Synclinorium de Warpont – Etroeungt		20 %			
			Monoclinal de Rocquigny		20 %			X
		Recharge de la nappe	Recharge pluviale		80 %	X	X	X
			Recharge par perte des cours d'eau		20 %			
		Inertie de la nappe	Cycle pluriannuel		33 %	X		
			Double cycle long terme prépondérant		33 %			
			Double cycle court terme prépondérant		33 %		X	
		Relation nappe – rivière	La nappe alimente le cours d'eau		60 %		X	
			Variation temporelle du sens des échanges		10 %	X		
	La nappe draine le cours d'eau		10 %					
	Hautes vallées de la Solre, Thure et Hante		10 %					
	Contexte de pression	Occupation du sol	Forêt, bocage et étang de la Thiérache		10 %			
			Territoires agricoles		70 %	X	X	
			Territoires urbains		10 %			
			Territoires naturels		10 %		X	
Evolution des nitrates		Territoires industriels		10 %				
		Tendance à la hausse, est du synclinal de Bachant		40 %	X			
		Pas de tendance		20 %		X		
Tendance à la baisse, ouest		40 %		X				

Tableau 23 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRB2G316.

7.18. AG015, CALCAIRE CARBONIFERE DE ROUBAIX-TOURCOING

Évolution du réseau de surveillance

La délimitation de la masse d'eau souterraine FRAG315, les calcaires carbonifères de Roubaix-Tourcoing n'est que très peu modifiée (Figure 120). Seize points d'eau sont rattachés à cette masse d'eau souterraine.

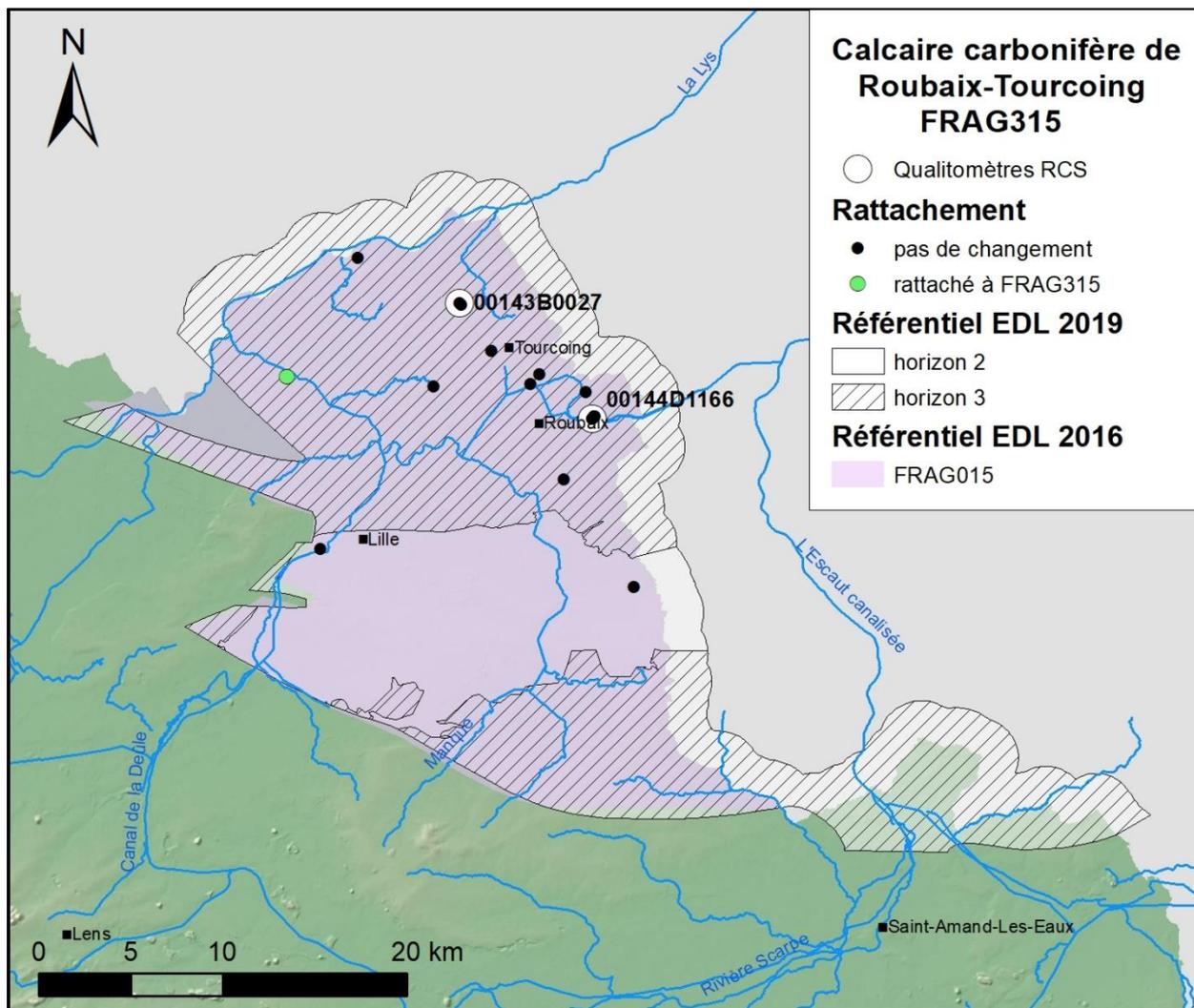


Figure 120 : Evolution du réseau de surveillance de la masse d'eau souterraine FRAG315, les calcaires carbonifères de Roubaix-Tourcoing (référentiel EDL 2019).

Le seul changement concerne le point d'eau BSS002PZXU qui n'était rattaché à aucune masse d'eau souterraine dans la précédente étude. En effet, ce piézomètre a été mis en service en février 2017. Il n'a pas d'information quant à l'inertie de la nappe ou les relations nappe – rivière, les études à l'origine de ces informations sont antérieures à sa mise en service et la chronique disponible (mars 2017 – novembre 2018) est trop courte pour une telle caractérisation.

Il n'y a pas eu d'évolution du réseau de surveillance qualité des eaux souterraines de la masse d'eau FRAG315, le calcaire carbonifère de Roubaix-Tourcoing (cf. Tableau 7).

Le seul changement dans les points d'eau rattachés et considérés comme représentatifs de la masse d'eau souterraine concerne un seul piézomètre (BSS002PZXU) dont la chronique est encore trop courte pour apporter de nouvelles informations pertinentes quant à la représentativité du RCS de cette masse d'eau souterraine.

Dans ce contexte, l'évaluation de la représentativité de la précédente étude reste identique et valide en l'état des connaissances actuelles disponibles (Tableau 24).

			Qualitomètres RCS		
			00144D1166 Wattrelos	00143B0026 Roncq	
Requêtes	Critères hydrogéologiques	BDLISA	149AC01 Schistes, phanites, calcaires et dolomies	X	X
		Ecoulements souterrains	Nappe captive, France	X	X
			<i>Nappe libre, Belgique</i>		
		Recharge de la nappe	Recharge par drainance de la nappe de la craie, France	X	X
	<i>Recharge pluviale, Belgique</i>				
	Inertie de la nappe	Double cycle, long terme	X	?	
	Contexte de pression	Pression de prélèvements	Zone nord, le long de la frontière belge 50 %	X	X
Zone centrale, faible pression 50 %					
Evolution des sulfates		Tendance à la hausse 80 %	X	X	
		Pas de tendance 20 %			

Tableau 24 : Evaluation de la représentativité du réseau de surveillance RCS de la masse d'eau FRAG315.

7.19. CONCLUSION SUR LA REPRESENTATIVITE DES RESEAUX

L'évolution du référentiel BDLISA (version 2 depuis février 2018) et la poursuite des travaux de rattachement points d'eau – masse d'eau contribuent à une meilleure compréhension et caractérisation des masses d'eau souterraine du référentiel État des Lieux 2019.

Sur les 1 617 points de surveillance des eaux souterraines (qualitomètres et piézomètres), 1 412 ne changent pas de masse d'eau souterraine. Pour les 205 autres, 29 n'étaient pas rattachés à une masse d'eau au cours de l'étude précédente (Auterives et al., 2017) et sont nouvellement rattachés à une masse d'eau souterraine, enfin 176 changent de masse d'eau souterraine.

Ces changements ont contribué à une meilleure caractérisation des masses d'eau souterraine et indirectement à améliorer la représentativité du RCS en diminuant le nombre de requêtes totales. La masse d'eau souterraine apparaît mieux définie, plus homogène et donc mieux représentée.

Les changements « réels » de représentativité concernent les masses d'eau souterraine FRAG306 et FRAG312 pour lesquelles le qualitomètre RCS a changé de masse d'eau souterraine.

Ce rapport comporte les tableaux finaux d'évaluation de la représentativité du RCS de chacune des masses d'eau souterraine, certains sont modifiés par rapport aux travaux de Auterives et al. (2017). Certaines pistes à explorer sont proposées pour améliorer cette représentativité.

Ce qui apparaît important à l'issu de ce rapport, et qui était également apparu à la suite des travaux de 2017, est d'élaborer une réflexion sur la délimitation conceptuelle des masses d'eau souterraine :

- les masses d'eau de la craie du Séno-Turonien sont-elles uniquement décrites par la craie du Séno-Turonien ?
- la masse d'eau souterraine des sables du Landénien d'Orchies se limite-t-elle aux sables du Thanétien ?

D'un point de vue hydrogéologique, les masses d'eau souterraine devraient inclure les autres aquifères avec lesquels elles sont en interactions comme les alluvions récentes ou encore les sables pissards. Si la masse d'eau souterraine se limite à la seule entité aquifère identifiée comme la craie ou les sables du Thanétien, il faut garder à l'esprit que certains points d'eau ne seront pas reliés à une masse d'eau souterraine.

8. Conclusion

Les 16 MESO sont classées en trois types distincts suivant la nature des formations aquifères majoritairement captées au sein de la MESO :

- MESO de type sable (2) ;
- MESO de type craie (11) ;
- MESO de type calcaire (3).

Le présent rapport rend compte des travaux de mises à jours des masses d'eau souterraine et des rattachements PE-MESO 2019 du bassin Artois-Picardie.

Le travail réalisé a porté sur :

- La mise à jours du contour des MESO afin de mettre ce référentiel en accord avec la BDLISA V2 ;
- L'étude bibliographique des entités hydrogéologiques du Cénomaniens et des alluvions afin d'évaluer la façon d'intégrer ces entités BDLISA dans le référentiel des masses d'eau souterraine ;
- La mise à jours des rattachements PE-MESO 2019 à partir des PE de la BSS-EAU et de la base de données AEAP pour le bassin Artois-Picardie ;
- Une proposition de mise en cohérence des bases de données AEAP et BRGM ;
- La production de documents synthétiques par MESO.

16 masses d'eau souterraine sont définies pour le bassin Artois-Picardie à la suite de cette mise à jour.

Le nombre de rattachement PE – MESO 2019 actualisé pour le bassin Artois-Picardie est de 25 390 PE sur 36 625 PE pour la base de données harmonisée (BSS-EAU et base de données des prélèvements de l'agence de l'eau Artois-Picardie).

Les données sont disponibles au format shapefile (QGIS / ArcGIS). Le système de projection utilisé est le Lambert93.

9. Bibliographie

Auterives, C., Lopez, B., Bourguine, B., Gourcy, L., Devau, N., Hérivaux, C., Parmentier, M. (2017) – Evaluation de la représentativité des réseaux de surveillance DCE de la qualité des eaux souterraines du bassin Artois-Picardie. Rapport final. BRGM / [RP-67029-FR](#)

Brugeron, A., Allier, D., Klinka, T. (2012) – Approche exploratoire des liens entre référentiels hydrogéologique et hydrographique. BRGM / [RP-61047-FR](#).

Croiset, N., Lopez, B. (2013) – HYPE. Outil d'analyse statistique des séries temporelles d'évolution de la qualité des eaux souterraines. Manuel d'utilisation. BRGM / [RP-63066-FR](#).

Brugeron, B., Parioisien, J.B., Tillier L. (2018) – Référentiel Hydrogéologique BDLISA version 2 : Principes de construction et évolutions. Rapport final. BRGM / [RP-67489-FR](#).

BAILLY.S., GAGEONNET.M., TALBOT.A. (1979) – Agence de l'eau Artois-Picardie Douai (Nord). Exploitation saisonnière de la nappe de la Craie dans le bassin de la Haute-Lys (Pas-De-Calais). Pour le renforcement du débit d'étiage de la rivière. Surveillance d'un pompage d'essai. [BRGM/79-SGN-265-NPC](#)

BAILLY.S., KLESZCZ.J.P. (1977) – Etude hydrogéologique des rivières drainant le cénomanien. SGR NPC / NT-77-NPA-070

BECKELYNCK.J. (1984) – Recherche de nouvelles ressources en eau au Sud du bassin minier. NOTE/84-NPC-013

BECKELYNCK.J., CAULIER.P., TALBOT.A. (1984) – Compagnie générale des eaux. Recherche de ressources nouvelles en eau potable pour le bassin minier du Pas-De-Calais. Reconnaissance du réservoir Cénomanien. [BRGM/84-AGI-276-NPC](#)

BEL A., BAULT V., BOUDET M., CHABART M., DAVID P-Y., FOURNIQUET G., LUCASSOU F. (2012) – Référentiel Hydrogéologique Français BD-LISA – Bassin Seine-Normandie. Délimitations des entités hydrogéologiques de niveaux 2 et 3 en Seine-Normandie. Rapport final. [BRGM/RP-61826-FR](#), 65p., 33 ill., 10 ann., 1 DVD-RROM.

BRGM (2012) – Fiche Surcouche BDLISA, Alluvions réservoirs. 52p

CAULIER P. (1974) – Etude des faciès de la Craie et de leurs caractéristiques hydrauliques dans la région du Nord. Université des sciences et techniques de Lille. 74-SGN-316-NPA

CHRETIEN P. ; 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](#)

Comité de bassin Artois-Picardie (2013) – Etats des lieux des districts hydrographiques, Escaut, Somme et Côtiers Manche Mer du Nord Meuse (partie Sambre) – Annexes techniques. 647p.

DARMENDRAIL D., LEPLAT J., MAILLOT H. (1991) – District de Boulogne-Sur-Mer. Définition de nouvelles ressources en eau potable sur l'arrondissement de Boulogne-Sur-Mer (Pas-De-Calais). 2^{ème} Phase, Examen détaillé des 7 sites retenus. 175p

DENUDT.H. (1990) – Syndicat intercommunal de distribution d'eau de la région de Fauquenbergues (Pas-De-Calais). Renforcement de la distribution d'eau potable. Reconnaissance de la productivité et de la qualité des eaux des aquifères Turonien et Cénomaniens au droit du site d'Happe. [BRGM/RR-30833-FR](#)

DENUDT.H., BAILLY.S. (1991) – Syndicat intercommunal de distribution d'eau de la région de Nesles (Pas-De-Calais) – Renforcement de l'alimentation en eau potable phase 2 – Réalisation d'un sondage de reconnaissance complémentaire PZ4. Compte rendu des travaux et des essais réalisés. [BRGM/RR-33608-FR](#)

DUFRENOY R., SCHOMBURGK S., VAULT V., CHRETIEN P., MADHEL V., XU D. et SURDYK N. (2013) – Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Picardie. Rapport final, mise à jour BDLISA Version 0. [BRGM/RR-62220-FR](#). 99p., 33 ill., 5 ann.

DUFRESNOY R., PETIT V., MARDEL V., SCHOMBURGK S. et XU D. (2013) – Référentiel Hydrogéologique Français – BDLISA. Bassin Artois-Picardie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1,2 et 3 en régions Nord-Pas de Calais et Picardie. Rapport final. Mise à jour BDLISA Version 0. [BRGM/RR-62207-FR](#)

DUFRESNOY.R., PETIT.V., MARDHEL.V., XU.D. (2010) - Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Artois-Picardie. Années 3 et 4. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 et 3 en régions Nord-Pas de Calais et Picardie. [BRGM/RR-57520-FR](#), 112 p., 5 ann.

Paroissien, J.B., Brugeron, B. (2015) – Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA version 1: Principe de construction et mise en œuvre. Rapport final. [BRGM/RR-65370-FR](#). <http://infoterre.brgm.fr/rapports//RR-65370-FR.pdf>.

PICOT J., avec la collaboration de DUFRENOY R. (2012) – Modélisation géologique dans la région Lilloise et Tournaisienne du toit de l'aquifère du Calcaire Carbonifère et des ensembles géologiques sus-jacents. Rapport [BRGM/RR-61113-FR](#), 94p., 25 fig., 4 annexes.

PICOT J. (2009) - Synthèse sur les aquifères de la région Nord-Pas-de-Calais. Rapport [BRGM/RR-57368-FR](#), 57 p., 6 fig., 10 tabl., 7 annexes.

ROUX J-C. (2006) – Tome 1, Aquifères et eaux souterraines en France. Chapitre 4 – Flandres – Artois – Ardennes. p329 à p406.

VINCHON.C., DUGUEY.E., CAYET.C. (2000) - Analyse des zones tectoniques à l'ouest du bassin minier du Nord – Pas-de-Calais (faille de Ruitz). Incidence sur les plans d'occupation du sol. Rap. [BRGM/RR-40882-FR](#) , 44p., 15 fig., 3 ann.

Annexe 1

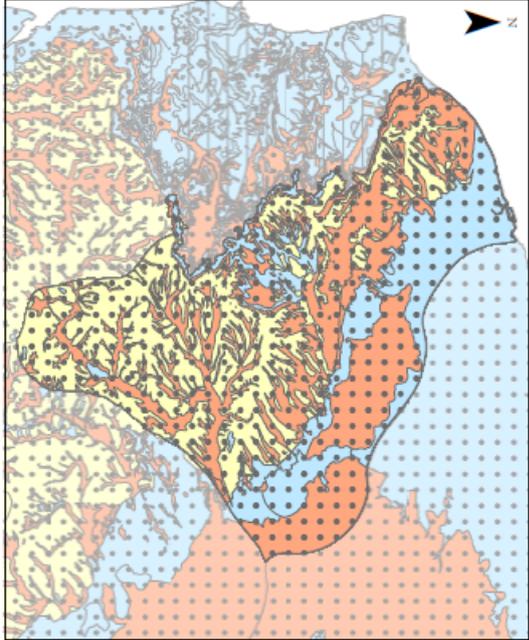
Atlas des masses d'eaux souterraines du bassin Artois-Picardie



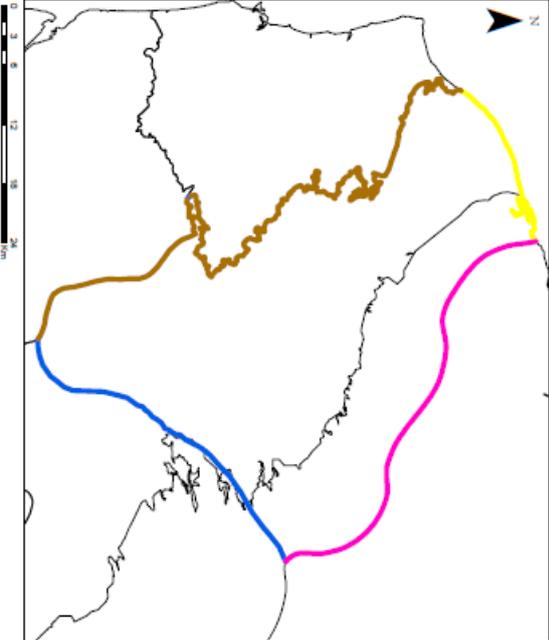
Craie de l'Audomarois

FRAG301 1107 Km2

Nature et milieu des formations affleurantes

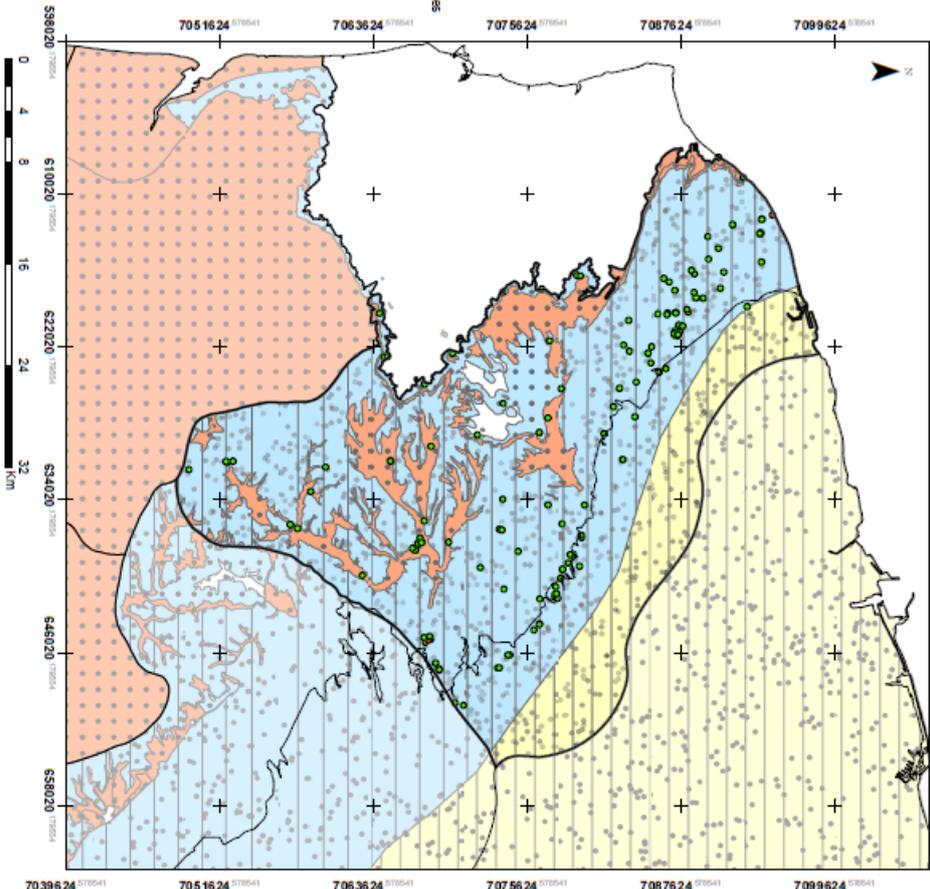


- Légende**
- Formations - Nature et milieu**
- Inconnue
 - Unité aquifère - Poreux
 - Unité aquifère - Fissuré
 - Unité aquifère - Matricielle Fissures
 - Unité aquifère - Karstique Fissures
 - Unité semi-perméable - Poreux
 - Unité semi-perméable - Fissuré
 - Unité imperméable - Poreux
 - Unité imperméable - Fissuré



- Légende**
- Nature des limites des MESO**
- Limite autre MESO
 - Trait de côte
 - Frontière Franco-Belge
 - Bassin versant
 - Ligne d'écoulement/ Crête pléistocène
 - BOLSUA
 - AAC
 - Failles
 - Productivité - Craie
 - Productivité - Calcaire
 - Projet Scadin

Ecorché des entités BDLISA liées à la MESO



- Légende**
- Rattachement PE-MESO-BOLSUA**
- MESO, BOLSUA, Type rattachement, (nbr PE)
- FRAG301_1_2 (1)
 - FRAG301_104_2 (1)
 - FRAG301_121_1 (119)
 - FRAG301_123_1 (23)
- Entité BOLSUA liées à la MESO**
- Formation - Nature et milieu
- 121BE30
 - 121BA03
 - 121BA01
 - 123A025
- Type rattachement:**
- 1 - Utilisation du code BOLSUA
 - 2 - Utilisation du rattachement MESO N - 1

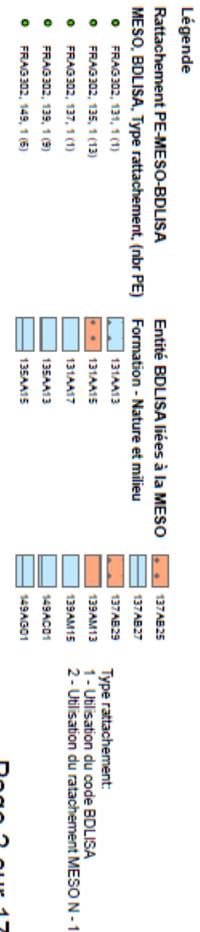
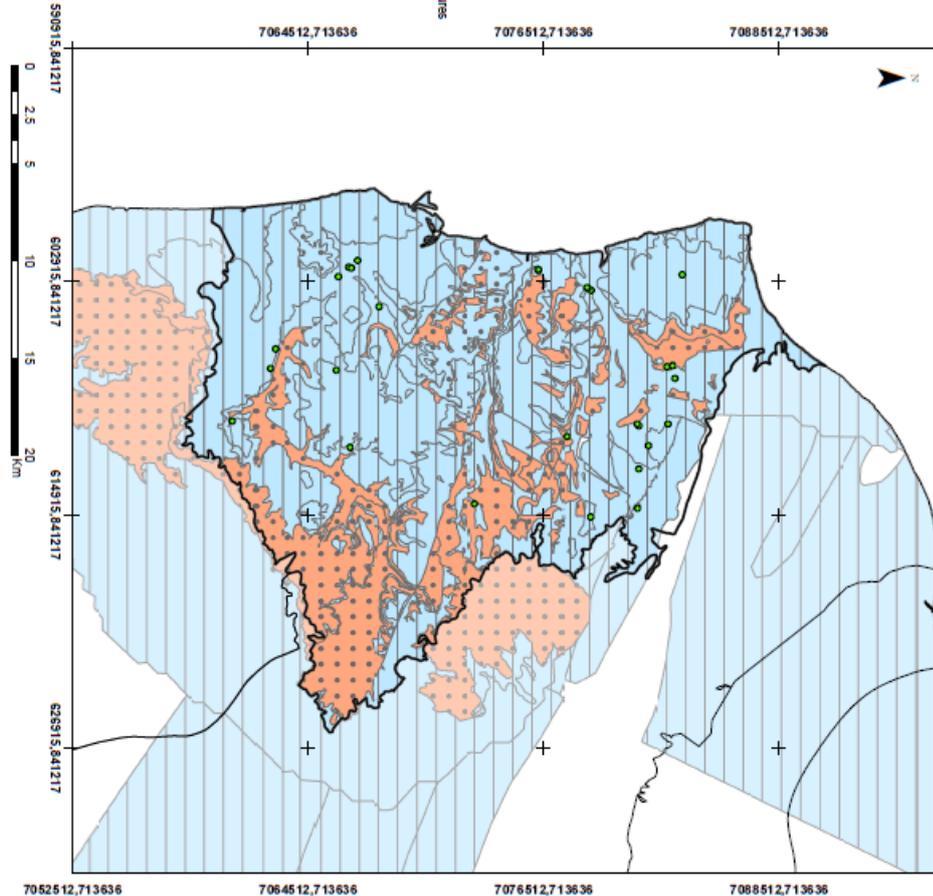
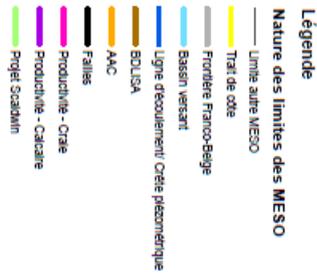
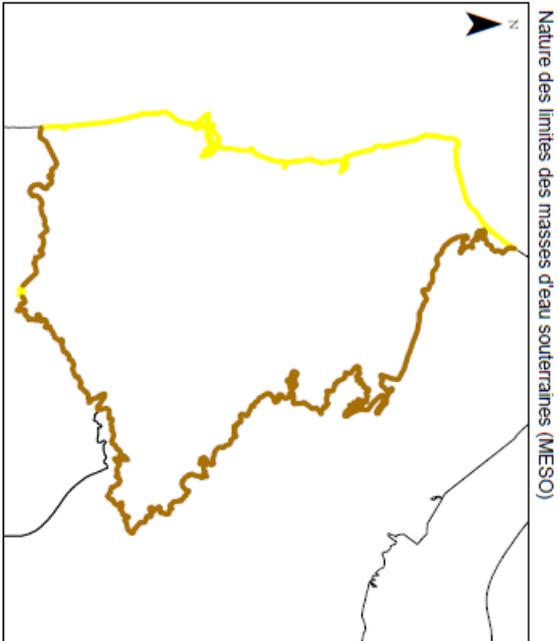
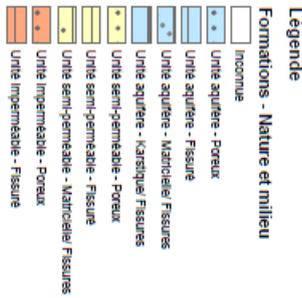
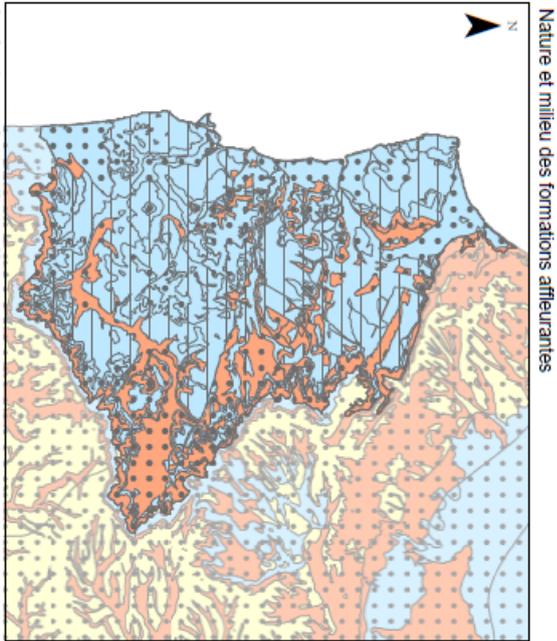


Calcaires du Boulonnais

FRAG302 492 Km²

Ecorché des entités BDLISA liées à la MESO

Auteur: BRGM
 Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
 Système de coordonnées: RGF_1993_Lambert_93





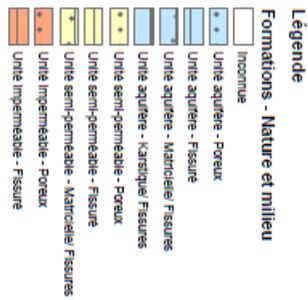
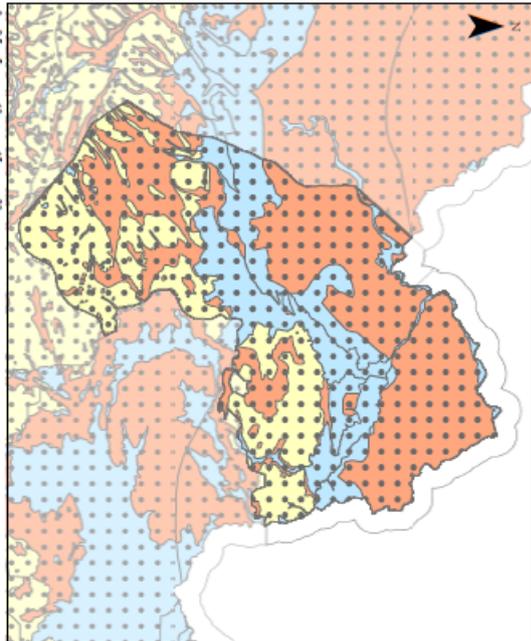
Craie de la vallée de la Deûle

FRAG303 1200 Km2

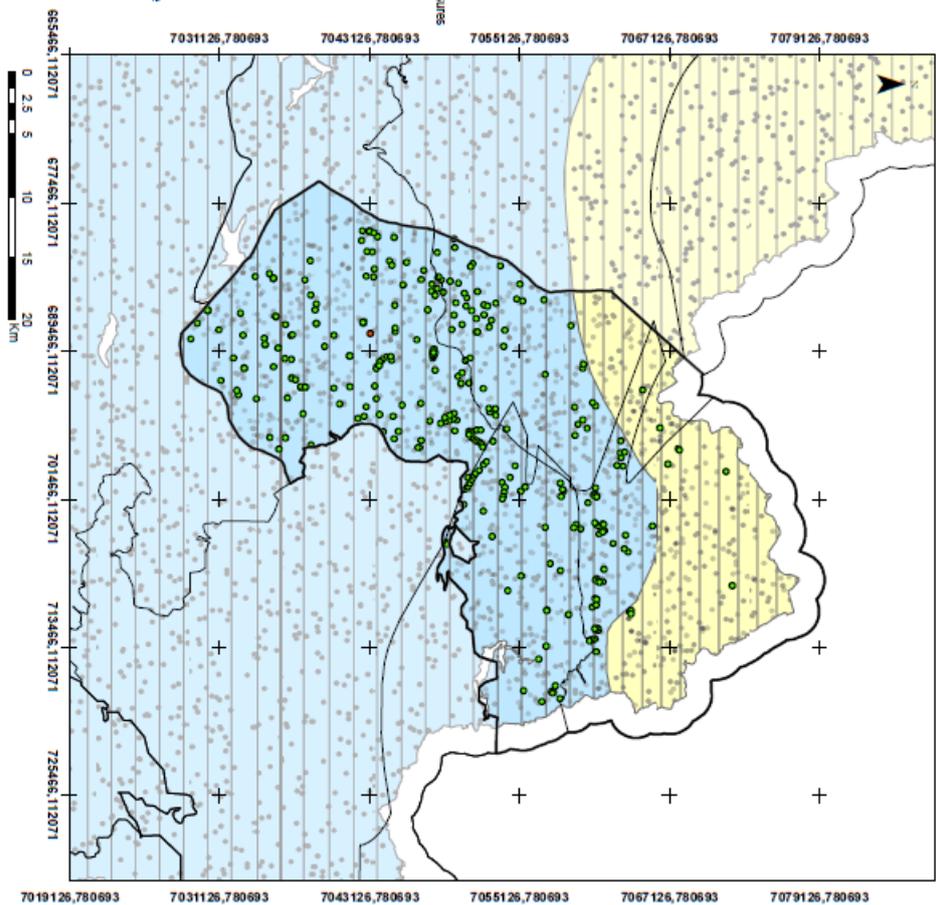
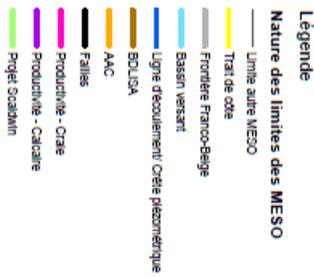
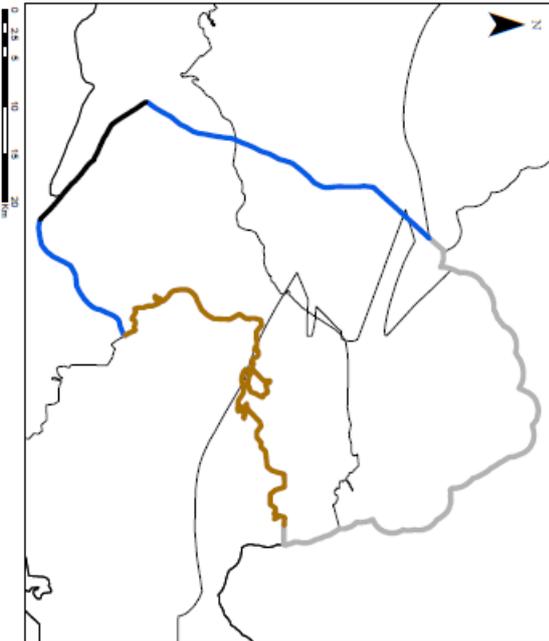
Etcorché des entités BDLISA liées à la MESO

Auteur: BRGM
Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
Système de coordonnées: RGF_1993_Lambert_93

Nature et milieu des formations affleurantes



Nature des limites des masses d'eau souterraines (MESO)



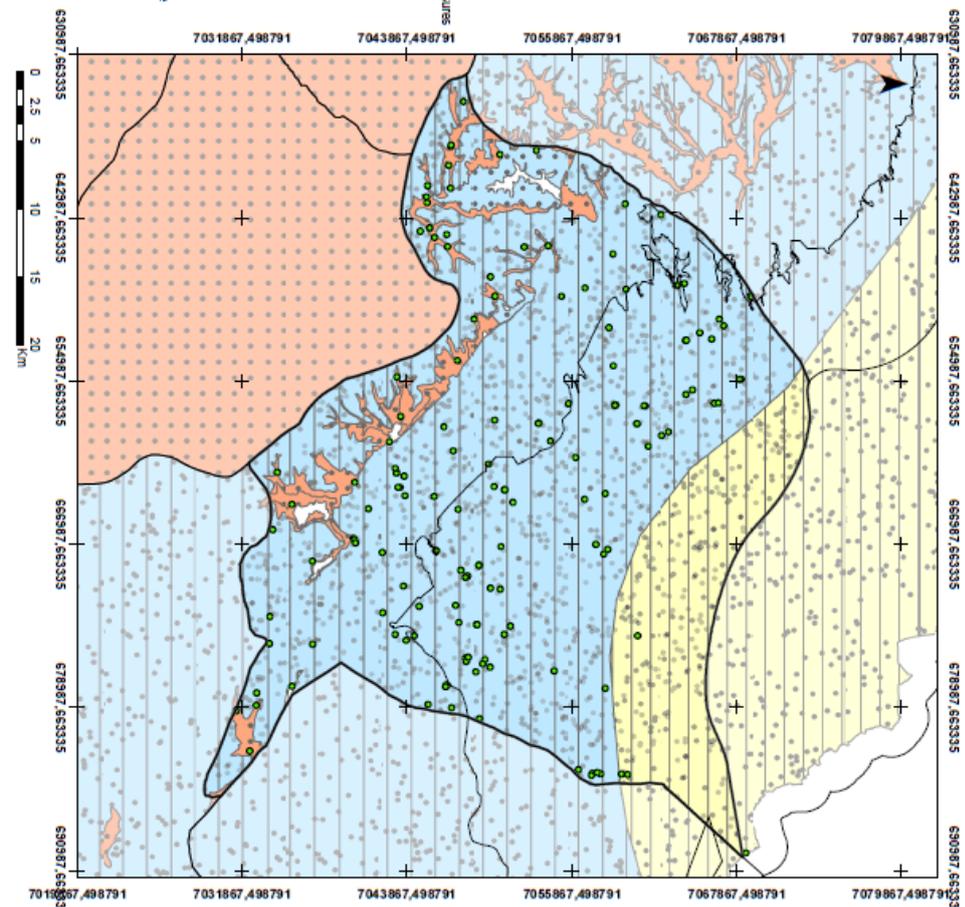
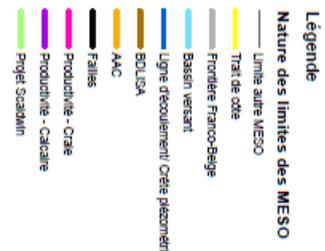
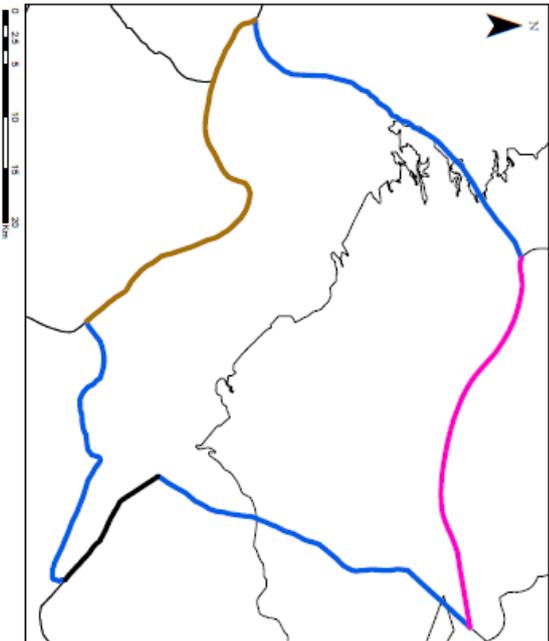
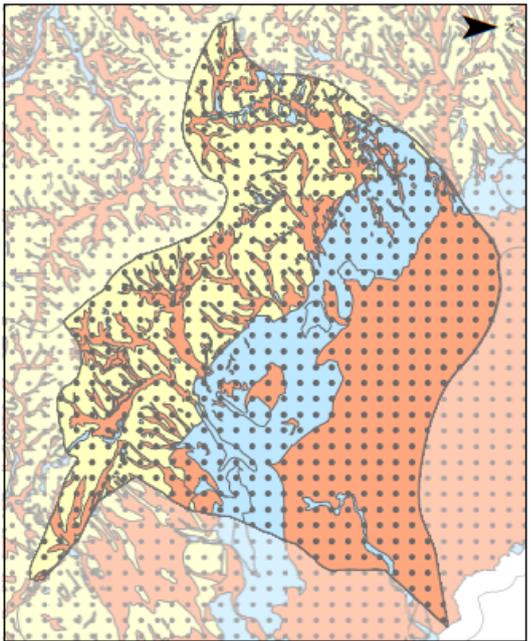


Craie de l'Artois et de la vallée de la Lys

FRAG304 1340 Km²

Etourchissement des entités BDLISA liées à la MESO

Auteur: BRGM
 Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
 Système de coordonnées: RGF_1993_Lambert_93



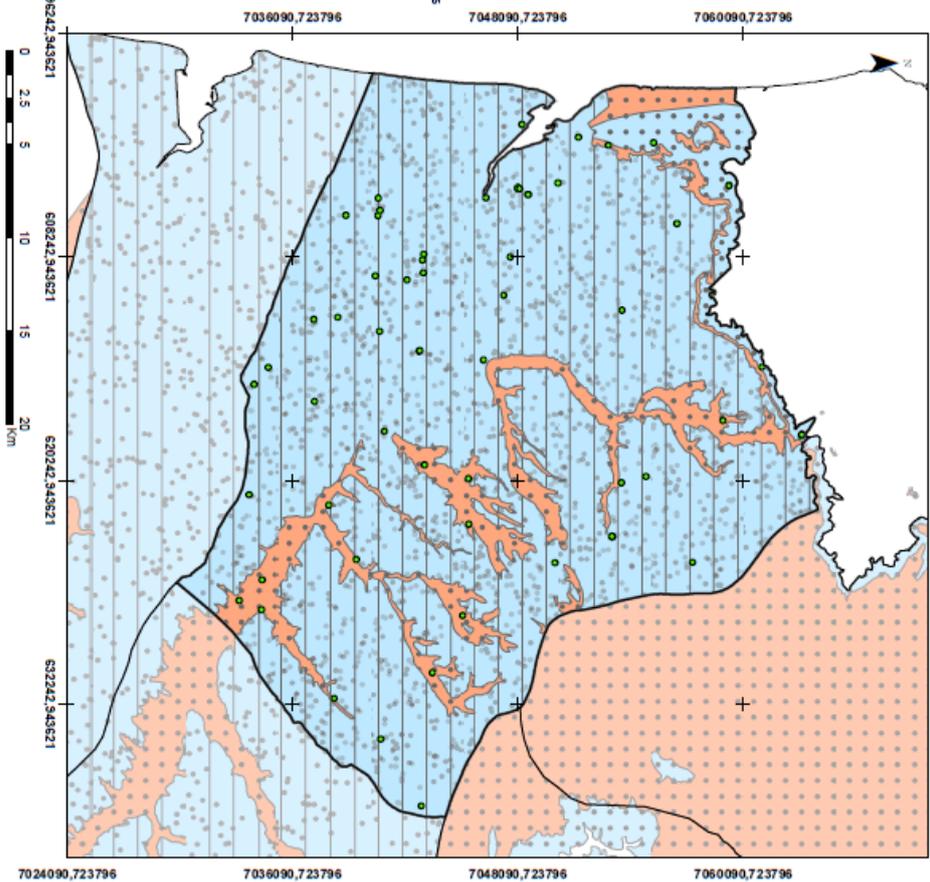
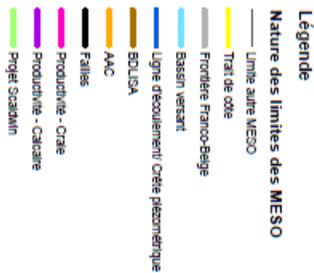
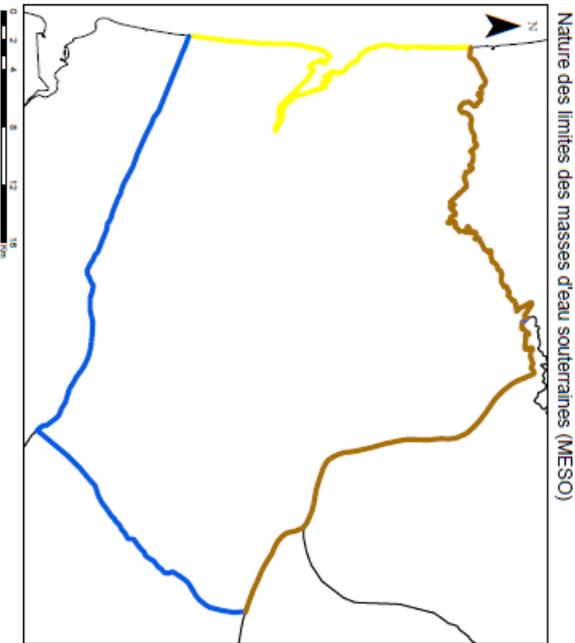
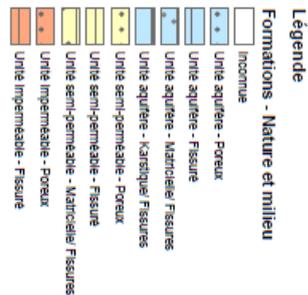
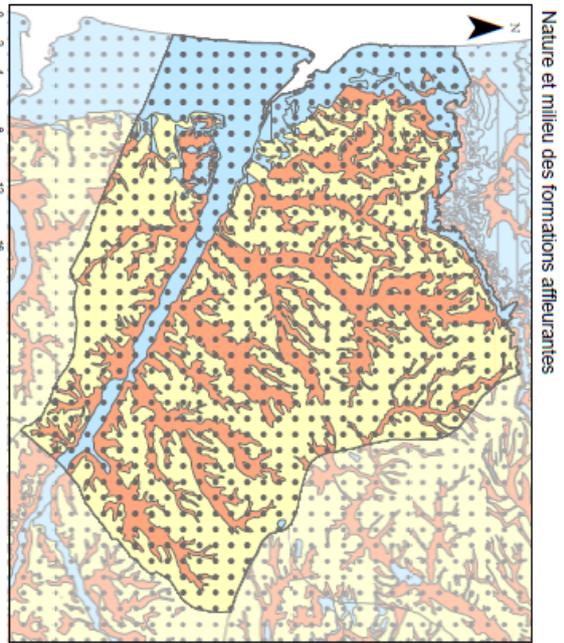


Craie de la vallée de la Canche aval

FRAG305 839 Km2

Ecorché des entités BDLUSA liées à la MESO

Auteur: BRGM
Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
Système de coordonnées: RG_F_1993_Lambert_93



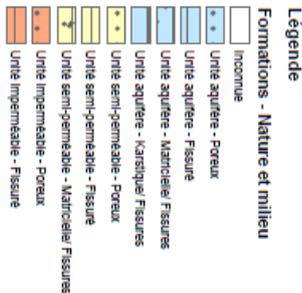
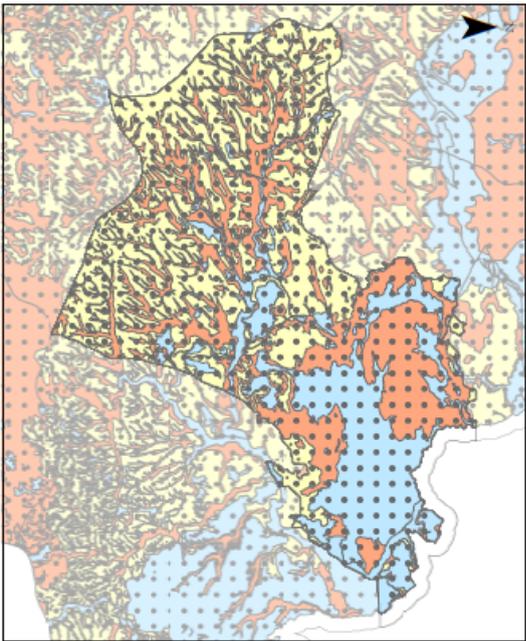


Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée

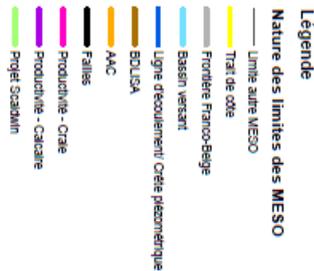
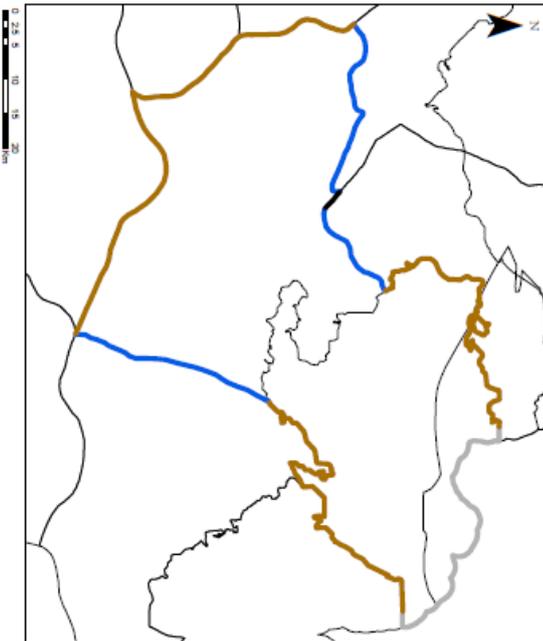
FRAG306 2502 Km²

Auteur: BRGM
 Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
 Système de coordonnées: RGCF_1993_Lambert_93

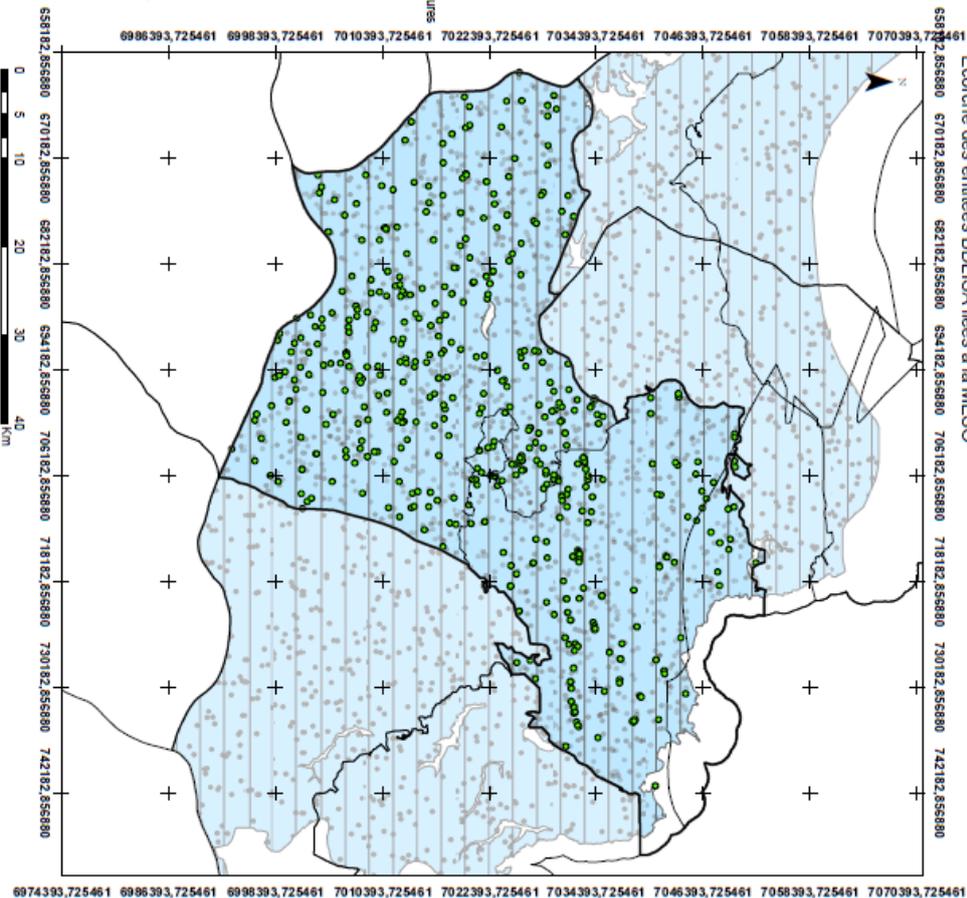
Nature et milieu des formations affleurantes



Nature des limites des masses d'eau souterraines (MESO)



Ecorché des entités BOLLUSA liées à la MESO





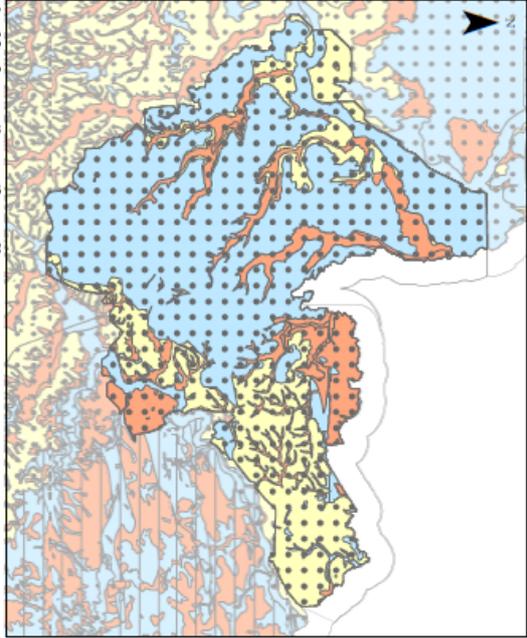
Craie du Valenciennois

FRAG307 930 Km2

Ecorché des entités BDLSA liées à la MESO

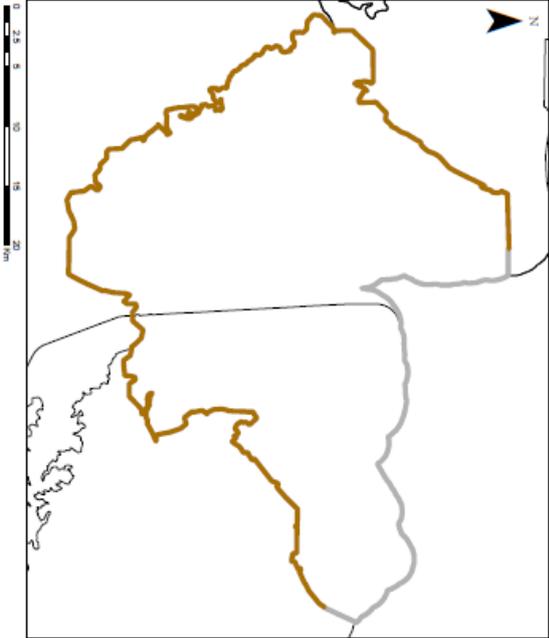
Auteur: BRGM
Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
Système de coordonnées: RGF_1993_Lambert_93

Nature et milieu des formations affleurantes

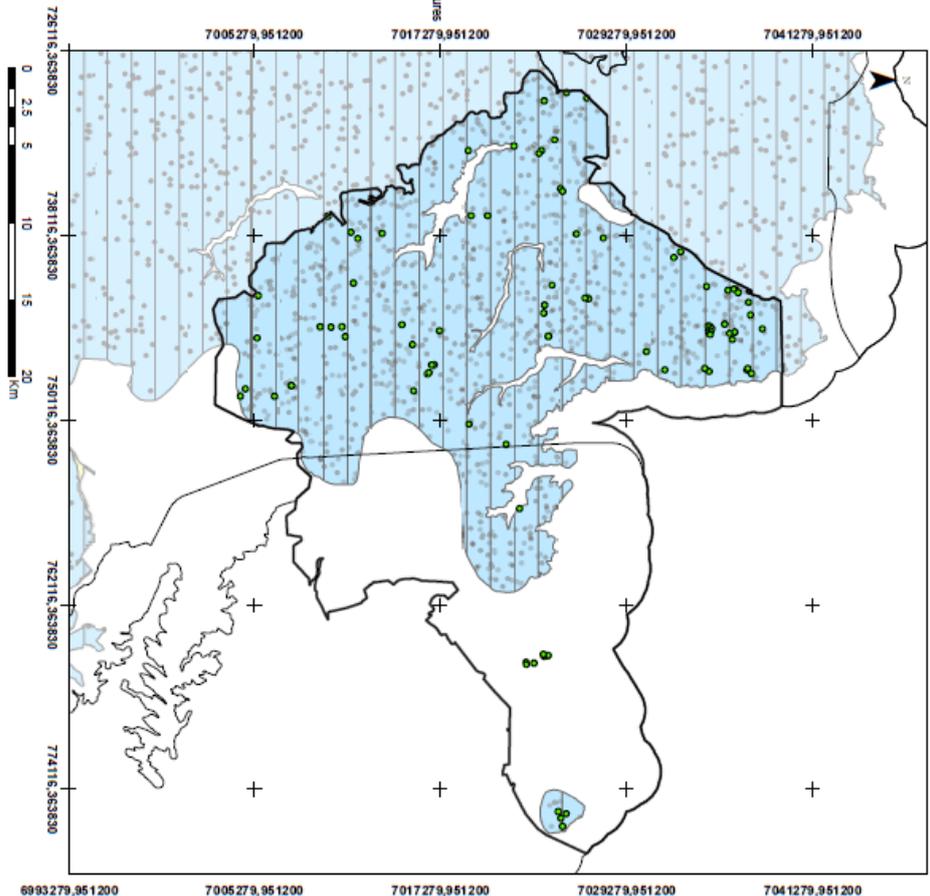


- Légende**
- Formations - Nature et milieu**
- Inconnue
 - Unité aquifère - Foraux
 - Unité aquifère - Fissur
 - Unité aquifère - Matricielle / fissures
 - Unité aquifère - karstique / fissures
 - Unité semi-perméable - Foraux
 - Unité semi-perméable - Fissur
 - Unité imperméable - Foraux
 - Unité imperméable - Fissur

Nature des limites des masses d'eau souterraines (MESO)



- Légende**
- Nature des limites des MESO**
- Limite autre MESO
 - Trait de côte
 - Frontière Franco-Belge
 - Bassin versant
 - Ligne d'écoulement/ crête piezométrique
 - BDLSA
 - AMC
 - Failles
 - Productivité - Craie
 - Productivité - Calcaire
 - Profil Scadin



- Légende**
- Rattachement PE-MESO-BDLSA**
- MESO, BDLSA, Type rattachement, (nbr PE)**
- FRAG307, 119, 1(8)
 - FRAG307, 121, 1(80)
 - FRAG307, 123, 1(2)
 - FRAG307, 918, 1(1)
- Entité BDLSA liées à la MESO**
- Formation - Nature et milieu**
- 1218001
 - 1218030
- Type rattachement:**
- 1 - Utilisation du code BDLSA
 - 2 - Utilisation du rattachement MESO N - 1

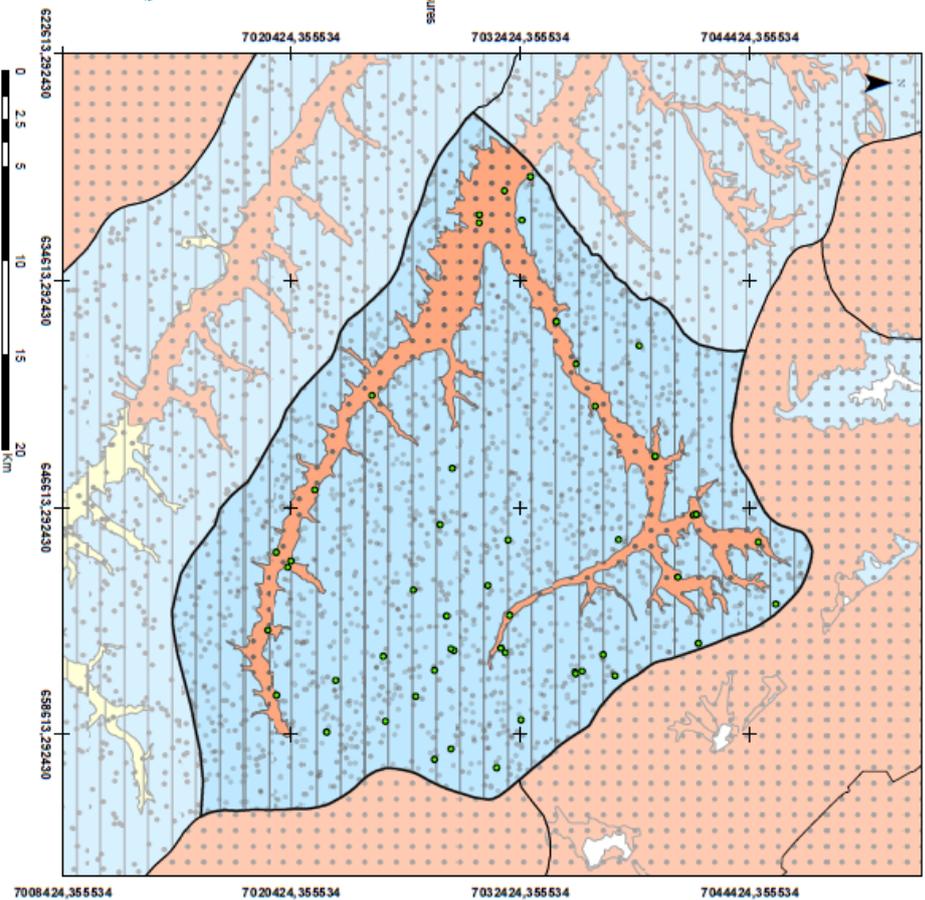
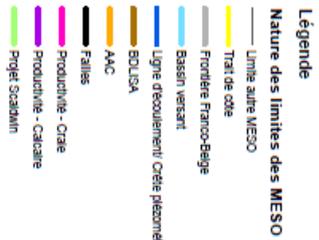
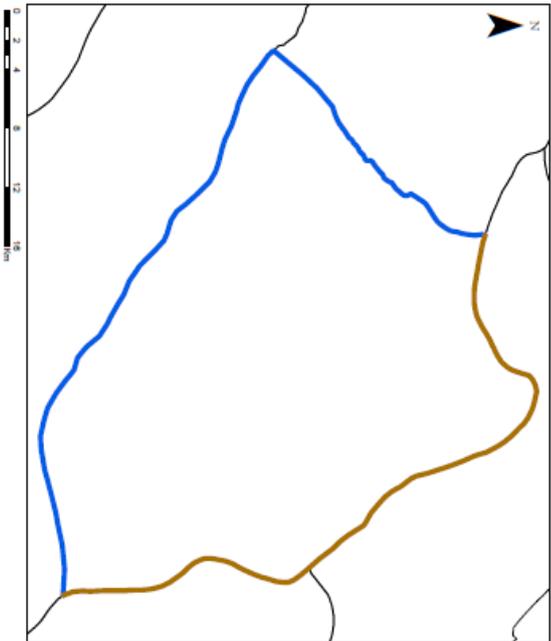
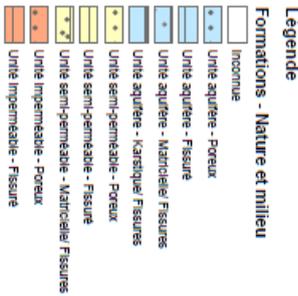
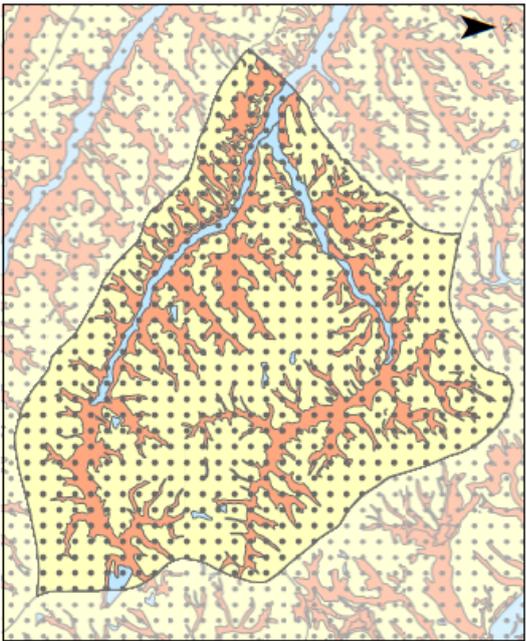


Craie de la vallée de la Canche amont

FRAG308 712 Km2

Ecorché des entités BDLISA liées à la MESO

Auteur: BRGM
 Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
 Système de coordonnées: RGF_1993_Lambert_93





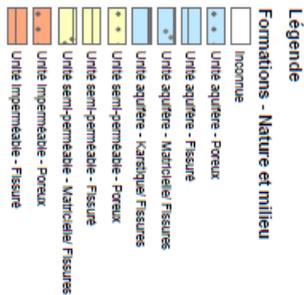
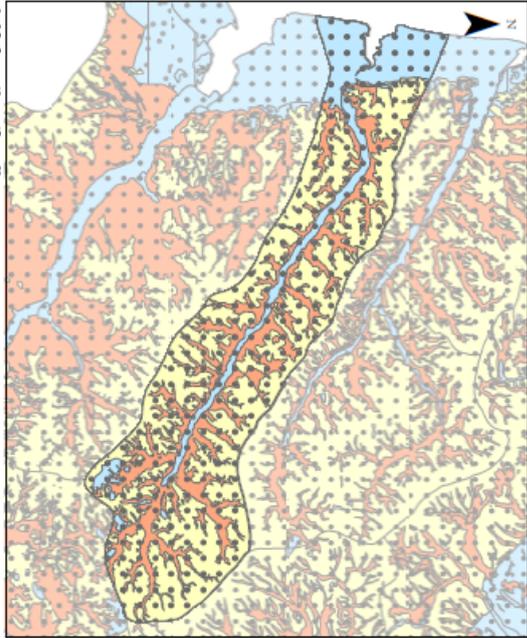
Craie de la vallée de l'Authie

FRAG309 1066 Km2

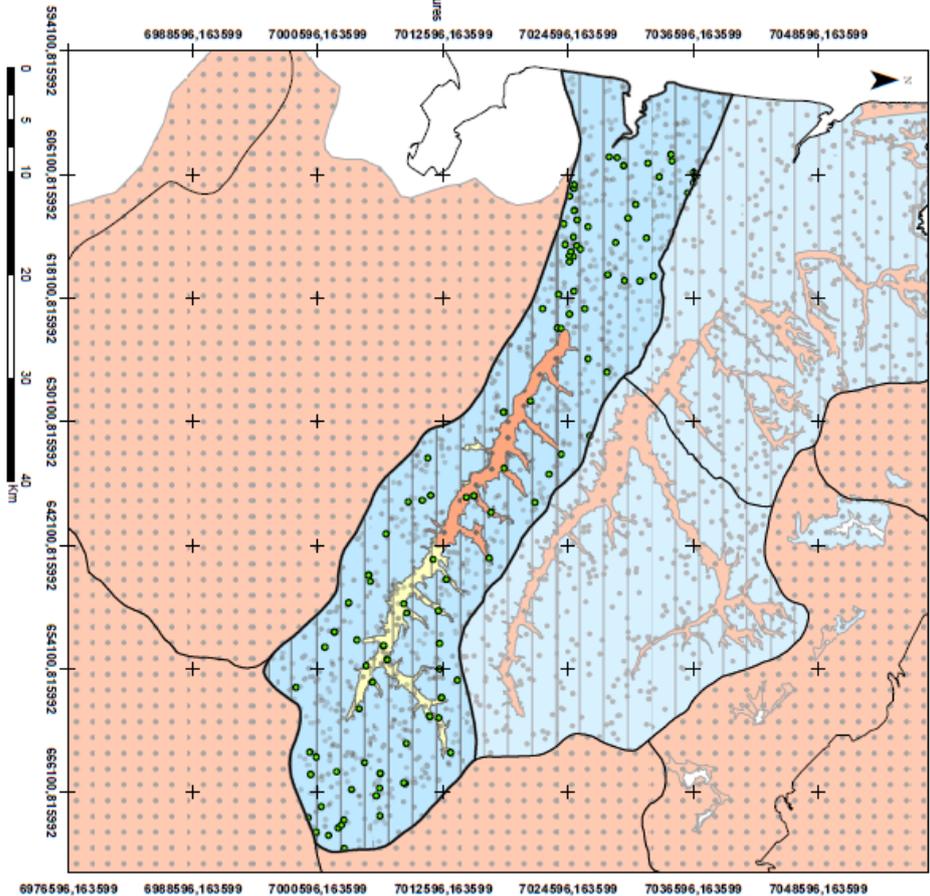
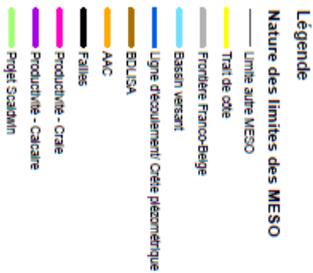
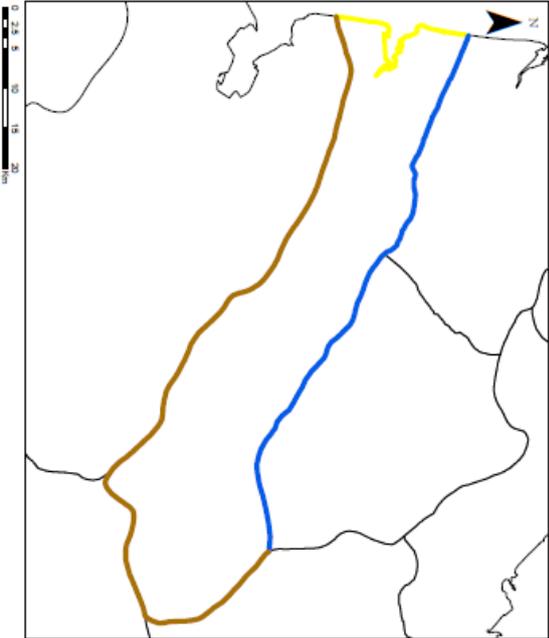
Ecorché des entités BDLSA liées à la MESO

Auteur: BRGM
Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
Système de coordonnées: RGF_1993_Lambert_93

Nature et milieu des formations affleurantes

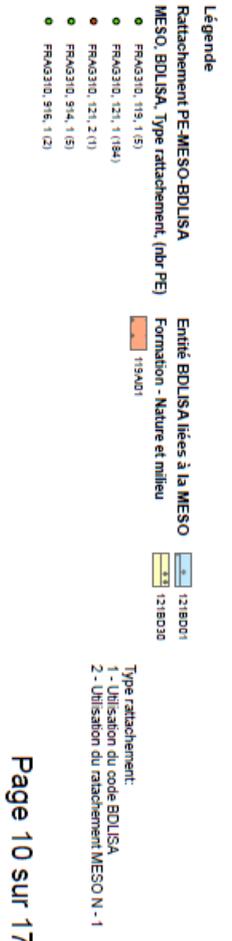
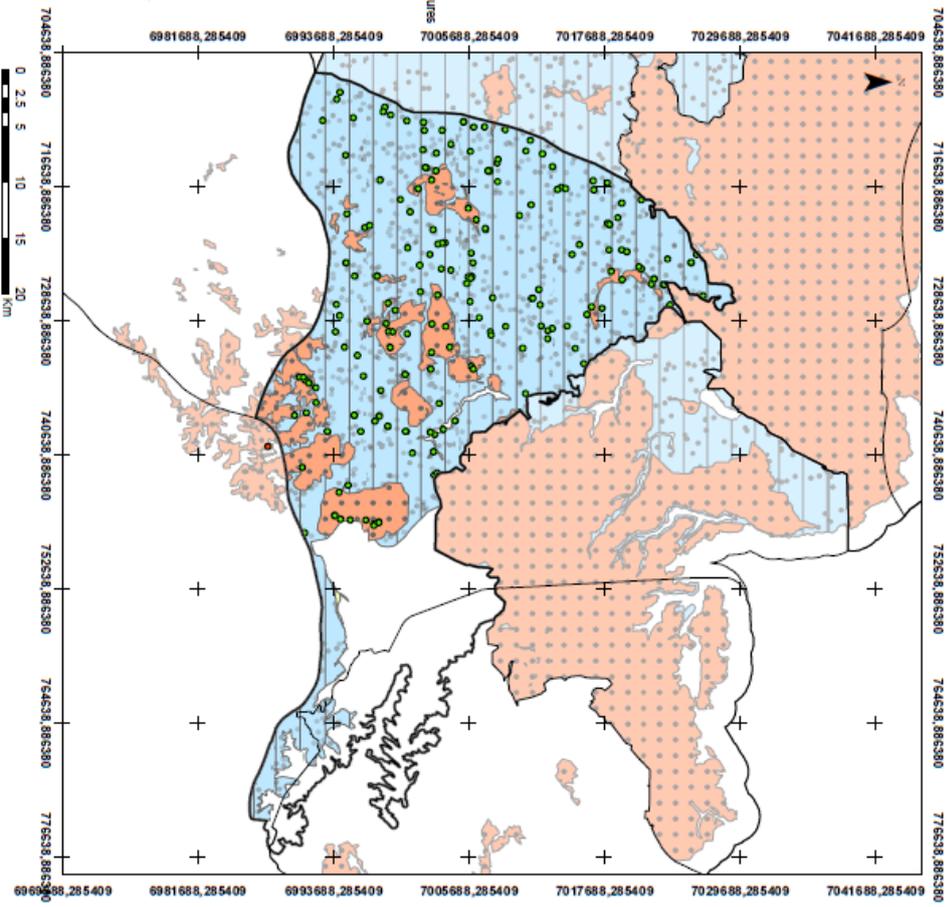
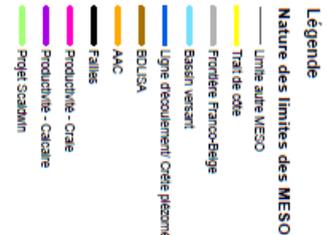
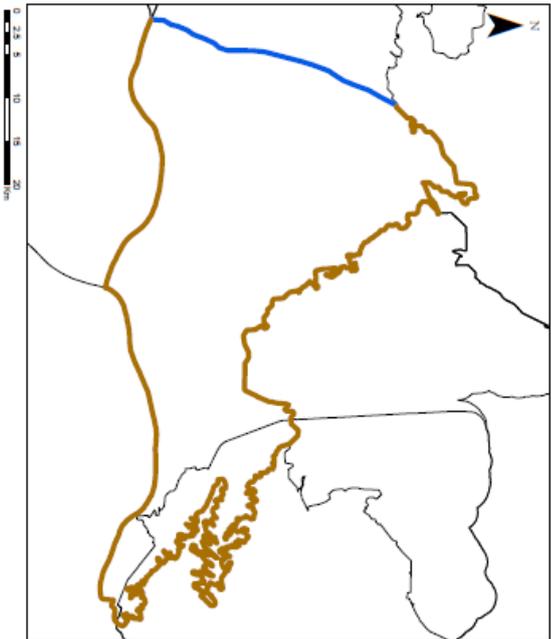
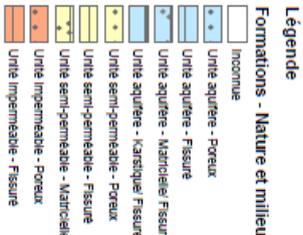
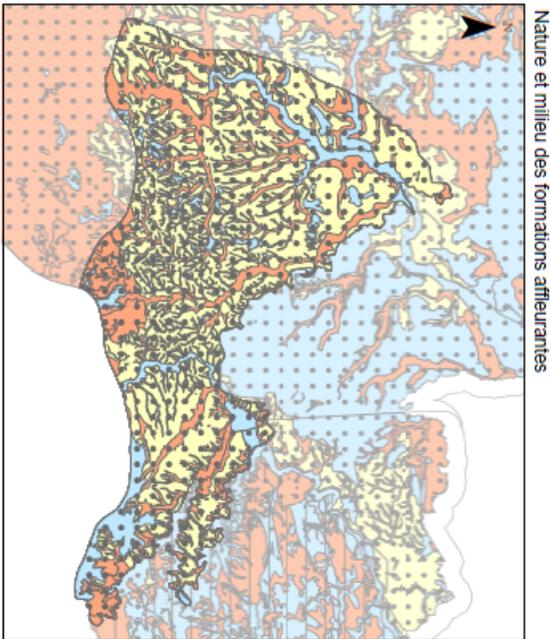


Nature des limites des masses d'eau souterraines (MESO)





Craie du Cambésis
FRAG310 1254 Km2



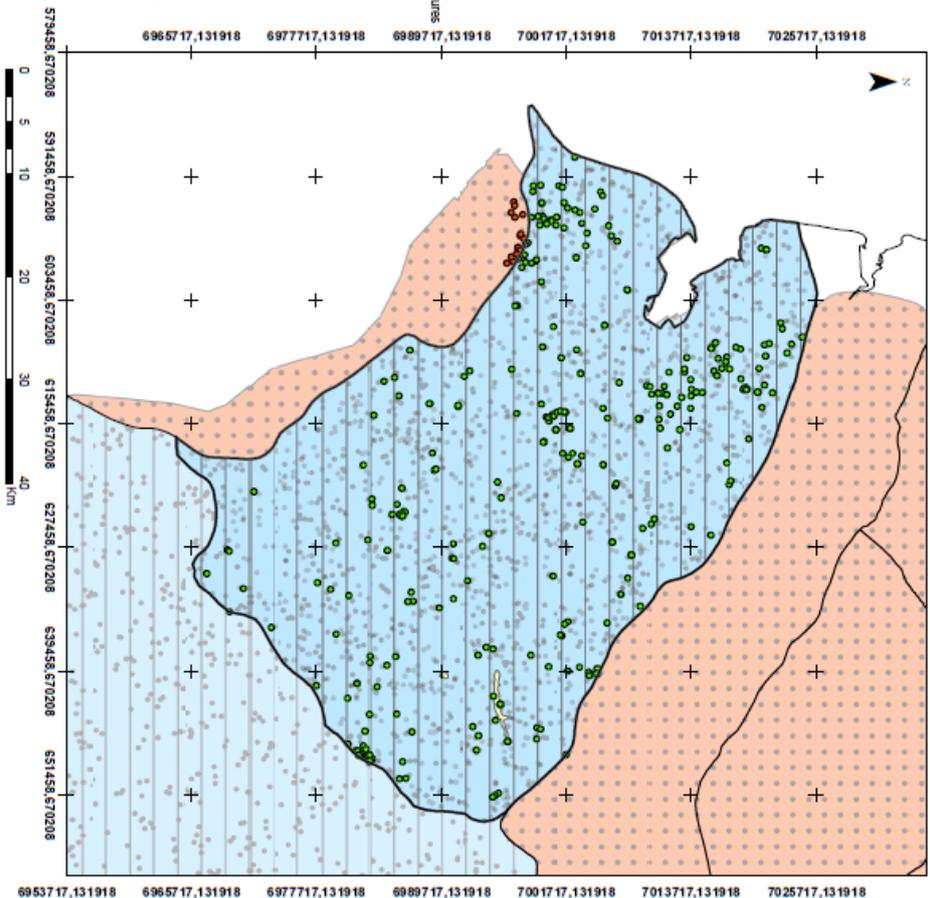
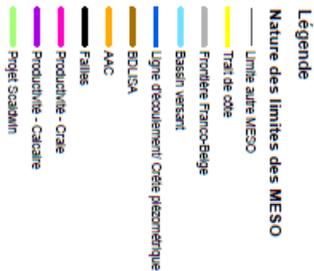
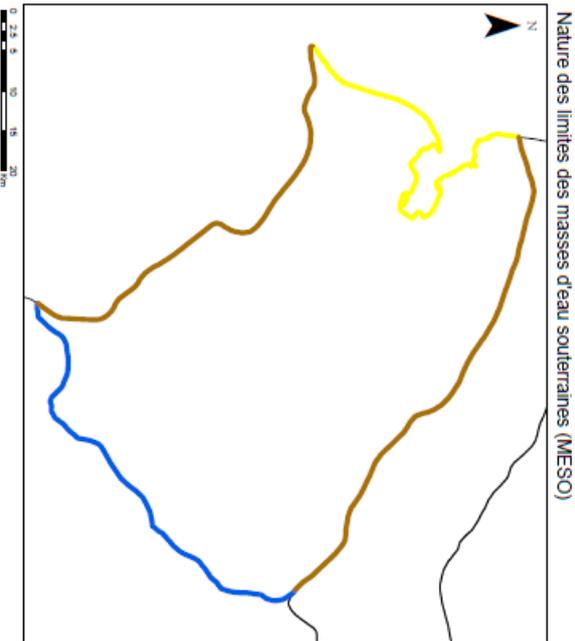
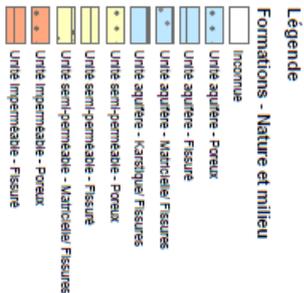
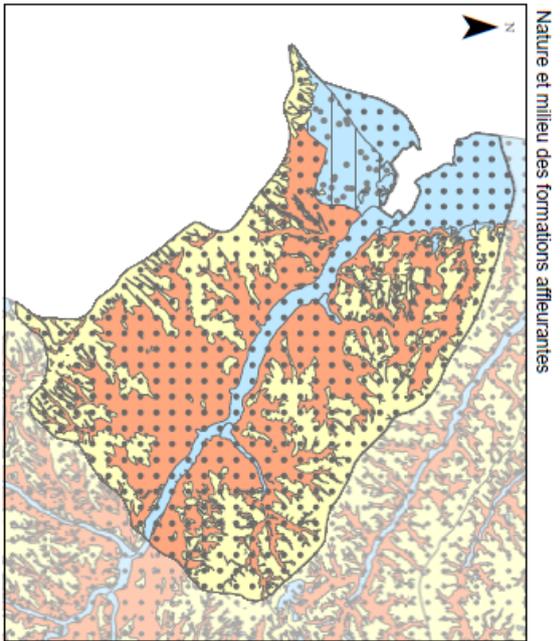


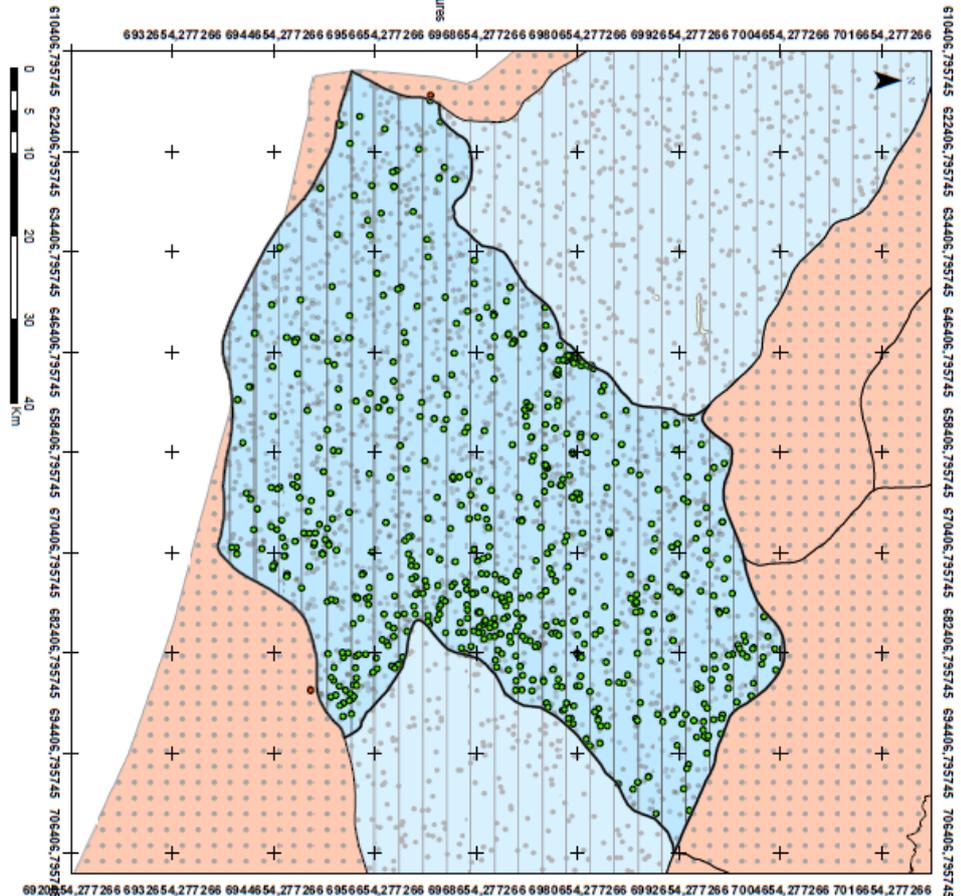
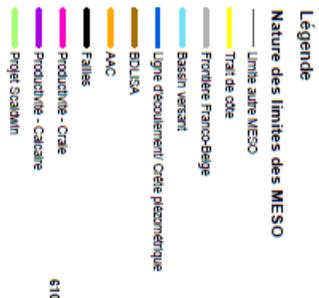
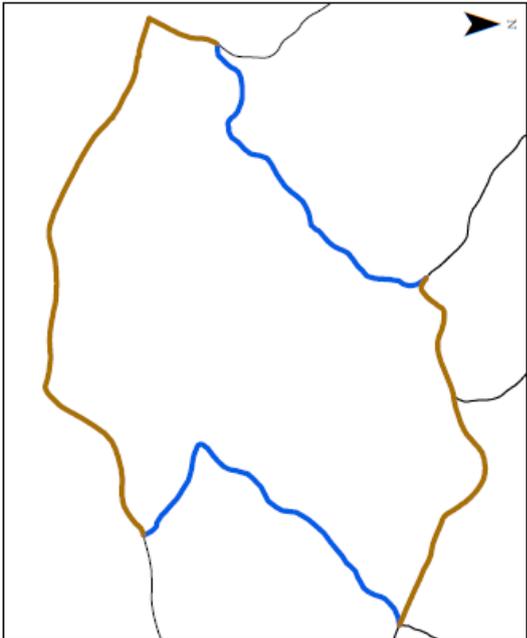
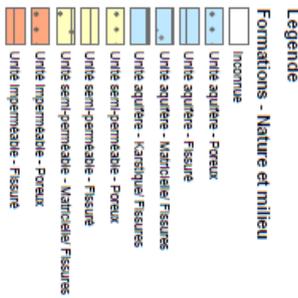
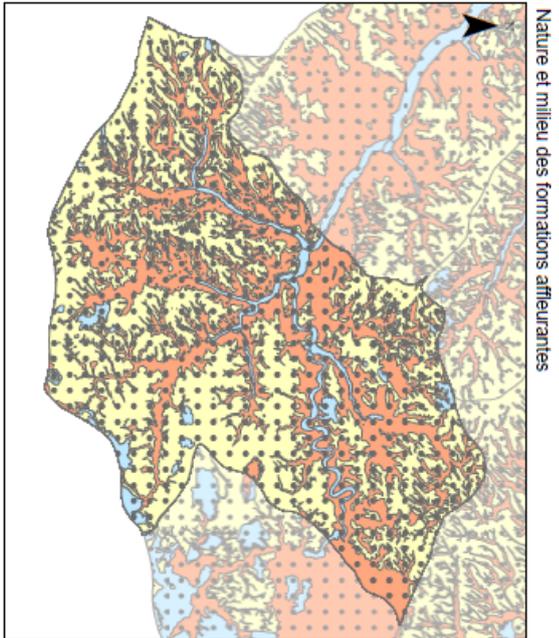
Craie de la vallée de la Somme aval

FRAG311 2090 Km2

Ecorché des entités BDLISA liées à la MESO

Auteur: BRGM
Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
Système de coordonnées: RGF_1993_Lambert_93







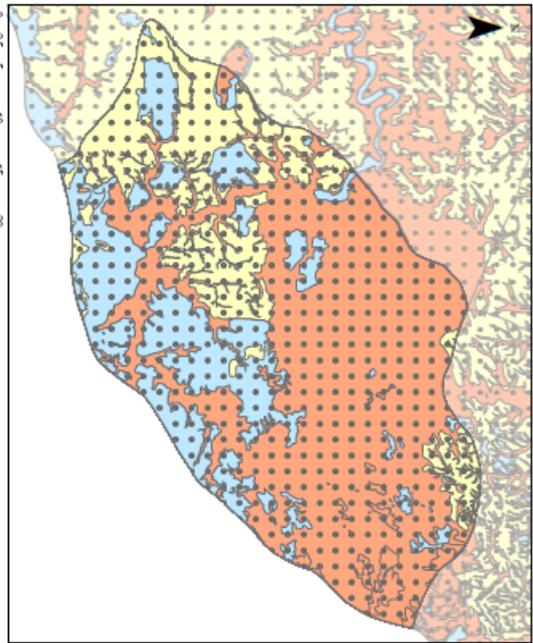
Craie de la vallée de la Somme amont

FRAG313 1368 Km2

Ecorché des entités BD/LISA liées à la MESO

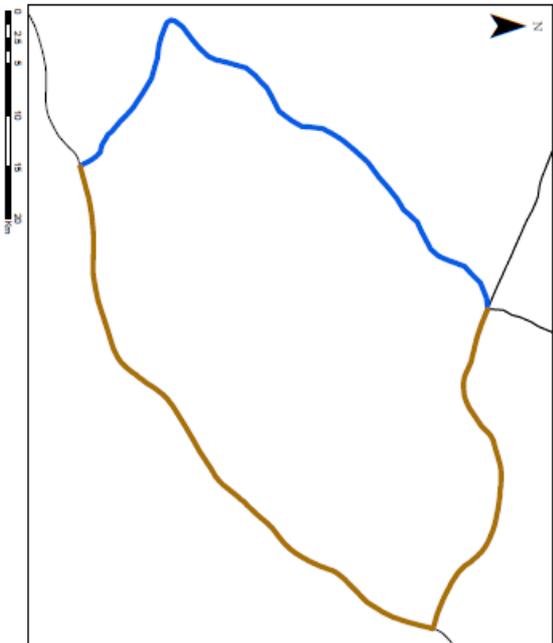
Auteur: BRGM
Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
Système de coordonnées: RG_1993_Lambert_93

Nature et milieu des formations affleurantes

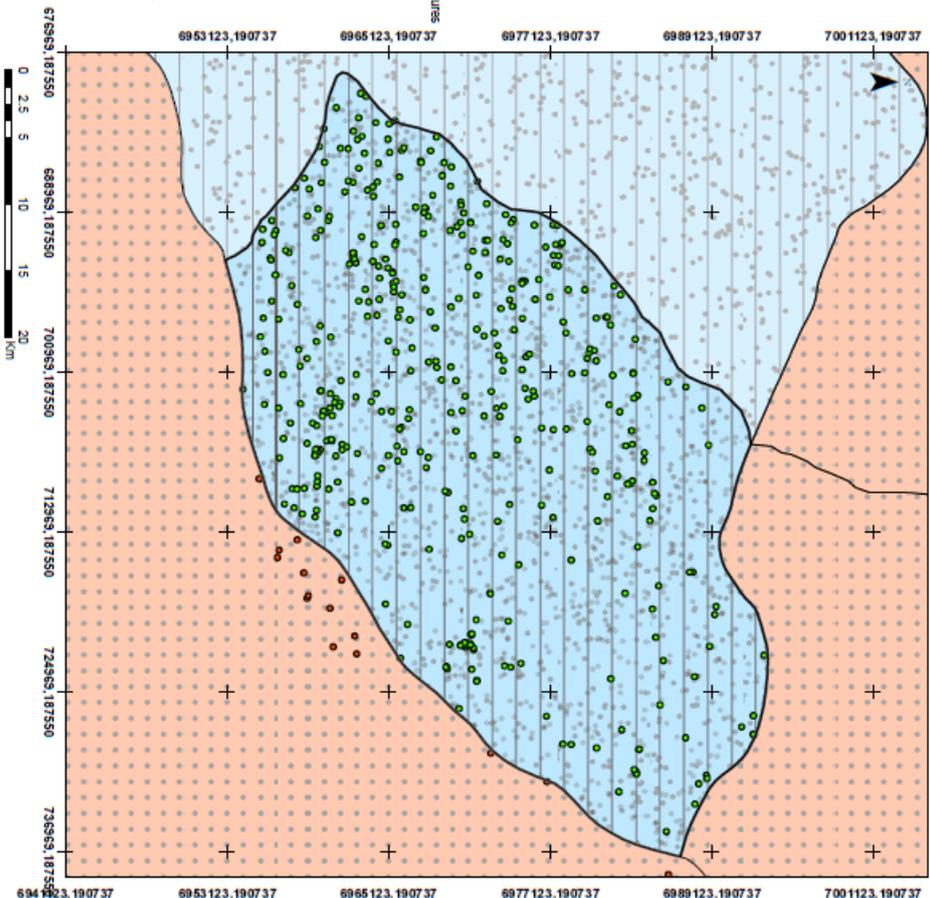


- Légende**
- Formations - Nature et milieu**
- Unité aquifère - Poroux
 - Unité aquifère - Fissure
 - Unité aquifère - Matricielle Fissures
 - Unité aquifère - Karstique Fissures
 - Unité semi-perméable - Fissure
 - Unité semi-perméable - Poroux
 - Unité impénétrable - Poroux
 - Unité impénétrable - Fissure

Nature des limites des masses d'eau souterraines (MESO)



- Légende**
- Nature des limites des MESO**
- Limite autre MESO
 - Trottoir de crête
 - Frontière Franco-Belge
 - Bassin versant
 - Ligne de découlement Orée pédonculaire
 - BD/LISA
 - AAC
 - Failles
 - Productivité - Crête
 - Productivité - Calcaire
 - Projet Scadinm



- Légende**
- Rattachement PE-MESO-BD/LISA**
- MESO, BD/LISA, Type rattachement, (nbr PE)
- FRAG313, 119, 1 (1)
 - FRAG313, 121, 1 (430)
 - FRAG313, 121, 2 (15)
- Entité BD/LISA liées à la MESO**
- Formation - Nature et milieu
 - 1218B01
 - 1218B02
 - 1218A01
 - 123C801
- Type rattachement:**
- 1 - Utilisation du code BD/LISA
 - 2 - Utilisation du rattachement MESO N - 1

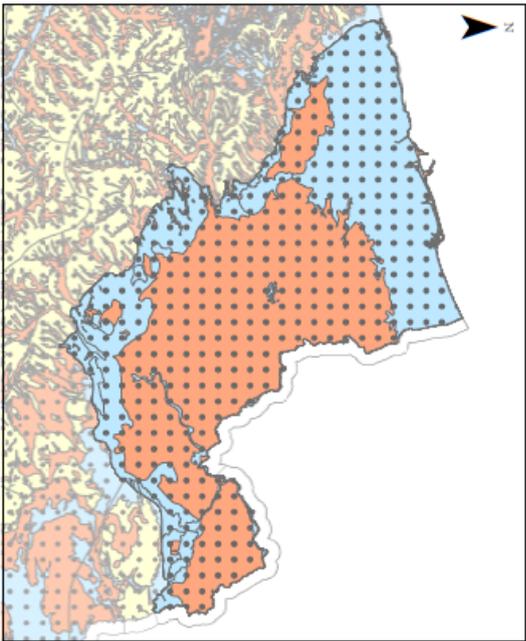


Sables du Landénien des Flandres

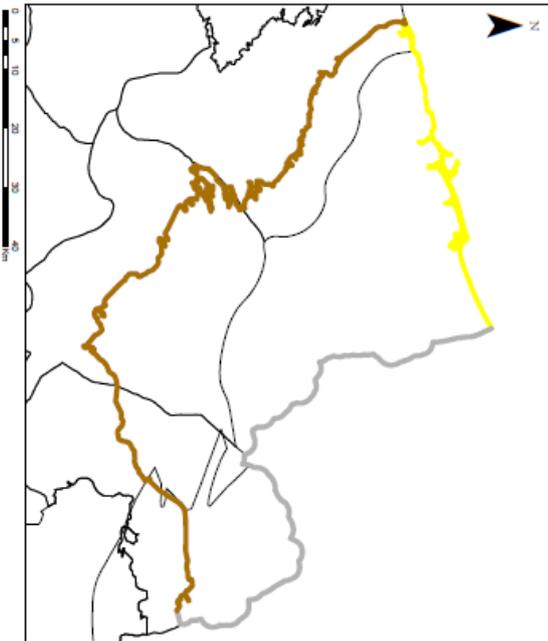
FRAG314 3093 Km2

Corchti des entités BDLISA liées à la MESO

Nature et milieu des formations affleurantes

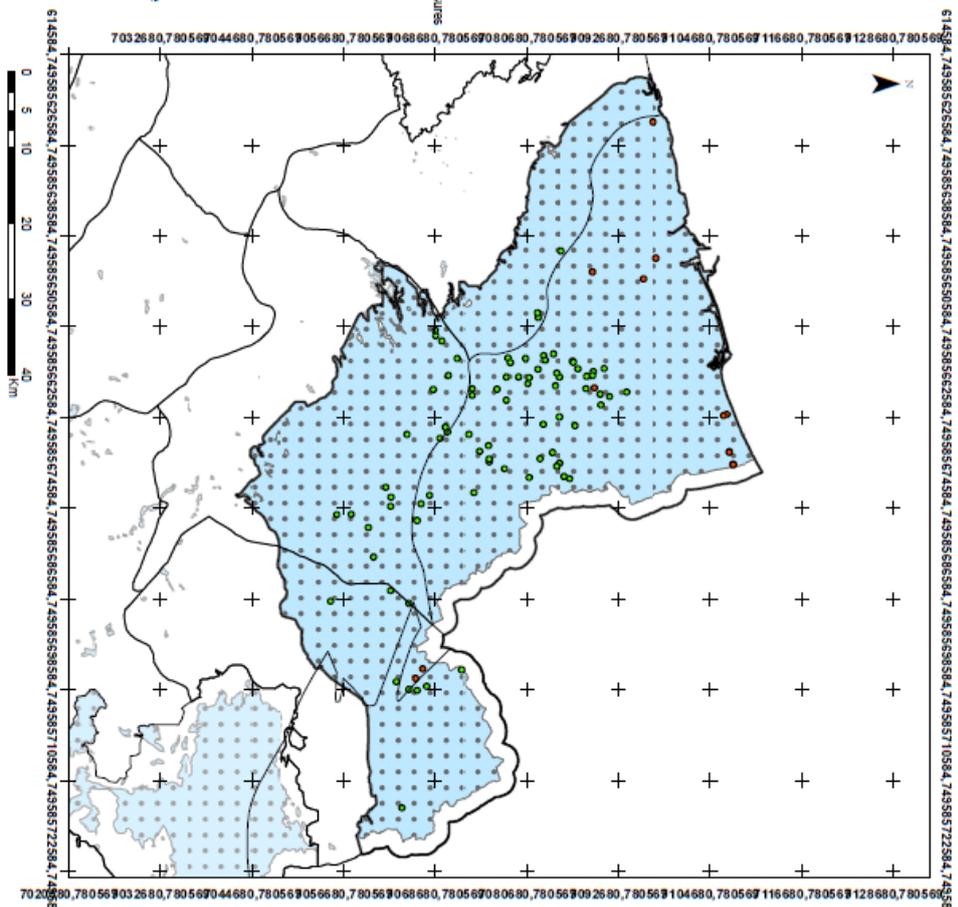


Nature des limites des masses d'eau souterraines (MESO)



- Légende**
- Formations - Nature et milieu**
- Inconnue
 - Unité aquifère - Poreux
 - Unité aquifère - Fissure
 - Unité aquifère - Matricielles Fissures
 - Unité aquifère - Karstique Fissures
 - Unité semi-perméable - Poreux
 - Unité semi-perméable - Fissure
 - Unité imperméable - Poreux
 - Unité imperméable - Fissure

- Légende**
- Nature des limites des MESO**
- Limite autre MESO
 - Trait de côte
 - Frontière Franco-Belge
 - Bassin versant
 - Ligne de recouvrement Crête piezométrique
 - BDLISA
 - AAC
 - Failles
 - Productivité - Craie
 - Productivité - Calcaire
 - Projet Scadin



- Légende**
- Rattachement PE-MESO-BDLISA**
- MESO, BDLISA, Type rattachement, (nbr PE)**
- FRAG314, 101, 2 (10)
 - FRAG314, 117, 1 (1)
 - FRAG314, 117, 2 (3)
 - FRAG314, 118, 1 (07)
 - FRAG314, 121, 1 (1)
- Entité BDLISA liées à la MESO**
- Formation - Nature et milieu**
- 119401
- Type rattachement:**
- 1 - Utilisation du code BDLISA
 - 2 - Utilisation du rattachement MESO N - 1

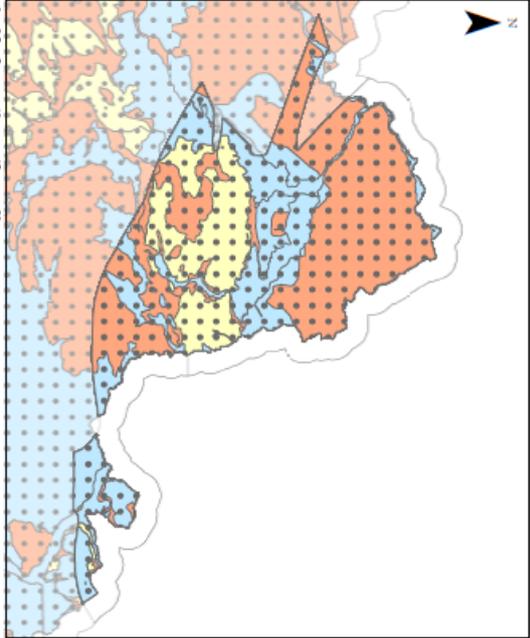


Calcaire Carbonifère de Roubaix-Tourcoing

FRAG315 824 Km2

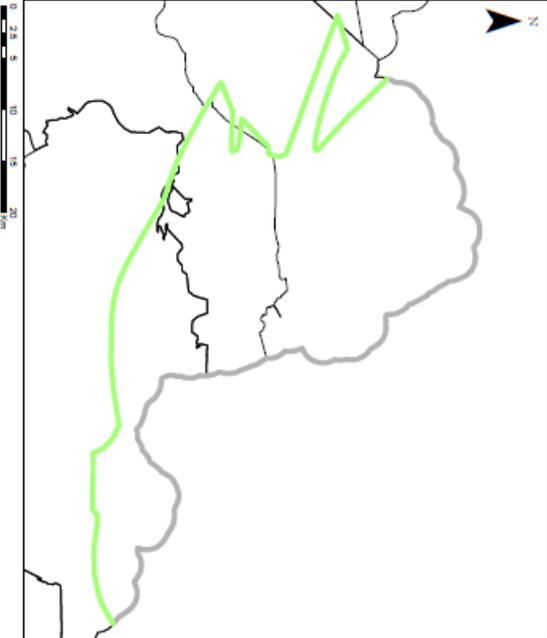
Auteur: BRGM
 Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
 Système de coordonnées: RGCF_1993_Lambert_93

Nature et milieu des formations affleurantes



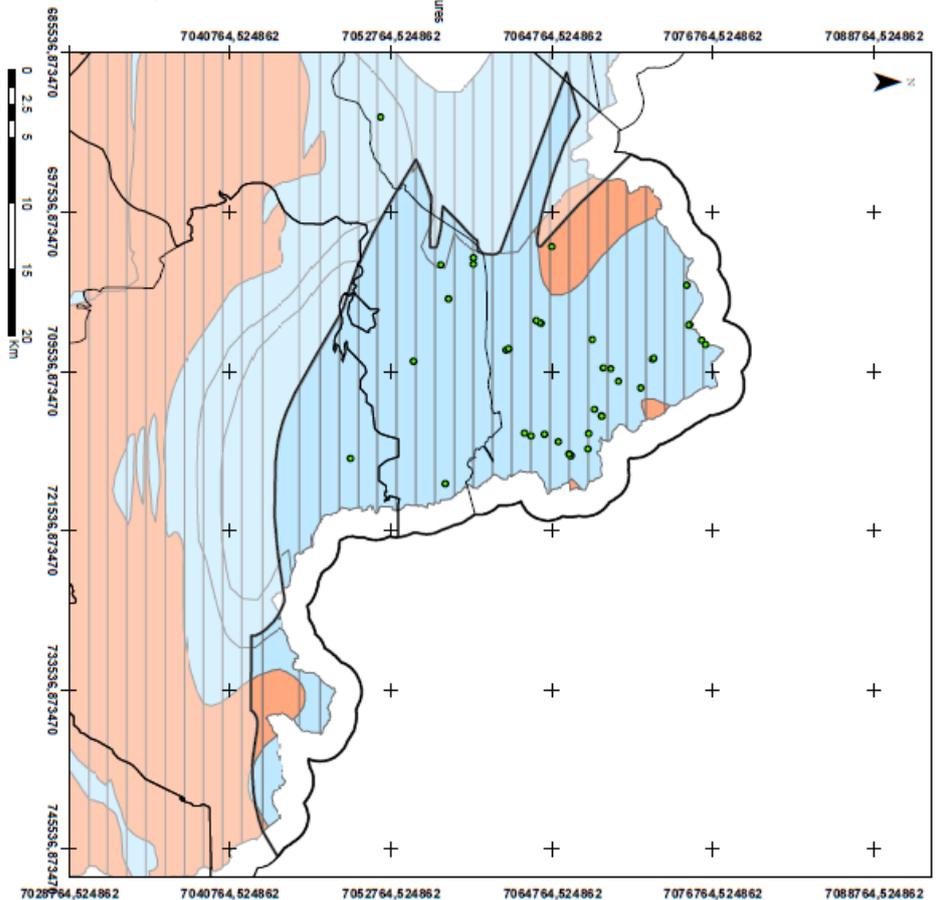
- Légende**
- Formations - Nature et milieu**
- Inconnue
 - Unité aquifère - Poreux
 - Unité aquifère - Fissuré
 - Unité aquifère - Matricielle / fissures
 - Unité aquifère - Karstique / fissures
 - Unité semi-perméable - Poreux
 - Unité semi-perméable - Matricielle / fissures
 - Unité imperméable - Poreux
 - Unité imperméable - Fissuré

Nature des limites des masses d'eau souterraines (MESO)



- Légende**
- Nature des limites des MESO**
- Limite autre MESO
 - Trait de côte
 - Frontière Franco-Belge
 - Bassin versant
 - Ligne de recouvrement / Orlé piezométrique
 - BDLUSA
 - AAC
 - Failles
 - Productivité - Craie
 - Productivité - Calcaire
 - Projet Scadin

Ecorché des entités BDLUSA liées à la MESO



- Légende**
- Rattachement PE-MESO-BDLUSA**
- MESO, BDLUSA, Type rattachement, (libr PE)
- 149A001
 - 149A001
 - 149A001
 - 149A001
- Entité BDLUSA liées à la MESO**
- 149A001
 - 149A001
 - 149A001
- Type rattachement:**
- 1 - Utilisation du code BDLUSA
 - 2 - Utilisation du rattachement MESO N - 1

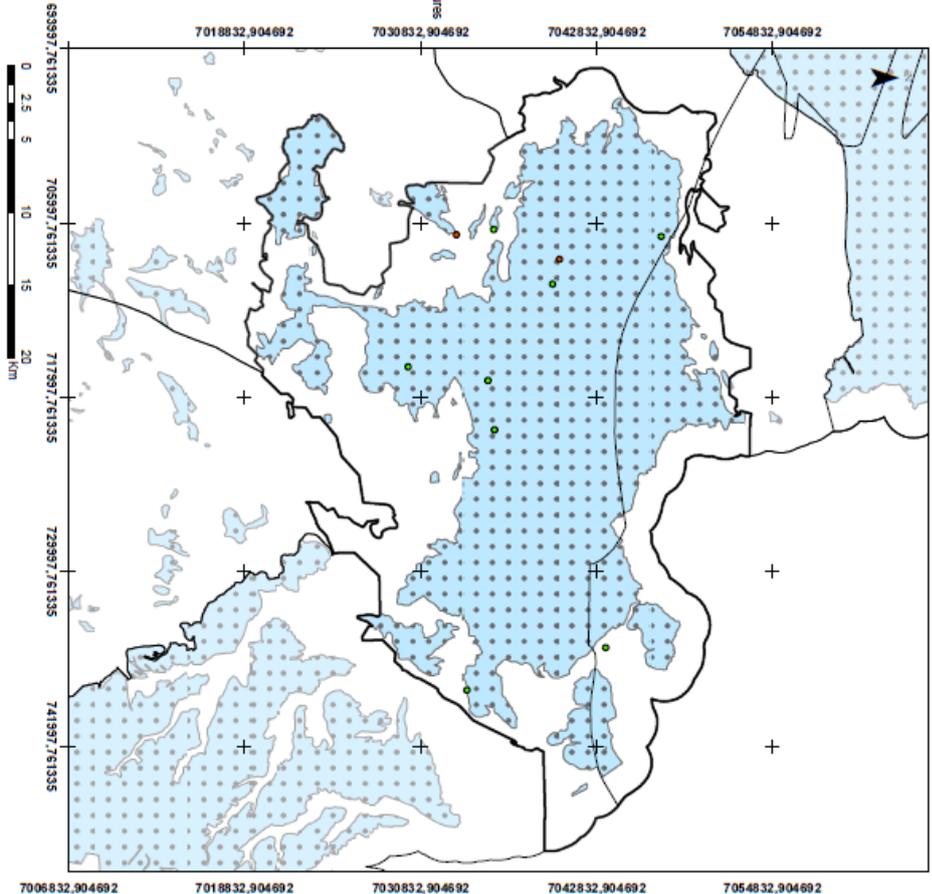
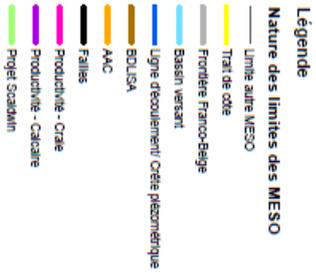
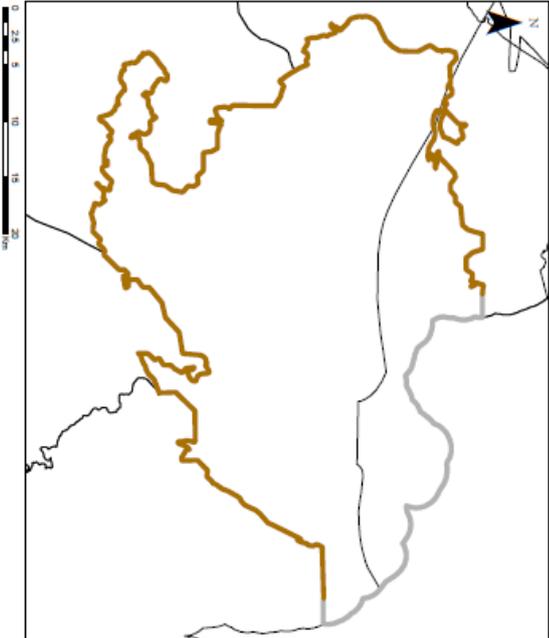
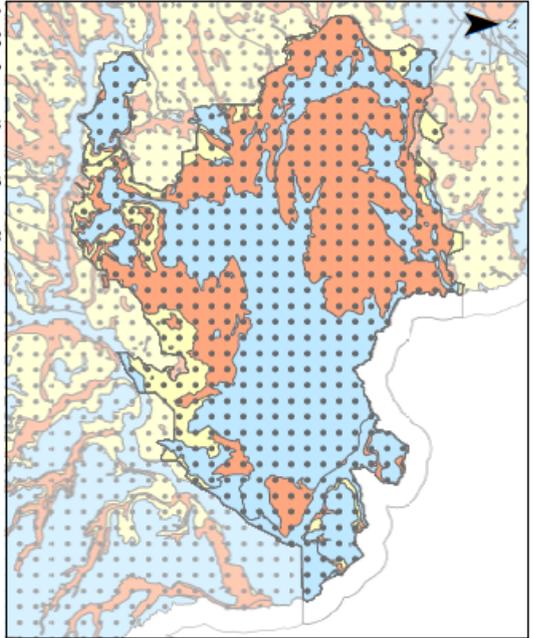


Sables du Landénien d'Orchies

FRAG318 1057 Km2

Ecorché des entités BDLISA liées à la MESO

Auteur: BRGM
Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
Système de coordonnées: RGF_1993_Lambert_93





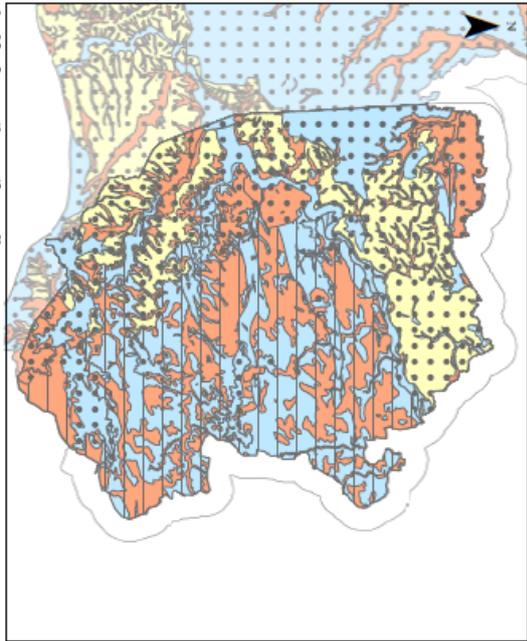
Calcaires de l'Avesnois

FRB2G316 1252 Km2

Ecorché des entités BDLISA liées à la MESO

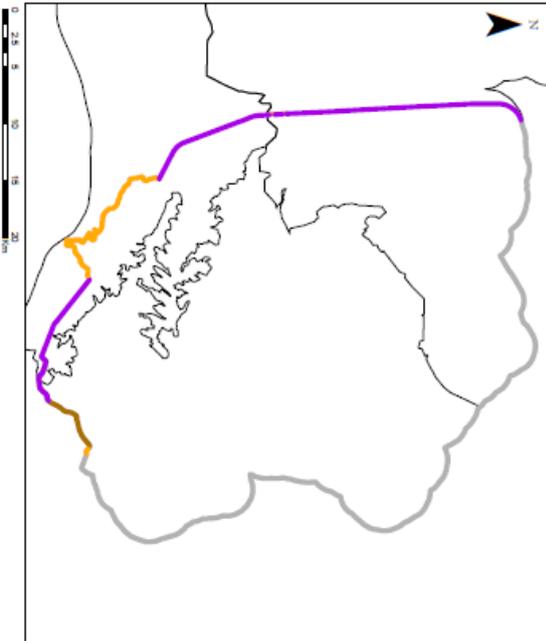
Auteur: BRGM
Sources de données: BRGM - Agence de l'eau Artois-Picardie
Système de coordonnées: RGF_1993_Lambert_93

Nature et milieu des formations affleurantes

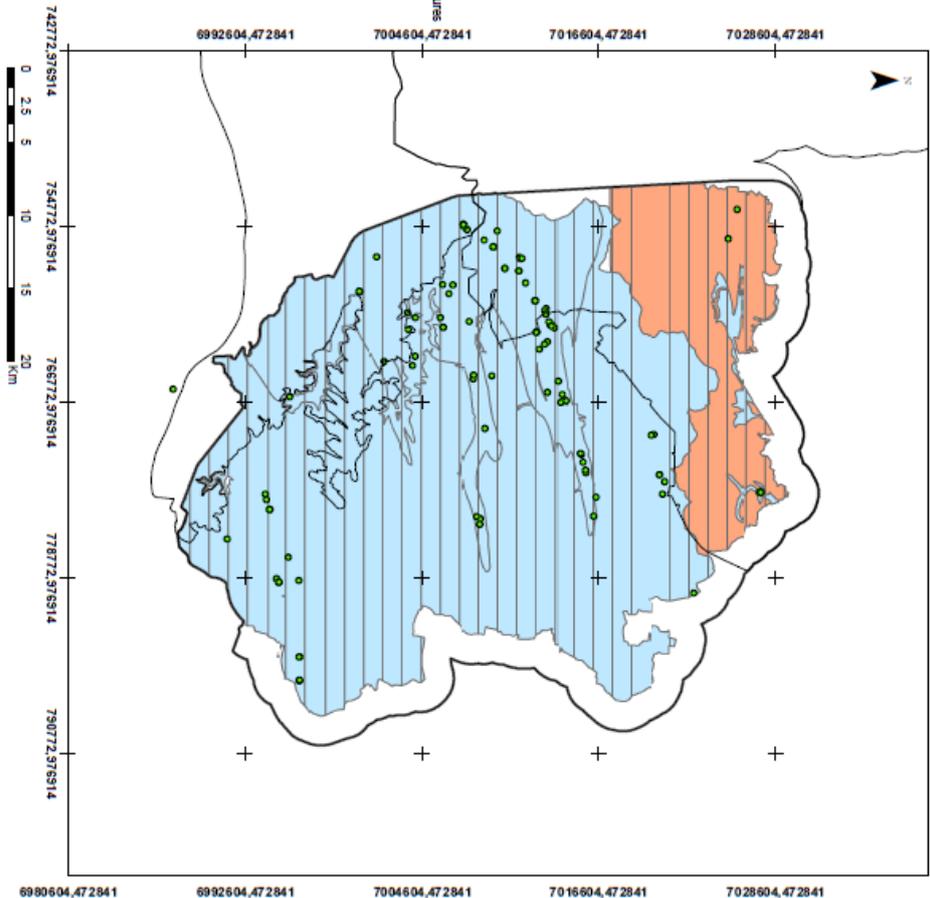


- Légende**
- Formations - Nature et milieu**
- Inconnue
 - Unité aquifère - Poreux
 - Unité aquifère - Fissuré
 - Unité aquifère - Matricielle / fissures
 - Unité aquifère - Karstique / fissures
 - Unité semi-perméable - Poreux
 - Unité semi-perméable - Matricielle / fissures
 - Unité imperméable - Poreux
 - Unité imperméable - Fissuré

Nature des limites des masses d'eau souterraines (MESO)



- Légende**
- Nature des limites des MESO**
- Limite autre MESO
 - Trait de côte
 - Frontière Franco-Belge
 - Bassin versant
 - Ligne de découlement / Crête piezométrique
 - BDLISA
 - AAC
 - Failles
 - Productivité - Crête
 - Productivité - Calcaire
 - Profil oceanin



- Légende**
- Rattachement PE-MESO-BDLISA**
- MESO, BDLISA, Type rattachement (Intr PE)
- FRB2G316_121_1(1)
 - FRB2G316_149_1(100)
 - FRB2G316_914_1(1)
- Entité BDLISA liées à la MESO**
- 149A021
 - 149A031
 - 149A033
- Type rattachement:**
- 1 - Utilisation du code BDLISA
 - 2 - Utilisation du rattachement MESO N - 1



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale “Hauts-de-France”
Arteparc Bâtiment A
2 Rue des Peupliers
59810 Lesquin – France
Tél. : 03 20 19 15 40