



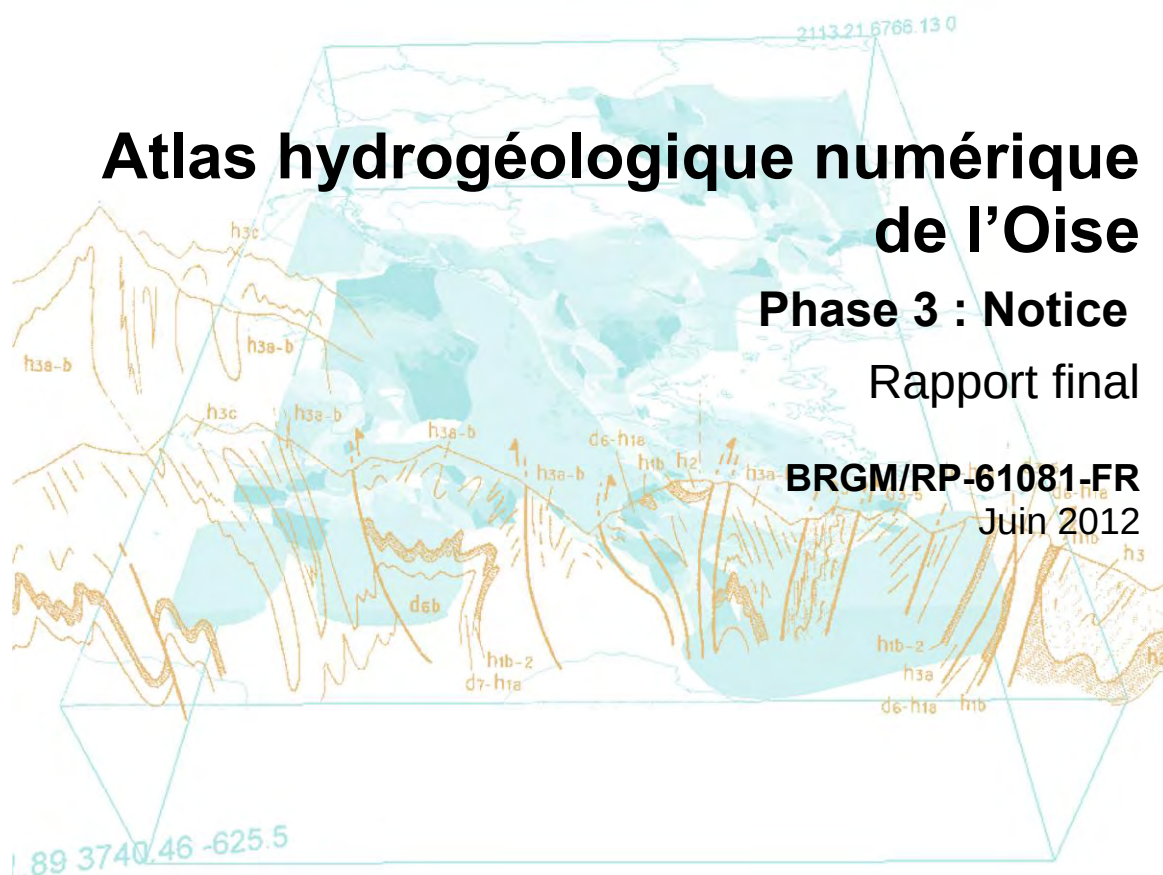
Atlas hydrogéologique numérique de l'Oise

Phase 3 : Notice

Rapport final

BRGM/RP-61081-FR

Juin 2012



Atlas hydrogéologique numérique de l'Oise

Phase 3 : Notice

Rapport final

BRGM/RP-61081-FR

Juin 2012

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 10EAU156

V. Bault, J. Borde, R. Follet, A. Laurent, B. Tourlière

Avec la collaboration de **E. Leveau et V. Willefert**

Vérificateur :

Nom : J.J. Seguin

Date : 29/06/2012

Signature :

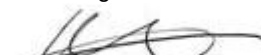


Approbateur :

Nom : D. Maton

Date : 02/07/2012

Signature :



En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.



Mots clés : atlas, hydrogéologie, hydrologie, eau souterraine, eau superficielle, nappe, aquifère, bilan hydrologique, paramètres hydrodynamiques, données climatiques, piézométrie, SIG, Oise, Picardie.

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

Bault V., Borde J., Follet R., Laurent A., Tourlière B. avec la collaboration de **Leveau E. et Willefert V.** (2012) – Atlas hydrogéologique numérique de l'Oise. Phase 3 : Notice. Rapport final. BRGM/RP-61081-FR, 320 p., 81 ill., 55 tab., 2 ann., 1 cd-rom, 1 carte A0.

Synthèse

Constatant que le support et le contenu de l'atlas hydrogéologique du département de l'Oise, publié en 1987, ne répondaient plus aux besoins actuels d'informations et de consultation de ces données, le BRGM a proposé au Conseil Général de l'Oise et aux Agences de l'eau Seine-Normandie et Artois-Picardie d'en réaliser une nouvelle édition sous forme numérisée.

La présente notice fait état de l'essentiel des connaissances actuelles sur les eaux souterraines du département. Le texte est illustré de nombreuses cartes, graphiques et tableaux et est complété par un lexique et une bibliographie des principaux travaux consultés.

La notice traite des conditions physiques et climatiques du département ainsi que de sa géologie, notamment au travers d'un modèle géologique.

Elle détaille les ressources en eaux superficielles et souterraines, et particulièrement les régimes et caractéristiques des cours d'eau principaux et des aquifères du Trias au Quaternaire (alluvions), ainsi que les relations entre ces différents milieux. Un aperçu de la qualité et de la vulnérabilité des eaux souterraines est en outre proposé, complété par des fiches de synthèse issues des informations du portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines ADES.

L'exploitation des eaux superficielles et souterraines est abordée pour les usages domestiques, industriels et agricoles, en particulier au niveau des bassins versants de la Brèche, de la Divette et de la Nonette. Une synthèse bibliographique des ressources géothermiques des aquifères superficiels et profonds du département est intégrée.

Un volet sur les risques naturels permet de détailler les problématiques importantes du département en termes d'inondations par débordement de cours d'eau ou par remontée de nappe, de mouvements de terrain et d'érosion des sols.

Enfin, les impacts des changements climatiques sur les eaux souterraines sont évoqués succinctement.

Le corps principal de l'atlas hydrogéologique numérique est constitué d'un Système d'Informations Géographiques (SIG) qui rassemble les données sur la géologie, les eaux souterraines, les eaux superficielles, les risques naturels de l'Oise. Cet outil permet à l'utilisateur une puissance de calcul dans le traitement de données géoréférencées et une réelle souplesse dans l'édition de cartes thématiques. Un guide sur l'utilisation des données est présenté à la fin de la notice.

Réalisée sur une feuille A0, une carte hydrogéologique départementale complète l'atlas. Elle représente une synthèse de l'ensemble de données rassemblées.

Sommaire

Introduction.....	13
1. Rappel des objectifs	15
1.1. L'ATLAS HYDROGEOLOGIQUE NUMERIQUE DE L'OISE.....	15
1.2. PHASE 1 : RECUEIL DES DONNEES ET FAISABILITE.....	16
1.3. PHASE 2 ET 3 : REALISATION DE LA NOTICE, DES CARTES ET DE LA GEODATABASE	17
2. Conditions physiques et climatiques	19
2.1. APERÇU GEOGRAPHIQUE	19
2.1.1. Démographie.....	19
2.1.2. Activités humaines	20
2.1.3. Voies de communication	22
2.1.4. Occupation des sols	22
2.1.5. Morphologie et régions naturelles.....	23
2.2. ELEMENTS DE CLIMATOLOGIE	30
2.2.1. Températures.....	31
2.2.2. Insolation.....	35
2.2.3. Pluviométrie	36
2.2.4. Evapotranspiration et pluies efficaces	38
2.2.5. Recharge des nappes	39
2.3. GEOLOGIE	40
2.3.1. Modèle géologique.....	41
2.3.2. Lithostratigraphie.....	55
2.3.3. Aperçu structural	87
3. Ressources en eau	89
3.1. EAUX DE SURFACE.....	89
3.1.1. Régimes et caractéristiques des cours d'eau	89
3.1.1. Réseaux d'observation.....	99
3.1.2. Qualité des eaux superficielles.....	100
3.2. EAUX SOUTERRAINES	102
3.2.1. Caractérisation des aquifères.....	102
3.2.2. Paramètres hydrodynamiques.....	119
3.2.3. Réseau de suivi quantitatif	129
3.3. RELATIONS ENTRE NAPPES ET COURS D'EAU	133

3.4. QUALITE ET VULNERABILITE DES EAUX SOUTERRAINES	139
3.4.1. Fond géochimique.....	139
3.4.2. Réseaux de surveillance de la qualité	145
3.4.3. Qualité des eaux souterraines et principales pollutions observées	147
3.4.4. Vulnérabilité	151
3.4.5. Prévention des pollutions des captages AEP	154
3.5. SAGE	155
4. Exploitation des eaux superficielles et souterraines.....	161
4.1. PRELEVEMENTS	161
4.1.1. Usage eau potable	169
4.1.2. Usage agricole	170
4.1.3. Usage industriel	170
4.2. BILANS HYDROLOGIQUES	171
4.2.1. Données collectées	171
4.2.2. Equation du bilan hydrologique	172
4.2.3. Imprécisions des données et hypothèses de travail.....	173
4.2.4. Bassin versant de la Brèche	175
4.2.5. Bassin versant de la Nonette.....	191
4.2.6. Bassin versant de la Divette	206
4.3. GEOTHERMIE	221
4.3.1. Géothermie très basse température	221
4.3.2. Géothermie basse température	223
4.3.3. Géothermie moyenne et haute température sur les aquifères profonds	225
4.3.4. Exemples d'exploitation géothermique	226
5. Risques naturels	227
5.1. INONDATIONS	227
5.1.1. Débordement de cours d'eau	227
5.1.2. Sensibilité aux remontées de nappes.....	230
5.1.3. Inondations de 2001-2002.....	233
5.2. MOUVEMENTS DE TERRAIN	239
5.3. EROSION DES SOLS.....	243
6. Impacts du changement climatique.....	247
6.1. EVOLUTION ET TENDANCES CLIMATIQUES	247
6.2. IMPACTS SUR LES EAUX SOUTERRAINES.....	248
7. SIG et carte départementale	249

7.1. SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG).....	249
7.1.1. La géodatabase sous ArcCatalog (© ESRI)	250
7.1.2. Les cartes thématiques dans ArcMap (© ESRI)	254
7.1.3. Descriptif des cartes thématiques et de leur classe d'entités.....	259
7.2. CARTE DEPARTEMENTALE.....	283
8. Conclusion	287
9. Lexique	289
10. Glossaire.....	299
11. Bibliographie	301

Liste des illustrations

Illustration 1 – Carte du relief de l'Oise.	25
Illustration 2 - Carte des régions naturelles de l'Oise.	27
Illustration 3 - Evolution des températures minimales et maximales à Beauvais entre 2001 et 2011.	32
Illustration 4 – Carte de localisation des stations météorologiques du département de l'Oise.	33
Illustration 5 - Durée moyenne mensuelle d'ensoleillement à Beauvais.	35
Illustration 6 - Evolution des précipitations mensuelles et comparaison à la normale à Beauvais entre 2001 et 2011.	37
Illustration 7 – Répartition des précipitations annuelles dans l'Oise.....	38
Illustration 8 - Pile stratigraphique utilisée pour le calcul du modèle géologique.	42
Illustration 9 - Carte géologique synthétique adaptée au modèle du département de l'Oise.	45
Illustration 10 – Répartition des logs géologiques sélectionnés pour la construction du modèle géologique.	49
Illustration 11 – Répartition des forages recoupant les formations du Tertiaire.	50
Illustration 12 – Répartition des forages recoupant les formations du Crétacé supérieur (craie) et/ou du Crétacé inférieur (Albien).....	51
Illustration 13 – Répartition des forages recoupant les formations du Jurassique et du substratum.....	52
Illustration 14 – Tracés des coupes géologiques.....	53
Illustration 15 – Coupes géologiques.....	54

Illustration 16 - Sondage du château d'eau de Montjavoult (Soissonnais) – Code BSS : 01258X0203.....	62
Illustration 17 – Coupe géologique de la région de Méru.	63
Illustration 18 - Sondage de Saint-Maur (Région de Montdidier) – Code BSS : 00816X0001.....	75
Illustration 19 - Sondage de Mortefontaine (Région d'Attichy) – Code BSS : 01057X0012.....	76
Illustration 20 - Sondage des Marais (Région de Beauvais) – Code BSS : 01027X0009.	81
Illustration 21 - Sondage de Crevecœur le grand – Code BSS : 00795X0042.	82
Illustration 22 – Carte des bassins hydrographiques du département de l'Oise.	91
Illustration 23 - Débits moyens mensuels de l'Oise à Sempigny calculés sur 55 ans.	93
Illustration 24 - Débits moyens mensuels de l'Oise à Pont-Sainte-Maxence calculés sur 50 ans.....	94
Illustration 25 - Débits moyens mensuels de l'Aisne à Trosly-Breuil calculés sur 42 ans.	95
Illustration 26 - Débits moyens mensuels du Thérain à Meysel calculés sur 42 ans.	96
Illustration 27 - Débits moyens mensuels de l'Aronde à Clairoix calculés sur 45 ans.....	97
Illustration 28 – Débit moyens mensuels de l'Automne à Saintines calculés sur 45 ans.	97
Illustration 29 - Données sur les paramètres hydrodynamiques du département de l'Oise.	123
Illustration 30 - Coefficient d'emmagasinement du département de l'Oise.	124
Illustration 31 - Débits spécifique du département de l'Oise.....	125
Illustration 32 - Transmissivités du département de l'Oise.	126
Illustration 33 - Débits spécifiques et transmissivités des ouvrages implantés dans la craie en fonction de leur zone d'implantation.....	128
Illustration 34 – Carte du réseau piézométrique de l'Oise.	131
Illustration 35 – Carte des prélèvements superficiels et souterrains dans le département de l'Oise en 2010.	163
Illustration 36 - Evolution des prélèvements superficiels et souterrains dans le département de l'Oise entre 1994 et 2010.....	165
Illustration 37 - Répartition des prélèvements par origine et par usage dans le département de l'Oise entre 1994 et 2010.....	166
Illustration 38 - Carte des prélèvements en eau superficiels dans le département de l'Oise en 2010.	167
Illustration 39 - Carte des prélèvements en eau de souterraine dans le département de l'Oise en 2010.	168
Illustration 40 – Localisation du bassin versant de la Brèche.	176
Illustration 41 – Débit moyen mensuel de la Brèche à Nogent-sur-Oise.....	177
Illustration 42 – Carte géologique et hydrogéologique du bassin versant de la Brèche.....	179

Illustration 43 – Chroniques piézométriques de la nappe de la craie enregistrée à Catillon-Fumechon (00807X0015/S1).....	181
Illustration 44 – Répartition des prélèvements par origine et par usage dans le bassin de la Brèche.	182
Illustration 45 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Brèche – Année 2001.	183
Illustration 46 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Brèche – Année 2003.	184
Illustration 47 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Brèche – Année 2005.	185
Illustration 48 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Brèche – Année 2007.	186
Illustration 49 – Influence de la pluie efficace et de la recharge sur le piézomètre de Catillon-Fumechon (00807X0015/S1).....	189
Illustration 50 – Comparaison des entrées et des sorties sur le bassin de la Brèche.	190
Illustration 51 – Localisation du bassin versant de la Nonette.	191
Illustration 52 – Débit moyen mensuel de la Nonette à Courteuil.	192
Illustration 53 – Carte géologique et hydrogéologique du bassin versant de la Nonette.	195
Illustration 54 – Chroniques piézométriques de la nappe des calcaires du Lutétien enregistrées sur l'ouvrage de Fresnoy-le-Luat (01287X0017/S1).	197
Illustration 55 – Répartition des prélèvements par origine et par usage dans le bassin de la Nonette.	198
Illustration 56 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Nonette – Année 2001.	199
Illustration 57 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Nonette – Année 2003.	200
Illustration 58 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Nonette – Année 2005.	201
Illustration 59 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Nonette – Année 2007.	202
Illustration 60 – Influence de la pluie efficace et de la recharge sur le piézomètre de Fresnoy-le-Luat (01287X0017/S1).....	205
Illustration 61 – Comparaison des entrées et des sorties sur le bassin de la Nonette.	206
Illustration 62 – Localisation du bassin versant de la Divette.	207
Illustration 63 – Débit moyen mensuel de la Divette à Passel.	208
Illustration 64 – Carte géologique et hydrogéologique du bassin versant de la Divette.	210
Illustration 65 – Chroniques piézométriques de la nappe des sables de l'Yprésien enregistrées sur l'ouvrage de Chiry-Ourscamps (00825X0107/S1).	211
Illustration 66 – Répartition des prélèvements par origine et par usage dans le bassin de la Divette.	212

Illustration 67 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Divette – Année 2001.	213
Illustration 68 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Divette – Année 2003.	214
Illustration 69 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Divette – Année 2005.	215
Illustration 70 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Divette – Année 2007.	216
Illustration 71 – Influence de la pluie efficace et de la recharge sur le piézomètre de Chiry-Ourscamps (00825X0107/S1).	219
Illustration 72 – Comparaison des entrées et des sorties sur le bassin de la Divette.	220
Illustration 73 - Représentation schématique de la remontée de nappe de 2001-2002.	237
Illustration 74 – Le logiciel ArcCatalog (© ESRI).	251
Illustration 75 – Présentation des données dans ArcCatalog (© ESRI).	253
Illustration 76 – Présentation des métadonnées dans ArcCatalog (© ESRI).	254
Illustration 77 – Le logiciel ArcMap (© ESRI).	255
Illustration 78 – Visualisation des blocs de données dans ArcMap (© ESRI).	256
Illustration 79 – Arborescence de la table des matières dans ArcMap (© ESRI).	257
Illustration 80 – Utilisations des couches présentes dans la table des matières.	258
Illustration 81 – La barre d'outils « Atlas de l'Oise » dans ArcMap (© ESRI).	259

Liste des tableaux

Tableau 1 - Evolution de la population du département de l'Oise.	19
Tableau 2 - Evolution de la population des principales villes de l'Oise.	20
Tableau 3 - Superficie agricole du département de l'Oise.	21
Tableau 4 - Occupation des sols du département de l'Oise.	23
Tableau 5 - Normales 1971-2000 des températures minimales et maximales à Creil et Beauvais.	32
Tableau 6 - Normales 1971-2000 de la pluviométrie à Creil et Beauvais.	36
Tableau 7 - Couches géologiques recoupées par les logs sélectionnés.	48
Tableau 8 - Récapitulatif des données hydrodynamiques recueillies.	120
Tableau 9 - Caractéristiques hydrodynamiques des principaux aquifères du département de l'Oise.	121
Tableau 10 - Caractéristiques des ouvrages en fonction de leur localisation et de l'aquifère capté.	127

Tableau 11 – Calcul de la réserve utile globale des sols du bassin versant de la Brèche.	187
Tableau 12 – Bilan hydrologique annuel du bassin versant de la Brèche.	188
Tableau 13 – Calcul de la réserve utile globale des sols du bassin versant de la Nonette.	203
Tableau 14 – Bilan hydrologique annuel du bassin versant de la Nonette.	204
Tableau 15 – Calcul de la réserve utile globale des sols du bassin versant de la Divette.	217
Tableau 16 – Bilan hydrologique annuel du bassin versant de la Divette.	218
Tableau 17 - Exploitation géothermique de l'aquifère du Dogger dans le département de l'Oise.	226
Tableau 18 – Description de la classe d'entités associée aux communes, aux cantons, aux arrondissements et au département.	260
Tableau 19 – Description de la classe d'entités associée aux chefs-lieux.	260
Tableau 20 – Description de la classe d'entités associée aux villes principales.	261
Tableau 21 – Description de la classe d'entité associée aux bassins Seine-Normandie et Artois-Picardie.	261
Tableau 22 – Description de la classe d'entité associée à la limite des bassins Seine-Normandie et Artois-Picardie.	262
Tableau 23 – Description des classes d'entités associées aux prélèvements en eaux superficielles.	262
Tableau 24 – Description des classes d'entités associées aux stations hydrométriques.	263
Tableau 25 – Description des classes d'entités associées aux stations qualimétriques.	264
Tableau 26 – Description de la classe d'entités associée au réseau hydrographique global, aux plans d'eau et aux bassins versants.	265
Tableau 27 – Description de la classe d'entités associée aux cours d'eau géoréférencés par le Conseil Général.	265
Tableau 28 – Description de la classe d'entités associée aux zones humides.	266
Tableau 29 – Description de la classe d'entités associée aux pertes.	266
Tableau 30 – Description de la classe d'entités associée aux sources.	267
Tableau 31 – Description de la classe d'entités associée aux cressonnières.	267
Tableau 32 – Description de la classe d'entités associée aux stations météorologiques.	268
Tableau 33 – Description de la classe d'entités associée aux prélèvements en eaux souterraines.	269
Tableau 34 – Description de la classe d'entités associée aux paramètres hydrodynamiques.	270
Tableau 35 – Description de la classe d'entités associée aux aquifères.	270
Tableau 36 – Description de la classe d'entités associée aux masses d'eau souterraines.	271
Tableau 37 – Description de la classe d'entités associée aux stations piézométriques.	272

Tableau 38 – Description de la classe d'entités associée aux stations de mesure de la qualité des eaux.	272
Tableau 39 – Description de la classe d'entités associée à l'IDPR.	273
Tableau 40 – Description de la classe d'entités associée à la vulnérabilité intrinsèque.	273
Tableau 41 – Description de la classe d'entités associée au fond géochimique.....	274
Tableau 42 – Description de la classe d'entités associée aux piézométries.....	275
Tableau 43 – Description de la classe d'entités associée à la géothermie.	276
Tableau 44 – Description de la classe d'entités associée aux failles.	276
Tableau 45 – Description de la classe d'entités associée à la carte géologique synthétique.....	277
Tableau 46 – Description de la classe d'entités associée au modèle géologique.....	278
Tableau 47 – Description de la classe d'entités associée aux points BSS.	278
Tableau 48 – Description de la classe d'entités associée aux sites industriels et activités de service.....	279
Tableau 49 – Description de la classe d'entités associée aux stations d'épuration.....	279
Tableau 50 – Description de la classe d'entités associée aux cavités.	280
Tableau 51 – Description de la classe d'entités associée aux mouvements de terrain.	281
Tableau 52 – Description de la classe d'entités associée aux plans de prévention des risques d'inondation.	281
Tableau 53 – Description de la classe d'entités associée aux crues.	282
Tableau 54 – Description de la classe d'entités associée aux remontées de nappe.	282
Tableau 55 – Description de la classe d'entités associée au stockage de gaz.....	283

Liste des annexes

Annexe 1 Bilans hydrologiques des bassins de la Brèche, de la Nonette et de la Divette	309
Annexe 2 Liste détaillé des fichiers de couche	315

Introduction

La dernière version de l'atlas hydrogéologique du département de l'Oise, produite par le Ministère de l'Industrie, le Conseil Général de l'Oise, l'Agence financière de bassin Seine-Normandie et le BRGM, a été publiée en 1987 sur support « papier ». Elle comporte une notice explicative se rattachant à une cartographie au $1/100000$, datée de 1979, représentant, notamment, les courbes isopièzes « moyennes » de la nappe de la craie dans sa partie libre et un fond litho-stratigraphique simplifié des formations affleurantes, le tout représenté sur un fond topographique de l'IGN.

Cette version de l'atlas hydrogéologique de l'Oise n'est aujourd'hui plus éditée. Les données qu'elle contient ont plus de 20 ans et rendent son contenu obsolète. De plus la carte de la piézométrie moyenne de la nappe de la craie ne prend pas en compte les événements climatiques « extrêmes » à l'origine de remontées importantes de la nappe ou bien d'étiages sévères, survenus ces vingt-cinq dernières années.

Par ailleurs, le support papier de l'atlas est désormais supplanté par le développement des nouveaux outils que sont les systèmes d'informations géographiques (SIG). L'outil SIG permet d'ajouter aux données hydrogéologiques d'autres couches d'informations propres à chaque utilisateur.

Le Conseil général de l'Oise (CG60), l'Agence de l'eau Artois-Picardie (AEAP), l'Agence de l'eau Seine-Normandie (AESN), ainsi que différentes administrations picardes ont manifesté leur intérêt pour l'actualisation des données de cet atlas.

L'atlas hydrogéologique numérique de l'Oise s'articule autour de trois entités distinctes :

- la géodatabase, ou base de données géoréférencées, exploitable au moyen d'un SIG facilement actualisable et qui intègre un modèle géologique numérique et divers éléments cartographiques rassemblés thématiquement ;
- la carte hydrogéologique départementale sur support papier à vocation thématique ;
- la présente notice, qui se veut un document de synthèse et aborde des thématiques diverses ayant pour trait commun de se rapporter au sous-sol du département.

Ce projet a pour objectif la constitution d'un véritable outil d'aide à la décision dynamique en matière de gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau souterraine du département.

1. Rappel des objectifs

1.1. L'ATLAS HYDROGEOLOGIQUE NUMERIQUE DE L'OISE

Le projet a pour objectif de réaliser une version actualisée, complétée et numérisée de l'atlas hydrogéologique de l'Oise, utilisable sous SIG. Cette nouvelle version de l'atlas doit constituer un véritable outil d'aide à la décision en matière de gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau du département.

L'intérêt d'un tel outil, outre le fait qu'il regroupe diverses thématiques (connaissance géologique, piézométrie, qualité des eaux souterraines, risques naturels, géothermie, ...), est de mettre à disposition une synthèse des connaissances sur les aquifères facilement actualisable et diffusable. En effet, l'utilisation d'un SIG permet une utilisation simple et un accès rapide à l'information recherchée, ainsi qu'une facilité de mise à jour des données.

L'atlas hydrogéologique numérique de l'Oise répond à un triple objectif :

- collecter et mettre à la disposition des utilisateurs des informations et données issues d'études, rapports et thèses disponibles au BRGM ou accessibles dans les administrations régionales et départementales, les syndicats d'eau, les universités ;
- rassembler, structurer, consulter, exploiter sous une même interface (SIG) un ensemble de données cartographiques portant sur l'hydrogéologie et la géologie du département. Outre les cartes monothématiques, l'outil mettra à disposition ou permettra de créer des cartes élaborées obtenues par « croisement » des différentes couches d'information disponibles et par l'exploitation d'autres sources de données (BSS¹, ADES², Bdcavités³ et Bdmvt⁴). Parmi les cartes élaborées prévues, citons les cartes piézométriques basses eaux, moyennes eaux et hautes eaux de la nappe de la craie, la cartographie de la vulnérabilité des nappes aux pollutions issues de la méthode IDPR (l'Indice de Développement et de Persistance des « Réseaux ») et la cartographie de la sensibilité aux remontées de nappes ;
- faciliter la mise à jour des informations et données ainsi rassemblées.

¹ BSS : Banque de données du Sous-Sol - infoterre.BRGM.fr

² ADES : Accès aux Données sur les Eaux Souterraines - www.adeseaufrance.fr (site public) et bdes.BRGM.fr (site producteur)

³ Bdcavités : Cavités souterraines et effondrements associés - www.bdcavite.net

⁴ Bdmvt : Mouvements de terrain (glissements de terrain, éboulements, effondrements, coulées de boue...) - www.bdmvt.net

1.2. PHASE 1 : RECUEIL DES DONNEES ET FAISABILITE

La phase 1 a fait l'objet d'un premier rapport d'avancement :

Bault V., Tourlière B. avec la collaboration de Leveau E. (2010) – Atlas hydrogéologique numérique de l'Oise. Phase 1 : Recueil des données et proposition du contenu de l'atlas. Rapport d'avancement. BRGM/RP-58807-FR, 83 p., 20 ill., 6 tab.

Cette phase avait pour objectif, dans un premier temps, de collecter toutes les informations existantes requises pour la réalisation de l'atlas. Les données bibliographiques du BRGM et celles de la Banque de Données du Sous-Sol (BSS) ont été complétées par les données mises à disposition par le Conseil général de l'Oise, les Agences de l'eau, la DREAL de Picardie, la Direction Départementale des Territoires de l'Oise (DDT60), l'Agence Régionale de Santé (ARS) de Picardie, Météo-France.

Les dossiers de la BSS contenant des informations sur les paramètres hydrodynamiques des nappes (perméabilité, transmissivité, coefficient d'emmagasinement, débit spécifique) ont été extraits et rassemblés en un couche SIG qui décrit le fonctionnement des aquifères.

Dans un second temps, une réflexion a été engagée afin de préciser les traitements de données à entreprendre ainsi que la forme des documents à fournir (faisabilité de l'atlas).

Le premier volet de cette collecte a permis l'analyse et le traitement des données géométriques, géologiques et hydrogéologiques des aquifères : logs géologiques validés, cartes géologiques vectorisées et harmonisées au $1/50000$, données sur les réservoirs aquifères et toutes informations utiles à la construction du modèle géologique.

Le second volet a concerné la climatologie, la piézométrie et la collecte des données nécessaires pour établir, au cours des phases suivantes, un bilan hydrologique quantitatif des ressources en eau souterraine sur les trois bassins versants du département identifiés lors de la réunion de phase 1 intermédiaire en mars 2010 (Nonette, Divette, Brèche). Ces bilans reposent sur l'estimation des flux d'eau en utilisant la recharge estimée d'une part et les volumes sortants d'autre part.

Le troisième volet a consisté à réfléchir sur la manière dont les données sur la qualité des eaux souterraines et la vulnérabilité de la ressource pourront être intégrées au document final.

Enfin, les volets « risques naturels », « érosion », et « géothermie » ont permis l'inventaire des données cartographiques disponibles relatives au risque d'inondation (sensibilité aux remontées de nappe), aux risques de mouvements de terrain, à l'érosion et à la géothermie.

1.3. PHASE 2 ET 3 : REALISATION DE LA NOTICE, DES CARTES ET DE LA GEODATABASE

La phase 2 a été l'occasion d'élaborer une première version de la notice :

Bault V. et Follet R. (2011) – Atlas hydrogéologique numérique de l'Oise. Phase 2 : Notice. Rapport d'avancement. BRGM/RP-59757-FR, 168 p., 22 ill., 11 tab.

Le modèle géologique a été construit à partir des données rassemblées et traitées durant la phase 1. Des cartes de la géométrie (isohypses des contacts géologiques, isopaques, limites d'extension, affleurements) des différentes formations géologiques aquifères ont été réalisées. Ce modèle a également permis le tracé de deux coupes hydrogéologiques.

Différentes cartes hydrogéologiques et plusieurs propositions de fiches de synthèse de la qualité des eaux souterraines ont été présentées lors de réunions du comité de pilotage.

Lors de la phase 3, l'ensemble de ces documents a été complété et modifié selon les remarques formulées, après relecture des membres du comité de pilotage. La notice a également été augmentée de cartes, tableaux et illustrations, de bilans hydrogéologiques sur les bassins versants de la Brèche, de la Nonette et de la Divette, d'un lexique ainsi que d'un guide sur l'utilisation et les limites des données présentées dans l'atlas numérique.

Enfin, la géodatabase a été mise en forme, rassemblant les données numériques ainsi que les métadonnées sur la géologie, les eaux souterraines, les eaux superficielles et les risques naturels du département de l'Oise.

2. Conditions physiques et climatiques

2.1. APERÇU GEOGRAPHIQUE

Le département de l'Oise se présente globalement comme un rectangle long de 100 km et large de 60 km, environ, d'une superficie voisine de 5900 km².

2.1.1. Démographie

En 2007, d'après le recensement INSEE, le département de l'Oise comptait 796 619 habitants (Tableau 1), répartis sur 693 communes, 41 cantons, 4 arrondissements.

L'Oise est le département le plus dense et le plus peuplé de la région picarde, mais connaît, depuis les années 1990, un déficit migratoire (-0,14% par an, de 1999 à 2006) que l'excédent des naissances sur les décès (0,63% par an de 1999 à 2006) parvient néanmoins à compenser. Ainsi, le taux d'accroissement de la population diminue au fil des ans et reste faible par rapport à la moyenne de la métropole française (0,69% en 2006). La croissance de la population reste assez homogène sur l'ensemble du territoire.

	1968	1975	1982	1990	1999	2006
Population	540 988	606 320	661 781	725 603	766 313	796 619
Densité moyenne (hab/km ²)	92,3	103,5	112,9	123,8	130,8	135,9
Variation annuelle moyenne (%)	-	+1,6	+1,3	+1,2	+0,6	+0,5

Source : INSEE, recensements de la population de 1968 à 1990 (dénombrements) – recensements de la population de 1999 à 2006 (exploitations principales).

Tableau 1 - Evolution de la population du département de l'Oise.

On dénombre 12 agglomérations de plus de 10 000 habitants sur le département (Tableau 2). La plupart d'entre elles et les plus importantes sont bâties dans les vallées, principalement celle de l'Oise qui constitue un axe de communication naturelle privilégié. Creil, ville la plus densément peuplée (3 000 hab/km² en 2006), et Clermont se distinguent par une augmentation rapide de leur population, respectivement +1,3% et +1,5% en moyenne depuis 1999. La population des autres grandes agglomérations reste stable ou connaît un déficit migratoire important, souvent au profit de la périphérie rurale. En revanche, trois quarts des petites communes, rurales ou périurbaines, voient leur population progresser entre 1999 et 2006.

	Beauvais	Chantilly	Clermont	Compiègne	Crépy-en-Valois	Creil
Population 1999	55 371	10 916	9 697	41 228	14 422	30 671
Population 2006	55 481	11 045	10 748	42 036	14 289	33 479
Variation annuelle moyenne (%)	+0,03%	+0,17%	+1,48%	+0,28%	-0,13%	+1,26%

	Nogent-sur-Oise	Noyon	Méru	Montataire	Pont-Sainte-Maxence	Senlis
Population 1999	19 150	14 465	12 704	12 042	12 433	16 314
Population 2006	19 257	14 260	12 651	12 209	12 128	16 452
Variation annuelle moyenne (%)	+0,08%	-0,20%	-0,06%	+0,20%	-0,35%	+0,12%

Source : INSEE, recensements de la population de 1999 à 2007

Tableau 2 - Evolution de la population des principales villes de l'Oise.

2.1.2. Activités humaines

Les voies de communication, les activités logistiques et commerciales ainsi que les villes et villages se sont développés depuis l'après-guerre, notamment dans le sud et dans les vallées. Ainsi, le sud du département s'est d'abord développé avant les années 1960 afin de répondre aux besoins des grandes entreprises industrielles du bassin creillois puis sous l'influence de la région parisienne et de l'aéroport Roissy-Charles de Gaulle.

a) L'industrie

Les principales activités industrielles occupent plus de 20% de la population active en 2007 (14,8% en moyenne nationale) et représentent près de 4 000 entreprises dans le département de l'Oise. Elles se localisent dans la vallée de l'Oise à Compiègne, Creil et Pont-Sainte-Maxence et dans la vallée du Thérain à Beauvais. Tous les secteurs d'activité sont présents sur le département, notamment la chimie à Compiègne et la plasturgie dans le sud, la métallurgie et la transformation des métaux, les industries agricoles et alimentaires ainsi que les industries des biens d'équipements mécaniques vers Beauvais.

Certaines anciennes zones d'activités, tels que les sites d'extraction (gravières) et les sites industriels (manufactures) implantés dans les vallées humides, ont été abandonnées ou reconverties.

b) L'agriculture

Le département est resté majoritairement agricole et rural. En 2007, l'agriculture employait 2% de la population active.

La superficie des terres agricoles (Tableau 3) est nettement prépondérante, avec cependant une certaine diversité dans le mode d'utilisation du sol en fonction des spécificités des différentes régions (sols, climat, histoire agricole) : céréales, colza, betteraves et fourrages sur le Plateau Picard et dans le Noyonnais ; céréales et légumes dans le Clermontois, le Valois, le Pays de Thelle et le Vexin ; prairies et élevage dans le Pays de Bray.

Le remembrement et l'arrachage des haies ont favorisé le développement de grandes cultures. Les céréales, blé tendre essentiellement mais également orge et maïs, dominent largement (56% de la surface agricole utile (SAU) en 2009). Le colza, comme d'autres protéagineux (tournesol et soja) est en augmentation (4% de la SAU en 1988, 5% en 2000 et 10% en 2009). Les cultures de légumes, tels que le petit pois, sont en progression. Enfin, la betterave industrielle recule (11% de la SAU en 1988 et 9,5% en 2009).

Par contre l'élevage, en particulier de bovins, est en régression alors que l'élevage des volailles, poules, poulets et canards, est en progression.

	1988	2000	2009
Superficie Agricole Utilisée SAU (ha)	375 522	372 538	371 696
Terres arables (ha)	329 389	334 579	335 128
Terres arables exploitées pour céréales (ha)	211 392	202 393	207 600
Superficie fourragère principale (ha)	63 295	50 589	50 100
Superficies toujours en herbe (ha)	44 947	36 637	34 750
Nombre d'exploitations professionnelles	4 239	2 960	2 458

Source : Agreste Picardie, recensements agricoles, 1988, 2000 et 2009

Tableau 3 - Superficie agricole du département de l'Oise.

c) La construction, les commerces, transports et services

En 2007, les entreprises de construction employaient 6,5% de la population active et les entreprises tertiaires plus de 70%.

Les secteurs de services, moins représentés qu'au niveau national, sont en pleine expansion. Des entreprises de logistique se sont implantées et une importante zone d'activité tertiaire s'est installée à Creil-Saint-Maximin.

2.1.3. Voies de communication

Le département est desservi par trois autoroutes reliant Paris au nord de la France et de l'Europe : A1 Paris-Lille dans la vallée de l'Oise, A16 Paris-Amiens-Calais passant à proximité de Beauvais, A29 Rouen-Amiens-Saint-Quentin longeant la limite nord du département. Certaines routes importantes ont également été aménagées en 2x2 voies : D1016, anciennement RN16, joignant Clermont à Creil et Chantilly ainsi que RN31 ou E46, route transversale Rouen-Reims passant par Beauvais, Clermont, Compiègne et Soissons (Aisne).

Deux gares TGV sont implantées à proximité du département : l'interconnexion TGV de Roissy à 20 km au sud et la gare TGV Ablaincourt Pressoir (TGV Haute-Picardie) à 20 km au nord. Les grandes lignes ferrées empruntent la vallée de l'Oise, entre Creil et Noyon, et desservent le département.

L'aéroport de Beauvais Tillé, situé à proximité de Beauvais, est un des premiers aéroports régionaux de France. Il faut également signaler la proximité de l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle implanté à une dizaine de kilomètres au sud du département.

Le département est traversé par l'Oise, l'Aisne et le canal du Nord qui permet la jonction fluviale entre l'Oise et le canal Dunkerque-Escaut. Ces voies fluviales relient la Seine et la région parisienne au nord de la France et au BENELUX. Le projet du canal Seine-Nord Europe, avec la liaison Seine-Escaut entre Compiègne et Aubencheul-au-Bac (Nord), permettra aux convois de grand gabarit de relier l'Oise au bassin nord de la France et à l'Europe du Nord.

2.1.4. Occupation des sols

Les terres agricoles occupent près de 70% de la superficie du département (Tableau 4). Les surfaces boisées restent constantes depuis 1990 (22%) et sont bien représentées. On retrouve principalement de grandes forêts comme celle du massif des Trois Forêts, regroupant les forêts d'Halatte, d'Ermenonville et de Chantilly, les forêts de Compiègne-Laigue-Ourscamps et de Hez-Froidmont ainsi qu'une multitude de bois au sommet des buttes (Pays de Bray, Vexin) et dans les vallées (Oise, Aisne). Enfin, la surface de terrains artificialisés s'accroît au détriment des territoires agricoles.

	1990	2000	2006
Territoires artificialisés (ha)	42 732	44 060	46 183
Territoires agricoles (ha)	413 743	412 107	409 822
Forêts et milieux semi-naturels (ha)	130 206	130 163	130 210
Zones humides (ha)	911	865	897
Surfaces en eau (ha)	2 561	2 957	3 041

Source : Corine Land Cover

Tableau 4 - Occupation des sols du département de l'Oise.

2.1.5. Morphologie et régions naturelles

Le département de l'Oise apparaît géographiquement comme une zone de transition entre les anciennes provinces de l'Île-de-France, de Picardie et de Normandie.

Le point culminant se trouve à La Houssoye, à 236 m d'altitude et le point le plus bas se situe à 26 m sur l'Oise à Boran (Illustration 1).

Sa morphologie est constituée de plateaux et de plaines crayeux et calcaires entaillés par les vallées de l'Oise et de ses affluents, l'Aisne et le Thérain notamment.

Le département de l'Oise est découpé en 9 régions naturelles (Illustration 2), la géologie du substratum conférant à chacune des paysages spécifiques (morphologie, hydrologie, activité humaine et bâti).

Carte physique du département de l'Oise

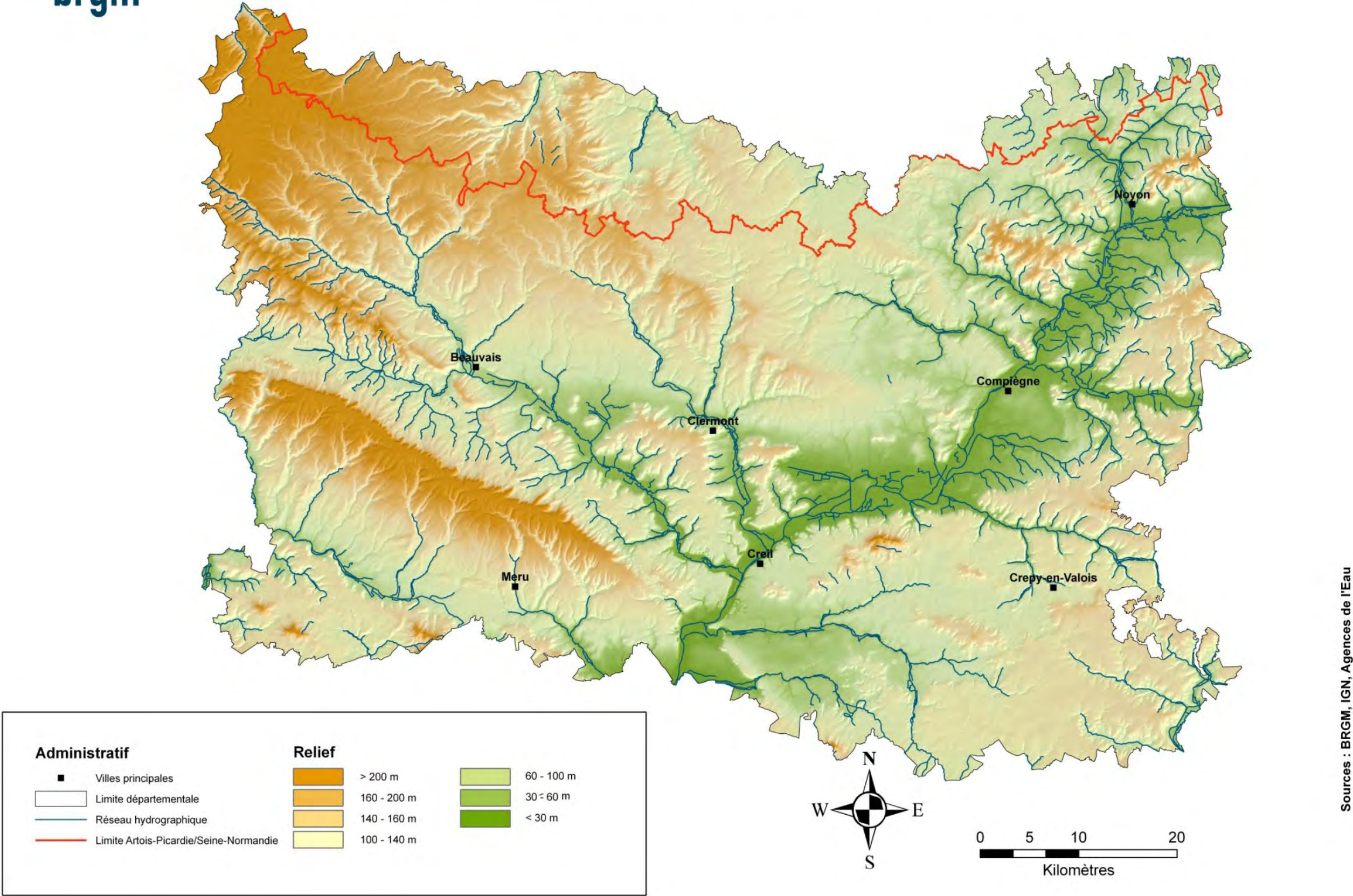
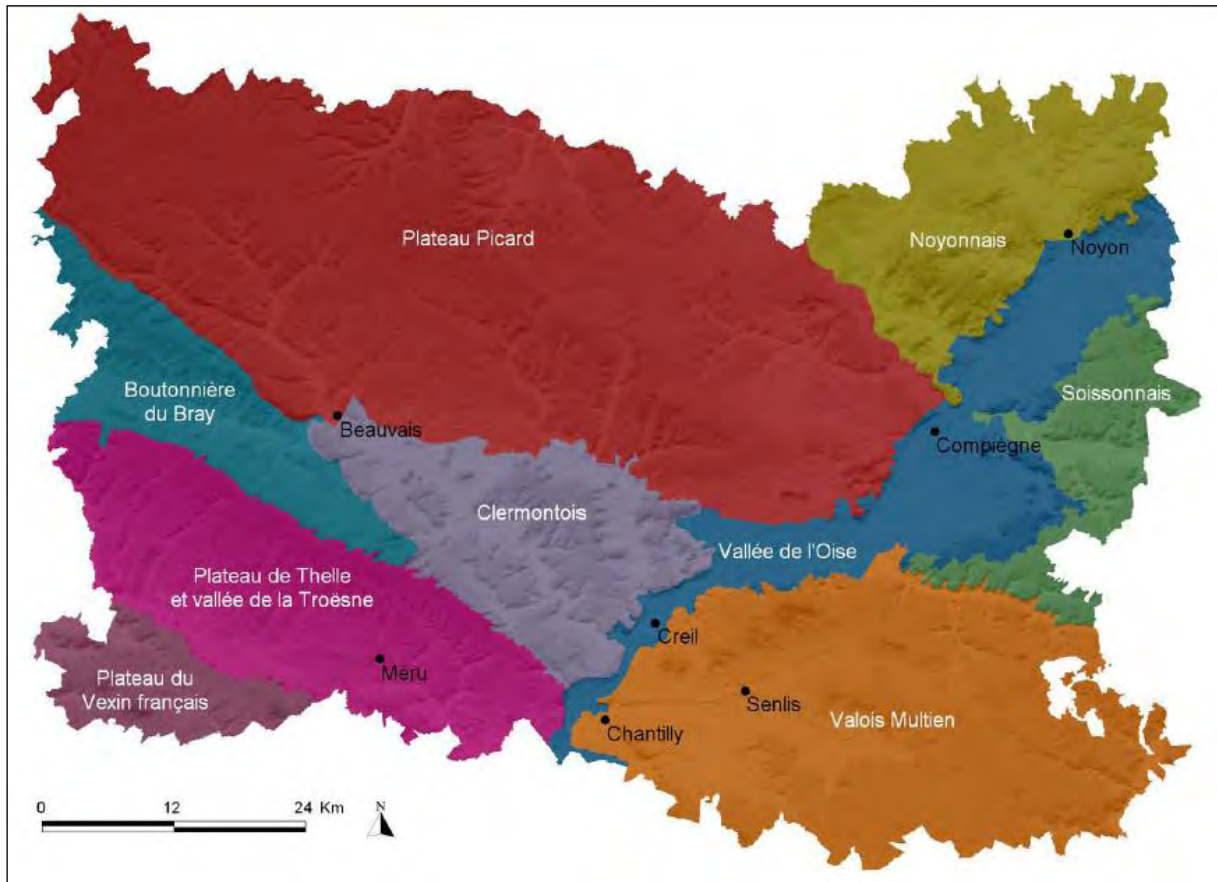


Illustration 1 – Carte du relief de l'Oise.



Source : DIREN Picardie et DDE de l'Oise (2005) - Atlas des paysages de l'Oise

Illustration 2 - Carte des régions naturelles de l'Oise.

a) Le Plateau Picard

Le Plateau Picard est le prolongement du plateau crayeux de la Somme qui s'étend jusqu'à l'Artois. Ce vaste plateau crayeux recouvert de limons plonge en pente douce vers le sud-est et la vallée de l'Oise. De 220 m au nord-ouest, aux environs de Formerie, l'altitude s'abaisse lentement jusqu'à 90 m à Estrées-Saint-Denis voire 50 m au sud-est près de la vallée de l'Oise. Ce plateau est limité au sud par le rebord de la boutonnière du Pays de Bray et les plateaux du Clermontois et à l'est par la vallée de l'Oise et les monts du Noyonnais.

Le plateau présente un paysage ouvert de grandes cultures. Le peuplement essentiellement rural subit l'influence des agglomérations de Beauvais, de la vallée de l'Oise et de la Brèche aval (Clermont).

La forte perméabilité de la craie, en limitant les écoulements superficiels, a favorisé le développement, par dissolution de la roche, de vallons secs, appelés fonds ou valleuses, qui confèrent à la région un relief vallonné. Le plateau est digité par ce réseau dense de vallons

secs qui convergent vers les vallées humides. Une ligne de partage des eaux est-ouest contraint les eaux superficielles à s'écouler vers le nord et les affluents de la Somme (Selle et Noye) ou vers le sud et les affluents de l'Oise (Thérain et Petit Thérain, Brèche et Arré, Aronde). Les vallées humides se caractérisent par la présence de bocage, de boisements et d'étangs.

b) Le Clermontois

Le Clermontois, massif tertiaire d'altitude moyenne supérieure à 150 m, est composé de plateaux calcaires tabulaires séparés par des vallons humides et par les vallées de la Brèche et du Thérain qui rejoignent au sud-est la vallée de l'Oise. La région est limitée par le Plateau Picard au nord, la vallée de l'Oise à l'est, le Pays de Bray et le plateau de Thelle à l'ouest.

Les vallées, industrielles et fortement urbanisées sous l'influence des agglomérations de la vallée de l'Oise, contrastent avec les plateaux agricoles ruraux. Des bois et forêts sont également présents sur l'ensemble de la région (forêt domaniale de Hez-Froidmont au nord, bois de la montagne de Liancourt à l'est).

c) Le Pays de Bray (ou Bouttonnière du Bray)

Le Pays de Bray est une vaste échancrure large d'environ 10 km et s'étendant sur 80 km dans les départements de l'Oise et de Seine-Maritime. Il est séparé du Plateau Picard au nord et du plateau de Thelle au sud par des versants abrupts formant des cuestas. La région est caractérisée par une topographie complexe, résultant d'un anticlinal faillé, érodé en son centre, où apparaissent des roches du Crétacé inférieur (Turonien à Albien) et du Jurassique (calcaires du Portlandien).

Ce contexte particulier donne naissance à un paysage bocager typique, au relief ondulé d'une altitude moyenne de 150 m, et au couvert végétal varié. Au nord, le Haut-Bray est un secteur de reliefs mouvementés boisés, en forme de fer à cheval, enserrant une zone de plateau vallonnée et occupée par une mosaïque d'herbages et de cultures. Au centre, la vaste dépression des Fonds du Bray est parcourue par un réseau diffus de petits rus et par l'Avelon. La présence de terrains argileux et humides est propice aux herbages, aux bocages et au développement d'une ripisylve. Au sud, les coteaux étagés du Bray, accueillent cultures et herbages. Ils descendent en pente douce depuis la cuesta boisée délimitant le Pays de Bray du plateau de Thelle.

d) Le Plateau de Thelle et la vallée de la Troësne

Le plateau crayeux de Thelle, prolongation méridionale du Plateau Picard, s'incline de plus de 200 m d'altitude depuis le sommet des coteaux du Pays de Bray au nord (cuesta de Bray) jusqu'à moins de 100 m au pied des coteaux du Vexin au sud (cuesta du Vexin). Les terrains plongent vers la vallée de la Troësne, qui sépare le Pays de Thelle et le Vexin.

De nombreux vallons entaillent le plateau, donnant naissance à autant de cours d'eau qui s'écoulent vers le sud pour alimenter l'Epte, l'Esche et la Troësne. Cette dernière, anciennement marécageuse, est canalisée sur une partie de son cours.

Le plateau est caractérisé par des paysages ruraux, cultivés et boisés (forêt de Thelle) tandis que les vallées à large fond plat ont connu une industrialisation depuis le 19ème siècle.

e) Le Plateau du Vexin français

Le Vexin français s'étend au sud-ouest du département de l'Oise jusque dans le Val d'Oise. Dans l'Oise, cette région rurale est délimitée par la vallée de l'Epte à l'ouest et est séparée du pays de Thelle au nord et à l'est par la cuesta du Vexin.

Ce vaste plateau calcaire d'âge tertiaire, au relief ondulé, est entaillé par de petits cours d'eau affluents de l'Epte et de l'Oise : Réveillon, Hérouval, Cudron, Viosne. Des buttes témoins couronnées de sables de Fontainebleau et d'altitudes comprises entre 200 et 217 m (Montjavoult, Molière de Serans, buttes de Rosne) surplombent le plateau, situé entre 80 et 100 m d'altitude.

Alors que le plateau calcaire est occupé par des champs ouverts de grandes cultures céréalières, les buttes tertiaires accueillent des bois à leur sommet et des pâtures et cultures en pied de versant.

f) Le Noyonnais

Le Noyonnais présente un relief doux mais complexe, d'altitude moyenne supérieure à 150 m. Il est bordé par la vallée de l'Oise au sud-est et le Plateau Picard à l'ouest. La moitié sud est occupée par des monts, formés de petits plateaux et buttes calcaires du Tertiaire. Une vaste plaine légèrement vallonnée et recouverte de limons s'étend sur la moitié nord. Trois petites vallées humides et ramifiées (Matz, Divette et Verse) traversent les monts avant de rejoindre la vallée de l'Oise.

Essentiellement rurale, la région offre une grande diversité de paysages : monts boisés et ponctuellement cultivés sur les hauteurs, versants et plaines cultivés et herbagés, cultures de fruits, vallées humides boisées.

g) Le Soissonnais

Le Soissonnais se poursuit vers l'est dans le département de l'Aisne jusqu'aux limites de la Champagne. Dans le département de l'Oise, la région est limitée au sud par la vallée de l'Automne, au nord et à l'ouest par les forêts domaniales de la vallée de l'Oise. Elle est

constituée de plateaux calcaires tertiaires entaillés par de profondes vallées boisées et traversés par la vallée de l'Aisne.

Le limon fertile recouvrant les plateaux y a favorisé le développement de grandes cultures. La vallée de l'Aisne, urbanisée, industrielle (entreprises agro-alimentaires et chimiques) et agricole, constitue un axe de communication important.

h) Le Valois Multien

Le Valois-Multien est constitué d'un vaste plateau de calcaire grossier ponctué de buttes témoins. Ce plateau d'altitude moyenne de 100 m est légèrement incliné vers l'ouest et la vallée de l'Oise. Il est bordé par les vallées de l'Oise à l'ouest, de l'Automne au nord et de l'Ourcq à l'est et est entaillé par de nombreuses vallées (Nonette, Thève, Gergogne, Grivette, ...).

La région se caractérise à l'ouest par une urbanisation dense (Senlis, Chantilly, Lamorlaye...) et des massifs forestiers (Massif des Trois Forêts) et à l'est par un secteur plus rural occupé par des grandes cultures. Elle est fortement influencée par la région parisienne et notamment par l'aéroport de Roissy-Charles de Gaulle.

i) La Vallée de l'Oise

La vallée de l'Oise traverse la moitié orientale du département selon une direction nord-est - sud-ouest. Au nord, à proximité de Noyon, cette vallée est essentiellement rurale, occupée par des forêts, grandes cultures et herbages. Au centre, elle se caractérise par la présence de forêts domaniales (Compiègne) et par des paysages post-industriels (anciennes sablières) et d'activités tertiaires (logistiques). Au sud, vers Creil, elle se retrouve fortement urbanisée et industrialisée (manufactures) mais accueille également des polycultures.

Sur sa partie amont et jusqu'à Janville, au niveau de la confluence avec l'Aisne, l'Oise est doublée d'un canal navigable. En 2026, celui-ci va être étendu par le canal Seine-Nord Europe, afin de permettre la liaison pour les convois de grand gabarit entre Seine-Escaut et l'Europe du Nord.

2.2. ELEMENTS DE CLIMATOLOGIE

Le département de l'Oise est caractérisé par un climat tempéré océanique à influences continentales déjà sensibles. Les vents à prédominance ouest à sud-ouest apportent des masses d'air humide et frais de l'Atlantique nord, réchauffées toutefois par les eaux tièdes de la dérive nord-atlantique. Ces masses d'air amènent des précipitations assez élevées toute l'année et entraînent une amplitude thermique plutôt faible.

Dans l'Oise, les saisons ne sont que peu marquées et les précipitations ne permettent pas de les différencier. Ce sont plutôt les variations de températures, de vent, la durée et l'intensité des précipitations qui marquent les changements entre saisons.

Les hivers sont marqués par des périodes de froid vif et sec alternant avec des périodes plus tempérées et humides. La neige peut persister quelques jours en Pays de Bray. Au printemps, le radoucissement est très progressif mais les conditions restent très variables d'une année sur l'autre, ce qui influence fortement la végétation. L'été, l'influence océanique domine, maintenant une certaine humidité et modérant les températures et l'ensoleillement, mais provoquant également de violents orages. En automne, les températures chutent rapidement et la pluviométrie est très importante.

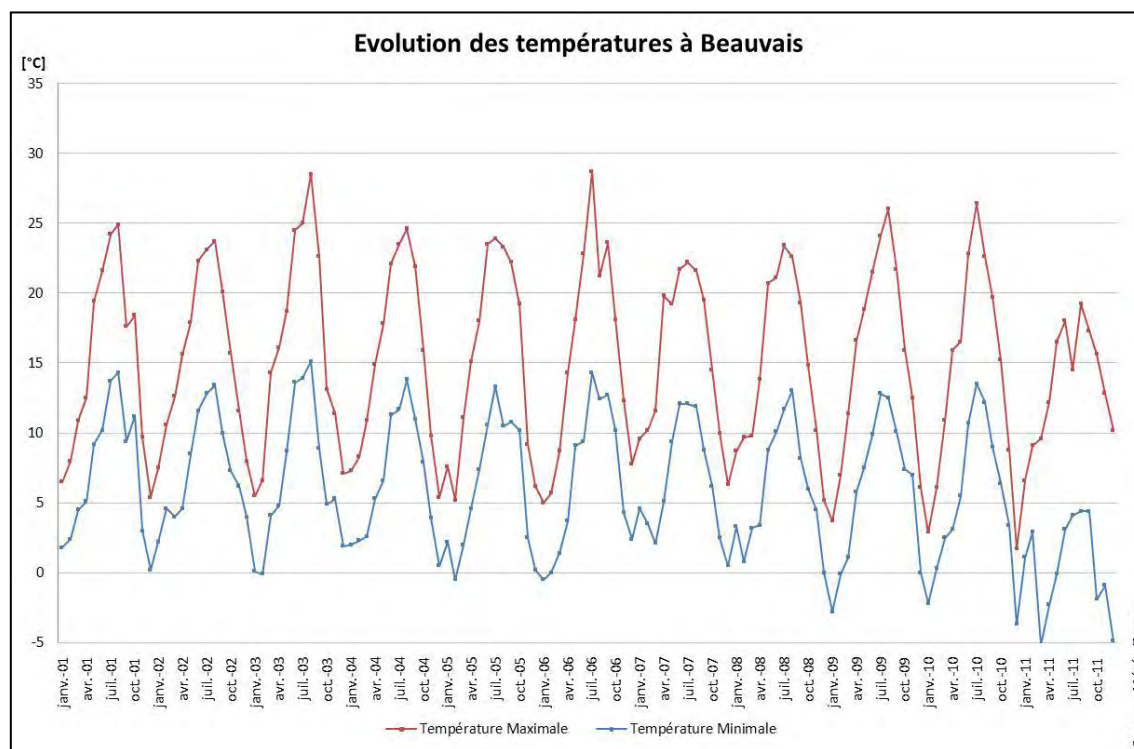
2.2.1. Températures

Le climat du département est assez doux du fait de sa proximité avec la mer et de l'altitude modeste.

D'après les mesures de Météo-France de la station météorologique de Beauvais (Illustration 4), les normales annuelles sur la période 1971 à 2000 sont de 6,2°C pour la température minimale et de 14,5°C pour la température maximale (Illustration 3). La température moyenne annuelle est égale 10,3°C. Les températures moyennes sont globalement semblables à Creil et à Beauvais (Tableau 7) et demeurent d'ailleurs sensiblement les mêmes pour l'ensemble du département.

Janvier est le mois le plus froid de l'année avec une température moyenne de 3,4°C et les mois les plus chauds sont juillet et août avec une température moyenne de 18°C. L'amplitude thermique entre le mois de janvier et les mois de juillet et août est d'environ 15°C, indice d'un climat tempéré.

Il gèle sous abri en moyenne 62 jours par an. Les années 1962 et surtout 1963 ont été les plus froides et la valeur quotidienne la plus basse a été de -19,7°C en janvier 1954 à Beauvais. Les étés sont assez frais avec 29 jours de température maximale supérieure à 25°C. La canicule est rare et les températures dépassent 30°C en moyenne 5 à 6 jours par an à Beauvais. L'année la plus chaude reste 2003, année connue pour sa canicule historique sur l'ensemble du territoire français, avec des records de températures quotidiennes de 39°C en août à Beauvais et à Creil.



Source : Météo-France

Illustration 3 - Evolution des températures minimales et maximales à Beauvais entre 2001 et 2011.

		Creil	Beauvais
Température minimale (°C)	Normale annuelle 1971-2000	6,0	6,2
	Moyenne annuelle la plus basse	4,7 en 1962	4,6 en 1963
	Moyenne annuelle la plus élevée	7,5 en 2000	7,5 en 2000
	Valeur quotidienne la plus basse	-21,6 le 17/01/1985	-19,7 le 28/01/1954
Température maximale (°C)	Normale annuelle 1971-2000	14,8	14,5
	Moyenne annuelle la plus basse	12,9 en 1963	12,3 en 1963
	Moyenne annuelle la plus élevée	16,4 en 2003	16,1 en 2003
	Valeur quotidienne la plus élevée	39,1 le 12/08/2003	39,0 le 06/08/2003

Source : Météo-France

Tableau 5 - Normales 1971-2000 des températures minimales et maximales à Creil et Beauvais.

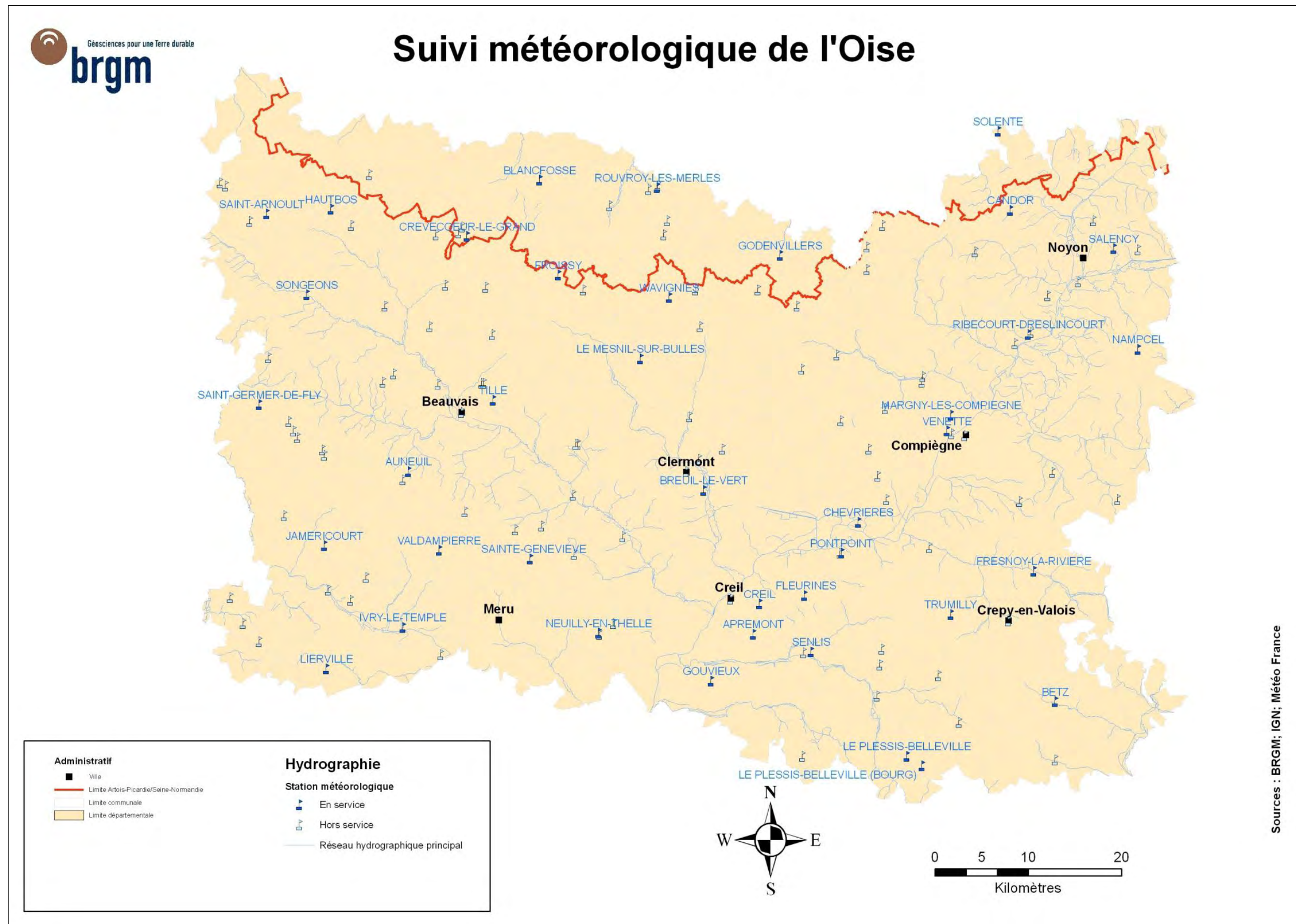


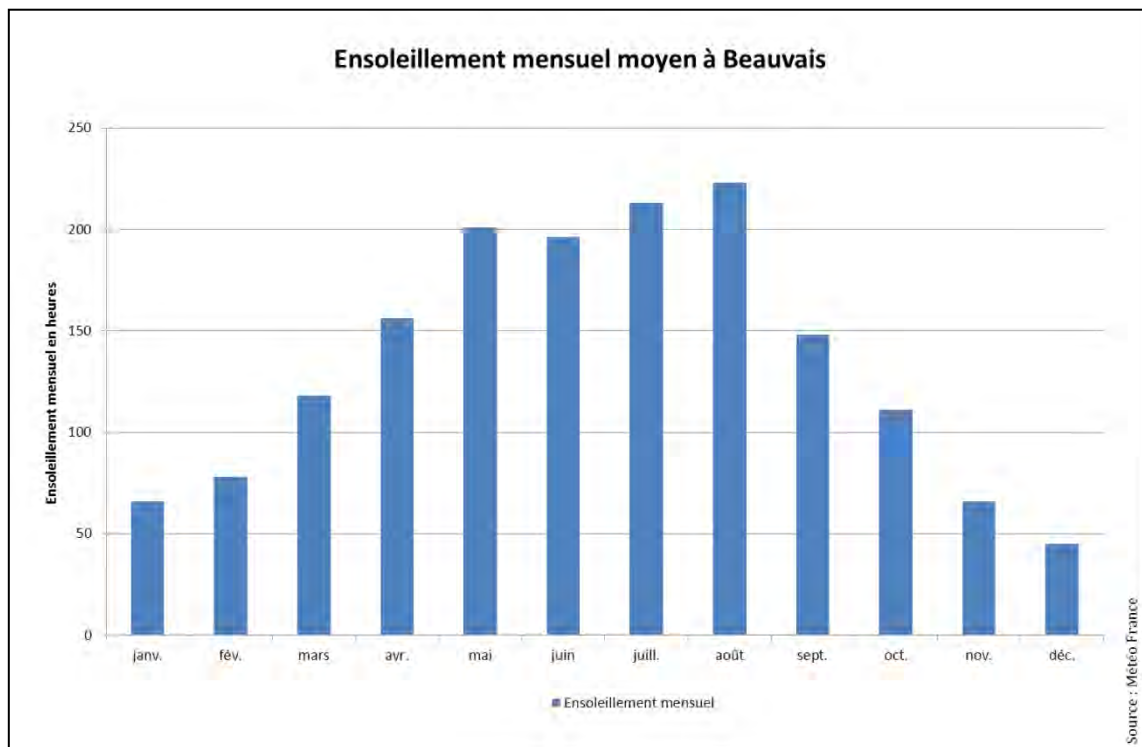
Illustration 4 – Carte de localisation des stations météorologiques du département de l'Oise.

2.2.2. Insolation

A Beauvais, la durée moyenne d'insolation sur la période 1991 à 2000 est peu élevée, en moyenne de 1622 heures par an, soit 4,4 heures par jour. On observe en moyenne 156 jours de faible ensoleillement et 43 jours de fort ensoleillement par an (Illustration 5).

Le mois de décembre est le moins généreux avec une moyenne de 45 heures d'ensoleillement et en août, la durée d'insolation atteint 223 heures en moyenne. Les plus belles journées d'été sont souvent associées au décalage de l'anticyclone des Açores sur l'Europe de l'Ouest.

L'année la plus ensoleillée a été 2003, année caniculaire sur l'ensemble de la France, avec un cumul de 2040 h et 96 jours de fort ensoleillement. L'an 2000, exceptionnellement pluvieux, est celui qui a connu le moins d'ensoleillement avec 1411 h sur l'année.



Source : Météo-France

Illustration 5 - Durée moyenne mensuelle d'ensoleillement à Beauvais.

2.2.3. Pluviométrie

Le département de l'Oise est soumis à des précipitations fréquentes mais d'intensité variable. La région est sous l'influence d'un climat à dominante océanique, impliquant une faible variabilité saisonnière des précipitations (Illustration 6).

Le cumul annuel des précipitations entre 1971 et 2000 est en moyenne de 690 mm à Creil et de 675 mm à Beauvais (Tableau 6). Cette pluviométrie peu élevée à Beauvais et à Creil s'explique par la protection qu'offrent les collines du Pays de Bray, du Clermontois et du Valois.

Ces pluies sont réparties sur toute l'année et la pluviométrie diffère peu entre le mois le plus arrosé et le mois le plus sec. Décembre (57 mm à Creil et 70 mm à Beauvais) ainsi que mai et octobre (66 mm à Creil et 63 mm à Beauvais) connaissent les pluviométries mensuelles les plus élevées. Les mois les moins pluvieux sont février (45 mm) ainsi qu'avril et août avec un peu moins de 50 mm.

Cependant la fréquence des pluies est importante. En effet, le nombre de jours par an, ayant enregistré des précipitations supérieures à 1 mm, est en moyenne de 124 à Creil et de 117 à Beauvais (Tableau 6), soit un jour sur trois. Les mois de janvier, novembre et décembre viennent en tête avec 11 à 12 jours chacun. Juillet et août, durant lesquels il ne pleut que 7 à 8 jours par mois, connaissent cependant de fréquents orages.

Les épisodes pluvieux intenses sont assez rares : de 0,3 à 1,1 jour par an avec un cumul quotidien dépassant 30 mm. Le record départemental atteint 128,5 mm en 24 heures à Lassigny le 6 juillet 2001.

		Creil	Beauvais
Hauteur de précipitation (mm)	Normale annuelle 1971-2000	689,4	673,5
	Cumul annuel le plus bas	439,4 en 1976	394,8 en 1967
	Cumul annuel le plus élevé	954,6 en 2001	970,4 en 2000
Nombre de jours avec précipitations	Normale annuelle 1971-2000	124	117
	Total annuel le plus faible	81 en 1976	80 en 1976
	Total annuel le plus élevé	152 en 2000	154 en 2000

Source : Météo-France

Tableau 6 - Normales 1971-2000 de la pluviométrie à Creil et Beauvais.

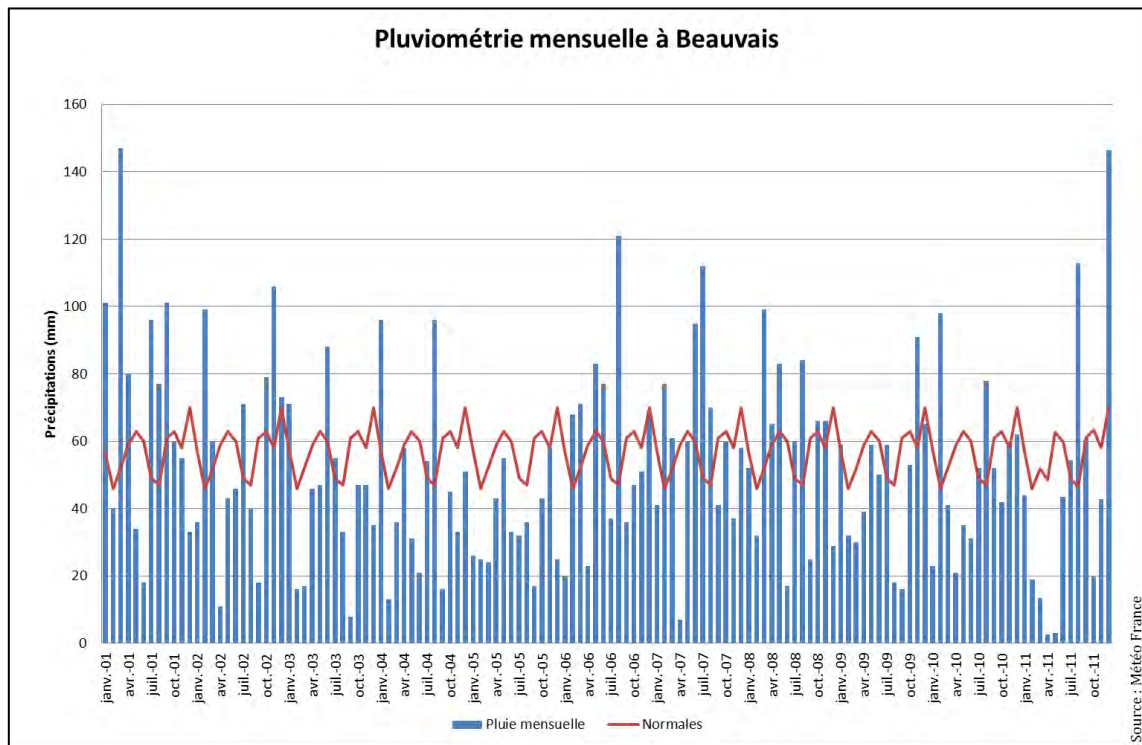


Illustration 6 - Evolution des précipitations mensuelles et comparaison à la normale à Beauvais entre 2001 et 2011.

Certaines années sont marquées par des déficits pluviométriques importants, notamment en 1971, lors des années 1975-76 et 1989-91, en 1997 et plus récemment de 2003 à 2005. Sur la période 1945 à 2010, l'année 1976 est la moins pluvieuse avec un cumul annuel de 440 mm à Creil et 395 mm à Beauvais correspondant à seulement 80 jours pour lesquels les précipitations ont été supérieures à 1 mm.

Les précipitations ont été largement supérieures à la normale durant les années 2000 à 2002. Ainsi, sur la période 1945 à 2010, les années les plus pluvieuses sont 2000 à Beauvais (970 mm) avec 154 jours ayant connu des précipitations supérieures à 1 mm ainsi que 2001 à Creil (955 mm).

La répartition spatiale des pluies annuelles montre une distribution inégale avec des valeurs croissantes vers le Pays de Bray et la vallée de la Bresle, influencé par la mer (Illustration 7). Le cumul annuel des précipitations atteint en moyenne 750 mm au sud-ouest du département et 800 mm en Pays de Bray. La zone la moins arrosée correspond au nord-est du Plateau Picard avec environ 600 mm.

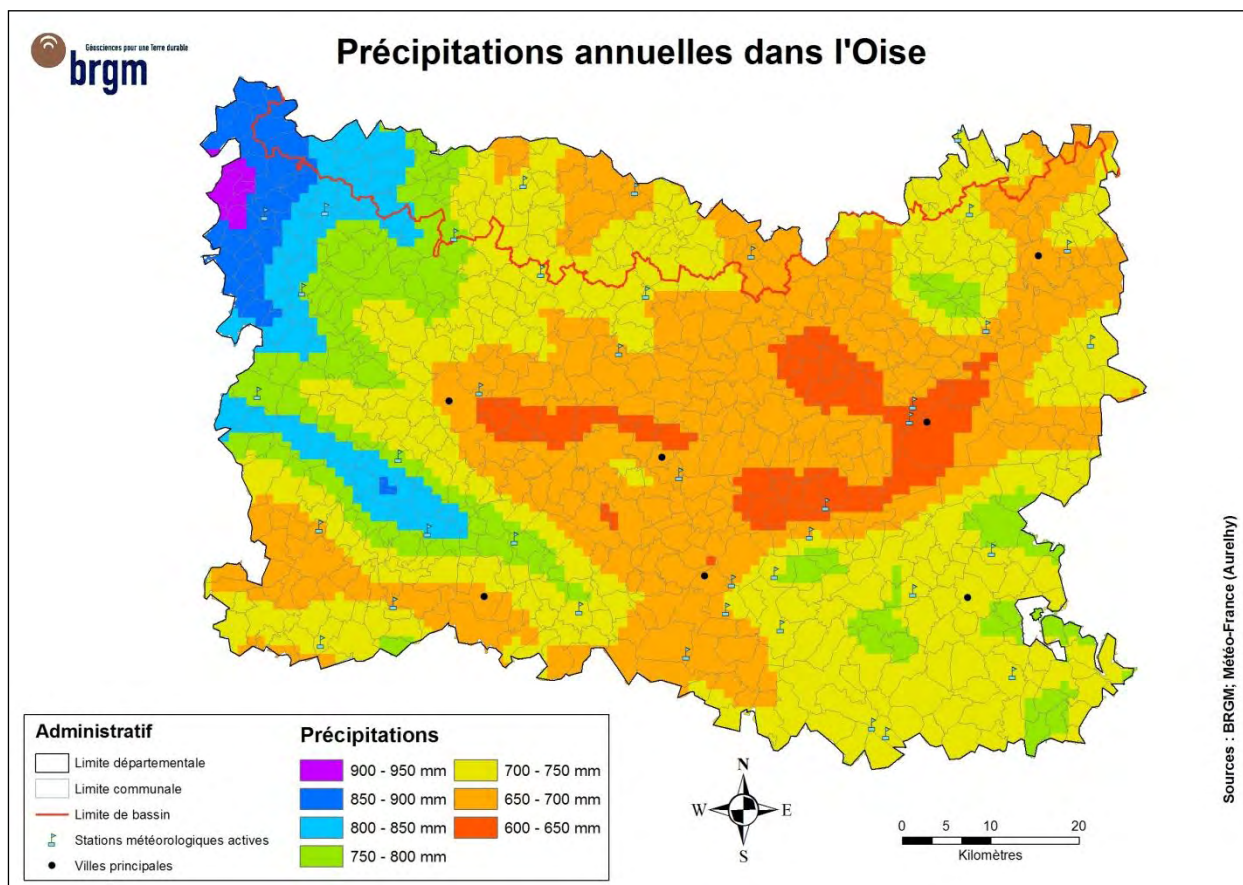


Illustration 7 – Répartition des précipitations annuelles dans l'Oise.

2.2.4. Evapotranspiration et pluies efficaces

L'évapotranspiration potentielle peut être calculée par la méthode de Penman ou de Turc. La méthode de Penman est fondée sur une modélisation physique et utilise les variables météorologiques telles que la température, la durée d'insolation effective, la vitesse du vent, l'humidité relative, l'albedo, et dépend également de la formation végétale et de son niveau de développement. La méthode de Turc est une formule empirique qui tient compte de données de températures, d'insolation, d'humidité du sol et de pluies. L'évapotranspiration réelle (ETR), lorsqu'elle n'est pas mesurée directement par données satellitaires et calage sur le terrain, se déduit très généralement d'un bilan faisant intervenir la pluie, l'ETP et la réserve utile du sol.

Dans le département de l'Oise, seules les stations météorologiques de Beauvais-Tillé et de Creil mesurent l'évapotranspiration potentielle (ETP). L'évapotranspiration dans l'Oise reprend une grande partie des précipitations s'abattant sur le territoire. Ainsi, calculée selon la méthode de Turc sur la période 1946-1981 et à partir des données de la station météorologique de Beauvais, elle s'élève en moyenne à 75% des précipitations tombées en un an sur le département.

Un bilan hydrique faisant intervenir à un pas de temps donné (journalier ou décadaire) la pluie, l'ETP et la réserve utile du sol permet de calculer la pluie efficace, part des eaux de pluie qui participe à la fois au ruissellement, c'est-à-dire à l'alimentation des cours d'eau, et à l'infiltration, c'est-à-dire à la recharge des nappes d'eau souterraine.

La variabilité spatiale et interannuelle de l'évaporation entraîne des pluies efficaces annuelles contenues dans une fourchette large (0 à 250 mm) avec une moyenne selon les secteurs comprise autour de 100 mm. A titre informatif, dans le département de l'Oise et notamment sur les plateaux crayeux, compte tenu de la cohérence entre les bassins versants topographiques et souterrains, la lame d'eau annuelle écoulée au droit d'une station hydrométrique est souvent considérée comme voisine de la pluie efficace sur le bassin versant de cette station.

2.2.5. Recharge des nappes

La pluie efficace se répartit en deux composantes, l'une correspondant au ruissellement, l'autre à l'infiltration. Le rapport entre le ruissellement et l'infiltration dépend de l'aptitude des formations du sous-sol à laisser s'écouler l'eau et varie en fonction de la perméabilité de la zone non saturée. La recharge des nappes se traduit par une élévation naturelle des niveaux piézométriques.

Dans le département de l'Oise, les pluies efficaces sont pratiquement nulles de mai à septembre et ce sont les précipitations de l'automne et surtout de l'hiver qui contribuent à la réalimentation naturelle des nappes.

a) Bassins versants crayeux

En domaine crayeux picard, l'infiltration est prépondérante comme en témoignent les hydrogrammes très inertiels des cours d'eau issus de l'aquifère crayeux, tel la Brèche à Nogent-sur-Oise ou l'Aronde à Clairoix. Néanmoins toute la pluie efficace ne participe pas au renouvellement de la ressource en eau souterraine bien que la part du ruissellement soit très minoritaire.

Plusieurs études ont permis de déterminer la part de la pluie efficace qui participe à la recharge des nappes d'eau souterraine :

- la contribution des eaux souterraines au débit de la Somme à Abbeville est ainsi estimée à environ 80% en avril 2001 (**Amraoui N. et al.** (2002). rapport BRGM-RP/51827-FR) ;
- la participation de la nappe au débit de la Bresle est forte, celle-ci représentant, selon les modélisations (TEMPO 2008 et 2012), 60 à 85% du débit total (**Asfirane F. et al.** (2008) rapport BRGM/RP-56690-FR et **Allier D et al.** (2012) rapport BRGM/RP-61164-FR) ;
- plusieurs modèles globaux (GARDENIA et TEMPO, 2005 et 2012) mis en œuvre sur le bassin de l'Aronde ont estimé la part de la recharge à environ 80% de la pluie efficace (**Pinault J.L.** (2006) rapport BRGM/RP-55232-FR).

b) Bassins versants tertiaire

Sur les bassins versants tertiaires, la part de la pluie efficace participant à la recharge est très variable selon les perméabilités des formations rencontrées.

Le bassin versant de la Divette est constitué des terrains tertiaires du Noyonnais datant du Thanétien (sables de Bracheux et marnes de Sinceny) et de l'Yprésien (argiles du Sparnacien et sables du Cuisien). L'IDPR, égal à 818, correspond à des terrains relativement ruisselant. La modélisation (TEMPO 2008) fait apparaître une part faible, environ 35%, de l'apport souterrain au débit annuel de la Divette (**Asfirane F. et al.** (2008) rapport BRGM/RP-56690-FR).

Les plateaux calcaires du Lutétien, qui se rencontrent notamment dans le Valois, correspondent à des terrains assez fortement infiltrant. A titre d'exemple, l'IDPR (indice de développement et persistance des réseaux) est de 353 en moyenne sur le bassin versant de l'Automne. Selon les modélisations (TEMPO 2008 et 2012), la composante de la pluie efficace participant à la recharge de la nappe est de 60 à 75% (Asfirane F. et al. (2008) rapport BRGM/RP-56690-FR et Allier D et al. (2012) rapport BRGM/RP-61164-FR).

Enfin, sur le bassin versant de l'Ourcq situé dans l'Aisne et formé des sables et calcaires du Lutétien et du Bartonien, la nappe contribue à hauteur de 30 à 50%, selon les modélisations (TEMPO 2008 et 2012), au débit annuel de la rivière (Asfirane F. et al. (2008) rapport BRGM/RP-56690-FR et Allier D et al. (2012) rapport BRGM/RP-61164-FR).

c) Pays de Bray

Les terrains du Jurassique et du Crétacé inférieur sont essentiellement formés par des argiles ou des marnes relativement imperméables. L'infiltration est légèrement supérieure au ruissellement.

2.3. GEOLOGIE

Géologiquement, le département de l'Oise appartient à la partie septentrionale du bassin de Paris. Ce bassin s'est formé après l'orogénèse hercynienne (Paléozoïque) par des dépôts sédimentaires liés aux successions des transgressions et régressions marines. Il forme une dépression ample et peu marquée, limitée au nord par l'anticlinal de l'Artois et par les Ardennes.

Le département de l'Oise est marqué par un relief doux, de faible amplitude et ne dépassant guère les 200 m d'altitude. Cependant, le faible pendage des couches vers le sud et le centre du Bassin de Paris ainsi que l'existence, à l'ouest du département de l'anticlinal du Pays de Bray, font affleurer des terrains d'âge varié :

- les assises tertiaires, du Paléocène à l'Oligocène, se retrouvant au sud et à l'est du département dans les régions du Clermontois, du Vexin français, du Noyonnais, du Soissonnais, du Valois Multien ;
- les terrains crayeux du Crétacé au nord et nord-ouest, sur les plateaux Picard et de Thelle ;
- les formations du Jurassique supérieur (Kimméridgien et Portlandien) et du Crétacé inférieur dans la fenêtre du Pays de Bray.

La géologie profonde de l'ensemble du Bassin de Paris est relativement bien connue grâce aux forages profonds réalisés dans le cadre de la recherche pétrolière, de la délimitation de sites de stockage souterrain ou de l'exploitation géothermique de certains aquifères. Toutefois, la densité de forages profonds diminue rapidement vers le nord.

2.3.1. Modèle géologique

Le modèle géologique a été réalisé en utilisant les logiciels GDM[®] et Multilayer du BRGM ; il permet d'obtenir une représentation cartographique de la géométrie des différentes formations aquifères.

Le modèle géologique est construit par interpolation de données factuelles existant sur la zone à modéliser. Il est fourni sous forme de grilles régulières au pas de 100 m dont chaque maille contient la valeur de l'altitude de l'interface modélisée (isohypse) ou de l'épaisseur (isopaque) de la couche considérée.

a) Données nécessaires au modèle

• Données de base

Pour constituer le modèle géologique, ont été sélectionnées les données issues des sources suivantes :

- le modèle numérique de terrain (MNT) de l'IGN au pas de 50 m ;
- les coupes géologiques de forages issus de la banque de données du sous-sol (BSS). Un maximum de sondages a dû être extrait de cette base afin d'effectuer une interprétation litho-stratigraphique homogène des logs géologiques ;
- les cartes géologiques harmonisées départementales au $1/50000$ et les cartes géologiques vectorisées au $1/50000$.

Afin de renforcer les résultats et de disposer d'un modèle géologique cohérent couvrant l'ensemble du département, les données ont été sélectionnées et exploitées dans l'emprise d'un rectangle encadrant largement le département de l'Oise.

- **Colonne stratigraphique**

Formations	Type de contact entre surfaces	Stratigraphie	Description des faciès
ALLU	ÉROSIF	Quaternaire	Alluvions récentes
QUAT		Quaternaire	Terre végétale, alluvions anciennes, colluvions
FONT		Stampien supérieur	Sables de Fontainebleau
BRIE		Stampien inférieur	Calcaires et meulières de Brie
LUDI		Priabonien	Calcaires de Champigny (Ludien)
BART		Bartonien inférieur	Calcaires de St-Ouen et Sables de Beauchamp
LUTE		Lutétien	Calcaires
YPRE		Yprésien	Sables de Cuise
THAN		Thanétien	Sables de Bracheux
CSUP		Crétacé supérieur	Craie
CINF		Crétacé inférieur	Dominante de sables et argiles
JURA	ÉROSIF	Jurassique	Calcaires et marnes
SUBS		Trias à Paléozoïque	

Illustration 8 - Pile stratigraphique utilisée pour le calcul du modèle géologique.

Une pile stratigraphique a été construite pour guider les calculs et avoir une interprétation homogène des données collectées (Illustration 8).

Les surfaces modélisées sont symbolisées par une colonne stratigraphique précisant aussi les relations existant entre les couches : simple superposition des couches dans la plupart des cas ou relation de type « Erosif » si la couche supérieure érode la ou les couches inférieures.

b) Traitement des données

- **Réalisation de la carte géologique**

Une carte géologique spécifique a été élaborée à partir des cartes géologiques départementales harmonisées et des cartes géologiques vectorisées au $1/50000$ (Illustration 9). Cette carte a été réalisée en regroupant et en synthétisant les polygones en fonction du découpage stratigraphique choisi pour l'étude. A partir de ces polygones, ont pu être extraits les contacts géologiques et leur altitude par intersection avec le modèle numérique de terrain (MNT).

Cette carte d'affleurements constitue un jeu de données complémentaire de celui issu des forages. A noter que par un souci de cohérence avec le département de l'Aisne, les formations de Brie et de Fontainebleau ont été modélisées bien qu'elles soient quasiment absentes dans les limites du département de l'Oise.

Deux failles, dont la faille majeure dite de Bray-Vittel, recoupent le département et sont prises en compte dans la construction du modèle.

- **Prise en compte des logs de forage**

Les logs vérifiés, issus de coupes géologiques réinterprétées de dossiers BSS, ont été utilisés prioritairement pour la construction du modèle géologique. Sur certaines zones peu renseignées, l'information a été complétée par des logs extraits de la BSS et interprétés pour cette étude. Tous ces forages ont été recodés conformément à la pile stratigraphique définie.

Lors de la construction du modèle, la cohérence des forages entre eux a été vérifiée et certains ont été écartés lorsque trop de divergences ou d'incohérences étaient observées.

Au total, 2 241 logs de forages ont été interprétés selon la pile stratigraphique définie pour l'étude et étaient donc susceptibles d'être exploités pour la construction du modèle géologique. Après les différents contrôles de cohérence, 242 ont été éliminés.

Carte géologique de l'Oise

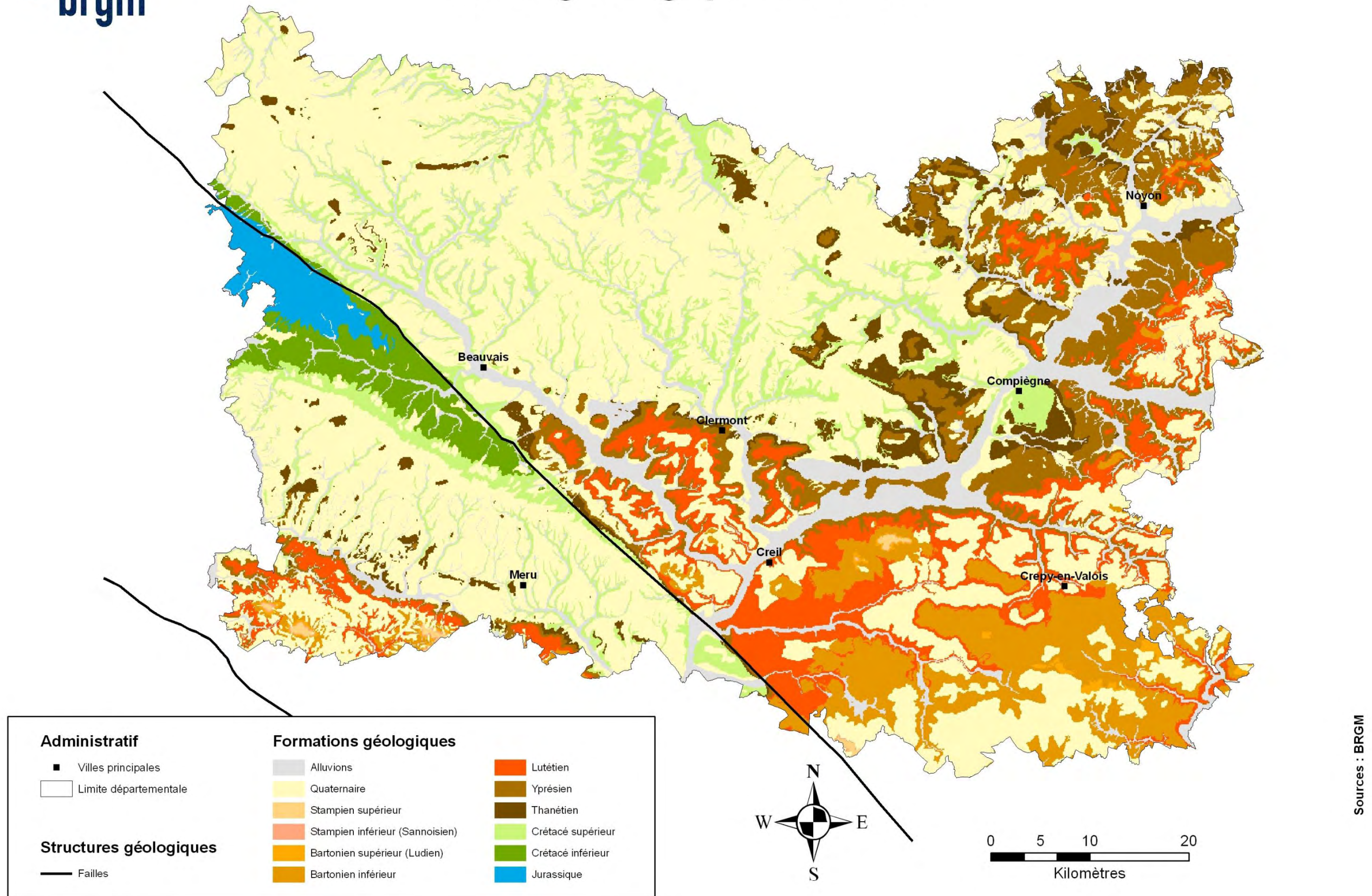


Illustration 9 - Carte géologique synthétique adaptée au modèle du département de l'Oise.

c) Paramétrages et construction du modèle géologique

Les interfaces à calculer sont les suivantes : toit et mur du Bartonien, du Lutétien, de l'Yprésien, du Thanétien, du Crétacé supérieur, du Crétacé inférieur et du Jurassique. Les formations supérieures, c'est-à-dire les alluvions récentes et les terrains quaternaires hors alluvions, ont également été modélisées afin d'obtenir un modèle présentant un maximum de cohérence.

• Paramètres

La construction du modèle implique une phase de contrôle et de mise en cohérence des données afin de permettre l'élaboration d'une succession de géométries géologiquement cohérentes. Cette mise en cohérence peut impliquer la création de points additionnels destinés à imposer à l'outil d'interpolation des contraintes permettant de reconstituer une géologie réaliste.

Multilayer est un logiciel du BRGM qui permet de réaliser ces tâches et de construire un modèle géologique multicouche en prenant en compte les relations décrites dans la pile stratigraphique.

Les interpolations sont réalisées en utilisant une méthode de krigeage linéaire sans dérive avec les paramètres suivants :

- maille finale de 100 m ;
- voisinage d'interpolation rectangulaire variable en fonction des formations modélisées :
- 75 000 m pour le Crétacé inférieur ;
- 100 000 m pour le Jurassique et le toit du substratum.
- seuil de fusion variable en fonction des formations modélisées :
- 50 m pour les alluvions, les formations du Quaternaire, de Fontainebleau et de Brie ;
- 100 m pour les formations du Ludien, du Bartonien, du Lutétien et de l'Yprésien ;
- 100 m pour le Thanétien ;
- 100 m pour le Crétacé supérieur ;
- 100 m pour le Crétacé inférieur ;
- 100 m pour le Jurassique et le toit du substratum.

Ces différents voisinages prennent en compte la variabilité de la densité d'information entre les formations tertiaires et les formations situées sous la craie du Crétacé.

Le modèle est calculé pour l'ensemble des couches prévues et fourni sous forme de grilles régulières au pas de 100 m dont chaque maille contient la valeur de l'altitude NGF de l'interface géologique modélisée.

- **Construction du modèle géologique**

Les données ont été synthétisées et homogénéisées pour les besoins de l'étude, puis elles ont été intégrées dans les logiciels GDM® et Multilayer du BRGM afin de réaliser une interpolation et d'obtenir ainsi un champ de valeurs affecté à un maillage à partir duquel des cartes ont pu être construites.

La création de grilles fiables nécessite d'avoir une forte densité d'informations de bonne qualité et, si possible, recoupant l'ensemble des formations à décrire.

Les aquifères des sables de Fontainebleau (Stampien supérieur), des calcaires et meulières de Brie (Sannoisien - Stampien inférieur) et des calcaires de Champigny (Ludien – Priabonien) sont assez peu représentés dans l'Oise mais ont été inclus dans le modèle pour en assurer la cohérence géométrique (Tableau 7).

Couches géologiques	Nombre de logs recoupant la couche géologique
Alluvions	388
Quaternaire	698
Stampien supérieur (Fontainebleau)	39
Stampien inférieur (Brie)	3
Priabonien (Ludien)	150
Bartonien inférieur	756
Lutétien	1199
Yprésien	1322
Thanétien	506
Crétacé supérieur	1061
Crétacé inférieur	95
Jurassique	103
Substratum	22

Tableau 7 - Couches géologiques recoupées par les logs sélectionnés.

La répartition des 1999 logs retenus est très hétérogène géographiquement, notamment entre le nord et le sud du département (Illustration 10), et d'une formation aquifère à l'autre (Illustration 11, Illustration 12 et Illustration 13). Cependant, il n'existe pas de lacune importante d'informations, hormis au nord de Beauvais et en profondeur. Cette répartition est essentiellement fonction de la disponibilité des ressources du sous-sol (eaux souterraines notamment ainsi que stockages de gaz, recherches de pétrole et géothermie pour les forages profonds) et de l'activité humaine (agglomérations, agriculture intensive, ...).

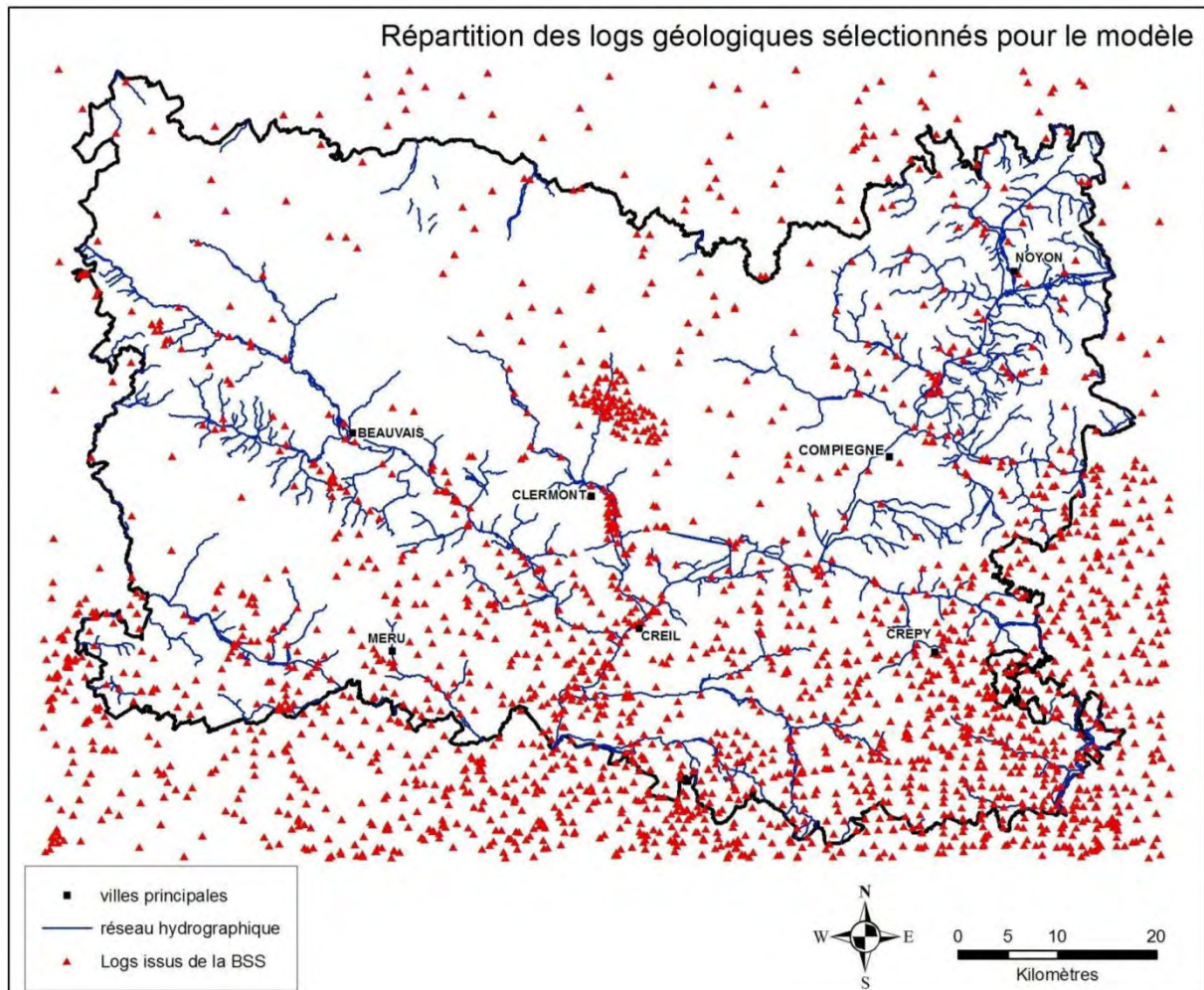


Illustration 10 – Répartition des logs géologiques sélectionnés pour la construction du modèle géologique.

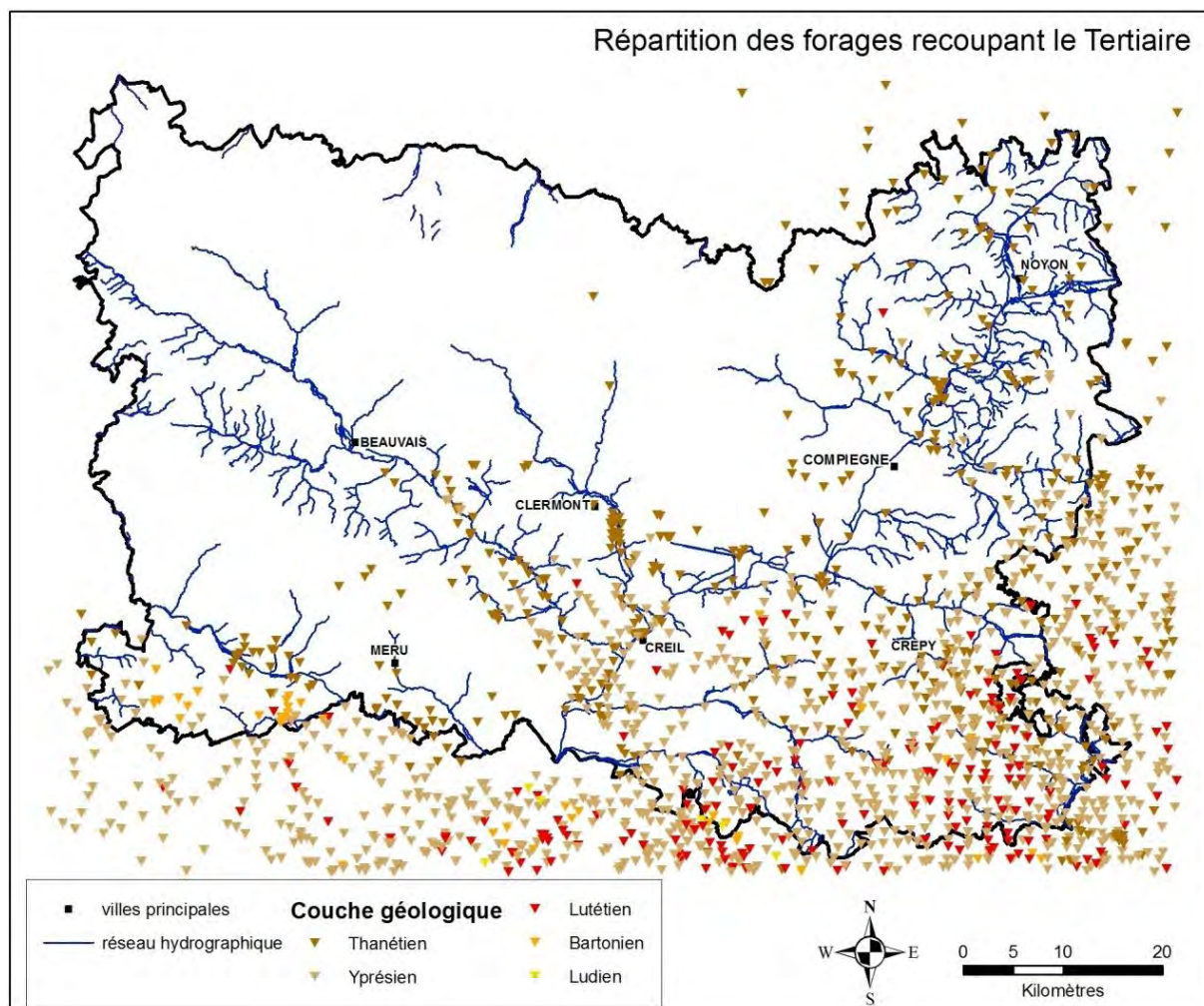


Illustration 11 – Répartition des forages recoupant les formations du Tertiaire.

La densité d'information est bonne pour le Tertiaire (Illustration 11), lorsqu'il est présent, dans le sud du département.

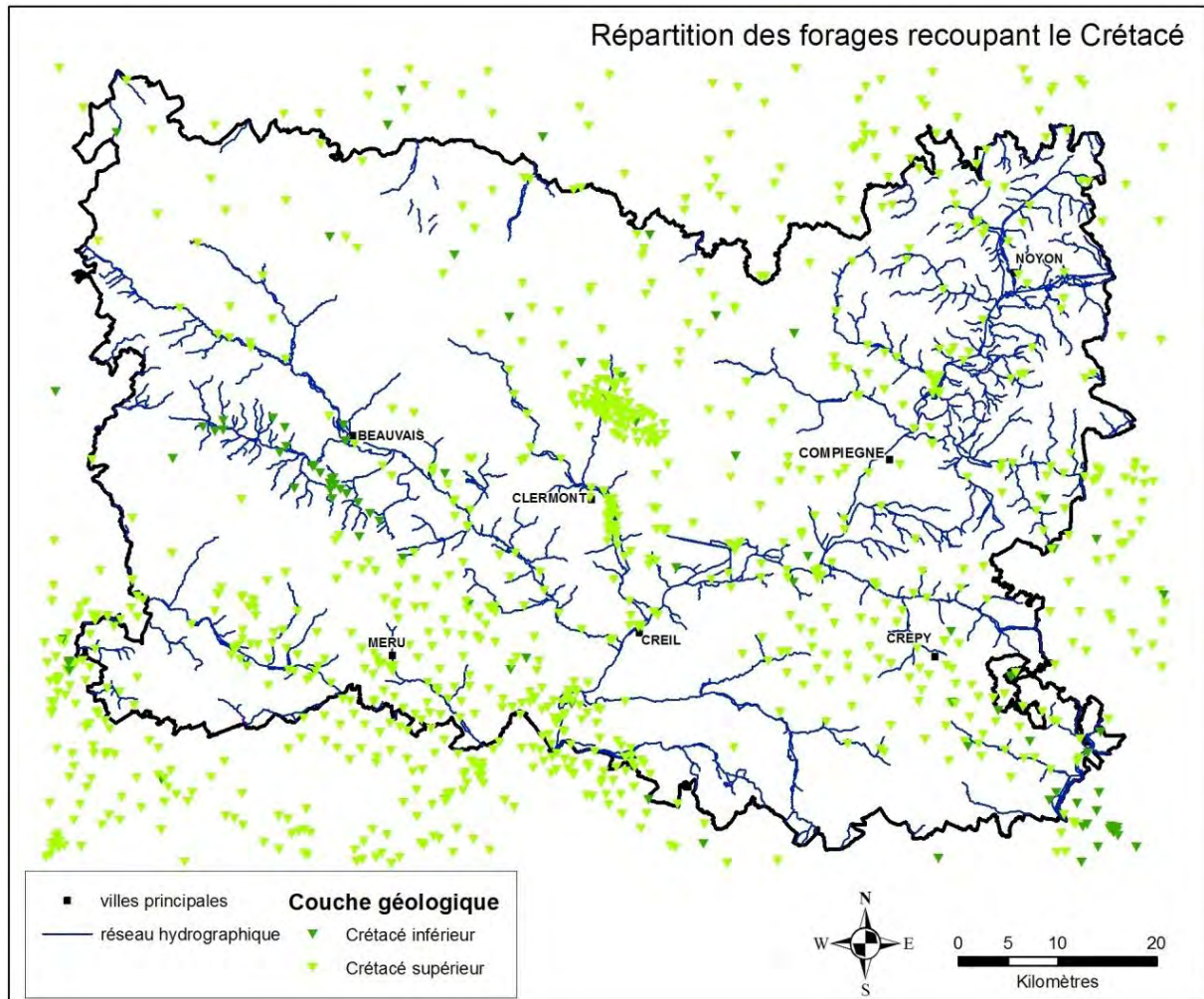


Illustration 12 – Répartition des forages recoupant les formations du Crétacé supérieur (craie) et/ou du Crétacé inférieur (Albien).

Les forages atteignant le toit du Crétacé supérieur sont bien répartis, même pour les zones où la craie est recouverte par les formations du Tertiaire (Illustration 12).

Concernant le Crétacé inférieur, seuls l'anticlinal du Pays de Bray et quelques points au sud-est du département permettent d'avoir des données sur le toit de la couche géologique (Illustration 12).

Les forages atteignant le toit du Jurassique et du substratum sont très dispersés (Illustration 13). Seul l'anticlinal du Pays de Bray est bien représenté, du fait de l'affleurement des couches géologiques d'âge jurassique.

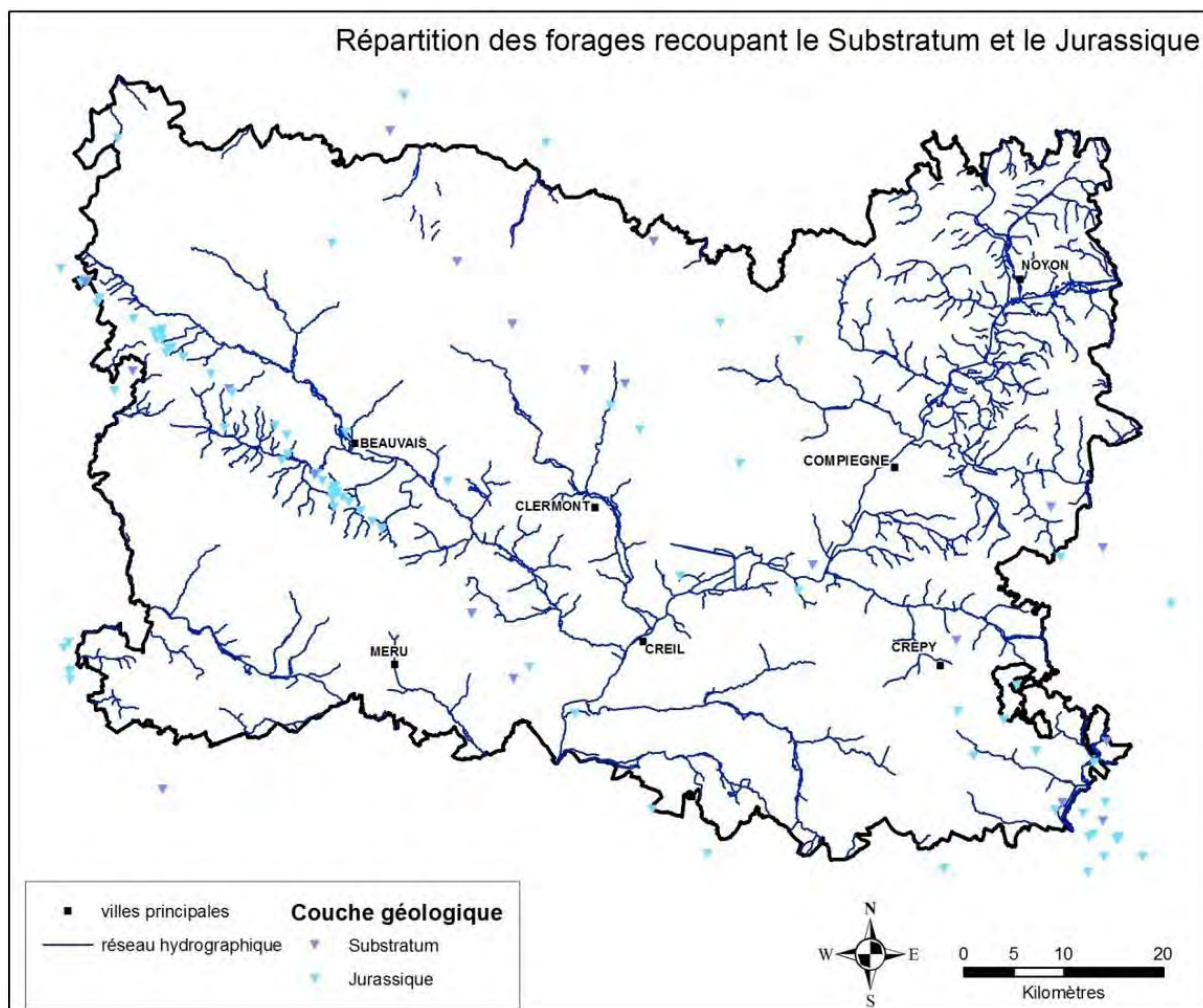


Illustration 13 – Répartition des forages recoupant les formations du Jurassique et du substratum.

Pour les formations situées sous le Crétacé supérieur, la densité est donc nettement plus faible jusqu'à devenir insuffisante pour le Jurassique. Cette faible densité n'empêche pas le calcul si l'on prend un grand rayon d'interpolation mais elle génère de nombreux artéfacts qui entachent la fiabilité du résultat. Une grille intermédiaire à large maille (2 km) a alors été générée afin de servir de base pour créer des points additionnels. Cet artifice permet d'obtenir une grille finale minimisant les artéfacts lors de l'interpolation à la maille finale de 100 m. Il découle de la répartition des données que le modèle géologique généré pour les couches tertiaires présentera une meilleure définition que celui des couches du substratum mésozoïque.

Ce modèle permet de tracer automatiquement dans GDM toutes les coupes souhaitées (Illustration 14 et Illustration 15).

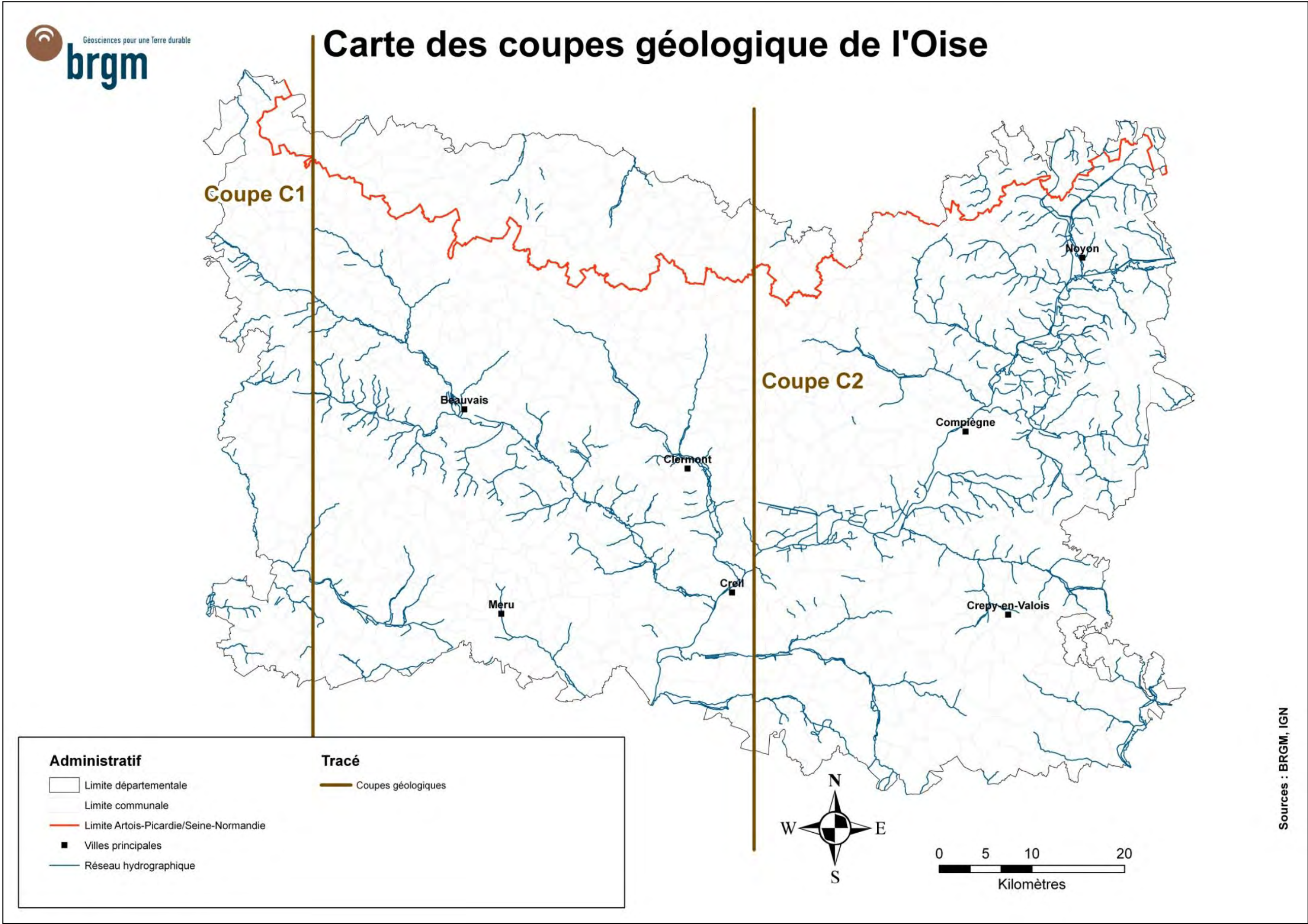


Illustration 14 – Tracés des coupes géologiques.

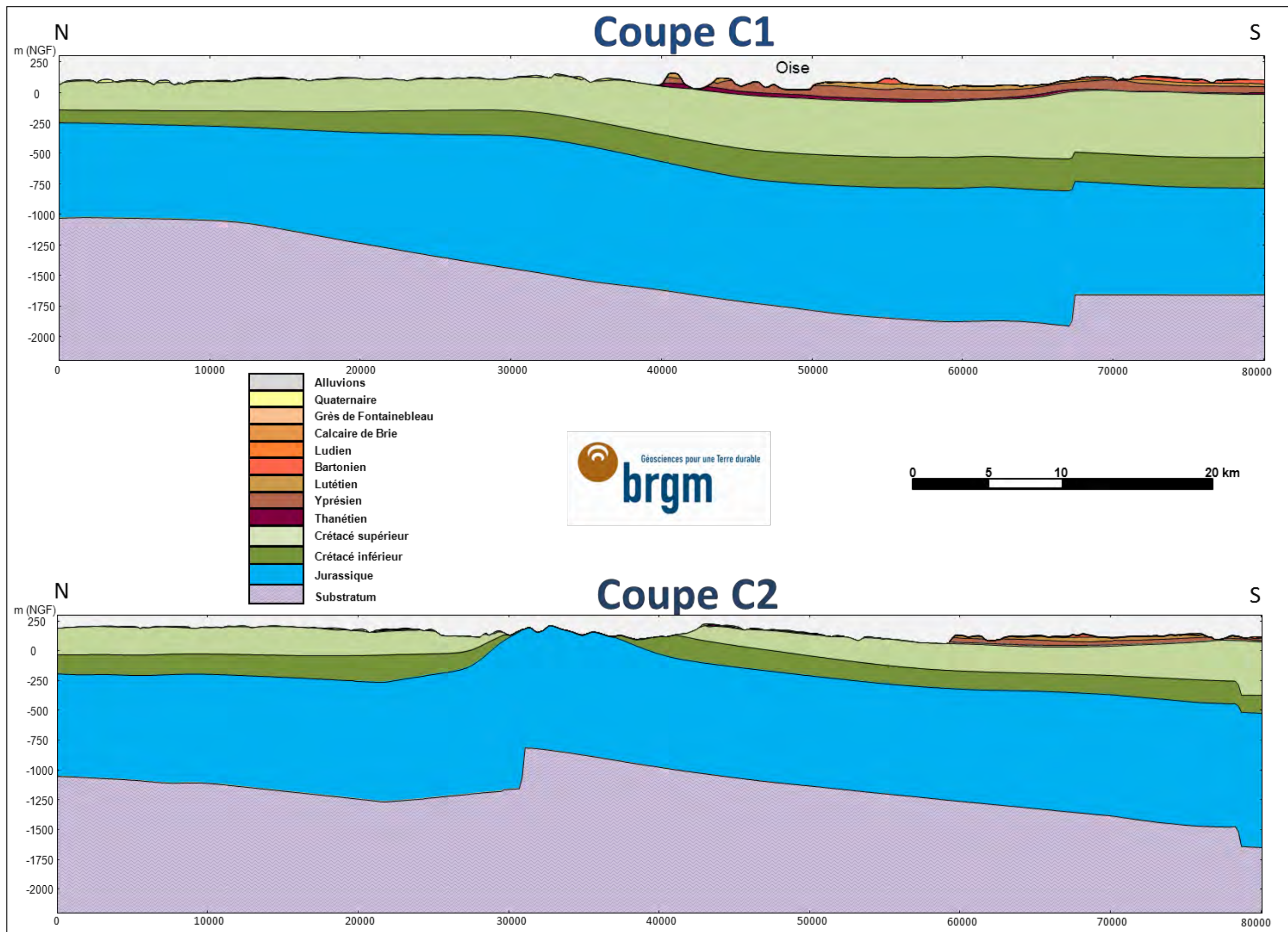


Illustration 15 – Coupes géologiques.

2.3.2. Lithostratigraphie

L'inventaire des formations géologiques du département de l'Oise s'appuie notamment sur la carte géologique harmonisée du département de l'Oise (**Roger J.** (2008) rapport BRGM/RP-56376-FR), sur la synthèse géologique du Bassin de Paris (**Mégny C.**, 1980) et sur le travail réalisé dans le cadre du projet de cartographie de l'aléa retrait-gonflement (**Bernon N.** (2009) rapport BRGM/RP-57154-FR). Les surfaces d'affleurement, issues de la carte géologique harmonisée départementale, sont données à titre indicatif.

La connaissance fine des horizons profonds, appartenant au Crétacé inférieur, Jurassique, Trias et au Primaire, est tributaire de la densité des ouvrages profonds (pétroliers et recherche d'eau) et certaines zones restent relativement mal connues.

a) Quaternaire

Depuis la fin du Stampien (Tertiaire - Oligocène inférieur), la région est restée soumise à un régime de dépôts en milieu continental marqué par la mise en place de sables, de graviers, de galets et d'argiles au niveau des cours d'eau (terrasses alluviales), de meulière en milieu lacustre, de formations argileuses résultant notamment de la décalcification de la craie ou des calcaires, avec ou sans silex, et de dépôts limoneux très fins formés *in situ* à partir d'argiles d'altération ou résultant du soufflage de particules fines siliceuses et argileuses (limon éolien). L'altération et la dégradation des différentes formations vont également se traduire par la mise en place de dépôts dits de « pente » plus ou moins importants, résultant du colluvionnement et de la solifluxion des matériaux issus des terrains en place.

Ces formations quaternaires se présentent en général sous forme de lambeaux localisés ou d'une véritable couverture dont l'épaisseur peut varier de quelques décimètres à plusieurs mètres. La différenciation avec les dépôts superficiels (colluvions, limons, argiles à silex ou à meulière) est souvent délicate.

- **Formations des vallées**

- Tourbes et dépôts tourbeux : Quaternaire - Holocène

Les tourbes n'ont pas toujours fait l'objet d'une distinction cartographique sur les cartes géologiques par rapport aux alluvions actuelles et récentes. Leur représentation couvre néanmoins 24,6 km² dans le département de l'Oise.

Les tourbes sont particulièrement développées dans les vallées des affluents de l'Oise, la Brèche et l'Aronde. Des tourbes sont généralement intercalées au sein des alluvions récentes, mais elles disparaissent presque toujours dans les zones de confluence. Selon la notice de la carte géologique de Senlis (**Blondeau A. et al.**, feuille 108, 1967), la tourbe remonte au Néolithique ; des pieux d'habitations y ont été retrouvés sur la rive droite de l'Oise.

Dans les vallées des affluents de l'Aisne, de petites tourbières calciques perchées au niveau des argiles de Laon se rencontrent fréquemment. Enfin, une zone tourbeuse importante a été cartographiée dans la vallée de la Troësne, sur le trajet du canal de Marquemonst.

- Alluvions récentes : Quaternaire - Holocène

Les alluvions récentes sont généralement limoneuses et vaseuses et comportent une composante sableuse et/ou argileuse variable. Souvent, elles passent graduellement à l'amont à des colluvions ou à des limons de pente colluvionnés. Les alluvions récentes peuvent atteindre une dizaine de mètres d'épaisseur, notamment lorsque des tourbes sont présentes. Cette formation couvre 400 km² du territoire départemental.

Les alluvions récentes de l'Oise et de l'Aisne sont tributaires des limons et des formations tertiaires de la vallée. Dans la région de Compiègne, elles sont argilo-sableuses, parfois argilo-craveuses ou franchement sableuses. Leur épaisseur excède rarement 6 m.

Les nombreux affluents qui irriguent les grands cours d'eau (Oise et Aisne) présentent des alluvions généralement limoneuses et tourbeuses. Dans les vallées des affluents de l'Aisne, toujours très encaissées, les alluvions sont à dominante limoneuse avec une composante calcaire variable et des niveaux plus ou moins riches en matières organiques. Dans la vallée du Thérain, les alluvions sont sableuses et argileuses. Vers l'amont, leur composition est influencée par les terrains argilo-sableux du Crétacé inférieur. Leur épaisseur est comprise généralement entre 1 et 3 m. Les alluvions de la Troësne au sud-ouest du département sont dominées par des matériaux de granulométrie fine : limons, argiles, silts, sables fins.

- Alluvions anciennes : Quaternaire - Pléistocène

Hormis au nord-est du département, dans la vallée de l'Oise, les alluvions anciennes sont fréquemment masquées par des limons loessiques colluvionnés et affleurent parfois sous la forme de placages en bordure des cours d'eau. Elles sont essentiellement présentes dans les vallées de l'Oise et du Thérain et sont observées en terrasses dans les vallées de l'Oise et de l'Aisne. La surface totale de ces formations atteint 100 km² dans le département.

Les alluvions anciennes correspondent principalement à des sables et graviers. Le plus souvent, un sable quartzeux peu épais, de 3 m maximum, recouvre une grève caillouteuse et graveleuse à passées sableuses, formées d'éclats de silex et de granules calcaires. L'épaisseur de ces dépôts varie généralement de 1 à 7 m, atteignant localement une dizaine de mètres. Les alluvions anciennes sont toujours intensivement exploitées dans de nombreuses ballastières.

- **Formations des pentes**

- Colluvions : Quaternaire

L'ensemble des colluvions affleure sur plus de 250 km² dans le département de l'Oise.

Les colluvions de dépression et de fond de vallée sèche résultent de l'accumulation par gravité, solifluxion ou ruissellement d'un matériau d'origine locale dans les zones basses. Le plus souvent, les colluvions de dépression proviennent du remaniement des limons, qui s'accumulent dans les dépressions des plateaux crayeux. Sur le bas des flancs des vallées, elles recouvrent la craie ou les formations résiduelles à silex. Leur composition est limono-argileuse, pouvant contenir des silex brisés et des grains de sables quartzeux. Leur épaisseur excède rarement 5 m au nord du département sur les versants crayeux du Plateau Picard mais peut atteindre 10 m au sud et à l'ouest en bordure des plateaux crayeux. Ces colluvions sont particulièrement abondantes dans les régions du Plateau Picard et du Pays de Thelle, remplissant les dépressions des plateaux crayeux.

Dans les parties méridionale et orientale du département, les colluvions se chargent en pied de cuesta en débris tertiaires de tailles diverses, ce qui permet de les distinguer des précédentes. Ces colluvions issues des formations tertiaires proviennent du remaniement, par fluage et glissement sur les versants des plateaux, des niveaux sableux, argileux et calcaires du Tertiaire. Elles forment un complexe hétérogène où se mêlent des matériaux argileux, limoneux, sableux, des fragments de silex, de grès et de calcaire. Leur composition est généralement limoneuse avec présence de silex à proximité de la craie, argileuse et plutôt sableuse aux abords des collines tertiaires. L'épaisseur des colluvions issues des formations tertiaires varie de quelques décimètres à 5 m environ.

- Limons de pente : Quaternaire - Pléistocène et Holocène

Les limons bruns de pentes sont issus des limons des plateaux par colluvionnement ou solifluxion. Vers le bas des versants, ils passent aux alluvions récentes (vallées actives) ou aux limons de fond de vallées sèches. Ils sont présents à l'affleurement sur 290 km² dans le département de l'Oise.

- **Formations des plateaux**

- Sables éoliens : Quaternaire

Des sables éoliens affleurent sur plus de 10 km² dans les forêts de Compiègne, de Chantilly et de la Haute Pommeraie.

Il existe localement, dans la basse forêt de Compiègne, des placages sableux dont l'épaisseur peut dépasser 2 m, sur les argiles sparnaciennes (Yprésien inférieur) ou sur les marnes de Sinceny (Thanétien supérieur). Ces sables proviennent du remaniement des sables de Bracheux (Thanétien) ou des sables de Cuise (Yprésien supérieur).

Sur le plateau de la Haute Pommeraie, des sables auversiens (Bartonien inférieur) remontés par le vent constituent de petites dunes stabilisées par la forêt et reposant sur les formations marinésiennes (Bartonien supérieur). Dans la forêt de Chantilly et de Coye, autour de la butte de la Haute Pommeraie, des sables remaniées par le ruissellement et par le vent tapissent la surface des calcaires lutétiens sur une épaisseur de moins de 1 m à 2 m. La mise en place de ces accumulations dunaires est postérieure au Würm et paraît sub-actuelle.

- Limons de plateaux : Quaternaire – Pléistocène et Holocène

Les limons de plateaux sont des limons bruns argilo-sableux, à composante loessique, d'origine continentale (éolienne). Ils sont composés de quartz et minéraux argileux, accumulés par le vent lors des périodes glaciaires du Quaternaire, alors que le Bassin Parisien s'apparentait à une plaine périglaciaire.

Le complexe des limons des plateaux occupe de grandes étendues dans le département (1475 km²). Son épaisseur et son faciès sont influencés par la topographie et les conditions de gisement. La puissance de cette formation est très variable et varie de quelques décimètres en plateau à 5 m mais peut atteindre plus de 10 m dans les poches karstiques. Les limons de plateaux engendrent des sols très fertiles favorables aux grandes cultures notamment céréalières.

La majeure partie du complexe est formée de limons récents éoliens rattachés à la dernière phase de climat sec du Würm. Il s'agit de limons loessiques argilo-sableux d'aspect jaunâtre, ocre, brun ou de teinte claire et doux au toucher. Ils sont constitués de très fines particules siliceuses, argileuses et calcaires qui pour plus de 90% d'entre elles sont inférieures à 50 µm. Au voisinage des massifs sableux auversiens et thanétiens, au nord-est et au sud-ouest, la charge en sable augmente et les limons des plateaux s'apparentent plutôt à un limon sableux.

A la base de la formation se trouvent des niveaux de limons anciens, présentant une répartition très irrégulière et dont la nature est liée à celle du substrat (sables tertiaires, résidus à silex, craie, fragment de grès ou de meulière...).

Sur le terrain il n'est pas toujours aisé de distinguer les limons anciens des limons récents. Le lessivage et la décalcification des limons holocènes ont conduit à la formation en surface de la « terre à brique » ou lehm de teinte brunâtre, et, en profondeur, de « poupées de loess » calcaires.

Les limons peuvent être très épais sur les plateaux crayeux mais également sur les plateaux de calcaires grossiers tertiaires. Sur les parties les plus hautes des plateaux crayeux (nord du Pays de Thelle, nord et ouest du Plateau Picard), les eaux de ruissellement ont décapé les dépôts superficiels limoneux et mis à l'affleurement l'argile à silex. Sur les parties centrales (Pays de Chaussée) et orientales (Plaine d'Estrées-Saint-Denis) du Plateau Picard, les limons de plateaux sont au contraire plus abondants. En effet, la pente du Plateau Picard, vers le sud-est,

a favorisé l'accumulation de limons au sud et à l'est, pouvant atteindre jusqu'à plusieurs mètres d'épaisseur sur la plaine d'Estrées-Saint-Denis.

Les limons sont absents sur tous les terrains du Jurassique et du Crétacé inférieur du Pays de Bray et assez peu représentés sur la craie au sud de la vallée du Thérain.

- Limons argileux à silex : Quaternaire

Cette formation limoneuse à forte charge caillouteuse repose sur l'argile à silex festonnée par la cryoturbation quaternaire. Il s'agit généralement de silex fragmentés dans une matrice argilo-sableuse (biefs) ou limoneuse (limons à silex).

Les limons à silex, généralement peu épais sur les plateaux (moins d'un mètre), peuvent représenter plusieurs mètres d'épaisseur sur les pentes où ils se sont mis en place par colluvionnement. La surface affleurante de cette formation atteint au total 880 km² sur le département.

Les limons à silex en place, de couleur brun-rouge à rougeâtre, s'intercalent sur le Plateau Picard et dans le secteur du Bray entre le limon brun des plateaux et la craie altérée. Ils peuvent aussi couvrir des surfaces importantes sur les plateaux ou les pentes douces. Leur matrice devient parfois accessoire, devant les innombrables blocs résiduels qu'ils contiennent : silex branchus dérivant directement des assises crétacées démantelées, grès à patine rougeâtre, galets avellanaires de silex noir, silex verdis thanétiens, calcaires silicifiés lutétiens, meulière...

L'origine de cette formation est diverse : brassage mécanique par les labours de limon des plateaux et de la formation résiduelle à silex, résidu de limon ancien chargé en silex dont les fines ont été en partie éliminées par ruissellement, accumulation par colluvionnement et solifluxion sur les pentes douces de limons, limons anciens à silex, formation résiduelle à silex, etc...

- Cailloutis : Quaternaire – Pléistocène ; Pliocène

Une formation appelée cailloutis des plateaux est parfois distinguée sur les cartes géologiques, bien qu'apparaissant rarement à l'affleurement (1,5 km²) car en général recouverte par les limons des plateaux. Ces cailloutis d'origine fluviatile sont pour l'essentiel des fragments de silex très usés mais aussi des débris de calcaire et de grès bartoniens provenant du substrat et enrobés dans une matrice sablo-argileuse. Il est à noter que des fragments de roches « ardennaises » plus lointaines entrent également dans la composition de ces cailloutis, permettant une datation Pliocène-Pléistocène de cette formation.

- **Formations résiduelles : Quaternaire**

- Formations résiduelles issues des formations tertiaires : Quaternaire

Les formations superficielles sont issues de terrains tertiaires, elles affleurent majoritairement à l'ouest du département et occupent une superficie cumulée de près de 20 km².

Les formations sableuses résiduelles dérivées des sables du Bartonien se retrouvent essentiellement au niveau des plateaux de calcaires grossiers tertiaires. Des galets de silex arrondis, dans une matrice sableuse, proviennent des galets auversiens ou marinésiens (Bartonien inférieur et supérieur).

Les formations résiduelles issues des dépôts du Thanétien se présentent comme des galets verdis, sables et grès (grès de Frétoy), sables roux et galets avellanaires.

- Argiles résiduelles à silex : Quaternaire

La formation des argiles résiduelles à silex est issue de l'altération et de la décalcification de la craie, développée après l'exondation post-oligocène du Bassin de Paris. Elles sont présentes sur les plateaux crétacés où elles recouvrent la craie d'un manteau assez continu mais peu épais, dans des poches de dissolution karstique ou encore solifluées sur les pentes. Elles sont souvent masquées par les limons qui se mêlent à leur partie supérieure.

Cette formation est constituée d'une matrice argileuse ou argilo-sableuse brun-rouge empâtant des silex branchus issus de la craie crétacée et des galets thanétiens (galets verdis, noirs, gréseux). Son épaisseur varie de quelques décimètres en plateau à plus de 10 m dans les poches karstiques présentes notamment vers la Normandie. Les argiles à silex affleurent dans la moitié occidentale du département, sur une superficie cumulée de près de 15 km². En effet, sur les parties les plus hautes des plateaux crayeux (nord du Pays de Thelle et nord et ouest du Plateau Picard), les eaux de ruissellement ont décapé les dépôts superficiels de limons et mis à nu l'argile à silex. Ces sols imperméables, lourds et humides, favorisent alors les zones de pâturages et de vergers comme en Picardie verte.

- **Cailloutis de Gisors et formations associées : Quaternaire**

Composée d'une matrice argilo-sableuse brun-rougeâtre englobant des galets et des fragments de silex et de grès, cette formation se situe uniquement dans le Pays de Thelle. Son épaisseur varie entre quelques décimètres et plusieurs mètres et sa surface d'affleurement ne dépasse pas 9 km².

Les galets ont dans leur masse une coloration brun-jaune à brun-rouge et les fragments prennent parfois des patines jaunes ou rouges. La matrice contient de gros grains de quartz millimétriques et des éclats de silex. Des colluvions issues de cette formation se trouvent sur les versants des buttes tertiaires. Elles ont une composition très proche de la formation mère et recouvrent les assises de l'Éocène inférieur, enrichissant la matrice en sables cuisiens ou argiles sparnaciennes.

b) Tertiaire

Les formations tertiaires du département de l'Oise se sont déposées entre le Dano-Montien (Paléocène inférieur) et le Stampien (Oligocène inférieur) et reposent en discordance sur la craie du Sénonien (Illustration 16 et Illustration 17). Les formations alternent entre dépôts continentaux et marins, correspondant à une série de transgressions et de régressions intervenant après l'émersion, à la fin du Crétacé, des dépôts crayeux. La région était alors située entre 40° et 43° de latitude nord, contre 50° actuellement et les terrains tertiaires témoignent de climats chauds, voire tropicaux.

Pendant tout le début de l'ère tertiaire, la sédimentation va être contrôlée par des mouvements tectoniques, d'ensemble et de détails à la fois (rejeu de failles, accentuation de structures synclinales ou anticlinales,...) liés à la tectonique hercynienne et à l'orogénèse alpine. Ceci explique la variabilité des faciès et des épaisseurs des formations. La lithologie sédimentaire est essentiellement d'origine marine mais également continentale : calcaires, marnes, argiles, sables, grès avec des variations lithographiques latérales au sein des matériaux dominants.

Couvrant autrefois l'ensemble de la région, les dépôts tertiaires, du fait de l'érosion, n'existent plus que dans la moitié sud et l'ouest du département de l'Oise. Ils sont également absents du Pays de Bray. Toutefois, de nombreux lambeaux épars et quelques petites buttes témoins parsèment encore les plateaux crayeux du Plateau Picard et du Pays de Thelle. Les formations tertiaires sont d'autant plus récentes et épaisses que l'on approche du centre du Bassin Parisien, au sud du département.

Les calcaires constituent des régions homogènes composées de vastes plateaux. Ceux-ci sont quasiment horizontaux, très découpés par un réseau hydrographique dense et le plus souvent recouverts d'un limon épais, profond et dépourvu de cailloux. Les formations tertiaires déterminent par leurs affleurements des régions naturelles caractéristiques :

- du Thanétien (Paléocène supérieur) au Sparnacien (Yprésien inférieur – Eocène inférieur) : Clermontois et Noyonnais ;
- du Cuisien (Yprésien supérieur – Eocène inférieur) au Lutétien (Eocène moyen) : Soissonnais et Vexin ;
- de l'Auversien (Bartonien – Eocène moyen) au Ludien Priabonien – Eocène supérieur) : Valois-Multien.

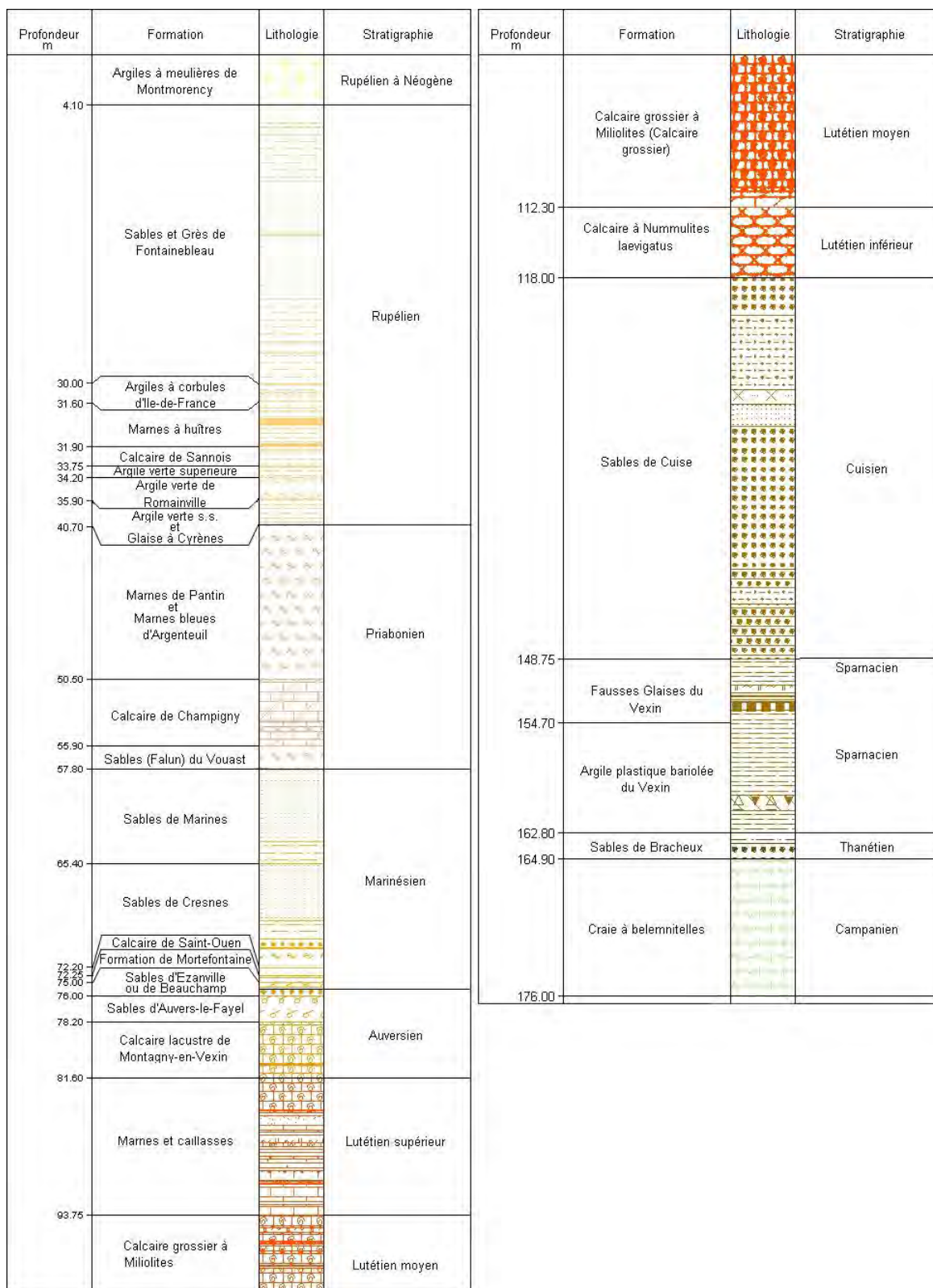
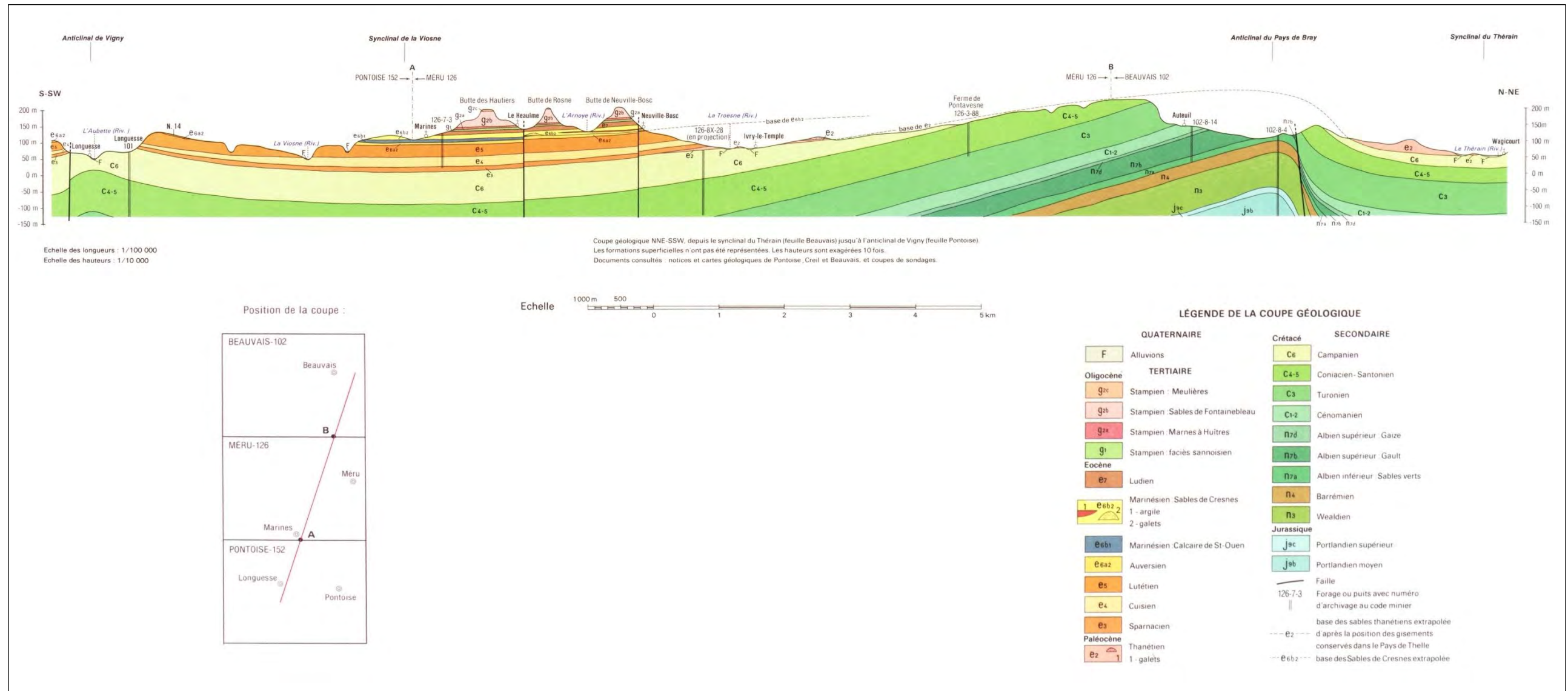


Illustration 16 - Sondage du château d'eau de Montjavoult (Soissonnais) – Code BSS : 01258X0203.



Source : **Wyns R., Hardy R., Feugueur L., Monciardini C.** (1979) - Carte géologique de la France à 1/50 000, n°126

- **Oligocène inférieur – Stampien supérieur (Rupélien supérieur ou Chattien)**

Les formations du Stampien supérieur n'apparaissent plus qu'en quelques affleurements bien délimités comme les buttes de Montjavoult, Montagny-en-Vexin, Neuville-Bosc, Mont-Pagnotte et Plailly. Ces faciès sont essentiellement représentées dans le Vexin, couvrant une superficie totale de près de 8 km² seulement.

Les buttes oligocènes sont couronnées par une formation argileuse, plastique, brun-rouge, empâtant des blocs de meulières, appelée argile à meulières de Montmorency. Les meulières résultent de la silicification du calcaire lacustre d'Etampes (Rupélien), de couleur gris-jaune à rouille par altération. Ces silicifications sont dues à des pédogenèses au cours de la longue période continentale qui a succédé aux derniers dépôts oligocènes. Les meulières sont cavernueuses ou compactes et portent des empreintes d'organismes d'eau douce : *Limnaea cylindrica*, *L. cornea*, *Planorbis cornu*, et des oogones de *Charamedicaginula*.

Ces argiles à meulières ont une puissance en moyenne inférieure à 5 m. Au sein des buttes de Rosne, elles sont recoupées en biseau par une surface d'érosion d'âge plio-quatenaire, et elles diminuent rapidement d'épaisseur vers le nord pour n'être plus représentées qu'à l'état résiduel au sommet de la butte de Neuville-Bosc. Elles reposent alors directement sur les sables de Fontainebleau, qui deviennent le composant principal de la matrice.

Les sables et grès de Fontainebleau attribués au Rupélien supérieur marquent la dernière incursion marine sur la région. Ces sables marins, très fins sont généralement très purs et toujours azoïques par suite du lessivage des carbonates par les eaux de percolation. Leur épaisseur varie de quelques mètres à 30 m à l'extrême sud du département.

Ils peuvent renfermer des grès-quartzites dans leur partie supérieure, témoins de l'épisode continental qui a suivi le retrait de la mer stampienne. Un petit niveau argileux est présent à la base de la formation sableuse.

- **Oligocène inférieur – Stampien moyen (Rupélien moyen)**

Les formations du Stampien moyen se retrouvent dans le Vexin autour des buttes orientales où elles affleurent occasionnellement (Marines, Neuville-Bosc, Tumbrel). Elles couvrent 0,8 km² seulement sur l'ensemble du département.

La transgression stampienne débute par un ensemble marno-argileux à faune marine dans lequel se distinguent, de haut en bas :

- les argiles à corbules, principalement constituées d'argiles plus ou moins sableuses et à passées calcaires, dont l'épaisseur est de 1,5 m en moyenne et atteint 3,35 m au sondage de Bréançon ;

- les marnes à huîtres, constituées d'une argile ou de marnes vertes à bleuâtres plus ou moins sableuses et graveleuses à rognons calcaires, l'épaisseur de cet ensemble atteignant 2,35 m au sondage de Bréançon.

- **Oligocène inférieur – Stampien inférieur (Rupélien inférieur ou Sannoisien)**

Cet ensemble affleure sur 1,6 km² dans le Vexin et le Valois, au niveau des buttes témoins tertiaires. Les formations du Stampien inférieur se composent des niveaux argileux et calcaires du Sannoisien, qui n'ont pas été distingués sur les cartes géologiques, notamment en raison de l'épaisseur réduite des niveaux calcaires et de leur discontinuité. Les niveaux à cyrènes (fossiles de bivalves) du Sannoisien (marnes vertes de Romainville, calcaire de Sannois) caractérisent un milieu marin saumâtre.

Au sommet de la série, le calcaire de Sannois, équivalent latéral du calcaire de Brie, est formé essentiellement de marnes et marnes sableuses à niveaux calcaires peu développés. Son épaisseur est de 1 à 2 m.

Les caillasses d'Orgemont, formation lacustre réduite à moins d'un mètre d'épaisseur, sont constituées de bancs calcaires blanchâtres entrecoupés d'argiles feuilletées grises ou vertes.

L'argile verte (argile de Romainville) est bien représentée sur les flancs des buttes de la région. Son faciès caractéristique est constitué d'argile plastique, colorée en vert vif et contenant des nodules calcaires blanchâtres. Sa puissance est de l'ordre de 5 à 6 m.

Enfin, les glaises à cyrènes existent à la base de l'argile verte, sous la forme de marnes argileuses feuilletées de couleur vert-bleu en profondeur, brune en affleurement avec de minces filets sableux intercalés. Leur épaisseur est d'environ 2 m.

- **Eocène supérieur – Priabonien (Ludien)**

La phase régressive, qui débute au Marinésien (Bartonien supérieur), se caractérise au cours du Priabonien (Ludien) par le dépôt des « masses du gypse ». Les formations marno-gypseuses sont peu puissantes dans le département (une dizaine de mètres) et surtout présentes dans le Vexin, le sud du Valois ainsi que sous les forêts d'Halatte (Mont Pagnotte) et de Retz. Leur surface d'affleurement atteint au total 15,5 km². Le gypse fut exploité autrefois en carrières souterraines à Neuilly-en-Vexin, près de Marines.

La partie supérieure du Priabonien est représentée par des marnes argileuses continentales, appelées marnes supragypseuses, dans lesquelles se distinguent deux niveaux :

- les marnes blanches de Pantin, épaisses de 2,5 à 9 m, sont des marnes blanc-grisâtre à aspect granuleux, très riches en carbonate de calcium. Elles présentent souvent un ou plusieurs bancs de calcaire tantôt blanc et crayeux, tantôt beige et sublithographique en partie supérieure ;
- les marnes bleues d'Argenteuil, épaisses de 2 à 4 m, sont des marnes argileuses gris bleuté, très plastiques lorsqu'elles sont humides, à concrétions ou granules calcaires et à passées de marnes blanchâtres s'oxydant en ocre à l'affleurement. La structure est souvent feuilletée. De petits niveaux de gypse saccharoïde impur appelés « bancs de chien » s'intercalent vers la base.

Les affleurements des marnes supragypseuses sont limités au Vexin et couvrent 1,3 km² seulement dans le département de l'Oise.

La partie inférieure du Ludien est constituée par les masses du gypse surmontant les marnes infragypseuses.

Les masses du gypse sont fortement affectées par la dissolution. Elles sont séparées par une alternance de marnes calcaires jaunâtres, grumeleuses ou compactes et d'argiles brunes et vertes pouvant être assimilée aux marnes gypseuses de la région parisienne (8 m de puissance). Les témoins gypseux non totalement dissous sont représentés par des filets de sables calcitiques, géodes calcédonieuses, rognons et plaquettes de gypse saccharoïde.

Le Ludien débute par des marnes infragypseuses, constituées de marnes et calcaires marins ou laguno-marins fossilifères (*Batillaria rustica* et *Potamides vouastensis*), qui sont l'équivalent des marnes à *Pholadomya ludensis*. Cette formation est connue sous le nom de « couche ou falun du Vouast » ; elle se présente d'abord sous la forme d'une argile sableuse fossilifère passant rapidement à une alternance de marnes, de calcaires et de sables calcaires. Les marnes à *Pholadomya ludensis* se composent d'un mince niveau de marnes blanches ou jaunâtres, parfois surmonté par un calcaire siliceux généralement fossilifère, le plus souvent remanié par suite de solifluxions quaternaires ou par la dissolution. L'épaisseur du Ludien inférieur est réduite, limitée à 2 m au maximum.

• Eocène moyen – Bartonien supérieur (Marinésien)

Le Marinésien correspond à une nouvelle phase régressive se matérialisant par une alternance de sables marins (Cresnes, Marines, Mortefontaine) et de calcaires (Ducy) et marno-calcaires (Saint-Ouen) laguno-lacustres, d'une épaisseur moyenne comprise entre 10 et 20 m.

Le Marinésien supérieur est principalement représenté par les sables et grès de Marines au sommet et par les sables de Cresnes à la base. De nombreux faciès composent ces formations sableuses, seuls les principaux étant décrits ci-dessous. C'est dans le Vexin que le Marinésien

supérieur apparaît le plus à l'affleurement, sur une superficie totale qui ne dépasse cependant pas 8,4 km², en limite sud et sud-ouest du département.

Les sables et grès de Marines sont des sables de teinte dominante verdâtre, caractérisés à leur base par un lit irrégulier de silex noirs ravinant les sables de Cresnes avec ferruginisation au contact de ces sables. Les sables sont plus fins mais moins bien classés que ceux de Cresnes.

Les sables de Cresnes, de 5 à 10 m d'épaisseur, sont des sables quartzeux beiges à ocre verdâtre, à stratifications obliques et montrant des bioturbations. Ils contiennent de nombreux filets ou pastilles argileux et quelques galets de silex disséminés dans la masse. Dans la région de Marines, les sables de Cresnes deviennent plus fins, argileux et verdâtres et leur épaisseur est de 2 à 4 m.

Au sein des sables de Cresnes s'est développé un niveau argileux épais de quelques mètres : les argiles de Tumbrel. Il s'agit d'une argile plastique bleue avec petites coquilles de mollusques, plus sableuse et mouchetée d'argile grise et bleue à la base. La puissance de cette formation est de 1 à 3,5 m.

Les marno-calcaires de St-Ouen rassemblent les assises du Marinésien inférieur et moyen qui, du sommet à la base, sont : les calcaires et marnes de Saint-Ouen au sens strict, l'horizon sableux de Mortefontaine, le calcaire de Ducy et les sables quartzeux verdâtres d'Ezanville. Cette succession de couches marines et laguno-lacustres s'inscrit dans une période à tendance régressive, marquée par des transgressions passagères. Ces assises couvrent une superficie de 135 km², dans le quart sud-est du département.

Le marno-calcaire de Saint-Ouen est assez réduit dans le Vexin, représenté par 4 ou 5 m de marnes blanches. A l'est, dans le Valois, il peut atteindre une dizaine de mètres d'épaisseur et est constitué d'une alternance de couches marneuses, blanc grisâtre à beige clair et de bancs calcaires compacts, sublithographiques, à débit naturel en moellon. Vers le sud, le faciès marneux domine.

L'horizon de Mortefontaine se présente sous forme de sables blancs, fins, à filets marneux ou argileux. Des niveaux grésifiés, très fossilifères s'intercalent dans la série. La formation se termine souvent par des bancs de grès-quartzite et des sables blancs azoïques. La faune à *Avicula defrancei* caractérise un milieu laguno-marin. L'épaisseur totale ne dépasse pas 2 m.

Le calcaire de Ducy est un calcaire dur laguno-lacustre à pâte fine ou au contraire induré et marneux. Ce niveau peu épais (0,30 à 1,50 m) est facilement reconnaissable à la grande quantité de petits gastéropodes qu'il contient.

La série débute par l'horizon d'Ezanville, épais de 0,4 à 1,5 m mais relativement constant et constitué de sables quartzeux et argileux jaunâtres à verdâtres. Il livre une faune laguno-marine plus ou moins abondante : *Potamides scalaroides*, *Batillaria boueivar. coronata*, *Bayania hordacea*.

- **Eocène moyen – Bartonien inférieur (Auversien)**

L'Auversien marque un nouveau retour de la mer avec invasion de lagunes (gisement ponctuel de mammifères) ou de mers fermées ou isolées. Cette période se caractérise par des dépôts de sables et de grès à nummulites, miliolidés, cérithes.

Les deux faciès principaux de l'Auversien sont représentés par des formations marines littorales : les sables de Beauchamp et les sables d'Auvers. Ces sables sont exploités pour la verrerie et la fonderie en raison de leur grande pureté dans les carrières d'Apremont, Aumont, Fleurines, Crépy-en-Valois,... Ces formations sont présentes sur 245 km² dans le département de l'Oise. L'épaisseur des sables de l'Auversien est maximale sur les feuilles géologiques de Creil et de Senlis, atteignant 30 à 40 m environ mais diminue vers le centre du Bassin Parisien.

Le faciès de Beauchamp se compose de sables blancs ou jaunâtres azoïques, bien classés, très fins, à stratifications planes. De nombreux blocs de grès et des galets de silex parfois cimentés en poudingue, en place ou glissés sur pentes, les accompagnent. L'épaisseur des sables est comprise entre 10 et 30 m sur les feuilles géologiques de Creil et de Senlis.

Le faciès d'Auvers est constitué de sables jaunâtres assez grossiers, à stratifications entrecroisées et à galets noirs de silex. Des intercalations gréseuses apparaissent souvent, passant à des faluns gréso-calcaires riches en débris de coquilles. Leur épaisseur est en moyenne de 5 à 15 m.

Les sables de Beauchamp et d'Auvers peuvent renfermer localement des intercalations argileuses de faible épaisseur.

L'argile de Villeneuve-sur-Verberie est une argile verdâtre avec des passées sableuses. Elle a été autrefois exploitée à Villeneuve-sur-Verberie et à Fleurines. La faune est rare, représentée seulement par quelques moules de mollusques gréso-ferrugineux indéterminables dans les lits sableux intercalés vers la base. Cette argile affleure uniquement dans le nord-ouest du Valois, sur 3,6 km² et ne dépasse pas 5 m d'épaisseur.

L'argile de Saint-Gobain affleure au sommet du bois de Thiescourt, au nord-est du département, où elle prolonge l'affleurement de la montagne d'Attiche. Cette formation peut contenir des intercalations sableuses. Son épaisseur passe de 5 à 15 m au maximum à l'est et sa superficie d'affleurement se limite à 3,8 km².

L'Auversien basal n'affleure que sur 0,8 km² dans le Vexin sous la forme d'un calcaire lacustre plus ou moins induré et très fossilifère, portant le nom de la localité type de Montagny-en-Vexin. Il s'agit d'un équivalent latéral de l'horizon de Mont-Saint-Martin, plus développé dans l'ensemble du bassin de Paris. L'épaisseur de ce niveau est faible, inférieure à 5 m. A Montjavoult, en sondage, son épaisseur est même inférieure à 1 m.

Très souvent les sables auversiens ont pénétré dans des poches karstiques formées dans le calcaire grossier lutétien sous-jacent. Le contact normal avec les caillasses du Lutétien supérieur, plus ou moins anfractueuses, s'effectue par l'intermédiaire de marnes jaunâtres et de sables ferrugineux.

- **Eocène moyen – Lutétien**

Les affleurements du Lutétien s'étendent sur près de 490 km², principalement dans la moitié sud du département. L'ensemble atteint 30 à 40 m d'épaisseur en moyenne.

Le Lutétien supérieur illustre le retour progressif à une sédimentation continentale avec des faciès marins carbonatés et marneux à la base passant progressivement à des marnes et caillasses lagunaires, franchement lacustres au sommet. La partie terminale du Lutétien contient parfois des calcaires silicifiés.

Les marnes et caillasses supérieures et le calcaire à *Potamides* correspondent à des calcaires sublithographiques ou bréchiques, en plaquettes avec une faune indiquant un milieu laguno-marin (*Cerithidae*, *Potamides lapidum*) puis laguno-lacustre (*Hydrobidae*, *Potamides lapidum*). A Montjavoult, ces faciès du Lutétien supérieur ont été traversés en forage sur environ 15 m.

Les marnes et caillasses inférieures marquent une influence de plus en plus lagunaire par des lits de calcaires à grain fin en plaquettes très dures, avec dendrites de manganèse, alternant avec des lits marneux ou argileux et des calcaires dolomitiques.

A la base, le Lutétien supérieur est représenté par un calcaire dur à Cérithes, marin à laguno-marin. Ces bancs calcaires à minéraux argileux alternent avec des calcaires plus lagunaires, souvent argileux, bruns, blanchâtres ou verdâtres où apparaît l'attapulгите.

Le Lutétien moyen et inférieur correspond aux formations communément appelées « calcaires grossiers », dépôts marins très fossilifères dans la région. Ces calcaires se sont formés dans une mer tiède, peu profonde, bien oxygénée et riche en organismes coquillers, algues et foraminifères. Les bancs de calcaire du Lutétien moyen ont donné lieu à une exploitation en carrières souterraines, autrefois très active, pour l'industrie de la pierre de taille. Ces calcaires grossiers constituent également l'ossature rocheuse des tableaux tertiaires et des corniches bien marquées qui dominent la plupart des vallées du sud du département.

Le Lutétien moyen est représenté par deux faciès principaux. Le faciès supérieur est un calcaire en rognons en bancs irréguliers alternant avec un sable calcaire friable de couleur blanche à jaune-ocre. Le niveau inférieur est un calcaire massif à miliolles, en bancs épais, assez tendre et de couleur jaunâtre, présentant assez souvent des stratifications obliques. Son épaisseur maximale est de 10 à 15 m.

Le Lutétien inférieur se caractérise par une transgression marine, soulignée par des calcaires à *Nummulites laevigatus*, appelés « Pierre à Liard », et à la base par des calcaires et sables grossiers très glauconieux (glauconie grossière). Les calcaires présentent parfois des niveaux dolomitiques durs. L'ensemble peut atteindre 15 m de puissance.

• Eocène inférieur – Yprésien supérieur (Cuisien)

La fin du Cuisien est marquée par la régression de la mer cuisienne avec la mise en place de faciès plus continentaux de type laguno-deltaïque, tels que les argiles de Laon renfermant de nombreux débris végétaux et restes de bois fossiles. Ces formations continentales ont ensuite été remaniées par la transgression marine lutétienne.

Les argiles de Laon terminent la série sableuse de l'Yprésien supérieur. Elles se présentent comme une argile gris verdâtre, finement varvée. Elles renferment parfois des niveaux glauconieux et de fréquents lits sableux. Elles déterminent, sur les versants des plateaux et des buttes tertiaires, un niveau humide (sources) marqué par une végétation hygrophile.

Généralement peu épaisses (0 à 3 m), ces argiles ont été décapées par la transgression lutétienne et sont localement absentes, notamment lorsque la dolomitisation du Lutétien est importante. L'épaisseur des argiles se réduit vers l'ouest et elles n'apparaissent parfois que sous la forme de lambeaux au sommet des sables de Cuise.

Cette formation a été cartographiée sur les cartes géologiques de manière spécifique uniquement au nord-est du département où elle affleure sur 9,5 km² sur les plateaux bordant l'Aisne et l'Oise, en amont de la confluence de ces cours d'eau. Ailleurs, dans le Clermontois, le Valois et le Vexin, elles n'ont pas été distinguées des sables de Cuise.

Les sables de Cuise se sont déposés en milieu marin ; ils correspondent à une accumulation importante de sables fins siliceux, glauconieux, plus ou moins argileux et parfois fossilifères (nummulites et mollusques). Ils sont particulièrement bien représentés dans le Valois, le Soissonais et le Noyonnais où leur épaisseur atteint 50 à 70 m. Leur superficie à l'affleurement est d'environ 290 km² dans l'Oise.

Il s'agit d'une formation essentiellement sableuse et détritique. Les sables quartzeux sont généralement fins et azoïques, souvent glauconieux vers la base et micacés. La plupart du temps verdâtres, ils sont jaunes à roux par altération. Ils contiennent dans leur masse des intercalations argileuses, ligniteuses ou gréseuses. Des faciès ont pu être localement individualisés au sein de cette formation, notamment dans le Vexin, sur les feuilles géologiques de Méru (**Wyns R. et al.**, 1979, feuille 126) et de Gisors (**Kuntz G. et al.**, 1976, feuille 125) :

- le niveau d'Hérouval, sable très fossilifère, marque un retour à des conditions plus marines par rapport au niveau de Pierrefonds ;
- le niveau de Pierrefonds peu épais (1 à 3 m) est constitué de sables fossilifères se présentant sous l'aspect d'un falun à nummulites ;
- le niveau d'Aizy est composé de sables marins fins et peu argileux ;
- les sables argileux verdâtres et sables pyriteux noirs du niveau de Varengeville, correspondent aux premiers dépôts de la mer cuisienne transgressive depuis la Manche.

- **Eocène inférieur – Yprésien inférieur (Sparnacien)**

Cet étage est représenté par des argiles plastiques à lignites, à intercalations sableuses et lits de galets de silex vers le sommet (sables de Sinceny). Il s'agit principalement de dépôts laguno-lacustres correspondant à l'émersion post-thanétienne.

La puissance du Sparnacien est en général inférieure à 15 m mais peut atteindre 40 m. L'ensemble des formations du Sparnacien se retrouve en bordure des plateaux tertiaires du département avec une superficie totale de 250 km².

Le Sparnacien terminal marque le retour d'un environnement franchement marin se poursuivant au début du Cuisien. Il se caractérise par des sables siliceux, glauconieux, plus ou moins argileux à faune abondante (nummulites, turritelles, ditrups, serpules, scaphopodes, gastéropodes, vertébrés,...).

Le sommet est constitué de sables fins, de couleur jaune, fossilifères, assimilables aux sables de Sinceny et épais de 3 à 5 m. Ce niveau à stratifications entrecroisées renferme des galets de silex noirs avellanaires.

Les formations appelées « fausses glaises » se sont déposées en milieu laguno-marin. Ces niveaux argilo-sableux et coquilliers sont constitués d'argiles à *Cyrena cuneiformis* (cyrènes) de milieu lagunaire et à *Ostrea sparnacensis* (huîtres) de milieu marin littoral. Occasionnellement se retrouvent des argiles plastiques brunes ou verdâtres et des niveaux peu épais de sables pouvant passer à un falun à huîtres et cyrènes.

Durant le Sparnacien moyen et inférieur, le milieu fluctue selon les secteurs, évoluant entre des faciès lagunaires à laguno-lacustres, des faciès fluviomarins, des faciès de mangrove, de deltas, marqués par la présence quasi-permanente de lignite. Ces faciès sont essentiellement représentés par des argiles plastiques charbonneuses (lignites) plus ou moins sableuses, des sables argileux, souvent déposés dans des chenaux fluviaux, et des marnes.

Les argiles à lignite du Soissonnais (Sparnacien moyen) prédominent sur l'ensemble des formations du Sparnacien, tant en terme de superficie d'affleurement, que d'épaisseur et de continuité géologique à l'échelle départementale. D'une épaisseur maximale de 15 m, elles sont présentes essentiellement dans le Noyonnais. La formation est composée vers le haut par une argile plastique bariolée à dominante gris-beige avec intercalations de marnes grises lacustres localement indurées et à la base par une alternance d'argile plastique bleu-beige et de bancs ligniteux. Les couches de lignites proviennent de l'accumulation de débris végétaux. Bien que peu épaisses, de quelques centimètres à décimètres, elles ont été exploitées autrefois pour la fabrication de l'alun et de la couperose et depuis une décennie pour le copal, gomme fossile d'arbres et plantes à fleurs tropicaux. La base de la série est constituée par un ensemble marno-calcaire d'origine laguno-lacustre correspondant au début de la période d'émersion qui va se généraliser durant le Sparnacien. Ces formations étaient attribuées autrefois au Thanétien terminal.

Le calcaire laguno-marin de Mortemer, est constitué par un banc de calcaire très dur, fin, microcristallin, de couleur gris fumé et à débit en plaquettes. Son épaisseur est variable mais généralement inférieure à 1 m. Sur la feuille géologique de Compiègne (**Blondeau A. et al.**, 1970, feuille 104), ce niveau s'exprime sous forme de sables calcaires à stratifications obliques ou entrecroisées. Ce faciès latéral appelé calcaire de Clairoix comporte des niveaux de grès calcaires et des chenaux soulignés par des lits argileux.

La série débute par les marnes de Marquéglise de couleur verte, sableuses à la base et devenant plus marneuses au sommet. Elles sont présentes sur 1,5 m d'épaisseur environ sur la feuille géologique de Montdidier (**Blondeau A. et al.**, 1976, feuille 81).

• Paléocène supérieur – Thanétien

Au cours du Thanétien supérieur, les conditions de sédimentation évoluent, une transgression marine envahit le nord du Bassin Parisien et recouvre en discordance les assises antérieures (craies sénoniennes et calcaire montien). A la fin du Thanétien, la mer se retire vers le nord. Le milieu marin passe alors progressivement à un milieu lagunaire à deltaïque, puis fluvatile, avant de devenir franchement continental. Cette évolution se traduit par le passage progressif de sables marins tels que ceux de Bracheux à des argiles et marnes à faune et flore typiquement continentales, lacustres, comme les marnes souvent azoïques de Sinceny, ou à des sables tels que ceux du Quesnoy.

L'épaisseur du Thanétien supérieur croît vers le nord et l'ouest, passant de moins de quelques mètres au sud-est du département, près de sa limite d'extension, à 20 m au nord, 30 m à Salency, au pied de la montagne de Béhéricourt et jusqu'à une cinquantaine de mètres dans la partie orientale du territoire, dans la vallée de l'Aisne. Ces formations sont présentes dans le domaine crayeux, dans le Noyonnais ainsi qu'en bordure du Clermontois et du Pays de Thelle où ils subsistent en placages sur les plateaux. Les formations du Thanétien couvrent une superficie cumulée évaluée à 260 km².

Les sables de Bracheux sont des sables fins, argileux et quartzeux, non fossilifères, de couleur gris-vert à vert olive, souvent altérés en surface, plus ou moins glauconieux et légèrement micacés. Localement affleurent des sables plus grossiers associés à des lits d'argile. A la base de la formation, des galets de silex verdis, non usés, sont assez souvent présents. Ils sont issus du remaniement par la mer des niveaux continentaux sous-jacents.

Lors de la régression du Thanétien terminal, des grès (grès de Gannes) se sont formés au sommet des sables de Bracheux, formant par endroit des entablements gréseux notables. Ailleurs, des cordons de galets de silex avellanaires, à la différence des cailloutis de base, se sont déposés sous la forme de cordons marquant la régression. Ils peuvent apparaître consolidés en poudingue (Coye-La-Forêt) dans une matrice gréseuse.

- **Paléocène inférieur – Danien (Montien)**

Les premiers terrains du Tertiaire identifiés dans le département de l'Oise se mettent en place au cours du Danien et attestent d'une petite incursion marine marquée notamment par les calcaires montiens, représentés par des faciès de récif corallien. Des calcaires à polypiers et des calcaires bioclastiques sont connus très localement à Laversines, près de Beauvais, et à Jaméricourt, vers Gisors.

Les affleurements dans l'Oise de cette formation sont très limités et occupent environ 0,12 km². Après le retrait de la mer, la région a été soumise à une forte érosion d'où la disparition des dépôts du Danien dans le département.

c) Crétacé

Les dépôts crétacés présents dans le département de l'Oise appartiennent au Crétacé inférieur et supérieur, depuis le Berriasien pour les plus anciens jusqu'au Campanien supérieur pour les plus récents (Illustration 17, Illustration 18 et Illustration 19).

Les formations du Crétacé antérieures au Sénonien se retrouvent à l'affleurement dans le Pays de Bray pour l'essentiel, formant une auréole autour du cœur jurassique de l'anticlinal érodé en boutonnière (Illustration 17).

A la fin du Sénonien et au tout début du Tertiaire, l'émersion généralisée de la région a entraîné une érosion de la craie du Crétacé supérieur. Le Maastrichtien, dernier étage du Crétacé, est absent sur l'ensemble du département.

Prof. [m]	Lithologie	Formation	Stratigraphie	Prof. [m]	Lithologie	Formation	Stratigraphie
30.00		Craie blanche à très rares silex.	Coniacien Campanien			Calcaire gris crème pseudo-oolithique, pisolithique, graveleux et localement fossilifère (bryozoaires), avec passées de calcaire cristallin crème, compact et dur. Nombreux joints stylolithiques parfois bitumineux et fractures subverticales.	Bathonien
74.00		craie					
			Turonien sup.	1098.80		Calcaire gris crème à grosses oolites ou pisolites, à joints mameux. Passées mameuses irrégulières.	Bajocien
			Turonien	1116.50		Calcaire cristallin sableux gris, à joints mameux noirs.	
			Cénomanien	1138.50		Alternance de calcaire gréseux et de calcaire argileux. Calcaire gréseux plus ou moins argileux gris à passées légèrement dolomitiques. Intercalations d'argile noire à débris de crinoides.	Toarcien
				1150.50		Argile noire micacée et pyriteuse passant à une mame noire pyriteuse. Intercalations de calcaire cristallin.	
			Albien	1177.00		Mame feuilletée brune légèrement bitumineuse. Calcaire gris glauconieux et calcaire sableux.	Toarcien inf.
301.50		Argile légèrement calcaire gris noir plastique.		1195.00		Argile noire micacée et pyriteuse, avec passées de nodules de calcaire fin beige ou brun.	
308.00		Sable moyen à grossier glauconieux, à niveaux plus ou moins argileux.	Albien inf.	1211.00		Alternance de calcaire sableux et d'argile calcaire.	Sinémurien
		Argile plus ou moins sableuse.		1218.00		Mame ou argile calcaire silteuse noire micacée et pyriteuse, avec nodules calcaires disséminés.	
		Sable F/M gris à quartz laiteux.	Barrémien	1321.00		Alternance irrégulière de mame ou argile calcaire silteuse pyriteuse et micacée, et de calcaire plus ou moins sableux, souvent crinoïdique, ou de calcaire fin dolomitique à partir de 1342m. Traces de calcite brune.	Hettangien
369.00		Argile plus ou moins sableuse grise, plastique, avec passées de dolomie sableuse beige, argile gris vert.	Valanginien inférieur	1360.00		Calcaire gris foncé souvent lumachellicque et légèrement dolomitique, à nombreuses passées d'argile silteuse noire. Petites concrétions ferrugineuses et oolites ferrugineuses. Traces charbonneuses.	
379.00		Calcaire dolomitique sableux gris foncé.	Tithonien m.	1425.00		Argile plus ou moins calcaire finement sableuse brun rougeâtre, tachetée de jaunâtre ou de vert. Quelques petites intercalations calcaires brun rosé.	Trias germanique
424.00		Grès fin dolomitique gris brun, et sable fin.		1470.00		Conglomérat à ciment argileux ou calcaire, avec passées d'argile. Galets subanguleux à arrondis de grès, de calcaire. Rares galets de schiste et galets de rhyolite.	
441.00		Alternance de mame grise et de calcaire fin gris beige.	Tithonien inf.	1513.00		Mame grise et bancs de calcaire sableux gris.	Paléozoïque
454.00		Mame grise et calcaire fin argileux gris.				Argile calcaire sableuse noire.	
485.50		Mame grise et calcaire lithographique gris crème.	Kimméridgien			Mame grise et calcaire lithographique gris crème.	
508.00		Calcaire lithographique beige.				Alternance de mame gris noir ou argile calcaire grise, noire, fossilifère, et de calcaire plus ou moins argileux gris crème souvent fossilifère. Exogyres pseudocylindriques.	Oxfordien sup.
517.00		Alternance de mame gris noir ou argile calcaire grise, noire, fossilifère, et de calcaire plus ou moins argileux gris crème souvent fossilifère. Exogyres pseudocylindriques.	Oxfordien sup.			Calcaire gris crème oolithique, parfois sableux, et passées de mame grise.	
528.00		Calcaire gris crème oolithique, parfois sableux, et passées de mame grise.		678.00		Mame sableuse gris foncé glauconieuse, et passées de calcaire gris à gris crème oolithique, de grès calcaire.	Oxfordien
541.00		Argile calcaire plus ou moins sableuse gris foncé, et passées de grès calcaire.	Oxfordien	701.50		Calcaire beige oolithique et fossilifère (échinodermes, lamellibranches), à ciment de calcite brune.	
553.50		Calcaire cristallin gris beige vacuolaire.	Oxfordien	729.00		Calcaire cristallin plus ou moins sableux gris, et passées de mame finement sableuse grise légèrement glauconieuse. Rare mame brune.	
		Calcaire cristallin plus ou moins sableux gris, et passées de mame finement sableuse grise légèrement glauconieuse. Rare mame brune.		771.00		Grès calcaire gris noir glauconieux, et mame.	Oxfordien
		Grès calcaire gris noir glauconieux, et mame.	Oxfordien	835.00		Argile calcaire gris noir, et passées au sommet de grès gris noir à ciment siliceux.	
		Argile calcaire gris noir, et passées au sommet de grès gris noir à ciment siliceux.	Oxfordien	851.00		Mame silteuse gris noir, parfois gris beige, pyriteuse et micacée.	
		Mame silteuse gris noir, parfois gris beige, pyriteuse et micacée.		887.00		Mame à argile calcaire grise à lentilles sableuses.	Bathonien
		Mame à argile calcaire grise à lentilles sableuses.	Bathonien	945.00			
				974.00			
993.00							

Illustration 18 - Sondage de Saint-Maur (Région de Montdidier) – Code BSS : 00816X0001.

Prof. [m]	Lithologie	Formation	Stratigraphie	Prof. [m]	Lithologie	Formation	Stratigraphie
5.00		Calcaire crème à blanchâtre, friable, poreux, graveleux.	Lutétien	1256.00		Alternance de sable gris, de grès gris plus ou moins calcaire et de calcaire gréseux gris.	Oxfordien sup.
45.00		Sable fin blanc légèrement glauconieux à débris coquilliers. Quelques passées d'argile verte.	Cuisien	1313.00		Calcaire gréseux beige clair et oolithique par endroit. Quelques fines passées friables et poreuses.	
101.00		Argile plastique verte	Yprésien inf.	1377.00		Calcaire beige clair, friable et poreux crayeux, souvent oolithique.	
112.00		Sable blanc assez grossier, devenant plus argileux à la base.	Thanétien	1413.00		Calcaire gris beige à gris, dur, compact, gréseux.	Oxfordien m.
157.00		Craie blanche, tendre à silex bruns à noirs depuis 250 m et très abondants de 400 à 460 m. Silex blanchâtre à partir de 440 m.	Coniacien Campanien	1468.00		Calcaire gris, marno-gréseux, localement silicifié, très dur, passant vers la base à un grès marneux silicifié.	
483.00				1496.00		Marne argileuse gris foncé, finement micacée, parfois gréseuse.	Callovien
569.00				1557.00		Marne argileuse gris foncé finement micacée, parfois très gréseuse. Au toit, niveau à oolithes ferrugineuses dans ciment argileux.	
630.00		Craie grise légèrement glauconieuse.	Cénomarien	1574.00		Calcaire gris clair à oolithes et pisolithes.	Bathonien
711.00		Argile gris foncé, glauconieuse, pyriteuse.	Albien sup.	1595.00		Calcaire beige clair à beige rosé.	
773.00		Sable grossier verdâtre à jaunâtre glauconieux à grains arrondis. Quelques intercalations d'argile gris foncé très sableuse.	Albien inf.	1681.00		Calcaire beige oolithique, à ciment crayeux, très poreux et friable. A la base, banc plus compact.	Bajocien
870.00		Argile sableuse gris foncé ligniteuse pyriteuse avec intercalations d'argile rougeâtre.	Berriasien Albien inf.	1722.00		Calcaire gris clair, compact, localement gréseux.	
911.00		Alternance de calcaire gris clair gréseux, compact, et de dolomie beige poreuse.	Tithonien m. Berriasien	1742.00		Marne argileuse gris foncé, légèrement gréseuse, à nombreux débris.	
980.00		Calcaire gris à gris beige, compact, à pâte fine.	Tithonien inf. Tithonien m.	1767.00		Calcaire gris à gris foncé, gréseux à très gréseux, localement silicifié, dur, compact. A la base, calcaire gris, oolithique et gréseux.	Toarcien Aalénien
1004.00		Marne argileuse gris foncé	Kimméridgien	1847.00		Argile schisteuse, gris foncé à noir, micacée, localement pyriteuse.	
1024.00		Calcaire gris beige, compact, à pâte fine.		1926.00		Argile schisteuse noire à brunâtre.	
1153.00		Marne argileuse gris foncé avec quelques intercalations de calcaire argileux gris.		1943.00		Calcaire gris à gris foncé marno-gréseux.	Domérien
		Calcaire gris à gris beige, oolithique, à ciment cristallin, compact.	Oxfordien sup.	1969.00		Calcaire argileux gris foncé avec quelques intercalations d'argile.	Pliensbachien
				2003.00		Argile schisteuse gris foncé à noir micacée, localement pyriteuse.	
				2185.00		Argile schisteuse gris foncé	Sinemurien supérieur
				2225.00		Argile schisteuse gris foncé à noir micacée, localement pyriteuse et minces intercalations de calcaire argileux gris compact.	Sinemurien
				2319.00		Argile schisteuse gris foncé à noir micacée, localement pyriteuse.	Hettangien
				2365.00		Argile gris verdâtre.	Rhétien
				2376.00		Argile dolomitique brun rouge.	Trias germ.

Illustration 19 - Sondage de Mortefontaine (Région d'Attichy) – Code BSS : 01057X0012.

• Crétacé supérieur

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

Cette période se caractérise par le dépôt d'épaisses couches de craie de plusieurs centaines de mètres de puissance, argileuse ou non, avec ou sans silex, subdivisées grâce à l'étude de la macrofaune (*Micraster sp.*, bélemnites, ammonites) et de la microfaune (foraminifères, etc.). La craie est un dépôt sédimentaire marin formé quasi-exclusivement par l'accumulation de tests de microscopiques organismes carbonatés, appelés coccolithes, sur le fond d'une mer moyennement profonde (150 m). La silice colloïdale se rencontre sous forme de silex généralement par bancs au sein de la craie. L'épaisseur des formations crayeuses (Cénomaniens, Turonien, Sénonien) croît du nord-est vers le sud pour atteindre plus de 300 m dans le département de l'Oise. La craie est présente sur l'ensemble du département de l'Oise, sauf au cœur de l'anticlinal du Pays de Bray.

La fin du Sénonien marque le retrait de la mer crétacée, l'émersion totale de la région et le début d'une profonde érosion et altération de ces niveaux crayeux qui va aboutir progressivement, au cours du Cénozoïque, à la formation d'importantes couches d'altérites et notamment d'argiles à silex. En surface érodée, des poches d'argile à silex, témoins des actions de dissolution, se sont formées au sommet des formations crayeuses. Les eaux de pluie, en décalcifiant les couches supérieures, ont transformé la craie en argile rouge ou brune, riche en silex et d'épaisseur très variable. L'ensemble crayeux a été recouvert, durant l'ère quaternaire d'une couche de sable fin ou de limons argileux d'origine continentale (éolienne et colluviale). Enfin, sous les vallées, la craie se trouve sous plusieurs mètres d'alluvions quaternaires (sables, graviers, argiles et tourbes).

Dans l'Oise, la craie du Sénonien est l'étage affleurant le plus largement (400 km²), au nord d'une ligne Gisors-Beauvais-Noyon-Laon et notamment sur les versants de nombreux vallons secs et vallées humides. L'épaisseur de la craie sénonienne est de l'ordre de 200 m en moyenne et diminue dans l'axe du Bray. La lithologie apparaît assez homogène, ayant les caractéristiques suivantes, de l'étage le plus récent au plus ancien :

- Campanien (100 m) : craie blanche et tendre, à silex et bélemnites ;
- Santonien (35 à 40 m) : craie blanche et tendre, à silex à patine rosée, rares nodules de marcasites, *Micraster coranguinum* ;
- Coniacien (25 à 60 voire 80 m) : craie blanche, généralement plus compacte et plus massive, à silex, à *Micraster decipiens* et *Micraster cortestudinarum*.

Localement, la craie du Sénonien est striée de lits décimétriques de rognons de silex, plus développés vers l'ouest. Parfois dolomitisée, elle peut localement présenter des bancs indurés correspondant à des hauts fonds avec arrêt de la sédimentation et renfermant des phosphates autrefois exploités (Hardivillers).

La craie à *Micraster* (oursins) du Turonien forme la majeure partie des falaises bordant le Pays de Bray et détermine l'essentiel de la cuesta sud, avec une pente verticale très caractéristique. Elle se retrouve également sur les versants de la Bresle et des vallées affluentes de la Somme (Noye et Selle), au nord du département de l'Oise. L'ensemble de la formation affleure sur une superficie de près de 50 km².

La craie du Turonien est blanche à jaunâtre, parfois indurée, avec quelques niveaux phosphatés et des intercalations de marnes, notamment à la base. Son épaisseur est de l'ordre de 50 m vers l'anticlinal de Bray à 100 m en moyenne.

Le Turonien supérieur se définit comme une craie grise à rares silex et à intercalations marneuses fréquentes. Elle durcit à l'air et forme ainsi des lits indurés jaunâtres dans sa partie supérieure. Le Turonien moyen est représenté par une craie marneuse blanche avec passées indurées, gélive et dépourvue de silex. Le Turonien inférieur est formé d'une craie grisâtre plus ou moins indurée au sommet et marneuse à la base.

Les assises crayeuses à ammonites (*Acanthoceras rotomagense*) du Cénomaniens, épaisses de 30 à 40 m, affleurent sur le pourtour de l'anticlinal de Bray sur près de 25 km².

La craie du Cénomaniens moyen et supérieur n'est jamais glauconieuse. De couleur grise, légèrement gréseuse et à débit en plaquettes, elle est plus tendre et sa teneur en argile est plus faible que la craie glauconieuse du Cénomaniens inférieur. Au sommet, elle devient plus blanche et reste difficile à distinguer de la craie turonienne.

Le Cénomaniens inférieur, rencontré sur une épaisseur de 20 m, se poursuit par une craie dure localement silicifiée et micacée où la glauconie est toujours présente en quantité variable (« craie verte »). A la base de cette formation un niveau de glauconite meuble, sable fin argilo-calcaire très riche en glauconie, est constant sur 2 m d'épaisseur.

- **Crétacé inférieur**

Le début du Crétacé se caractérise par une émergence importante et une érosion des terrains antérieurs. Le Crétacé inférieur correspond à des dépôts continentaux puis transgressifs sur un substratum jurassique émergé, limités à un golfe issu de la Mésogée et qui emprunte un axe sud-est - nord-ouest. D'abord restreint à une zone au sud-est de Paris, ce golfe va progressivement s'étendre vers le nord-ouest et en direction des marges nord-est et sud-ouest, jusqu'à rejoindre à l'Albien un autre golfe issu de l'Océan boréal pour former un bras de mer. Si l'extension du golfe est un élément eustatique, les sédiments qui s'y déposent sont fortement influencés par l'érosion des marges. Ceci est visible au Néocomien (faciès du Wealdien en provenance d'Angleterre), mais surtout à l'Albien où une grande partie du matériel détritique provient de l'érosion des massifs hercyniens, Massif central en majorité mais aussi Massif armoricain pour la frange ouest. Le résultat est celui d'un vaste cône d'épandage : lentilles sableuses passant latéralement à des niveaux argileux franchement marins.

Au cours de l'Albien, la transgression marine amorcée à l'Aptien se poursuit, représentée notamment par des faciès de gaize, des sables et argiles glauconieux. Pendant toute cette période, les dépôts s'effectuent en milieu marin, lagunaire à deltaïque, mais sous influence continentale encore assez marquée. Ces formations affleurent sur 55 km² dans le département de l'Oise à la faveur de l'anticlinal du Pays de Bray, où elles sont disposées selon une frange bordant le cœur jurassique de la boutonnière. L'épaisseur des dépôts croît vers le centre du Bassin Parisien, de 60 m vers le Pays de Bray et le nord du département de l'Oise, à plus de 150 m vers le sud-est du département.

A l'Albien supérieur (Vraconien), entre les argiles du Gault et la craie glauconieuse du Cénomaniens, s'intercale une formation argilo-sableuse, épaisse de 20 à 40 m et assimilée à la gaize. Ce sont des argiles ou sables argileux, de couleur beige à vert clair, glauconieux dans leur partie supérieure et renfermant de nombreux blocs indurés, gris bleuté, riches en spicules de spongiaires. La gaize se présente comme une roche légère, poreuse, blanche, rose ou gris-beige, parfois meuble, au toucher farineux, ou compacte. Elle est parfois partiellement remplacée par une argile blanchâtre à horizons siliceux.

Les argiles du Gault se sont déposées au cours de l'Albien moyen et supérieur. Ce sont des argiles de couleur gris-verdâtre à gris-noir, plastiques, assez glauconieuses, très faiblement calcaires et contenant des nodules phosphatés. Des ammonites (*Hoplites dentatus*) qui ont souvent conservé leur coquille nacrée se retrouvent au sein de cette formation. Vers le sommet, les argiles deviennent de plus en plus sableuses et s'enrichissent en glauconie et spicules de spongiaires. Les argiles du Gault constituent, dans le Pays de Bray, un niveau activement exploité pour la fabrication de briques et de tuiles. Cette formation est en général épaisse de 10 à 20 m vers le Pays de Bray, mais elle peut atteindre 100 m dans le département de l'Oise.

L'Albien inférieur est représenté par une formation multicouche, appelée « sables verts ». Ce dépôt sableux littoral, à stratifications entrecroisées, est de couleur généralement verte, du fait de la présence de glauconie, à gris ou jaune ; à l'affleurement il prend des teintes orangées ou rouges par oxydation de la glauconie. Les niveaux sableux sont argileux à la base et peuvent présenter des bancs discontinus et des nodules de grès ferrugineux au sommet. L'épaisseur moyenne de la formation est d'une vingtaine de mètres vers le Pays de Bray, mais elle peut atteindre 100 m dans le département.

La transgression marine s'amorce très nettement à partir de l'Aptien. Cependant, les formations de l'Aptien sont rarement rencontrées par sondages dans le département de l'Oise. Les argiles sombres glauconieuses à Plicatules et à huîtres se retrouvent à l'extrémité sud-est du Pays de Bray (Goincourt et Vessencourt).

Les faciès argileux du Barrémien attestent d'une évolution progressive d'un milieu continental vers un milieu marin. Ces formations argileuses sont présentes dans le département sur 20 km² en bordure du Pays de Bray sur une épaisseur de 20 à 40 m du nord-ouest au sud-est. Sous recouvrement, leur puissance maximale est de l'ordre de 60 m et jusqu'à près de 100 m au sud-

est du département sur les feuilles géologiques de Villers-Cotterêts (**Guérin B. et al.**, 1975, feuille 129) et de Meaux (**Lorenz C. et al.**, 1977, feuille 155).

Le sommet correspond à des argiles brun clair à grises particulièrement développées vers la terminaison sud-est des affleurements, où leur épaisseur peut atteindre 10 m.

Les argiles plastiques versicolores, appelées argiles panachées, correspondent à des dépôts continentaux. Ces formations se présentent comme des argiles très colorées, généralement blanches, mauves ou rouges sans stratification apparente. Dans la partie supérieure se trouvent des nodules grésio-ferrugineux et de l'ocre.

À la base, des argiles sableuses ocre forment transition avec le niveau sous-jacent.

La régression de la fin du Jurassique laisse la région émergée pendant 20 à 25 millions d'années, d'où l'absence de formations du Berriasien, premier étage du Crétacé. Les sédiments du Néocomien (Valanginien et Hauterivien) sont encore franchement continentaux avec des faciès dits « wealdiens » (Barrémien inférieur et Néocomien). Ces dépôts se mettent en place en milieu lacustre sous un climat chaud avec une succession de périodes de sécheresse et de pluies abondantes. Les faciès wealdiens sont constitués de sables grossiers, de graviers, de petits galets, de grès, souvent limoniteux (minerai de fer anciennement exploité) à débris de végétaux (fougères, cycadophytes, conifères) et troncs silicifiés.

Une puissante formation sablo-argileuse à faciès estuarien et continental, aussi appelée sables et grès de Rainvillers, affleure largement sur l'anticlinal du Bray, sur une surface de 65 km². Son épaisseur est maximale et atteint environ 100 à 120 m vers la terminaison sud-est du Pays de Bray et à l'extrême sud-est du département de l'Oise. Il s'agit d'une série de sables très hétérométriques, gris, blancs à la base et jaunes à ocre vers le sommet. Les sables renferment des niveaux ligniteux et des grès ferrugineux ou pyriteux ainsi que de nombreuses intercalations argileuses. Ces argiles parfois feuilletées apparaissent en lits au sein des sables ou sous forme lenticulaire. Sur la partie supérieure de la formation, les sables wealdiens deviennent argileux et font transition avec les argiles barrémiennes. A la base, des argiles grises à noires, feuilletées, dans des sables gris renferment localement des graviers roulés ou des dragées de quartz.

d) Jurassique

D'une façon générale, la plupart des assises du Jurassique se terminent en biseau vers le nord de la Picardie, tandis que leur épaisseur augmente sensiblement vers le sud. Cette terminaison en biseau correspond aux limites de transgression des différentes mers jurassiques.

Les formations du Tithonien et du Kimméridgien (Jurassique supérieur) affleurent au cœur du Pays de Bray, à la faveur de son anticlinal érodé (Illustration 17). Les formations plus anciennes ont été reconnues uniquement par sondages sur le département de l'Oise (Illustration 20 et Illustration 21).

Prof. [m]	Lithologie	Formation	Stratigraphie	Prof. [m]	Lithologie	Formation	Stratigraphie
56.50		Sables et argiles.	Crétacé inf.	639.00		Marne grise avec fines intercalations de calcaire gréseux.	Oxfordien
104.00		Argile calcaire grise alternant avec des bancs de grès calcaire gris glauconieux et de calcaire argileux gris lumachellique.	Tithonien m.	676.00		Marne sableuse grise, avec au sommet passée de calcaire gris brun à oolites ferrugineuses.	Callovien
176.00		Marnes grises intercalées de bancs de calcaire fin argileux gris beige silteux ou lumachellique.		686.50		Grès très fin glauconieux, marnes grises	
185.50		Calcaire sublithographique gris beige.	Tithonien inf.	735.00		Calcaire lumachellique au sommet, passant à un calcaire à oolites et gravelles.	Bathonien
210.00		Marnes grises noires avec très fines passées de calcaire fin gris beige.	Kimméridgien	782.00		Calcaire crayeux blanchâtre à oolites ou non.	
275.00		Marnes sableuses grises foncées plastiques, avec intercalations de calcaire gréseux gris glauconieux et de calcaire gris lumachellique.		831.00		Marnes grises.	Bajocien
331.50		Marnes silteuses grises, à fins lits de grès calcaire glauconieux et de calcaire argileux gris clair.		845.00		Calcaire gréseux, calcaire crayeux blanchâtre ou finement oolithique crème.	
380.00		Calcaire fin argileux beige et intercalations de marnes grises.	Oxfordien sup.	906.00		Marnes grises foncées avec calcaire argileux gris au sommet. Marnes un peu bitumineuses à la base. Aalénien/Toarcien.	Toarcien Aalénien
429.00		Marnes grises avec intercalations de calcaire argileux beige.		955.00		Marnes grises à fines passées et nodules de calcaire argileux.	Domérien
442.50		Grès très fin gris glauconieux.		996.00		Calcaire silteux gris clair glauconieux et marnes grises. Carixien/Lotharingien.	Lotharingien Carixien
472.00		Calcaire pseudo-oolithique crème.		1001.00		Marnes et calcaire microcristallin à entroques.	
493.00		Marnes plastiques grises.		1044.00		Calcaire microcristallin à oolites.	Hettangien
518.00		Calcaire crayeux gris blanc.		1065.00		Calcaire dolomitique beige.	
570.00		Marnes grises avec bancs de calcaire gris oolithique et de calcaire gréseux ou argileux.	Oxfordien	1094.00		Marnes bariolées et fines passées de dolomie silteuse crème.	Rhétien
		Marnes grises avec fines intercalations de calcaire gréseux.		1137.00		Argile rouge brique, avec bancs conglomératiques.	Permien
				1157.00		Paragneiss plagioclase.	Paléozoïque
				1191.00			

Illustration 20 - Sondage des Marais (Région de Beauvais) – Code BSS : 01027X0009.

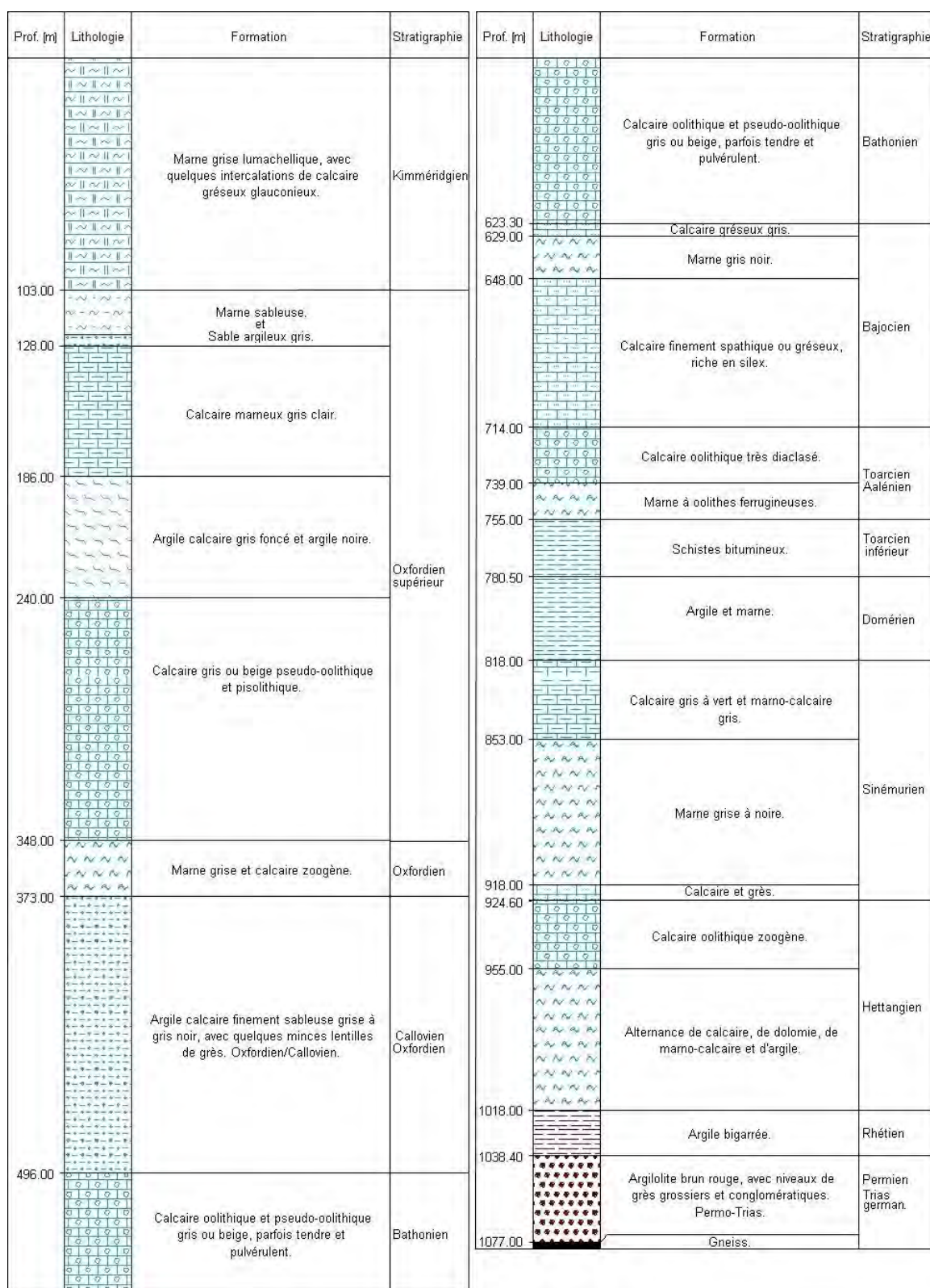


Illustration 21 - Sondage de Crevecœur le grand – Code BSS : 00795X0042.

- **Jurassique supérieur (Malm)**

Les faciès du Tithonien, ou Portlandien, sont caractéristiques d'une période de régression générale. L'épaisseur de la formation augmente du nord-ouest vers le sud-est et elle atteint généralement près de 100 à 150 m et jusqu'à 200 m. Le Tithonien est visible à l'affleurement au cœur de l'anticlinal du Pays de Bray. Vers le sud-est, sa profondeur augmente pour atteindre plus de 1000 m.

Le Tithonien supérieur est formé par des sables ocre, fins, ferrugineux, s'indurant en plaquettes gréseuses à trigonies parfois en miches, appelés sables de Trigonie. Ces sables reposent sur un niveau d'argiles brunes, glauconieuses, sableuses à la base où elles contiennent des galets de quartz et de lydiennes caractéristiques sur environ 3 à 4 m. Dans le Pays de Bray, ces formations sont épaisses d'environ 15 à 20 m et affleurent sur une dizaine de km².

Les assises du Tithonien moyen, marin, sont hétérogènes. La rareté et la dispersion des bons affleurements (près de 50 km²) ne permettent pas d'en établir avec précision la succession lithostratigraphique. On y trouve une alternance de formations argileuses, marno-calcaires, sablo-gréseuse et lumachelles à exogyres. L'épaisseur totale du Tithonien moyen est de 80 à 120 m. Le sommet de la série est un ensemble de marnes et d'argiles bleu-noir, compactes, passant vers le sommet à des silts et argiles siliceuses avec de petites intercalations de calcaire argileux beige et friable. Au-dessous, une formation sablo-gréseuse, d'environ 5 m d'épaisseur, est constituée d'une alternance de lits sableux ocre, à exogyres et de bancs gréseux parfois très durs, bleutés. La série débute généralement par des argiles d'un gris bleuté à *Exogyra virgula* dans lesquelles s'intercalent des bancs calcaires gris-bleu, durs ou de véritables lumachelles à *Exogyra virgula*.

Au Tithonien inférieur, un horizon épais de 1 à 5 m de calcaire lithographique forme une surface structurale avec un pendage de 3° à 5° dans le paysage, sur le flanc sud-ouest de l'anticlinal de Bray. Ce calcaire micritique beige clair affleure sur près de 15 km².

Les dépôts du Kimméridgien attestent d'une sédimentation en milieu de plate-forme calme et homogène. Ils se retrouvent à l'affleurement sur 10 km² au cœur de l'anticlinal du Pays de Bray où les niveaux marneux déterminent de nombreux niveaux de sources. L'épaisseur totale des formations du Kimméridgien est estimée à 120 m et à 150 m vers le Pays de Bray.

Le Kimméridgien est essentiellement constitué d'argiles noirâtres (Gros court, Buicourt) et d'argiles grises sableuses (au sud de Wambez). Ces argiles plastiques grises à noires, avec passées de sables et lumachelles à *Exogyra virgula*, déterminent le haut de la série. Ce niveau est plus argileux au sud-ouest de Forges-les-Eaux où il rappelle les faciès rencontrés aux environs de Crèvecœur-le-Grand et de Beauvais et est plus sableux vers le nord-ouest. Au sommet, il passe progressivement aux calcaires lithographiques du Tithonien inférieur. A la base, lui succèdent une alternance de marnes, prédominantes, et de calcaires gréseux.

L'Oxfordien supérieur et moyen est composé des sous-étages du Séquanien, Rauracien et Argovien, également rassemblés sous le nom de Lusitanien. Les formations, en majorité

calcaires, se sont déposées lors d'une phase de sédimentation marine. Elles sont représentées par près de 300 m de calcaires zoogènes, récifaux, pseudo-oolithiques à oolithiques au sommet ainsi que de marnes grises et de calcaires marneux et gréseux à la base. L'épaisseur de ces formations augmente dans l'axe du Bray.

L'Oxfordien inférieur est formé par environ 90 m de marnes noires et grises et de calcaires marno-gréseux. Contrairement à l'Oxfordien supérieur, son épaisseur diminue dans l'axe du Pays de Bray.

- **Jurassique moyen (Dogger)**

Le passage du Jurassique inférieur (Lias) à moyen (Dogger) se traduit par une lacune sédimentaire et par un changement de la sédimentation marine devenant beaucoup plus carbonatée. Le Jurassique moyen marque le retour très progressif vers un milieu de dépôt marin, après une période d'exondation infra-Crétacé. L'épaisseur de cette série varie entre 200 m au nord du département où elle a été rencontrée vers 600 m de profondeur et 300 m au sud-est où sa profondeur atteint plus de 1 500 m. La faille du Bray a relevé les formations au sud, dans le Pays de Thelle notamment et les formations se rencontrent à des profondeurs plus faibles, à partir de 400 m.

Le Callovien est constitué d'une cinquantaine de mètres de marnes gris à gris-noir grésocalcaires à intercalations oolithiques ferrugineuses.

Les calcaires oolithiques du Callovien inférieur, appelés « Dalle Nacrée », se sont déposés lors d'une transgression généralisée, parfois considérée comme débutant au Bathonien.

Les étages du Bathonien et du Bajocien sont essentiellement représentés par des dépôts calcaires, généralement à polypiers ou oolithiques.

D'après les feuilles géologiques de Creil (**Cavelier C.**, 1967, feuille 127) et de Crèvecœur-Le-Grand (**Blondeau A. et al.**, 1981, feuille 79), le Bathonien est constitué de calcaires gris, oolithiques ou pisolithiques ou spathiques, en général zoogènes et très diaclasés. Ces formations se sont déposées lors d'une transgression brève suivie d'un système lagunaire.

Les formations du Bajocien se sont mises en place au cours d'une phase de sédimentation régressive, débutée au Lias supérieur. Le Bajocien est composé de marnes sableuses, déposées lors d'une transgression brutale mais courte, et de calcaires gréseux supportés par des calcaires spathiques à gros silex noirs ramifiés.

- **Jurassique inférieur (Lias)**

Au Lias, le Bassin de Paris est ouvert sur l'Allemagne et est marqué par une longue période transgressive. Il s'y dépose des formations détritiques fines, de type silts ou argiles, entrecoupées d'épisodes calcaires bioclastiques. L'épaisseur totale de ces formations varie, du nord au sud-est, de 150 à 400 m, la profondeur du toit de la série se situant entre 750 et 1 800 m. Les dépôts liasiques s'arrêtent au sud d'une ligne Le Tréport – Amiens - Saint-Quentin, correspondant à la limite d'extension de la mer.

Les différents étages du Lias, le Toarcien, le Pliensbachien, le Sinémurien et l'Hettangien, ont pu être bien individualisés grâce à l'évolution morphologique rapide des ammonites, appuyée par l'étude micropaléontologique des ostracodes et des foraminifères.

Le Toarcien se détermine au sommet par quelques bancs peu épais de calcaires oolithiques, parfois attribués à l'Aalénien (Jurassique moyen), et par des marnes noires pyriteuses et micacées. A la base, des argiles feuilletées, schisteuses et bitumineuses, appelées « schistes cartons », ont une épaisseur variant de 30 m au nord à presque 100 m à l'est. Ces marnes et argiles sont le témoin d'un épisode transgressif durant lequel le bassin de sédimentation s'approfondit.

Les formations du Pliensbachien indiquent une sédimentation terrigène détritique de transgression.

Le Pliensbachien supérieur (Domérien) se caractérise par une sédimentation carbonatée peu profonde : calcaires cristallins gris à beiges, localement bioclastiques, glauconieux ou gréseux. Ces calcaires, peu épais sur la majorité du département (20 à 50 m), peuvent atteindre des épaisseurs proches de 100 m vers le sud-est du département.

Au cours du Pliensbachien inférieur (Carixien), la transgression atteint son maximum. Les terrains se présentent comme une alternance de marnes noires à nodules. La puissance des marnes passe de 20 m au nord et à l'ouest à 60 m vers l'est, voire 120 m au droit de Mortefontaine.

Durant le Sinémurien se sont déposées des formations terrigènes transgressives.

Le Sinémurien supérieur (Lotharingien) est essentiellement composé de marnes passant à des marnes gréseuses puis à des grès à passées marneuses au nord-ouest du département, en limite de dépôts. Les épaisseurs varient d'une dizaine de mètres au nord à environ 80 m à l'est.

Le Sinémurien inférieur se caractérise par des argiles avec quelques bancs marneux au sud-est de la vallée de l'Oise et par des calcaires à gryphées avec bancs marneux au nord-ouest. Ces formations disparaissent au nord du département et s'épaississent vers le sud-est pour atteindre 60 m environ au maximum.

La transgression liasique s'affirme à l'Hettangien durant lequel des variations latérales de faciès importantes s'observent : marnes noires au sud-est de la vallée de l'Oise, marnes et calcaire bioclastique et gréseux puis calcaire dolomitique et argilite verte vers le nord et l'ouest du département. La puissance de la formation est maximale vers le centre de l'anticlinal de Bray (90 m) et s'amenuise vers le nord, en limite de dépôts, et vers l'est (40 m).

e) *Trias*

La période d'émersion, qui débute au Permien, se poursuit au Trias. De ce fait, le passage des terrains permien à ceux du Trias est difficile à individualiser. Aucun affleurement du Trias n'apparaît dans le département de l'Oise mais les formations triasiques ont été touchées par de nombreux sondages à des profondeurs de l'ordre de 1 000 m vers le nord-est à 2 000 m vers le sud-est. Les épaisseurs maximales doivent être proches de 250 m vers le sud-est du département. Le pendage moyen des couches est de 12° vers le sud.

Sur le département de l'Oise, les terrains secondaires commencent avec le Rhétien, dernier étage du Trias supérieur (Keuper). Les formations du Trias sont présentes uniquement au sud d'une ligne Crèvecœur-Le-Grand – Saint-Just-en-Chaussée. Elles sont essentiellement représentées par des argilolites de couleur brun-rouge à violacée, appelées argiles bariolées, avec intercalation de calcaire et de dolomie. Des faciès détritiques grossiers, correspondant à des grès déposés en milieu fluviatile, se rencontrent également au sud-est du département.

f) *Primaire*

Le substratum du Primaire n'affleure à aucun endroit du département. Il a été reconnu par plusieurs sondages profonds de recherche ou de prospection (pétrole, gaz, géothermie), notamment sous le Plateau Picard, dans le Pays de Bray et dans le Pays de Thelle, à des profondeurs situées entre 800 et plus de 2000 m dans l'extrême sud du département de l'Oise.

Au Permien, une longue période d'émersion débute et se poursuivra durant le Trias. Directement déposées sur le socle métamorphique, apparaissent des formations du Permo-Trias aux faciès détritiques continentaux grossiers, de type sables et argiles rouges, grès, conglomérat et quartzite. Ces dépôts, épais de quelques dizaines de mètres, sont les témoins de l'érosion et de l'aplanissement de la chaîne hercynienne.

Du Cambrien au Carbonifère, les ruines arasées de la chaîne hercynienne sont constituées de terrains essentiellement métamorphiques composés de gneiss, schistes indurés et micaschistes, épais de plusieurs centaines de mètres. Le métamorphisme de ces assises semble s'intensifier vers le sud parallèlement à un accroissement de leur profondeur.

2.3.3. Aperçu structural

Le socle primaire forme une succession de plis d'axe est-ouest et déversés vers le nord. Le pendage des couches s'effectue globalement vers le sud du département de l'Oise.

Concernant les formations secondaires et tertiaires, les traits les plus marquants sont, d'une part, le pendage général faible et régulier vers le sud-est et le centre du Bassin de Paris, lié au phénomène de subsidence du bassin sédimentaire et d'autre part de légers plissements secondaires orientés nord-ouest – sud-est d'origine tectonique.

Suite aux mouvements tectoniques alpins et à la subsidence du bassin sédimentaire, les strates du Crétacé et du Jurassique forment une vaste cuvette dont le point le plus bas correspond à la région de Coulommiers (Seine-et-Marne) où le toit de l'Albien est rencontré à une cote inférieure à -1000 m.

Durant l'orogénèse alpine, les structures hercyniennes ont joué donnant une succession d'anticlinaux et de synclinaux de direction générale nord-ouest – sud-est qui viennent s'engorger dans la fosse centrale.

La tectonique du département est principalement marquée par l'accident majeur que constitue le périanticlinal faillé du Pays de Bray, orienté nord-ouest – sud-est et qui fait affleurer les assises du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur. Cet anticlinal dissymétrique, dont le flanc nord a des pendages exceptionnels dans le Bassin de Paris, allant jusqu'à 50°, est d'un intérêt structural remarquable. Les affleurements sont plus étendus sur le flanc sud de l'anticlinal que sur le flanc nord, souvent masqué par la tectonique (nombreuses failles). Cet accident a joué plusieurs fois : tandis que pendant le Jurassique, le Pays de Bray était une zone de dépression dans laquelle se sont accumulées des dépôts épais, le bombement du Pays de Bray s'est amorcé durant du Crétacé supérieur et s'est accentué au cours du Tertiaire. Cette faille profonde, marquée jusque dans le socle hercynien, est rarement visible à l'affleurement. Au cours du soulèvement du Pays de Bray, l'érosion a décapé les couches de craie, de quelques dizaines de mètres à plus d'une centaine de mètres d'épaisseur, ainsi que les formations du Tertiaire. L'anticlinal s'est retrouvé ainsi entaillé en boutonnière.

Au sud-ouest de cet axe structural majeur existe un axe synclinal de même orientation mais nettement moins marqué : le synclinal de la Viosne. Au nord-est apparaît un second axe de même type relativement bien marqué, d'après les isohypses du toit de la craie sous recouvrement tertiaire : le synclinal du Thérain.

Au nord-est, s'observe une succession d'anticlinaux et de synclinaux toujours orientés nord-est – sud-ouest dont les plus marqués sont les anticlinaux de Saint-Just-en-Chaussée et de Margny-lès-Compiègne avec le dôme de Saint-Maur près de Gournay-sur-Aronde.

Dans le Valois, les isohypses du toit de la craie mettent en évidence une juxtaposition de dômes et de cuvettes résultant de la réactivation des structures hercyniennes au cours de l'orogénèse alpine en particulier.

Par ailleurs, tous ces mouvements sont à l'origine de la fracturation primaire de la craie, qui lui a conféré sa perméabilité de fissures.

L'orogénèse alpine a peu affecté les dépôts du Tertiaire. Ces formations ont épousé les ondulations qui ont marqué précédemment le substratum crayeux et sont légèrement penchées vers le sud.

Toutefois les terrains tertiaires calcaires et gréseux, compacts et rigides, ont subi des fracturations liées à ces mouvements récents.

3. Ressources en eau

3.1. EAUX DE SURFACE

3.1.1. Régimes et caractéristiques des cours d'eau

L'hydrosystème s'organise suivant deux configurations spatiales : d'une part les surfaces du bassin versant qui reçoivent et redistribuent l'apport des précipitations ; d'autre part les rivières qui acheminent les eaux dans un système linéaire (Illustration 22). Naturellement, ces deux ensembles sont connectés hydrauliquement.

Les cours d'eau du département de l'Oise se caractérisent par la faible pente de leurs lits. En plaine, les lits des rivières sont sinueux, avec de nombreux méandres, le dédoublement du lit en plusieurs bras, la formation d'étangs ainsi que de zones marécageuses.

Le département de l'Oise est concerné principalement par deux bassins hydrographiques d'inégale importance :

- le bassin de la Somme dans l'extrême nord du Plateau Picard ;
- le bassin de la Seine sur le reste du territoire départemental.

Carte des bassins hydrographiques de l'Oise

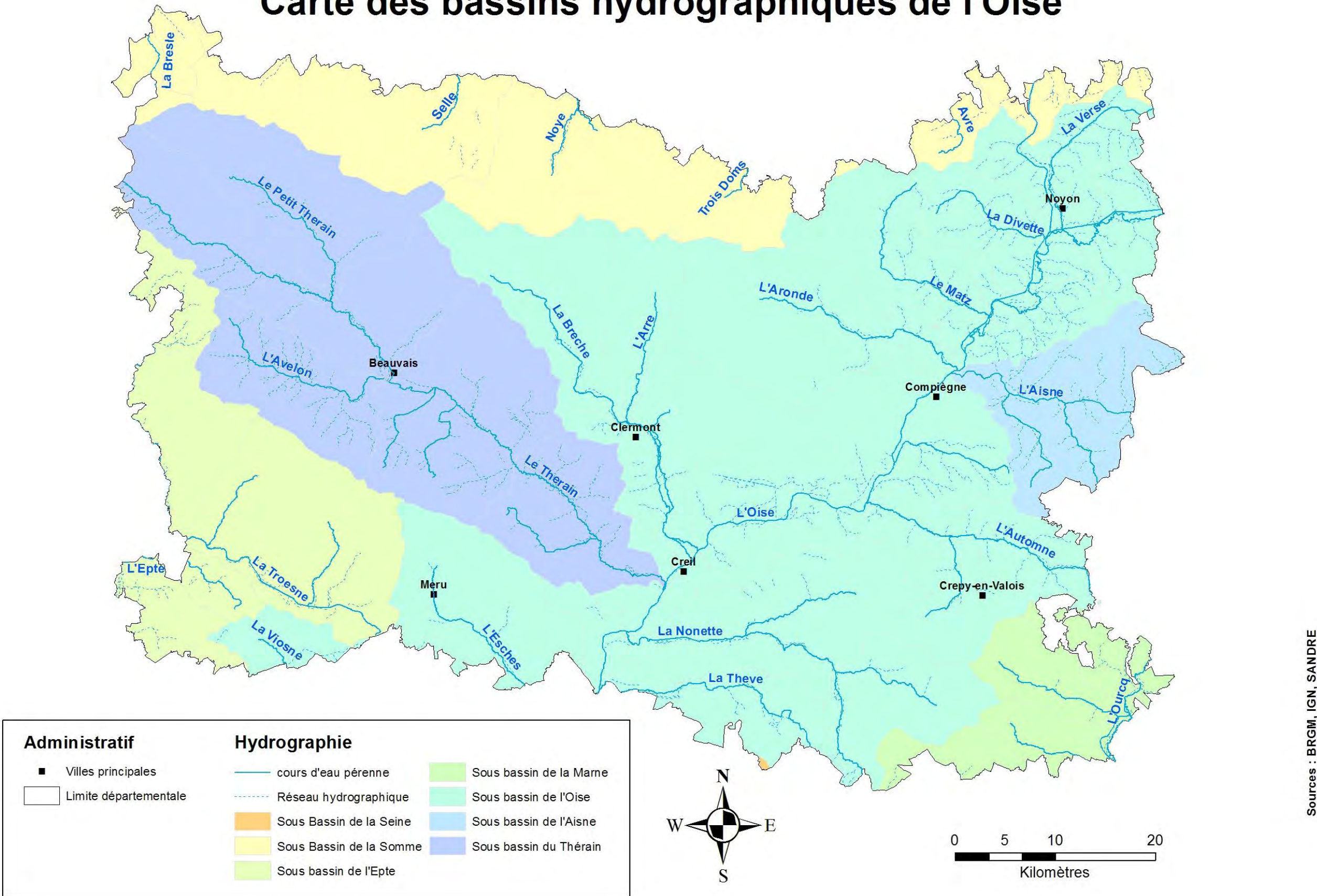


Illustration 22 – Carte des bassins hydrographiques du département de l'Oise.

a) Bassin de la Seine

• Sous-bassin de l'Oise

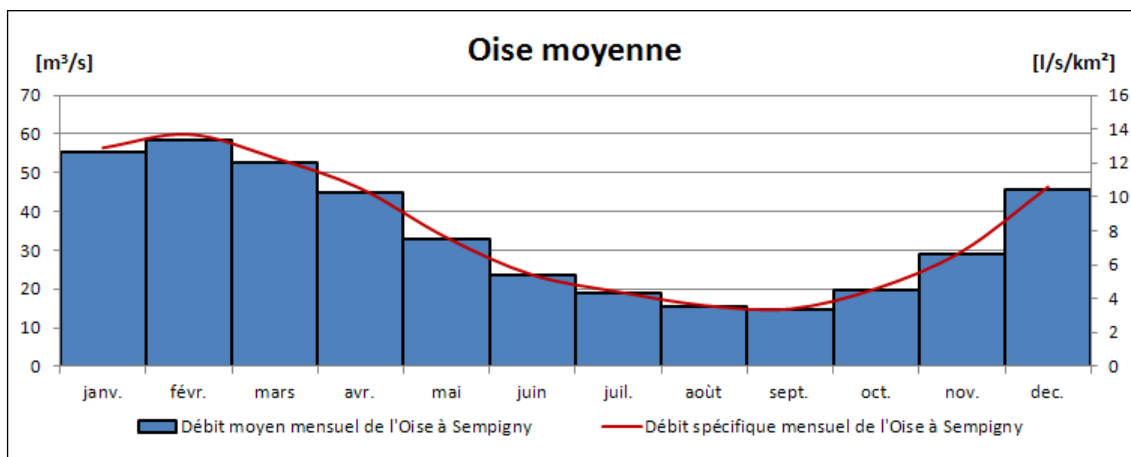
Le bassin hydrographique de la Seine est représenté en majeure partie sur le sous-bassin de l'Oise. L'Oise est rejointe sur le département par plusieurs affluents : la Verse, la Divette, le Matz, l'Aronde, la Brèche, le Thérain et l'Esches en rive droite ; l'Ailette, l'Aisne, l'Automne, la Nonette et la Thève en rive gauche.

- Oise

L'Oise prend sa source à 309 m d'altitude à Forges situé dans les Ardennes belges à 30 km de la frontière française et se jette dans la Seine à 20 m d'altitude à Conflant-Sainte-Honorine dans le Val d'Oise. La rivière draine un bassin de 16 970 km², dont 4 300 km² dans le département de l'Oise, et parcourt 330 km, dont 100 km dans l'Oise.

L'Oise entre dans le département de l'Oise à Quierzy, au nord-est, et le traverse dans sa moitié est pour le quitter à Boran-Sur-Oise, au sud. Ce cours d'eau est presque entièrement navigable et est bordé de canaux sur 104 km. La rivière traverse les terrains tertiaires ainsi que les zones d'affleurement de la craie, dont les nappes d'eau souterraine régulent les débits moyens. Entre Creil et Beaumont-sur-Oise, elle franchit l'axe du Bray à la faveur d'accidents transverses, subméridiens à nord-est – sud-ouest, et la craie est alors particulièrement fracturée et perméable.

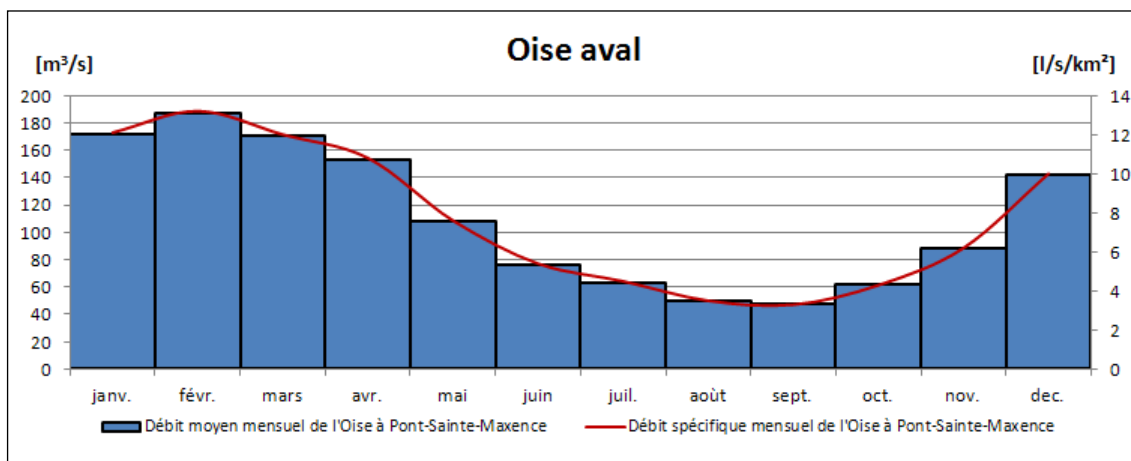
En amont, le débit moyen de l'Oise est mesuré à Sempigny sur 57 ans, depuis 1955. Il varie entre 58,6 m³/s pour février et 14,5 m³/s pour septembre (Illustration 23). Son débit annuel moyen est de l'ordre de 34,20 m³/s, soit un débit spécifique de 8 l/s/km² et une lame d'eau de 252 mm pour un bassin versant de 4 290 km².



Source : Banque Hydro

Illustration 23 - Débits moyens mensuels de l'Oise à Sempigny calculés sur 55 ans.

Le débit moyen en aval du département, et après la confluence avec l'Aisne, a été observé sur 52 ans (depuis 1960) à Pont-Sainte-Maxence. Le débit maximum est de 180 m³/s en moyenne en janvier-février et le débit minimum est de 48 m³/s en août-septembre (Illustration 24). Son débit annuel moyen est de l'ordre de 108 m³/s, soit un débit spécifique de 7,6 l/s/km² et une lame d'eau de 242 mm pour un bassin versant de 14 200 km².



Source : Banque Hydro

Illustration 24 - Débits moyens mensuels de l'Oise à Pont-Sainte-Maxence calculés sur 50 ans.

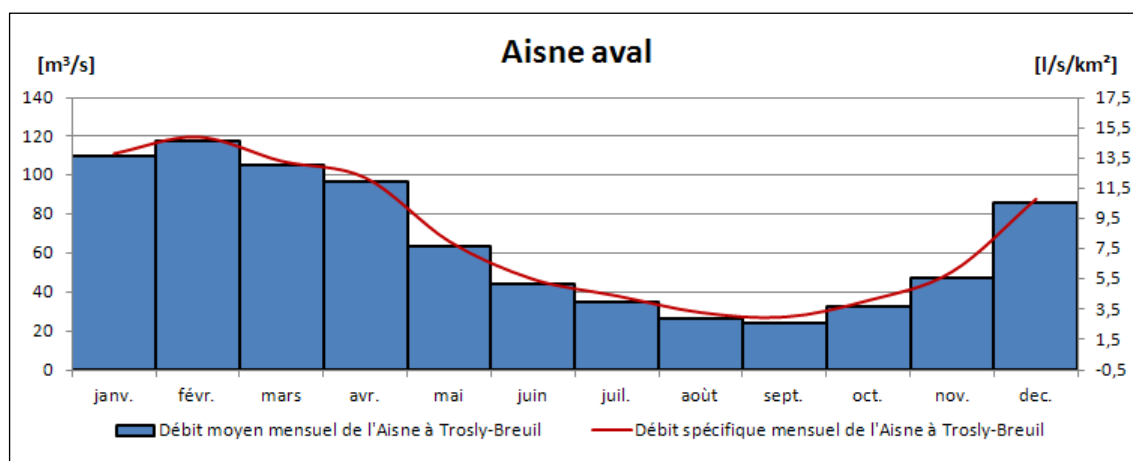
Les étiages surviennent durant l'été, de juillet à octobre, tandis que les hautes eaux apparaissent en hiver, de janvier à mars. Les fluctuations saisonnières sont peu prononcées et l'Oise est relativement bien alimentée tout au long de l'année, ce qui en fait une rivière au régime plutôt régulier.

La différence des apports des affluents entre l'amont et l'aval du bassin est particulièrement flagrante si l'on compare l'apport de la Cousance, petit affluent de l'Aire situé à l'amont du bassin, dans la Meuse, et celui du Thérain situé à l'aval du bassin, dans l'Oise : le débit maximum observé de la Cousance à Aubreville est de 46 m³/s pour une superficie de 166 km² alors qu'il n'est que de 35,7 m³/s sur le Thérain à Maysel pour une superficie de 1200 km².

- Aisne

L'Aisne prend sa source à Sommaisne dans le département de la Meuse et se jette dans l'Oise à Compiègne. Elle ne traverse l'Oise que sur 25 km, c'est-à-dire sur une faible portion de ses 350 km de longueur totale. Elle draine 7920 km² sur 5 départements : la Meuse, la Marne, les Ardennes, l'Aisne et l'Oise.

L'Aisne est le principal affluent de l'Oise en rive gauche, avec un débit moyen annuel sur 42 ans de 65,4 m³/s à Trosly-Breuil, avant sa confluence avec l'Oise. Les basses eaux, de juillet à octobre, correspondent à un débit minimum moyen de 24 m³/s. Les hautes eaux, de décembre à avril, coïncident avec un débit maximum moyen d'environ 120 m³/s (Illustration 25).



Source : Banque Hydro

Illustration 25 - Débits moyens mensuels de l'Aisne à Trosly-Breuil calculés sur 42 ans.

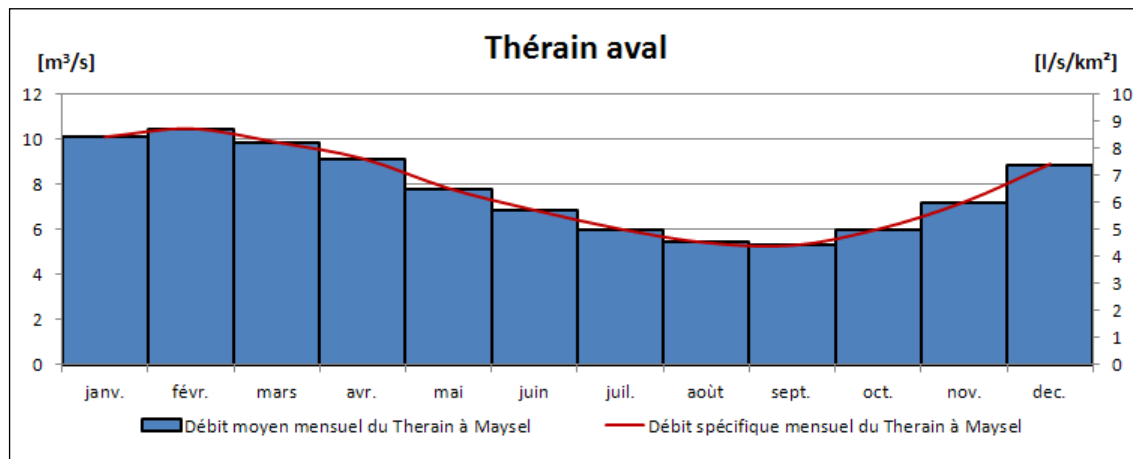
Ce cours d'eau présente la particularité d'apporter un débit plus important que l'Oise lors des crues concomitantes (près du double). La prédominance de l'apport de l'Aisne s'explique par une plus grande superficie de terrains imperméables sur la haute vallée de l'Aisne (environ 3 000 km² en Argonne) que sur la haute vallée de l'Oise (environ 1 000 km² en Ardennes et Thiérache). L'Aisne reçoit elle-même un affluent, l'Aire, dans le département des Ardennes, dont le débit en crue est également supérieur à la rivière principale. Néanmoins, le débit spécifique annuel moyen de l'Aisne est comparable à celui de l'Oise, de l'ordre de 8,2 l/s/km² à Trosly-Breuil.

Il convient de noter que le linéaire total de l'Aire puis de l'Aisne depuis la source de l'Aire jusqu'à la confluence avec l'Oise est de 360 km, soit 170 km de plus que pour la rivière Oise depuis sa source en Belgique jusqu'à la confluence avec l'Aisne.

- Thérain

Le principal affluent de la rive droite de l'Oise prend sa source dans le pays de Bray à 175 m d'altitude. Son bassin versant est d'environ 1200 km². Le Thérain s'écoule sur 75 km avant de rejoindre l'Oise à Montataire, en aval de Creil.

Son débit de $7,74 \text{ m}^3/\text{s}$, observé sur 42 ans à Maysel, est particulièrement régulier. Les basses eaux correspondent à un débit moyen d'environ $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$ et les hautes eaux portent ce débit aux environs de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ (Illustration 26).



Source : Banque Hydro

Illustration 26 - Débits moyens mensuels du Thérain à Maysel calculés sur 42 ans.

Ses deux principaux affluents, le Petit Thérain et l'Avelon, ont des débits moyens annuels de $1,62 \text{ m}^3/\text{s}$ à Saint-Omer et de $1,04 \text{ m}^3/\text{s}$ à Goincourt pour des bassins versants de 212 et 172 km^2 . Leurs débits spécifiques, respectivement $7,6$ et 6 l/s/km^2 sont relativement proches de celui du Thérain ($6,5 \text{ l/s/km}^2$).

Les débits mensuels du Petit Thérain varient très faiblement durant l'année, entre $1,39$ et $1,84 \text{ m}^3/\text{s}$ à Saint-Omer, alors que ceux de l'Avelon sont multipliés par 4 entre septembre ($0,45 \text{ m}^3/\text{s}$) et février ($1,76 \text{ m}^3/\text{s}$).

- Affluents de rive droite

En rive droite de l'Oise, les affluents s'écoulent principalement sur les plateaux crayeux : la Verse, la Divette, le Matz, l'Aronde, la Brèche et l'Esches. Ces cours d'eau ont des apports moins conséquents. Ainsi les débits annuels moyens sont de $0,375 \text{ m}^3/\text{s}$ sur la Divette à Passel, $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$ sur l'Aronde à Clairoix, $2,29 \text{ m}^3/\text{s}$ sur la Brèche à Nogent-sur-Oise et $0,68 \text{ m}^3/\text{s}$ sur l'Esches à Bornel.

Concernant la Divette, l'Aronde et la Brèche, les périodes de basses eaux surviennent en fin de l'été, en septembre, et de hautes eaux durant l'hiver, de janvier à mars. Les débits spécifiques sont comparables, entre $4,4$ et $5,2 \text{ l/s/km}^2$ (Illustration 27).

La rivière de l'Esches est caractérisée par des débits mensuels relativement constants, de $0,59$ à $0,81 \text{ m}^3/\text{s}$, et son débit spécifique est plus important, de l'ordre de $6,4 \text{ l/s/km}^2$.

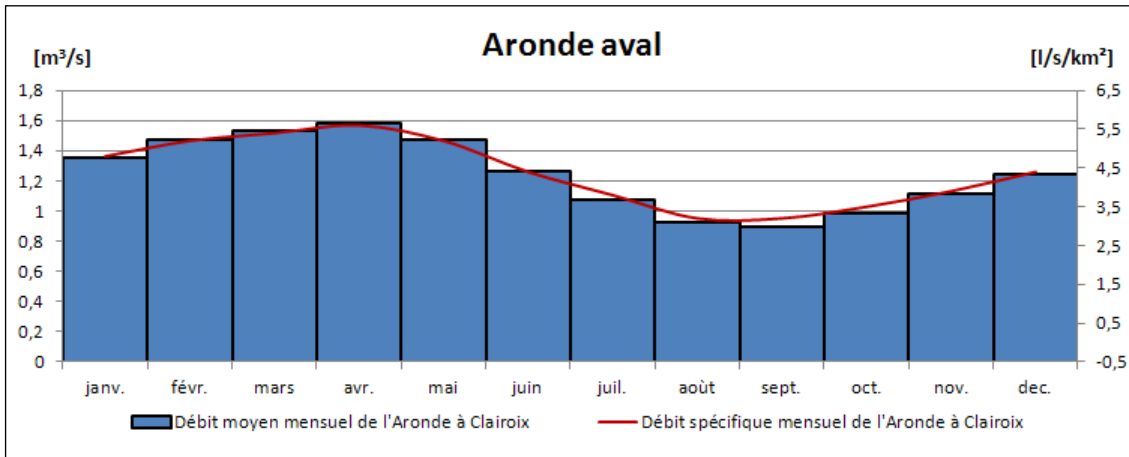


Illustration 27 - Débits moyens mensuels de l'Aronde à Clairoux calculés sur 45 ans.

- Affluents de rive gauche

En rive gauche, les vallées de l'Automne, la Nonette et l'Ailette entaillent les plateaux tertiaires. Leurs débits mensuels sont relativement constants et varient de 1,63 à 2,31 m³/s sur l'Automne à Saintines et de 1,31 à 1,79 m³/s sur la Nonette à Saint-Nicolas-d'Acy.

Le débit spécifique de la Nonette, égal à 4,7 l/s/km², est comparable aux petits affluents de rive droite, tels que la Divette, l'Aronde et la Brèche. La rivière de l'Automne est caractérisée par un débit spécifique de 7,4 l/s/km² (Illustration 28), plus proche de celui de l'Oise.

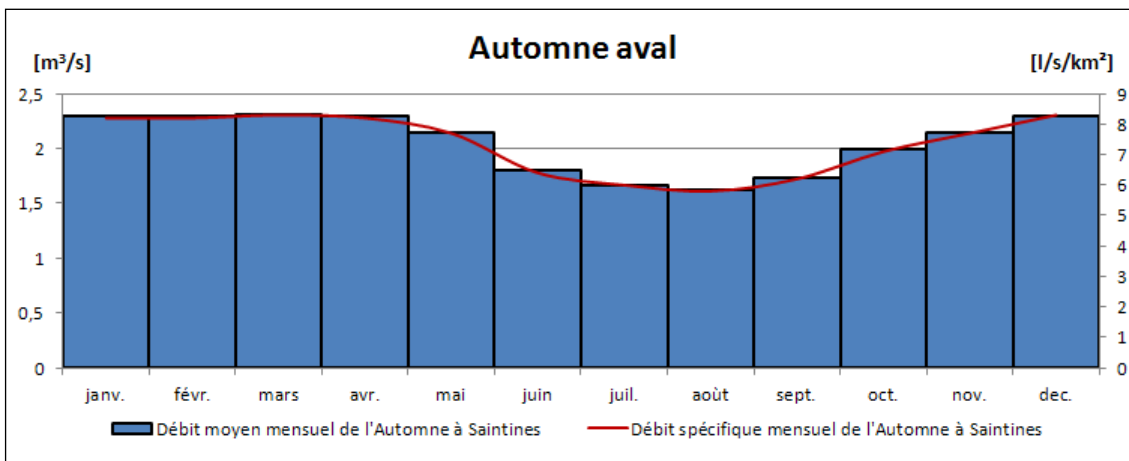


Illustration 28 – Débit moyens mensuels de l'Automne à Saintines calculés sur 45 ans.

- **Sous-bassin de l'Epte**

Dans l'angle sud-ouest du département, le sous bassin de l'Epte est représenté par l'Epte elle-même et par la Troësne, son affluent de rive gauche.

L'Epte marque la frontière, entre Gournay et Gisors, du département de l'Oise avec ceux de l'Eure et de la Seine-Maritime. Cette rivière prend sa source en Seine-Maritime et rejoint la Seine dans le département de l'Eure après un parcours de 113 km.

La pente du plateau crayeux de Thelle et la cuesta du Vexin constituent une dépression dans laquelle coule, d'est en ouest, la Troësne. Ce cours d'eau, long de 27 km, est un sous-affluent de la Seine par l'Epte dans laquelle il se jette à Gisors.

- **Sous-bassin de la Marne**

Dans l'angle sud-est du département, le sous bassin de la Marne est représenté par l'Ourcq et ses deux petits affluents, la Grivette et la Gergogne. L'Ourcq prend sa source dans l'Aisne et rejoint la Marne en Seine-et-Marne, 87 km à l'aval.

b) Bassin de la Somme

Sur toute la frange nord du département se situe le bassin de la Somme qui couvre 610 km² dont 250 dans l'Oise.

Les hauts cours des affluents de la Somme, les Trois Doms, la Noye et la Selle, prennent leur source sur le Plateau Picard dans l'Oise et coulent ensuite en direction du nord pour se jeter dans la Somme.

c) Bassin de la Bresle

A la limite nord-ouest du département, s'étend le bassin versant amont de la Bresle. La Bresle se jette dans la Manche mais ne draine que 75 km² dans le département de l'Oise.

d) Canaux

Les échanges entre les bassins hydrographiques ont été rendus possibles par la création de canaux de navigation.

Dans le département de l'Oise, certaines rivières sont doublées de canaux afin d'accueillir plus facilement les transports maritimes. L'Oise est ainsi totalement navigable et est notamment doublée d'un canal depuis son entrée dans le département jusqu'à sa confluence avec l'Aisne (canal latéral à l'Oise). Plus en aval et jusqu'à son arrivée dans le département du Val d'Oise, son lit naturel est aménagé pour être navigable. De même, un canal est présent parallèlement à l'Ourcq à partir de Mareuil-Sur-Ourcq. Enfin, le canal du Nord, construit de Noyon et jusqu'aux environs de Ham, permet de relier l'Oise et la Somme.

Le projet de canal Seine-Nord Europe consiste à raccorder par voie fluviale la région parisienne et les ports du nord de la France et de la Belgique ainsi que des Pays-Bas (Dunkerque, Anvers, Rotterdam). Une connexion entre Compiègne et le canal Seine-Escaut est donc en projet. Ce tronçon de 106 km de long comporte une portion de 34 km, trois écluses et une plateforme portuaire dans le département de l'Oise. Le canal scindera en plusieurs endroits le lit principal de l'Oise au nord de Compiègne avant d'emprunter une partie du canal latéral de l'Oise et du canal du Nord.

3.1.1. Réseaux d'observation

Le réseau d'observation quantitatif des cours d'eau est assuré par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Picardie. Il n'existe pas actuellement de procédé économique qui permette une mesure continue du débit et son enregistrement. Les services hydrométriques ont donc recours à un enregistrement continu des hauteurs d'eau sur des sites où il y a de fortes présomptions qu'il existe une relation stable entre hauteurs d'eau et débits (ce qui est vérifié ensuite).

Une station hydrométrique est composée d'une échelle limnimétrique de référence, d'un limnigraphe à flotteur ou une centrale à capteur de pression permettant d'enregistrer en continu les hauteurs d'eau et parfois un modem de télétransmission. L'échelle limnimétrique est une installation fixe, souvent installée sur les piliers des ponts.

Plusieurs fois par an et par station, la rivière est jaugée. Sont mesurées en même temps la section mouillée de la rivière (hauteur d'eau) et la vitesse de l'eau en plusieurs points de la section. Ces mesures permettent de dresser une courbe de tarage qui permet de renseigner les correspondances hauteur/débit. Les mesures de crues sont importantes car elles permettent de fixer les extrêmes.

D'après la "banque hydro", site internet récapitulant les données quantitatives en hydrométrie, le département de l'Oise comprend 24 stations hydrométriques actives et 7 hors service. Il existe également une station particulière, sans signification hydrologique, sur l'Epte à Sérifontaine. La plupart de ces stations sont gérées par la DREAL. 5 stations sont réparties le long de l'Oise, principal cours d'eau du département, les autres étant situées sur ses différents affluents. Les cours d'eau

appartenant au bassin de la Somme sont étudiés par des stations situées sur le département de la Somme.

En 2004, le Conseil supérieur de la pêche, devenu l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) en 2007, a mis en place le Réseau d'Observation de Crise des Assecs, (ROCA) dans le cadre du plan d'action sécheresse nationale. L'objectif de ce réseau, déclenché par le Préfet durant les périodes de crise, est de fournir des informations sur l'état des têtes de rivières qui complètent les données hydrométriques classiques (piézométrie et débits des rivières). Dans le département de l'Oise, les agents de l'ONEMA suivent visuellement l'évolution de 33 sites (écoulement visible, écoulement non visible, assec ou débordement) et en déduisent un indice départemental (situation de vigilance, délicate ou préoccupante) qui rend compte de la situation.

Le dispositif ROCA sera remplacé en 2012 par le réseau ONDE (Observatoire National Des Etiages). Le projet ONDE présente le double objectif de constituer un réseau de connaissance stable sur les étiages et d'être un outil d'aide à la gestion de crise. Il doit également à long terme pouvoir alimenter l'aide à la réflexion sur les relations nappes/rivières ou hydrologie/biologie. En 2011, le dimensionnement du réseau ONDE sur 9 départements tests, dont l'Oise, s'est appuyé sur une méthode simplifiée, couplée à l'expertise terrain des agents de l'ONEMA. En 2012, 2 départements, dont l'Oise, ont été choisis afin d'identifier des piézomètres potentiellement représentatifs d'une relation nappe/rivière. L'objectif est de définir les potentielles zones de connexion nappe/rivière afin d'aider au dimensionnement du futur réseau ONDE.

3.1.2. Qualité des eaux superficielles

a) Oise et Aisne

La qualité physico-chimique de l'Oise et de l'Aisne est considérée comme « passable ». Les activités dans la vallée de l'Oise ont tendance à générer une dégradation de la qualité entre l'amont et l'aval. Les principaux éléments contaminants sont les nitrates et les nitrites, avec une tendance à l'aggravation par les nitrates. Le taux de phosphates a très fortement diminué depuis les années 1970, la situation pour ce paramètre étant passée de « mauvaise » à « bonne ».

Les principaux problèmes de qualité physico-chimique de l'Oise et de l'Aisne proviennent de :

- la qualité de l'eau, passable, à l'entrée du bassin versant, conduisant à une pression polluante sur les bassins à l'aval ;

- la concentration importante d'industries dans la vallée de l'Oise, les systèmes de traitement ne fonctionnant pas toujours de façon optimale et générant donc une pollution diffuse dans l'Oise ;
- les rejets de quantités importantes d'eaux pluviales non traitées en provenance des zones urbaines.

L'Oise et l'Aisne sont des rivières de 2^{ème} catégorie piscicole. Leur qualité piscicole est passable depuis 1995, mais aucune amélioration ni dégradation n'a été observée depuis.

Les affluents de la zone sud de l'Oise sont touchés par une pollution organique liée à une concentration d'activités industrielles et aux rejets de certaines stations d'épuration.

b) Aronde

La qualité de l'Aronde est « bonne à passable » pour l'ensemble des paramètres mesurés à l'exception des nitrates et du phosphate pour lesquels elle est « passable à mauvaise ». Concernant ces paramètres, la qualité se détériore fortement de l'amont vers l'aval. Cette dégradation est liée à l'urbanisation plus importante en aval qui induit des rejets plus conséquents au niveau des infrastructures et des réseaux pluviaux afférents (notamment pour les communes de Coudun, Bienville et Clairoix). Il faut également souligner l'influence de l'Oise à proximité, dont l'eau est de qualité « passable à mauvaise ».

Globalement, au cours de ces 20 dernières années, la tendance est à l'amélioration de la qualité en ce qui concerne les phosphates mais à une dégradation pour les nitrates.

L'Aronde est une rivière de 1^{ère} catégorie piscicole. Sa qualité hydrobiologique est considérée comme « passable à mauvaise ». La perturbation de la vie animale et végétale est due à plusieurs paramètres :

- des faibles débits en période d'étiage ;
- une mauvaise qualité physico-chimique ;
- la dégradation des habitats par les opérations de curage.

Les affluents de l'Aronde, la Payelle et la Somme d'Or, ne sont pas surveillés régulièrement mais leur état écologique est considéré comme « non-satisfaisant ».

Pour information, le bassin de l'Aronde est classé en ZRE (zone de répartition des eaux) depuis 2009 par arrêté 2009-1028 en date du 31 juillet 2009 du préfet coordonnateur du bassin Seine-Normandie et par arrêté préfectoral du 4 novembre 2009.

c) *Marais de Sacy*

Globalement, la qualité physico-chimique des marais de Sacy est « acceptable ». Cependant, des rejets d'eau usée et son alimentation par la nappe de la craie induisent des teneurs en nitrates plus élevées dans sa partie nord.

d) *Autres milieux*

En plus des pollutions chroniques, des pollutions accidentelles existent sur plusieurs bassins versants. Ces risques proviennent notamment de l'autoroute A1 et des voies ferrées, en particulier au niveau des franchissements des cours d'eau où des éventuels déversements de matières dangereuses sont possibles. Enfin, une concentration importante d'activités industrielles et de stockages de déchets se retrouvent notamment près de Compiègne et de Pont-Sainte-Maxence dans la vallée de l'Oise et de l'Aisne.

Deux ensembles de milieux aquatiques sont très mal connus dans le département de l'Oise au niveau qualitatif, écologique et du point de vue de leur fonctionnement : les marais et les zones humides de la forêt de Compiègne.

3.2. EAUX SOUTERRAINES

3.2.1. Caractérisation des aquifères

L'eau souterraine représente une part importante des ressources en eau globale et constitue, dans l'Oise, une richesse naturelle d'un intérêt vital pour l'économie puisque toutes les adductions d'eau potable et un grand nombre d'adductions d'eau industrielle ou agricole (irrigation) se font à partir des nappes.

En se référant à la succession des terrains géologiques, l'Oise est un département majoritairement composé de terrains sédimentaires, formant un empilement de couches perméables, semi-perméables et imperméables. Plusieurs nappes ou groupes de nappes principaux peuvent être distingués qui sont, par ordre d'importance décroissant selon leur productivité et leur exploitation :

- la nappe de la craie ;
- les nappes du Tertiaire et notamment les nappes des sables de Cuise (Yprésien supérieur) et des calcaires du Lutétien ;
- les nappes alluviales et les autres nappes libres ;
- les nappes profondes. En effet, bien que le substratum départemental soit exclusivement constitué de roches sédimentaires susceptibles d'être aquifères, l'importance de ces nappes est inégale, d'abord en raison de leur

géométrie (épaisseur et extension) et ensuite en raison de leur exploitabilité (accessibilité), de leur faculté de renouvellement et de leur qualité physico-chimique.

Les connaissances sur ces nappes ont été acquises principalement grâce aux Inventaires des Ressources Hydrauliques (I.R.H.) entrepris par le BRGM entre 1966 et 1974 et par de nombreuses études régionales ou locales, synthèses ou études spécifiques (travaux de recherche, thèses, études pour tiers, campagnes piézométriques...). Par ailleurs un réseau de surveillance piézométrique permet de suivre en permanence l'évolution des niveaux des principales nappes.

a) Aquifères du Quaternaire : alluvions récentes et anciennes

Les nappes alluviales individualisées en tant que telles n'existent que dans les grandes vallées telles que l'Oise, l'Aisne, le Thérain au fond desquelles existent des dépôts alluvionnaires grossiers épais (graviers et sables). Ces nappes alluviales sont généralement peu épaisses, inférieures à 10 m, et en régime libre ou parfois captif sous des formations tourbeuses.

Le substratum des aquifères alluviaux est aussi varié que les couches géologiques traversées. Il peut être constitué de formations également perméables comme la craie, les sables ou les calcaires tertiaires et dans ce cas la nappe alluviale se confond avec la nappe sous-jacente. Lorsque le substratum est formé de couches imperméables comme les argiles du Sparnacien (Yprésien inférieur), la nappe des alluvions est alors indépendante et forme une unité hydrogéologique à part entière.

Les nappes alluviales sont normalement en position de drainage par les rivières et leur alimentation se fait à la fois par leur impluvium direct et par les apports latéraux des aquifères encaissants dont elles constituent le niveau de base. Une alimentation par la nappe sous-jacente peut également exister. Lors des crues de rivières, lorsqu'il y a débordement et inondation, les écoulements entre cours d'eau et nappes alluviales s'inversent et ces dernières reçoivent alors une quantité parfois importante d'eaux superficielles. Ce phénomène conduit à des inondations par remontée de nappe et rend les nappes alluviales particulièrement vulnérables à d'éventuelles pollutions.

A titre d'exemple, la nappe alluviale de l'Oise s'étend dans une vallée plus ou moins étroite, de 0,5 à 3 km, et couvre les formations crayeuse et du Tertiaire. Les dépôts alluvionnaires sont en général constitués de sédiments fins formant le réceptacle de la nappe alluviale. Des dépôts alluvionnaires grossiers (graviers, sables) se rencontrent seulement localement et surtout en profondeur. Le substratum est dans ce cas la craie, des sables ou le calcaire du Tertiaire en connexion directe avec la nappe alluviale. Dans les zones comportant un substratum formé de couches imperméables, la nappe alluviale est indépendante et forme une unité hydrogéologique à part.

Lorsqu'ils sont relativement grossiers et homogènes, les aquifères alluviaux possèdent de bonnes transmissivités, de l'ordre de 10^{-2} m²/s, et les ouvrages qui les captent

peuvent souvent débiter plusieurs dizaines de m³/h. Mais il arrive assez fréquemment que les alluvions soient trop hétérogènes du fait de la présence d'intercalations de lentilles composées de sables fins voire d'argiles. La transmissivité est alors beaucoup plus faible et les débits spécifiques chutent rapidement comme c'est le cas dans la vallée de l'Oise à Verberie et à Pont-Sainte-Maxence.

Les nappes alluviales sont rarement captées directement mais sont par contre fréquemment exploitées indirectement chaque fois qu'elles sont en relation avec les nappes sous-jacentes qui, elles, sont sollicitées par de nombreux captages. Ainsi, la nappe des alluvions de l'Oise n'est jamais captée seule mais toujours en association avec l'aquifère sous-jacent : craie en amont et Eocène inférieur en aval. La nappe mixte craie/alluvions est intensément exploitée par différents champs captants où les ouvrages peuvent avoir des débits supérieurs à 200-300 m³/h, comme à Précý-sur-Oise et à Boran-sur-Oise.

b) Aquifères du Tertiaire

Sous les plateaux et les collines tertiaires, plusieurs réservoirs aquifères superposés, séparés par des niveaux argileux plus ou moins imperméables et continus, renferment des nappes étagées topographiquement : nappes perchées sur les hauteurs des collines et des plateaux, nappes libres sous ceux-ci, nappes captives sous les vallées ou en profondeur sous des couches imperméables, nappes semi-captives à leur périphérie. Les caractéristiques hydrauliques de ces aquifères dépendent de leur nature lithologique (sables, calcaire) et des conditions d'écoulement aux limites de leur extension.

Ces nappes sont drainées par un chevelu hydrographique très dense qui découpe l'immense plateau tertiaire en petites unités qui sont autant de sous-bassins souterrains. Ces sous-bassins, de petite dimension, possèdent plusieurs réservoirs aquifères superposés, les inférieurs drainant les supérieurs.

Leur alimentation est directe pour les réservoirs affleurants, indirecte par réinfiltration ou drainance pour les réservoirs masqués ou profonds. Elle atteint des valeurs variables selon l'intensité pluviométrique locale, le couvert végétal et le rôle du ruissellement superficiel.

Les nappes libres peu profondes sur les hauteurs réagissent rapidement aux précipitations, même de faible intensité. Les nappes sous-jacentes semi-captives profondes ont un temps de réponse différé et leurs niveaux fluctuent avec de faibles amplitudes. Celles plus profondes peuvent avoir des réactions différentes selon la nature lithologique du réservoir (sables, calcaires...).

Les nappes tertiaires donnent naissance à de nombreuses sources de déversement ou de débordement à flancs de coteau ou artésiennes en fond de dépressions. Les sources de coteau s'écoulent sur les terrains imperméables et peuvent se réinfiltrer dans les terrains perméables. Longtemps exploitées, malgré de faibles débits, pour de

petites collectivités, certaines sources ont été abandonnées en raison d'une altération persistante de leur qualité.

De nombreuses communes s'alimentaient à partir de sources ou de puits de grands diamètres. Mais la qualité de ces nappes peu profondes s'est dégradée au fil du temps en particulier dans les zones de cultures intensives, si bien que les collectivités recherchent des ressources mieux protégées dans les aquifères captifs sableux ou même crayeux. C'est souvent le cas non loin de la périphérie des affleurements dans le Clermontois, le Soissonnais, le Noyonnais, le Vexin. Cette démarche prospective a entraîné la création de syndicats intercommunaux parfois très étendus.

Les aquifères les plus importants par leur épaisseur et les plus intéressants pour les besoins locaux sont décrits ci-dessous.

- **Oligocène inférieur – Stampien supérieur (Rupélien supérieur ou Chattien) : sables de Fontainebleau**

Au sommet de la stratigraphie de l'Eocène, dominant les calcaires résiduels de Brie, chapeautés par des lentilles de sables d'âge stampien, qui contiennent de petites nappes perchées en haut de collines isolées.

L'extension du réservoir stampien formé par les sables de Fontainebleau est très limitée dans le département de l'Oise. Il ne se rencontre en effet qu'au sommet des buttes tertiaires les plus importantes comme celles de Montagny ou de Neuville-Bosc dans le Vexin, du Mont-Pagnotte au nord de Senlis et de Plailly à l'extrême sud du département.

Cet aquifère contient cependant une véritable nappe perchée permanente, bien individualisée et donnant naissance à quelques sources de déversement. Ces sources émergent au contact des argiles sous-jacentes du Stampien moyen (argiles à corbules et marnes à huîtres). Leur bonne qualité et leur réalimentation directe ont intéressé certaines petites communes du Valois et du Vexin et certaines sources ont été captées pour l'alimentation en eau potable à Chavençon dans le Vexin ainsi qu'à Villers-Saint-Frambourg dans le Valois au pied du Mont Pagnotte.

- **Eocène supérieur – Bartonien (Marinésien et Auversien) : sables et marno-calcaires de Saint-Ouen, sables de Beauchamp et d'Auvers**

Le réservoir aquifère du Bartonien est constitué principalement par les sables de Beauchamp et d'Auvers ainsi que par les sables de Marines, de Cresnes et les marno-calcaires de Saint-Ouen. Très peu représentées dans le département (Valois, Vexin), ces formations géologiques couvrent les hauteurs des plateaux, de part et d'autre des crêtes séparant les bassins versants des cours d'eau. Elles contiennent un aquifère multicouche sablo-calcaire divisé en nombreux bassins souterrains de petite

dimension. Les nappes du Bartonien ne représentent pas une réserve économiquement exploitable.

Les nappes sont alimentées par leur impluvium et s'écoulent à travers des bancs peu épais calcaires et marneux puis sableux au-dessus d'un substratum constitué par les niveaux peu perméables du Lutétien supérieur (marnes et caillasses). Des sources de déversement émergent à différents niveaux à la faveur d'écrans argileux intercalés, mais les eaux finissent tôt ou tard par se réinfiltrer dans les sables inférieurs et même dans les calcaires sous-jacents du Lutétien si bien que le réservoir du Bartonien peut se retrouver en certains endroits sans ressource en eau.

Ces petites sources ont été exploitées autrefois à des fins domestiques par des puits peu profonds, inférieurs à 10 m, comme à Plessis Belleville, Villers-Saint-Genest, Rosières, Lévigien et Chavençon. Des sources sont captées pour l'alimentation en eau potable à Betz, Bouillancy et des puits ont été creusés à plus de 40 m de profondeur afin de capter la nappe captive à Lagny-Le-Sec et Silly-Le-Long.

• **Eocène moyen – Lutétien : calcaires**

Les formations perméables du Lutétien forment, entre les argiles de Laon (Yprésien supérieur) à leur base et les marnes et caillasses du Lutétien supérieur, un aquifère épais de 20 à 30 m. Ce réservoir à prédominance calcaire présente des faciès plus sableux à la base, en continuité avec le réservoir inférieur lorsque les argiles de Laon sont absentes, et plus marneux en partie supérieure. Les transitions lithologiques aussi bien latérales que verticales ne sont pas progressives. Cet aquifère se rencontre sous toutes les zones de plateau tertiaire au sud d'une ligne Beauvais-Compiègne-Noyon-Laon mais il est surtout développé dans le Soissonnais, le Valois et le Vexin.

Bien que la perméabilité d'interstices prédomine à la base plus sableuse du réservoir, la perméabilité de fissures régit les écoulements souterrains à travers le calcaire qui peut même localement présenter une certaine karstification (Valois et région de Senlis). Ainsi, les formations calcaires dans les vallées de l'Automne, la Viosne et de l'Aubette s'apparentent à des micro-karsts. Ces hétérogénéités de structure se répercutent sur la transmissivité du réservoir qui peut atteindre des valeurs élevées (plus de 10^{-2} m²/s) dans les calcaires fissurés, diaclasés, et descendre à 10^{-4} m²/s dans les bancs marneux, lités et poreux. De même, selon l'implantation d'un forage, le débit spécifique pourra atteindre voire même dépasser 100 m³/h/m s'il recoupe des fissures importantes mais sera d'à peine 1 m³/h/m s'il capte la roche compacte.

L'alimentation de l'aquifère est assurée directement par l'impluvium local au niveau des affleurements ou indirectement à travers les formations diverses de couverture (percolation lente à travers les marnes et caillasses).

Le plus souvent en régime libre, le réservoir n'est pas entièrement saturé, même sous couverture imperméable. En effet, la position topographique élevée du réservoir, liée à l'enfoncement des cours d'eau, favorise un drainage efficace de la nappe. Le drainage

se fait également par les nombreuses vallées qui recoupent l'aquifère et le long desquelles apparaissent des sources parfois importantes.

Des émergences de type déversement sourdent à flanc de coteau au-dessus des argiles de Laon (Yprésien supérieur), la nappe étant alors en position perchée (plateau du Soissonnais). D'autres, de type débordement, s'écoulent en fond de vallée au contact avec des alluvions semi-perméables lorsque les bancs de calcaires affleurent et la nappe peut même y devenir artésienne. Les sources de déversement, disséminées et sortant à flanc de coteau, ont des débits relativement faibles (1 à 10 m³/h) ; les sources de débordement, plus localisées, peuvent atteindre en hautes eaux des débits supérieurs à 100 m³/h (bassins de la Nonette, de l'Ourcq, de l'Automne). Ces dernières sont assez fréquentes dans le Valois où des sources artésiennes à forts débits peuvent être présentes en fond de vallée au débouché de conduits karstiques, comme par exemple les sources du Ru Sainte-Marie près d'Augers-Saint-Vincent.

Les gradients hydrauliques sont influencés par le relief quelquefois abrupt formé par les cuestas lutétiennes, par la discontinuité dans la perméabilité des terrains et par le phénomène de drainance induit par les sables sous-jacents. Les profils piézométriques présentent alors une allure de « marches d'escaliers » plus ou moins arrondies. Les fluctuations sont tributaires de l'intensité des précipitations avec des remontées et des vidanges rapides et des évolutions interannuelles peu prononcées souvent inférieures à 3 m.

A Villers-Saint-Frambourg, les fluctuations saisonnières de la nappe du Lutétien sont pratiquement inexistantes et seules apparaissent les variations interannuelles, c'est-à-dire les périodes exceptionnelles d'étiages et de hautes eaux. Ce phénomène traduit une forte inertie du réservoir et probablement un mauvais drainage local et caractérise une nappe libre étendue aux réserves importantes.

Grâce à son réseau de fissures, le réservoir calcaire est exploité avec de bonnes productivités par des captages de communes rurales ou par des syndicats intercommunaux. A l'exception de Senlis (500 à 600 Mm³/an), exploitant les calcaires du Lutétien et les sables de Cuise en continu, aucune ville importante n'est alimentée par l'aquifère du Lutétien. En effet, si les volumes extraits satisfont les besoins, la qualité chimique et bactériologique reste aléatoire. La nappe reste très vulnérable aux infiltrations superficielles contaminées par des eaux d'origine agricole et domestique.

- **Eocène inférieur – Yprésien supérieur (Cuisien) : sables de Cuise**

La nappe des sables de Cuise (Yprésien supérieur) a pour mur les argiles sparnaciennes (Yprésien inférieur) et pour toit les argiles de Laon (Yprésien supérieur) lorsqu'elles existent. Cette nappe s'étend pratiquement sur toute la zone tertiaire du département. L'épaisseur de la formation géologique, pouvant atteindre 50 à 70 m, assure une réserve en eau importante. Sauf au cœur du plateau du Valois où elle est captive, la nappe présente un régime libre compte-tenu de l'importance des affleurements de l'étage.

La nappe est drainée par les vallées qui la recoupent. De nombreuses sources émergent des sables : les sources de déversement sourdent au contact des argiles de base et sous les colluvions qui tapissent toutes les dépressions et les sources de débordement naissent au contact des alluvions dans les vallées entaillant suffisamment le massif. Ces sources sont fréquentes mais généralement de faible débit (quelques l/s) et donnent souvent naissance à des rus au fond des nombreuses mais courtes vallées qui entaillent le réservoir.

Les gradients hydrauliques sont assez élevés, surtout à l'approche des vallées (8 à 10%). Les débits exploitables sont compris entre 25 et 50 m³/h. Les caractéristiques hydrauliques de cet aquifère ainsi que les possibilités de captage sont très semblables à celles des sables du Thanétien.

L'alimentation de la nappe se fait directement à partir des affleurements, très étendus dans le département de l'Oise, à l'aplomb des réservoirs calcaires sus-jacents en l'absence de toit imperméable (argiles de Laon) ou bien par déversement et réinfiltration ou encore par drainance des nappes sus-jacentes. Dans le Soissonnais méridional, le Valois-Multien et le Vexin, le toit imperméable formé par les argiles de Laon n'existe pas ou a disparu par érosion et les sables de Cuise sont en communication hydraulique directe avec les calcaires inférieurs du Lutétien. Les sables et les calcaires contiennent alors une seule et même nappe. A contrario, dans ces régions, leur profondeur croît sous les plateaux et accentue la captivité du réservoir qui devient moins productif.

L'exploitation des sables cuisiens s'est développée, à la faveur de meilleures techniques de captage, en substitution de nappes supérieures plus vulnérables, comme les calcaires du Lutétien.

- **Paléocène supérieur – Thanétien : sables de Bracheux**

Les sables de Bracheux du Thanétien contiennent une nappe continue, libre à la périphérie des dépôts tertiaires, mais le plus souvent captive sous les argiles du Sparnacien (Yprésien inférieur). Cette nappe s'étend à toute la région tertiaire du département. N'étant pas isolée de la craie par des formations imperméables continues, la nappe des sables de Bracheux est pratiquement partout en continuité hydraulique avec celle de la craie. Ainsi, les deux aquifères constituent un réservoir bi-couche dans lequel les sables jouent le rôle de roche-magasin et la craie sous-jacente celui de couche conductrice.

De nombreuses buttes témoins, correspondant à des formations résiduelles des sables thanétiens parsèment le Plateau Picard. Les épaisseurs dépassent parfois la dizaine de mètres et, à la périphérie, ces sables peuvent ponctuellement contenir une nappe perchée et constituer ainsi un réservoir-relais. Leur drainance permet une alimentation secondaire et différée de l'aquifère de la craie.

Les fluctuations piézométriques de la nappe des sables ont une faible amplitude (1 à 2 m). La perméabilité d'interstices et la fraction argileuse des sables confèrent à ce réservoir, en fonction de son épaisseur, une transmissivité plutôt faible de l'ordre de $1 \text{ à } 2.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (débits spécifiques de 5 à 10 $\text{m}^3/\text{h/m}$), mais avec une distribution spatiale beaucoup plus homogène que celle de la craie.

Les sables de Bracheux sont alimentés principalement au niveau des affleurements. La plupart des sources de déversement ou de débordement alimentent des ruisseaux qui se réinfiltrant en partie dans la craie affleurante dans leur cours aval. La nappe alimente, à travers les alluvions, l'Aisne et l'Oise. En bordure de vallées alluvionnaires, les eaux de source viennent se mélanger à la nappe alluviale.

Autrefois, on préférait capter la nappe de la craie seule, sans installer de crépines au droit des sables, afin d'éviter des travaux de forage délicats et coûteux. De plus, la proportion d'argile dans la matrice sableuse apporte du fer dans les captages. Mais les risques d'échec restaient assez fréquents compte-tenu de la forte variabilité de la fissuration de la craie en profondeur. Toutefois, les techniques modernes d'exploitation des eaux en milieux sableux (filtres adaptés, crépines spéciales, massifs de graviers filtrants, techniques de développement, déferrisation) permettent un équipement des ouvrages adaptés qui autorise des débits de pompage importants sans les inconvénients de venues de sable ou d'éboulements. Les puits captant en continu la nappe des sables et de la craie permettent d'apporter un appoint aux captages qui atteignent la nappe de la craie et parfois, en zone de captivité, cette ressource vient en substitution des nappes supérieures plus vulnérables.

Actuellement, les deux aquifères des sables et de la craie sont fréquemment captés simultanément. Cependant, l'exploitation seule des sables de Bracheux reste assez exceptionnelle : vallée du Thérain, vallée de l'Oise entre Noyon et Compiègne. Ainsi, le Thanétien seul est capté pour l'eau potable à Hermes et Mouy dans la vallée du Thérain, à Attichy et Couloisy dans la vallée de l'Aisne, à Brenouille et Pont-Sainte-Maxence dans la vallée de l'Oise. Dans le Vexin, cet aquifère n'est pas exploité car réduit à quelques mètres d'épaisseur seulement. Par contre, il existe de nombreux puits ou fontaines lorsque la nappe phréatique se trouve à faible profondeur et en position perchée par rapport à la nappe de la craie.

c) Aquifères du Crétacé

- **Crétacé supérieur – Sénonien (Campanien, Santonien et Coniacien), Turonien et Cénomaniens : craie**

La nappe de la craie est la ressource en eau la plus importante du département, tant par son extension que par son degré d'exploitation. Hormis au cœur du Pays de Bray où la roche a disparu par érosion, la nappe de la craie est présente sur l'ensemble du territoire départemental. Libre au droit du Plateau Picard et du Pays de Thelle, elle devient captive sous les formations tertiaires du bassin de Paris ou sous les alluvions imperméables ou semi-perméables de certaines vallées (Troësne...).

Le réservoir aquifère est constitué par un ensemble de formations à dominante crayeuse (Sénonien) dont la craie est d'autant moins franche qu'elle est ancienne, passant à une craie marneuse au Cénomaniens – Turonien, et entrecoupées d'horizons argilo-marneux ou de gaize au Cénomaniens. La craie, compte-tenu de sa grande épaisseur (300 m au total pour le Sénonien et le Turonien), forme un immense réservoir aquifère. La ressource en eau, renouvelable et exploitable, s'évalue à plusieurs centaines de millions de m³ sur la région picarde. De plus, il arrive localement que ce réservoir se trouve augmenté localement des sables thanétiens sus-jacents lorsqu'aucun horizon imperméable ne les sépare, ou des alluvions sablo-graveleuses des principales vallées quand ces alluvions reposent directement sur la craie (Aronde, Oise à Compiègne et à Boran, Thérain en amont de Beauvais, ...).

A noter qu'un niveau sableux peu épais est présent à la base du Cénomaniens. La nappe des sables et grès du Cénomaniens est connue sur le versant méridional de l'anticlinal du Pays de Bray à l'ouest de Beauvais.

La nature lithologique de cet aquifère lui confère une double porosité, à la fois d'interstices et de fissures. Le premier type de perméabilité lié à la porosité interstitielle du réservoir demeure très faible et ne dépasse généralement pas des valeurs supérieures à 10⁻⁵ m/s malgré une porosité totale importante de la roche (≥ 30%). La fracturation des bancs proches de la surface permet à la roche d'acquérir des perméabilités plus fortes : 10⁻³ à 10⁻² m/s, conditionnant l'écoulement de la nappe et créant des écoulements turbulents. Toutefois, on ne connaît pas de véritables réseaux karstiques.

Alors que la porosité d'interstices est relativement homogène dans l'espace, la porosité de fissures se répartit d'une manière très hétérogène au sein de l'aquifère. En effet, la fissuration de la craie est d'origine tectonique et s'est ensuite amplifiée par des phénomènes physico-chimiques de dissolution liés à l'infiltration des eaux météoriques. Elle s'est donc essentiellement développée à la fois dans les couches les plus proches du sol et dans celles situées à l'aplomb des vallées actives ou des vallons secs en zone de plateau, mais uniquement en absence de couverture imperméable. Elle se traduit en surface par des tassements de terrain alignés (rideaux) qui correspondent souvent à des secteurs productifs.

En profondeur et dans les zones sous recouvrement, la perméabilité de la roche diminue très sensiblement, cette dernière ayant conservé sa compacité d'origine. On considère que la roche compacte située au-delà de 30 à 50 m de profondeur en zone d'affleurement de la craie constitue le mur de la nappe.

L'alimentation de la nappe de la craie est assurée par les précipitations locales, soit directement par infiltration sur les régions où la nappe est libre, soit indirectement par ré-infiltration différée à la périphérie des affleurements tertiaires ou par drainance sous le recouvrement thanétien.

Le régime de la nappe est libre dans toutes les zones situées hors recouvrement imperméable ou semi-perméable, c'est-à-dire principalement sous les Plateaux Picard et du Pays de Thelle. La nappe devient captive sous les couches argileuses imperméables du Tertiaire ou sous les alluvions fines semi-perméables des principaux cours d'eau.

La piézométrie de la nappe libre de la craie reproduit, mais de façon très atténuée, l'allure de la surface topographique. La nappe est drainée régionalement par les vallées principales (Oise, Somme, Thérain, Troësne) et plus localement par les dépressions topographiques.

Le gradient hydraulique varie fortement en fonction de la transmissivité de l'aquifère : il est élevé dans les zones peu transmissives et faible dans les zones à forts écoulements. Les valeurs varient ainsi de 30 à 40‰ aux abords de l'anticlinal du Pays de Bray où la nappe est très peu épaisse (10 m) à 2‰ dans la vallée de l'Aronde où l'épaisseur de la zone saturée de l'aquifère est importante (30 à 50 m).

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

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

- les sources de dépression se situent en général en tête de vallée humide lorsque la surface de la nappe vient à affleurer. Assez peu nombreuses, elles ont un débit général élevé (> 100 l/s) mais leur situation géographique peut varier car conditionnée par les fluctuations piézométriques de la nappe. Ainsi, en périodes de hautes eaux, ces sources "remontent" littéralement le fond des vallées, sur des distances atteignant plusieurs centaines de mètres et parfois plusieurs kilomètres. De telles sources peuvent également exister au centre des vallées humides, lorsque la nappe se met en charge sous les alluvions récentes semi-perméables. Il s'agit alors de sources ascendantes, artésiennes et parfois jaillissantes. Il n'existe pas de grosses émergences mais plus souvent un chapelet de sources alignées selon le profil de la vallée. Les débits, parfois importants, s'échelonnent entre 1 et 300 l/s en période de hautes eaux. Ces sources peuvent également apparaître dans de grandes vasques bouillonnantes au fond desquelles aboutissent des cheminées verticales mettant en

communication directe l'aquifère crayeux et le sol. C'est le cas des « trous bleus » de la vallée de la Brèche au nord d'Essuiles, des sources du Parc de Monchy-Humières dans la vallée de l'Aronde et de celles de Songeons dans la vallée du Thérain ;

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

L'amplitude des fluctuations de la surface piézométrique croît depuis les fonds de vallées actives jusqu'aux crêtes piézométriques. La surface piézométrique subit diverses fluctuations qui se superposent dans le temps et l'espace :

- fluctuations rapides ou légèrement différées à des profondeurs inférieures à 20 m dans des craies très transmissives ce qui induit des réactions piézométriques à chaque phase pluvieuse, suivies par des décrues aussi rapides. Ces fluctuations sont fréquentes, notamment à proximité des vallées humides où la craie est plus perméable, de courte durée (entre la journée et le mois) et de faible amplitude (inférieure à 1 m). Des pluies orageuses intenses peuvent également provoquer localement des recharges significatives sous les plateaux en raison d'une très forte perméabilité des terrains de couverture ;
- variations saisonnières avec des hautes eaux à la fin du printemps et des basses eaux en automne. Le retard à l'alimentation peut atteindre plus de six mois et même être masqué par une vidange interannuelle. L'amplitude de ces mouvements dépend à la fois des caractéristiques hydrauliques de l'aquifère (transmissivité et emmagasinement) et de la valeur de la réalimentation annuelle (infiltration efficace). C'est ainsi qu'elle est maximale (8 à 10 m) à l'aplomb des lignes de crêtes des plateaux et minimale (1 à 2 m) dans l'axe des vallées humides ;
- variations interannuelles sous forme de phases arythmiques de plusieurs années provoquant des remontées ou des descentes de nappe avec des amplitudes cumulées pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres sous les crêtes piézométriques (plateau). En aval, le phénomène peut se traduire

par des émergences de la nappe en période humide ou par des déplacements ou des tarissements de sources en période sèche.

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

La nappe libre de la craie est sollicitée par de nombreux ouvrages domestiques, agricoles et industriels. Plus de la moitié de l'alimentation en eau potable est assurée par des captages dans la nappe de la craie. Ceux-ci se situent préférentiellement dans les zones les plus productives, en vallées humides ou sèches. Une forte baisse de la productivité est généralement observée dans ces ouvrages au-delà de 30 à 50 m de profondeur en zone d'affleurement de la craie. Lors de la création d'un forage, les zones les plus productives peuvent être révélées par des profils au micromoulinet.

Les valeurs de transmissivité de la nappe de la craie varient de 10^{-4} m²/s au centre des plateaux (débits spécifiques de l'ordre de 1 m³/h/m), à 10^{-3} m²/s en vallées sèches (10 à 50 m³/h/m) et 10^{-1} m²/s en vallées humides (parfois plus de 100 m³/h/m). Dans les zones sous recouvrement tertiaire, la craie compacte possède des transmissivités faibles, situées entre 10^{-4} et 10^{-3} m²/s. Le coefficient d'emménagement est compris entre 1 et 5% dans les tranches productives. Cette discontinuité structurelle se traduit par des débits spécifiques variant de 1 à 500 m³/h/m selon les endroits, parfois avec de forts contrastes entre forages voisins.

En régime captif, la craie est beaucoup moins fissurée et son exploitation est plus aléatoire. De ce fait, la productivité baisse rapidement au sud des limites d'extension des sables du Thanétien et surtout des argiles et lignites du Soissonnais, écran imperméable des eaux supérieures, sauf dans des circonstances où le captage traverse soit des plans de fractures ou de failles, soit des couches indurées et très fissurées (vallée de l'Aisne).

- **Crétacé inférieur – Albien : sables verts**

Sous les formations du Crétacé supérieur, s'étagent d'autres aquifères profonds. Les mesures « in situ » des paramètres des nappes du Crétacé inférieur sont rares et hétérogènes, localisées essentiellement en proche région parisienne et éparses en Normandie ainsi que vers les affleurements. Ces aquifères multicouches sont surtout connus au-delà des affleurements de la craie, dans le Pays de Bray dans le département de l'Oise, car leur nappe acquiert un régime libre et est exploitée par puits ou captages de sources. La porosité totale des réservoirs, mesurée sur échantillons ou estimée à partir de la microdiagraphie, est comprise entre 18 et 30%. Cependant, compte tenu de la compacité des matériaux, la porosité efficace est probablement très inférieure à 10%.

Les sables verts de l'Albien inférieur constituent le principal aquifère du Crétacé inférieur. Cet aquifère multicouche est compris entre les argiles de Gault de l'Albien moyen et supérieur et les argiles panachées du Barrémien et s'étend sur toute la Picardie au sud d'une ligne reliant Berck (Nord-Pas-de-Calais) et Hirson (Aisne). L'épaisseur maximale du réservoir est de 20 m vers le Pays de Bray mais peut atteindre 100 m dans le département de l'Oise.

Les sables verts forment à l'affleurement une frange autour du cœur de l'anticlinal du Pays de Bray. La nappe est alors libre et alimentée directement par l'impluvium et par les sources de débordement des nappes sus-jacentes (Cénomanien, Turonien et Sénonien). L'épaisseur de l'aquifère est de 20 à 40 m et le mur est toujours constitué par les argiles du Barrémien. La nappe n'est guère profonde, 5 à 10 m en moyenne, et est immédiatement drainée par de nombreux rus alimentés par des sources de trop-plein ou de débordement (Saint-Aubin-en-Bray, Saint-Martin-Le-Noëud, ...). Ces nombreuses petites sources habituellement de faible débit s'écoulent sur les versants argileux au-dessus de la rivière de l'Avelon.

En s'éloignant de l'axe de l'anticlinal, les sables verts s'enfoncent sous les argiles de Gault, qui constituent alors le toit de l'aquifère. La nappe devient progressivement captive, et le plus souvent artésienne. Elle est alors beaucoup moins connue faute d'un nombre suffisant de points d'observation. Entre les deux aquifères principaux de l'Albien et du Néocomien existent les dépôts argilo-sableux du Barrémien, qui forment une barrière semi-perméable. Des échanges entre les deux aquifères peuvent donc exister.

Des études piézométriques sur le Bassin Parisien ont montré l'existence d'un cône de rabattement incluant la totalité de la région parisienne autour d'un point bas localisé vers Pantin – Villeneuve-la Garenne entre +10 m et +20 m. La région parisienne correspond à un cône de dépression artificiel dû à une surexploitation qui d'une part draine toutes les arrivées et d'autre part coupe d'une grande partie de son alimentation la basse vallée de la Seine. Un sous-bassin picard, pour lequel les données sont très fragmentaires, existe également. Les eaux souterraines s'écoulent alors depuis les affleurements de l'est et du sud-est vers Paris. Par contre, avant 1841 et le premier forage profond à l'Albien, les écoulements d'eau devaient être dirigés vers le nord-ouest en direction de l'exutoire naturel représenté par l'estuaire de la Seine et la Manche.

Les points les plus hauts qui peuvent servir de zones de recharge sont situés au niveau des affleurements. Cependant, la recharge vers l'est, dans le département de l'Aube, est très limitée compte tenu du caractère argileux des strates ; les écoulements se font d'ailleurs pour la plupart vers le bassin picard. Les affleurements du Pays de Bray sont peu développés et, vers le nord, ils alimentent le sous-bassin picard, alors que vers l'ouest ils sont en relation directe avec la Seine aval.

En région parisienne, le niveau statique du Néocomien se trouve en moyenne vers +90 m alors qu'il n'est que de +30 à +40 m dans l'Albien. Cette situation induit une drainance verticale ascendante et le Néocomien contribue en partie à l'alimentation de l'Albien pour une valeur pouvant atteindre 25%. Une inversion du phénomène dans le

reste du bassin est cependant envisageable, de même qu'avant la surexploitation de la nappe de l'Albien. Une modélisation sur le Bassin de Paris du système multicouche comprenant les formations allant du Portlandien à celles de la craie a permis d'évaluer à 78% l'alimentation de la nappe de l'Albien par les affleurements et à 22% l'alimentation par drainance ascendante du Néocomien (**Raoult Y.**, 1999).

La nappe des sables de l'Albien est très peu exploitée, du fait de l'ensablement rapide des ouvrages et d'une forte minéralisation des eaux en sulfates et surtout en fer. Cette forte minéralisation correspond à une très faible transmissivité de l'Albien dans le département de l'Aube. Sur l'ensemble de l'aquifère, les valeurs mesurées de transmissivité sont proches de 10^{-2} à 10^{-3} m²/s. En Picardie, les mesures de transmissivité sont inexistantes mais elles seraient supérieures à 10^{-3} m²/s à l'exception d'une zone située autour de Beauvais et d'Amiens. Les fortes transmissivités sont liées aux faciès sableux de l'Albien mais pas nécessairement aux épaisseurs maximum des sables. Par contre, les faibles transmissivités s'observent dans les secteurs où l'épaisseur cumulée de sables est faible. Les débits spécifiques demeurent faibles (< 10 m³/h/m). Le coefficient d'emmagasinement n'a pu être calculé que sur une dizaine de forages, les valeurs allant de 3.10^{-5} à 6.10^{-4} . Cette nappe, souvent artésienne, peut parfois être exploitée sans l'aide de pompes si le point de captage est peu élevé. A Beauvais, le forage de la Manufacture des Tapis a montré que la nappe était artésienne jaillissante (15 m au-dessus du sol) pour un débit de 12 m³/h.

Suite à la baisse des niveaux de l'Albien dans les années 1930 au niveau de la région parisienne, la nappe a été mise sous surveillance par les décrets de 1935 et 1937 qui soumettaient à autorisation préalable tout nouveau forage. Les réserves sont considérables, estimées à 700 milliards de mètres cubes par des études achevées en 2001 dans le cadre du SDAGE, mais leur renouvellement par l'alimentation naturelle est très faible. Un modèle mathématique (**Lauverjat J.**, 1967) a démontré que l'on pouvait augmenter les prélèvements jusqu'à 22 à 29 Mm³/an sur l'ensemble du bassin Seine-Normandie pour un rabattement de 30 m en Ile-de-France et de 0 à 35 m hors Ile-de-France.

Depuis 2001, le SDAGE Seine-Normandie définit les nappes captives de l'Albien-Néocomien comme étant une ressource stratégique pour assurer la fonction de ressource AEP de secours ultime. Il autorise un volume total de prélèvement de 29 Mm³/an sur l'ensemble du bassin, à répartir par département en fonction de la population à secourir en cas de crise. Ce volume sera révisé si le niveau piézométrique de référence calculé à partir de piézomètres représentatifs en Ile-de-France descend en dessous d'une cote de référence déterminée (+31 m NGF). Dans le cadre d'un plan départemental de secours, quatre forages pourront être créés pour un volume annuel de 548 000 m³ et un débit moyen de 150 m³/h permettant d'assurer une alimentation de 20 l/jour par habitant durant 3 mois. Bien que dans le département de l'Oise, aucun prélèvement ne soit recensé, les nappes de l'Albien-Néocomien sont classées en Zone de Répartition des Eaux (ZRE) par arrêté préfectoral du 20/08/2004. Ce classement oblige les nouveaux usagers de ces nappes à effectuer une demande d'autorisation de prélèvement pour des pompages supérieurs à 8 m³/h.

- **Crétacé inférieur – Néocomien (Valanginien et Hauterivien) : sables du Wealdien-Portlandien**

Les formations sablo-calcaires du Néocomien (anciennement Wealdien), et notamment des étages du Valanginien et Hauterivien, ainsi que du Portlandien supérieur (ou Tithonien supérieur) constituent un aquifère multicouche mal connu, les informations relatives à son sujet étant peu nombreuses. Ce réservoir complexe correspond à un faciès carbonaté au Jurassique puis continental au Wealdien au droit du département de l'Oise. Mais ce sont surtout les calcaires du Portlandien et les grès et sables de l'Hauterivien qui renferment une nappe. Ce réservoir est encadré par les marnes du Kimméridgien à la base et par les argiles panachées du Barrémien au sommet.

Libre au cœur du Pays de Bray où ces formations affleurent, la nappe du Wealdien-Portlandien est alimentée exclusivement par son impluvium. Elle est peu profonde, 5 m en moyenne, et drainée par de nombreux rus qui rejoignent l'Avelon. Seule la partie la plus occidentale se trouve drainée par les affluents de l'Epte. Les sources, d'un débit faible dans les sables et grès mais plus élevé dans les calcaires (plusieurs dizaines de l/s), sont de type déversement (La Chapelle-aux-Pots), débordement (ru de Goulancourt) ou encore trop-plein (sources de l'Avelon). Les couches argileuses du Kimméridgien déterminent la hauteur de nombreuses sources qui donnent naissance à de petits rus, affluents de l'Avelon et du Thérain.

La nappe devient captive en s'éloignant de l'axe de l'anticlinal du Bray. Les rares points de mesure ne permettent pas alors de tracer une véritable carte piézométrique sur le bassin de Paris. Les écoulements semblent avoir une direction similaire à ceux des sables verts de l'Albien, c'est-à-dire des affleurements du sud-est vers la région parisienne puis la Basse Seine. Toutefois, aucun creux piézométrique ne s'observe en région parisienne.

Dans le Pays de Bray, la nappe du Wealdien-Portlandien est exploitée par de nombreux petits puits privés. Les débits spécifiques des captages ($1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$) sont encore plus faibles que pour les sables verts de l'Albien. Les eaux minérales ferrugineuses et sulfatées sont exploitées par l'établissement thermal de Forges (Les-Eaux, en Seine-Maritime, avec ses 3 sources, la Cardinale, la Royale et la Reinette. En Picardie, de nombreuses sources sont également connues pour leurs caractéristiques thermales, comme à Goincourt et à Saint-Paul au lieu-dit Le Becquet. Seuls deux forages captent la nappe captive du Néocomien au sud de Paris, et il n'existe donc pas de dépression piézométrique, le niveau statique s'établissant vers +90 m en région parisienne. Les transmissivités sont plus faibles que celles de la nappe de l'Albien, avec des valeurs inférieures à $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, qui peuvent s'expliquer par une plus faible granulométrie des sables. Le coefficient d'emmagasinement est de l'ordre de 10^{-4} en zone captive. A Bruyères-Le-Châtel, dans le département de l'Essonne en Ile-de-France, la transmissivité de la nappe captive du Néocomien est comprise entre $1.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ et $5.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ et le coefficient d'emmagasinement est de 3.10^{-4} .

d) Aquifères du Jurassique

- **Jurassique supérieur (Malm) – Portlandien : sables du Wealdien-Portlandien**

L'aquifère sablo-calcaire multicouche du Tithonien (Portlandien), est en continuité avec l'aquifère des sables du Wealdien, correspondant à l'étage du Néocomien (Valanginien et Hauterivien) du Crétacé inférieur. Il a donc été traité ci-dessus.

- **Jurassique supérieur (Malm) – Oxfordien supérieur et moyen (Séquanien, Rauracien et Argovien) : calcaires du Lusitanien**

L'Oxfordien supérieur et moyen est composé des sous-étages du Séquanien, Rauracien et Argovien, également rassemblés sous le nom de Lusitanien. L'aquifère multicouche du Lusitanien est formé de calcaires, limités au toit par les marnes du Kimméridgien et au mur par celles de l'Oxfordien inférieur. Ce réservoir est présent sur une grande partie de la Picardie. Le Lusitanien est peu profond et peu aquifère sous le département de la Somme mais s'épaissit et s'enfonce vers le sud, sous le département de l'Oise. La nappe est alors captive sur l'ensemble du département.

Au droit du Bassin Parisien, le Lusitanien est constitué des trois réservoirs superposés :

- le réservoir supérieur est développé au sud du Bassin de Paris mais on le rencontre localement au centre et au nord-ouest. Il est formé d'un banc peu épais de calcaires oolithiques et de calcaires récifaux. Il s'épaissit au sud en prenant un aspect crayeux. Ce réservoir n'est cependant pas présent sur le département de l'Oise ;
- le réservoir principal, qui constitue l'unité aquifère la plus importante du Lusitanien, est formé par des calcaires oolithiques et graveleux au centre du Bassin Parisien. Au nord-ouest, on observe principalement des niveaux détritiques grossiers (sables, grès) ;
- le réservoir inférieur se rencontre uniquement au nord du Bassin de Paris. Il est composé au nord-ouest par des calcaires oolithiques avec des passages récifaux. Entre les rivières de l'Oise et de la Marne, le réservoir est formé d'une épaisse série crayeuse qui passe, au sud de l'Oise, à des calcaires oolithiques. La formation est alors en continuité avec le réservoir principal. Cet horizon devient marneux au sud de la Marne.

Cet aquifère n'est pas exploité dans le département de l'Oise.

- **Jurassique moyen (Dogger) – Bathonien et Bajocien : calcaires du Dogger**

Les calcaires du Dogger sont le seul réservoir profond assez bien connu étendu à l'ensemble du département de l'Oise. Il s'agit d'un aquifère multicouche calcaire dont la perméabilité est assurée par les nombreuses diaclases qui le fissurent. Plusieurs forages pétroliers ou à des fins géothermiques ont permis de localiser ce réservoir à 1 060 m de profondeur pour une épaisseur de 185 m à Saint-Just-en-Chaussée et à 1 700 m de profondeur dans la région de Creil. Le mur de cet aquifère est constitué des argiles et marnes du Toarcien (Lias), tandis que le toit est formé par les marnes callovo-oxfordiennes.

Les aquifères des calcaires de la base du Callovien et du Bathonien sont généralement en contact direct et forment un réservoir principal puissant. Celui-ci est disposé en deux ensembles séparés par un sillon marin : un réservoir au sud-ouest du bassin parisien et un réservoir au nord de la Seine. De haut en bas, peuvent être différenciés :

- les calcaires oolithiques du Callovien inférieur ;
- les calcaires du Bathonien supérieur, compacts et diaclasés, présentant probablement une perméabilité de fractures ;
- les calcaires oolithiques et bioclastiques du Bathonien inférieur, déposés en milieu lagunaire. Ces calcaires de barrière forment un puissant réservoir d'une épaisseur moyenne de 160 m.

Les dépôts du Bajocien sont principalement constitués par des calcaires cristallins imperméables, conséquences d'une sédimentation régressive commencée au Lias supérieur. Des calcaires bioclastiques et des calcaires oolithiques forment deux groupes de réservoir : un aquifère discontinu d'une dizaine de mètres d'épaisseur situé à la base et un aquifère également discontinu mais plus épais, situé au toit.

Dans le département de l'Oise, l'aquifère du Dogger a été exploité en géothermie pour le chauffage de logements et de bâtiments de l'Etat. Débutées en 1976 à Creil et en 1981 à Beauvais, ces installations ont été abandonnées respectivement en 1986 et 1987 à cause de problèmes de corrosion et de dépôts dans les conduites (présence de sulfures liée à une activité bactérienne importante). De nombreux forages géothermiques exploitent l'aquifère du Dogger en région parisienne. Les techniques d'exploitation ont considérablement évolué ces dernières années.

- **Jurassique inférieur (Lias)**

Limité au toit par le Dogger (Jurassique moyen) et au mur par le Rhétien (Trias), le Lias ne s'étend en zone profonde que sur deux domaines restreints dans le Bassin Parisien : un ensemble au nord-ouest et un ensemble au sud. En comparaison des aquifères sus-jacents, les épaisseurs des réservoirs essentiellement calcaires du Lias

sont réduites. Seule une région à l'est de Beauvais présente des épaisseurs supérieures à 30 m.

e) Aquifères du Trias

Les formations détritiques du Trias constituent des aquifères argilo-sableux. Dans le Bassin Parisien, ces formations sont réparties en trois niveaux aquifères d'épaisseur et d'extensions inégales et séparés par des niveaux argileux : le corps fluviatile du Keuper supérieur (Trias supérieur), le prisme détritique du Trias moyen et le réservoir du Trias inférieur. Seul le Keuper supérieur est présent dans le département de l'Oise, notamment à l'est.

Les formations détritiques du Keuper supérieur présentent à leur sommet un caractère lagunaire qui a pu entraîner une cimentation des faciès réservoirs dans les zones les plus externes. Cependant, on observe, sur les deux-tiers de leur puissance, des grès moyens à grossiers qui forment un excellent réservoir.

3.2.2. Paramètres hydrodynamiques

Les données recueillies sur les paramètres hydrodynamiques des différents aquifères proviennent de la Banque de Données du Sous-Sol (BSS) et de l'ancien atlas hydrogéologique de l'Oise de 1987. Les informations exploitées concernent la transmissivité, le coefficient d'emménagement et les débits spécifiques, qui donnent des informations sur les débits maximaux que l'on peut attendre des aquifères.

Seuls les dossiers susceptibles de contenir des paramètres hydrodynamiques ont été dépouillés. Il s'agit notamment des forages d'irrigation, de géothermie et d'alimentation en eau potable. 913 dossiers ont ainsi été consultés sur le département de l'Oise. 42 d'entre eux, soit 4,6%, contiennent des informations sur les paramètres hydrodynamiques et 578 renferment des données sur les débits spécifiques.

Ce sont principalement les dossiers de forages agricoles et plus rarement de captage d'alimentation en eau potable qui contiennent des informations sur les paramètres hydrodynamiques. Ceci peut s'expliquer par les réglementations actuelles de la police de l'eau qui impose un pompage d'essai minimum sur tout nouveau forage d'exploitation.

Par ailleurs, les données hydrodynamiques mentionnées dans l'atlas hydrogéologique de 1987 et non retrouvées lors du premier dépouillement de la BSS ont également été prises en compte (Tableau 8).

Paramètres hydrodynamiques	Nombre de dossiers de la BSS	Nombre de dossiers de l'ancien atlas	Nombre total de dossiers
Débit spécifique	644	337	981
Transmissivité	72	25	97
Coefficient d'emmagasinement	53	9	62

Tableau 8 - Récapitulatif des données hydrodynamiques recueillies.

Pour les formations crayeuses, aucune valeur de perméabilité n'est disponible du fait de leur structure particulière. En effet, le taux de fracturation diminuant avec la profondeur, on considère que la formation s'imperméabilise au-delà de 30 à 50 m selon les régions. Il est donc difficile de définir avec précision la profondeur du mur de la formation aquifère et donc d'estimer certains paramètres hydrodynamiques comme la perméabilité.

Le débit spécifique, c'est-à-dire le débit pompé par mètre de rabattement, n'est pas un paramètre hydrodynamique à proprement parler mais il permet d'approcher les débits que l'on peut attendre de l'aquifère considéré. Il varie en fonction de la transmissivité de l'aquifère et donc de la position géographique et topographique des ouvrages en particulier lorsque la nappe est libre et le réservoir fissuré. Le débit spécifique a été déterminé grâce aux informations fournies par les pompages d'essai et, si possible, pour le pompage d'essai avant l'acidification afin d'éviter une surestimation des valeurs. A été sélectionné en priorité l'essai pour lequel le débit de pompage était le plus fort, sauf si le débit critique était atteint ou si la durée de pompage était trop faible et qu'alors le rabattement maximum n'était pas atteint.

La transmissivité sélectionnée, lorsqu'elle a été déterminée par plusieurs méthodes de calcul dans un même dossier, est la transmissivité obtenue par la méthode de Jacob qui est la plus couramment utilisée. Cependant de nombreux dossiers ne font pas état de la méthode de calcul.

Les données hydrodynamiques et débits spécifiques sont peu nombreux sur le département de l'Oise (Tableau 9, Illustration 29, Illustration 30, Illustration 31 et Illustration 32). Elles couvrent le territoire de façon hétérogène et se concentrent autour des axes hydrographiques principaux et sur les secteurs où l'irrigation est développée.

L'aquifère le mieux caractérisé est celui de la craie du Crétacé supérieur (Tableau 9, Illustration 29). Concernant les aquifères tertiaires, les mieux définis sont les sables de l'Yprésien et, dans une moindre mesure, les calcaires du Lutétien.

Aquifère	Transmissivité [m ² /s]		Coefficient d'emmagasinement [-]		Débit spécifique [m ³ /h/m]	
	Moyenne	Nombre de mesures	Moyenne	Nombre de mesures	Moyenne	Nombre de mesures
Alluvions					53,72	14
Bartonien					9,85	11
Lutétien	3,1.10 ⁻³	3			13,03	102
Yprésien	5,5.10 ⁻³	14	9,8.10 ⁻³	120	10,40	120
Thanétien	2,9.10 ⁻³	10	5,2.10 ⁻³	6	27,44	51
Thanécien à Crétacé supérieur					2,97	1
Crétacé supérieur	3,2.10 ⁻²	70	4,6.10 ⁻²	36	39,20	672
Crétacé inférieur					1,50	10
Données totales		97		162		981

Tableau 9 - Caractéristiques hydrodynamiques des principaux aquifères du département de l'Oise.



Répartition des données hydrodynamiques

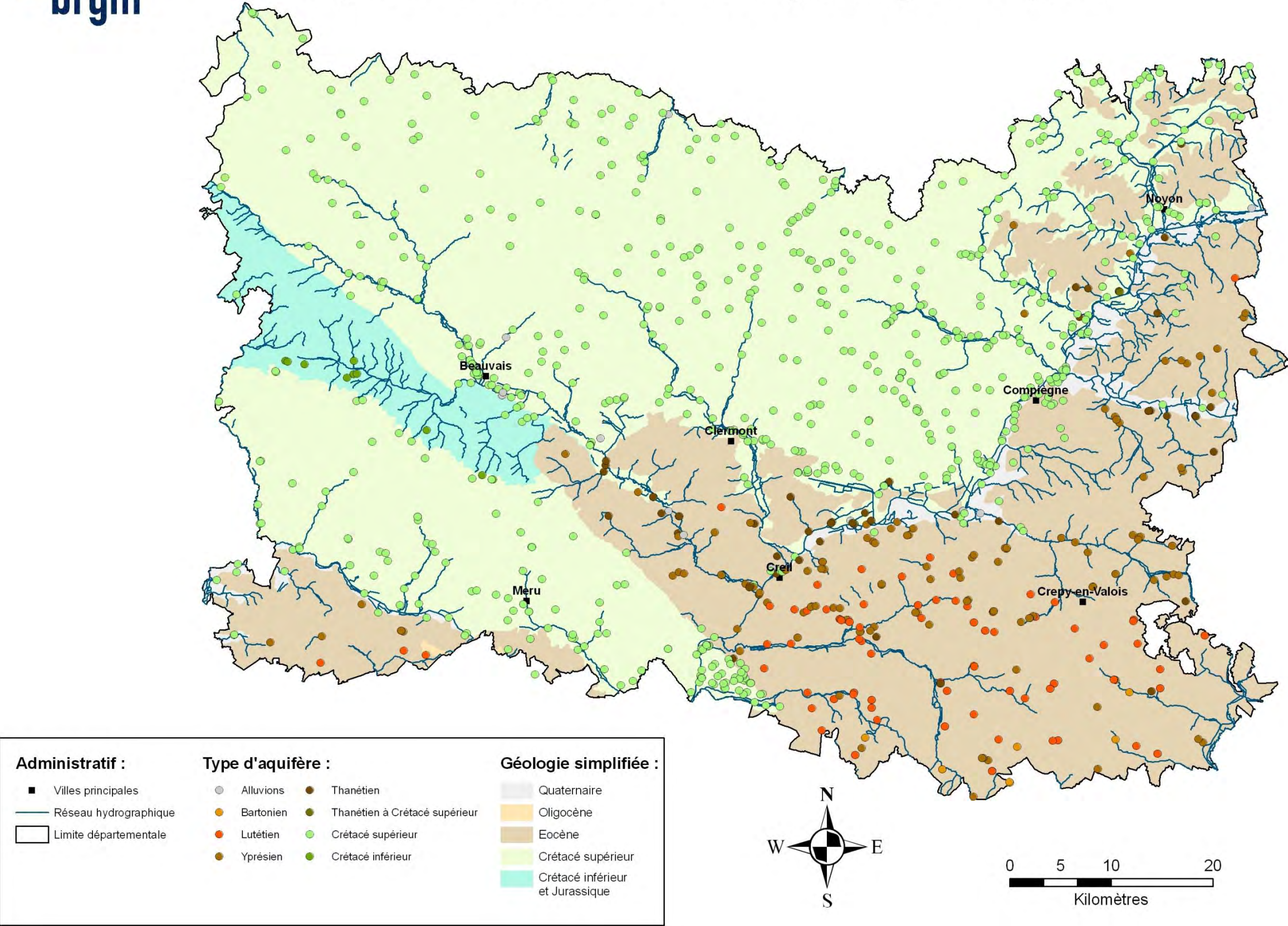


Illustration 29 - Données sur les paramètres hydrodynamiques du département de l'Oise.



Répartition des coeficients d'emmagasinement

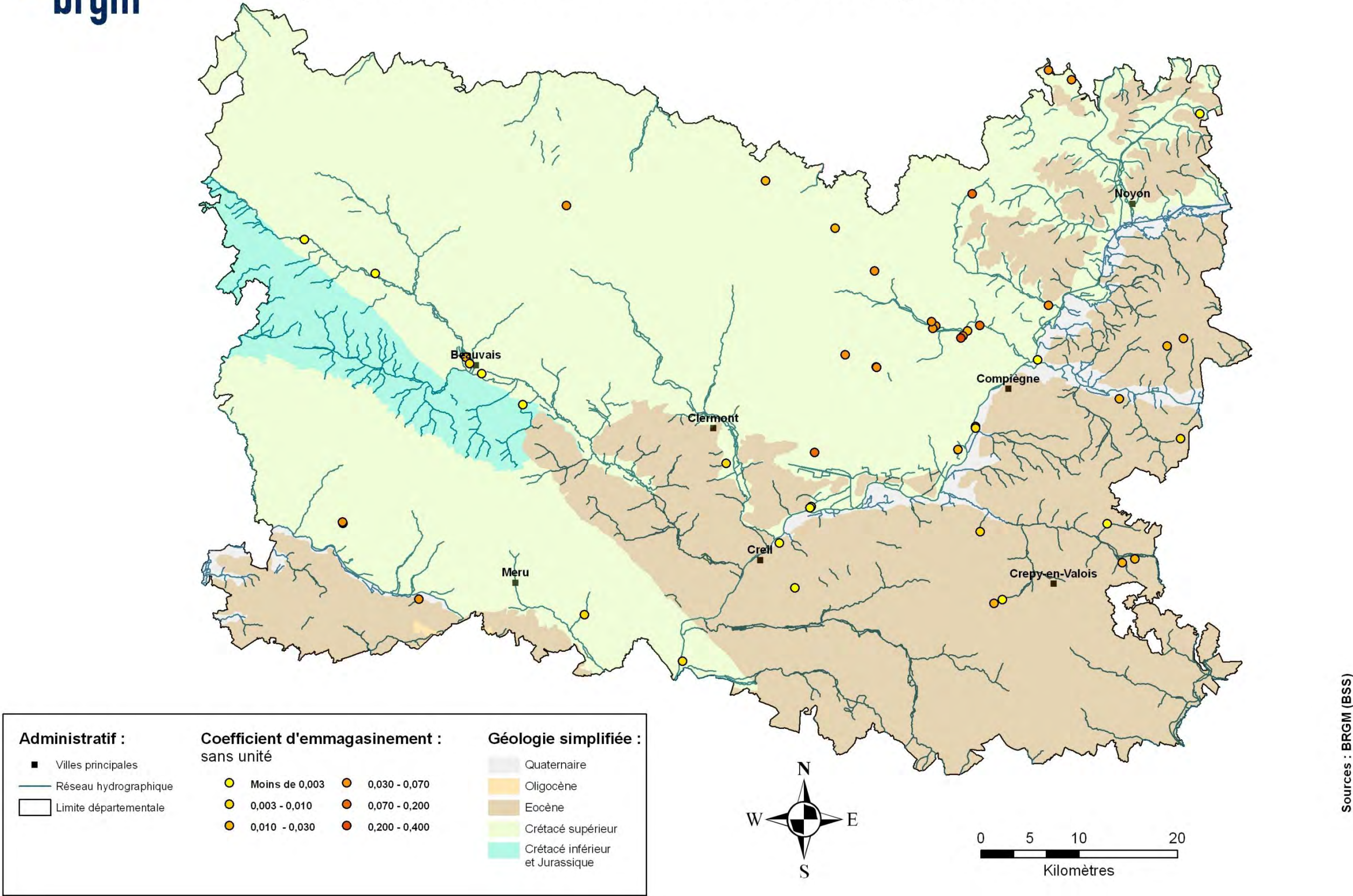


Illustration 30 - Coefficient d'emmagasinement du département de l'Oise.

Répartition des débits spécifiques

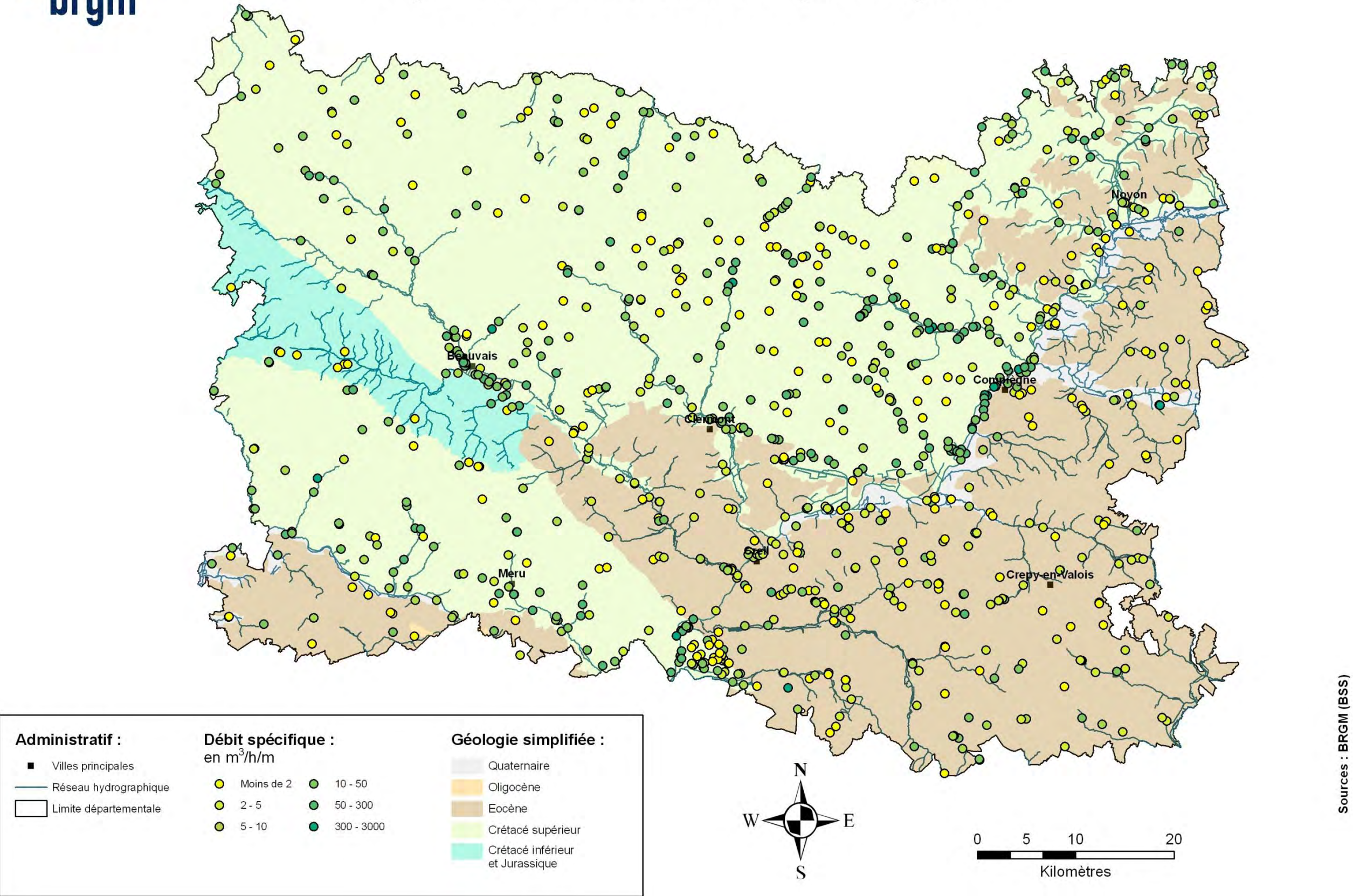


Illustration 31 - Débits spécifique du département de l'Oise.



Répartition des transmissivités

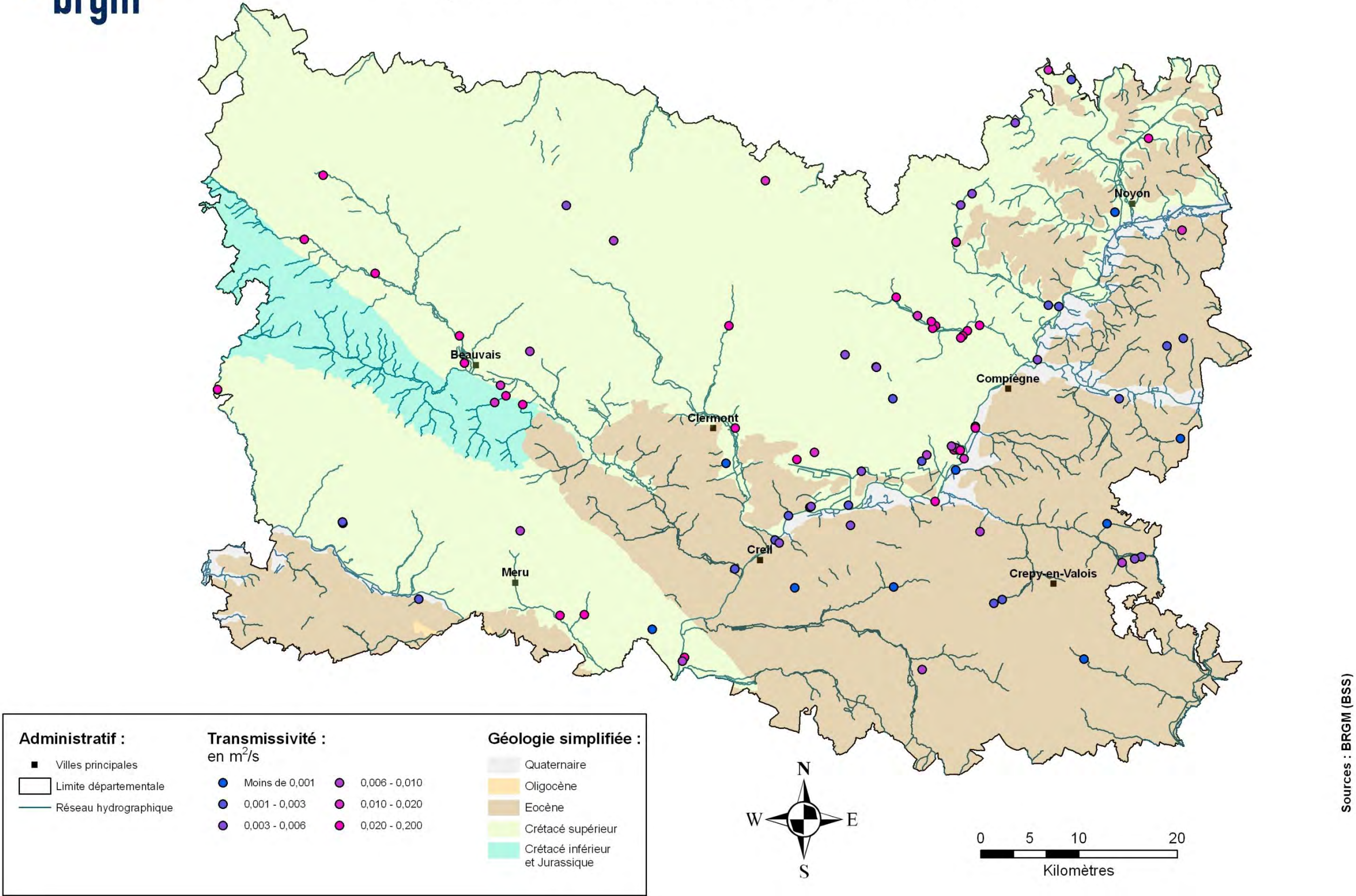


Illustration 32 - Transmissivités du département de l'Oise.

Sur les ouvrages répertoriés dans l'Oise pour lesquels des paramètres hydrodynamiques ont été définis, 356 sont implantés en plateaux, 92 en vallées sèches et 480 en vallées humides (Tableau 10).

Les débits spécifiques observés sont plus élevés dans les vallées humides que sur les plateaux. Ont été exclues de cette analyse les valeurs aberrantes, c'est-à-dire les débits spécifiques supérieurs à 1000 m³/h/m ou inférieurs à 0,1 m³/h/m.

Cette tendance est confirmée par les valeurs de transmissivité, plus élevées dans les vallées que sur les plateaux. A noter que les valeurs de transmissivité en vallées sèches peuvent ne pas être représentatives, seuls 7 ouvrages possédant des données sur ce paramètre.

Les ouvrages les plus productifs sont donc ceux situés dans les vallées humides et qui captent la craie (Illustration 33) ainsi que dans les alluvions, le plus souvent en continuité hydraulique avec d'autres aquifères.

		Débit spécifique [m ³ /h/m]		Transmissivité [m ² /s]		Coefficient d'emmagasinement [-]	
		Nombre d'ouvrages	Moyenne	Nombre d'ouvrages	Moyenne	Nombre d'ouvrages	Moyenne
Craie	Plateau	225	13,16	11	6,10.10 ⁻³	7	5,71.10 ⁻²
	Vallée sèche	81	34,27	6	1,39.10 ⁻²	4	1,26.10 ⁻¹
	Vallée humide	271	53,08	32	1,29.10 ⁻²	11	2,59.10 ⁻²
Tertiaire	Plateau	131	10,27	3	3,42.10 ⁻³	2	1,01.10 ⁻²
	Vallée sèche	11	5,21	1	1,01.10 ⁻³	1	2,00.10 ⁻²
	Vallée humide	195	36,86	44	3,99.10 ⁻²	28	2,03.10 ⁻²
Alluvions	Vallée humide	14	53,72	-	-	-	-

Tableau 10 - Caractéristiques des ouvrages en fonction de leur localisation et de l'aquifère capté.

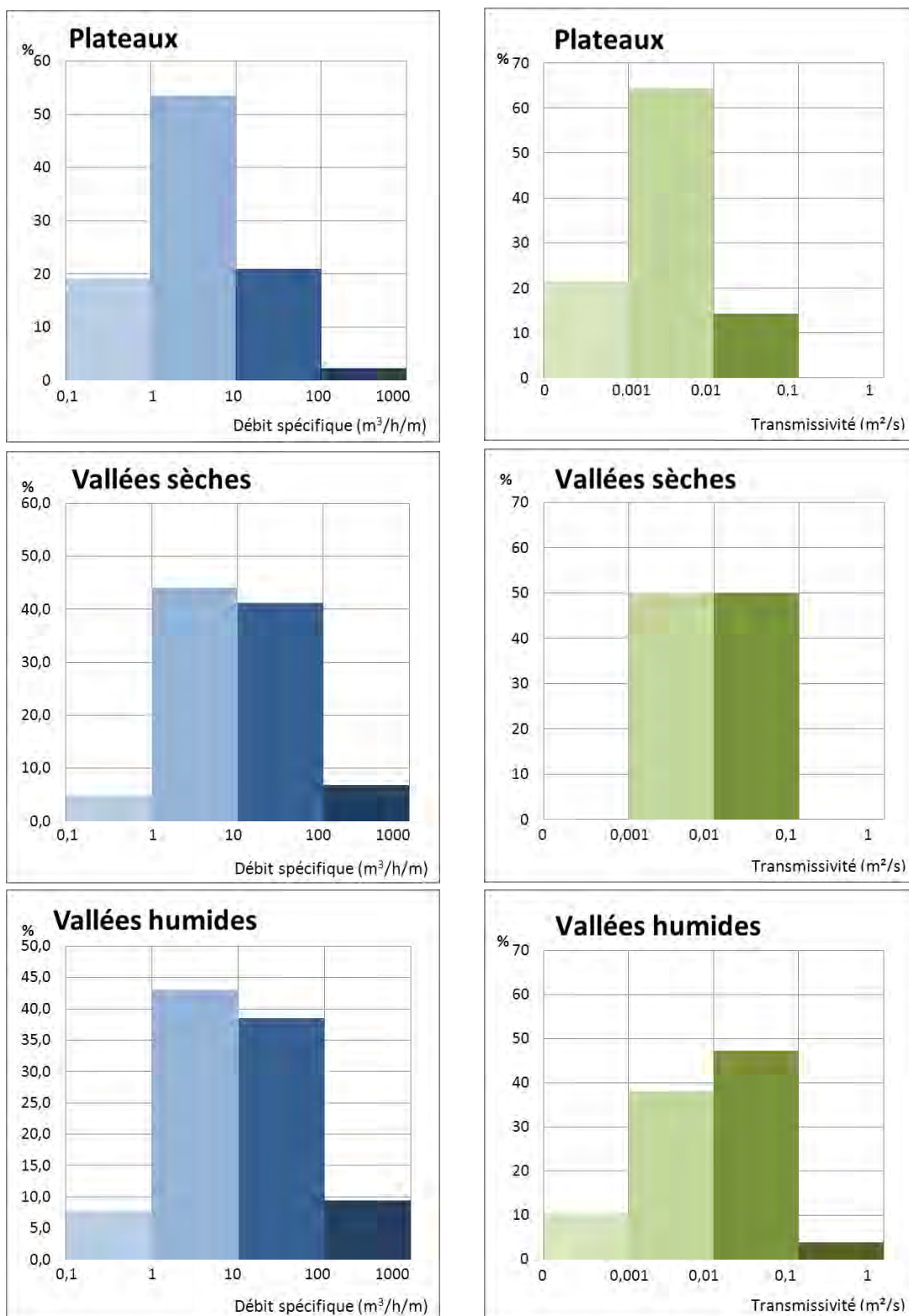


Illustration 33 - Débits spécifiques et transmissivités des ouvrages implantés dans la craie en fonction de leur zone d'implantation.

3.2.3. Réseau de suivi quantitatif

Le réseau de suivi piézométrique en Picardie a été initié en 1960. Ce réseau permet de suivre en permanence l'évolution des niveaux des principales nappes afin de prévoir les étiages et les très hautes-eaux et de détecter les éventuelles surexploitations locales ou générales.

Ce réseau compte 31 points actifs dans le département de l'Oise répartis de façon à ce qu'il y ait plusieurs points de surveillance pour un même aquifère (Illustration 34). Certains ouvrages sont capables aujourd'hui de fournir des chroniques piézométriques sur plus de 30 ans.

La plupart des piézomètres suivent le niveau de la nappe de la craie. 1 ouvrage captant les alluvions de l'Aisne à Varesnes (Oise) a été intégré au réseau en 2011. Les nappes tertiaires sont caractérisées par 6 points dans le sud et l'est de l'Oise : à Lagny-Le-Sec, Fresnoy-le-Luat, Mareuil-sur-Ourcq, Villers-Saint-Frambourg, Moulin-sous-Touvent et Chiry-Ourscamps. Concernant le Pays de Bray, un ouvrage a été équipé en 2007 à Hodenc-en-Bray sur la nappe du Portlandien (Jurassique supérieur). Le réseau de piézomètres de l'Albien a été complété sur le Bassin Parisien et, en Picardie, un ouvrage a été implanté à Rougeries, dans l'Aisne, fin 2008. Enfin, afin de mieux comprendre le fonctionnement des marais de Sacy, 2 ouvrages, captant les formations alluviales et la nappe captive de la craie sous-jacente, ont été créés et équipés en 2012.

Les profondeurs des niveaux sont télétransmises vers une centrale et sont ensuite chargées sur le portail national ADES, constituant la banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (www.ades.eaufrance.fr).

Les chroniques piézométriques représentent le fonctionnement du système aquifère observé. Les piézomètres de la nappe de la craie enregistrent des variations saisonnières intégrées dans des cycles plus longs où les hautes eaux (2001-2003) et basses eaux (2004-2007) alternent. Certaines nappes du Tertiaire ont un tout autre fonctionnement et les variations saisonnières ne sont pas visibles, contrairement aux grands cycles pluriannuels dont la durée est de l'ordre d'une dizaine d'années.

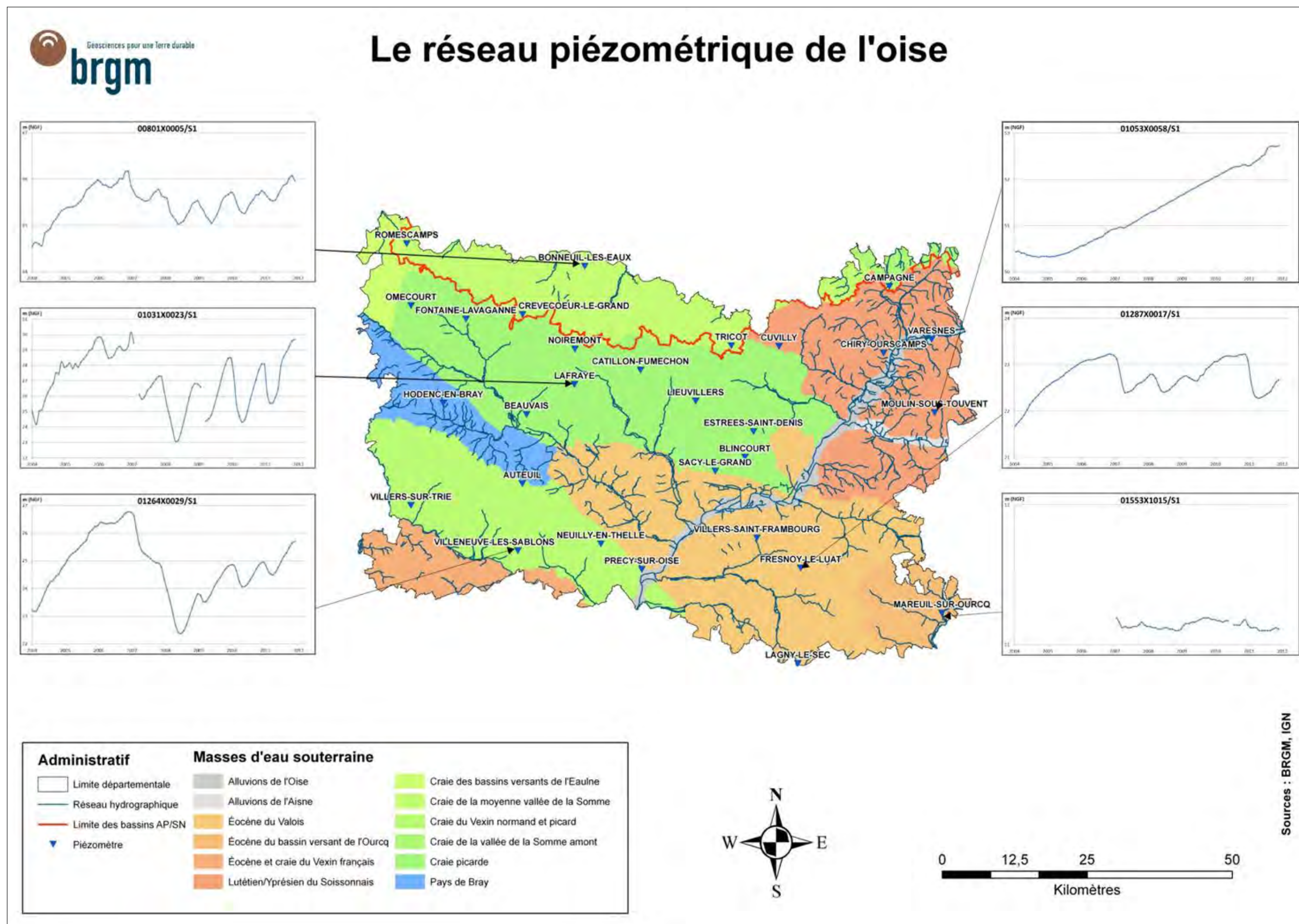


Illustration 34 – Carte du réseau piézométrique de l'Oise.

3.3. RELATIONS ENTRE NAPPES ET COURS D'EAU

Le débit total d'un cours d'eau peut être caractérisé par la somme de deux composantes : une composante rapide correspondant au ruissellement superficiel et une composante plus lente correspondant au drainage des aquifères. Ce dernier peut être mesuré à l'étiage, lorsque le ruissellement superficiel est minimum. En effet, dans des conditions naturelles, les rivières ne sont alimentées, pendant les périodes sans pluie, exclusivement par le drainage des aquifères.

Si l'apport principal du cours d'eau provient des nappes principales du bassin versant, le débit des cours d'eau peut être modifié le long de son parcours par des échanges avec la nappe alluviale à laquelle il est étroitement associé. Les échanges peuvent être dans les deux sens selon les états instantanés de hautes ou de basses eaux du cours d'eau ou de la nappe alluviale en un lieu donné.

Trois cas de relation hydrodynamique entre une nappe et une rivière existent :

- la nappe alimente la rivière et le niveau piézométrique est alors supérieur à l'altitude du plan d'eau ;
- la nappe est alimentée par la rivière et le niveau piézométrique est alors inférieur à l'altitude du plan d'eau ;
- absence d'échanges entre la rivière et l'aquifère, notamment en domaine non aquifère ou lorsque le lit du cours d'eau est colmaté.

Ces trois cas peuvent se rencontrer le long d'un même cours d'eau. Pour une même portion de rivière, ces relations peuvent également changer dans le temps en fonction des conditions hydrologiques et hydrogéologiques ; la nappe peut en effet alimenter la rivière en période d'étiage et la drainer en période de crue. Des cas intermédiaires peuvent aussi se rencontrer : le cours d'eau est déconnecté de la nappe mais des échanges se font par infiltration depuis le fond de la rivière ou lorsque, en période de crue, le niveau du plan d'eau devient supérieur au niveau de la nappe et envahit une portion de zone non saturée située de part et d'autre du cours d'eau.

La prise en compte des interactions entre les eaux souterraines et les eaux de surface est importante pour leur gestion quantitative et qualitative. En effet, une nappe souterraine peut transmettre une pollution aux eaux de surface si elle est drainée par celles-ci. A l'inverse, les cours d'eau peuvent représenter une source majeure de contamination pour les eaux souterraines.

Généralement, les eaux de surface sont connectées hydrauliquement aux eaux souterraines mais les interactions sont souvent difficiles à caractériser. Même si elles sont largement contrôlées par des processus naturels, les activités humaines peuvent avoir une influence sur ces relations du fait d'aménagements sur les cours d'eau ou de pompages. De forts pompages d'eau peuvent en effet entraîner une inversion du sens du gradient hydraulique.

Dans le département de l'Oise, la majorité des rivières drainent les nappes phréatiques. En période sèche, leur débit est donc significatif de l'état de la réserve dans le sous-sol. Des études spécifiques sur les relations entre nappes et cours d'eau ont été réalisées sur la rivière de l'Oise (**Schomburgk S.** (2003) rapport BRGM/RP-52229-FR ; **Tirat T** (1972) rapport BRGM/72-SGN-094-PNO ; **Roux J.C. et De La Quèrière Ph.** (1964) rapport BRGM/64-DSGR-A-024). Concernant les autres cours d'eau du département, des informations ont été retrouvées ponctuellement dans des études hydrogéologiques.

a) Vallées des plateaux crayeux (Aronde, Brèche, Thérain...)

Les Plateaux Picard et de Thelle, crayeux, sont traversés par un réseau dense de vallées sèches, appelées fonds dans le département de l'Oise, et prolongeant le plus souvent des vallées humides. Ces vallées se raccordent les unes aux autres avec des pentes très progressives, encore fortes dans les vallées sèches de la partie haute des plateaux mais très faibles à leur débouché dans la vallée de l'Oise.

La caractéristique principale du fonctionnement hydrologique des cours d'eau entaillant les plateaux crayeux est le rôle prépondérant joué par la nappe. Ainsi, les affluents de rive droite de l'Oise (Verse, Divette, Matz, Aronde, Brèche, Thérain et Esches) ainsi que les hauts cours de la Selle, la Noye et l'Avre appartenant au bassin de la Somme drainent la nappe de la craie qui leur restitue ses réserves, à rôle régulateur, et leur assure des étiages soutenus.

Les précipitations efficaces atteignent la craie par infiltration à travers les fissures, en fonction de l'état hydrique antérieur du sol. En période d'étiages comme en période de hautes eaux, la nappe phréatique est drainée par les cours d'eau, et les alimente en permanence. L'alimentation en basses eaux des rivières par drainage de la nappe est d'autant plus significative que le niveau des cours d'eau est bas par rapport à celui des nappes. Lorsque les niveaux piézométriques sont exceptionnellement hauts, de nouvelles sources peuvent apparaître et des cours d'eau habituellement en assèchs peuvent être réactivés.

Les maxima de débits de la nappe sont généralement observés en mars et avril. La période de vidange, à l'issue de laquelle sont observés les minima de débits, se situe de mai à octobre. Cependant ce fonctionnement saisonnier est lui-même pluriannuel.

- **Affluents de rive droite de l'Oise**

Les bassins de la Verse, la Divette, le Matz, l'Aronde et la Brèche forment des entités hydrogéologiques bien délimitées dans le réservoir aquifère du massif crayeux du Plateau Picard. La surface piézométrique présente des axes de drainage préférentiels constitués par les vallées humides et, localement, par les vallées humides des petits affluents et les vallons secs.

- **Thérain**

Les débits spécifiques moyens 8,1 l/s/km² à Bonnières, 7,3 l/s/km² à Beauvais et 6,5 l/s/km² à Maysel restent relativement constants. Il s'agit plutôt d'une rivière en relation avec la nappe de la craie qui soutient sensiblement son débit d'étiage.

- **Esches**

L'Esches, affluent de rive gauche de l'Epte, s'écoule au pied de la cuesta tertiaire du Vexin où elle draine principalement la nappe de la craie du Plateau de Thelle. La rivière de l'Esches est caractérisée par des débits mensuels relativement constants, entre 0,59 et 0,81 m³/s, soutenus par la nappe.

b) Vallées des plateaux tertiaires (Automne, Nonette...)

Dans les régions tertiaires, le réseau hydrographique a sculpté des vallées encaissées aux versants relativement abrupts. Les plateaux et les vallées principales sont reliés par des talus pentus, en particulier en rive gauche de l'Oise. Les parties aval de la Brèche et du Thérain s'écoulent dans des vallées étroites à fond plat dont les versants sont symétriques et le tracé sinueux. Les vallées affluentes de l'Aisne forment des entailles profondes, étroites et escarpées, signes de l'importance de l'érosion.

Les cours d'eau constituent des exutoires pour les nappes tertiaires qu'ils traversent et qu'ils drainent. Ainsi, l'Automne, la Nonette et la Thève, affluents de rive gauche de l'Oise, sont alimentés par les nappes du Bartonien dans leur partie amont puis par celles du Lutétien et du Cuisien (Yprésien supérieur). Dans le bassin de la Marne, l'Ourcq et ses deux petits affluents de rive droite, la Grivette et la Gorgogne, sont alimentés par les nappes du Bartonien et du Lutétien.

Les sources de déversement des nappes de versants forment de petits cours d'eau qui, lorsqu'ils ne se réinfiltrant pas en aval dans des terrains perméables, contribuent aux débits des rivières. Sur les terrains argileux et marneux, peu perméables, les ruissellements sont prédominants et rejoignent les cours d'eau.

c) Vallées limitrophes des grandes masses géologiques (Oise, Troësne...)

- **Oise**

La vallée de l'Oise forme une plaine alluviale de faible pente, constituée de nombreux méandres. Son profil est varié : à hauteur de Compiègne, la vallée s'élargit en une

plaine entre craie et calcaire puis elle se resserre au niveau de Creil du fait de sa proximité avec les plateaux et collines tertiaires.

L'Oise traverse des zones de recouvrement tertiaire entre Noyon et Compiègne (Monts du Noyonnais et du Soissonnais) puis entre Rivecourt et Précy-sur-Oise (Valois et Clermontois) et des zones d'affleurement de la craie entre Compiègne et Rivecourt (bombement de l'anticlinal de Margny-Les-Compiègne) puis entre Précy-sur-Oise et Persan-Beaumont (bombement de l'anticlinal du Pays de Bray). Son débit spécifique annuel moyen reste pratiquement constant entre les stations de Sempigny ($8,0 \text{ l/s/km}^2$ pour un bassin versant de $4\,290 \text{ km}^2$) en amont et de Creil ($7,6 \text{ l/s/km}^2$ pour un bassin versant de $14\,200 \text{ km}^2$) en aval, indice d'un effet-tampon important des nappes souterraines sur son débit moyen.

Globalement, l'Oise et ses affluents constituent le drain majeur des nappes alluviales et des aquifères environnants. L'écoulement général est donc perpendiculaire à la vallée principale sauf au droit des vallées secondaires, où il s'infléchit vers les axes de ces affluents.

Dans certaines zones, les nappes peuvent se trouver nettement déprimées par les pompages et le sens de relation s'en trouve ainsi inversé. La baisse des niveaux de la nappe du Thanétien doit se traduire par une réalimentation à partir de l'Oise. Ce processus a notamment été observé dans le département de l'Aisne, à proximité de la frontière avec l'Oise.

- Nappe alluviale

Le comportement de la nappe alluviale par rapport aux autres nappes et sa relation avec l'Oise sont mal connus. Les alluvions sont très hétérogènes en épaisseur et en composition lithologique, or ce sont principalement ces deux caractéristiques qui définissent les échanges entre la nappe et la rivière.

La nappe alluviale, en générale peu épaisse, inférieure à 10 m, est normalement en position de drainage par la rivière. En périodes de crue de la rivière, les écoulements s'inversent et la nappe alluviale reçoit alors une quantité parfois importante d'eau superficielle.

L'aquifère alluvial peut se retrouver sur un horizon très perméable (craie, sables de Cuise), semi-perméable (marnes et sables du Thanétien) ou imperméable (argiles sparnaciennes). Les nappes encaissant la vallée de l'Oise ont des extensions plus ou moins importantes. Elles ne sont libres que hors recouvrement imperméable ou semi-perméable. Elles peuvent être très productives et se laisser drainer gravitairement vers les nappes alluviales qui constituent alors un exutoire. En zone de recouvrement des argiles imperméables du Sparnacien (Yprésien inférieur) ou sous alluvions imperméables, l'écoulement devient captif et la nappe circulant sous les alluvions n'alimente guère ces dernières par drainance. Les alluvions sont alors principalement alimentées par la rivière.

Les sections canalisées et les canaux artificiels jouent aussi un rôle non négligeable dans les échanges avec les différentes nappes.

Enfin, les alluvions sont également alimentées par déversement latéral des nappes de versant du Tertiaire, comme celle contenue dans les sables de Cuise (Yprésien supérieur).

- Amont de Compiègne

Entre Noyon et Compiègne, la vallée de l'Oise traverse en alternance les formations argileuses sparnaciennes et les sables de Cuise (Yprésien). Le substratum de la vallée est constitué des sables fins et marnes du Thanétien jusqu'au confluent Oise-Aisne.

La nappe des sables de Bracheux (Thanétien) et celle sous-jacente à la craie sont considérées comme en continuité hydraulique. Les communications sont directes entre cette nappe et la rivière à travers les alluvions. L'ensemble de la craie, des sables de Bracheux et des alluvions se comporte alors comme un aquifère continu. En période normale et en étiage, la rivière draine donc la nappe de la craie à travers la nappe alluviale. Lors d'une remontée de nappe, le volume d'eau souterraine qui alimente la rivière par sous-écoulement à travers les alluvions et par des sources est plus important. Le niveau de la nappe de la craie décroît lentement et alimente en continu la rivière.

Lorsque les formations du Sparnacien (Yprésien inférieur) sont présentes sous les alluvions, la nappe des sables de Bracheux et de la craie est captive. Celle-ci s'écoule alors dans ces secteurs en régime captif de 1 à 10 m au-dessus de l'interface. Lorsque la rivière traverse des tronçons principalement peu perméables, le volume d'eau en provenance de la nappe sous-jacente est limité et l'alimentation est faible. Cette configuration existe localement notamment en rive droite et au droit de Ribecourt et de Chiry-Ourscamps.

- Compiègne à Rivecourt

Entre Compiègne et Rivecourt, la craie sénonienne est présente directement sous les alluvions sans intercalation de niveau imperméable. Les nappes de la craie et des alluvions communiquent alors librement.

Il existe une forte alimentation de la rivière par sous-écoulement à travers les alluvions de la nappe de la craie ou éventuellement par des sources. Le volume des eaux libérées par la nappe souterraine de la craie est très supérieur au volume des eaux alluvionnaires. En situation de hautes eaux, l'alimentation est augmentée par transmission de la charge hydraulique, par un écoulement "accéléré" et des sources plus abondantes.

Dans la région de Compiègne, la nappe supérieure du Cuisien (Yprésien supérieur) et la nappe de la craie ne sont pas en communication. Les niveaux de la nappe du

Tertiaire sont plus hauts de plusieurs dizaines de mètres que ceux de la craie sous-jacente.

- Rivecourt à Precy-sur-Oise

De Rivecourt à Precy-sur-Oise, l'Oise traverse des zones de recouvrement tertiaire et son rôle vis-à-vis des nappes est identique à celui qu'elle a en amont de Compiègne. Les alluvions reposent sur les sables fins et marnes du Thanétien semi-perméables à Rivecourt, ensuite, sur les argiles plastiques sparnaciennes (Yprésien inférieur) jusqu'à Villers-Saint-Paul, les sables de Cuise (Yprésien supérieur) perméables jusqu'à Villers-sous-Saint-Leu et enfin sur les argiles sparnaciennes et sables de Bracheux (Thanétien) jusqu'à la faille passant à Precy-sur-Oise.

L'aquifère des sables de Cuise joue un rôle intermédiaire par rapport aux formations crayeuses et alluviales. Les nappes peuvent être plus ou moins connectées avec l'Oise mais le volume d'eau qui transite par sous-écoulement est considérablement plus faible.

- Aval de Precy-sur-Oise

A partir de Precy-sur-Oise et jusqu'à son entrée dans le département du Val d'Oise, l'Oise traverse à nouveau des zones d'affleurement de la craie. La nappe de la craie est directement drainée par le réseau hydrographique.

• **Aisne**

L'Aisne, affluent principal de la rive gauche de l'Oise, a un débit moyen de 65,4 m³/s à Trosly-Breuil pour un bassin versant de 7 940 km², soit un débit annuel spécifique moyen de 8,2 l/s/km² et une lame d'eau de 260 mm, semblables à ceux de l'Oise. Comme l'Oise, il s'agit d'une rivière exogène par rapport aux aquifères qu'elle traverse.

Dans le département de l'Oise, l'Aisne s'écoule, d'abord sur les sables de Cuise qu'elle draine sur sa partie amont puis, sur les argiles sparnaciennes (Yprésien) en aval. La majorité de ses affluents prennent leur source dans les calcaires du Lutétien ou, pour la rivière Sainte-Marie, dans les sables du Bartonien.

• **Troësne**

Le profil de la vallée de la Troësne est variable. Au niveau de Liancourt, elle s'élargit en une vaste zone humide à la végétation caractéristique avant de se réduire significativement au niveau des grandes cultures du plateau de Thelle.

Les versants laissent affleurer principalement des formations du Tertiaire en rive gauche et la craie en rive droite. Le lit de la Troësne s'établit dans les sables de Bracheux (Thanétien) et la craie. La nappe est continue au sein de ces terrains perméables et alimente la rivière.

Les affluents les plus importants de la Troësne prennent leur source sur le plateau de Thelle et drainent la nappe de la craie.

d) Vallées du Pays de Bray

Le Pays de Bray, caractérisé par des terrains du Crétacé inférieur et du Jurassique, est traversé du nord-ouest au sud-est par l'Avelon qui se jette ensuite dans le Thérain au niveau de Beauvais.

La source de l'Avelon sourd des calcaires du Tithonien inférieur (Portlandien). Les multiples sources et rus provenant des versants du Haut-Bray alimentent l'Avelon tout au long de son parcours. Au nord, la nappe des calcaires et sables du Tithonien inférieur (Portlandien) est drainée par de nombreux rus qui se jettent dans l'Avelon en rive gauche ou dans le Thérain. Au sud, les rus naissent essentiellement au sein des formations crayeuses du Turonien et du Cénomani (Crétacé supérieur) mais aussi des sables verts de l'Albien (Crétacé inférieur) et rejoignent l'Avelon en rive droite.

L'Avelon et ses petits affluents s'écoulent principalement sur des terrains marneux et argileux imperméables du Tithonien moyen et supérieur (Portlandien – Jurassique supérieur) puis du Wealdien (Néocomien (Valangien et Hauterivien) – Crétacé inférieur). Leurs débits sont irréguliers car tributaires de la pluviométrie. Ainsi, les débits mensuels moyens de l'Avelon sont multipliés par 4 entre septembre ($0,45 \text{ m}^3/\text{s}$) et février ($1,76 \text{ m}^3/\text{s}$).

3.4. QUALITE ET VULNERABILITE DES EAUX SOUTERRAINES

3.4.1. Fond géochimique

Le fond géochimique naturel d'un aquifère correspond à la concentration naturelle de cette eau en ions issus de la dissolution de la roche encaissante. Il peut être influencé par des phénomènes naturels tels que la drainance entre nappes, la mise en captivité de la nappe ou les variations du niveau piézométrique qui peuvent provoquer des changements de conditions physico-chimiques et entraîner des réactions d'oxydoréduction.

Connaître le fond géochimique d'un aquifère permet de :

- déterminer le faciès de l'eau (caractéristiques minérales majeures) ;

- distinguer l'apport naturel de l'apport artificiel et ainsi mettre en évidence les possibles contaminations de la nappe ;
- définir une concentration seuil de bon état chimique pour chaque élément.

Sont considérés comme éléments traces : l'arsenic, le baryum, le bore, le fluor, le cadmium, le chrome, le mercure, le cuivre, le nickel, le plomb, le zinc, l'antimoine, le sélénium, l'aluminium, l'argent, le fer et le manganèse.

Le fond géochimique des nappes des bassins Seine-Normandie et Artois-Picardie ont fait l'objet d'une étude nationale, qui a permis de définir des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces (**Brenot A., Gourcy L., Mascre C., Pons A., Blum A., Chery L.** (2007) rapport BRGM/RP-55346-FR).

Hormis la nappe des sables de Fontainebleau (Stampien), les nappes alluviales et tertiaires présentent des caractéristiques physico-chimiques assez voisines de celles de la craie et montrent des évolutions semblables dans l'espace et dans le temps. Ainsi, leur minéralisation augmente progressivement dès qu'elles passent d'un régime libre à un régime captif. Ce phénomène s'accompagne de l'apparition de certains éléments comme le fluor, le magnésium, le potassium, le fer, le manganèse, les sulfates, en proportions variables selon la nature des terrains encaissants. Enfin, dans les secteurs à milieu fortement réducteur (zones sous-alluviales par exemple), des teneurs élevées en fer ferreux sont presque toujours mesurées.

a) Aquifères du Quaternaire : alluvions récentes et anciennes

Les nappes alluviales présentent des teneurs en éléments traces proches de celles des cours d'eau qu'elles accompagnent. Cependant, les pollutions anthropiques masquent les apports naturels. Aussi seules les concentrations en éléments traces mesurées dans la partie amont du bassin pourront permettre d'identifier un fond géochimique. Ainsi, la nappe alluviale de l'Oise présente des valeurs de 0,2 mg/l en fluor, semblables aux valeurs mesurées dans la rivière.

b) Aquifères du Tertiaire

Les nombreuses variations de faciès lithologiques sont à l'origine de phénomènes probables de drainance interne qui rééquilibrent les charges entre les différents lits d'écoulements privilégiés. Ceci a une importance particulière pour comprendre la cause de l'existence de certains éléments traces, dont le sélénium, dans des niveaux géologiques exempts de ces éléments.

Un fond géochimique élevé en fluor a été délimité sur une zone incluant les nappes de l'Eocène du Valois mais n'impactant que l'extrême sud du département de l'Oise. Les nappes de l'Eocène moyen (calcaires du Lutétien) et inférieur (sables de Cuise de l'Yprésien supérieur) présentent un fond géochimique faible en baryum, bore, cuivre, plomb, sélénium et zinc.

A noter que les seuils de quantification élevés ne permettent pas toujours la détermination précise des concentrations en sélénium, arsenic et cadmium.

- **Oligocène inférieur – Stampien supérieur (Rupélien supérieur ou Chattien) : sables de Fontainebleau**

La nappe des sables de Fontainebleau (Stampien supérieur) a un faciès plutôt chloruré sodique ou sulfaté-calcique et magnésien, avec une faible minéralisation (résistivité de l'ordre de 10 000 ohms/cm) et un pH acide (entre 5 et 6).

Les sables et grès de Fontainebleau contiennent des oxydes ferreux, des empreintes silicifiées de graminées, de la tourmaline et des lignites (Fe, Mn, F, B, Al, Cr, Se). Les éléments traces relevés dans cette nappe sont liés au lessivage de ces sables : fer, manganèse, fluor, bore et éventuellement sélénium. Le substratum des marnes gypseuses semble empêcher la présence de sélénium à des teneurs élevées dans les nappes de l'Eocène sous-jacentes.

- **Eocène supérieur – Bartonien (Marinésien et Auversien) : sables de Beauchamp et d'Auvers, sables et marno-calcaires de Saint-Ouen**

Les formations de Beauchamp et d'Auvers sont constituées de sables ferrugineux au sommet ainsi que de grès à racines. Les principaux minéraux rencontrés dans la lithologie sont la tourmaline et la staurotide (Fe, Mn, F, B, Al, Cr). Les sables et calcaires marneux de Saint-Ouen présentent des intercalations d'argiles magnésiennes et de bancs gypseux (Ba).

Le fer, le manganèse, le fluor et le bore sont susceptibles de présenter un fond géochimique élevé dans les eaux souterraines des aquifères associés à l'Eocène supérieur et lié au lessivage des sables de Beauchamp et d'Auvers.

- **Eocène moyen – Lutétien : calcaires**

Les principaux minéraux présents dans les caillasses, calcaires, marnes et calcaires dolomitiques du Lutétien sont la glauconie et du bois silicifié (Fe, F, Se).

Le fer et le sélénium présents proviendraient donc des formations du réservoir lutétien ainsi que des marnes et caillasses. L'existence d'une drainance ascendante, depuis

les sables de l'Yprésien vers les nappes supérieures, permettrait un enrichissement en sélénium des niveaux supérieurs. Un deuxième mécanisme d'enrichissement envisagé pour les niveaux supérieurs serait la mise en solution du sélénium suite à l'oxydation des sulfures contenus dans les marnes et caillasses lutétiennes à l'interface entre la nappe et la zone non saturée.

- **Eocène inférieur – Yprésien supérieur (Cuisien) : sables de Cuise**

La nappe des sables de Cuise (Yprésien supérieur) contient des éléments alcalins, des sulfates et du fer, issus de l'altération de la glauconie et de la pyrite ligniteuse endogène. Un faciès favorable au sélénium, caractérisé par des sables et graviers plus ou moins argileux, organiques et associés à des débris ligniteux ou des troncs d'arbres, a été reconnu au sein de l'Yprésien.

La présence de fer et de sélénium est donc suggérée par l'existence de ces éléments dans la lithologie associée aux sables de Cuise, mais est aussi probablement liée à la contribution des épontes, les argiles ligniteuses sparnaciennes (Yprésien inférieur).

- **Paléocène supérieur – Thanétien : sables de Bracheux**

La minéralisation des sables de Bracheux (Thanétien) est assez élevée du fait de teneurs en sulfates, calcium, sodium, potassium, fer et même fluor. Cependant, les concentrations en fluor restent inférieures à 1000 µg/l.

c) Aquifères du Crétacé

- **Crétacé supérieur – Sénonien (Campanien, Santonien et Coniacien et Turonien) : craie**

Les étages du Sénonien et du Turonien sont formés de craie blanche à silex, craie argileuse à silex, craie phosphatée puis de bancs crayeux intercalés de marnes. Ces formations renferment des nodules ferrugineux, de la glauconie, des oxydes de fer et de la marcasite (Fe, F). Le Cénomani est caractérisé par une craie blanche peu phosphatée, une craie argileuse et sableuse ainsi qu'une craie glauconieuse. Les principaux minéraux rencontrés dans la lithologie du Cénomani sont la glauconie dispersée, le phosphate ainsi qu'une faune phosphatée, des débris de bois pyritisé et sidéritisé (Fe, Mn, F, B) ainsi que de la tourmaline, staurotide, barytine et amphibole dans des niveaux lenticulaires (Al, Cr, Se).

La nappe de la craie est alors susceptible de présenter un fond géochimique riche en fer, fluor, manganèse pour le Sénonien et le Turonien supérieur ainsi qu'en fluor pour

le Cénomaniien, provenant notamment de la dissolution d'oxydes de fer et de nodules de marcassite.

En régime libre comme en régime captif, les eaux de la nappe de la craie ont un faciès nettement bicarbonaté-calcique, avec des spécificités locales sulfatées et magnésiennes. Leur dureté est forte ($TH > 30^\circ$) pour un pH légèrement basique (6,9 à 7,8). Leur minéralisation est moyenne (résidu sec compris entre 300 et 600 mg/l ; résistivité de l'ordre de 1 800 à 2 000 ohms/cm à 20°C) mais celle-ci augmente généralement à l'approche du recouvrement tertiaire. La température moyenne de la nappe évolue entre 10 et 12°C quelle que soit la période de l'année.

Sur l'ensemble de l'aquifère crayeux, un fond géochimique naturel faible en baryum, bore, cuivre, fluor, sélénium et zinc a été déterminé. Les seuils de quantification pour l'arsenic et le cadmium ne permettent pas la détermination du fond géochimique. Les teneurs en nitrates ne proviendraient jamais d'un fond géochimique naturel.

Des occurrences d'autres éléments traces (nickel, plomb) sont rapportées sur le bassin Artois-Picardie, mais le contexte industrialisé de cette zone géographique rend difficile la qualification de l'origine naturelle ou anthropique de ces éléments. La mise en solution de nickel, associée à l'oxydation de pyrites, constituerait une source potentielle de nickel pour les eaux souterraines mais le département de l'Oise ne serait pas impacté par un fond géochimique élevé en cet élément.

En régime captif ou semi-captif, le faciès des eaux devient sulfato-magnésien, caractéristique des eaux des réservoirs sableux de l'Éocène. Les teneurs en sulfates, de l'ordre de 200 mg/l, en magnésium et en potassium ont tendance à augmenter, tandis que celles des nitrates diminuent. Par contre, d'autres éléments comme le fer, le fluor, le manganèse apparaissent en liaison avec la nature lithologique des terrains sus-jacents, comme notamment les argiles ligniteuses sparnaciennes (Yprésien inférieur) constituant le toit des sables de Bracheux. Les teneurs en sodium et en fer peuvent être assez élevées. Ainsi, les teneurs en fer varient entre la limite de quantification (0,02 mg/l) et 0,6 mg/l à l'ouest de Compiègne en régime libre mais peuvent atteindre localement 2 à 3 mg/l en limite des affleurements tertiaires. Tous ces éléments peuvent ainsi rendre l'eau impropre à la consommation.

La présence de fluor dans l'aquifère de la craie serait générale et les eaux souterraines se chargeraient en milieu captif. Lorsque la craie n'est pas sous couverture imperméable, la nappe présente des concentrations inférieures à 1000 µg/l en fluor. Sous recouvrement tertiaire, il existe une drainage descendante sous l'effet de pompages : le fluor provient des couches argileuses intercalées entre les deux aquifères, par échange avec des ions hydroxylés. Sous les vallées principales, le phénomène est encore plus marqué. Les analyses en fluor montrent des valeurs d'environ 2500 µg/l. Néanmoins les informations fournies par la littérature restent peu nombreuses pour appuyer une origine naturelle de cet élément. De plus il est possible que ces concentrations élevées soient attribuables localement à une origine anthropique (fabrication d'engrais phosphatés).

En zone de recouvrement alluvial (tourbe, argiles organiques), le milieu aquifère devenant réducteur, outre le fer et le manganèse, apparaît également l'ammoniaque dont une part provient de la réduction des nitrates.

La nappe des sables et grès du Cénomaniens inférieur est exploitée sur le versant méridional de l'anticlinal du Pays de Bray, à l'ouest de Beauvais. Bien que ferrugineuses, ses eaux peuvent satisfaire les besoins de quelques communes, faute de mieux. Cependant, il n'existe que peu de données sur le fond géochimique de cet aquifère.

- **Crétacé inférieur – Albien : sables verts**

Les principaux éléments présents dans les lithologies associées aux gaizes, argiles de Gault et sables verts de l'Albien sont la glauconie, la tourmaline, des nodules de pyrites (Fe, Mn, F, B) et des lignites vers la Normandie (Al, Cr, Se). Les éléments traces susceptibles d'être présents dans les eaux souterraines sont alors le fer, le manganèse, le fluor, le bore ainsi que l'arsenic et le sélénium.

Sur le Bassin de Paris, les eaux de l'Albien sont généralement faiblement minéralisées, en dehors d'une forte concentration en fer, en manganèse ainsi que localement en fluor. Il existe cependant une variation spatiale de la chimie de l'eau dans le bassin. Ainsi au nord-est de l'anticlinal de Bray, les eaux de l'Albien sont fortement minéralisées, dures (48°) et à faciès fortement chloruré sodique. Cette forte minéralisation par rapport au sud-ouest de l'axe du Bray peut s'expliquer par la présence d'eaux connées, très anciennes, car le réservoir se terminant en biseau au nord sous les assises crayeuses cénomaniennes et n'affleurant pas, le lessivage a été beaucoup plus faible au cours des millénaires que dans le centre du Bassin de Paris.

Les fortes teneurs en sulfates et surtout en fer, dépassant régulièrement 1 mg/l, ne permettent pas une exploitation directe des eaux souterraines à des fins domestiques. Ces concentrations correspondent à une très faible transmissivité des eaux de l'Albien de l'Aube qui s'écoulent vers le bassin picard.

Cependant, ici aussi, il n'existe que peu d'information sur la qualité de cette nappe très étendue et il n'est donc pas possible de se prononcer sur le fond géochimique naturel. Il semble toutefois que le fond géochimique soit faible pour le baryum, le bore, le plomb et le sélénium.

D'une manière générale, sur un même forage la chimie reste constante. On assiste néanmoins en Ile-de-France à des variations significatives qui sont à relier à la création d'un cône de dépression et la remontée d'eau néocomienne.

- **Crétacé inférieur – Barrémien et Néocomien (Valanginien - Hauterivien) : sables du Wealdien-Portlandien**

Les argiles et sables du Néocomien (Wealdien) renferment des grains ferrugineux, des pyrites et des bancs de lignites (Fe, As, Se). Les éléments traces susceptibles d'être présents dans les eaux souterraines sont le fer et l'arsenic.

La nappe du Wealdien se caractérise par de plus fortes concentrations en sodium, en magnésium, mais également en fluor et en strontium que celles mesurées au sein de la nappe des sables de l'Albien.

d) Aquifères du Jurassique

Les sables et grès jurassiques affleurant dans le Pays de Bray contiennent des quartz avec plaquettes ferrugineuses (Fe). Cependant, il existe trop peu de données pour caractériser le fond géochimique de ces nappes.

La nappe captive du Dogger est chlorurée sodique (des teneurs en chlorure ayant été mesurées à 15,6 g/l et en sodium à 8,0 g/l), très fortement minéralisée (résidu sec 31,58 mg/l et résistivité de 320 ohms/cm à 20°C).

3.4.2. Réseaux de surveillance de la qualité

L'ensemble des captages d'alimentation en eau potable forme un réseau de surveillance bien réparti sur le département de l'Oise. Cependant, les forages reconnus pollués sont abandonnés et ne sont donc plus contrôlés. Il existe toutefois des réseaux complémentaires, gérés par les Agences de l'eau Artois-Picardie et Seine-Normandie, basés sur des sources et des forages d'irrigation, industriels et particuliers.

e) Réseaux de contrôle opérationnels et réseaux de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines.

Des programmes de surveillance ont été mis en œuvre afin de répondre aux exigences de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau) dans chaque bassin hydrographique. Elle impose en effet (d'après l'annexe V.2 de la Directive 2000/60/CE), de « *fournir une image cohérente et globale de l'état chimique des eaux souterraines de chaque district hydrographique et permettre de détecter la présence de tendances à la hausse à long terme de la pollution induite par l'activité anthropogénique* ». Deux types de réseau de surveillance existent : le réseau de contrôle de surveillance et le réseau de contrôle opérationnel.

Le Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) a pris depuis 2007 le relais des anciens réseaux patrimoniaux (réseau national de bassin). Il utilise l'année 2007 comme année de référence pour étudier les tendances d'évolution des masses d'eau. Les masses d'eau souterraine sont suivies d'un point de vue qualitatif et quantitatif et les masses d'eau superficielles sont suivies qualitativement uniquement. Dans le département de l'Oise, le réseau national se divise en 2 réseaux correspondant aux 2 districts DCE : FRASOS pour le bassin Artois-Picardie et FRHSOS pour celui de Seine-Normandie.

Le Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) a été initié en 2008 et est axé sur les secteurs « à problèmes ». Il répond à 3 objectifs :

- suivre les améliorations des eaux ayant bénéficié d'actions et de mesures de remise en bon état ;
- assurer le suivi des masses d'eau, en particulier celles qui n'atteindront pas le bon état en 2015, c'est-à-dire celles ayant obtenu une dérogation pour l'atteinte d'objectif en 2021 ou 2027 ;
- préciser et déterminer la raison de la dégradation des masses d'eau.

Ce réseau regroupe 2 réseaux de districts, comme pour le RCS, sur le département de l'Oise : FRASOO pour le bassin Artois-Picardie et FRHSOO pour celui de Seine-Normandie.

Pour le contrôle des eaux superficielles, le bassin Seine-Normandie est équipé de 256 stations RCS et de 1 224 stations RCO. Au niveau des eaux souterraines, le bassin dispose de 439 stations RCS et de 376 stations RCO. Elles remplacent les anciens réseaux de mesures, RNB et RNES, créés en 1997, qui ont été améliorés et ajustés pour la DCE. En plus des paramètres physico-chimiques, les paramètres les plus contrôlés sont les pesticides, les micropolluants minéraux et les micropolluants organiques.

f) Réseau national de suivi au titre du contrôle sur les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable (RNSISEAU).

Le Système d'Information des services Santé Environnement Eau (SISE-Eau) a été mis en place par les services du Ministère chargé de la Santé, dans le cadre de la gestion du programme annuel d'analyses de contrôle sanitaire des eaux de consommation. Une correspondance entre les codes SISE-Eau et les paramètres Sandre a été élaborée afin de permettre les échanges de données entre les distributeurs. Les bases départementales sont gérées par les ARS (Agence Régionale de Santé) et alimentent la base de données nationale SISE-Eau.

Les données qualitatives sur les eaux brutes de cette banque sont ensuite chargées dans ADES pour le réseau RNSISEAU. Le réseau de contrôle RNSISEAU a pour objectif de contrôler les eaux souterraines des captages d'adduction en eau potable (AEP) destinées à la consommation humaine, avant traitement.

Ce réseau rassemble près de 23 000 captages publics AEP en France. Les analyses effectuées portent notamment sur les paramètres organoleptiques et physico-chimiques, les paramètres microbiologiques, les micropolluants organiques, les pesticides, les micropolluants minéraux, les paramètres liés à la radioactivité et aux isotopes.

g) Réseau qualitatif des eaux souterraines pour le suivi des installations classées pour la région Picardie (RRICQPIC)

Le réseau régional des Installations Classées et Sites potentiellement Pollués (RRICQPIC) a été créé par la Direction générale de la Prévention des Risques du Ministère en charge de l'environnement afin de répondre aux exigences de la Directive DCS (2000/60/CE). Ce réseau est sous la maîtrise de l'Inspection des Installations Classées de la DREAL, les données étant fournies par les industriels, exploitants ou responsables des sites.

La surveillance des eaux souterraines au droit et à proximité des sites industriels a été mise en place à des fins préventives dans le but de détecter les pollutions qui pourraient se produire en cas d'incident et de défaillance des dispositifs industriels de prévention. Elle permet également de mieux connaître l'état environnemental des aquifères concernés, de comprendre la dynamique des éventuelles pollutions industrielles actuelles ou passées et de maîtriser au mieux les impacts constatés.

A ce jour, le réseau RRICQPIC de Picardie comptabilise 892 stations. Les analyses disponibles concernent essentiellement celles réalisées après 1998 et dépendent des paramètres prescrits par arrêté préfectoral.

3.4.3. Qualité des eaux souterraines et principales pollutions observées

L'impact des activités humaines sur la qualité de l'eau reste inquiétant. Aussi les activités agricoles intenses, les zones industrielles dispersées et les assainissements urbains et ruraux ont apporté et apportent encore des éléments chimiques indésirables : métaux lourds, hydrocarbures, solvants, engrais, produits phytosanitaires, herbicides.

Les pollutions d'origine domestique proviennent essentiellement de mauvaises conditions d'assainissement des agglomérations urbaines et rurales : rejets d'eaux usées, eaux vannes et eaux pluviales non épurées, assainissement non collectif non conforme... Anciennement, les décharges sauvages ou non réglementées d'ordures ménagères étaient également des sources potentielles importantes de pollution. Actuellement, le surdosage d'engrais et d'herbicides dans les potagers ainsi que dans les massifs et sur les chaussées des communes pose également des problèmes

ponctuels. Les éléments qui révèlent ces pollutions sont retrouvés sous forme de nitrates, chlorure de sodium, ou traces de détergents et de bore. La présence de nitrites, d'ammonium ou de bactéries pathogènes (*Escherichia Coli*, Streptocoques fécaux, Clostridium) traduit généralement une pollution récente et proche du point de mesure, d'origine humaine ou animale.

Les pollutions industrielles émanent principalement des industries chimiques, agro-alimentaires et de traitement de surface des métaux. Elles sont dues à des techniques d'assainissement des eaux de process insuffisamment efficaces, des rejets diffus, des déversements accidentels ou simplement au lessivage d'aires de stockage. Leur impact reste généralement localisé mais présente un caractère rémanent même après une cessation d'activité. Les substances exogènes apportées par les industries contiennent le plus souvent des éléments majeurs comme les chlorures, sulfates, nitrates, sodium, ammonium, potassium, mais aussi des éléments en traces comme les métaux (fer, zinc, cuivre, chrome), les cyanures, les phénols et les hydrocarbures.

Les pollutions d'origine agricole sont apparues à la suite du remplacement progressif de l'élevage et des cultures traditionnelles par des cultures intensives. Outre le déboisement et le retournement des prairies qui provoquent la libération d'éléments chimiques dans les eaux de percolation, tels que l'azote et les chlorures, le labourage des terres et leur fertilisation intensive ont déclenché la migration de certains minéraux solubles en excès vers les principales nappes libres. Le drainage artificiel ou le ravinement naturel des parcelles cultivées accélèrent encore ces phénomènes de migration vers les nappes. Les nitrates et les chlorures sont les principaux éléments d'origine agricole retrouvés dans les eaux souterraines et leurs teneurs suivent les mêmes évolutions. Les analyses témoignent parfois de la présence d'atrazine, herbicide interdit d'utilisation depuis 2003, et de déséthylatrazine, produit de dégradation de l'atrazine.

Les traitements herbicides pratiqués le long des voies de communication contribuent aussi à nuire à la qualité des eaux souterraines selon des profils linéaires (voies ferrées en plaine alluviale).

Le département de l'Oise n'est pas exempt de cas de pollutions causées par ces différents produits d'origine anthropique. Ainsi, dans le passé, des traitements de surface à caractère artisanal ont laissé échapper des effluents toxiques contenant du chrome, du nickel et du cyanure. Epanchés en surface ou rejetés dans des puisards, les métaux, absorbés par les particules argileuses de la couverture limoneuse, ont été libérés progressivement et sont encore présents dans le réservoir crayeux, avant de gagner la nappe profonde.

Dans la vallée de l'Aronde, une pollution chimique de sels chromiques (chrome hexavalent) en 1980 a contaminé pendant longtemps la nappe libre de la craie exploitée à quelques kilomètres en aval par des captages communaux à Villers-sur-Coudun. Une interruption de la distribution en eau, la mise en place d'un réseau de contrôle et de pompes de décontamination ont été nécessaires. A Tricot et Béthisy-

Saint-Pierre, du fuel domestique s'est déversé respectivement dans la nappe de la craie et des calcaires du Lutétien. Une pollution de la nappe de la craie par de l'ammoniaque et des phénols a été déplorée à Longueil-Sainte-Marie. Enfin, un déversement volontaire d'effluents industriels a eu lieu dans une décharge à Néry-Saintines.

La pollution nitratée touche l'ensemble du réservoir crayeux. Cependant, un phénomène constant, commun à toutes les nappes du département, est la forte baisse voire la disparition des nitrates en zones captives (1 mg/l) ainsi que dans les secteurs à milieu fortement réducteur (zones sous-alluviales par exemple).

L'amélioration des techniques de détection analytique en laboratoire a révélé l'existence de traces de pesticides dans l'eau, avec des valeurs supérieures à la concentration maximale admissible, CMA (0,1 µg/l). Ainsi, des herbicides (atrazine, simazine, et leurs métabolites) sont retrouvés dans les eaux de la craie à des teneurs pouvant atteindre plusieurs µg/l dans des secteurs de cultures intensives du département de l'Oise mais de manière éparse.

Dans le Pays de Bray et autour de certains villages des plateaux du Soissonnais, l'occupation pastorale crée des pollutions bactériologiques. Une filtration naturelle à travers le sol suffit généralement à éliminer cette pollution avant que les eaux de percolation n'atteignent les nappes.

a) Aquifères du Quaternaire : alluvions récentes et anciennes

Les nappes des alluvions sont vulnérables, sensibles aux pollutions des cours d'eau. Les teneurs en nitrates sont souvent élevées et récemment les pesticides (atrazine) sont apparus, présence probablement liée à la réalimentation des nappes alluviales par les cours d'eau et les nappes contaminées voisines.

b) Aquifères du Tertiaire

• Eocène moyen – Lutétien : calcaires

La qualité chimique et bactériologique de la nappe des calcaires du Lutétien reste aléatoire. En effet, les infiltrations superficielles contaminées par les eaux d'origine agricole et domestique sont facilitées par la perméabilité de fissures et la faible protection naturelle de l'aquifère lorsqu'il est libre.

Plus de 40 stations de mesure de la qualité des eaux souterraines (ou qualitomètres) sont localisées dans les calcaires et sables du Lutétien, d'après la banque ADES. Le faciès des eaux souterraines est de type bicarbonaté calcique. De faibles concentrations en sélénium, nickel et fer sont observées durant les cinq dernières années. Quant à un éventuel impact des pratiques agricoles, de fortes concentrations

en nitrates (supérieures à 50 mg/L) sont relevées ainsi que de fortes concentrations en atrazine et déséthylatrazine (supérieures à 0,1 µg/L), marqueurs des pollutions d'origine anthropique. Ces fortes concentrations sont quantifiées depuis la fin des années 1990.

- **Eocène inférieur – Yprésien supérieur (Cuisien) : sables de Cuise**

10 qualitomètres situés dans les sables de Cuise sont répertoriés dans ADES. Selon les analyses des ions majeurs, les eaux souterraines contenues dans le réservoir de l'Yprésien supérieur auraient un faciès chimique bicarbonaté calcique.

La minéralisation exogène, nitrates et pesticides, est limitée dans la nappe des sables de Cuise (Yprésien supérieur). La qualité est souvent meilleure que dans les calcaires du Lutétien, notamment lorsque ces derniers sont présents en couverture.

- **Paléocène supérieur – Thanétien : sables de Bracheux**

Les valeurs en nitrates sont réduites au sein de la nappe des sables de Bracheux (Thanétien). On suppose même, compte tenu des communications entre le réservoir sableux et le réservoir crayeux, qu'il se produit une dénitrification favorable aux eaux de la craie quand elles deviennent captives.

Cependant, peu de données sont disponibles car les ouvrages implantés dans les formations du Thanétien captent souvent également la nappe de la craie afin d'améliorer la productivité, ces deux aquifères étant en continuité hydraulique.

Les stations de mesure captant les sables du Paléocène montrent des teneurs en nitrates inférieures à 50 mg/L durant ces 5 dernières années. La présence d'éléments traces tels que le sélénium, le nickel, le fer et le manganèse est avérée ponctuellement et pour des concentrations supérieures aux normes de qualité pour le fer et le manganèse, probablement représentatif d'un milieu réducteur.

c) Aquifères du Crétacé

- **Crétacé supérieur – Sénonien (Campanien, Santonien et Coniacien et Turonien) : craie**

Les faciès des eaux de la craie est de type bicarbonatée-calcique dans son ensemble et à caractère sulfatée-calcique très ponctuellement. La présence de fer et manganèse est marquée dans la partie profonde de l'entité, significative d'un milieu réducteur.

En régime libre, les anomalies de la qualité ne sont pas naturelles. Elles proviennent notamment des teneurs en nitrates qui dépassent parfois les 50 mg/l dans les captages communaux et, depuis quelques années, des traces d'herbicides sont également décelées. La nappe de la craie est largement impactée par la pollution nitratée depuis la fin des années 1990, début 2000, notamment dans sa partie nord. Les deux substances atrazine et désétylatriazine sont analysées depuis 1998. Le nombre de mesures pour lesquelles les concentrations en atrazine et désétylatriazine sont supérieures à 0.1 µg/L est proche de la centaine. Ces contaminations sont liées à l'activité agricole intense, au désherbage des voies de communication (routes, voies ferrées) et aux mauvais assainissements ruraux persistants.

La protection naturelle limoneuse ne suffit pas pour arrêter les éléments chimiques solubles épandus en surface. Seuls les secteurs forestiers ou herbagers échappent à cette pollution.

3.4.4. Vulnérabilité

a) *Notion de vulnérabilité*

La notion de vulnérabilité repose sur l'idée que le milieu physique en relation avec la nappe procure un degré plus ou moins élevé de protection vis-à-vis des pollutions superficielles suivant les caractéristiques de ce milieu.

Les définitions de l'Action COST 620, reconnues et utilisées par tous, ont été reprises dans la méthodologie de délimitation des bassins d'alimentation des captages et de leur vulnérabilité (**Vernoux J.F., Wuilleumier A., Seguin J.J., Dörfliger N.**, (2007) rapport BRGM/RP-55874-FR) :

- La vulnérabilité intrinsèque est le terme utilisé pour représenter les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques naturelles qui déterminent la sensibilité des eaux souterraines à la contamination par les activités humaines, ou encore pour représenter les caractéristiques géologiques, hydrogéologiques, climatologiques et de végétation naturelles qui déterminent la sensibilité des eaux souterraines à la contamination par les activités humaines.
- La vulnérabilité spécifique est le terme utilisé pour définir la vulnérabilité d'une eau souterraine à un contaminant particulier ou à un groupe de contaminants. Elle prend en compte les propriétés des contaminants et leurs relations avec les divers composants de la vulnérabilité intrinsèque.

En règle générale, la vulnérabilité intrinsèque est considérée comme invariante dans le temps tandis que la vulnérabilité spécifique est susceptible d'évoluer dans le temps.

Les aquifères sont sensibles aux pollutions produites en surface à partir des activités humaines. Dans le département de l'Oise, plusieurs paramètres favorisent la percolation des éléments dans le sous-sol :

- une forte occupation du sol par les cultures intensives, surtout en domaine crayeux ;
- un ruissellement restreint voire nul sur les plateaux crayeux ;
- des terrains à forte perméabilité de fissures (calcaires du Lutétien, craie), favorisant un cheminement plus rapide ;
- un recouvrement protecteur superficiel peu épais et peu imperméable au-dessus des réservoirs ainsi que des nappes peu profondes, en particulier dans les formations tertiaires du sud et de l'est du département.

Les substances solubles polluantes sont entraînées par les eaux de percolation qui ne subissent pas l'évaporation ou le ruissellement, et migrent ainsi vers les nappes dès qu'elles atteignent le toit du réservoir correspondant. Cette pollution peut parfois être réduite localement par des phénomènes inhibiteurs tels que l'oxydo-réduction de certains ions, la fixation sur des particules argileuses ou organiques (humus, tourbes,...), ou par dilution.

Les zones où les nappes sont les plus vulnérables sont situées dans le Noyonnais, le sud du Valois et l'est du Clermontois. Ces régions occupent des terrains à perméabilité de fissures forte recouverts par des limons peu épais (moins d'un mètre). Les vitesses d'écoulement des eaux peuvent être fortes et la dispersion faible. Les calcaires du Lutétien sont les plus sensibles à cet égard. Les réservoirs à perméabilités d'interstices (sables, alluvions) ne sont cependant pas épargnés, en particulier lorsque les nappes qu'ils renferment sont à faible profondeur (nappes perchées du sud du département). Enfin, en zone karstique (région de Songeons, Valois), les gouffres naturels recueillent directement les eaux de ruissellement qui atteignent ainsi la nappe très facilement.

Les nappes alluviales des principales rivières (Aisne, Oise, Thérain) sont les plus fragiles et les plus exposées aux pollutions. Le niveau est généralement situé à moins de 5 m de profondeur et est souvent en communication directe avec les cours d'eau.

A l'inverse, les nappes situées au nord et au nord-ouest du département, sur le Plateau Picard et le Pays de Bray, présentent une très faible vulnérabilité. Elles sont en effet situées à des profondeurs importantes et recouvertes d'une épaisseur suffisante de limons et argiles à silex pour être préservées des pollutions de surface.

L'homogénéité hydrogéologique de la plupart des aquifères à nappes libres du département fait que ceux-ci sont également vulnérables sur toute leur étendue. Il n'existe en effet que très peu de structures géologiques, failles ou changements de faciès latéraux, qui puissent arrêter la propagation d'une pollution. Aussi, le rôle épurateur joué par les terrains ainsi que les phénomènes de dispersion et de dilution ne se révèlent pas toujours suffisants pour maintenir les teneurs des éléments indésirables sous les normes.

b) Exemples de travaux réalisés

• Indice de Développement et Persistance des Réseaux (IDPR)

L'Indice de Développement et Persistance des Réseaux (IDPR) découle de l'existence de corrélations entre la forme du réseau hydrographique et les formations géologiques traversées (**Mardhel V. et Gravier A. (2005) rapport BRGM/RP-54148-FR**).

Dans l'hypothèse d'un milieu parfaitement homogène, la mise en place des cours d'eau est guidée seulement par la morphologie du relief et la pente des terrains. Or, dans le milieu naturel, les structures géologiques et la composition lithologique du sous-sol jouent un rôle prépondérant dans l'établissement des réseaux hydrographiques.

En effet, la nature des surfaces des bassins a un rôle primordial sur le comportement hydrologique de celui-ci. Les paramètres qui interviennent sont donc la lithologie, la pédologie et la couverture végétale. Ils influencent grandement la perméabilité et la rugosité de la surface, qui conditionnent à leur tour la vitesse du ruissellement et le rapport de l'écoulement sur l'infiltration (coefficient d'écoulement).

La densité de drainage est donc un indicateur révélateur des propriétés des formations géologiques. Un bassin formé de matériaux très perméables aura en général une densité de drainage faible tandis qu'un bassin formé de roches imperméables mais meubles et érodables va souvent présenter une densité de drainage élevée.

Ainsi, l'IDPR devient le moyen de quantifier ce rôle en comparant un réseau théorique établi selon l'hypothèse d'un milieu parfaitement homogène (indice de développement ID) au réseau naturel mis en place sous le contrôle d'un contexte géologique hétérogène (de persistance des réseaux PR). L'indice de développement et de persistance des réseaux présente une métrologie de l'écart constaté entre ces deux réseaux.

Généralement, le réseau hydrologique naturel provient de la BD CARTHAGE IGN© et le réseau théorique des écoulements est fondé sur l'analyse des talwegs à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT). Ce réseau théorique suppose une lame d'eau météorique et un récepteur imperméable homogène.

• Vulnérabilité intrinsèque simplifiée

De nombreuses méthodes de détermination de la vulnérabilité des eaux souterraines ont été développées, allant des plus complexes avec des modèles prenant en compte les processus physiques, chimiques et biologiques de la zone noyée, à des méthodes de pondération entre différents critères affectant la vulnérabilité. Les méthodes dites « de cartographie à index avec pondération des critères » apparaissent les plus pertinentes vis-à-vis des réalités de terrain. Les facteurs pente, nature des couvertures en place au-dessus des aquifères (leur capacité à laisser transiter les polluants) et épaisseur de la zone non saturée sont les critères prépondérants utilisés par différentes méthodes d'analyse de vulnérabilité.

Compte tenu de ces méthodes et des retours d'expériences qui leurs sont associés, une analyse de la vulnérabilité des eaux souterraines a été réalisée par le BRGM (**Mardhel V. et Gravier A.** (2005) rapport BRGM/RP-54148-FR). Cette étude a été menée sur la combinaison de deux critères, permettant de définir une carte au 1/100 000^{ème} de la vulnérabilité simplifiée du premier niveau d'aquifères :

- l'Indice de Développement et Persistance des Réseaux (IDPR), détaillé dans le paragraphe ci-dessus, et intégrant la topographie (pente) et l'infiltration ;
- l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS), soit la profondeur de la nappe libre, qui intervient avant l'arrivée du polluant dans l'aquifère.

• Travaux du Groupe Régional d'Etudes des Produits Phytosanitaires (GREPP)

Le Groupe Régional d'Etudes des Produits Phytosanitaires (GREPP) a cartographié la vulnérabilité des masses d'eau à la pollution des produits phytosanitaires de la région Picardie. (**ISL et CALLIGEE**, 2007).

L'évaluation de la vulnérabilité intrinsèque des aquifères résulte du croisement des données des cartes géologiques au 1/50 000^{ème}, des l'atlas hydrogéologiques départementaux, de cartes des sols, de cartes des textures et du Modèle Numérique de Terrain (MNT). Les paramètres intégrés au modèle de connaissance de la vulnérabilité intrinsèque concernent la pente des terrains, la battance et l'hydromorphie des sols, les sols à faible réserve utile, les colluvions et alluvions, la différenciation texturale, les sols filtrants.

La vulnérabilité actuelle des masses d'eau a été obtenue en croisant ces paramètres invariants déterminant la vulnérabilité intrinsèque avec l'occupation des sols. Ces informations sont issues de la base de données Corine Land Cover (zones boisées, urbaines, en eau, agricoles) ; une distinction entre territoires à dominante prairiale et zones de grandes cultures est également faite afin de caractériser l'organisation du paysage.

Le département de l'Oise comprend, en totalité ou en partie, 9 masses d'eau souterraines. Les résultats montrent que la vulnérabilité est la plus forte dans le Vexin, au sud-ouest du département, ainsi que dans les vallées humides. Le pays de Bray est soumis à une vulnérabilité plus faible.

3.4.5. Prévention des pollutions des captages AEP

Les périmètres de protection immédiate, rapprochée et éloignée des captages d'eau potable sont obligatoires depuis la loi sur l'eau de 1964. Ils permettent de lutter contre les pollutions ponctuelles et accidentelles mais s'avèrent cependant inefficaces contre les pollutions diffuses.

A la demande du Ministère en charge de l'environnement, une méthodologie a été développée par le BRGM afin de définir des bassins d'alimentation de captages et de

cartographier leur vulnérabilité intrinsèque. Un bassin (ou aire) d'alimentation de captage (BAC ou AAC) désigne la zone en surface sur laquelle l'eau qui s'infiltre et ruisselle alimente le captage. La détermination de la vulnérabilité intrinsèque du bassin vis-à-vis des pollutions diffuses permet de hiérarchiser les zones.

Un programme d'actions ciblé sur certaines zones vulnérables prioritaires peut ainsi être défini afin de protéger la ressource contre les pollutions diffuses. Ce programme d'actions est mis en œuvre sur la base du volontariat mais le préfet peut le rendre obligatoire si les résultats attendus en termes de souscription ne sont pas obtenus.

Au niveau de l'assainissement, des actions peuvent être effectuées sur la réhabilitation des réseaux existants, en particulier pour la mise aux normes des stations d'épuration et des dispositifs d'assainissement. La construction de nouveaux systèmes de collecte et de traitement des eaux pluviales (réseau séparatif, bassins d'orage) peut également être envisagée. En ce qui concerne les industries, la prévention des pollutions est assurée par la réglementation sur les ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) de 1976. D'autres actions peuvent également être nécessaires telles que la réhabilitation des anciennes décharges d'ordures ménagères ou la mise aux normes des forages existants et le comblement des forages abandonnés. Il est également possible d'engager des actions visant à raisonner la consommation des produits phytosanitaires par les utilisateurs en domaine non-agricole tels que les jardiniers amateurs, la SNCF, les sociétés autoroutières, les services publics et certaines structures privées. En zone agricole, deux possibilités existent :

- si l'aire d'alimentation de captage est de faible superficie, le périmètre de protection se superpose à celle-ci ; il est alors possible d'imposer des contraintes fortes et efficaces tout en restant socio-économiquement viables ;
- si l'aire d'alimentation est plus vaste, les acquisitions foncières devraient être importantes et donc impossibles. Les exploitants agricoles sont alors tenus d'adopter des bonnes pratiques culturales et d'élevage, en particulier sur les zones les plus vulnérables. La sensibilisation et l'information sont ainsi privilégiées.

3.5. SAGE

Selon la définition du site internet GEST'EAU, « le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) est un document de planification de la gestion de l'eau à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente (bassin versant, aquifère...). Il fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau et il doit être compatible avec le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE). Le SAGE est un document élaboré par les acteurs locaux (élus, usagers, associations, représentants de l'Etat...) réunis au sein de la commission locale de l'eau (CLE). Ces acteurs locaux établissent un projet pour une gestion concertée et collective de l'eau. »

Sur le bassin Artois-Picardie, le syndicat mixte AMEVA (aménagement et valorisation du bassin de la Somme) est porteur de 2 SAGE :

- la Somme aval et cours d'eau côtiers, en instruction (76 communes dans l'Oise) ;
- la Haute Somme, en élaboration (9 communes dans l'Oise).

Sur le bassin Seine-Normandie, 4 SAGE ont été délimités pour les bassins de :

- la Bresle, en élaboration et géré par l'institution interdépartementale de la Bresle (11 communes dans l'Oise) ;
- l'Automne, en première révision et porté par le Syndicat d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Bassin Automne (SAGEBA) (35 communes dans l'Oise) ;
- la Nonette, en première révision et porté par le Syndicat Intercommunal d'étude du SAGE du bassin versant de la Nonette (32 communes dans l'Oise) ;
- l'Oise-Aronde, mis en œuvre et géré par le Syndicat Mixte Oise-Aronde (89 communes dans l'Oise).

Depuis 2009, la nappe de la craie ainsi que la couverture aquifère tertiaire qui alimente le bassin de l'Aronde sont classées en ZRE par arrêté 2009-1028 en date du 31 juillet 2009 du préfet coordonnateur du bassin Seine-Normandie et par arrêté préfectoral du 4 novembre 2009. Selon la DREAL, « une zone de répartition des eaux (ZRE) est caractérisée par une insuffisance chronique des ressources en eau par rapport aux besoins ». Dans ce secteur une grande partie des prélèvements effectués sont faibles, mais leur nombre élevé crée un effet cumulatif sur la ressource qui fait l'objet d'une pénurie récurrente et ne permet pas de satisfaire tous les besoins des usagers. Selon l'arrêté préfectoral, les 41 communes concernées par la ZRE font l'objet d'un abaissement des seuils d'autorisation et de déclaration de leurs prélèvements en eau afin de mieux contrôler l'impact des pompages sur l'écosystème aquatique.

Le SAGE Oise-Aronde a vu le jour par l'arrêté préfectoral du 16 octobre 2001 et l'arrêté d'approbation a été signé le 8 juin 2009. Le périmètre de ce SAGE se situe entièrement dans le département de l'Oise, occupe une superficie totale de 716 km² et concerne 89 communes. Quatre nappes principales sont recensées sur le périmètre du SAGE Oise-Aronde :

- la nappe de la craie (Cénomaniens inférieur, Turonien et Sénonien) ;
- la nappe des sables de Cuise (Yprésien supérieur) ;
- la nappe des calcaires du Lutétien ;
- la nappe alluviale de la vallée de l'Oise.

Plusieurs objectifs généraux, répartis par thématiques, ont été définis dans le SAGE Oise-Aronde.

a) Thématique « étiage »

Le linéaire total de cours d'eau compris dans le périmètre du SAGE Oise-Aronde représente presque 300 km. En plus de l'Oise et de l'Aronde, on compte de nombreux rus et fossés. Le débit est suivi sur 3 stations de jaugeage pour lesquelles le débit d'étiage quinquenal (QMNA5) peut être calculé :

- l'Oise à Pont-Sainte-Maxence (QMNA5 : 31 m³/s) ;
- l'Aisne à Choisy-au-Bac (QMNA5 : 13 m³/s) ;
- l'Aronde à Clairoix (QMNA5 : 0,5 m³/s).

L'Oise gardant un débit important, soutenu par la nappe de la craie, même pendant la période estivale, le risque d'étiage sévère est peu significatif. Les autres cours d'eau, et particulièrement l'Aronde, sont cependant plus vulnérables. Les étiages peuvent avoir plusieurs conséquences sur la rivière en elle-même et la vie aquatique. La lame d'eau est réduite en largeur et en profondeur, augmentant l'amplitude des variations thermiques journalières, et les vitesses de courant diminuent, favorisant la sédimentation.

Le but de cette thématique est donc de se doter d'outils performants pour le suivi et la gestion des étiages et de préserver les zones humides en valorisant leur rôle de soutien d'étiage.

b) Thématique « qualité écologique des milieux aquatiques »

La qualité des eaux de l'Aronde est considérée comme « passable à mauvaise » en ce qui concerne les nitrates et le phosphore tandis que les rivières de l'Oise et de l'Aisne sont touchées par une augmentation des taux de nitrates et de nitrites. Depuis 30 ans, on note également une augmentation de la superficie et du nombre des canaux de drainage au détriment des roselières et prairies, entraînant l'assèchement des marais et des mares. Le SAGE a donc défini comme objectif une meilleure connaissance des rivières et milieux aquatiques, la réalisation d'un inventaire complet et détaillé des zones humides et autres milieux d'intérêt écologique ainsi que le bilan de l'état physique des cours d'eau et de leurs potentialités.

Le SAGE s'intéresse également aux sources de pollutions. Le but est ainsi de réduire les rejets liés à l'assainissement collectif et d'assurer la mise aux normes de l'assainissement non-collectif. Les rejets artisanaux et industriels doivent être suivis et les pollutions d'origine agricole réduites. De plus, les pollutions chroniques et accidentelles liées aux surfaces imperméabilisées doivent être limitées. Enfin, l'entretien des rivières doit être réalisé avec des techniques compatibles avec la préservation de leur particularité hydraulique et écologique.

c) Thématique « qualité des ressources en eau souterraine et alimentation en eau potable sur le territoire du SAGE »

Les trois usages principaux de l'eau souterraine dans le périmètre du SAGE Oise-Aronde concernent l'alimentation en eau potable, l'agriculture (irrigation) et l'industrie. Les prélèvements en eau potable se font en grande majorité dans la nappe de la craie et, secondairement, dans la nappe des sables de Cuise (Yprésien). Entre 1997 et 2002, le volume prélevé est resté stable et la moitié l'était en période d'étiage. Les prélèvements pour l'irrigation des cultures sont essentiellement localisés au nord et à l'ouest du bassin versant. Uniquement effectués en période d'étiage, ces prélèvements concernent également la nappe de la craie ou la nappe d'accompagnement de la rivière. Les prélèvements industriels les plus importants sont situés sur les communes de Compiègne, Clairoix et Verberie. Globalement, les volumes d'eau utilisés pour l'industrie suivent une tendance à la baisse.

La nappe de la craie, qui constitue la ressource principale pour les prélèvements d'eau, est également la plus vulnérable. Elle est ainsi la plus polluée, en particulier par les nitrates, avec une contamination qui s'accroît et tend à devenir critique. De plus, des problèmes de manque d'eau et de conflits d'usage entre agriculteurs et collectivités locales apparaissent dans certains secteurs, comme la plaine d'Estrées, le Compiégnois, les Marais de Sacy.

L'objectif général défini par le SAGE pour l'alimentation en eau potable consiste à protéger ou, si nécessaire, reconquérir la bonne qualité des nappes et à engager une réflexion sur l'organisation des structures pour une meilleure gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau. Une modélisation de la nappe de la craie a donc été engagée afin de définir les volumes maximum prélevables.

d) Thématique « sites et sols pollués et substances polluantes »

Dans le périmètre du SAGE Oise-Aronde, 7 sites pollués ou potentiellement pollués sont recensés dans la base de données BASOL. Les polluants toxiques sont de plus en plus pris en compte dans les réglementations communautaires. En effet, l'amélioration des techniques d'analyses chimiques permet de mieux cerner l'étendue des contaminations de certains milieux pollués de façon permanente. Les connaissances sur les risques liés à ces substances se sont développées tandis que la création et l'utilisation de nouvelles substances, dont les effets à long terme restent inconnus, se développent fortement.

Le SAGE préconise donc de poursuivre le suivi des sites industriels pollués et de mettre en œuvre les actions nécessaires en cas de pollution avérée. Les substances prioritaires dangereuses doivent être éliminées des rejets.

e) Thématique « risques liés aux inondations et au ruissellement »

Les zones les plus sensibles aux inondations se trouvent dans les vallées de l'Oise et de l'Aisne avec des épisodes marquants en 1993, 1995 et 2001. Les dégâts observés ont été dus à la vulnérabilité des infrastructures, en particulier du fait d'une forte urbanisation à la confluence entre l'Oise et l'Aisne, de constructions situées en zone inondable et d'infrastructures ayant généré des freins à l'écoulement des eaux.

L'aval de la vallée de l'Aronde est également une zone sensible. Les problèmes d'inondations sont ici liés à l'encombrement du lit par les sédiments et à son artificialisation. L'urbanisation et les voies de communication génèrent ou aggravent les phénomènes de ruissellement, lesquels ont alors des conséquences importantes sur les infrastructures et les milieux naturels.

La maîtrise des inondations fait donc partie des objectifs du SAGE. Il est pour cela nécessaire de préserver les zones humides pouvant être utilisées comme zone d'expansion des crues, d'optimiser la gestion des ouvrages existants, d'améliorer la gestion de la vulnérabilité et de limiter les phénomènes de ruissellement sur les bassins versants.

f) Thématique « patrimoine culturel et paysager lié à l'eau »

Le patrimoine historique et culturel lié à l'eau constitue un attrait touristique potentiel pour le bassin versant. Ce patrimoine est représenté par des lacs, des étangs ou des cours d'eau. A cela s'ajoute un patrimoine hydraulique constitué par quelques moulins et lavoirs situés dans la vallée de l'Aronde.

Le SAGE propose de préserver, restaurer et valoriser ces paysages et ce patrimoine historique culturel lié à l'eau.

4. Exploitation des eaux superficielles et souterraines

4.1. PRELEVEMENTS

Les données collectées, auprès des Agences de l'eau Seine-Normandie et Artois-Picardie, couvrent la période allant de 1994 à 2010 et concernent les prélèvements en eau souterraine et superficielle des collectivités, des industries et de l'agriculture (Illustration 35).

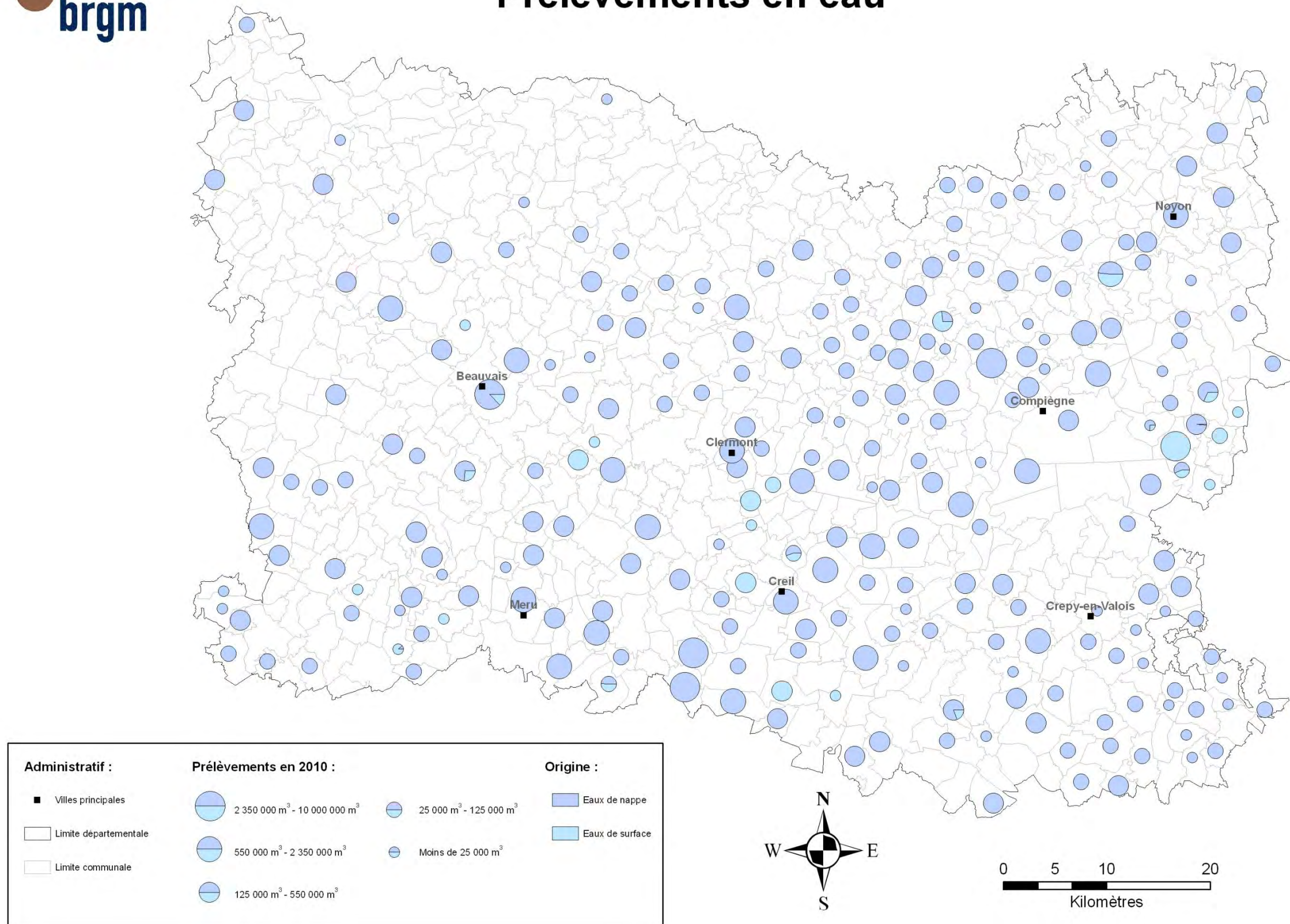
Les volumes annuels indiqués sont ceux relevés sur les compteurs, localisés d'après le code INSEE de la commune. La commune du compteur n'est pas nécessairement celle du point de prélèvement. De plus, le compteur peut être rattaché à un ou plusieurs forages, dans le cas par exemple d'un champ captant.

Les prélèvements des très nombreux petits puits privés n'ont pas été pris en compte, car peu d'entre eux sont recensés et les volumes pompés, souvent très faibles, ne sont que rarement connus.

Les prélèvements en eau souterraine et superficielle se sont échelonnés de 125 Mm³ en 1994 à 74 Mm³ en 2010, avec une moyenne annuelle d'environ 104 Mm³. Cette production se répartit entre trois usages principaux (Illustration 36) : l'eau potable (collectivités) représente 40% des volumes prélevés dans les années 1990 à 71% en 2010, l'industrie 60% en 1994 à 23% en 2010 et l'agriculture 1,5 à 7% selon les conditions météorologiques.

Les volumes prélevés sont en diminution depuis 1994, du fait notamment de la fermeture de certains sites industriels très consommateurs en eau et de la révision des process industriels, notamment au niveau des circuits de refroidissement, ainsi que de la réhabilitation des réseaux d'eau.

Prélèvements en eau



Sources : BRGM - IGN - Agence de l'eau Seine-Normandie

Illustration 35 – Carte des prélèvements superficiels et souterrains dans le département de l'Oise en 2010.

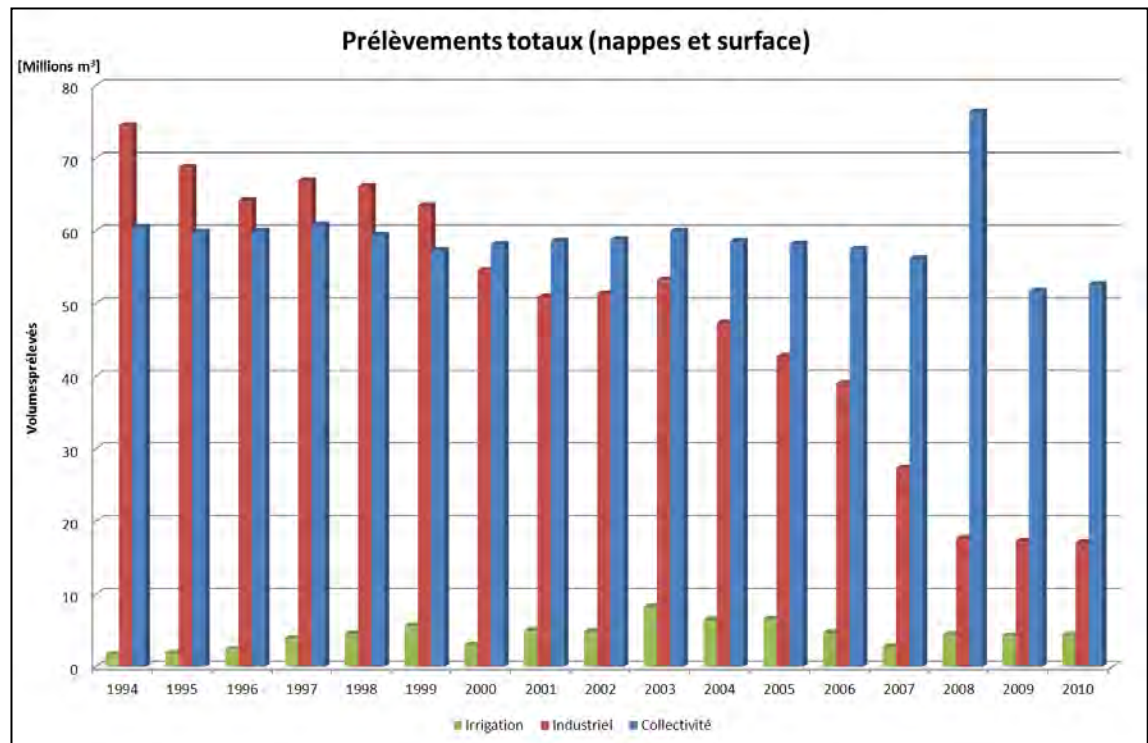


Illustration 36 - Evolution des prélèvements superficiels et souterrains dans le département de l'Oise entre 1994 et 2010.

a) Prélèvements en surface

Les eaux superficielles sont exploitées quasiment uniquement par les industries (Illustration 37 et Illustration 38), qui utilisent 97 à 99% des débits pompés. La baisse des volumes prélevés dans le milieu superficiel est significative : les prélèvements ont été divisés par un facteur 3 entre 1994 et 2010.

b) Prélèvements en nappe

Les débits pompés dans l'eau souterraine représentent 58% en 1994, 72% en 2006 et 78% en 2007 des volumes prélevés totaux (Illustration 37). Les eaux souterraines, représentant des réserves importantes, moins vulnérables et de meilleure qualité, sont privilégiées par rapport aux eaux superficielles.

Les prélèvements en eau souterraine restent globalement constants depuis 1994, même si une légère baisse est enregistrée ces dernières années. Les prélèvements pour l'adduction en eau potable sont nettement prédominants, représentant de 65 à plus de 70% des débits pompés dans les eaux souterraines.

La plupart des captages exploitent la nappe libre de la craie qui fournit de loin les plus grands volumes d'eau devant la nappe du Thanétien, parfois captée en continuité avec la nappe de la craie, et les nappes du Cuisien et du Lutétien (Illustration 39).

Sur l'ensemble du territoire crayeux, les concentrations de captages publics et privés peuvent créer localement des conflits d'usages (besoins domestiques et agricoles) qui se traduisent surtout par des baisses de niveaux dans les ouvrages et une diminution de productivité momentanée.

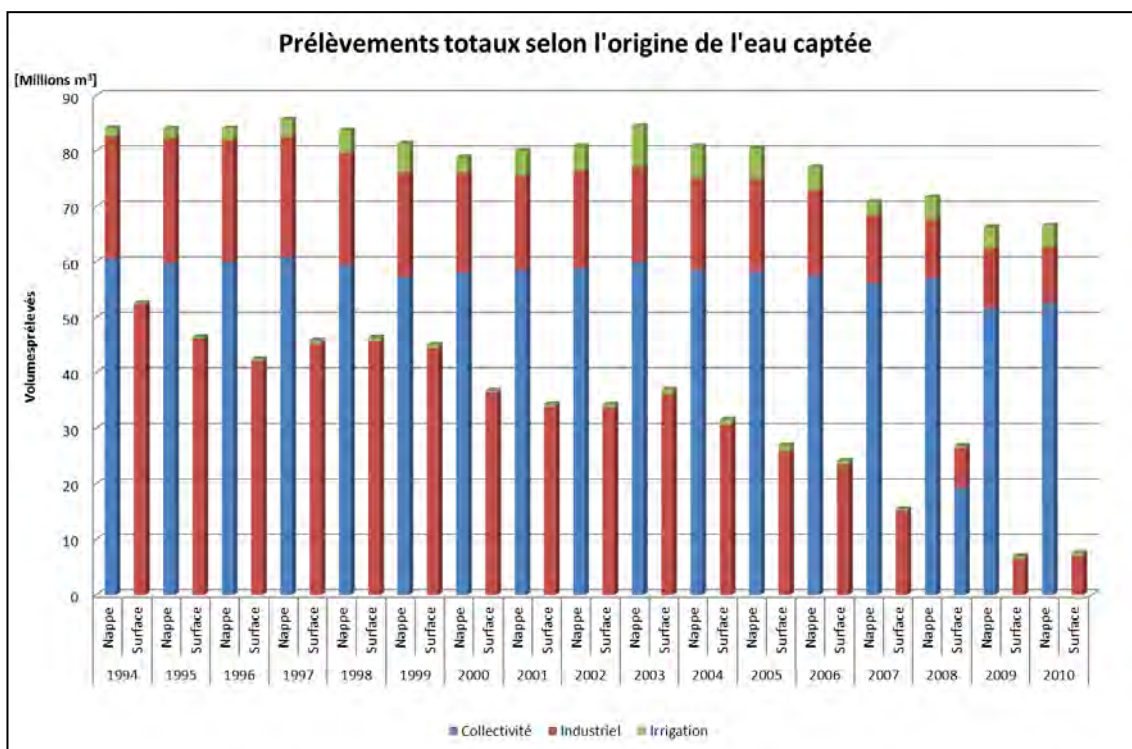
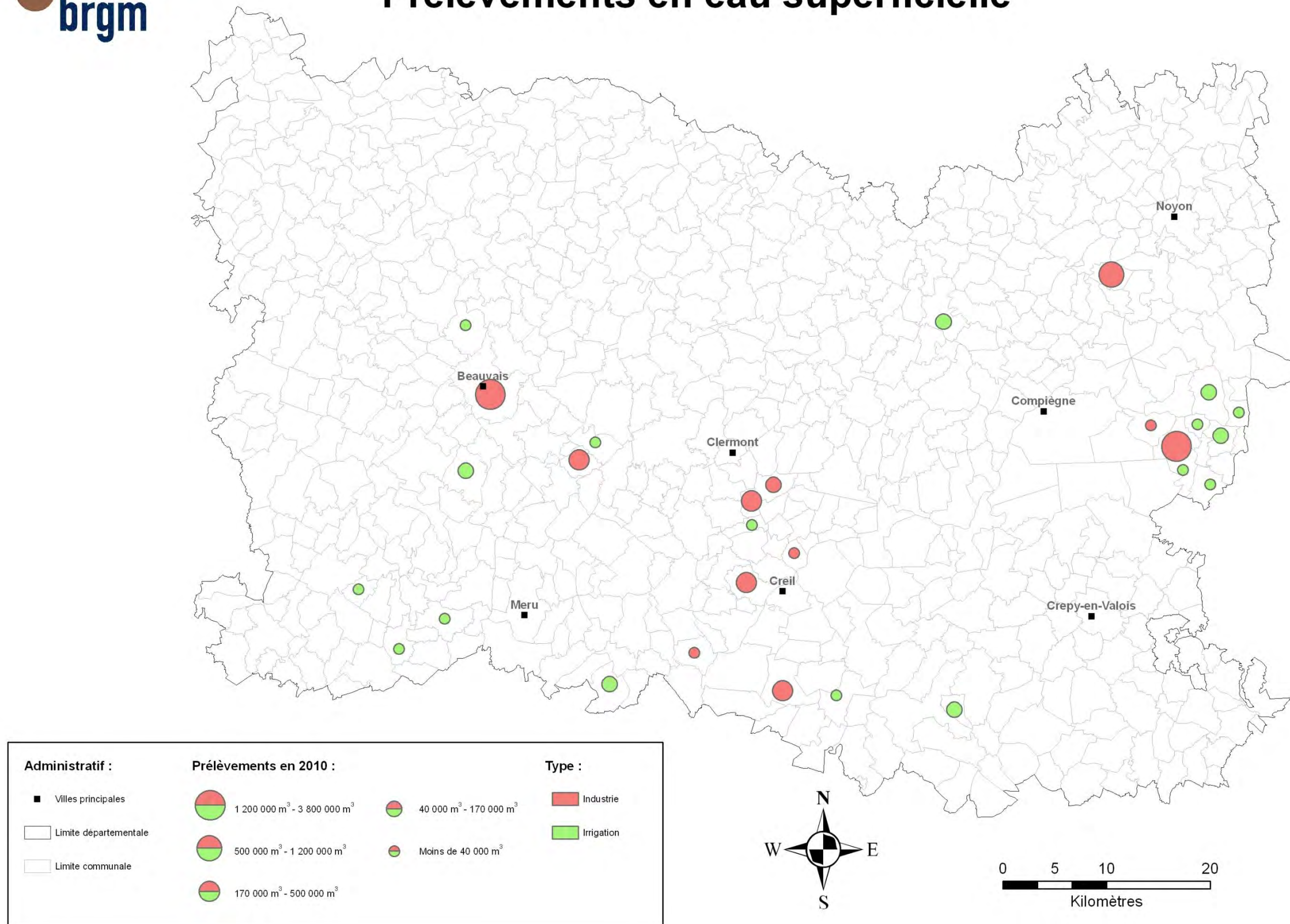


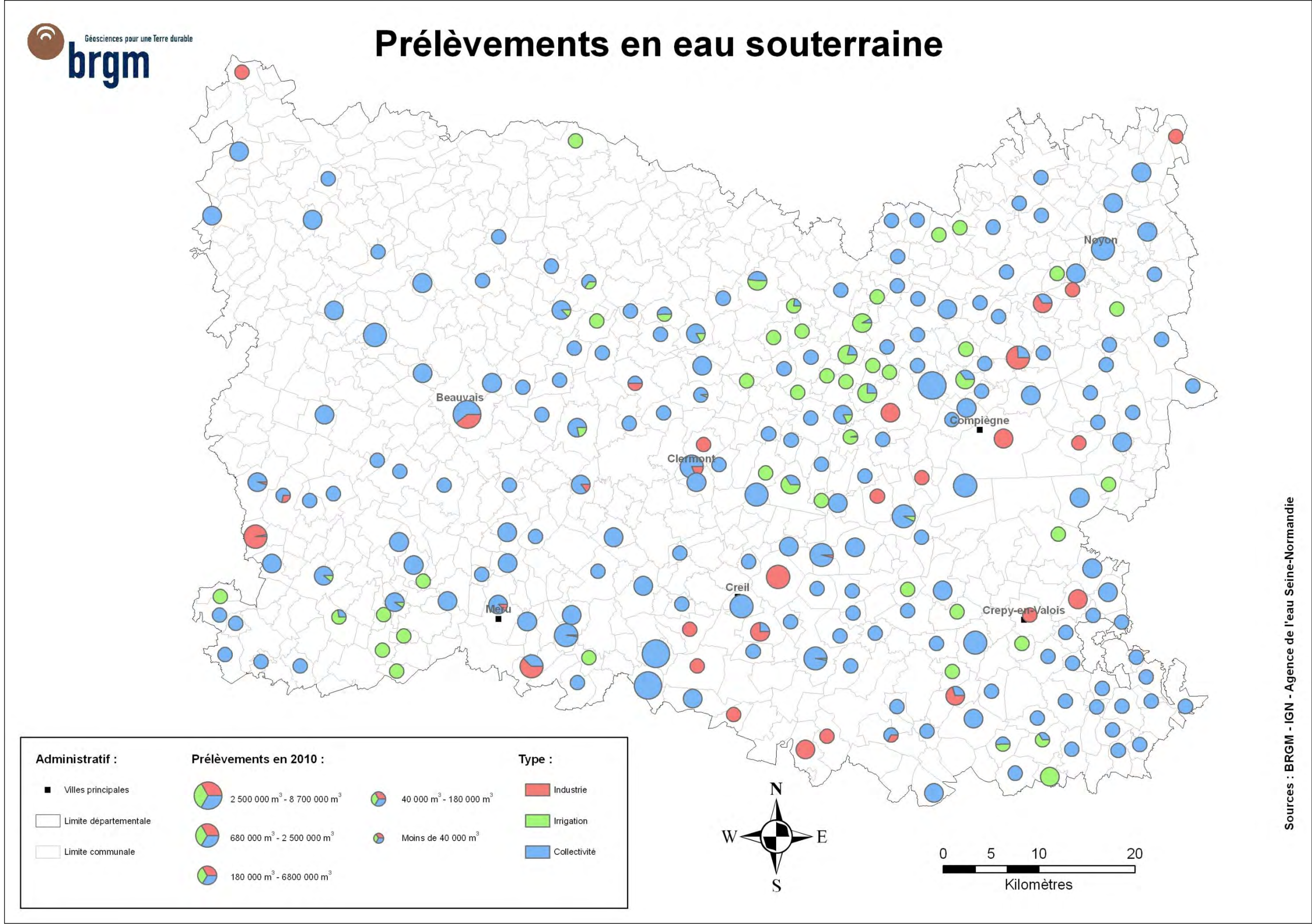
Illustration 37 - Répartition des prélèvements par origine et par usage dans le département de l'Oise entre 1994 et 2010.

Prélèvements en eau superficielle



Sources : BRGM - IGN - Agence de l'eau Seine-Normandie

Illustration 38 - Carte des prélèvements en eau superficiels dans le département de l'Oise en 2010.



Sources : BRGM - IGN - Agence de l'eau Seine-Normandie

Illustration 39 - Carte des prélèvements en eau de souterraine dans le département de l'Oise en 2010.

4.1.1. Usage eau potable

L'exploitation pour l'adduction en eau potable est diffuse sur l'ensemble du territoire avec au total 242 compteurs en 1994 à 218 en 2007. La totalité des volumes pompés provient des nappes, aucun ouvrage ne captant les eaux superficielles (Illustration 37 et Illustration 38).

Les prélèvements annuels moyens se situent entre 40 et 50 Mm³ pour 220 à 240 compteurs. Ils restent globalement stables même s'ils ont connu récemment une légère augmentation entre 2003 et 2004, suite à un été chaud et sec, puis un retour à des valeurs normales (Illustration 36 et Illustration 37).

Plus de la moitié des volumes pompés pour l'alimentation en eau potable est assurée par des captages exploitant la nappe libre de la craie. Les prélèvements sont effectués soit par des puits anciens, pas toujours assez profonds ni bien protégés, soit sur des forages de plus petits diamètres, soit sur des grands puits réservoirs lorsque la nappe est peu profonde. La captation des sources au droit de leur émergence est plus rare. Grâce à une fissuration bien prononcée sur les trente premiers mètres et à proximité des nombreuses dépressions topographiques, la nappe libre de la craie offre d'excellentes productivités.

La nappe de la craie est le principal aquifère exploité soit parce qu'elle constitue la seule ressource disponible (Plateau Picard, Plateau de Thelle), soit parce qu'elle est plus accessible, tout en étant de meilleure qualité et moins vulnérable que les nappes alluviales (vallée de l'Oise et du Thérain), soit encore parce qu'elle vient en complémentarité de ressources moins profondes (nappes alluviales ou nappes du Tertiaire) mais plus vulnérables. Ainsi, la nappe de la craie est souvent captée en continuité avec la nappe des sables du Thanétien, voire avec la nappe alluviale, dans les vallées des domaines tertiaires, afin de garantir une productivité et une qualité acceptables.

Après l'aquifère de la craie, les autres prélèvements proviennent majoritairement des nappes des calcaires du Lutétien et des sables de Cuise, parfois captées conjointement de façon continue par un même ouvrage ou par différents forages d'un même champ captant.

Les principales agglomérations urbaines s'alimentent en eau à partir de la nappe de la craie (Beauvais, Noyon, Compiègne, Creil) et les prélèvements annuels les plus importants concernent les collectivités suivantes (Illustration 39):

- commune de Beauvais (5,9 Mm³) ;
- réseau de Chantilly à Boran-sur-Oise et Lamorlaye (4,3 Mm³) ;

- réseau de Noyon ($1,4 \text{ Mm}^3$), exploitant la nappe de la craie en continuité avec les sables du Thanétien.

Les eaux souterraines de la craie sont également embouteillées par des entreprises privées à Fontaine-Bonneleau et à Bulles.

4.1.2. Usage agricole

Les exploitants agricoles sollicitent de plus en plus les eaux souterraines, et notamment la nappe de la craie (Illustration 36 et Illustration 37). Le développement de l'irrigation imposé par les industries de transformation pour les cultures légumières et de pommes de terre entraîne une multiplication des captages dans certaines zones de production.

L'est du Plateau Picard, et notamment le bassin de l'Aronde, est la zone qui compte le plus de captages agricoles, exploitant essentiellement les eaux souterraines (Illustration 39). La densité de captages s'explique par les nombreuses exploitations de légumes et de pommes de terre. Les prélèvements d'eaux superficielles sont concentrés dans le Soissonnais (Illustration 38).

Au total, 100 à 130 compteurs agricoles ont enregistré une consommation moyenne annuelle de $4,7 \text{ Mm}^3$ de débit prélevé entre 2000 et 2007, 88% de ce volume provenant des eaux souterraines. Les augmentations des volumes annuels correspondent aux années ayant connu une pluviométrie faible, notamment au printemps et en été, lors du développement et de la floraison des cultures. Ainsi, les volumes prélevés ont augmenté de près de 60% entre 2002 et 2003, conséquence de l'été caniculaire de 2003, pour diminuer ensuite et revenir à des niveaux inférieurs comparables à 2002.

4.1.3. Usage industriel

Les besoins industriels ainsi que le nombre de captages ont diminué de façon significative depuis 1994 (Illustration 36 et Illustration 37). Les volumes pompés pour l'industrie étaient largement prédominants dans les années 1990 et représentaient 60% des débits prélevés en 1994. Ils ont été divisés par 2 depuis 2000 et par 2,9 depuis 1994. Ceci s'explique par la fermeture de certaines industries consommatrices d'eau (usines agroalimentaires, de textile, sucreries par exemple) et par un souci d'économie ayant conduit à la révision des process.

Les industries de l'Oise prélèvent en moyenne 45 Mm^3 d'eau par an dont environ 34% proviennent des eaux souterraines. La baisse de la consommation est davantage marquée sur les prélèvements de surface que sur ceux de nappe. Ainsi, Sollac, entreprise sidérurgique basée à Montataire, était la plus grande consommatrice du département, avec $10,9 \text{ Mm}^3$ d'eau superficielle en moyenne jusqu'à l'arrêt des pompes en 2005.

Les prélèvements industriels sont localisés dans les vallées principales, notamment dans la vallée de l'Oise (Illustration 38 et Illustration 39). En 2010 les prélèvements industriels annuels les plus importants ont été effectués dans les communes suivantes concernant les eaux superficielles :

- Cuise-La-Motte avec : 3,78 Mm³ ;
- Beauvais avec : 1,26 Mm³ ;
- Ribecourt-Dreslincourt avec : 0,52 Mm³ ;

et concernant les eaux souterraines :

- Beauvais avec : 3,36 Mm³ ;
- Thourotte avec : 1,14 Mm³.
- Eragny-sur-Epte avec : 0,66 Mm³.

4.2. BILANS HYDROLOGIQUES

4.2.1. Données collectées

La comparaison des entrées et des sorties d'eau des bassins versants de la Brèche, de la Nonette et de la Divette ont été établies pour les années 2001, 2003, 2005 et 2007. Pour la réalisation de ces bilans, les données suivantes ont été collectées :

- chroniques de pluviométrie décadaire à Creil, Fresnoy-la-rivière, Senlis, Candor et Ribecourt-Dreslincourt (Météo France) ;
- chroniques d'évapotranspiration potentielle (ETP) décadaire à Creil (Météo France) ;
- chroniques de débits journaliers des cours d'eau drainant les bassins versants (DREAL) ;
- chroniques piézométriques journalières des ouvrages implantés sur les bassins versants (BRGM) ;
- paramètres hydrodynamiques notamment la transmissivité (données bibliographiques du BRGM et BSS) ;
- taux de ruissellement (données bibliographiques du BRGM et de la Chambre d'Agriculture) ;
- volumes prélevés dans les nappes souterraines et dans les rivières pour les usages agricoles, industriels ainsi que pour l'alimentation en eau potable (Agences de l'eau Artois-Picardie et Seine-Normandie) ;
- volumes d'eau rejetés par les stations d'épurations des bassins versants (Agence de l'eau Seine-Normandie et Conseil Général de l'Oise).

La pluie efficace, le ruissellement et l'alimentation de la nappe sont calculés en fonction de la pluie totale, de l'ETP et de la réserve utile des sols. Ces informations ont d'abord été calculées au pas de temps décadaire puis cumulées pour un bilan trimestriel.

4.2.2. Equation du bilan hydrologique

Soit ΔS_{i+1} la variation du stock d'eau contenue dans le bassin versant au pas de temps $i+1$. On a alors :

$$\Delta S = \Delta RU - ETR + Pluvio + Q_{nappe}^{entrée} - Q_{nappe}^{sortie} - Q_{riv} - P_{AEP} + STEP - P_{agr} + R_{agr} - P_{ind} + R_{ind}$$

avec $Q_{riv} = RO + Q_{riv}^{sout} - Q_{sout}^{riv}$

où RO est le ruissellement

Q_{riv}^{sout} est la composante souterraine du débit de la rivière

Q_{sout}^{riv} est l'éventuel flux de la rivière alimentant la nappe

Q_{riv} est le débit de la rivière à l'exutoire du bassin versant

$Q_{nappe}^{entrée}$ est l'éventuel flux souterrain entrant dans le bassin versant

Q_{nappe}^{sortie} est le flux souterrain sortant du bassin versant

ΔRU est la variation de la réserve utile moyenne du sol sur l'ensemble du bassin versant

ETR est l'évapotranspiration réelle moyenne sur l'ensemble du bassin versant

$Pluvio$ est la pluviométrie moyenne sur l'ensemble du bassin versant

P_{AEP} , P_{agr} , P_{ind} sont les prélèvements d'eau (souterraine et superficielle) pour l'adduction en eau potable, l'agriculture et les industries

$STEP$ est le volume rejeté dans le milieu par les stations d'épuration

R_{agr} est le volume d'eau d'irrigation qui n'est pas assimilé par la plante et s'infiltre ou ruisselle

R_{ind} est le volume d'eau rejeté après traitement par les industries

4.2.3. Imprécisions des données et hypothèses de travail

Certaines données nécessaires au calcul des bilans hydrologiques ne peuvent pas être déterminées avec précision. C'est le cas par exemple pour le ruissellement, le flux souterrain entrant et sortant du bassin versant, le volume d'eau d'irrigation qui ruisselle, le volume d'eau d'irrigation infiltré qui n'est pas assimilé par les végétaux et le volume d'eau qui est rejeté après traitement hors stations d'épuration par l'industrie. Les hypothèses qui permettraient d'estimer ces termes sont telles que la validité et la précision des résultats obtenus ne seraient pas garanties.

a) Délimitation des bassins versants

Les piézométries de la nappe libre de la craie variant selon les conditions de hautes ou basses eaux et les piézométries des formations tertiaires étant absentes ou peu précises, il est supposé que les bassins versants topographiques et souterrains sont similaires.

b) Réserve utile des sols (RU)

Les réserves utiles moyennes ont été calculées à partir des données du guide pédologique de la Chambre d'Agriculture de l'Oise. Chaque type de sol est caractérisé par une fourchette de réserve utile (RU).

Chaque fourchette a été réduite à une unique valeur, correspondant dans la plupart des cas à la médiane de la fourchette. Ainsi, à un type de sol a été attribuée une valeur de réserve utile. La réserve utile moyenne globale a été calculée en moyennant ces valeurs au prorata de la surface occupée par ce type de sol dans le bassin versant.

On pose l'hypothèse que la RU est à son maximum à chaque début d'année.

c) Ruissellement

Le ruissellement est considéré constant tout au long de l'année, les variations saisonnières ne sont pas prises en compte. Cette approximation peut conduire, sur certaines périodes, à surestimer ou sous-estimer le ruissellement.

La valeur de ruissellement est évaluée à partir de la bibliographie disponible.

d) Flux souterrain de la nappe

Les bassins versants étudiés semblent bien circonscrits par les crêtes piézométriques qui les délimitent. Lorsque les limites sont moins marquées, des flux d'eau souterraine entrant ou sortant du bassin ne sont pas à exclure. Les flux importés ne peuvent pas être quantifiés dans le cadre de calculs de bilans hydrologiques. Le flux souterrain sortant peut cependant être évalué grâce à la loi de Darcy.

L'ordre de grandeur du flux souterrain de la nappe est estimé en appliquant la formule de Darcy : $Q = S \cdot K \cdot i = T \cdot L \cdot i$ où Q est le débit de l'écoulement souterrain, S la section à l'exutoire, K la perméabilité, i le gradient hydraulique, L la largeur à l'exutoire et T la transmissivité de l'aquifère concerné.

La transmissivité moyenne est calculée à partir des données recensées en Banque du Sous-Sol (BSS). Enfin, le gradient hydraulique est déterminé à partir des piézométries régionales.

e) Flux de la rivière alimentant la nappe

En Picardie, il est usuellement admis que les nappes, et notamment la nappe de la craie, sont drainées par les cours d'eau, sauf conditions exceptionnelles. Pour le calcul des bilans, la composante des eaux superficielles alimentant les nappes a alors été considérée comme négligeable.

f) Prélèvements

Les volumes prélevés dans le bassin Seine-Normandie ne sont pas géoréférencés mais rattachés à la commune du compteur. Les coordonnées des points de prélèvements sont donc celles du centroïde de la commune du compteur. Des erreurs dans la localisation des prélèvements peuvent donc survenir.

Lorsqu'une commune se situe en partie dans le bassin versant, une vérification des coordonnées exactes des prélèvements est faite avec les données de la Banque du Sous-Sol (BSS) lorsque cela s'avère possible.

g) Volume d'eau non assimilée par la plante

Le volume d'eau non assimilé par la plante et qui s'infiltre ou ruisselle n'est pas quantifiable. L'irrigation des cultures a lieu en période estivale. L'évapotranspiration est alors à son maximum et l'eau employée est en majorité consommée par les végétaux. Pour le calcul des bilans, ce volume d'eau a été considéré comme négligeable.

h) Volume d'eau rejetée après traitement par l'industrie

L'ordre de grandeur du volume d'eau rejetée après traitement par l'industrie a été estimé à 90% des prélèvements par les industries en eau souterraine et superficielle.

i) Pas de temps des données

Les informations recueillies ne sont pas homogènes du point de vue du pas de temps de calcul.

Les débits enregistrés par les hydrogrammes sont des données journalières, ils ont été moyennés pour obtenir des valeurs au pas de temps décadaire, c'est-à-dire à la même fréquence que les pluies et l'ETP.

Les prélèvements sont disponibles au pas de temps annuel pour les années 2001, 2003, 2005 et 2007. Les volumes prélevés à l'étiage, de juin à octobre, sont disponibles pour les usages eau potable et industriel. Les prélèvements agricoles sont considérés comme ayant lieu uniquement en période d'étiage.

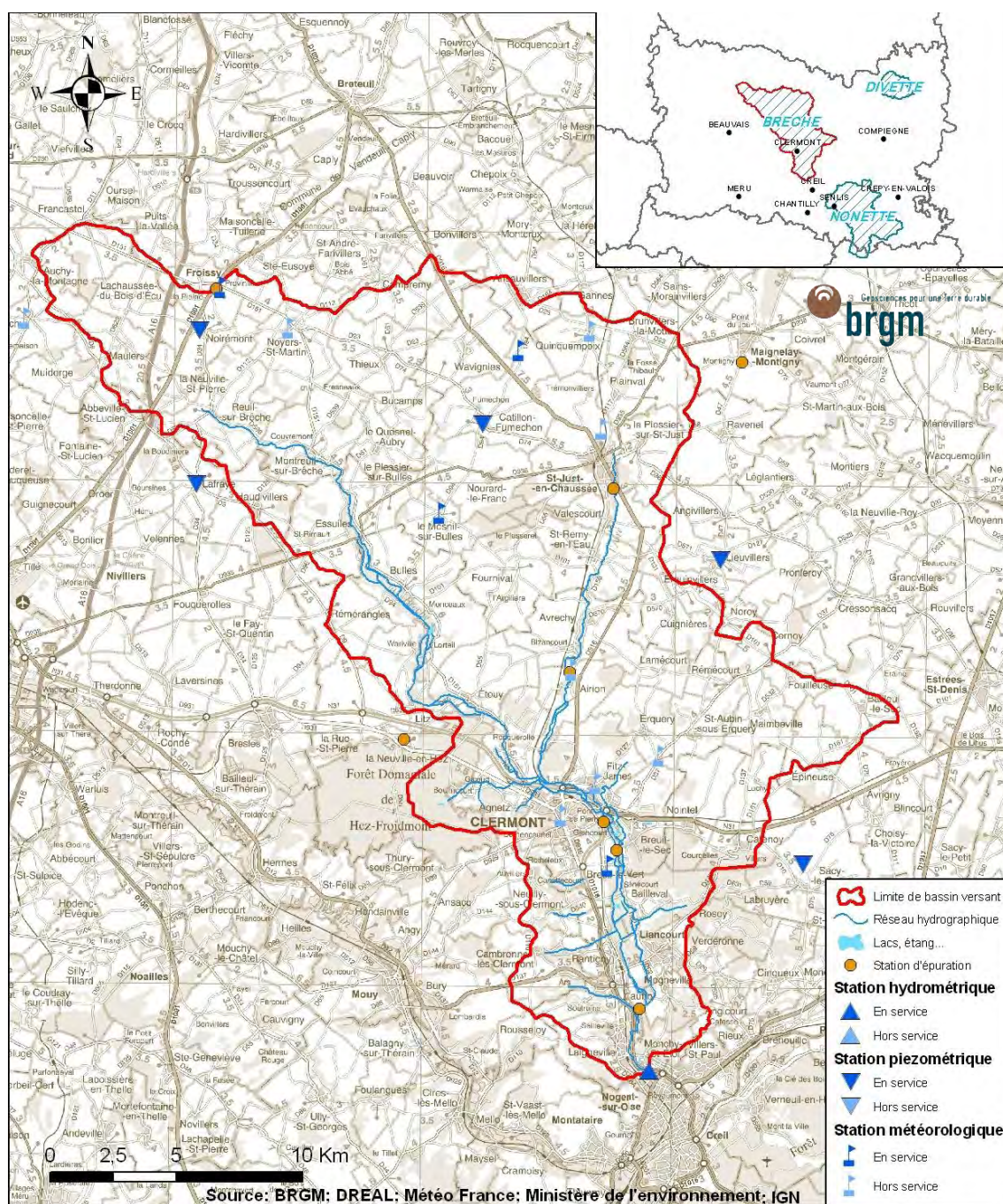
Les informations sur les débits entrant des stations d'épuration ne sont disponibles que pour les années 2008, 2009 et 2010. Les rejets sont considérés comme relativement constants durant la décennie et, en tenant compte de la date de mise en service de la station, le débit sortant est calculé comme étant égal à la moyenne des débits entrants sur ces 3 années.

Compte tenu de ces imprécisions et incertitudes, les bilans suivants consistent en une comparaison entre les ressources renouvelables, les prélèvements et les sorties d'eau du bassin versant.

4.2.4. Bassin versant de la Brèche

a) Situation géographique et hydrographique

Le bassin hydrographique de la Brèche se situe au centre du département de l'Oise, en rive droite de la rivière Oise (Illustration 40). Il s'étend sur une surface de 490 km² entre Crèvecœur-le-Grand au nord-ouest et Creil au sud-est.

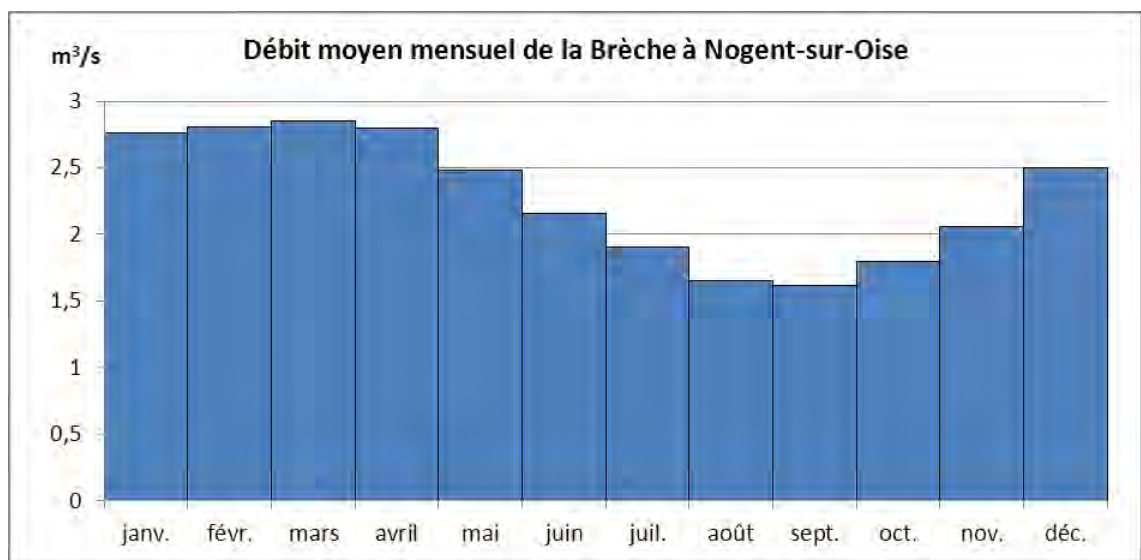


La Brèche émerge à Reuil-sur-Brèche, à une altitude de 110 m, et rejoint l'Oise à Nogent-sur-Oise à 26 m, après un parcours de 45,5 km. La pente moyenne du cours d'eau est de 2,5‰.

L'Arré, le principal affluent de la Brèche, la rejoint dans la commune de Clermont, en rive gauche. Ce cours d'eau prend sa source en amont de Saint-Just-en-Chaussée, à 85 m d'altitude, et s'écoule sur le Plateau Picard sur une longueur de 16 km.

Le plateau crayeux confère à la Brèche amont et à l'Arré un profil typique. Ces cours d'eau coulent dans de petites vallées à fond plat ouvertes sur le Plateau Picard. Après sa confluence avec l'Arré, la vallée de la Brèche est comprise entre le Plateau de Montataire et la Montagne de Liancourt. La vallée se transforme, devenant très large et asymétrique et le cours d'eau est déporté au pied du versant ouest.

Le débit moyen mensuel de la Brèche est enregistré à Nogent-sur-Oise, pour un bassin versant de 483 km² (Illustration 41). Calculé sur 44 ans, il est de 2,28 m³/s, soit une lame d'eau annuelle de 154 mm. Le minimum est de 1,62 m³/s en septembre tandis que le maximum est de 2,85 m³/s en mars.



Source : Banque Hydro

Illustration 41 – Débit moyen mensuel de la Brèche à Nogent-sur-Oise.

b) Occupation des sols

L'amont du bassin est soumis à de fortes pressions agricoles tandis que l'aval voit se développer des zones urbaines et industrielles aux environs de Clermont et à la confluence avec l'Oise ainsi que des zones boisées rurales (forêt de Hez et bois des Côtes) plus au nord.

Les fonds de vallées, humides et boisées, étaient autrefois industrialisés et exploités pour la tourbe. Ils sont maintenant occupés par des cultures, pâtures et étangs de pêches constitués par des anciens sites d'extraction. Sur les flancs, davantage urbanisés sous forme de villages et hameaux, se trouvent des cultures. Concernant, l'Arré, les versants sont plus urbanisés et les fonds de vallée sont rendus cultivables grâce aux colluvions limoneuses descendues du plateau. On note également la présence d'un marais en amont de Valescourt. Encore très rurales, les vallées amont de la Brèche et de l'Arré subissent l'influence des pôles urbains (Clermont et vallée de l'Oise).

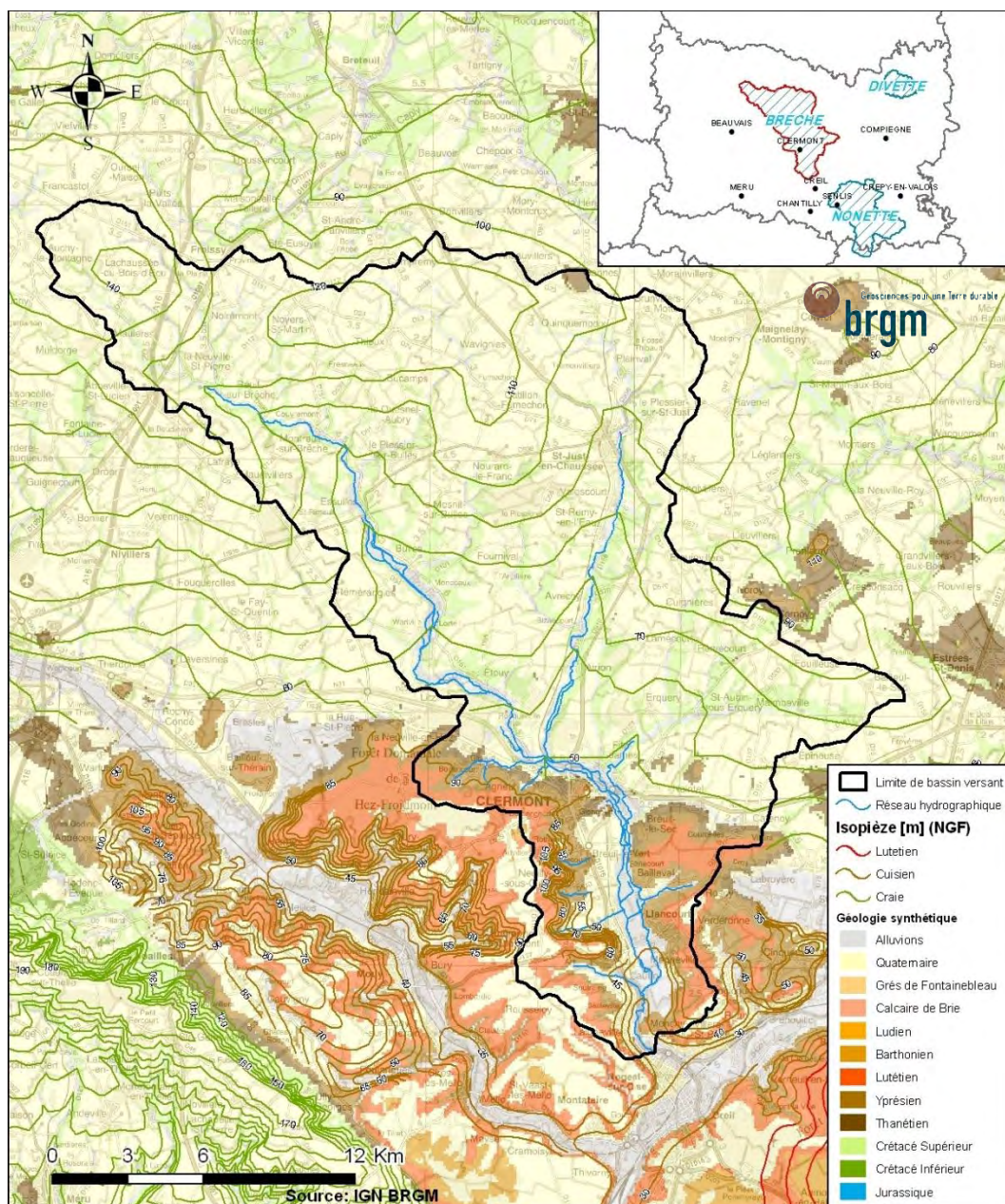
En amont de Muid, la culture a été rendue possible par la canalisation de la Brèche. En aval, à partir de Bulles, la vallée, boisée et humide, est couverte d'anciennes tourbières et sablières. L'humidité permanente du fond des vallées provient de la résurgence de la nappe phréatique. Cette humidité est propice aux boisements naturels, aux plantations de peupleraies ainsi qu'à la formation de tourbières.

c) Contexte géologique

La Brèche traverse le Plateau Picard et les terrains crayeux du Secondaire sur sa partie amont puis le Clermontois et les terrains du Tertiaire (Yprésien et Lutétien) dans sa partie aval (Illustration 43).

Au nord, la craie à silex du Sénonien et du Turonien forme un plateau qui culmine à 172 m à Valescourt. Les limons recouvrent la majeure partie des formations. L'anticlinal de Clermont, orienté nord-ouest/sud-est passe par Saint-Rémy-en-l'Eau et Cuignières, structurant la région et expliquant le cours de la haute vallée de la Brèche. La vallée de la Brèche est généralement tapissée d'une couche d'alluvions argilo-sableuses à tourbeuses, de faible épaisseur à l'amont et pouvant atteindre 10 m en aval.

Au sud, les terrains tertiaires se rencontrent sous forme de buttes constituées, entre autres, des formations sablo-argileuses du Thanétien et de l'Yprésien. Les plateaux sont formés par les calcaires grossiers du Lutétien. Les alluvions de la vallée de la Brèche atteignent 5 m d'épaisseur entre Clermont et Rantigny.



d) Contexte hydrogéologique

La craie du Sénonien et du Turonien supérieur est le réservoir aquifère le plus important du bassin versant. Cet aquifère est considéré comme étant en continuité hydraulique avec celui des sables de Bracheux du Thanétien. La surface piézométrique épouse assez étroitement la topographie (Illustration 43). Compte tenu

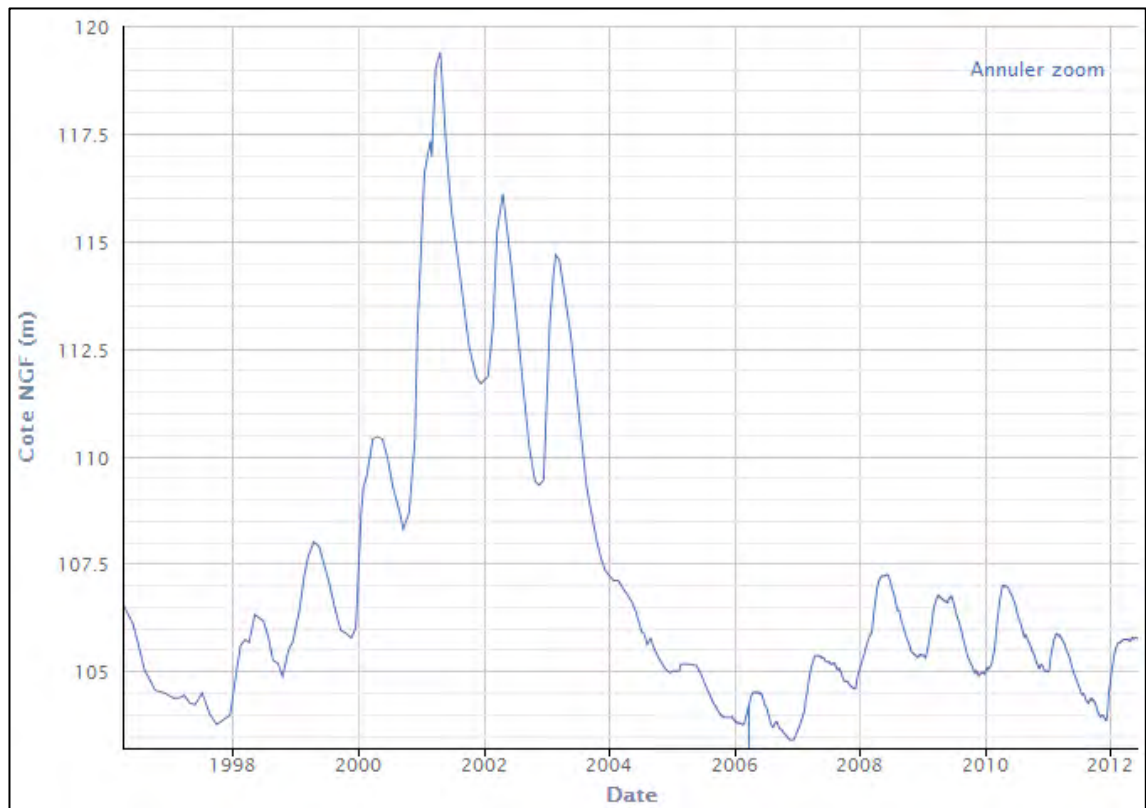
du faible gradient hydraulique à la périphérie du bassin ($< 1\text{‰}$), les crêtes piézométriques se déplacent latéralement en fonction des alimentations et des vidanges naturelles (sources, flux souterrain de la nappe) ou artificielles (pompages). Les variations saisonnières restent minimales par rapport à la surface totale du bassin, en termes de bilan hydrologique. L'alimentation du réservoir crayeux est assurée par l'impluvium local, soit directement à travers les limons de couverture, soit différée par le biais des formations tertiaires qui recueillent les pluies tombées sur les collines. La profondeur de la nappe décroît donc des plateaux (40 à 50 m) vers les vallées (5 m). Les vallées sèches et humides constituent des axes de drainage préférentiel. Dans les vallées humides, la nappe peut devenir artésienne sous les formations tourbeuses et alluviales peu perméables et s'écoule par des sources, créant ainsi des zones humides. Ces sources sont parfois exploitées comme les sources de Sainefontaine à Bulles.

Les sables de Cuise (Yprésien supérieur) constitue un aquifère compris entre les argiles du Sparnacien (Yprésien inférieur) au mur et les argiles de Laon (Yprésien supérieur) au toit. La nappe est captive au centre des plateaux et sous recouvrement et devient libre sur les coteaux des vallées. Elle détermine des marécages en forêt de Hez et de nombreuses sources, parfois captées. Elle est alimentée par les précipitations sur ces affleurements, par la réinfiltration des sources du Lutétien et par drainance verticale des calcaires du Lutétien. Dans la partie aval de la vallée de la Brèche, la nappe des sables de l'Yprésien se retrouve drainée par la nappe alluviale de la Brèche.

La nappe perchée des calcaires du Lutétien repose sur les argiles de Laon (Yprésien supérieur). Elle détermine des horizons humides sur les flancs de la vallée de la Brèche et sur la lisière nord de la forêt de Hez. Elle alimente des sources temporaires qui se réinfiltrent dans les terrains sableux sous-jacents de l'Yprésien. Son alimentation se fait exclusivement par l'impluvium direct.

La nappe alluviale de la Brèche est en liaison avec la rivière. Peu profonde, les eaux sont très sensibles aux pollutions ponctuelles et diffuses et sont généralement impropres à la consommation humaine. Cette nappe alluviale est alimentée par l'impluvium direct ainsi que par les apports des nappes de la craie et des sables de Cuise (Yprésien inférieur).

Au total, 5 ouvrages enregistrant les fluctuations piézométriques de la nappe de la craie se situent à l'intérieur ou en bordure du bassin versant. Il s'agit des piézomètres de Noiremont, de Catillon-Fumechon, de Lafraye, de Lieuvillers et de Sacy-le-Grand. La chronique piézométrique que fournit le piézomètre de Catillon-Fumechon (Illustration 43) montre un exemple des variations enregistrées de la nappe de la craie depuis 1996. On observe un minimum de 103,2 m (42 m de profondeur) et un maximum de 119,4 m (26,5 m de profondeur).



Source : ADES

Illustration 43 – Chroniques piézométriques de la nappe de la craie enregistrée à Catillon-Fumechon (00807X0015/S1).

e) Climatologie

D'après la grille AURELHY de Météo France, les pluviométries sont très hétérogènes. Sur la partie aval du bassin versant, elles s'échelonnent de 640 m dans les vallées à 700 m sur les plateaux tertiaires et à l'amont elles peuvent atteindre 730 mm sur le nord du plateau crayeux.

La pluviométrie de Creil a été considérée comme représentative du bassin versant de la Brèche pour le calcul du bilan hydrologique.

f) Prélèvements

En 2001, 2003, 2005 et 2007, la ressource en eau a été sollicitée pour tous les usages (Illustration 44, Illustration 45, Illustration 46, Illustration 47 et Illustration 48) :

- l'alimentation en eau potable : 25 à 27 prélèvements en nappe ;

- l'agriculture (irrigation) : 11 à 13 prélèvements en nappe et 1 prélèvement en eau de surface ;
- l'industrie : 5 à 6 prélèvements en nappe et 3 prélèvements en eau de surface.

Les forages industriels, localisés sur la partie aval de la Brèche, sont les moins nombreux mais consomment des volumes d'eau importants (Illustration 44). Les prélèvements en eau souterraine restent relativement constants et représentent 17% des pompages totaux. Les prélèvements en rivière ont été multipliés par 3,8 entre 2001 et 2007.

A l'inverse, les prélèvements agricoles sont davantage situés en amont, dans la partie nord du bassin versant. Ils sont plus nombreux mais consomment moins d'eau que les prélèvements industriels. Ils exploitent essentiellement les eaux souterraines, représentant 4 à 14% des volumes totaux, et les volumes d'eau prélevés varient selon les conditions météorologiques.

Enfin, les captages en eau potable sont répartis dans des petites communes de manière dispersée. La consommation en eau potable représente 66 à 70% des volumes totaux prélevés.

Tout ce volume prélevé est un manque à gagner pour la rivière, bien qu'une partie des eaux usées et des eaux industrielles retourne au milieu naturel après avoir été assainie.

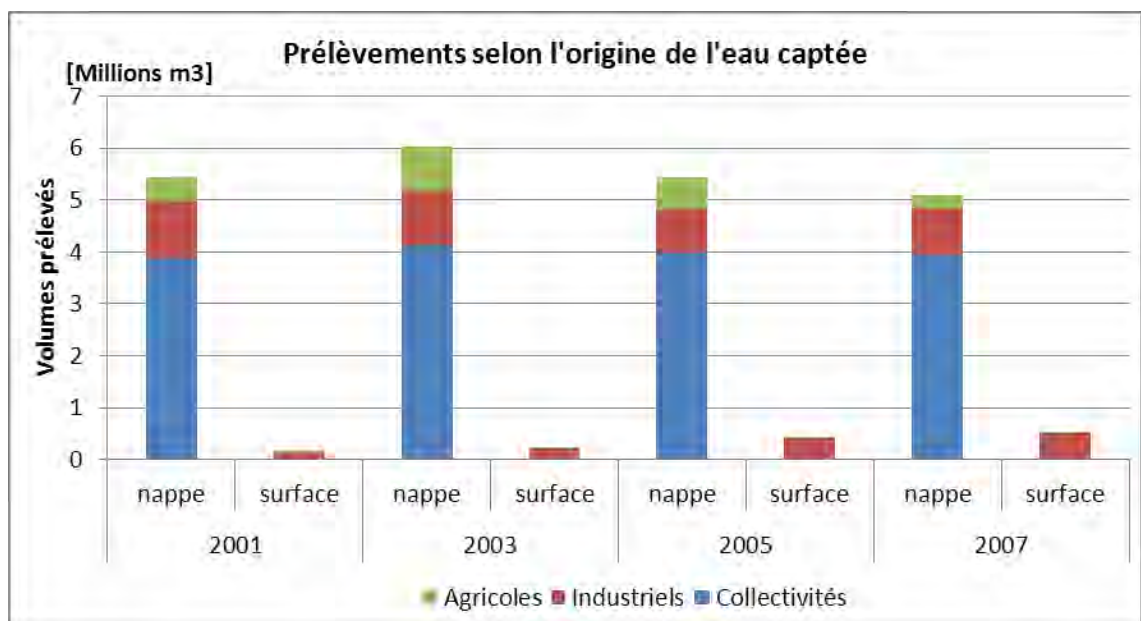


Illustration 44 – Répartition des prélèvements par origine et par usage dans le bassin de la Brèche.

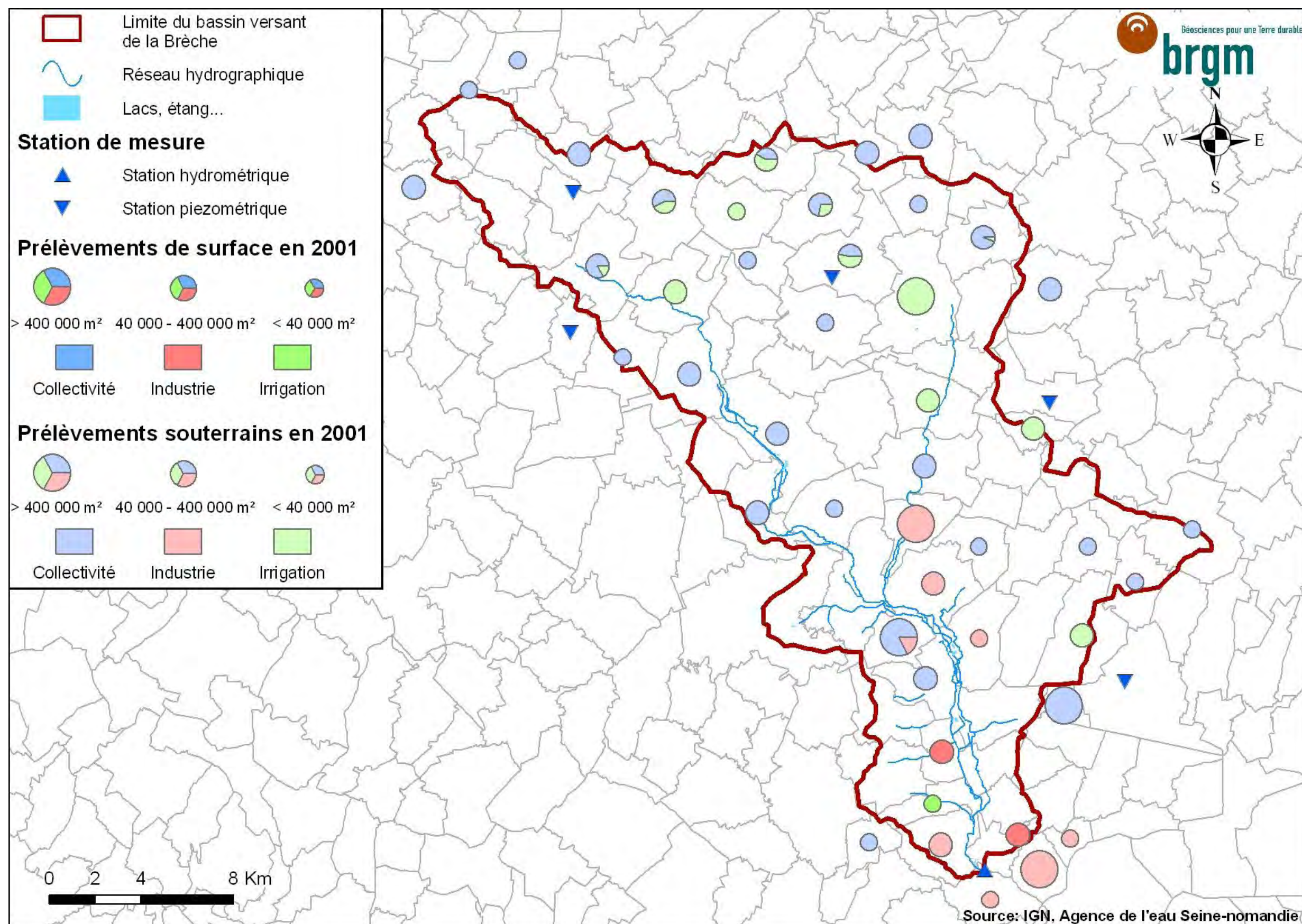


Illustration 45 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Brèche – Année 2001.

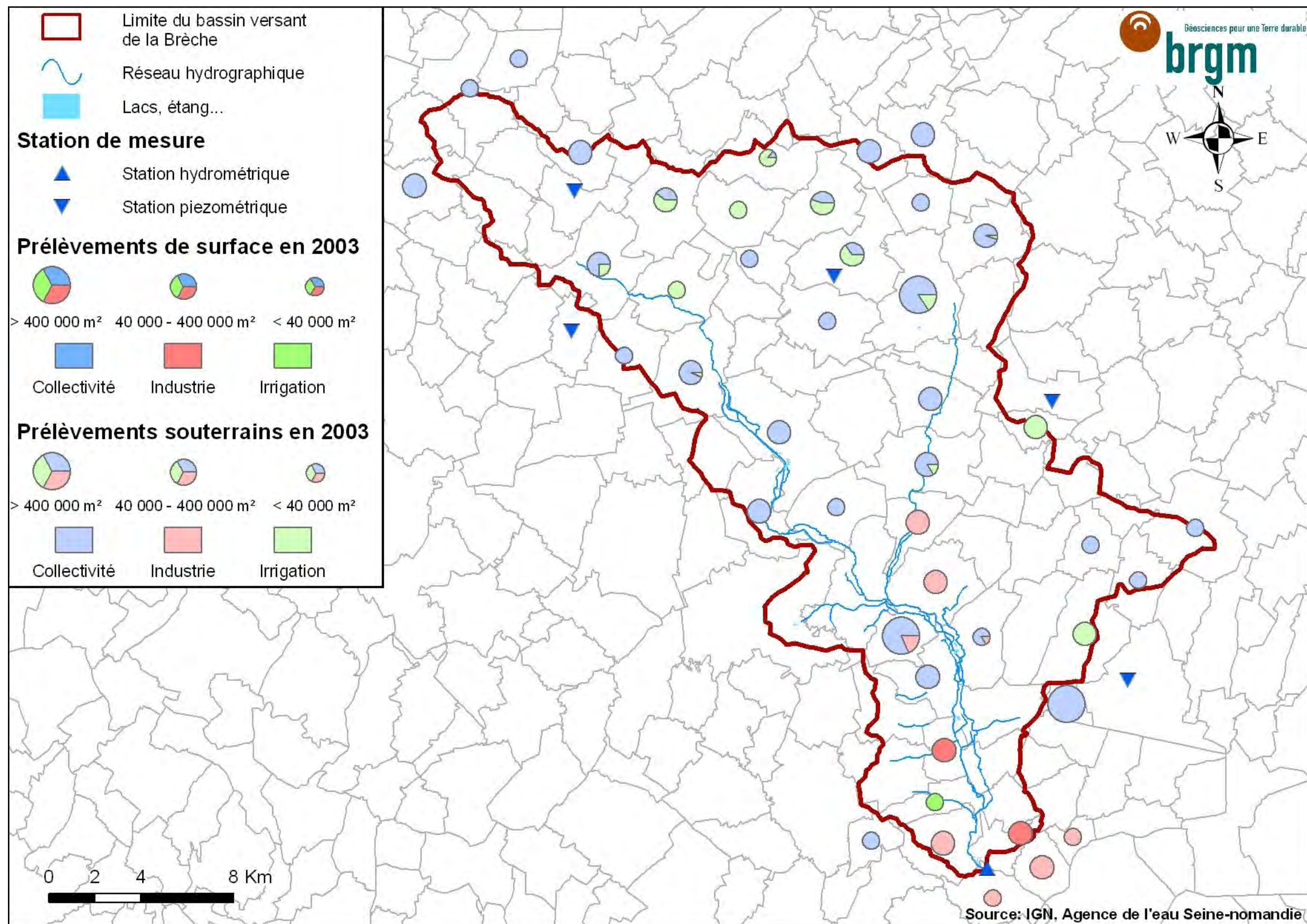


Illustration 46 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Brèche – Année 2003.

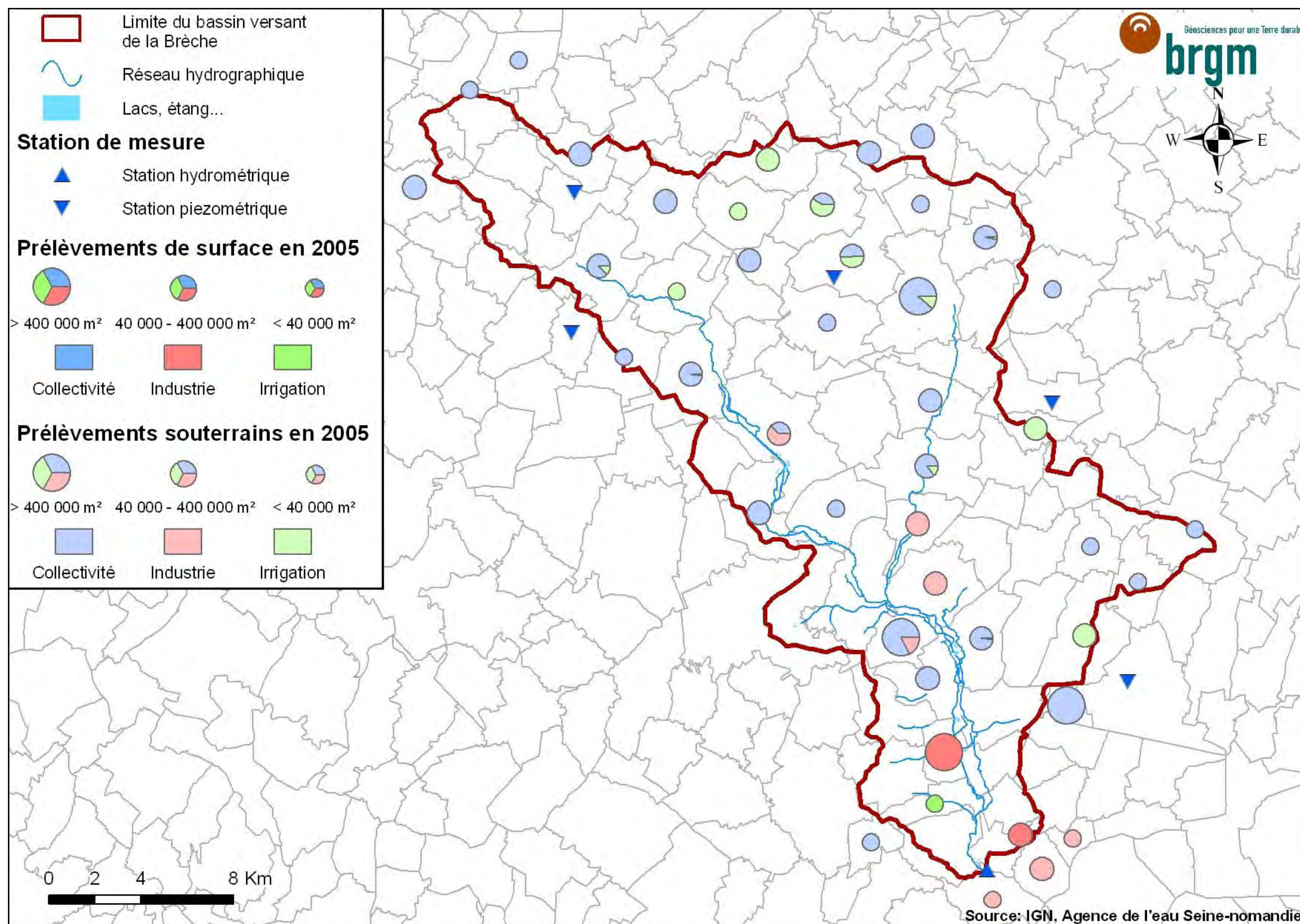


Illustration 47 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Brèche – Année 2005.

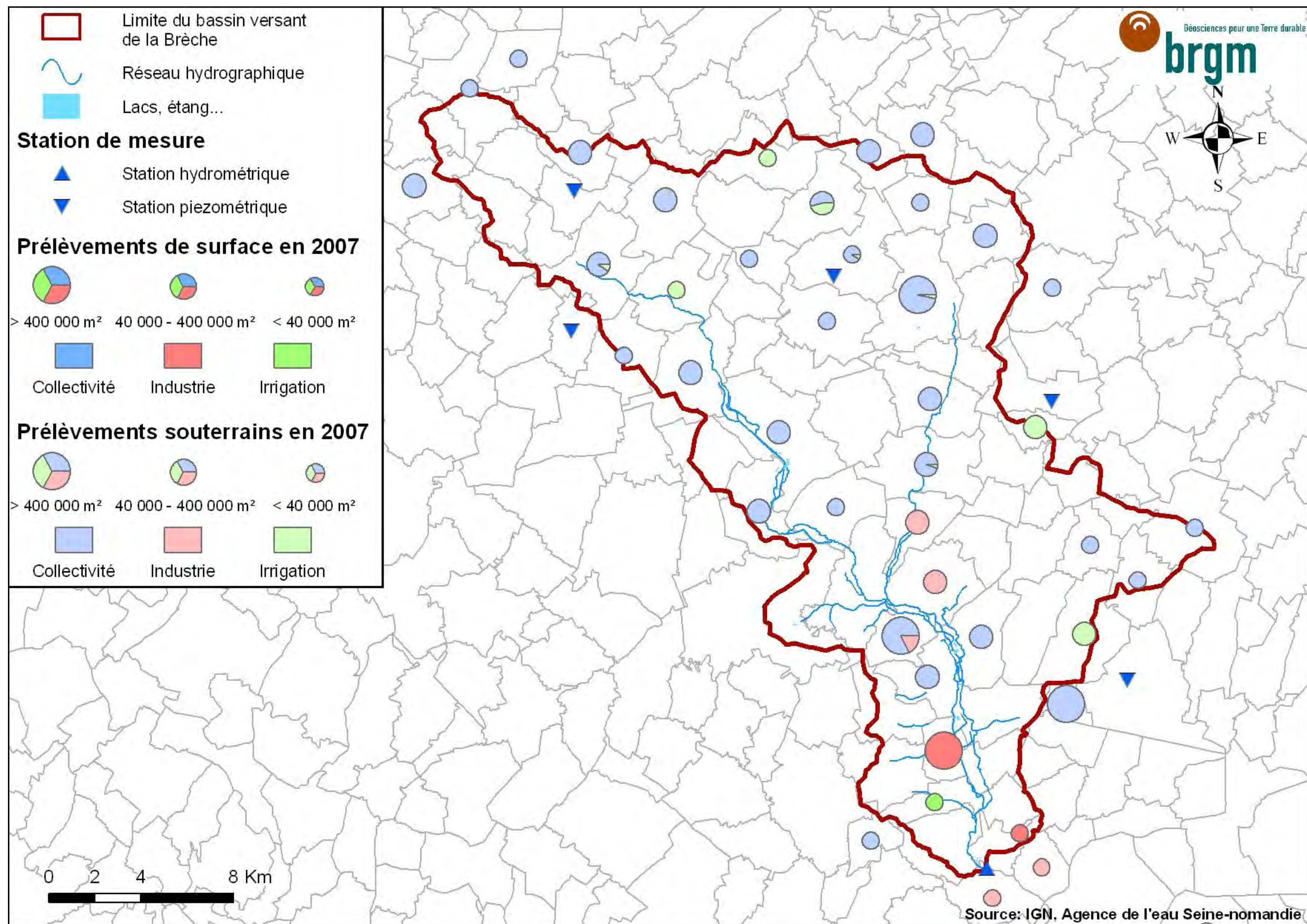


Illustration 48 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Brèche – Année 2007.

g) Bilan entrées – Sorties

A partir des données concernant la pédologie du bassin versant de la Brèche et de la bibliographie, il a été possible d'attribuer une valeur de R_{Umax} globale d'environ 177 mm (Tableau 11). Pour rappel, on pose l'hypothèse que la réserve utile des sols est à son maximum à chaque début d'année ($R_U = R_{Umax}$).

Type de sol	Taux d'occupation	RU associée (mm)
Limon à silex	39%	160
Limon argileux profond	35%	240
Craie sèche	10%	70
Argile limoneuse profonde	7%	170
Argile sableuse profonde	5%	110
Sable calcaire	2%	80
Argile sur grève	2%	220
		176,92 mm

Tableau 11 – Calcul de la réserve utile globale des sols du bassin versant de la Brèche.

En domaine crayeux picard, l'infiltration est prépondérante comme en témoignent les hydrogrammes très inertiels des cours d'eau issus de l'aquifère crayeux, tels la Somme à Abbeville, la Bresle à Ponts-et-Marais ou la Brèche à Nogent-sur-Oise. Néanmoins toute la pluie efficace ne participe pas au renouvellement de la ressource en eau souterraine (recharge) bien que la part du ruissellement soit très minoritaire.

Ainsi, plusieurs études ont permis de déterminer un taux de ruissellement compris entre 15 et 40% des débits des bassins versants crayeux de Picardie. Sur le bassin de l'Aronde, les valeurs s'échelonnent entre 11 et 25%. Une valeur moyenne de 20% a été retenue pour le bassin de la Brèche.

D'après les données de la Banque du Sous-Sol (BSS), la transmissivité de la nappe libre de la craie est de l'ordre de $3,48 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Selon les cartes piézométriques de la nappe libre de la craie, le gradient hydraulique est de 0,375% en moyenne et la largeur de l'exutoire est de 13 km. Le débit ainsi calculé pour le flux souterrain de la nappe de la craie serait de $1,70 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Concernant la nappe des sables de Cuise (Yprésien supérieur), la transmissivité est de l'ordre de $0,33 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, la largeur de l'exutoire est de 1,2 km et le gradient hydraulique vaut 3,54%. Le débit ainsi calculé pour le flux souterrain de la nappe des sables de Cuise serait de $0,14 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Le débit total du flux souterrain serait donc de $1,84 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, soit une lame d'eau de 120 mm/an. Etant donné les incertitudes relatives aux données du calcul, ce résultat est un ordre de grandeur.

Compte tenu de l'inertie de la nappe (cycles pluriannuels), il est difficile d'établir un bilan à l'échelle annuelle sans compter l'imprécision des données (Annexe 1 et Tableau 12). Néanmoins, au cours des années étudiées, les sorties du système (prélèvements, flux de la nappe sortant et débits de la Brèche) excèdent les ressources renouvelables (pluies efficaces). L'année 2007 est la moins déficitaire, du fait d'une pluie annuelle légèrement supérieure à la moyenne et de faibles prélèvements. En 2001, le bilan est négatif mais les pluies abondantes de l'automne et de l'hiver 2000 ne sont pas intégrées.

<i>en millions de m³</i>	2001	2003	2005	2007
Pluies efficaces	232,6	90,3	44,0	149,6
Alimentation de la nappe	100,9	29,6	31,4	68,4
Ruissellement	46,5	18,1	8,8	29,9
Prélèvements	5,6	6,3	5,9	5,6
Rejet STEP	1,8	1,8	1,8	1,8
Rejet industries	1,1	1,1	1,1	1,3
Flux de la nappe sortant	58,0	58,0	58,0	58,0
Volumes écoulés par la Brèche	142,5	79,9	50,7	62,3
Bilan entrées - sorties	-55,7	-93,5	-71,3	-24,4

<i>en mm</i>	2001	2003	2005	2007
Pluies efficaces	481,6	186,9	91,1	309,8
Alimentation de la nappe	208,8	61,3	65,0	141,6
Ruissellement	96,3	37,4	18,2	62,0
Prélèvements	11,6	13,0	12,1	11,6
Rejet STEP	3,8	3,8	3,8	3,8
Rejet industries	2,2	2,3	2,4	2,7
Flux de la nappe sortant	120,0	120,0	120,0	120,0
Volumes écoulés par la Brèche	294,9	165,4	104,9	129,1
Bilan entrées - sorties	-115,3	-193,6	-147,7	-50,6

Tableau 12 – Bilan hydrologique annuel du bassin versant de la Brèche.

Les pluies brutes varient fortement : 954,6 mm en 2001, année très pluvieuse, 728,4 mm en 2007, 469,4 mm et 458,6 mm en 2003 et 2005, années sèches. L'évapotranspiration potentielle (ETP) annuelle fluctue peu, entre 730 mm en 2001 et 820 mm en 2003. Les pluies efficaces calculées sur ces années démontrent que l'année 2005 est la plus déficitaire (91,1 mm) et l'année 2001 la plus excédentaire (481,6 mm).

La recharge des nappes ne se produit qu'au premier trimestre (Illustration 49). Lors de l'année humide 2001, la recharge de la nappe s'est poursuivie en avril tandis qu'en années sèches, 2003 et 2005, la recharge s'est arrêtée dès février. Au cours des autres trimestres, la nappe se vidange. En effet, bien que la pluie efficace ne soit pas toujours nulle, elle peut ne pas percoler jusqu'à la nappe car elle est reprise en totalité pour recharger la réserve utile (RU) des sols.

Les pluies efficaces ne s'accompagnent d'une remontée de la nappe qu'en période hivernale et printanière, lorsque le réservoir sol est saturé. Ainsi, le piézomètre de Catillon-Fumechon affiche une remontée du toit de la nappe, avec toutefois un temps de retard de 1,5 à 2 mois par rapport aux pluies efficaces du fait de l'inertie de la nappe de la craie (Illustration 49). En remarque, la remontée de la nappe de la craie constatée fin 2007, qui ne s'explique pas par l'analyse des bilans au pas de temps décadaire, suit une période de fortes pluies. La réserve utile des sols calculée est telle que l'infiltration vers la nappe a été considérée comme nulle.

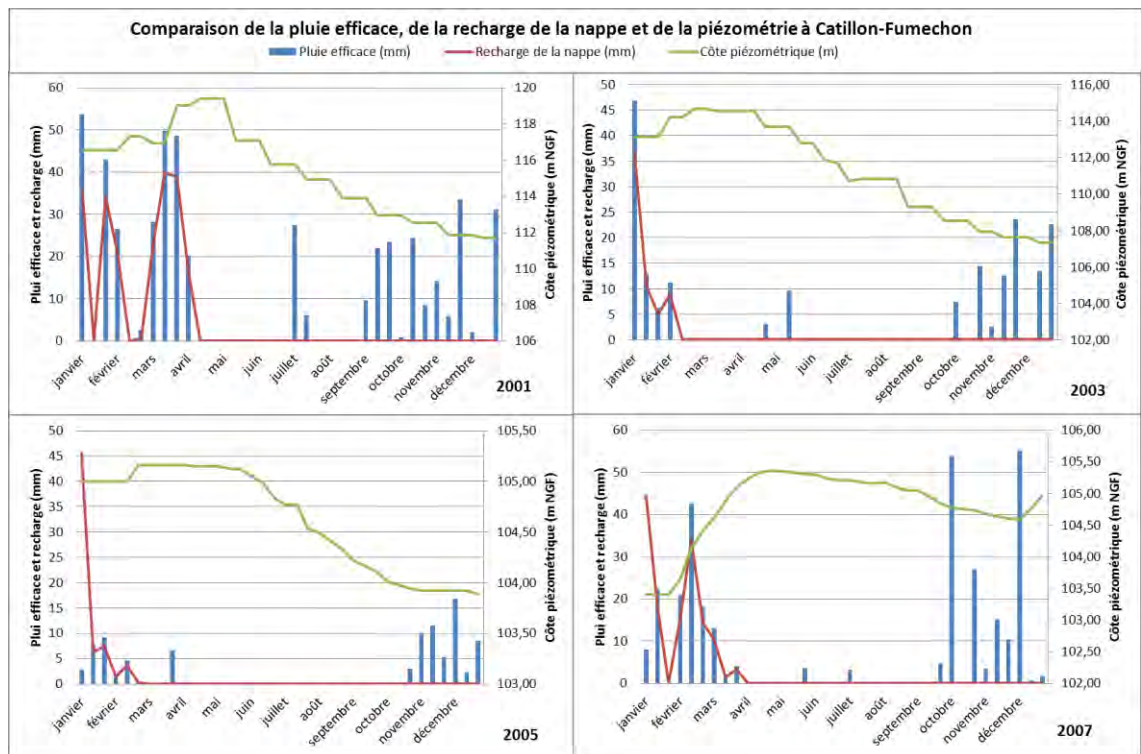


Illustration 49 – Influence de la pluie efficace et de la recharge sur le piézomètre de Catillon-Fumechon (00807X0015/S1).

D'après les bilans hydrologiques, la composante rapide de l'écoulement représente environ 30% du débit de la Brèche, de 17% en 2005 à 48% en 2007. Mais la part de ruissellement dans le débit de la rivière est contrastée selon la période de l'année. Ainsi, elle est plus importante durant les premier et quatrième trimestres.

Les prélèvements annuels restent du même ordre de grandeur sur les 4 années étudiées (Illustration 50). Les sorties anthropiques sont relativement faibles en comparaison avec les pluies efficaces et représentent 2% en 2001 à 13% en 2005 de ces ressources renouvelables.

Cependant, en comparaison avec les années sèches 2003 et 2005, les pluies efficaces sont plus abondantes en 2007 sans que le débit de la Brèche n'augmente significativement. Le débit des cours d'eau est en effet soutenu par la nappe de la craie. En raison de l'inertie de celle-ci, il accuse de façon différée les conséquences de déficit ou d'excédent pluviométrique.

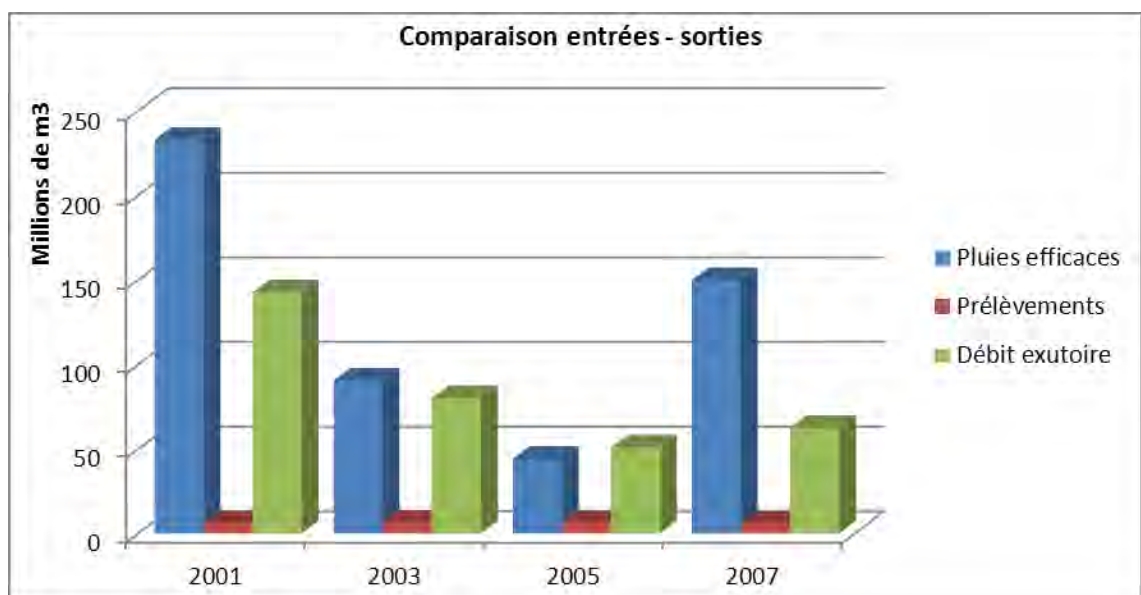


Illustration 50 – Comparaison des entrées et des sorties sur le bassin de la Brèche.

4.2.5. Bassin versant de la Nonette

a) Situation géographique et hydrographique

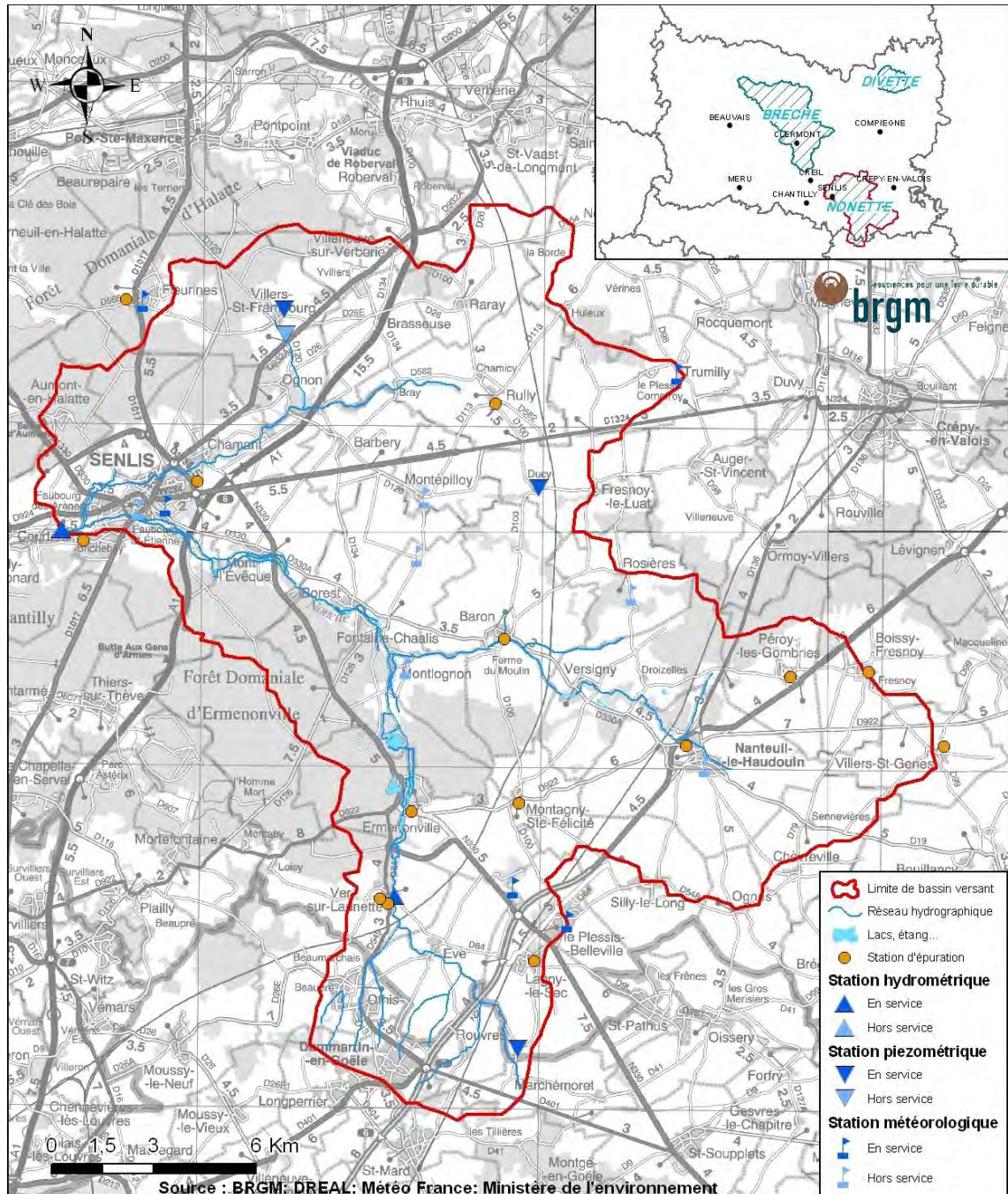


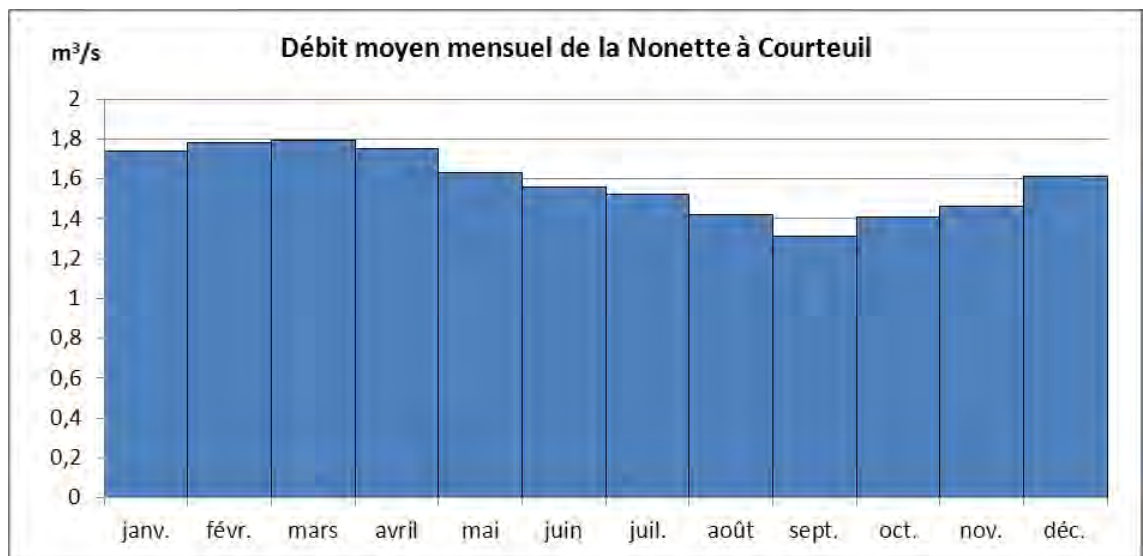
Illustration 51 – Localisation du bassin versant de la Nonette.

Le bassin hydrographique de la Nonette se situe au sud-est du département de l'Oise, en rive gauche de la rivière Oise. Il s'étend sur une surface de 396 km² avec Creil au nord-ouest et Crépy-en-Valois à l'est (Illustration 51).

La Nonette prend sa source à Nanteuil-le-Haudoin et s'écoule sur 41 km pour se jeter dans l'Oise à Gouvieux. Entre sa source, située à 97 m d'altitude et sa confluence avec l'Oise, située à 25 m d'altitude, la pente moyenne du cours d'eau est de 1,8‰.

Ce cours d'eau possède deux affluents principaux : l'Aunette en rive droite et la Launette en rive gauche. L'Aunette prend sa source à Rully et rejoint la Nonette à l'ouest de Senlis après un parcours de 14 km. La Launette, longue de 16 km, naît à Marchémoret en Seine-et-Marne et rattrape la Nonette à Fontaine-Chaalis.

Le débit moyen mensuel de la Nonette est enregistré à Courteuil, sur la période 1968 à 2011, pour un bassin versant de 338 km². Calculé sur 41 ans, il est de 1,58 m³/s, soit une lame d'eau de 148 mm. Le minimum est de 1,31 m³/s en septembre tandis que le maximum est de 1,79 m³/s en mars (Illustration 52).



Source : Banque Hydro

Illustration 52 – Débit moyen mensuel de la Nonette à Courteuil.

Le bassin de la Nonette s'étend sur le Valois-Multien, région composée de plateaux calcaires tertiaires traversés par de petites vallées ouvertes aux versants doux. Les cours d'eau ont fait l'objet de nombreux aménagements hydrauliques. En effet, ils

traversent de nombreux parcs, comme ceux du château de Chantilly et du parc d'Ermenonville, où ont été creusés des étangs, canaux et pièces d'eau.

b) Occupation des sols

A l'amont, le bassin versant est caractérisé par des paysages de grandes cultures et de bois recouvrant les buttes. Les vallées humides sont occupées par des pâtures et des peupleraies. La région est fortement influencée par sa proximité avec la région parisienne et l'aéroport Roissy-Charles-de-Gaulle. De nombreux aménagements se concentrent le long des axes routiers et autour des zones urbanisées anciennes. Les bourgs s'étendent autour de Senlis et à proximité des routes nationales RN2 et RN324, le long desquelles se développent de grandes zones d'activités. Il faut également noter la présence de l'autoroute A1 et de la ligne de TGV en talus sur certaines sections du plateau.

A l'aval, le plateau est occupé par de grands massifs forestiers et notamment le Massif des Trois Forêts, englobant les forêts domaniales d'Halatte, de Chantilly et d'Ermenonville. La vallée de la Nonette est pâturée par les chevaux et les villages forment des clairières ou sont installés en lisière. L'urbanisation est relativement dense (Senlis, Chantilly) et tend à s'étendre au détriment des massifs forestiers. Cependant, les protections patrimoniales mises en place ont permis de protéger les forêts, permettant une stabilité du paysage mais également une forte fréquentation touristique.

c) Contexte géologique

Le bassin versant de la Nonette s'établit sur le plateau tertiaire du Valois formé par les calcaires du Lutétien et dominé par des buttes de formations du Bartonien et de l'Oligocène (Stampien), alignées selon une direction nord-ouest/sud-est (Illustration 53).

La série stratigraphique rencontrée sur le bassin versant de la Nonette se résume, des terrains les plus anciens au plus récents :

- la craie forme le substratum et est toujours recouverte de formations tertiaires ;
- les sables et argiles du Thanétien (sables de Bracheux) et de l'Yprésien (argiles du Sparnacien et sables de Cuise) n'affleurent pas sur le bassin versant ;
- les calcaires du Lutétien inférieur ont été uniquement reconnus par sondages tandis que les calcaires à miliolites et marnes et caillasses du Lutétien supérieur affleurent dans la basse vallée de la Nonette et forment le soubassement des plateaux du nord du bassin versant ;

- les sables grossiers d'Auvers, les argiles de Villeuneuve-sur-Verberie ainsi que les sables et grès de Beauchamps, datant de l'Auversien (Bartonien inférieur) forment les versants des buttes ;
- les calcaires de Ducy, les sables de Mortefontaine et les calcaires de Saint-Ouen du Bartonien moyen et supérieur, sont présents dans la haute vallée de la Nonette sur la Montagne de Rosière, au Pont Pagnotte, au Mont Alta et à la Haute Pommeraie ;
- les formations du Ludien (Bartonien supérieur) couronnent ces collines ;
- les terrains du Stampien, se limitent au Mont Pagnotte et à la Montagne Saint-Christophe.

Les limons des plateaux recouvrent le plateau calcaire situé entre l'Aunette et la haute vallée de la Nonette et celui entaillé par la Launette. Leur puissance est très variable et leur composition dépend du substratum.

Des colluvions de versants et de fonds de vallons sont circonscrites à Othis, Roures, Dammartin-en-Goële sur la haute vallée de la Launette.

Des sables dunaires et fluviéo-éoliens constituent de petites dunes stabilisées par la forêt, notamment sur la butte de la Haute Pommeraie, dans la forêt de Chantilly et de Coye. Ces dunes ont été formées par des sables auversiens du Bartonien inférieur remontés par le vent. L'épaisseur de cette formation peut atteindre 1 à 2 m.

Enfin, les alluvions, constituées de sables éocènes et plus particulièrement cuisiens (Yprésien inférieur), de colluvions remaniées et de tourbe, remplissent les fonds de vallées humides. L'épaisseur des alluvions modernes peut atteindre 7 à 10 m dans la vallée de l'Aunette et 6 à 7 m à Gouvieux, à la confluence avec l'Oise. Les tourbes peuvent atteindre une épaisseur de 10 m à Senlis.

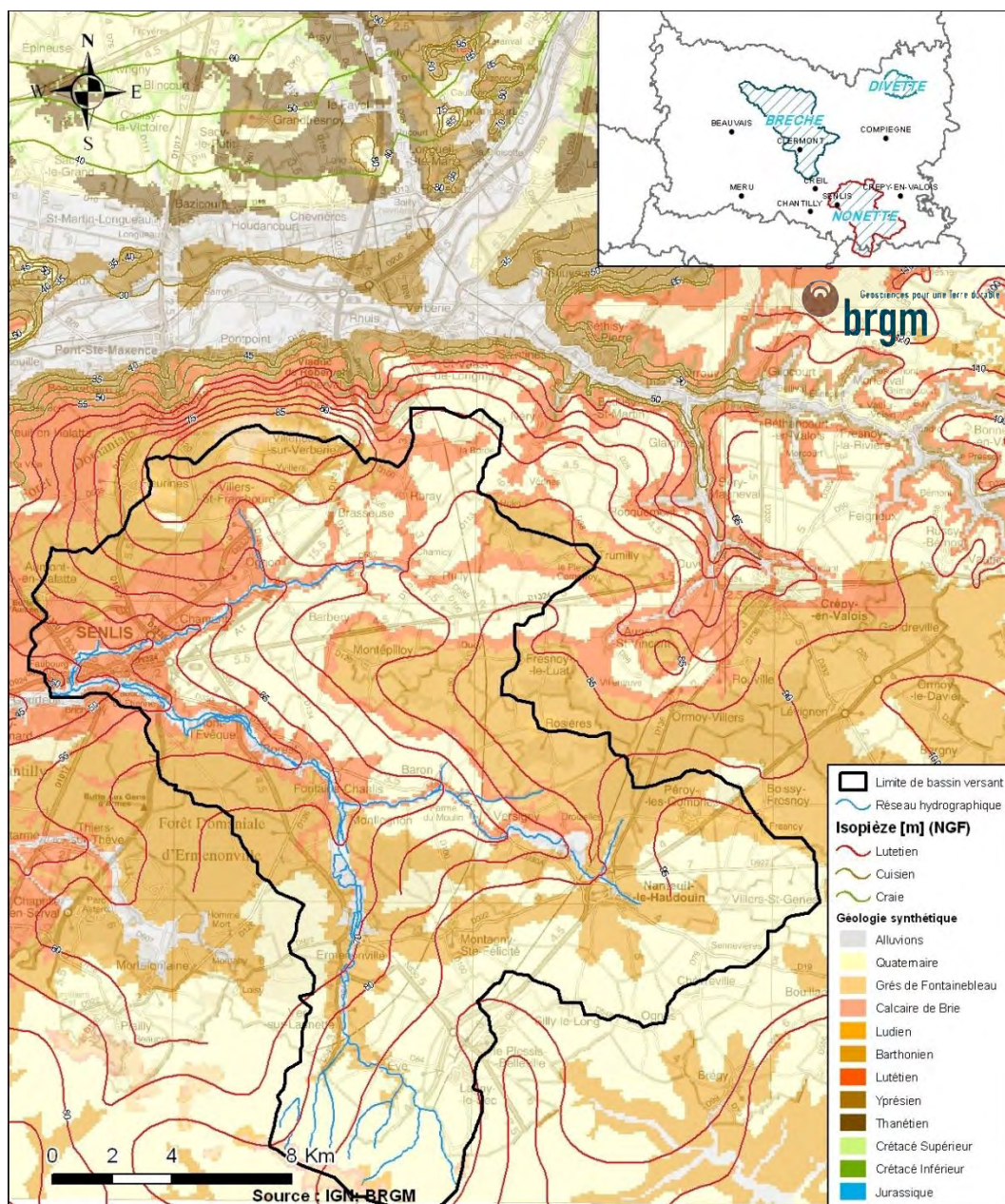


Illustration 53 – Carte géologique et hydrogéologique du bassin versant de la Nonette.

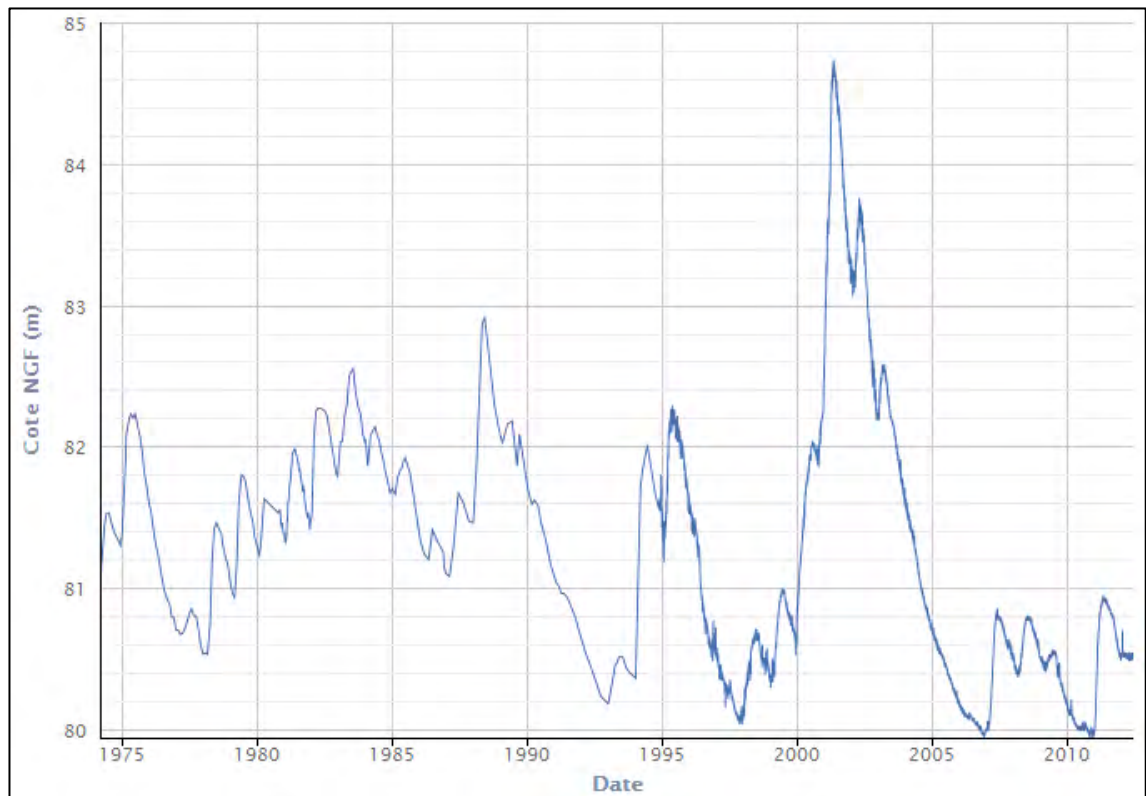
d) Contexte hydrogéologique

Le bassin de la Nonette est caractérisé par plusieurs aquifères superposés, séparés par des niveaux argileux plus ou moins imperméables et continus. Ces niveaux aquifères étagés topographiquement renferment des nappes perchées sur les hauteurs des collines, des nappes libres sous celles-ci et sous les plateaux, des nappes

captives sous les vallées ou en profondeur sous des couches imperméables, des nappes semi-captives à la périphérie des plateaux (Illustration 53). Du plus profond au plus superficiel, se distinguent plusieurs nappes :

- la nappe captive de la craie et des sables de Bracheux du Thanétien est exploité sous le plateau à Chamant pour l'alimentation en eau potable. Cette nappe n'est pas en liaison avec les vallées humides et ne participerait donc pas à l'alimentation de la Nonette ;
- dans le Valois, le toit imperméable formé par les argiles de Laon (Yprésien supérieur) n'existe pas ou a disparu par érosion et les sables de Cuise (Yprésien inférieur) sont en communication hydraulique directe avec les calcaires du Lutétien. Les sables et les calcaires contiennent alors une seule et même nappe, reposant sur les argiles du Sparnacien (Yprésien inférieur). Sauf au cœur du plateau du Valois où elle est captive, la nappe présente un régime libre et est drainée par les vallées qui la recoupent ;
- les nappes des formations du Bartonien alimentent quelques puits individuels et quelques sources et déterminent un horizon humide ainsi que quelques mares à l'ouest et au sud-ouest de la butte de la Haute Pommeraie ;
- la nappe des sables de Fontainebleau (Stampien supérieur), perchée dans les buttes témoins, alimente des sources et des fontaines à la périphérie du Mont Pagnotte qui fournissent de faibles débits.

Au total, 3 piézomètres sont situés dans le bassin versant de la Nonette. Les puits de Villers-Saint-Frambourg et de Fresnoy-le-Luat suivent le niveau de la nappe des calcaires du Lutétien tandis que l'ouvrage situé à Lagny-le-Sec enregistre le niveau des sables de Cuise. Toutefois, ces 2 nappes sont considérées comme étant en continuité hydraulique sur le bassin de la Nonette. Les fluctuations observées sur le piézomètre de Fresnoy-le-Luat depuis 1974 montrent un maximum de 86 m NGF environ et un minimum de 80 m (Illustration 54). Ce puits présente une composante rapide significative révélant la double porosité du calcaire du Lutétien.



Source : ADES

Illustration 54 – Chroniques piézométriques de la nappe des calcaires du Lutétien enregistrées sur l'ouvrage de Fresnoy-le-Luat (01287X0017/S1).

e) Climatologie

D'après la grille AURELHY de Météo France, la pluviométrie s'échelonne de 710 à 730 mm dans la partie aval du bassin, en bordure de bassin versant et dans les vallées humides, de 730 à 750 mm sur les plateaux tertiaires et à l'amont du bassin, et jusqu'à 780 mm sur le Mont Pagnotte et la butte de Rosières.

D'après une étude réalisée sur le bassin versant de la Divette (**Allier D. et al** (2012) Rapport BRGM/RP-61164-FR), la pluie optimale calculée par le logiciel de modélisation TEMPO est : 36% Creil + 51% Fresnoy + 13% Senlis.

f) Prélèvements

Les ressources en eau du bassin de la Nonette sont utilisées pour (Illustration 55, Illustration 56, Illustration 57, Illustration 58 et Illustration 59) :

- l'alimentation en eau potable : 22 à 24 prélèvements en nappe ;
- l'agriculture (irrigation) : 11 à 15 prélèvements en nappe et 1 prélèvement en eau de surface en 2003 et 2005 ;
- l'industrie : 11 à 15 prélèvements en nappe.

Dans le bassin versant, l'eau est majoritairement utilisée pour les besoins domestiques (Illustration 55) qui représentent 89% des volumes totaux prélevés. Les captages en eau potable sont répartis dans des petites communes de manière dispersée.

Les forages industriels, peu nombreux, prélèvent des volumes d'eau souterraine relativement constants qui concernent seulement 1% des prélèvements totaux.

Les prélèvements agricoles se situent principalement sur la partie amont du bassin. Ils varient de 7 à 13% des prélèvements totaux selon les conditions météorologiques. Un unique prélèvement en eau de surface a eu lieu en 2001 et en 2003 à Montlognon et concerne moins de 1% des volumes totaux.

Ce volume prélevé est un manque à gagner pour la rivière, bien qu'une partie des eaux usées et des eaux industrielles retourne au milieu naturel après avoir été assainie.

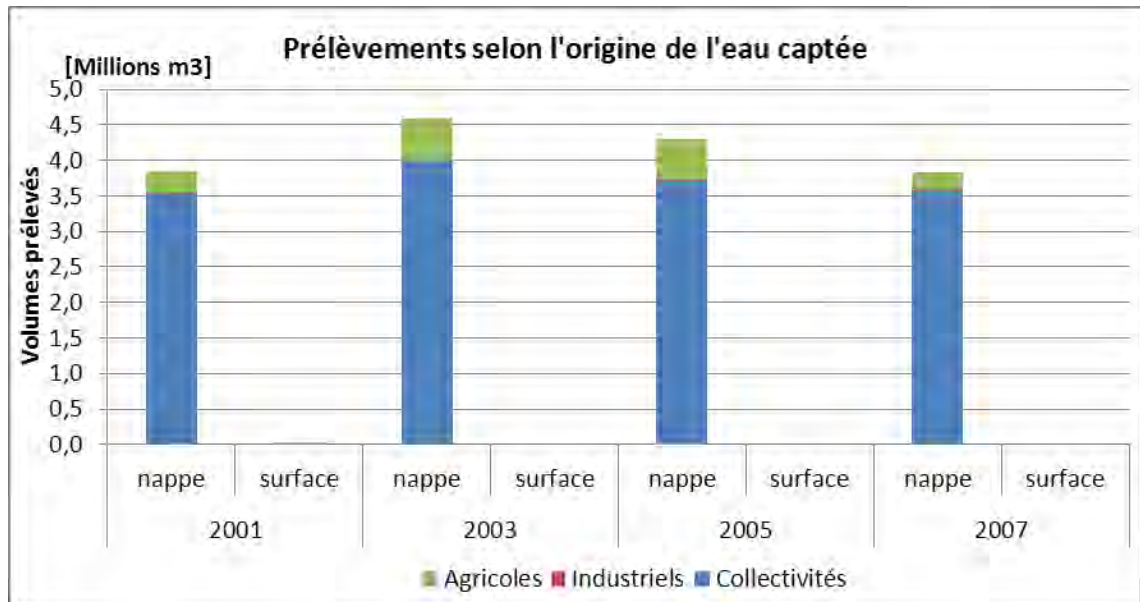


Illustration 55 – Répartition des prélèvements par origine et par usage dans le bassin de la Nonette.

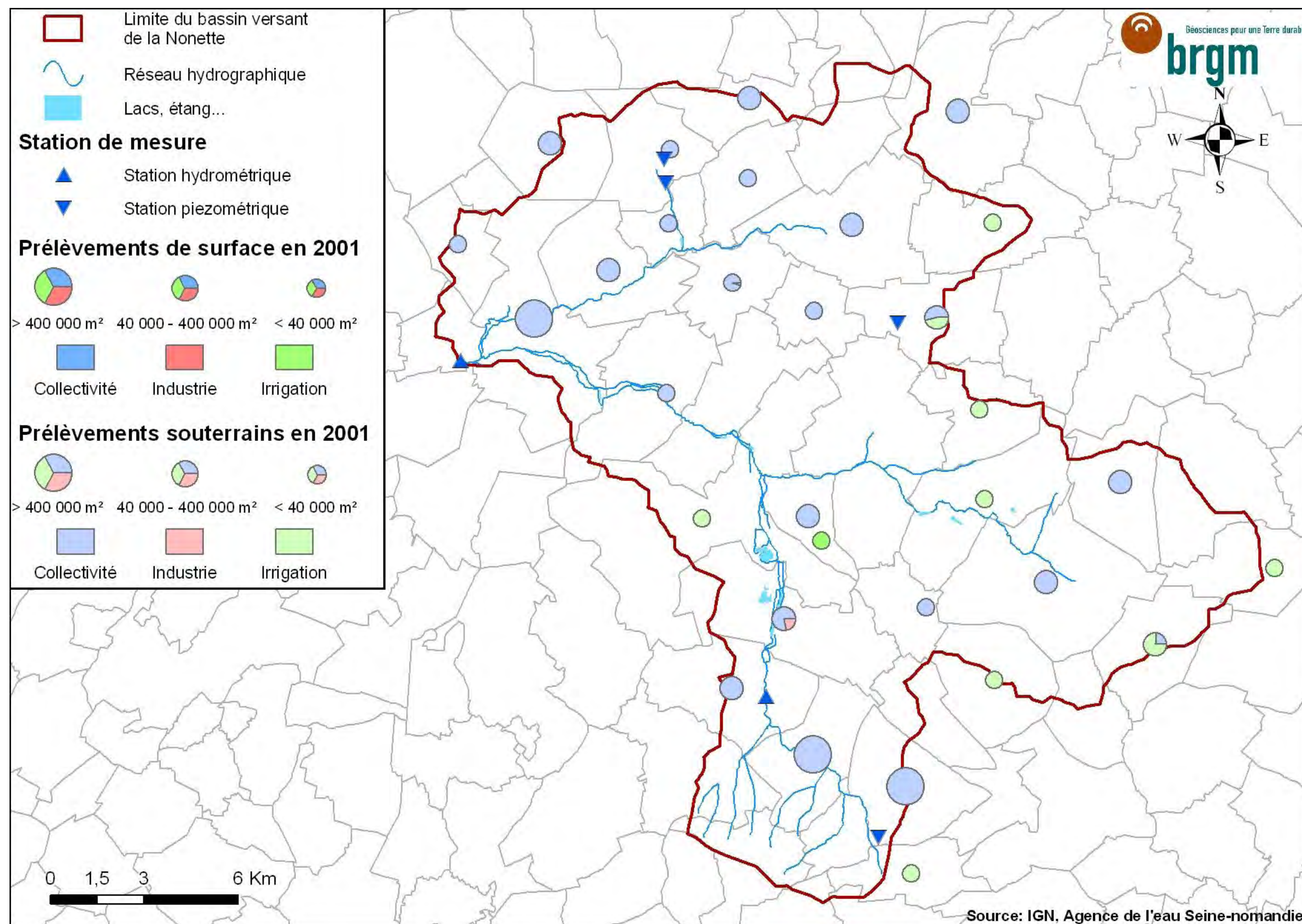


Illustration 56 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Nonette – Année 2001.

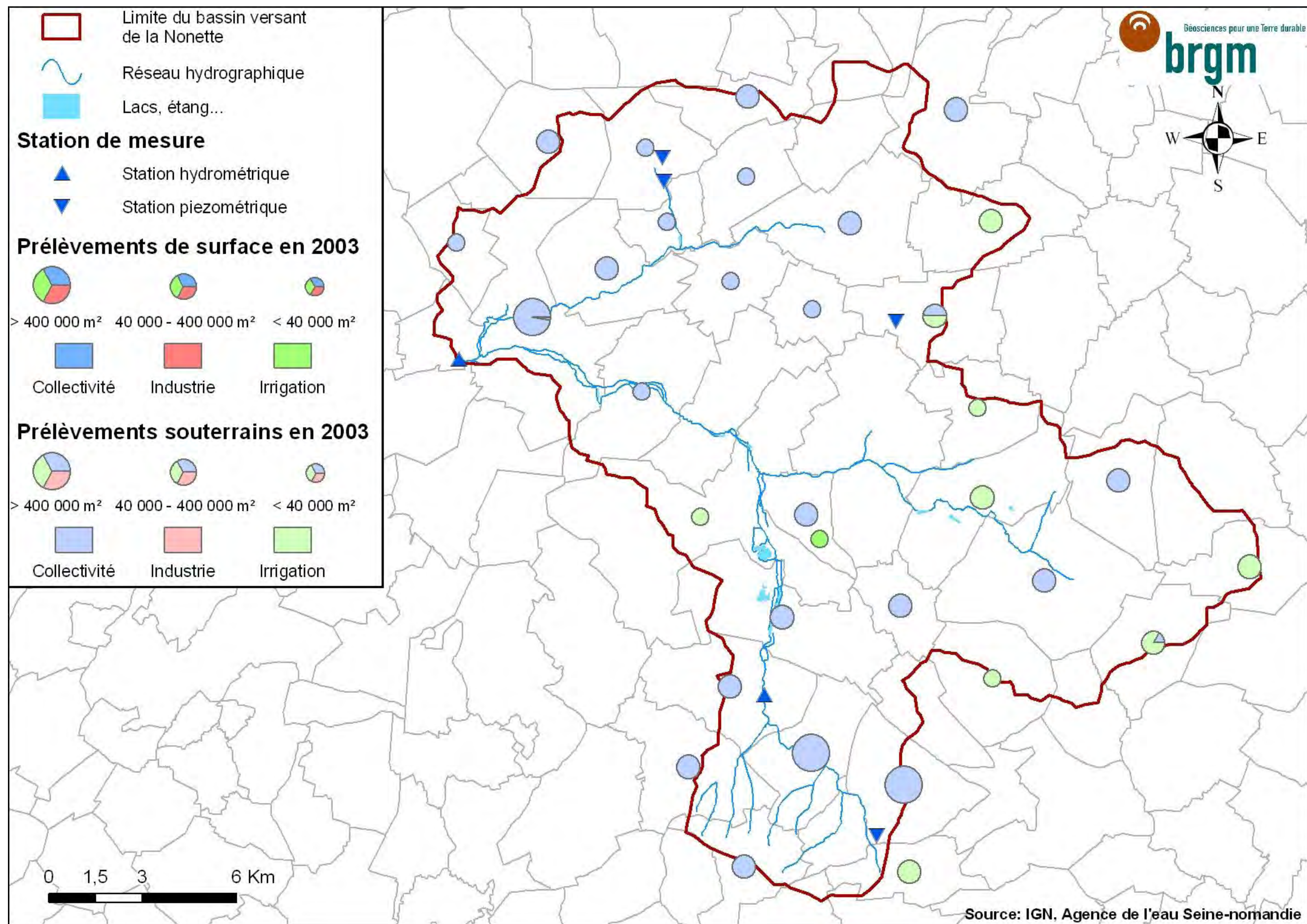


Illustration 57 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Nonette – Année 2003.

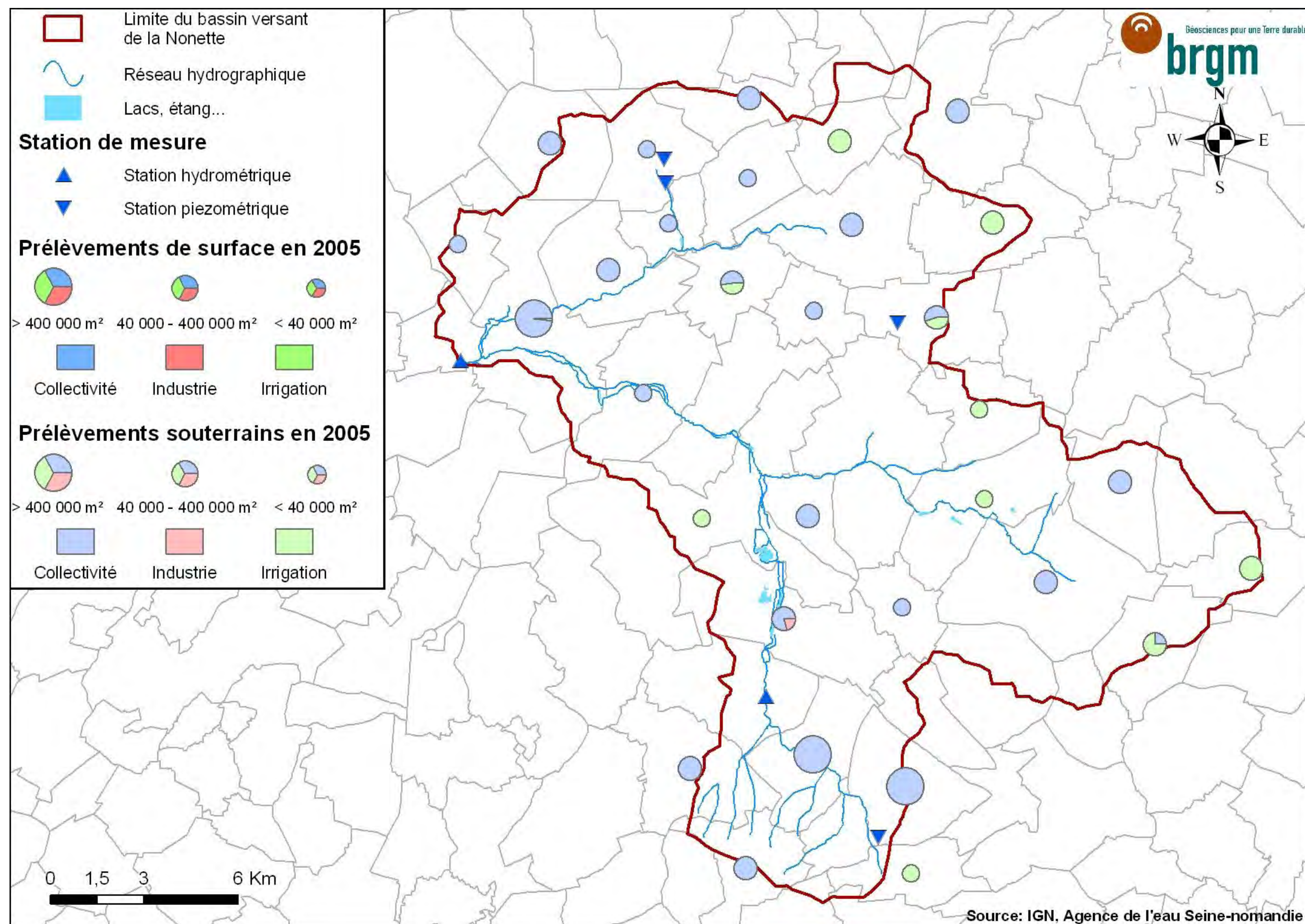


Illustration 58 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Nonette – Année 2005.

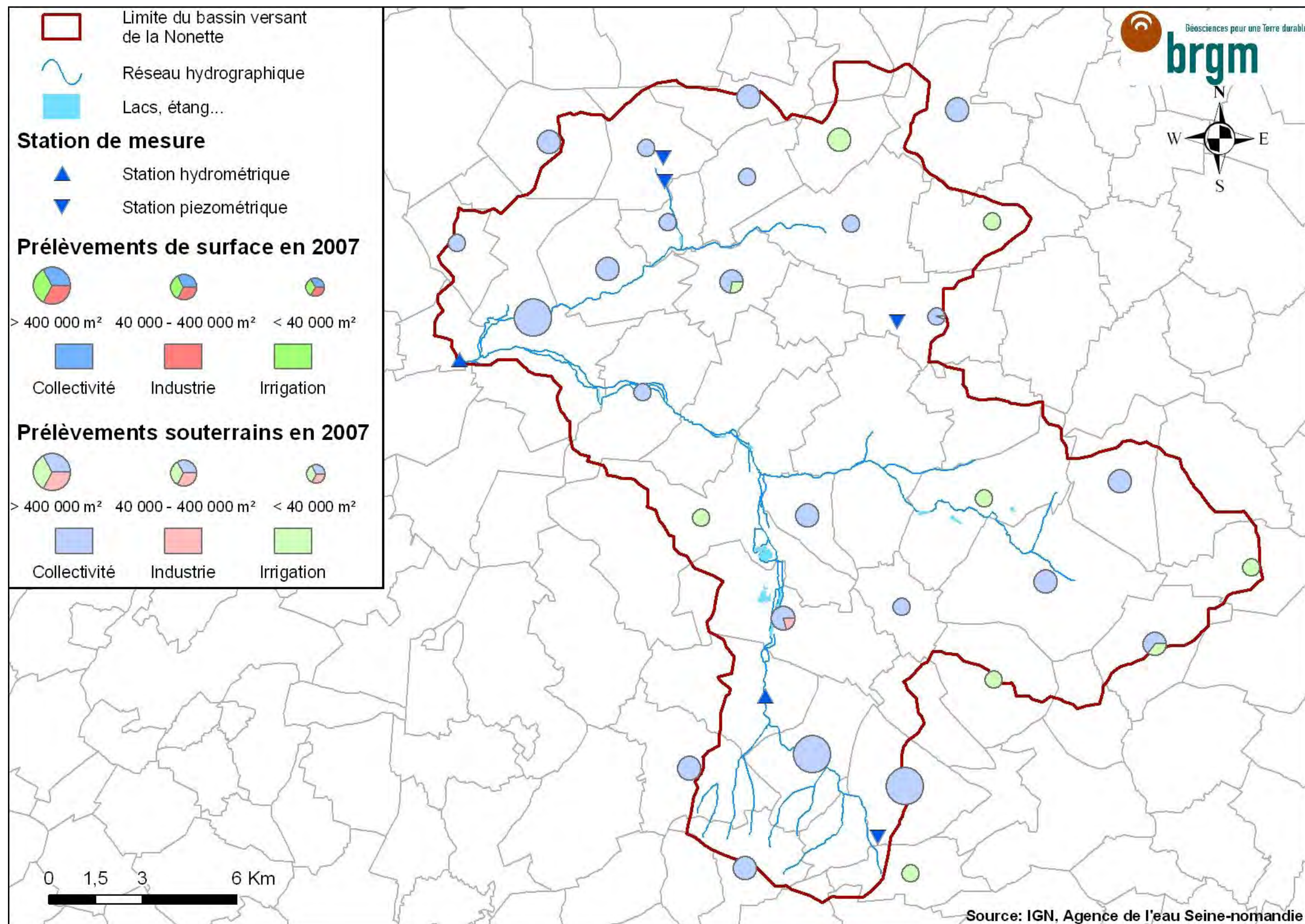


Illustration 59 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Nonette – Année 2007.

g) Bilans entrées – sorties

A partir des données concernant la pédologie du bassin versant de la Nonette, une RU d'environ 186 mm a été attribuée au bassin versant de la Nonette (Tableau 13). Pour rappel, on pose l'hypothèse que la réserve utile des sols est à son maximum à chaque début d'année (RU = RU_{max}).

Type de sol	Taux d'occupation	RU associée (mm)
Limon argileux profond	43,0%	240
Sable	26,1%	65
Argile sur grève	27,4%	220
Argile limoneuse profonde	3,5%	170
		186,37 mm

Tableau 13 – Calcul de la réserve utile globale des sols du bassin versant de la Nonette.

L'hydrogramme de la Nonette est relativement inertiel, le débit étant soutenu par les eaux souterraines notamment en période d'étiage. Néanmoins toute la pluie efficace ne participe pas au renouvellement de la ressource en eau souterraine (recharge) bien que la part du ruissellement soit très minoritaire.

Ainsi, une modélisation du bassin de la Nonette mise en œuvre en 2012 a montré que la composante lente, correspondant au ruissellement, participait à environ 15% au débit de la Nonette (**Allier D. et al** (2012) Rapport BRGM/RP-61164-FR). Un taux de ruissellement de 15% a donc été retenu pour le bassin de la Nonette.

D'après les données de la Banque du Sous-Sol (BSS), la transmissivité de l'aquifère du Lutétien est de l'ordre de $0,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Le gradient hydraulique, selon la piézométrie des calcaires du Lutétien, est de $9,5 \cdot 10^{-3}$ et la largeur de l'exutoire est de 3,5 km. Le flux souterrain de la nappe du Lutétien ainsi calculé est de $0,27 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, soit une lame d'eau annuelle de 25 mm. Etant donné les incertitudes relatives aux données du calcul, ce résultat est un ordre de grandeur.

Compte tenu de l'inertie de la nappe (cycles pluriannuels), il est difficile d'établir un bilan à l'échelle annuelle sans compter l'imprécision des données (Annexe 1 et Tableau 14). Néanmoins, au cours des années étudiées, les sorties du système (prélèvements, flux sortant de la nappe et débits de la Nonette) excèdent les ressources renouvelables (pluies efficaces) notamment en 2003 ainsi qu'en 2005, années où la pluviométrie a été faible. L'année 2007 est la plus excédentaire, du fait

d'une pluie annuelle légèrement supérieure à la moyenne et de faibles débits en sortie. En 2001, le bilan est peu élevé car les pluies importantes de l'automne et l'hiver 2000 ne sont pas intégrées au calcul.

<i>en millions de m³</i>	2001	2003	2005	2007
Pluies efficaces	170,6	59,3	43,8	99,1
Alimentation de la nappe	86,5	24,5	29,3	48,8
Ruissellement	25,6	8,9	6,6	14,9
Prélèvements	3,9	4,6	4,3	3,8
Rejet STEP	0,6	0,8	0,8	2,2
Rejet industries	0,0	0,0	0,0	0,0
Flux de la nappe sortant	2,1	2,1	2,1	2,1
Volumes écoulés par la Nonette	93,2	51,6	33,1	33,2
Bilan entrées - sorties	13,6	-24,0	-2,7	26,7

<i>en mm</i>	2001	2003	2005	2007
Pluies efficaces	512,3	178,0	131,6	297,6
Alimentation de la nappe	259,9	73,7	88,0	146,5
Ruissellement	76,8	26,7	19,7	44,6
Prélèvements	11,6	13,8	12,9	11,5
Rejet STEP	1,8	2,5	2,5	6,5
Rejet industries	0,1	0,0	0,1	0,1
Flux de la nappe sortant	6,2	6,2	6,2	6,2
Volumes écoulés par la Nonette	279,9	155,0	99,4	99,8
Bilan entrées - sorties	40,8	-72,1	-8,1	80,2

Tableau 14 – Bilan hydrologique annuel du bassin versant de la Nonette.

Les pluies brutes varient fortement : 1027,2 mm en 2001, année très pluvieuse, 744,6 mm en 2007, 520,4 mm et 537,4 mm en 2003 et 2005, années sèches. L'évapotranspiration potentielle (ETP) annuelle fluctue peu, entre 730 mm en 2001 et 820 mm en 2003. Les pluies efficaces calculées sur ces années démontrent que l'année 2005 est la plus déficitaire (131,6 mm) et l'année 2001 très largement la plus excédentaire (512,3 mm).

La recharge de la nappe ne se produit qu'au premier trimestre (Illustration 60). Lors de l'année humide 2001, elle s'est poursuivie en début avril tandis qu'en 2003, année sèche, elle s'est arrêtée dès février. Au cours des trimestres suivants, la nappe se vidange. En effet, bien que la pluie efficace ne soit pas toujours nulle, elle peut ne pas

percoler jusqu'à la nappe car elle peut être reprise en totalité pour recharger la réserve utile des sols.

La recharge de la nappe au cours des premières décades est confirmée par l'observation de la chronique piézométrique de Fresnoy-Le-Luat, qui affiche une remontée du toit de la nappe avec toutefois un décalage (Illustration 60). La différence des temps de réaction entre la nappe à Fresnoy-Le-Luat et le cours d'eau à Courteuil suite à des épisodes pluvieux est d'environ 3 à 4 mois.

La réalimentation du premier trimestre 2005 n'est en revanche pas enregistrée par le piézomètre de Fresnoy-Le-Luat. Ce constat ne s'explique pas par l'analyse des bilans au pas de temps décadaire. Il est probable que la réserve utile des sols n'était pas à son maximum en début 2005 et que les pluies efficaces ne se sont alors pas infiltrées jusqu'à la nappe.

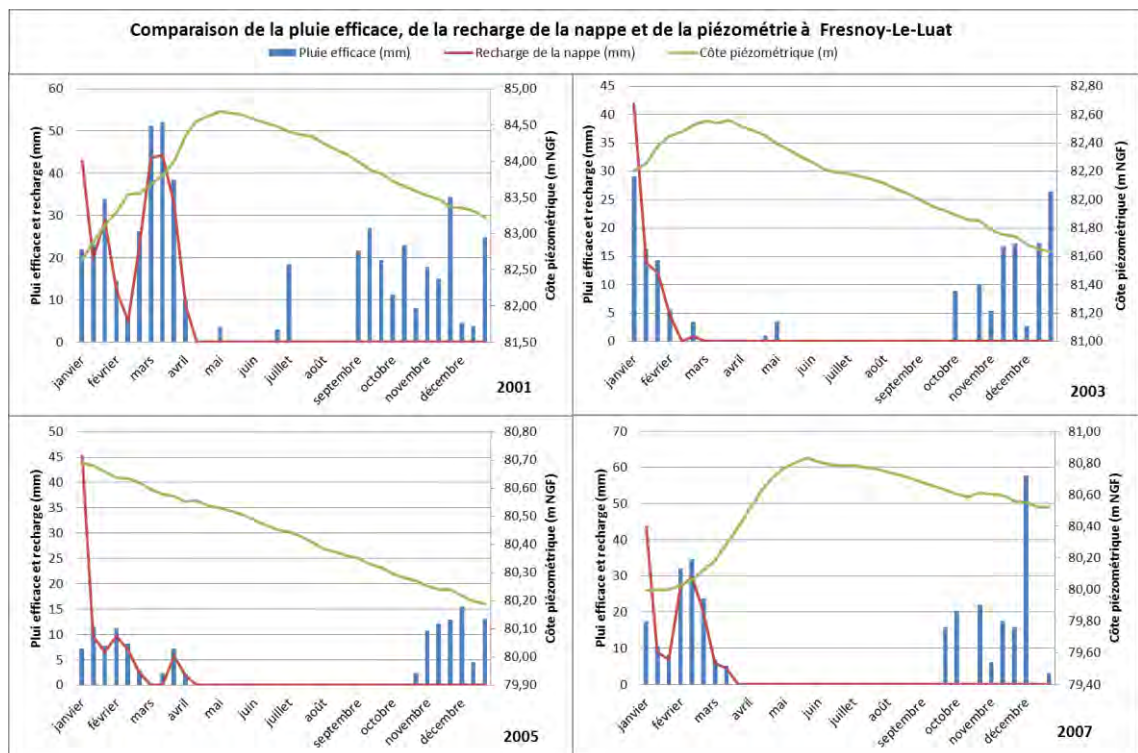


Illustration 60 – Influence de la pluie efficace et de la recharge sur le piézomètre de Fresnoy-le-Luat (01287X0017/S1).

D'après les bilans hydrologiques, la composante rapide de l'écoulement représente environ 27% du débit de la Nonette, de 17% en 2003 à 45% en 2007. Mais la part de ruissellement dans le débit de la rivière est contrastée selon la période de l'année. Ainsi, la participation du ruissellement dans le débit de la Nonette est plus importante durant les premier et quatrième trimestres.

Les prélèvements annuels restent du même ordre de grandeur sur les 4 années étudiées (Illustration 61). Les sorties anthropiques sont relativement faibles en comparaison avec les pluies efficaces et représentent 2% en 2001 à 10% en 2005 de ces ressources renouvelables.

En comparaison avec les années sèches 2003 et 2005, les pluies efficaces sont plus abondantes en 2007 sans que le débit de la Nonette n'augmente significativement. Le débit des cours d'eau est en effet soutenu par la nappe de la craie. En raison de l'inertie de celle-ci, le débit des cours d'eau accuse de façon différée les conséquences de déficit ou d'excédent pluviométrique.

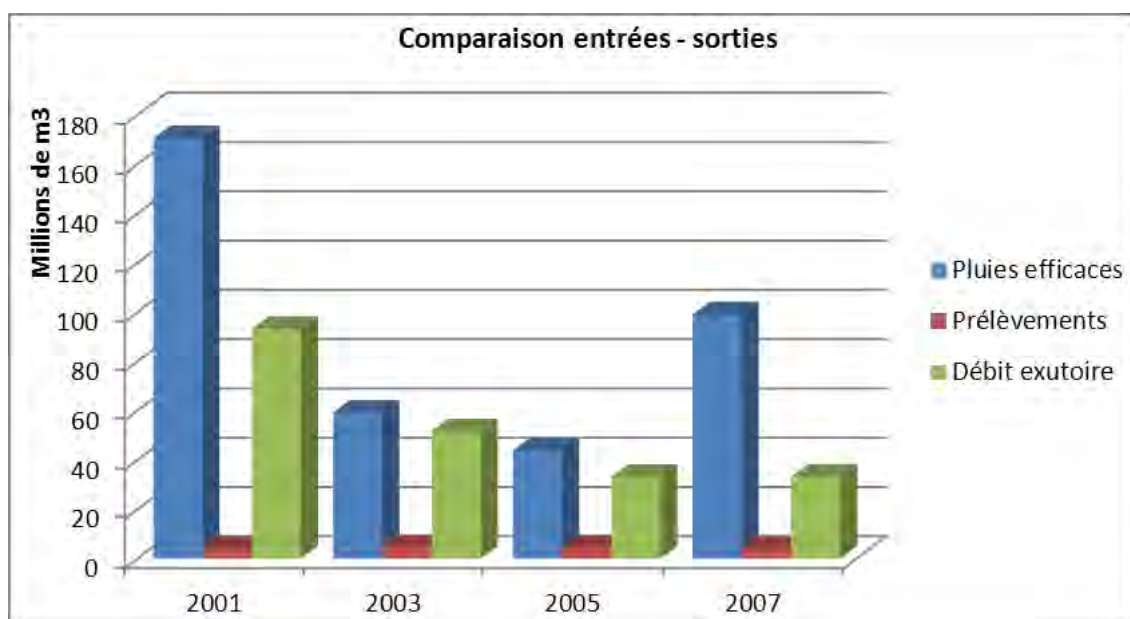


Illustration 61 – Comparaison des entrées et des sorties sur le bassin de la Nonette.

4.2.6. Bassin versant de la Divette

a) Situation géographique et hydrographique

Le bassin hydrographique de la Divette se situe au nord-est du département, en rive droite de la rivière Oise et à l'ouest de Noyon. Il s'étend sur une surface de 74 km² (Illustration 62).

L'altitude moyenne du bassin versant est de 92,5 m, avec un maximum de 188 m au sommet de la Montagne d'Attichy et un minimum de 39 m à la confluence avec l'Oise. Il existe un contraste important entre le relief marqué des terrains de l'Eocène en bordures nord et sud et le relief plus doux des terrains crayeux surmontés des formations sableux du Paléocène en bordure ouest.

La pente moyenne sur le bassin versant est de 6,1%, d'après le MNT de l'IGN au pas de 50 m, avec un maximum de 36%. Les pentes supérieures à 5% occupent près de 50% du territoire. Ce chiffre élevé masque néanmoins la diversité du relief évoqué précédemment, les pentes les plus importantes se situant au niveau des buttes de l'Eocène.

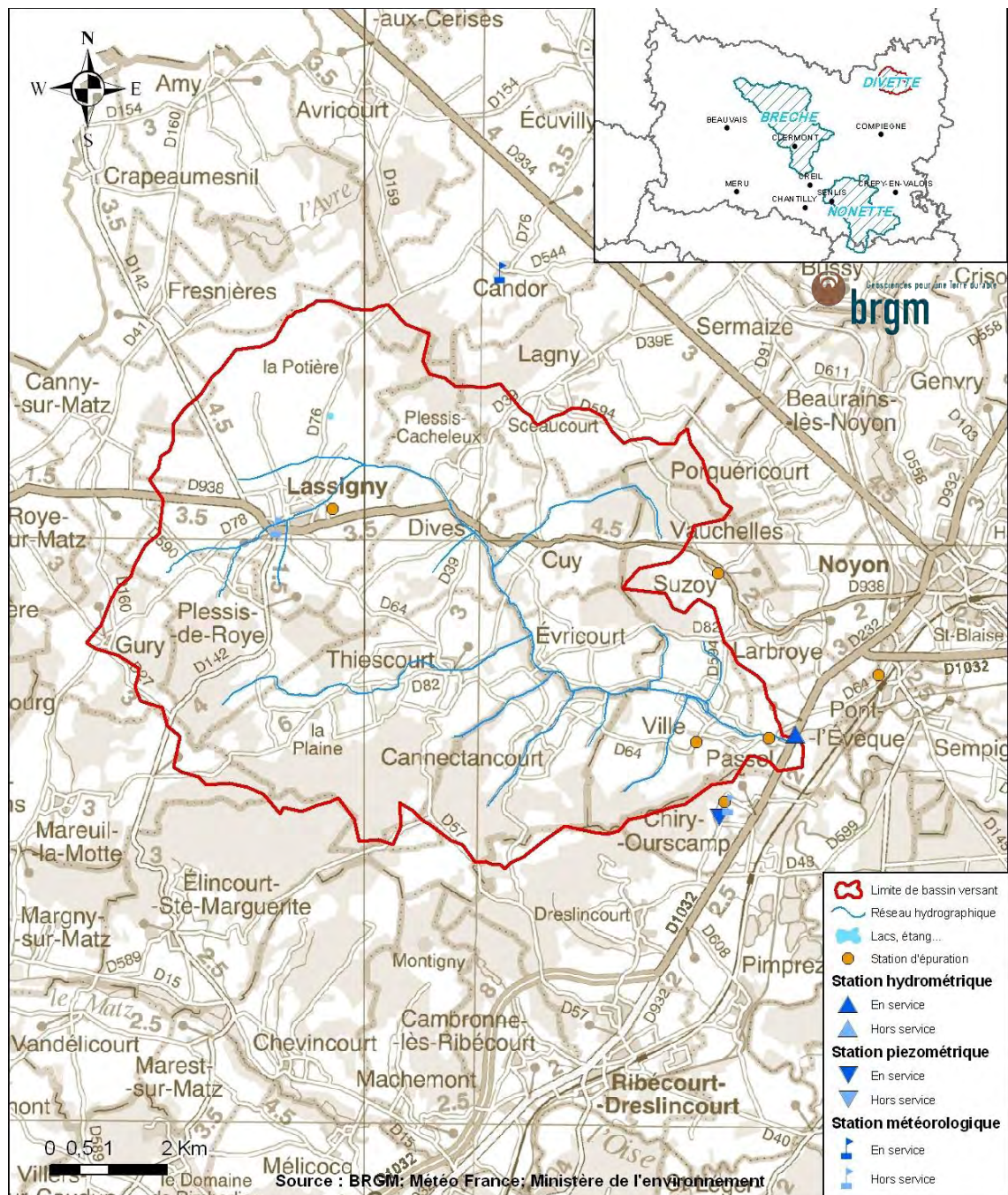
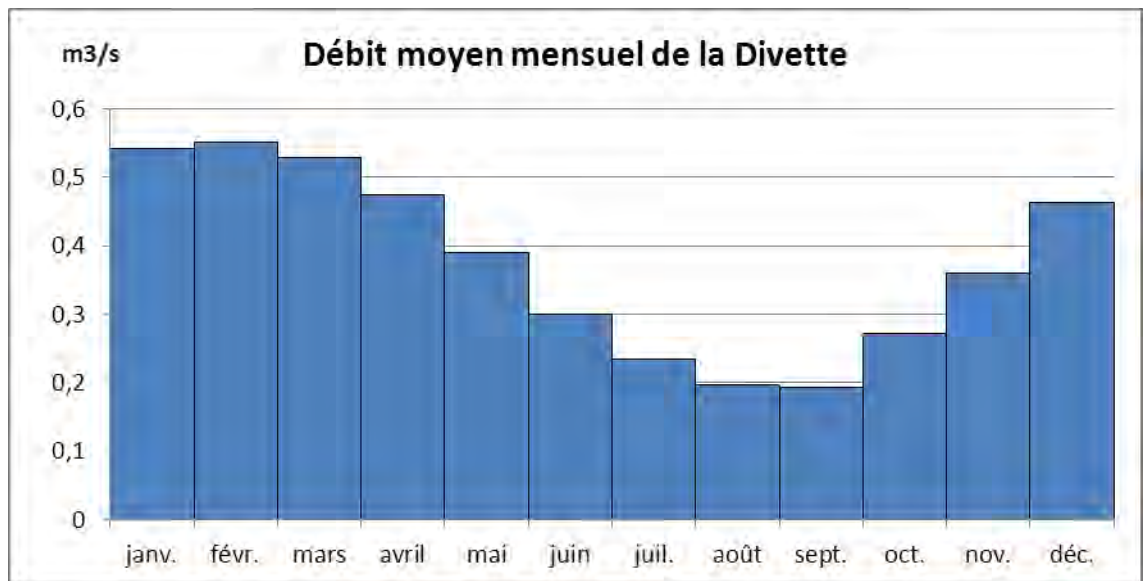


Illustration 62 – Localisation du bassin versant de la Divette.

La Divette prend sa source dans les bois situés au sud-ouest de Plessis-de-Roye. Après un parcours de 15 km, elle rejoint l'Oise en rive droite à Passel, à l'aval immédiat de Noyon. Elle s'écoule dans une petite vallée humide et sinueuse à fond plat et versants ouverts et est alimentée, tout au long de son cours, par un réseau dense de rus. En été, le cours d'eau peut se retrouver à sec dans sa partie amont.

Le débit moyen mensuel de la Divette est enregistré à Passel, soit un bassin versant de 72 km². Calculé sur 41 ans, il est de 0,374 m³/s, soit une lame d'eau annuelle de 164 mm. Le minimum est de 0,192 m³/s en septembre tandis que le maximum est de 0,551 m³/s en février (Illustration 63).



Source : Banque Hydro

Illustration 63 – Débit moyen mensuel de la Divette à Passel.

b) Occupation des sols

Le fond de vallée de la Divette, humide et argileux, accueille des boisements, dont des peupleraies, tandis que les versants restent ouverts et cultivés.

La vallée traverse le Noyonnais, région essentiellement rurale et majoritairement occupée par des cultures, en particulier sur les versants vallonnés. Ces versants cultivés accueillent des villages entourés d'herbages. Ces zones imposent de forts besoins en eau et donc des prélèvements importants.

A l'extrême ouest, la plaine limoneuse et légèrement vallonnée se caractérise par un paysage de grandes cultures à champs ouverts. A l'est, la vallée traverse les « Monts et Montagnes », petits plateaux et buttes calcaires du Tertiaire formant des collines boisées et ponctuellement cultivées sur les hauteurs.

c) Contexte géologique

Le bassin versant s'est constitué dans les terrains tertiaires du Noyonnais, en limite nord-ouest de leur présence dans le Bassin Parisien. La craie affleure néanmoins très localement, dans la partie amont du bassin versant en fond de vallée (Illustration 64).

A l'exception des terrains superficiels, regroupant les alluvions dans les vallées, les colluvions dans les dépressions et les limons sableux en bas de pente, les formations géologiques rencontrées sont :

- la craie du Sénonien qui affleure dans la vallée amont de la Nonette ;
- les sables de Bracheux du Thanétien inférieur présents en bas de versants et sous les alluvions de la Divette ;
- les marnes de Sinceny du Thanétien supérieur sur les versants de vallées ;
- les argiles sparnaciennes de l'Yprésien inférieur ;
- les sables de Cuise de l'Yprésien supérieur qui constituent les versants des buttes tertiaires ;
- les argiles de Laon de l'Yprésien supérieur ;
- la glauconie grossière, les calcaires grossiers et les marnes et caillasses du Lutétien qui forment le haut des plateaux et des buttes tertiaires ;
- les argiles de Saint-Gobain et les sables de Beauchamps du Bartonien inférieur qui couronnent la montagne de Lagny au nord ainsi que la montagne d'Attiche au sud.

d) Contexte hydrogéologique

Les aquifères renfermant des nappes susceptibles d'influer sur le débit de la Divette sont constitués par (Illustration 64) :

- les sables de Bracheux du Thanétien et la craie sous-jacente. Cette nappe captive sous les plateaux et les buttes se retrouve libre dans les parties aval des vallées et est alors drainée par les cours d'eau ;
- les sables de Cuise de l'Yprésien supérieur. La nappe est libre sur une grande partie du bassin mais se retrouve captive sous les argiles de Laon au droit des buttes tertiaires. De nombreuses sources émergent au contact des argiles sparnaciennes de l'Yprésien inférieur et donnent naissance à la Divette et à ses affluents. Bien que sous-jacente à la zone alluviale, une alimentation diffuse par la nappe des sables de Cuise est probable au travers des formations de pente (limons et colluvions) ;
- les calcaires du Lutétien. Ces calcaires renferment des nappes circonscrites aux buttes du nord et du sud. Une alimentation de la nappe sous-jacente des sables de Cuise est possible, soit par drainage verticale à travers les argiles de Laon, soit par réinfiltration de sources.

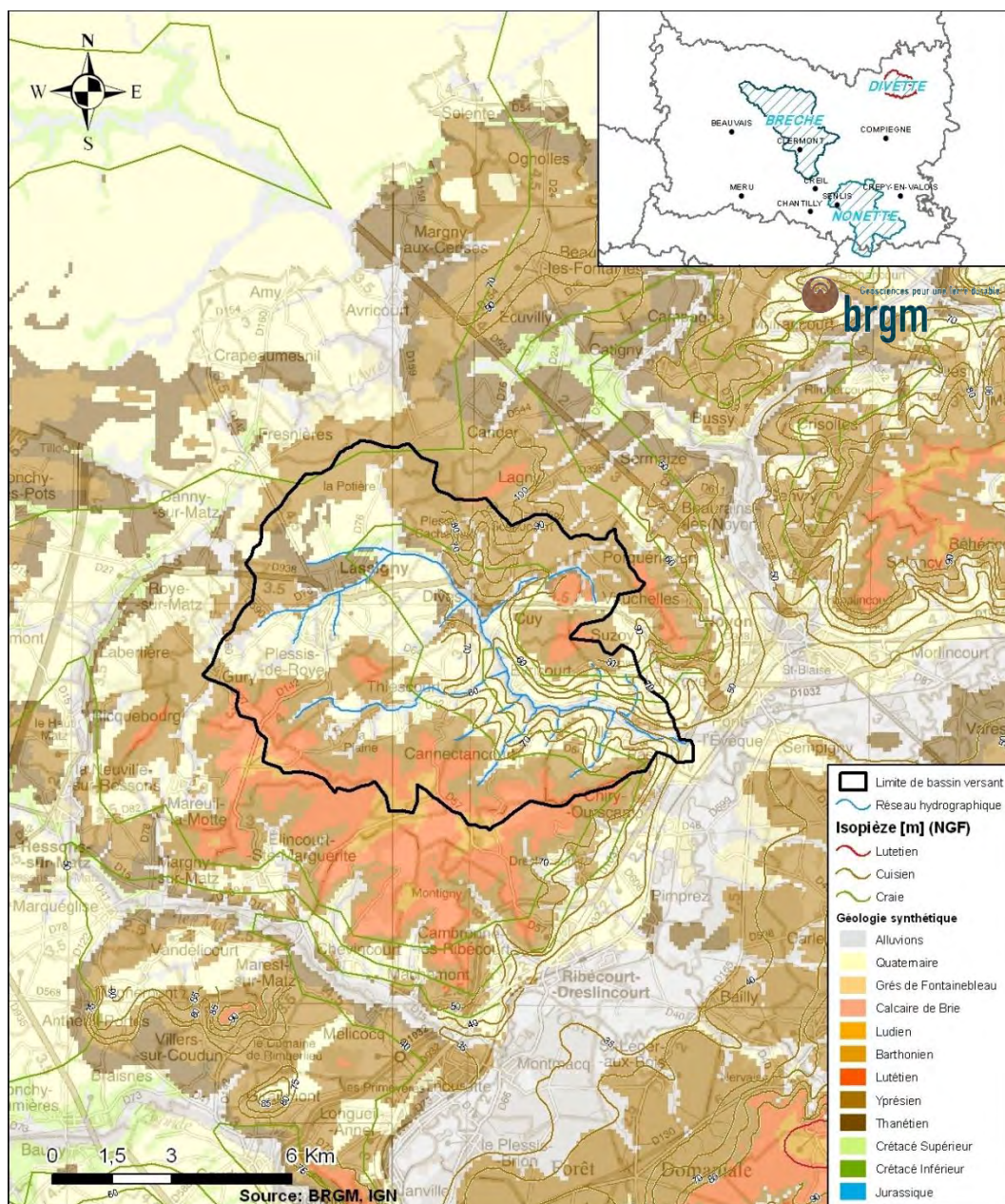
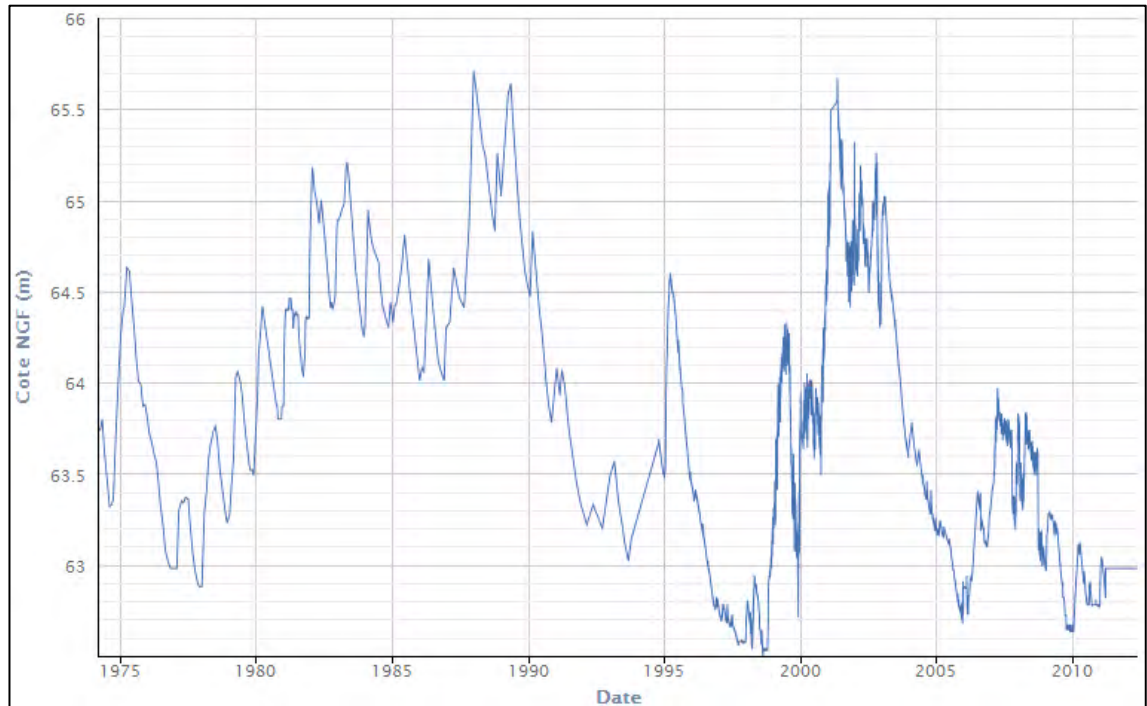


Illustration 64 – Carte géologique et hydrogéologique du bassin versant de la Divette.

Seul l'ouvrage situé à Chiry-Ourscamps est situé dans le bassin versant de la Divette. Il enregistre les variations piézométriques de la nappe des sables de Cuise de l'Yprésien inférieur. Pour information, ce puits est sec depuis juillet 2011 du fait de l'effondrement des terrains encaissants.

Les fluctuations observées de 1974 jusqu'à 2011 montrent un maximum de 65,5 m NGF environ et un minimum de 62,5 m (Illustration 65). La chronique présente

des fluctuations saisonnières et interannuelles. Le battement moyen annuel, 0,8 m/an, est faible.



Source : ADES

Illustration 65 – Chroniques piézométriques de la nappe des sables de l'Yprésien enregistrées sur l'ouvrage de Chiry-Ourscamps (00825X0107/S1).

e) Climatologie

Le bassin versant de la Divette reçoit une pluviométrie moyenne annuelle de 730 mm environ, d'après la grille AURELHY de Météo France. Les pluviométries sont relativement homogènes et s'échelonnent de 710 m dans la vallée de la Divette notamment sur sa partie amont, à 770 m sur la Mont d'Attiche au sud du bassin.

D'après une étude réalisée sur le bassin versant de la Divette (**Asfirane F. et al.** (2008) rapport BRGM/RP-56690-FR), la pluie optimale obtenue par le modèle TEMPO est : 80% Candor + 20% Ribecourt-Dreslincourt. Ces stations hydrométriques, situées 2,5 km au sud et 2,5 km au nord du bassin versant, enregistrent des pluviométries annuelles moyennes d'un ordre de grandeur équivalent à celle du bassin versant.

f) Prélèvements

En 2001, 2003, 2005 et 2007, la ressource en eau a été sollicitée pour tous les usages (Illustration 66, Illustration 67, Illustration 68, Illustration 69 et Illustration 70) :

- l'alimentation en eau potable : 3 à 4 prélèvements en nappe ;
- l'agriculture (irrigation) : aucun à 1 prélèvement en nappe ;
- l'industrie : 2 prélèvements en nappe.

Dans le bassin versant de la Divette, seules les nappes souterraines sont sollicitées et l'exploitation de l'eau est partagée entre l'alimentation en eau potable et l'industrie (Illustration 66).

Les prélèvements en eaux souterraines pour un usage industriel ont été multipliés par 2 entre 2001 et 2003 avant de redescendre en 2005 et 2007 à des volumes très inférieurs à 2001. Ils représentent 20% des prélèvements totaux en moyenne et se concentrent à Lassigny.

Les prélèvements en eau potable fluctuent selon les années et atteignent globalement 80% des volumes totaux. Ils restent relativement constants, mis à part une augmentation de 50% entre 2001 et 2003.

L'utilisation à des fins d'irrigation agricole est marginale avec seulement 1 prélèvement en nappe.

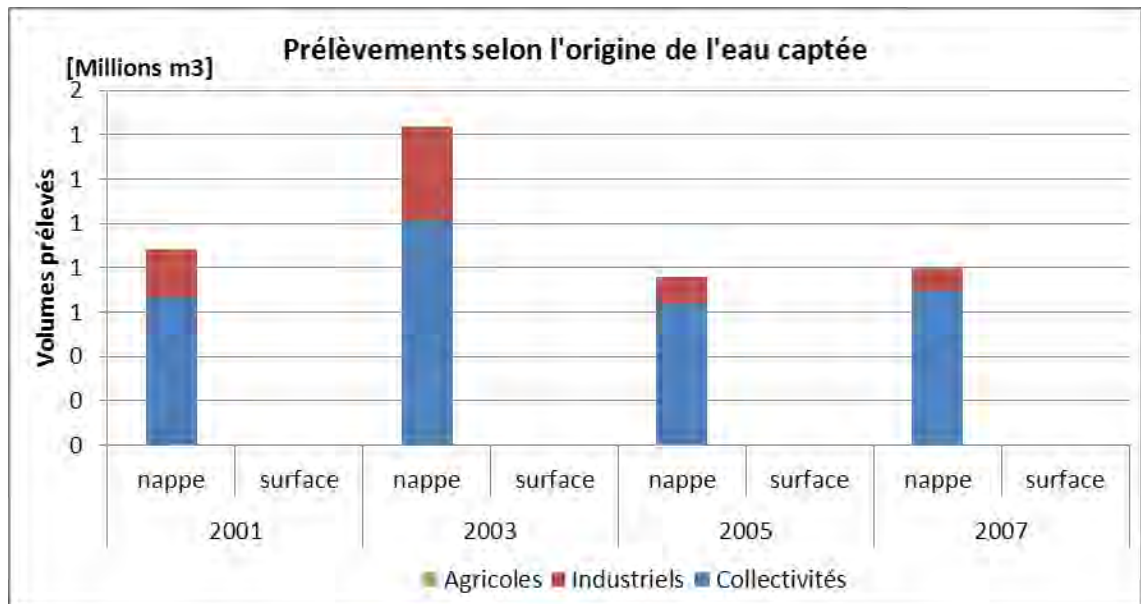


Illustration 66 – Répartition des prélèvements par origine et par usage dans le bassin de la Divette.

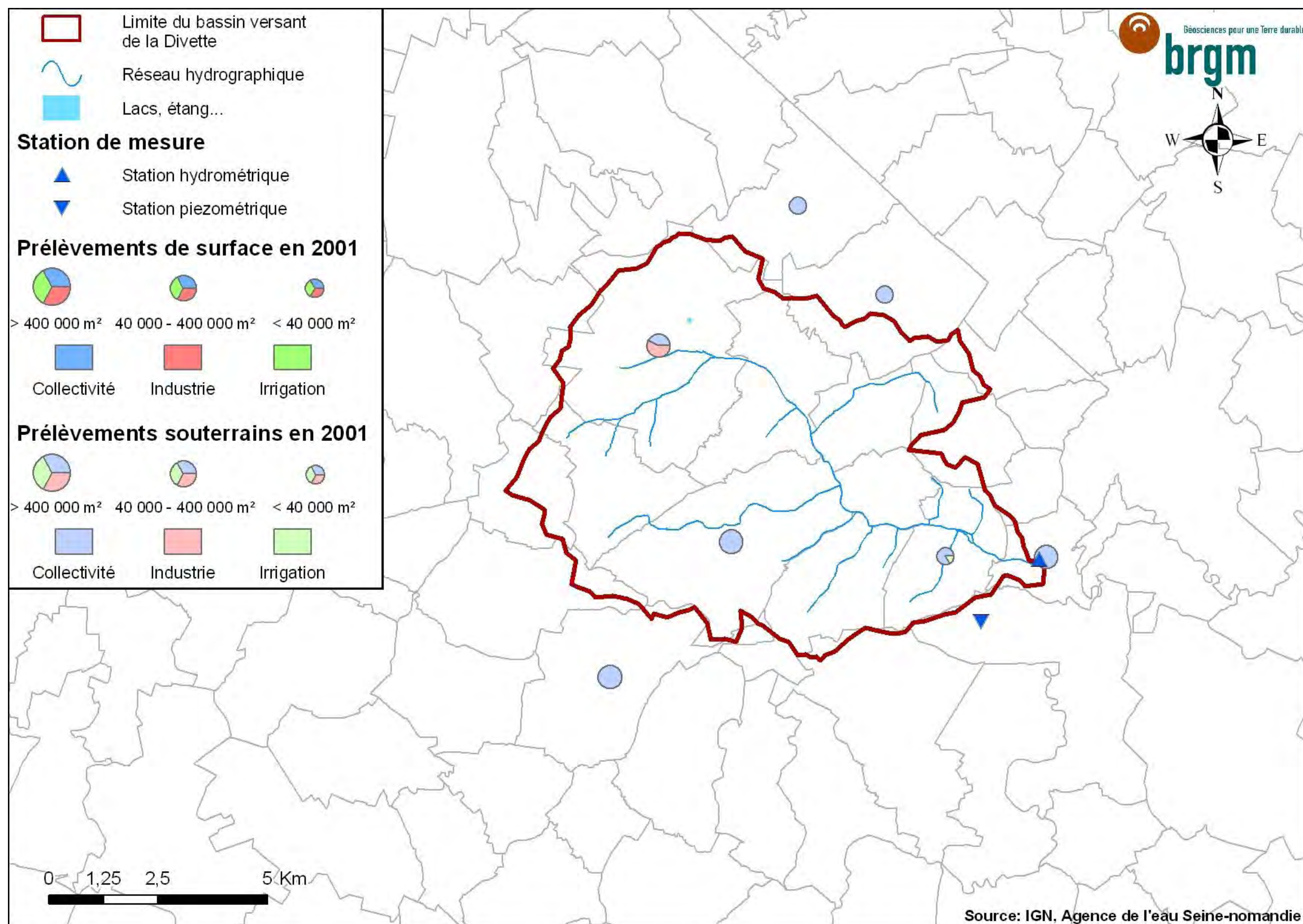


Illustration 67 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Divette – Année 2001.

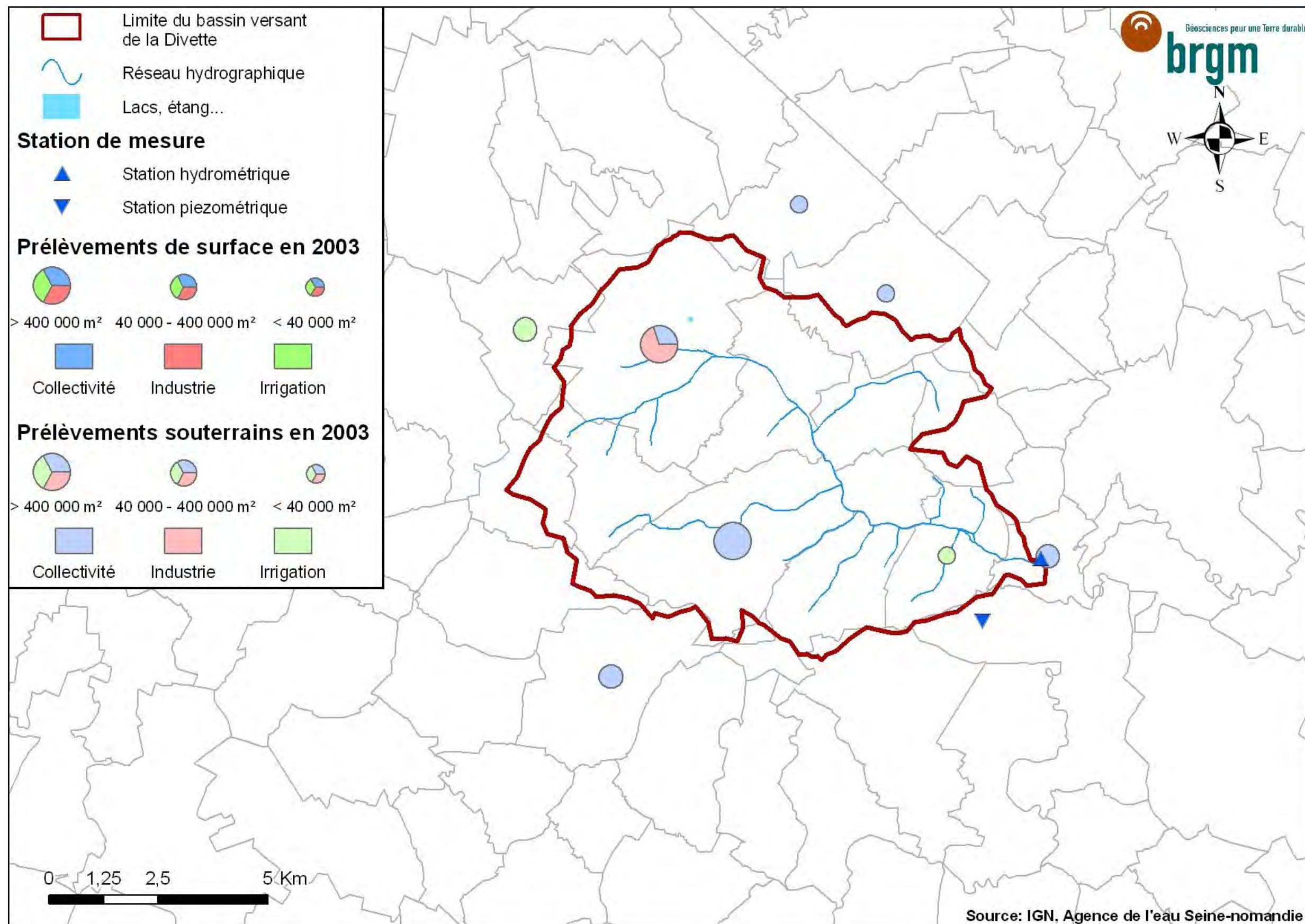


Illustration 68 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Divette – Année 2003.

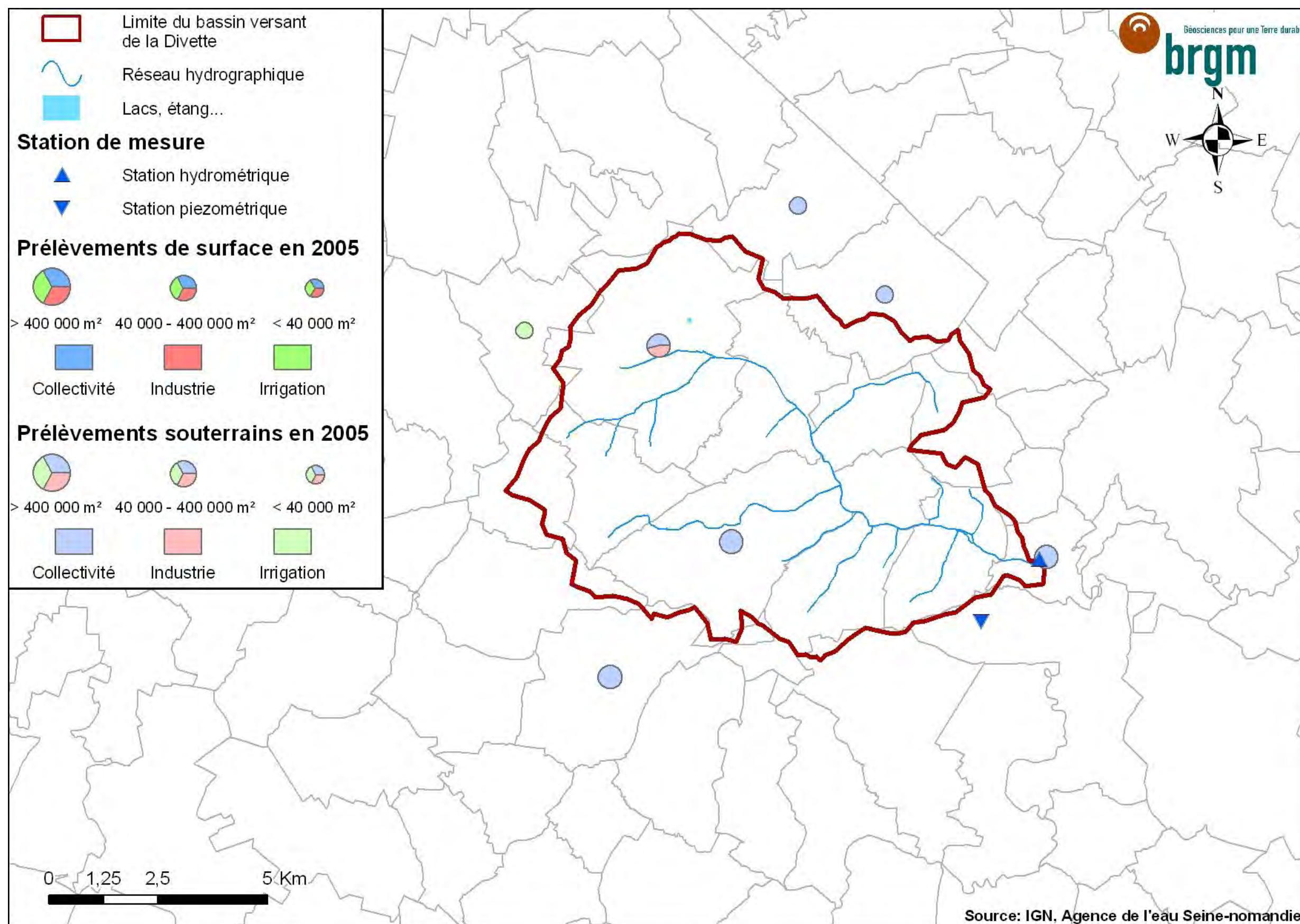


Illustration 69 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Divette – Année 2005.

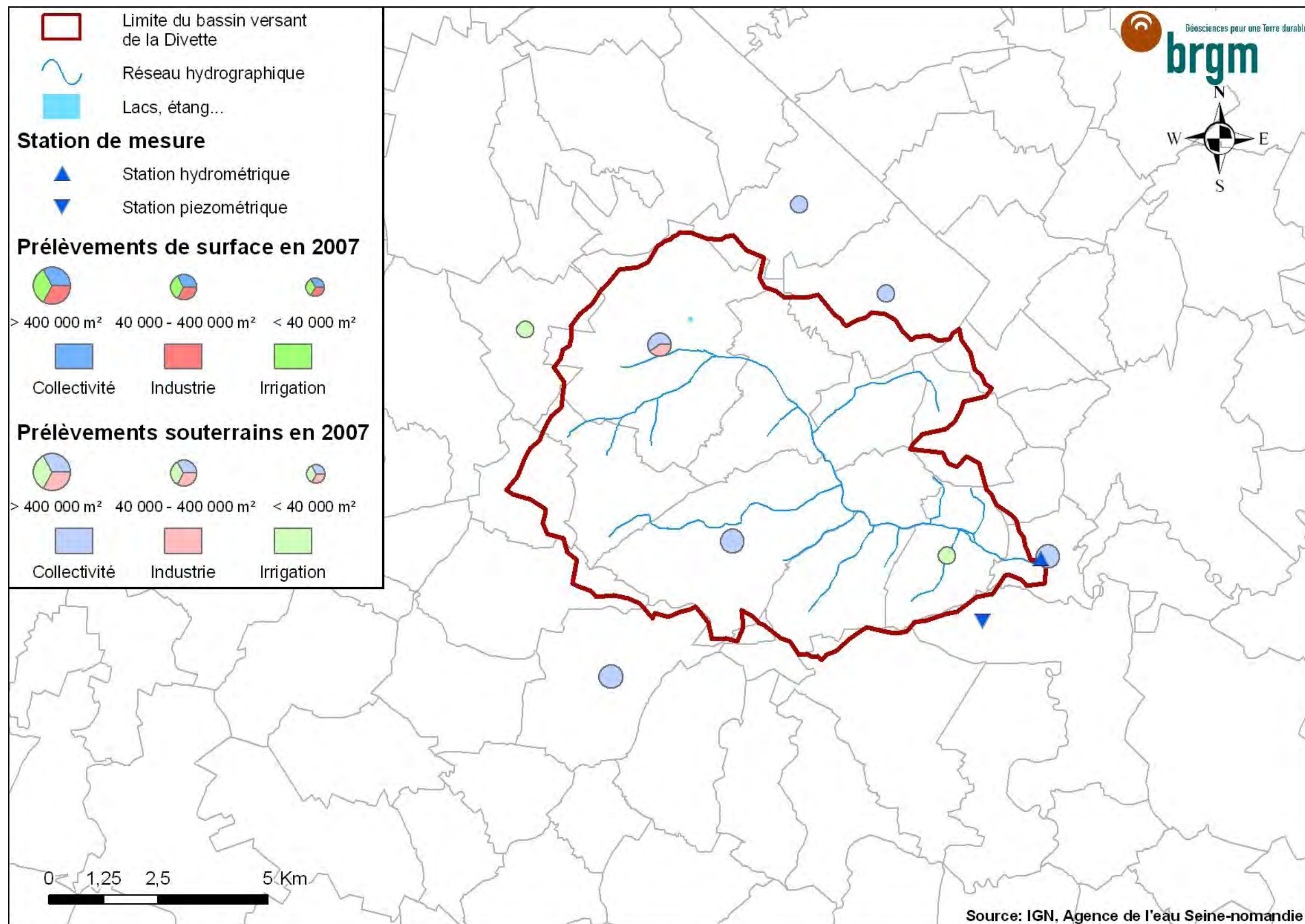


Illustration 70 – Localisation des prélèvements dans le bassin de la Divette – Année 2007.

g) Bilans entrées – sorties

A partir des données concernant la pédologie du bassin versant de la Divette et de la bibliographie, il a été possible d'attribuer une valeur RU_{max} globale d'environ 136 mm (Tableau 11). Pour rappel, on pose l'hypothèse que la réserve utile des sols est à son maximum à chaque début d'année ($RU = RU_{max}$).

Type de sol	Taux d'occupation	RU associée (mm)
Limon sableux profond	35,66%	180
Sable	36,87%	60
Argile limoneuse profonde	20,85%	170
Argile sur grève	6,61%	220
		136 mm

Tableau 15 – Calcul de la réserve utile globale des sols du bassin versant de la Divette.

Les modélisations réalisées sur le bassin de la Divette (**Asfirane F. et al.** (2008) rapport BRGM/RP-56690-FR) ont fait apparaître la part importante du ruissellement dans le débit de la Divette. Celui-ci est néanmoins soutenu tout au long de l'année par un apport souterrain. Les modélisations du débit de la Divette représentent mal les pics de crue mais le ruissellement participerait à hauteur de 65% au débit de la Divette à Passel.

D'après les données de la Banque du Sous-Sol (BSS), la transmissivité de la nappe libre de la craie est de l'ordre de $3,48.10^{-2} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ sur le bassin versant de la Divette. Selon les cartes piézométriques, le gradient hydraulique est de 0,32% en moyenne et la largeur de l'exutoire est de 1,1 km. Le débit ainsi calculé pour le flux souterrain de la nappe de la craie serait de $0,12 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$.

Concernant la nappe des sables de Cuise (Yprésien supérieur), la transmissivité est de l'ordre de $0,33.10^{-2} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$, la largeur de l'exutoire est de 0,6 km et le gradient hydraulique vaut 3,4%. Le débit ainsi calculé pour le flux souterrain de la nappe de la craie serait de $0,067 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$.

Le débit total du flux souterrain serait donc de $0,19 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, soit une lame d'eau de 83 mm/an. Etant donné les incertitudes relatives aux données du calcul, ce résultat est un ordre de grandeur.

Compte tenu de l'inertie de la nappe (cycles pluriannuels), il est difficile d'établir un bilan à l'échelle annuelle sans compter l'imprécision des données (Annexe 1 et Tableau 16Tableau 12). Néanmoins, au cours des années étudiées, les sorties du système (prélèvements, flux de la nappe sortant et débits de la Divette) excèdent les ressources renouvelables (pluies efficaces) en 2003 et en 2005. L'année 2007 est la plus excédentaire, du fait d'une pluie annuelle légèrement supérieure à la moyenne et de faibles prélèvements. En 2001, le bilan est négatif car les pluies importantes de l'automne et l'hiver 2000 ne sont pas intégrées au calcul.

<i>en millions de m³</i>	2001	2003	2005	2007
Pluies efficaces	44,5	18,2	9,2	22,3
Alimentation de la nappe	6,2	1,4	4,5	5,8
Ruissellement	28,9	11,8	6,0	14,5
Prélèvements	0,9	1,4	0,8	0,8
Rejet STEP	0,0	0,0	0,0	0,0
Rejet industries	0,2	0,4	0,1	0,1
Flux de la nappe sortant	6,0	6,0	6,0	6,0
Volumes écoulés par la Divette	30,7	14,2	7,6	11,9
Bilan entrées - sorties	-2,2	-8,1	-3,8	1,7

<i>en mm</i>	2001	2003	2005	2007
Pluies efficaces	618,3	252,1	128,1	309,4
Alimentation de la nappe	86,6	19,3	62,1	80,3
Ruissellement	401,9	163,9	83,2	201,1
Prélèvements	12,2	19,9	10,5	11,0
Rejet STEP	0,0	0,0	0,0	0,0
Rejet industries	2,7	5,3	1,5	1,2
Flux de la nappe sortant	53,7	53,7	53,7	53,7
Volumes écoulés par la Divette	426,3	197,3	106,0	165,0
Bilan entrées - sorties	-1,0	-82,5	-23,3	52,9

Tableau 16 – Bilan hydrologique annuel du bassin versant de la Divette.

Les pluies brutes varient fortement : 1059,3 mm en 2001, année très pluvieuse, 762,3 mm en 2007, 619,2 mm et 544,8 mm en 2003 et 2005, années sèches. L'évapotranspiration potentielle (ETP) annuelle fluctue peu, entre 730 mm en 2001 et 820 mm en 2003. Les pluies efficaces calculées sur ces années démontrent que

l'année 2005 est la plus déficitaire (128,1 mm) et l'année 2001 la plus excédentaire (618,3 mm).

La recharge des nappes ne se produit qu'au premier trimestre (Illustration 71), grâce aux pluies excédentaires. Lors de l'année humide 2001, la recharge de la nappe s'est poursuivie en avril tandis qu'en années sèches, 2003 et 2005, la recharge s'est arrêtée dès février. Au cours des autres trimestres, la nappe se vidange. En effet, bien que la pluie efficace ne soit pas toujours nulle, elle peut ne pas percoler jusqu'à la nappe car elle est reprise en totalité pour recharger la réserve utile (RU) des sols.

Les pluies efficaces ne s'accompagnent d'une remontée de la nappe qu'en période hivernale et printanière, lorsque le réservoir sol est saturé. Ce constat est bien visible par comparaison du comportement de la nappe avec la pluie efficace et la recharge. Ainsi, le piézomètre de Chiry-Ourscamps captant les sables de Cuise de l'Yprésien affiche une remontée du toit de la nappe durant la même période que la recharge (Illustration 71). En remarque, certaines remontées de la nappe, comme par exemple en été 2001 ou en 2007, ne s'expliquent pas par l'analyse de bilans au pas de temps décadaire mais suivent une période de fortes pluies. La réserve utile des sols calculée est telle que l'infiltration vers la nappe a été considérée comme nulle.

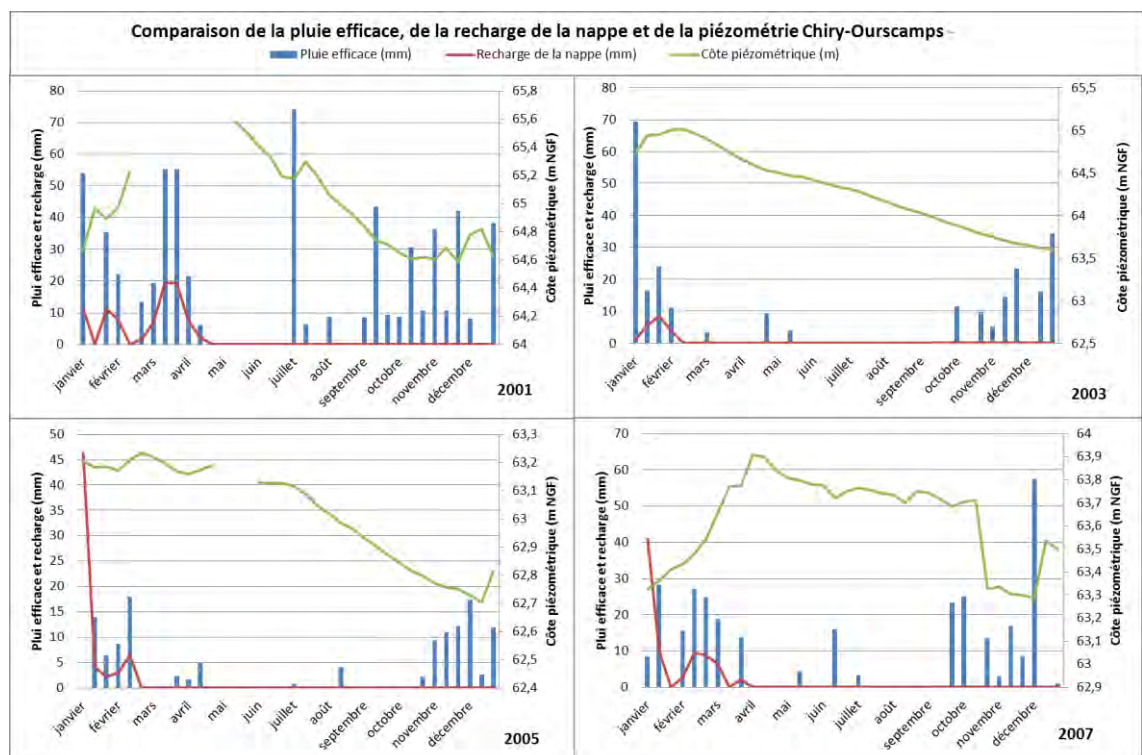


Illustration 71 – Influence de la pluie efficace et de la recharge sur le piézomètre de Chiry-Ourscamps (00825X0107/S1).

D'après les bilans hydrologiques, la composante rapide de l'écoulement participant au débit de la Divette est très élevée. Mais la part de ruissellement dans le débit de la rivière est contrastée selon la période de l'année. Ainsi, la participation du ruissellement dans le débit de la Divette est plus importante notamment lors de périodes de crues et durant les premier et quatrième trimestres.

Les prélèvements annuels ont augmenté de 60% entre 2001 et 2003 et reviennent à des volumes inférieurs à 2001 en 2005 et 2007 (Illustration 50). Les sorties anthropiques sont relativement faibles en comparaison avec les pluies efficaces et représentent 2% en 2001 à 8% en 2003 et 2005 de ces ressources renouvelables.

Cependant, en comparaison avec les années sèches 2003 et 2005, les pluies efficaces sont plus abondantes en 2007 sans que le débit de la Divette n'augmente significativement. Le débit des cours d'eau est en effet soutenu par les nappes de la craie et des sables de Cuise. En raison de l'inertie de celles-ci, le débit des cours d'eau accuse de façon différée les conséquences de déficit ou d'excédent pluviométrique.

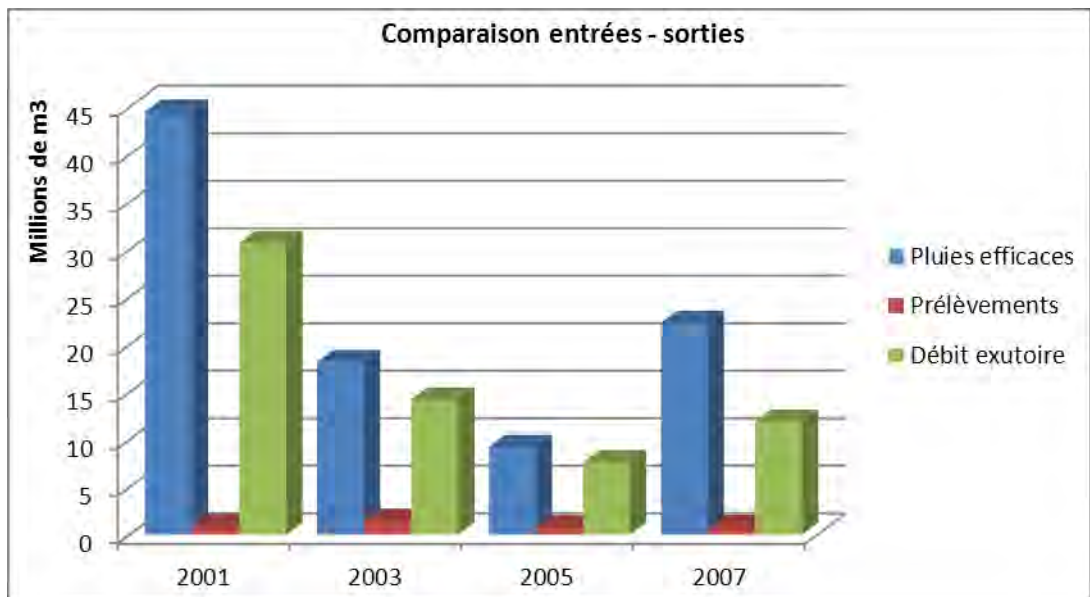


Illustration 72 – Comparaison des entrées et des sorties sur le bassin de la Divette.

4.3. GEOTHERMIE

Un atlas géothermique, dont l'objectif est de cartographier le potentiel géothermique et d'identifier les perspectives de développement de la filière géothermie en région Picardie, est en cours de rédaction. Le lecteur est donc invité à s'y rapporter pour de plus amples informations.

4.3.1. Géothermie très basse température

La géothermie très basse énergie se définit par l'exploitation des ressources en eau souterraine de faible profondeur présentant une température inférieure à 30°C, qui ne permet pas, dans la plupart des cas, une utilisation directe de la chaleur par simple échange. L'utilisation de ces ressources se limite aux pompes à chaleur dont le principe consiste à transférer la chaleur du milieu le plus froid vers le milieu le plus chaud. Ce système est surtout utilisé pour le chauffage ou la climatisation de maisons individuelles et de petites entreprises.

L'exploitation géothermique très basse température a connu un développement rapide de 1980 à 1986, après le crash pétrolier. Cette technique connaît un regain d'intérêt depuis le début des années 2000, du fait de la hausse des prix des énergies et de nouvelles aides de l'Etat.

Ces nappes superficielles "froides" sont généralement situées à une profondeur inférieure à 100 m et leur température ne dépasse habituellement pas 11-12°C. Tous les aquifères superficiels exploitables peuvent être sollicités : nappes alluviales, de bassin sédimentaire ou de socle.

a) Aquifères du Quaternaire : alluvions récentes et anciennes

Les dépôts alluvionnaires sont très hétérogènes et localisés dans le fond des vallées creusées par les grandes rivières, notamment l'Oise et l'Aisne. La productivité des installations dépend donc de l'épaisseur et de la granulométrie de la zone saturée. Il est ainsi généralement difficile de prévoir avec certitude les possibilités d'une nappe alluviale.

b) Aquifères du Tertiaire

Concernant les aquifères des formations du Tertiaire, les ressources exploitables de faibles profondeurs se trouvent au sein des niveaux aquifères des calcaires du Lutétien et des sables de Cuise (Yprésien supérieur).

L'extension de l'aquifère du Lutétien est limitée au sud du département de l'Oise. Il peut s'avérer être une ressource intéressante pour les communes de Chantilly, Senlis et Crépy-en-Valois. Sa productivité potentielle est de 50 à 70 m³/h.

L'aquifère du Cuisien est présent, entre autres, au droit des communes de Chantilly, de Senlis et de Creil. Sa productivité varie selon l'épaisseur du niveau sableux entre 25 et 50 voire 100 m³/h. Cette variabilité nécessite la réalisation d'une étude hydrogéologique en préalable à chaque projet.

Les argiles de Laon (Yprésien supérieur) peuvent constituer une séparation entre les sables de Cuise et les calcaires du Lutétien. Dans ce cas, l'exploitation de ces deux aquifères nécessite l'utilisation de deux puits distincts. Dans le cas contraire, une utilisation simultanée est envisageable, permettant une production énergétique plus importante, par exemple pour les communes de Senlis et de Chantilly.

c) Aquifères du Crétacé – Crétacé supérieur – Sénonien (Campanien, Santonien et Coniacien) et Turonien : craie

L'aquifère de la craie renferme la nappe la plus étendue et la plus importante du département. Cependant, les débits exploitables varient considérablement selon la localisation du forage : les zones de plateaux sont défavorisées tandis que, à l'inverse, dans les vallées, topographiquement plus basses et dont le sous-sol crayeux est plus fissuré, la productivité est meilleure mais surtout plus constante. Au sud-est, la craie est recouverte par les terrains tertiaires et devient captive. Sa productivité baisse alors fortement et devient quasi-nulle.

Dans l'Oise, la quasi-totalité des communes de plus de 5 000 habitants sont implantées dans des vallées et ont la possibilité d'utiliser la nappe de la craie pour subvenir aux besoins en eau des systèmes de pompes à chaleur.

En conclusion, plusieurs nappes « superficielles » sont susceptibles d'alimenter des systèmes de pompes à chaleur. Il s'agit notamment des aquifères de la craie, des sables de Cuise (Yprésien supérieur) et des calcaires du Lutétien, dont les eaux sont essentiellement de très basse température : de l'ordre de 11°C.

Au sud de L'Oise, l'exploitation des nappes du Tertiaire est recommandée. En effet, même si la craie peut localement y être très productive, les nappes du Cuisien et du Lutétien, plus proches de la surface et donc plus accessibles sont plus intéressantes sur le plan économique.

4.3.2. Géothermie basse température

La géothermie basse température correspond à des ressources dont la température se situe entre 30 et 90°C et qui sont directement utilisables pour des applications thermiques. Les nappes présentant de telles températures sont localisées dans les formations aquifères profondes, généralement entre 1 500 et 2 500 m de profondeur. Il peut parfois s'agir des mêmes nappes que celles exploitées en très basse température (aquifères superficiels) mais situées plus en profondeur en raison du contexte géologique.

L'essentiel des ressources géothermiques profondes a été inventorié grâce aux forages et campagnes géophysiques réalisés dans le cadre de recherches en eau, de stockage souterrain et d'exploitation de gaz et de pétrole. Des inventaires du potentiel géothermique ont été réalisés à partir de 1976, et une centaine d'opérations notamment dans le Bassin de Paris a été menée au début des années 1980 après le premier choc pétrolier. Suite à des problèmes économiques (contre-choc pétrolier), techniques (corrosion et dépôts dans les tubages) et financiers (prêts contractés avec des taux élevés en période d'inflation vite révolue), le développement de la géothermie basse température a été stoppé en 1985. En 1989, l'intervention des pouvoirs publics a permis de sauver une trentaine d'exploitations et les problèmes de corrosion liés à la nappe du Dogger ont été progressivement résolus. Depuis, les exploitations du Bassin Parisien se sont poursuivies sans baisse des températures, conformément aux modèles développés par le BRGM.

En Picardie, les aquifères basses températures se situent à des profondeurs de plus de 1 200 m et peuvent contenir des eaux atteignant plus de 50°C. Le gradient géothermique varie entre 2,6°C et 3,8°C pour 100 m. La capacité de débit est variable mais ce type de ressource peut potentiellement alimenter en énergie des installations complexes telles des logements collectifs ou des bâtiments publics comme des hôpitaux et des centres commerciaux.

Le bassin sédimentaire de Paris comporte 5 grands aquifères géothermiques, dont celui du Dogger qui s'étend sur plus de 15 000 km² et qui offre des températures variant de 56 à 85°C. Dans le département de l'Oise, la série sédimentaire renferme plusieurs aquifères dont les eaux présentent une température suffisante pour être utilisées en géothermie mais seul le Dogger a réellement été exploité.

d) Aquifères du Crétacé

Les aquifères du Crétacé inférieur sont peu profonds et constituent des réservoirs médiocres sous le département de la Somme mais s'épaississent et s'enfoncent vers le sud, sous le département de l'Oise. Ils deviennent ainsi des réservoirs "tièdes" intéressants. Deux zones potentiellement productives se situent au nord de Compiègne et au sud-ouest de Beauvais.

- **Crétacé inférieur – Albien : sables verts**

Les sables verts de l'Albien constituent le principal aquifère du Crétacé inférieur. Cette formation est comprise entre les argiles de Gault de l'Albien moyen et supérieur et les argiles panachées du Barrémien et s'étend sur toute la Picardie au sud d'une ligne reliant Berck (Nord-Pas-de-Calais) et Hirson (Aisne). L'épaisseur maximale du réservoir est de 30 m et la température des eaux est comprise entre 15 et 35°C. Cette nappe, souvent artésienne, peut parfois être exploitée sans l'aide de pompes si le point de captage est peu élevé.

- **Crétacé inférieur – Barrémien et Néocomien (Valanginien et Hauterivien) : sables du Wealdien-Portlandien**

L'aquifère multicouche des sables du Wealdien-Portlandien reste peu exploité et mal connu, bien que ses ressources ne soient pas négligeables, et les informations relatives à son sujet sont peu nombreuses. Le réservoir est compris entre le mur des argiles du Barrémien et le toit des argiles du Kimméridgien.

Ses eaux peuvent atteindre des températures de 2 à 4°C supérieures à celle de l'Albien et son épaisseur est d'environ 15 m.

e) Aquifères du Jurassique

- **Jurassique supérieur (Malm) – Oxfordien supérieur et moyen (Séquanien, Rauracien et Argovien) : calcaires du Lusitanien**

L'aquifère du Lusitanien est constitué des trois réservoirs superposés du Séquanien, du Rauracien et de l'Argovien dont le principal est constitué des calcaires oolithiques et graveleux du Rauracien. Cet aquifère est limité au toit par les formations argileuses du Kimméridgien et au mur par celles de l'Oxfordien inférieur. Ce réservoir est présent sur une grande partie de la Picardie.

Tout comme les aquifères du Crétacé inférieur, le réservoir du Lusitanien s'épaissit et s'approfondit vers le sud. Considéré comme médiocre sous le département de la Somme, il devient intéressant dans le département de l'Oise et notamment sur deux zones potentiellement productives situées au nord de Compiègne et au sud-ouest de Beauvais. Cependant, cet aquifère multicouche n'est que peu exploité.

- **Jurassique moyen (Dogger) – Bathonien et Bajocien : calcaires du Dogger**

La majorité des opérations de géothermie basse température réalisées ont recours à l'aquifère du Dogger incluant la partie basale du Callovien et l'intégralité du Bathonien.

Cet ensemble correspond à des dépôts de plate-forme, constitués de calcarénites, avec une variabilité verticale et horizontale très importante.

L'essentiel de la production (50 à 70% sur le Bassin Parisien) provient des aquifères de calcaires oolithiques de barrière et, dans une moindre mesure, du Comblanchien, ces deux niveaux présentant des phénomènes de dissolution et de fracturation qui favorisent des productivités localement très importantes (supérieures à 200 m³/h en artésien). La partie inférieure du réservoir, constituée d'alternances de marnes et de calcaires, devient progressivement moins perméable en raison de phénomènes de compaction et de cimentation.

Pour des profondeurs de 1 000 à 1500 m au toit du réservoir dans le département de l'Oise (jusqu'à 2 000 m dans le centre du Bassin Parisien), les températures varient de 40 à 60°C environ (jusqu'à 80°C pour le centre du Bassin Parisien). La salinité est comprise entre 6,4 et 35 g/l (eau chlorurée-sodique).

f) Aquifères du Trias

Les formations détritiques gréseuses du Trias constituent des aquifères géothermiques potentiels sous réserve de résoudre les problèmes de réinjection en milieu argilo-sableux. Ces formations sont réparties en trois niveaux d'épaisseur et d'extension inégales, séparés par des niveaux argileux : le corps fluviatile du Keuper supérieur (Trias supérieur), le prisme déritique du Trias moyen et le réservoir du Trias inférieur.

Seul le Keuper supérieur est présent dans le département de l'Oise, notamment à l'est. Les domaines de températures, pouvant atteindre 60°C, s'élargissent en profondeur vers le nord et l'ouest.

4.3.3. Géothermie moyenne et haute température sur les aquifères profonds

La géothermie de moyenne température permet l'exploitation d'eau chaude ou de vapeur humide à une température comprise entre 90 et 150°C. Ces ressources se trouvent dans les zones propices à la géothermie haute température mais à une profondeur inférieure à 1 000 m ainsi que dans les bassins sédimentaires, à des profondeurs allant de 2 000 à 4 000 m. Pour produire de l'électricité, une technologie nécessitant l'utilisation d'un fluide intermédiaire est nécessaire.

La géothermie de haute température concerne les ressources qui atteignent des températures supérieures à 150°C. Les réservoirs, généralement localisés entre 1 500 et 3 000 m de profondeur, se situent dans des zones de gradient géothermique anormalement élevé (régions volcaniques). Lorsqu'il existe un réservoir, le fluide peut être capté sous forme de vapeur sèche ou humide pour la production d'électricité.

Le sous-sol de l'Oise, et de la Picardie en général, ne présente pas de ressources capables de fournir des eaux à des températures supérieures à 70°C. Au niveau industriel comme au niveau des collectivités, l'exploitation de la chaleur géothermique se limite donc aux utilisations de basse et très basse température.

4.3.4. Exemples d'exploitation géothermique

Plusieurs opérations d'exploitation de la ressource géothermique basse température ont été menées dans le passé (Tableau 17).

Dans les années 1970, l'office intercommunal de Creil a décidé d'engager une opération de géothermie pour le chauffage de logements. L'innovation fut importante puisque l'objectif était d'utiliser des pompes à chaleur de forte puissance pour alimenter 4 000 logements. Le projet a consisté à forer jusqu'à 1 700 m de profondeur pour atteindre le réservoir du Dogger et à exploiter l'eau à 60°C, au débit de 150m³/h avant de le réinjecter grâce à un système de doublet géothermique.

Une exploitation similaire fut entreprise dans la nappe du Dogger à Beauvais. La profondeur du doublet était de 1250 m et la température des eaux, pompées au débit de 180 m³/h, était de 47°C. Cette exploitation permettait le chauffage de 1500 logements et de la préfecture.

Mises en place en 1976 à Creil et en 1981 à Beauvais, ces installations ont été abandonnées respectivement en 1986 et 1987 à cause de problèmes de corrosion et de dépôts dans les conduites (présence de sulfures liée à une activité bactérienne importante).

	Creil1	Creil2	Beauvais
Date de réalisation	1967	1982	1981
Date d'abandon	1986	1993	1987
Forages et exploitation	Doublet avec pompe immergée	Doublet avec pompe immergée	Doublet avec pompe immergée
Température (en °C)	58	59	47
Débit (en m³/h)	150	20	180
Salinité (en g/l)	-	30	25

Tableau 17 - Exploitation géothermique de l'aquifère du Dogger dans le département de l'Oise.

5. Risques naturels

Un risque est défini comme la combinaison d'un ou plusieurs aléas et d'un ou plusieurs enjeux et de leurs valeurs ; il est représenté par une probabilité d'occurrence de chaque scénario envisagé (dommage aux milieux naturels, aux biens, aux personnes...) pour une période de temps et une région donnée.

Le risque n'est donc présent que si des éléments physiques sont susceptibles d'être exposés à un phénomène et d'être endommagés par celui-ci. Il est donc nécessaire, pour qu'un risque existe, qu'il y ait :

- un aléa, c'est-à-dire une possibilité d'occurrence d'un phénomène ;
- des éléments exposés qui soient vulnérables au phénomène considéré, c'est-à-dire susceptibles d'être endommagés.

Les principaux risques naturels touchant le département de l'Oise sont les inondations, les mouvements de terrain et les coulées de boues dues à l'érosion des sols.

Des outils réglementaires de prévention permettent de cadrer l'urbanisme dans les zones à risques. Ainsi, les Plans de Prévention des Risques naturels (PPR), prévus par la loi du 2 février 1995, dite « loi Barnier » relative au renforcement de la protection de l'environnement, visent à l'échelle de la commune à interdire les constructions nouvelles dans les zones les plus exposées et à réglementer les constructions nouvelles et les activités dans les zones les moins exposées.

Suite à la loi du 30 juillet 2003, les PPR délimitent également des zones d'érosion assorties de programmes d'action, des zones de rétention temporaires des eaux de crues ou de ruissellement. La loi instaure aussi un fond de prévention des risques, rend obligatoire l'information faite aux acquéreurs et locataires dans les zones inondables et met en place un dispositif de prévision des crues.

5.1. INONDATIONS

5.1.1. Débordement de cours d'eau

Une inondation correspond à une submersion (recouvrement d'eau) généralement liée au débordement d'un cours d'eau lors d'une crue. Ce phénomène peut concerner un cours d'eau pérenne ou intermittent, une dépression topographique ou même une plaine littorale. Les inondations par débordement de cours d'eau surviennent suite à des pluies violentes ou durables et sont des phénomènes ayant une dynamique en générale assez lente.

Certains facteurs, autres que la quantité de pluie tombée, sont susceptibles de jouer un rôle sur l'ampleur et la fréquence des inondations. Ainsi, une différence de relief

importante entre l'amont et l'aval ou la présence de formations argileuses et marneuses imperméables peuvent être des éléments déclencheurs ou aggravants de crue. La répétition dans le temps, la fréquence, l'intensité et la généralisation dans l'espace des précipitations sont également déterminantes, de même que l'évaporation et la consommation d'eau par les plantes, l'absorption d'eau par le sol, l'infiltration dans le sous-sol ou le ruissellement.

Dans le département de l'Oise, les principaux cours d'eaux responsables de crues liées aux événements pluvieux de ces dernières années (1993-94, 1995, 1999, 2001, 2011) sont l'Oise, l'Aisne, Le Thérain (1999) et ses affluents l'Avelon et le Petit Thérain, l'Epte et la Bresle (1995 et 2001).

Certaines crues sont généralisées à l'ensemble du bassin comme celles de janvier 1920, janvier 1926, décembre 1966, décembre 1993 et février 1995. D'autres touchent un seul cours d'eau, telles que les crues de janvier 2001, janvier 2003 et janvier 2011 sur l'Oise, celles de 2001 et 2002 sur l'Epte et celles de janvier 1910, novembre 1924, avril 1983 et janvier 1991 sur l'Aisne. Ces crues surviennent généralement entre décembre et mars, à la suite de plusieurs passages pluvieux importants suffisamment rapprochés pour que les niveaux ne puissent pas baisser sur les parties moyenne et aval du bassin entre chaque événement pluviométrique.

Enfin, certaines crues concernent uniquement l'amont du bassin suite à de fortes précipitations localisées sur cette zone. Les ruissellements intenses engendrés ne peuvent alors pas être acceptés par les capacités d'écoulement limitées des têtes de bassin. Les plus significatives ont eu lieu en mars 1956, février 1962 et novembre 1963 sur l'Oise, et en février 1958 et août 1972 sur l'Aisne. Pour information, une crue atypique localisée sur le bassin de la Verse, affluent de l'Oise, a eu lieu du 8 au 10 juin 2007 en réponse à un important épisode orageux. Les fortes précipitations (100 mm selon Météo France) sur les têtes de bassin et sur la ville de Guiscard ont provoqué des ruissellements torrentiels qui ont inondé des lotissements. Quelques heures après l'orage, la Verse est sortie de son lit et a inondé successivement le centre de Guiscard, Guivry et Noyon.

Historiquement, l'Oise est à l'origine de nombreuses crues importantes, notamment celles de Noyon en 1910 et de Pont-Sainte-Maxence (Sarron) en 1926. Le débit maximal observé sur cette rivière, depuis le début des enregistrements en 1950, a été mesuré lors de la crue de 1993/1994. Il a alors atteint au plus fort de la crue 287 m³/s à Sempigny et 640 m³/s à Creil alors que les débits moyens annuels sont respectivement de l'ordre de 32 et de 103 m³/s. Enfin, la crue de l'Oise du 6 janvier 2003 est considérée comme cinquantennale avec un débit de 280 m³/s.

Dans le bassin de l'Oise et de l'Aisne, la pluviométrie est très contrastée dans le temps et les précipitations sont majoritairement comprises entre décembre et février. Les crues observées sont dues principalement, à la fois :

- à la pluviométrie (intensité, généralisation, répétition des pluies) ;
- aux caractéristiques du relief des bassins versants, relativement accentué en amont (entre 300 et 400 m pour l'Aisne) et plus atténué en aval ;
- à la géomorphologie des bassins versants, et notamment à la présence de terrains imperméables (marnes et argiles) favorables au ruissellement en amont.

A l'amont de l'Oise, les crues se forment rapidement après des précipitations conséquentes. Elles ne peuvent cependant pas être considérées comme torrentielles du fait d'une faible pente (moins de 2‰). Ce sont donc des crues de plaines ou crues lentes. Le lit majeur très large de l'Oise moyenne rend complexe la prévision des crues, du fait de son temps de remplissage. Les crues se produisent généralement entre novembre et mars et le temps de propagation de l'onde est d'environ 2,5 jours.

Plusieurs plans de prévention des risques inondation par débordement (PPRI) ont été approuvés dans le département :

- en 1996 sur 13 communes de la section de l'Oise comprise entre Compiègne et Pont-Saint-Maxence ;
- en 2000 sur la section de l'Oise de Brenouille à Boran-sur-Oise et concernant 17 communes ;
- en 2001 sur l'Oise à Longueil-Sainte-Marie ;
- en 2005 sur 24 communes du Thérain aval entre Beauvais et Montataire ;
- en 2007 sur 14 communes du Noyonnais dans la vallée de l'Oise ;
- en 2007 sur l'Oise à Chevrières ;
- en 2010 sur 16 communes situées dans les vallées du Thérain amont et du Petit Thérain ;
- en 2010 sur 8 communes de la vallée de l'Avelon.

Le PPRI de l'Oise et de l'Aisne en amont de Compiègne, approuvé en 1992, n'a pas été révisé suite aux crues récentes, notamment celles des hivers 1993-1994 et 1994-1995 qui ont dépassé les crues centennales théoriques. Ce PPRI ne fait donc plus référence sur le secteur.

Un atlas des zones inondables des vallées de l'Oise et de l'Aisne a été élaboré en 1997 pour les communes situées dans la vallée de l'Oise de Boran-sur-Oise à Appilly et dans celle de l'Aisne de Bitry à Choisy-au-Bac. Cet atlas sert de document de référence, notamment en matière d'urbanisme, pour les communes dont le PPRI n'est plus valable (Oise et Aisne en amont de Compiègne).

Des atlas des zones inondables sont également disponibles sur la Bresle et l'Epte et concernent respectivement 4 et 6 communes dans le département de l'Oise.

5.1.2. Sensibilité aux remontées de nappes

Une nappe phréatique se définit comme la nappe libre la plus proche du sol et directement alimentée par les précipitations s'infiltrant dans le sol. Lorsque le sol est saturé d'eau, il arrive que la nappe phréatique affleure et qu'une inondation spontanée se produise. Ce phénomène concerne particulièrement les terrains bas et mal drainés et peut perdurer.

Trois paramètres jouent un rôle particulièrement prépondérant dans le déclenchement et la durée des inondations par remontée de nappe :

- 1) une succession d'années avec une pluviométrie excédentaire, entraînant des niveaux d'étiage de plus en plus hauts ;

La recharge survient en période hivernale, lorsque les précipitations sont les plus importantes, la température et l'évapotranspiration faibles et la végétation peu active et ne prélevant donc pratiquement pas d'eau dans le sol.

Chaque année en automne, avant la reprise des pluies, la nappe atteint l'étiage, niveau le plus bas de l'année. Lorsque plusieurs années humides se succèdent, le niveau d'étiage peut devenir de plus en plus haut chaque année, traduisant le fait que la recharge naturelle annuelle de la nappe par les pluies est supérieure à la moyenne, et plus importante que sa vidange annuelle vers les exutoires naturels que sont les cours d'eau et les sources.

Si, dans ce contexte, des événements pluvieux exceptionnellement abondants surviennent, la forte recharge de la nappe ainsi induite fait alors remonter le niveau d'étiage à une hauteur inhabituellement élevée. Dans ce cas, le niveau de la nappe peut atteindre la surface du sol, après ennoyage complet de la zone non saturée de l'aquifère.

- 2) une faible épaisseur de la zone non saturée (ZNS) et une importante amplitude du battement annuel de la nappe, dépendantes fortement de la porosité des roches.

Une recharge de même volume entraîne une remontée du niveau plus importante dans une nappe où la densité d'interstices est faible que dans une nappe où elle est élevée : le battement naturel de la nappe est plus important dans le premier cas que dans le second. En outre, plus la zone non saturée est mince, plus l'apparition d'une inondation par remontée de nappe est probable.

De plus, la dimension de ces vides permet à l'eau d'y circuler plus ou moins vite. L'eau s'écoule plus rapidement dans les roches à forte granulométrie. Ainsi, pour un aquifère sableux, le battement annuel de la nappe n'est que peu important et le retour à des niveaux normaux après un épisode de hautes eaux est rapide.

Un fort battement, une faible épaisseur de la zone non saturée ou la combinaison des deux conditions peuvent donc déterminer une émergence de la nappe au niveau du sol ou des inondations de sous-sols à quelques mètres sous la surface.

- 3) un volume global d'eau important contenue dans la nappe, dans la limite d'un bassin versant hydrogéologique (volume contributif de la nappe à l'échelle du bassin versant).

Les phénomènes d'inondation par remontée de nappe surviennent principalement dans des secteurs constitués par des aquifères sédimentaires de fortes dimensions, comme la craie et les calcaires et sables de l'Eocène dans le Bassin Parisien.

Les inondations dues aux remontées de nappe diffèrent des inondations de débordement de rivières de par leur durée plus importante (plusieurs mois en 2001). Cela implique des conséquences qui sont propres à ce type d'inondation :

- une dégradation des infrastructures plus importante (inondations de sous-sol, de garages semi-enterrés ou de caves, remontées de piscines, de cuves et de canalisations enterrées, dommages aux réseaux routiers et ferroviaires) ;
- un risque de pollution en cas de contact entre la nappe et des substances polluantes (décharges, zones de stockages, ...) ;
- une déstabilisation des terrains meubles, particulièrement sur les versants et talus, entraînant des éboulements ;
- un gonflement de certains sols argileux et la fragilisation des sols sableux, pouvant se traduire par des désordres sur des ouvrages de génie civil et des immeubles ;
- des effondrements de marnières, de souterrains et d'anciens abris de guerres.

Concernant le département de l'Oise, la recharge des nappes est faible ou nulle durant l'été et les niveaux sont au plus bas en automne. Ils s'élèvent au cours de l'automne et en hiver, jusqu'au milieu du printemps. Les inondations par remontée de nappe surviennent donc majoritairement en hiver et au début du printemps, les niveaux maxima de la nappe de la craie étant en général constatés vers les mois d'avril-mai.

D'après une étude réalisée en 2006 et révisée en 2011 (**Machard de Gramont H., Mardhel V.** (2006) Rapport BRGM/RP-54414-FR), les nappes de la craie et des calcaires, du Lutétien notamment, sont les plus sensibles aux remontées de nappe, du fait notamment de leur étendue importante et de leur granulométrie faible induisant un fort battement des niveaux. Les buttes tertiaires peuvent contenir des niveaux aquifères locaux et de faible étendue, calcaires ou même sableux et perchés sur des

niveaux imperméables. Lors d'épisodes pluvieux exceptionnels ces petits aquifères peuvent également induire des inondations par remontée et débordement.

a) Le Plateau Picard

Constitué de craie, formation très « infiltrante », le Plateau Picard est caractérisé par des battements variant en fonction de l'altitude du terrain. Ils atteignent un maximum dans les interfluves formant des plateaux étendus et sont beaucoup moins importants au droit des vallées, notamment au nord de la boutonnière de Bray et de Beauvais.

La profondeur de la nappe reste très hétérogène : alors qu'elle est importante au niveau des interfluves, les vallées principales montrent une faible épaisseur de la zone non saturée (ZNS), et les vallées des petits affluents ainsi que les nombreuses vallées sèches présentent une épaisseur de la zone non saturée moyenne.

Dans les grands interfluves, une profondeur de la nappe moyenne à importante, conjuguée à de forts battements, n'entraîne qu'une sensibilité moyenne à faible aux remontées de nappe.

Les vallées humides ainsi que leur prolongement amont en vallées sèches possèdent des sensibilités moyennes à fortes aux remontées de nappe, en raison de battements importants par rapport aux faibles profondeurs de la nappe.

b) Le Pays de Thelle

Situé au sud de la boutonnière de Bray, ce plateau crayeux possède une très faible densité du réseau hydrographique mais de nombreuses vallées sèches.

Ce plateau est caractérisé par des battements faibles à moyens dans les grands interfluves et des profondeurs de la nappe généralement importantes. Il est donc très peu sensible aux remontées de nappe.

Par contre, les vallées de l'Epte, du Mesnil et du Puilly, qui trouvent leurs sources dans le Pays de Bray, ainsi que les nombreuses vallées sèches situées en tête des cours d'eau restent très sensibles aux remontées de nappe, du fait d'une faible épaisseur de la zone non saturée, en particulier au nord de Gisors, en amont de Trie.

c) Le Pays de Bray

L'anticlinal du Pays de Bray constitue dans son ensemble un secteur de terrains peu perméables, à l'exception des calcaires du Jurassique. La zone non saturée est de faible épaisseur et les battements de la nappe diminuent du nord-est au sud-ouest. La sensibilité aux remontées de nappe varie alors de moyenne à faible du nord-est au sud-ouest de cette région. De nombreuses rivières y prennent leur source (Epte, Avelon) constituant de larges zones où la profondeur de la nappe est faible.

d) Le Clermontois et le Noyonnais

La densité de rivières est plus grande dans les régions du Clermontois et du Noyonnais que sur les plateaux crayeux, du fait de la présence de terrains tertiaires plus imperméables. La profondeur de la nappe est moyenne à faible, conjuguée à des battements forts, au nord-ouest du Noyonnais vers Roye (Somme), à moyens. Ces caractéristiques aboutissent à une sensibilité forte aux remontées de nappe, notamment dans les zones où la nappe est à faible profondeur comme au sud de Roye. En revanche, la sensibilité est moyenne dans les interfluves d'altitude plus élevée, notamment vers Noyon et au sud de Clermont.

e) Le Soissonnais et le Valois-Multien

Les plateaux calcaires du Tertiaire correspondent à une sensibilité variable.

Dans les vallées humides et les vallées sèches, la faible profondeur de la nappe et des battements moyens aboutissent à de larges zones de sensibilité forte aux remontées de la nappe (près de Chantilly et de Senlis).

Les interfluves restent assez peu sensibles en raison de profondeurs de la nappe moyennes à fortes, conjuguées à des battements importants.

5.1.3. Inondations de 2001-2002

En 2001, des inondations exceptionnelles par remontée de nappes sont apparues dans le nord (Normandie, Picardie, Nord Pas-de-Calais), l'est (Champagne) et le sud-ouest (Poitou-Charentes) de la France. La plupart des cas de phénomènes de remontée de nappes ont été relevés :

- soit au sein d'aquifères calcaires (Callovo-Oxfordien - Jurassique) et crayeux (Crétacé) de volume important ;

- soit en liaison avec des aquifères plus perméables et plus limités dans l'espace mais où, en raison de la présence d'un substratum imperméable, le surplus d'eau ne pouvait que s'écouler en surface. Cela a été notamment le cas des buttes tertiaires du Bassin de Paris.

Ainsi, selon les secteurs, ont pu ainsi être observés, parfois sur une durée de plusieurs mois, les phénomènes suivants :

- une inondation généralisée dans les vallées majeures, par contribution exceptionnelle de la nappe, comme cela a été le cas dans le bassin de la Somme et de l'Oise ;
- la ré-activation par des cours d'eau temporaires de certaines vallées sèches, notamment en Normandie et en Picardie, où habituellement les cours d'eau ne coulent plus en surface mais uniquement au sein des fissures souterraines de la roche ou dans le réseau karstique sous-jacent ;
- l'apparition de lignes de sources dans les thalwegs, bien en amont des sources habituelles ;
- l'apparition d'étangs et de mares temporaires sur certains plateaux dans des zones de dépressions (dolines de décalcification ou anciennes carrières) ;
- des inondations par des causes secondaires, par exemple en raison d'ouvrages de génie-civil sous-dimensionnés qui ont été exécutés afin de permettre le passage de voies d'accès pour le franchissement de vallées sèches ou de vallons ne coulant habituellement pas. Lors des remontées de nappes, ces ouvrages forment des barrages et provoquent une inondation des terrains situés en amont ;
- des mouvements de terrain notamment sur des sites à pente importante, la remontée de l'eau déstabilisant la couche la plus meuble du sol et la zone altérée de la roche. Toutefois il est difficile de les distinguer des mouvements de terrain dus à une saturation excessive et directe des sols par la pluie ;
- un jaillissement artésien de forages dans certaines zones alluviales. La nappe sous-jacente dans la craie notamment, captée par des forages, a été mise en pression, comme ce fut le cas dans les hortillonnages d'Amiens.
- des sinistres sur l'habitat et les infrastructures, même dans les cas où ces inondations n'ont pas atteint la surface (inondations de sous-sol, fragilisation des sols sableux, gonflement de certains sols argileux).
- etc...

Dans le département de l'Oise, le principal événement d'inondation par remontée de nappe s'est produit de décembre 2000 à juin 2001 et a mis principalement en cause la nappe libre de la craie. Il fut consécutif à plusieurs années excédentaires en

pluviométrie (1998-2001). Les pluies efficaces de l'hiver 1999-2000 ainsi que de l'automne et l'hiver 2000-2001 ont été à l'origine de la forte recharge de la nappe. De plus, après un déficit pluviométrique en février 2001, de très fortes pluies sont également tombées en mars 2001.

En raison d'un faible relief (dénivelé faible des lits des cours d'eau), d'obstacles à l'écoulement superficiel (étangs, digues, écluses), de la réduction ou du manque d'entretien du réseau primaire hydrographique (rus, fossés, canaux de dérivation et d'assèchement), du développement intensif des terres de cultures souvent laissées à nu l'hiver, les pluies très excédentaires qui ne pouvaient s'évaporer ou ruisseler sans interruption, se sont infiltrées dans le sous-sol crayeux déjà très perméable et ont gagné par vagues successives la nappe phréatique. Enfin, l'urbanisation, en freinant l'écoulement naturel des eaux, a pu contribuer à amplifier les conséquences des crues.

De plus, outre cette intensité pluviométrique exceptionnelle et concentrée d'octobre 2000 à avril 2001, ce phénomène a été amplifié par trois facteurs naturels liés aux conditions intrinsèques du réservoir crayeux :

- une cote d'étiage élevée de la nappe en automne 2000 rarement atteinte au cours des précédentes séquences d'années humides, dû à l'effet cumulatif de cinq années excédentaires ;
- un engorgement d'un horizon habituellement non saturé et de plus faible coefficient d'emménagement que celui de la zone de battement habituel de la surface piézométrique ;
- une inertie du réservoir poreux superficiel, ne permettant pas d'écouler rapidement vers la nappe le flux d'eau infiltré.

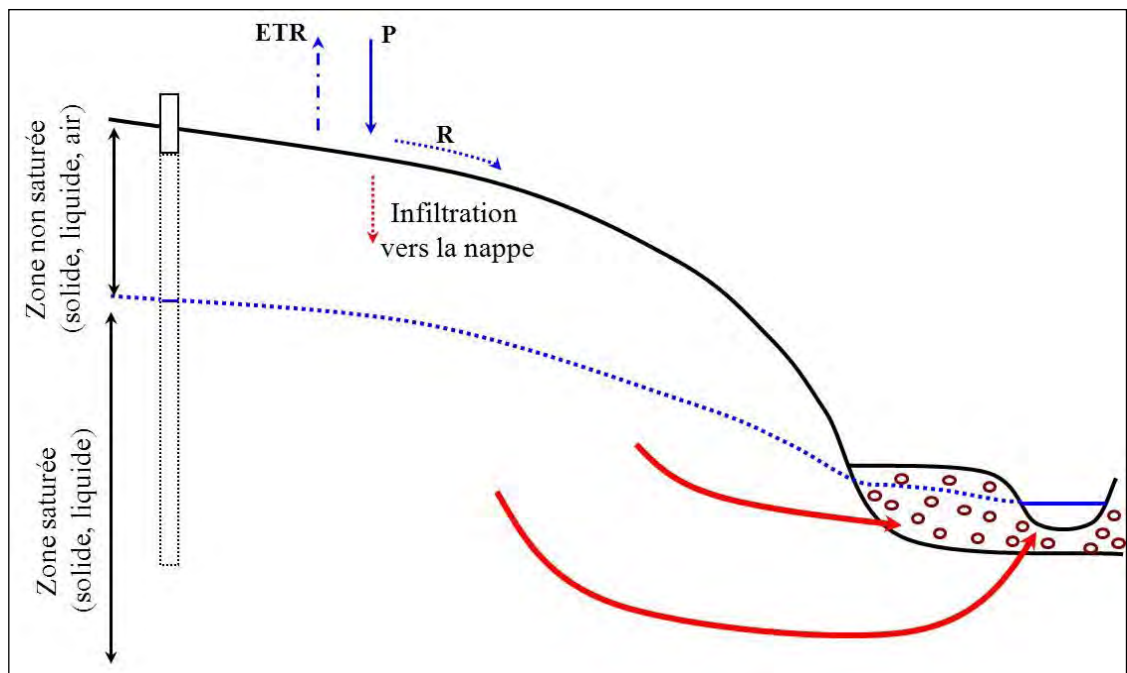
La remontée rapide du niveau piézométrique observée sur certains piézomètres conduit à émettre différentes hypothèses quant à la circulation de l'eau au sein de la zone non saturée, dont certaines supposent des circulations rapides. Des travaux de recherche sont en cours, notamment dans le département de la Somme avec le projet européen FLOOD et le site expérimental de Warloy-Baillon sur le bassin de l'Hallue (**Amraoui N., Thiéry D., Wuilleumier** (2011) Rapport BRGM/RP-60022-FR).

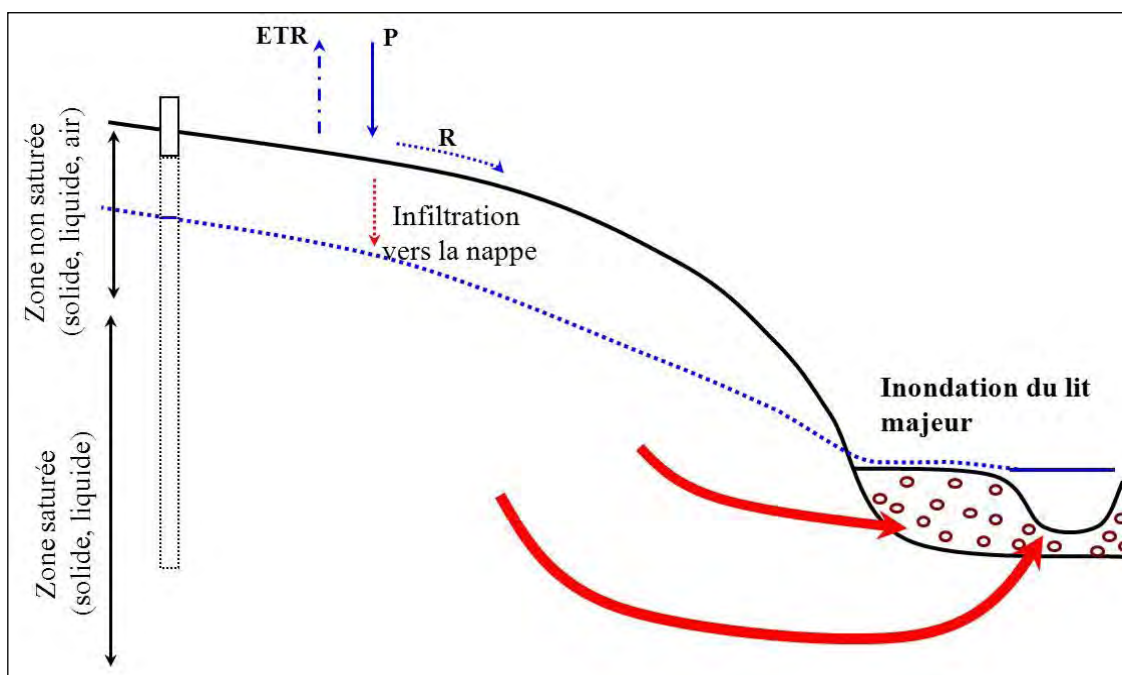
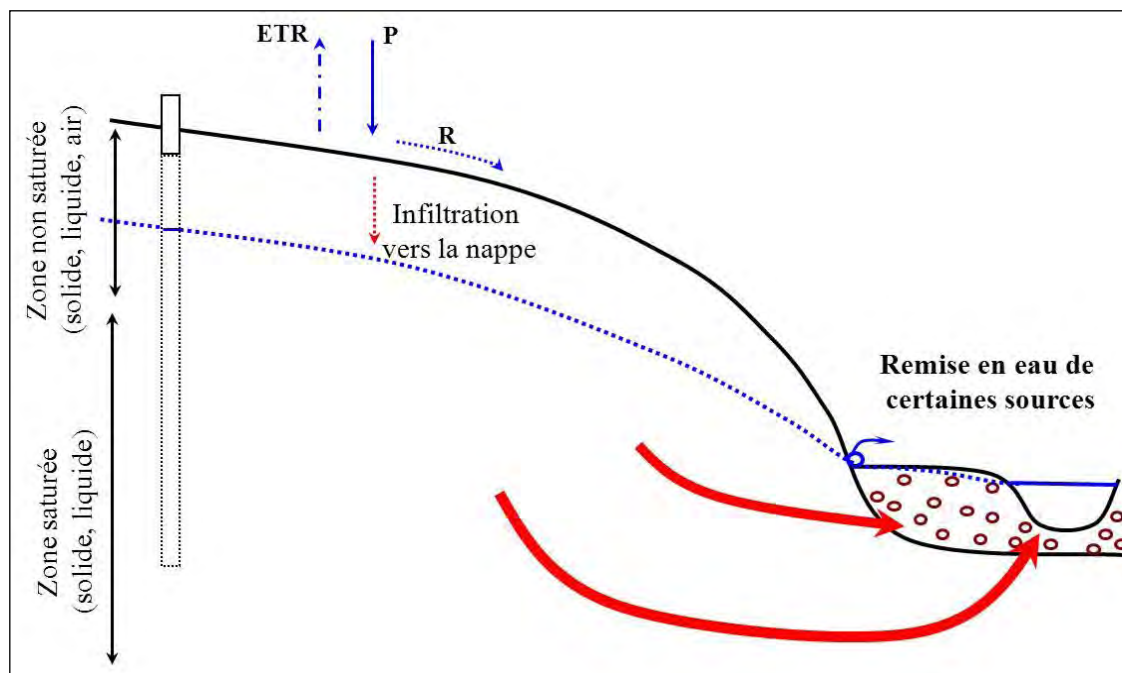
Du fait d'une faible perméabilité d'interstices de l'aquifère crayeux, les fluctuations du niveau de la nappe ont répercuté avec un « effet retard » de quelques semaines les variations de précipitations. La remontée s'est effectuée régulièrement à partir de l'automne 2000, s'est stabilisée en février-mars 2001 et a soudainement repris début avril 2001. A partir de janvier 2001, les niveaux de la nappe libre de la craie furent les plus élevés enregistrés en quarante années de suivis. Les très fortes pluies de mars 2001 expliquent l'amplitude sinon la soudaineté, de la remontée constatée dès le début du mois d'avril 2001. L'amplitude de la remontée des niveaux a atteint un maximum de 25 m à Morvillers-Saint-Saturnin (Somme) sous les plateaux crayeux.

Les exutoires latéraux de la nappe de la craie, constitués par les sources et cours d'eau pérennes, n'ont pas pu vidanger la quantité d'eau emmagasinée au sein de l'aquifère de la craie. La surface de la nappe libre s'élevant, celle-ci a fini par atteindre le sol dans les zones basses telles que les vallées « sèches » et a alors débordé.

D'anciennes sources temporaires, ponctuelles (à la faveur d'un fossé, d'un drain) ou étendues et diffuses et des ruisseaux sont réapparues (Illustration 73). Des sous-sols et rez-de-chaussées de maisons récentes et même des caves de constructions anciennes ont été inondés. Certains terrains déstabilisés ou gonflants ont provoqué des mouvements de terrain et des dommages sur des infrastructures (retrait-gonflement de certains terrains argileux, effondrements, glissements, ...)

Les décrues ont été très lentes, puisque la circulation de l'eau dans les interstices de l'aquifère crayeux est elle-même assez lente et que la masse de l'aquifère est très importante. De plus, au cours de l'étiage de l'automne 2001, les niveaux piézométriques de la nappe de la craie étaient encore supérieurs à ceux de septembre 2000. Suite aux pluviométries de l'automne et hiver 2001-2002, la crue saisonnière de la nappe, bien que moins intense que la précédente, a entraîné à nouveau des cotes exceptionnellement hautes sous le plateau Picard. Des caves ont été inondées pendant plusieurs mois, en 2001 et 2002, et de nouveaux effondrements se sont produits localement à la surface du sol ou sous les habitations.





Source : BRGM

Illustration 73 - Représentation schématique de la remontée de nappe de 2001-2002.

De décembre 2000 à juin 2001, 111 communes ont été déclarées en état de catastrophe naturelle dans l'Oise. Dans certaines zones, des inondations de moindre ampleur sont également survenues en fin d'automne et d'hiver 2001-2002. Avant ces événements, une unique commune avait bénéficié de cette reconnaissance, en 1995.

Les crues de la nappe de la craie ont affecté les plateaux crayeux et leurs vallées « sèches », notamment sur le Plateau Picard avec parfois des conséquences catastrophiques (Tricot, Frestoy-Vaux, Bacouël, La NeuvilleRoy, Montiers, Montceaux-l'Abbaye, Gourchelles, Estrées-Saint-Denis, ...) et le Pays de Thelle (Neuilly-en-Thelle, Laboissière-en-Thelle, Fay-les-Etangs, Mortefontaine-en-Thelle, ...), mais également les vallées humides des sous-bassins de l'Oise. Dans le Beauvaisis (vallée du Thérain et Allonne) et la vallée de l'Oise (Mortefontaine-en-Thelle, ...), les remontées de nappes se sont conjuguées aux crues des rivières, dès lors que les cours d'eau communiquent avec les nappes, constituant alors un facteur aggravant.

Les nappes alluviales, contenues dans les lits majeurs des cours d'eau principaux, constituent le niveau de base des nappes des coteaux. Si la qualité de ces aquifères est insuffisante pour évacuer le trop-plein, il se produit une mise en charge aboutissant à une remontée du niveau piézométrique, à un accroissement du débit des sources de débordement et de déversement, à une apparition de nouvelles émergences diffuses et à des inondations de terres et de zones habitées. Suite aux séquences pluvieuses exceptionnelles en amont des différentes vallées affluentes de l'Oise, ce phénomène s'est produit, aussi bien sur le plateau du Beauvaisis et du Pays de Thelle que dans les collines du Clermontois, du Noyonnais et au pied des plateaux calcaires du Valois et du Soissonnais.

Si les vallées humides et « sèches » furent principalement concernées, des zones de plateau en bordure de buttes tertiaires furent également touchées. Dans ce cas, le phénomène s'est principalement traduit par des inondations de caves. La saturation de la nappe de la craie a ainsi parfois été accélérée par les débordements des nappes perchées situées dans les aquifères tertiaires. En effet, ces nappes perchées sont susceptibles de se saturer rapidement en eau et de déborder après des périodes pluvieuses prolongées. Les eaux de ces nappes peuvent alors alimenter la nappe de la craie directement par drainance descendante (nappe du Thanétien) ou indirectement par ruissellement vers la vallée puis réinfiltration (nappes de l'Yprésien et du Lutétien). De tels effets croisés ont été observés fréquemment (Tricot, Gouvieux, Warluis, ...).

Il faut souligner que les nappes superficielles du Pays de Bray et certaines nappes perchées situées au sud du département n'ont pas subi ces débordements en raison d'un drainage efficace à leur périphérie et de la présence d'une couverture argileuse plus étendue qui a facilité le ruissellement au détriment de l'infiltration.

Aucun moyen techniquement efficace et économiquement satisfaisant n'existe pour éviter ou limiter les conséquences d'une remontée de nappe à grande échelle. Seuls des travaux susceptibles de faciliter ou d'améliorer le drainage naturel de la nappe (curage des fossés existants, creusement de nouveaux fossés, faucardage des cours d'eau, pompage d'exhaure dans les caves et les sous-sols inondés, ...) peuvent permettre d'atténuer très localement les effets des nuisances engendrées.

5.2. MOUVEMENTS DE TERRAIN

Dans le département de l'Oise, la quasi-totalité des mouvements de terrain est liée à la présence de cavités souterraines d'origine multiple, le plus souvent anthropique. Ces mouvements peuvent se traduire à la surface par :

- un affaissement résultant d'un désordre en profondeur, sans propagation brutale jusqu'à la surface. Cet événement se définit au niveau du sol par un réajustement des terrains de façon souple et progressive en surface, formant une dépression topographique, sans rupture cassante importante ;
- un effondrement localisé se manifestant par l'apparition soudaine en surface d'un cratère d'effondrement dont l'extension se limite généralement à quelques mètres de diamètre. Ce phénomène peut avoir pour origine plusieurs mécanismes de rupture :
 - le débouillage d'un orifice d'accès. Un ancien puits d'accès mal remblayé ou remblayé à l'aide de matériaux remobilisables ou dégradables peut voir son remblai s'écouler dans les ouvrages souterrains auxquels il est raccordé (marnières). Ce débouillage peut engendrer une rupture du revêtement du puits et un effondrement des terrains avoisinants. Les dimensions du sinistre en surface dépendent des caractéristiques géologiques et mécaniques de l'ouvrage et le diamètre du cratère varie de quelques mètres à plus d'une dizaine de mètres. L'effondrement peut également être circonscrit au diamètre du puits, notamment dans le cas d'une rupture de l'ouvrage en tête de puits (dalle, bouchon) ;
 - le fontis par rupture de toit de galerie. En cas de rupture du toit d'une cavité, l'éboulement peut remonter et affecter la surface. En fonction du contexte géologique, notamment de la nature des terrains de recouvrement, et des conditions d'exploitation, l'effondrement peut se manifester en surface par un cratère de 2 à 3 m de diamètre ou générer des désordres importants pouvant dépasser une dizaine de mètres de diamètre ;
 - la rupture de pilier(s) isolé(s). La ruine d'un ou de plusieurs piliers au sein d'une carrière peut se traduire en surface par un effondrement dont le diamètre est généralement plus important que dans le cas d'un fontis.
- un effondrement généralisé ou en masse dans le cas d'exploitations présentant une extension latérale importante. Des cassures et crevasses apparaissent en surface, sur le pourtour de la zone effondrée, et, lorsque les terrains sont en pente, peuvent provoquer des glissements de terrain.

Le fait que la quasi-totalité des mouvements de terrain soient liés à des cavités souterraines pré-existantes souligne l'importance de ces dernières dans la causalité du phénomène. Dans la grande majorité des cas, l'existence d'une cavité souterraine à

l'origine du mouvement de terrain n'est pas connue avant que celui-ci ne survienne. Sur le département, ces cavités sont essentiellement d'origine anthropique, l'histoire et la géologie de la région ayant conduit ses habitants à creuser des cavités à différentes époques et dans des buts divers.

Les puits (à eau, d'accès aux marnières ou d'aération de souterrains) provoquent des effondrements circulaires, de faible diamètre (souvent inférieur à 1 m) mais peuvent parfois atteindre 15 à 20 m, particulièrement dans le cas de rupture des parois du puits et de l'effondrement des terrains avoisinants. L'eau joue en général un rôle très important dans l'effondrement de ces puits. En effet, puisque rebouchés ou simplement obstrués en surface, ils constituent des zones d'hétérogénéité de terrains et sont donc le siège d'écoulements préférentiels, de surpression sur leurs parois lors des battements de nappe ou d'érosion régressive.

Des carrières de gypse du Ludien (Bartonien supérieur) ont autrefois été exploitées au sud-ouest, entre Neuville-Bosc et Cresnes, et au sud du département à Plailly. L'extension géographique du gypse est faible dans l'Oise car les lentilles de gypse exploitables semblent très localisées et passent latéralement très rapidement à des marnes. La zone susceptible d'être sous cavée est donc bien circonscrite.

Les calcaires, notamment les calcaires grossiers du Lutétien, épais d'environ 15 m, ont été depuis l'époque gallo-romaine et sont toujours extraits dans des carrières de pierre à bâtir. Le calcaire de Saint-Ouen (Marinésien – Bartonien moyen), épais d'environ 10 m, a également fait l'objet d'une exploitation souterraine, surtout à des fins d'amendement. Les carrières du Lutétien correspondent le plus souvent à une exploitation par chambres et piliers à flanc de coteau. Ponctuellement, certaines d'entre elles se situent sur les plateaux et sont alors accessibles par une descenderie ou un puits. Leur extension peut être très importante, de l'ordre de plusieurs hectares, avec une hauteur variant entre 3 et 6 m environ. Le risque d'effondrement localisé ou en masse est donc fort dans le Vexin, le Valois, le Soissonnais.

Les argiles à lignites du Sparnacien (Yprésien inférieur), présentes au nord-est du département, ont été extraites autrefois par puits et galeries souterraines pour la fabrication de l'alun et de la couperose. Ces carrières de petite taille, appelées cendrières, sont toutes fermées depuis longtemps. En raison de leur taille et de la nature argileuse de l'encaissant, elles se sont refermées d'elles-mêmes si elles n'avaient pas été remblayées.

La craie du Plateau Picard et du Pays de Thelle a fait l'objet d'une exploitation pour l'amendement agricole (marnières) ou comme pierre à chaux pour alimenter les féculeries et sucreries locales. Les marnières, majoritairement creusées aux XVIII et XIX^{ème} siècles, étaient en général constituées d'un puits d'entrée de 1 m de diamètre, traversant les limons et la frange d'altération superficielle de la craie. Ce puits aboutissait au sein de la craie saine dans des galeries horizontales et/ou une à deux chambres d'extraction de 3 à 5 m de diamètre. Après abandon de l'exploitation, le puits était le plus souvent obturé en tête par des madriers recouverts de terre. Ceci explique que ces cavités ne sont souvent découvertes qu'après un effondrement localisé en

surface, et que leur nombre réel ainsi que leur situation géographique restent encore très peu connus. Les marnières donnent deux types d'effondrement :

- des effondrements de très grandes tailles (plus de 4 m de diamètre pour une profondeur dépassant 2 m), de forme circulaire ou ovale, consécutifs à un écroulement du toit des salles d'exploitation. Les toits des cavités qui subissent des ruptures sont situés soit dans les limons, soit dans la craie altérée, soit au sommet de la craie saine. Ainsi, leur rupture entraîne-t-elle la chute des terrains sus-jacents qui ne sont pas suffisamment résistants pour se maintenir en place ou simplement se déformer ;
- des effondrements en forme de puits comme signalé précédemment, correspondant soit à une rupture du bouchon, soit à un débouffrage. Certains puits pouvaient être profonds de 10 à 60 m, selon l'épaisseur de la couverture limoneuse et la hauteur des niveaux piézométriques de la nappe, mais ne dépassaient généralement pas une dizaine de mètres.

Des carrières de craie à bâtir existent également dans le département. Elles sont souvent localisées à proximité immédiate ou à l'intérieur des villages. Elles ont été creusées dans les niveaux de craie franche mais peuvent également se trouver au niveau de la craie altérée ce qui les rend particulièrement vulnérables.

Dans le Pays de Bray, les argiles réfractaires de la base du Wealdien (Néocomien-Barrémien) étaient autrefois exploitées par puits et galeries souterraines ou plus rarement à ciel ouvert. Les carrières ne sont pas toujours facilement localisables car, bien que présentes dans le même niveau, les argiles n'ont ni une épaisseur ni une répartition constantes. Le risque d'un affaissement ou d'un effondrement localisé est cependant faible.

Des souterrains refuges (muches) ont été creusés par la population pour servir de silos ou d'abris en cas d'invasion. Ils ont été réalisés à partir du Moyen-Age et essentiellement pendant la deuxième moitié du XVI^{ème} siècle et la première moitié du XVII^{ème} siècle. Ils sont à l'origine d'effondrements et d'affaissements de tailles variables, selon la profondeur et les dimensions de la cavité déstabilisée (couloir, salle,...).

Les lignes de front de la première guerre mondiale traversent le nord-est du département, entre Compiègne et Noyon. De multiples tranchées, abris et sapes de guerre ont été creusés et sont responsables d'une grande partie des effondrements et affaissements dans cette région, bien qu'il ne soit pas toujours possible de déterminer avec certitude l'origine des cavités. Toutefois, leur remblaiement hâtif et partiel fait que ces ouvrages sont très certainement à l'origine d'un grand nombre d'effondrements. En effet, à la fin de la guerre, le remblaiement était rémunéré au mètre linéaire de tranchée rebouchée et les salles souterraines adjacentes n'ont donc souvent pas été comblées. Le risque d'effondrements en masse ou localisés est élevé dans cette région.

Des caves sont aussi le siège de mouvements de terrain. En effet, de nombreuses habitations possèdent des caves creusées en sub-surface dans les limons, les

formations tertiaires, la craie altérée ou saine. Leurs parois ne sont pas toujours maçonnées. Il peut parfois s'agir de caves se poursuivant sous les routes ou d'un réseau de plusieurs caves sur un ou plusieurs niveaux.

A noter que certains anciens souterrains ainsi que certaines carrières, ont été utilisés comme camps militaires durant la première guerre mondiale et/ou ont servi de lieux de stockage ou encore de champignonnières, notamment pendant la première moitié du XX^{ème} siècle.

Les zones ne présentant pas de risque d'effondrement sont celles où affleurent des formations non exploitées en souterrain ou dont l'exploitation des formations sous-jacentes est impossible (piézométrie trop élevée, terrains instables, ...) : telles que les alluvions des cours d'eau principaux (Oise, Aisne, Thérain, ...), les assises sableuses et argileuses du Tertiaire dans le Soissonnais, le Valois et le Vexin ainsi que les sables et calcaires du Crétacé inférieur et du Jurassique dans le Pays de Bray.

Les mesures de prévention préconisées afin d'éviter ces effondrements et affaissements passent, tout d'abord, par un inventaire exhaustif des cavités et mouvements de terrain déjà connus ou sur lesquels des renseignements peuvent être recueillis, puis par la reconnaissance de ces cavités et mouvements de terrain, et ensuite, éventuellement, par la stabilisation de certains des sites concernés, ... D'autres mesures visent à réduire l'aléa dans les zones à fort enjeux : inspections de caves, maîtrise des eaux pluviales et usées, reconnaissance géotechnique préalable des terrains à bâtir, réglementation de l'aménagement tenant compte du risque d'effondrement, ...

Plusieurs inventaires des mouvements de terrain et des cavités ont été réalisés par le BRGM sur l'ensemble du département en 1985, 1995 et 2011 (BRGM/84-AGI-384-PIC et BRGM/RR-38682-FR) ainsi que sur les arrondissements de Clermont en 2002 et 2005 (BRGM/RP-51763-FR et BRGM/RP-53728-FR), de Compiègne en 2005 (BRGM/RP-53729-FR), de Senlis en 2008 (BRGM/RP-56608-FR) et de Beauvais en 2009 (BRGM/RP-56607-FR). L'ensemble des données ainsi obtenues ont été intégrées aux bases de données du Ministère en charge de l'environnement, gérées par le BRGM (www.bdcavite.net et www.bdmvt.net).

Dans le département de l'Oise, 2352 cavités de toutes tailles et 1147 mouvements de terrain ont été inventoriés dans les bases de données du Ministère en charge de l'environnement, gérées par le BRGM (www.bdcavite.net et www.bdmvt.net). Les mouvements de terrain correspondent à 8 chutes de blocs et éboulements, 2 érosions de berge, 28 glissements de terrains et 1107 effondrements ou affaissements.

En 2001 et 2002, 9 glissements de terrains et 697 effondrements ont été répertoriés, avec pour conséquence des dommages importants aux habitations et aux infrastructures. Ces sinistres ont eu lieu pour la plupart du fait d'une remontée des nappes phréatiques déstabilisant les terrains en place et d'une pluviométrie importante alourdissant les terrains surmontant les cavités.

Dans le Noyonnais, à la suite de fortes pluies survenues durant la nuit du 7 au 8 juin 2007, plusieurs effondrements et mouvements de terrain liés à la présence de cavités souterraines sont apparus. Un arrêté portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle a alors été pris sur 23 communes. Un inventaire des mouvements de terrain apparus suite à ces intempéries et liés à la présence de cavités souterraines a été lancé par la Préfecture de l'Oise.

Des plans de prévention des risques mouvements de terrain (PPRmvt) ont été approuvés en 1989 sur la commune de Clermont, en 2004 sur Tricot et Courcelles-Epayelles, en 2007 sur Esquennoy, en 2009 sur Beaulieu-les-Fontaines, Candor, Ecuville et Margny-aux-Cerises.

5.3. EROSION DES SOLS

L'érosion est définie comme étant l'arrachage et le transport par l'eau ou le vent des particules du sol. C'est un processus géologique naturel essentiel à la formation des sols et des paysages. En France, l'érosion des sols a longtemps été considérée comme liée aux fortes pentes et/ou aux fortes précipitations. A partir des années 1970, une attention particulière a été portée aux zones agricoles de plateaux et collines, et en particulier aux régions à forte extension urbaine.

De plus, l'érosion des sols peut engendrer des pertes en terres, une dégradation irréversible des terres agricoles (perte en éléments fertiles), des coulées de boues, de la turbidité ou une pollution des eaux et présente un risque important pour les espaces agricoles et les infrastructures situées à l'aval.

L'érosion se développe lorsque les eaux de pluies ruissellent sur la parcelle, emportant les particules de terre. Ce ruissellement apparaît lorsque le sol n'est plus en capacité d'absorber l'eau excédentaire. Deux cas distincts peuvent expliquer ce phénomène :

- une intensité des pluies supérieure à la capacité d'infiltration du sol ;
- une saturation du sol.

En fait, l'érosion des sols résulte de l'interaction entre de nombreux paramètres. Certains sont permanents, comme ceux relatifs à la topographie ou la géomorphologie du sol, alors que d'autres évoluent dans le temps, comme l'occupation du sol, ou présentent un caractère aléatoire comme la météorologie et notamment les précipitations (Le **Bissonnais et al.**, 2004). Plusieurs paramètres doivent ainsi être pris en compte pour estimer la susceptibilité érosive du sol.

a) La topographie

Les valeurs de topographie (MNT) permettent de calculer les pourcentages de pentes, en fonction des différences d'altitudes, et l'aire drainée. En effet, à aire drainée égale,

les pentes modérées sont moins sensibles à l'érosion que les pentes raides. Le département de l'Oise a un relief faiblement escarpé et ne présente que très peu de terrains avec des pentes supérieures à 15-30%, d'après le MNT de maille 50 m. L'influence du facteur de pente y est donc réduite dans le phénomène d'érosion des sols.

b) Le sol

Les caractéristiques du sol influencent la sensibilité à l'érosion, notamment à travers deux paramètres qui sont la battance et l'érodibilité. Dans le département de l'Oise, la battance semble avoir plus d'influence que l'érodibilité dans la réalisation des cartes de sensibilité à l'érosion des sols (**Cerdan O. et al** (2006) Rapport BRGM-RP-55104-FR).

La battance correspond à la dégradation liée à l'instabilité structurale du sol en surface qui entraîne une forte baisse de sa rugosité et de sa capacité d'infiltration. Elle résulte de l'action des eaux de pluie sur les agrégats du sol. Ces derniers sont détruits et dispersés sous l'action de l'eau, entraînant un litage qui, lors de la dessiccation, provoque la formation d'une croûte. Cette croûte de battance, épaisse de 1 à 2 cm pour les sols limoneux, amorce ainsi leur érosion, l'eau de pluie ruisselant en surface au lieu de percoler. La battance peut engendrer une érosion diffuse lors du ruissellement puis, en cas de concentration des flux, la formation de ravines.

L'érodibilité traduit la cohésion du sol et par conséquent sa stabilité ainsi que sa résistance au cisaillement et détermine la capacité du sol à être mobilisé par le ruissellement. Lors d'études, elle est déterminée à partir de règles de pédotransfert appliquées à la nature des roches et des matériaux composant les horizons superficiels et profonds du sol.

c) L'occupation des sols

Les sols ont un comportement différent vis-à-vis de l'érosion selon leur occupation : terres arables, prairies et pâturages, zones agricoles, cultures permanentes, forêts et zones arbustives, zones naturelles dégradées, espaces ouverts, zones d'eau libres, territoires artificialisés. L'occupation des sols est souvent cartographiée d'après la base de données Corine Land Cover. La plus grande partie de la surface du département de l'Oise est occupée par des terres arables qui représentent l'une des catégories de sols les plus sensibles à l'érosion. D'après une étude sur l'aléa érosion ((**Surdyk N., Cerdan O., Dubus I.G.** (2006) Rapport BRGM/RP-55103-FR), l'occupation des sols est probablement le paramètre ayant le plus d'influence sur la sensibilité à l'érosion dans le département de l'Oise.

d) Le climat

Le principal facteur climatique influençant l'érosion des sols est la pluviométrie. Le potentiel d'érosion dépend essentiellement de l'intensité et de la fréquence des précipitations. Etant donnée la faible agressivité du climat de l'Oise, la pluviométrie ne joue pas un rôle prépondérant lors de la détermination de l'aléa érosion.

L'érosion des sols peut être limitée en réduisant :

- l'impact de la pluie sur le sol avec la mise en place d'une protection des sols ;
- la formation d'écoulements superficiels, en augmentant la capacité d'infiltration et de stockage des sols ;
- la capacité de détachement et de transport du ruissellement, en limitant la vitesse et la concentration de ce dernier.

De nombreuses solutions préventives portant sur les pratiques culturales permettent de réduire l'impact des pluies sur le sol (non labour, cultures intermédiaires, paillage), d'augmenter la capacité d'infiltration et de stockage du sol (travail du sol, rotation des cultures, taille et répartition des parcelles, ...) et de diminuer les capacités de détachement et de transport (limitation du tassement, compaction des talwegs).

Les aménagements hydrauliques, comme la mise en place de talus, de mares, de fossés et de bandes enherbées, restent des mesures curatives permettant de maîtriser et d'organiser les ruissellements superficiels.

Des cartes de susceptibilité de l'érosion en chaque saison ont été établies par l'INRA sur l'ensemble du territoire français en 2002. Ces cartes sont élaborées grâce à un modèle permettant de croiser les principaux paramètres jouant un rôle dans l'érosion des sols (érodibilité et battance, occupation des sols, pente). Chaque paramètre est hiérarchisé et pondéré à partir des connaissances actuelles sur les différents types de fonctionnement érosif.

La méthodologie de l'INRA a été améliorée en 2006 par le BRGM, en intégrant des données plus précises et en se basant sur une approche plus dynamique.

L'érosion rencontrée dans le département l'Oise diffère de celles bien connues existant en montagne, sous climat méditerranéen ou sur les vignobles de coteaux. Différents types de phénomènes érosifs ont été mis en évidence dans les régions de grandes cultures :

- érosion automnale et hivernale par concentration du ruissellement ;

Les sols limoneux, particulièrement les plus pauvres en argile et en matière organique, sont très sensibles à la battance. Sur des terrains nus ou peu couverts, imperméabilisés par une croûte de battance et le tassement des sols, une pluie même faible déclenche un ruissellement important. Ce ruissellement entraîne une érosion diffuse qui peut provoquer par concentration des dégâts en limite et au sein des parcelles agricoles.

Dans l'Oise, les cultures d'hiver constituent les principales cultures à risques en période hivernale. En effet, les cultures sont semées tardivement, de septembre à novembre ou dans des conditions limites pour l'implantation. Une croûte de battance s'installant dès la fin novembre et la végétation ne s'établissant qu'en mars-avril, toutes les conditions sont alors rassemblées pour favoriser le ruissellement.

- érosion lors des orages de printemps et d'été.

Lors des orages de printemps et d'été, l'érosion affecte les sols non ou peu couverts par la végétation et affaiblis pour le lit de semence des cultures. Les particules de terre sont facilement arrachées et entraînées par les pluies de forte intensité.

La combinaison des facteurs déclenchant des deux périodes peut provoquer de véritables talwegs dans les parcelles agricoles touchées.

Dans le département de l'Oise, le relief présente de faibles pentes mais les sols limoneux sont très sensibles à la battance et largement occupés par des cultures intensives. De plus, les terrains cultivés sont souvent laissés à nu durant de longues périodes et les précipitations sont importantes même si elles ne sont que rarement agressives. Les risques d'érosion sont plus élevés en automne et en hiver.

Les régions agricoles de l'ouest du Plateau Picard et du Pays de Thelle sont les plus concernées par un risque d'érosion fort à très fort, du fait essentiellement de fortes précipitations. Le centre et le nord-est ne semblent que peu affectés tandis que le sud-est présente quelques zones où l'aléa érosion est localement plus élevé.

Pour information, dans le Noyonnais, à la suite de fortes pluies durant la nuit du 7 au 8 juin 2007, plusieurs phénomènes de ruissellement et de coulées de boues ont eu lieu. Un arrêté portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle a alors été pris sur 23 communes.

Un atlas des zones de ruissellement (AZOR) a également été réalisé sur l'ensemble du département de l'Oise. En croisant les aléas et les zones à enjeux, une approche de la gestion de l'urbanisation a pu ainsi être établie.

6. Impacts du changement climatique

6.1. EVOLUTION ET TENDANCES CLIMATIQUES

Les données sur l'évolution des températures moyennes de l'air en France, fournies par l'ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique), permettent de mettre en évidence des tendances globales.

Ainsi, les enregistrements montrent que l'augmentation des températures est déjà effective depuis au moins les années 1980. La comparaison ayant été faite avec la moyenne des températures entre 1971 et 2000, l'écart est le plus souvent négatif jusqu'au milieu des années 1980 ; il est ensuite presque systématiquement positif. L'année la plus chaude enregistrée a été 2003 avec un écart de $+1,3^{\circ}\text{C}$ par rapport à la moyenne. Globalement, la température moyenne annuelle en France est en hausse au 20^e siècle. Cette augmentation est plus marquée au sud, avec une augmentation de l'ordre de $+1,1^{\circ}\text{C}$, qu'au nord, où elle est de $+0,8^{\circ}\text{C}$.

Les prévisions sur l'évolution des températures présentées par le CNRM (Centre National de Recherche Météorologique) sont réalisées selon plusieurs scénarios. Ces scénarios sont basés sur les rapports du GIEC et étudient les voies de développement énergétiques en fonction de facteurs démographiques, économiques et technologiques ainsi que des émissions de gaz à effet de serre qui en résultent. Selon le scénario le plus optimiste, la température augmenterait d'environ 2°C à $2,5^{\circ}\text{C}$ entre la fin du 20^{ème} et la fin du 21^{ème} siècle et, pour le scénario le plus pessimiste, de $2,5^{\circ}\text{C}$ à $3,5^{\circ}\text{C}$. Enfin, le modèle prévoit un déficit en eau des sols sur une grande partie de la France, excepté pour la saison hivernale.

Les données pluviométriques sur la période 1901-2000 montrent une hétérogénéité des tendances. Aucune diminution significative n'est observée, mais les estimations montrent une tendance à la hausse dans le nord de la France et une baisse dans le sud. Au niveau saisonnier, la diminution des précipitations sera particulièrement marquée en été et en automne.

En résumé et concernant plus particulièrement la Picardie, il est estimé que les changements climatiques induiront :

- une augmentation de $0,5^{\circ}\text{C}$ d'ici 2050 et de $2,0^{\circ}\text{C}$ d'ici 2080 pour le scénario le plus optimiste et une augmentation de $2,5^{\circ}\text{C}$ d'ici 2050 et de $3,5^{\circ}\text{C}$ d'ici 2080 pour le scénario le plus pessimiste ;
- une baisse des précipitations et du nombre de jours de fortes pluies en été d'environ 15% ;
- une augmentation du nombre de jours de fortes chaleurs et de sécheresse en été ;
- une baisse significative du nombre de jours de gel.

6.2. IMPACTS SUR LES EAUX SOUTERRAINES

Le projet REXHYSS étudie l'impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et de la Somme (Programme GICC, 2009). Cette étude s'est intéressée à la modélisation de l'impact du changement climatique d'origine anthropique sur différents paramètres concernant les bassins versants de la Seine et de la Somme. Il se base sur la régionalisation des scénarios de changements climatiques à grande échelle. Ces scénarios sont ensuite interprétés par 6 modèles hydrologiques.

Ces modèles annoncent tous un déficit hydrique prononcé dans les bassins. Ce déficit se traduirait par une baisse de la recharge des nappes comprise entre 20 et 40% de la recharge actuelle (25 % en milieu du 21^{ème} siècle et 30% en fin du siècle). La conséquence directe serait une baisse des niveaux piézométriques, entraînant une baisse des débits des cours d'eau alimentés par ces nappes. A l'échelle saisonnière, la baisse des débits se répercuterait davantage sur les basses eaux que sur les hautes eaux. Le modèle indique enfin un retard de 1 à 2 mois de l'hydrogramme moyen.

Les impacts sur les extrêmes hydrologiques ayant des conséquences majeures sur les activités humaines peuvent également être estimés. Ainsi, les débits des étiages les plus marqués baisseraient fortement et la durée des périodes de débits pris comme seuil pour les alertes sécheresses augmenterait également. A l'inverse, les paramètres liés aux crues extrêmes ne changeraient pas significativement. Les conséquences attendues sur les bassins seraient donc liées aux intensifications des étiages et des sécheresses qui en découlent.

L'élévation du niveau marin consécutive au réchauffement climatique serait susceptible d'entraîner des inondations plus importantes dans la Somme aval. Cependant, les aménagements hydrauliques réalisés suite aux inondations de 2001 permettraient de réduire nettement les effets qu'entraînerait cette hausse. Les conséquences seraient donc sans doute moins importantes si des crues semblables survenaient au cours du 21^{ème} siècle. L'Oise et ses affluents, plus éloignée de l'embouchure de l'océan, serait moins touchée.

Les conséquences socio-économiques d'une telle évolution concerneront particulièrement l'agriculture et les modes d'irrigation. Le changement climatique pourrait entraîner une hausse des besoins en eau des cultures de 50 à 60%, si celles-ci restaient les mêmes. L'augmentation de la demande des plantes ainsi que des volumes d'eau prélevés, en supposant le même contexte, s'ajouteraient alors aux causes de la diminution de la recharge des nappes et des débits.

Cependant, de nombreuses incertitudes sont à considérer dans ces prévisions sur les effets du changement climatique, en particulier au niveau de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre anthropiques.

7. SIG et carte départementale

L'atlas se compose, en plus de cette notice, de plusieurs cartes thématiques fournies sous deux formats : numérique et papier.

La géodatabase, ou base de données géoréférencées, est exploitable au moyen d'un Système d'Information Géographique (SIG) développé sous ArcGis (© ESRI). Elle rassemble les données sur les eaux superficielles, les eaux souterraines, la géologie et les risques du département de l'Oise. Mettre en place ce type d'environnement SIG donne la possibilité à l'utilisateur de réaliser des traitements de ces données géoréférencées et une réelle souplesse dans l'édition de cartes thématiques.

La carte format A0 à l'échelle $1/100000$ présente une synthèse de l'ensemble des informations liées à l'hydrogéologie disponible sur le département.

7.1. SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)

Un Système d'Information Géographique (ou SIG) est un mode d'organisation de ressources (informatiques et humaines) permettant de regrouper, de classer, d'analyser et de représenter sous la forme d'élément géographique toute entité se trouvant sur le globe et de lui associer toutes les informations qui la caractérisent. Le terme SIG peut faire référence à l'une des cinq parties majeures le constituant : le matériel, les logiciels, les utilisateurs, les méthodes et les données ; ce sont ces dernières qui font le principal objet de ce chapitre.

Une donnée SIG est une transcription sous forme numérique d'une entité réelle ou abstraite présente sur la terre. Il existe de nombreux modèles de données géographiques (raster, vecteur) : le vecteur est celui majoritairement utilisé dans cet atlas. Ce mode de représentation sépare les données en deux types distincts d'information :

- d'une part, les informations géographiques symbolisent, sous la forme d'objet géométrique simple (point, ligne, polygone), des entités et les référencent à l'aide de coordonnées déterminant leur emplacement sur la surface du globe ;
- d'autre part, ces informations géographiques sont liées à des données présentes sous la forme d'une table relationnelle qui regroupe toutes les renseignements attributaires de l'entité représentée.

Toutes les entités ayant la même géométrie ainsi que les mêmes attributs font partie de la même classe et sont donc regroupées au sein d'une couche monothématique commune appelée classe d'entités, jeu de données ou fichier de formes.

Avec l'aide d'un logiciel SIG, les utilisateurs des données cartographiques de cet atlas peuvent, outre visionner les différentes couches monothématiques fournies, avoir accès aux nombreuses cartes élaborées à l'aide de ces couches. Parmi ces cartes, citons celles des eaux de surface, des eaux souterraines ou des risques. De plus, les usagers peuvent créer de nouvelles cartes élaborées, obtenues par « croisement » de différentes couches et par exploitation d'autres sources de données (BSS, ADES, Banque Hydro, etc...).

7.1.1. La géodatabase sous ArcCatalog (© ESRI)

a) Présentation de ArcCatalog (© ESRI) et ouverture de la géodatabase

Afin de faciliter leur diffusion et leur représentation, les classes d'entités sont regroupées dans un même fichier informatique appelé « base de données géoréférencées » ou « géodatabase ». Il s'agit d'une base de données relationnelle dont il est possible de visualiser le contenu avec le programme ArcCatalog (© ESRI).

ArcCatalog (© ESRI) est un module du logiciel ArcGIS (© ESRI) qui permet de visualiser les données brutes contenues dans les classes d'entités ainsi que de naviguer dans les géodatabases. Cette application se compose d'une barre d'outils principale supérieure et de deux fenêtres de travail : la fenêtre d'arborescence située à gauche qui permet de naviguer dans les classes d'entité, et une fenêtre d'affichage sur la droite qui permet de voir les informations contenues dans les dossiers et les classes d'entité (Illustration 74).

Pour ouvrir une géodatabase et visualiser son contenu dans l'arborescence du catalogue, il faut, dans un premier temps, établir une connexion avec celle-ci (bouton « Connexion à un dossier » dans la barre d'outils). Une fois la fenêtre de lancement ouverte, rechercher et sélectionner le répertoire « Bureau/Disk()_Atlas_Oise/SIG ». Le dossier « SIG » va alors apparaître dans la fenêtre d'arborescence et pourra être ouvert en double-cliquant dessus.

Deux géodatabases sont présentes dans ce dossier « Géodatabase_Atlas_OISE_L2E.mdb » et « Géodatabase_Atlas_OISE_L93.mdb ». Elles contiennent les mêmes couches d'informations, seule la référence spatiale diffère (projection). Dans la première, la projection est en Lambert 2 étendu (NTF) et dans la deuxième elle est en Lambert 93 (RG93).

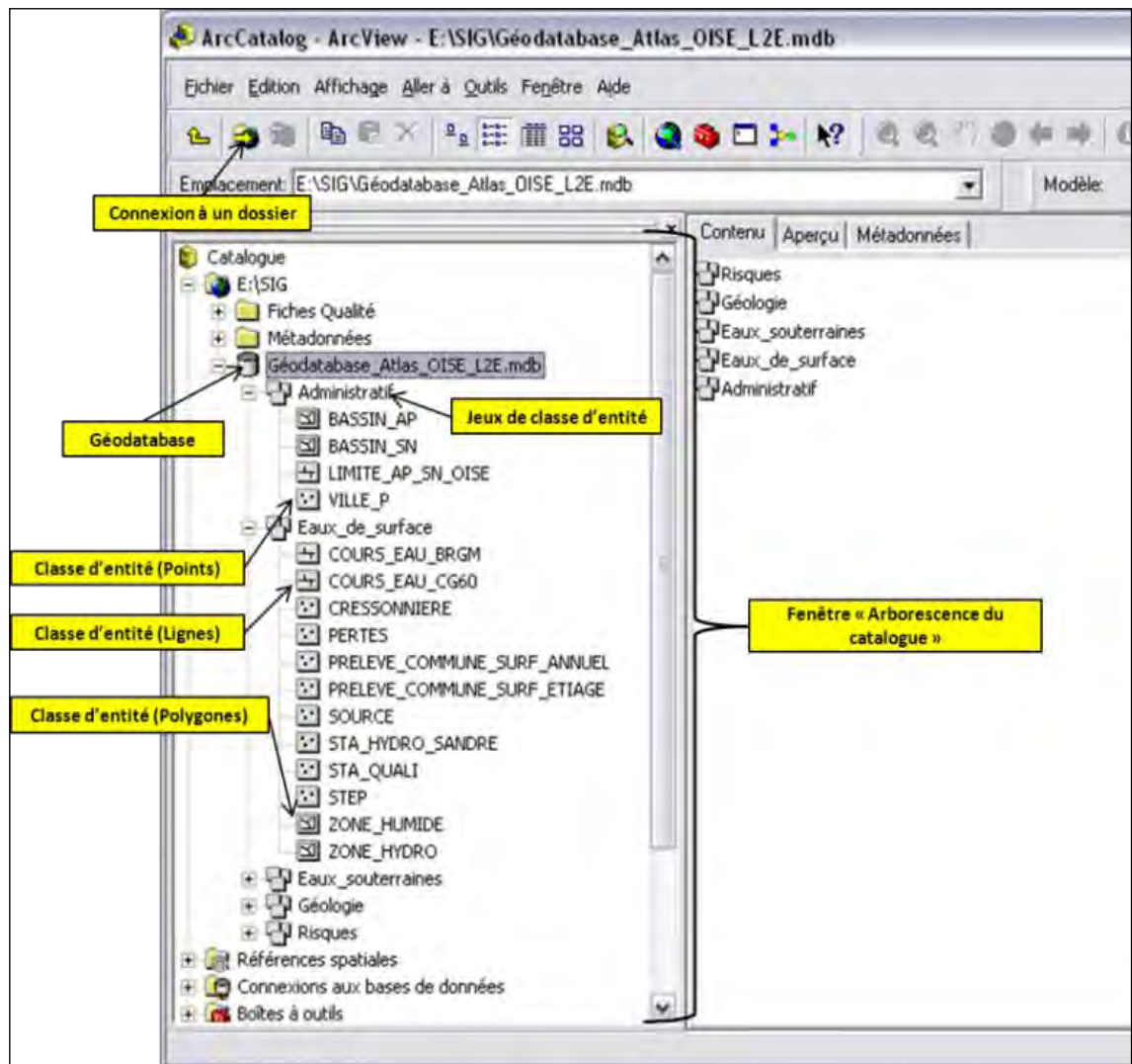


Illustration 74 – Le logiciel ArcCatalog (© ESRI).

b) Visualisation du contenu de la géodatabase

Les données fournies s'articulent autour de cinq dossiers principaux contenant les données relatives aux entités administratives, aux eaux de surface, aux eaux souterraines, à la géologie et aux risques. Ces thématiques sont représentées dans la géodatabase par des jeux de classes d'entités. Pour faire apparaître les différents jeux de classes d'entités, il suffit de double-cliquer sur la géodatabase ou de cliquer sur le bouton **+** se trouvant devant celle-ci dans la fenêtre d'arborescence d'ArcCatalog (© ESRI). Il faut effectuer la même manipulation pour ouvrir les jeux de classes et voir les classes d'entités qu'ils contiennent.

Les classes d'entités peuvent être, selon l'entité représentée, de trois différents types en fonction de leur forme géométrique :

- entité point : objet ponctuel qui ne possède qu'une seule coordonnée (X,Y).
- entité ligne : objet linéaire constitué d'un agencement de segments continus ou non et possédant une multitude de coordonnées (X,Y).
- entité polygone : objet fermé constitué d'un ou de plusieurs éléments surfaciques (dont le périmètre forme une boucle) et possédant une multitude de coordonnées (X,Y).

Une liste de ces classes d'entités ainsi qu'une description de leurs attributs est disponible en annexe 1.

Une fois sélectionnée dans l'arborescence, les données géographiques et numériques contenues dans une classe d'entité sont visualisables à l'aide de la fenêtre d'affichage (Illustration 75). Trois onglets de navigation présents sur le haut de cette fenêtre permettent de découvrir différentes informations relatives à la classe d'entité :

- contenu : liste des fichiers d'un dossier sélectionné dans l'arborescence.
- aperçu : informations contenues à l'intérieur de la source de données sélectionnée dans l'arborescence. La barre déroulante nommée « aperçu » dans le bas de la fenêtre permet de visionner, au choix, les données géographiques ou les données numériques contenues dans la table attributaire.
- métadonnées : métadonnées associées à la classe sélectionnée.

Tous les fichiers contenus dans la géodatabase ont des propriétés qui leurs sont propres (système de coordonnées, relations, champs...); ces propriétés sont accessibles par un clic droit sur le fichier choisi puis en validant le menu « Propriétés ».

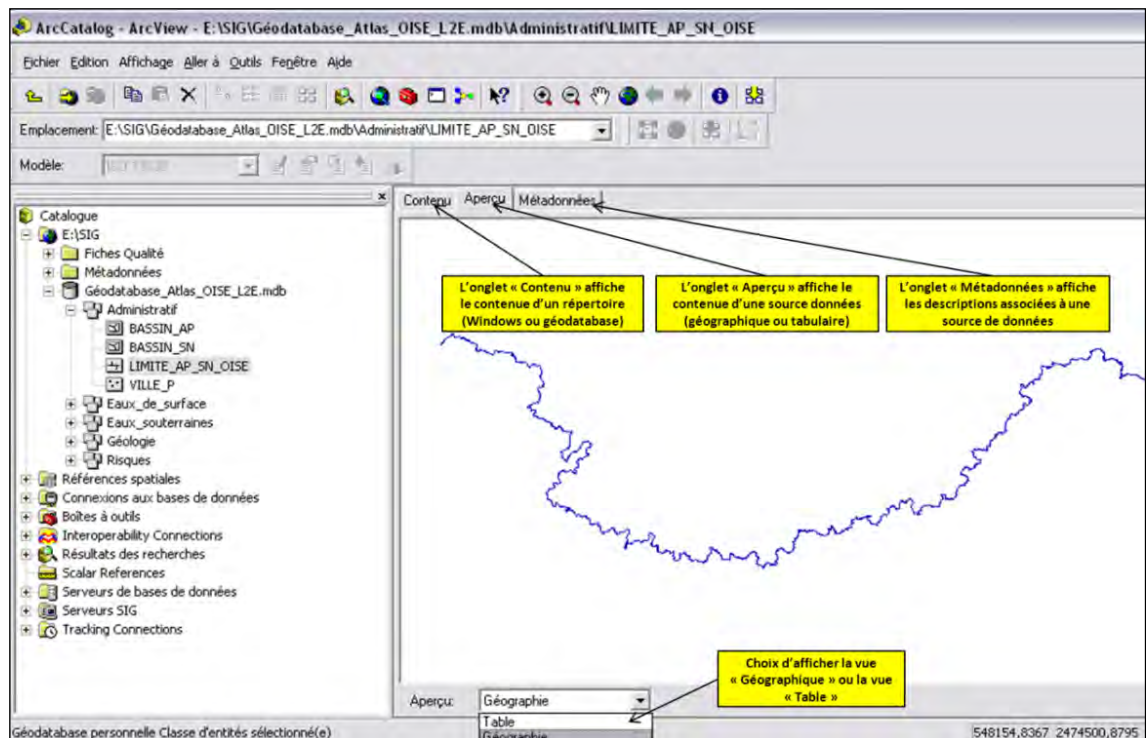


Illustration 75 – Présentation des données dans ArcCatalog (© ESRI).

c) Métadonnées

Selon le Conseil national de l'information géographique, les métadonnées sont définies comme « des informations descriptives des données ou des services sur les données [...] rendant possibles leur recherche, leur inventaire et leur utilisation ». Plus généralement les métadonnées se présentent sous la forme de fichiers rattachés aux classes d'entités contenant des informations sur leurs caractéristiques générales.

L'organisation de la structure des métadonnées présentes dans l'atlas hydrogéologique de l'Oise respecte le standard technique de la norme française ISO 19139, ainsi que la directive européenne INSPIRE. L'objectif de cette directive peut être résumé par son article premier : « fixer les règles pour établir l'infrastructure d'information géographique dans la Communauté européenne, aux fins des politiques environnementales communautaires et des politiques ou activités de la Communauté susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement ».

Les métadonnées dans ArcCatalog (© ESRI) peuvent se visualiser en sélectionnant une couche d'entités dans l'arborescence puis en cliquant sur l'onglet « métadonnées » situé en haut de la fenêtre d'affichage et en sélectionnant ensuite l'onglet « ISO 19139 » dans le menu déroulant « Modèle » (Illustration 76).

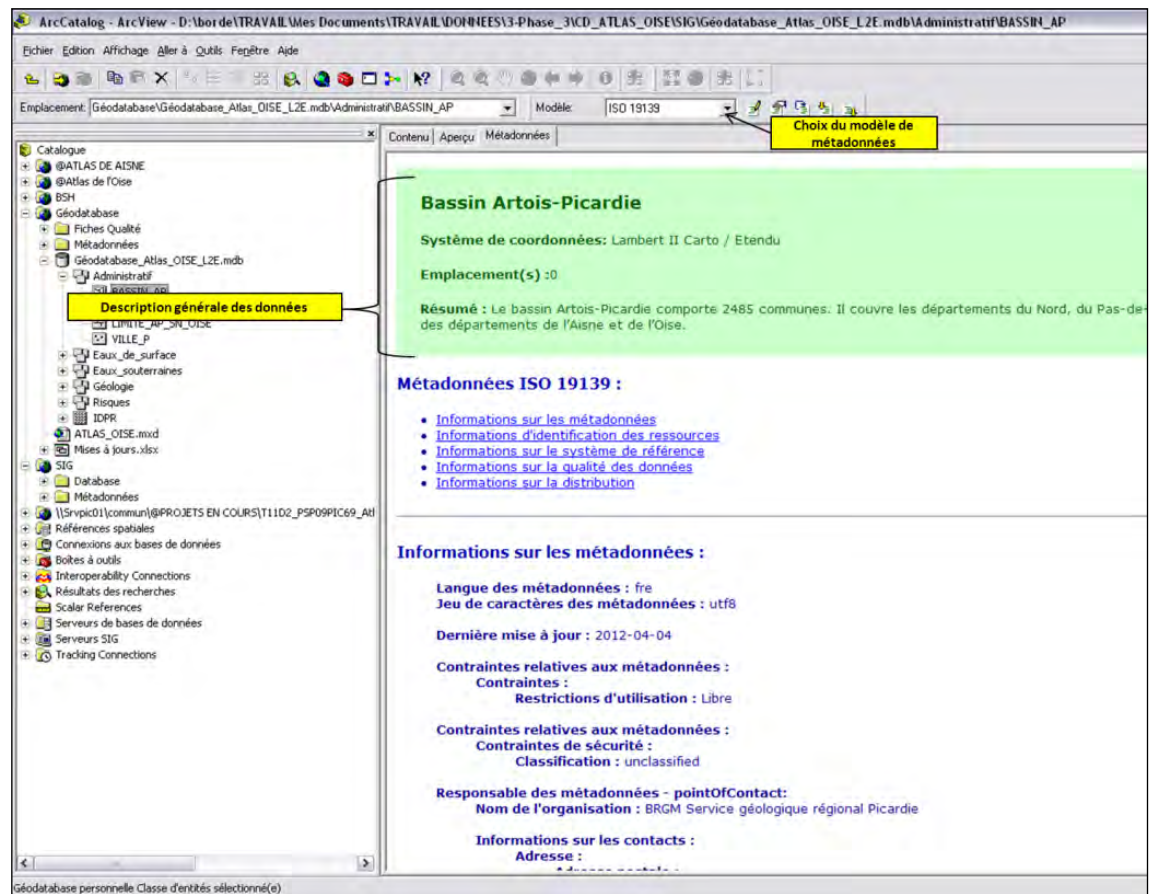


Illustration 76 – Présentation des métadonnées dans ArcCatalog (© ESRI).

Le cadre supérieur de couleur verte regroupe les informations générales qui caractérisent le fichier sélectionné (nom, système de coordonnées et résumé). A la suite de la fiche, des informations plus complètes sont regroupées selon cinq thèmes : les métadonnées, l'identification des ressources, le système de référence, la qualité des données et leur distribution.

7.1.2. Les cartes thématiques dans ArcMap (© ESRI)

a) Présentation d'ArcMap (© ESRI)

ArcMap (© ESRI) est le programme principal du logiciel ArcGIS (© ESRI). Il permet de visualiser, d'analyser, de cartographier de mettre en page et d'actualiser les données géographiques contenues dans la géodatabase.

Cette application se compose, comme pour ArcCatalog (© ESRI), de deux fenêtres de travail (Illustration 77) :

- la table des matières, sur la gauche, où sont reportées les différentes cartes thématiques ouvertes, leur ordre d'affichage et leurs symbologies ;
- la fenêtre d'affichage, sur la droite de l'écran, permettant de visualiser les cartes actives.

Autour de ces fenêtres s'articule une gamme de barres d'outils :

- la barre d'outils principale servant à la gestion et à l'édition des fichiers (bord supérieur dans l'exemple) ;
- la barre de dessin permettant de mettre à jour les données géographiques (bord inférieur dans l'exemple) ;
- la barre d'outils « Atlas de l'Oise » permettant une meilleure navigation dans les différentes cartes fournies dans l'atlas (bord supérieur droit dans l'exemple).

Les cartes SIG sont toutes regroupées au sein d'un même fichier dont l'extension est « .mxd ». Ce fichier peut être ouvert grâce au menu « Fichier » - « Ouvrir » puis en sélectionnant le fichier ATLAS_OISE....mxd situé dans le répertoire Disk()_Atlas_Oise/SIG/.

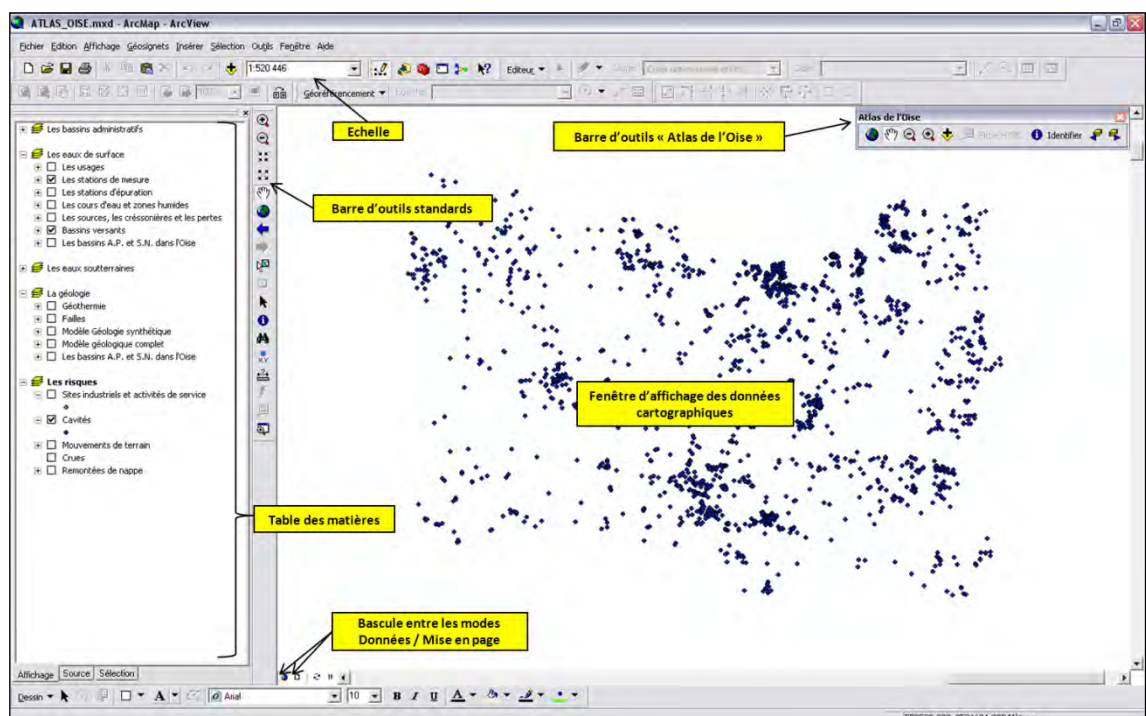


Illustration 77 – Le logiciel ArcMap (© ESRI).

Dans ArcMap (© ESRI), l'information géographique s'affiche sous la forme de couche qui représente un type d'objet particulier. Une couche ne contient pas de données en elle-même mais se réfère à une classe d'entités et lui associe une symbologie : elle forme ainsi une carte thématique. Il est possible d'éditer une multitude de cartes thématiques à l'aide des différentes données attributaires présentes dans une classe d'entités. Dans cet atlas une carte thématique est élaborée pour chacune des classes d'entités présentes dans la géodatabase.

b) Navigation dans la table des matières

La table des matières permet une navigation simple et rapide dans les différentes cartes proposées. Toutes les cartes thématiques y sont présentes : elles sont regroupées en cinq blocs de données qui correspondent aux différentes disciplines abordées dans cet atlas : données administratives, eaux de surfaces, eaux souterraines, géologie et risques (Illustration 78). Ces blocs de données forment les cartes élaborées.

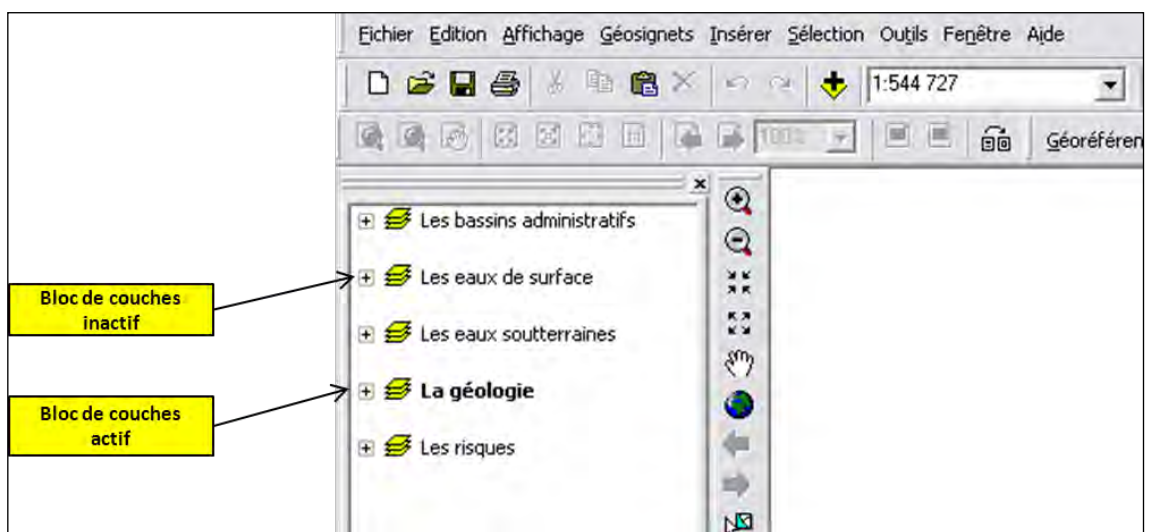


Illustration 78 – Visualisation des blocs de données dans ArcMap (© ESRI).

Le contenu d'un bloc de données n'est visible que si ce bloc est activé. Pour cela il suffit de faire un clic droit sur le bloc de données voulu puis de valider le menu « Activer » qui s'affiche dans une fenêtre libre : ce bloc de données va apparaître en gras dans la table des matières. Pour information, on ne peut activer qu'un seul bloc à la fois, il est donc impossible de visionner en même temps deux couches contenues dans des cartes élaborées différentes.

Pour afficher +s couches contenues dans un bloc de données, il est nécessaire de cliquer sur le  présent devant le bloc ou de double-cliquer dessus. Le plus souvent ces couches sont combinées en groupes de couches, car elles recoupent des sous-thématiques. Le développement de l'arborescence est possible jusqu'à visualiser la symbologie de la couche désirée (Illustration 79).

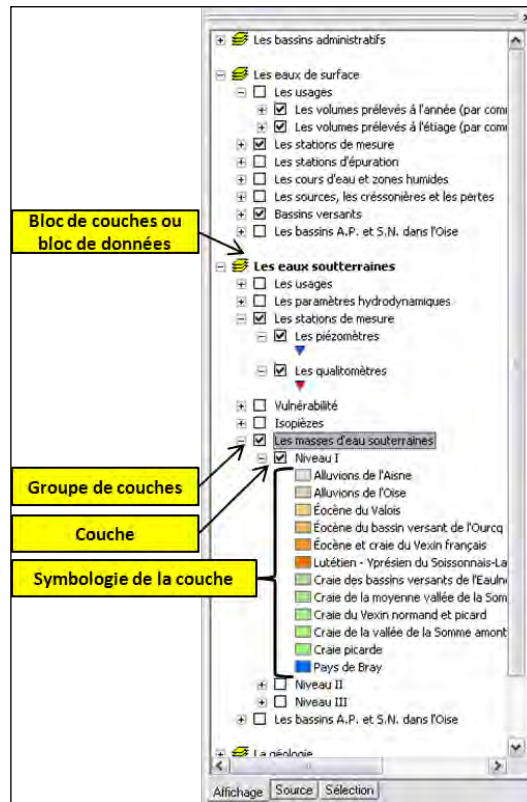


Illustration 79 – Arborescence de la table des matières dans ArcMap (© ESRI).

Pour afficher une carte thématique dans la fenêtre d'affichage la case se trouvant devant chacune des couches de la table des matières doit être cochée (Illustration 80).

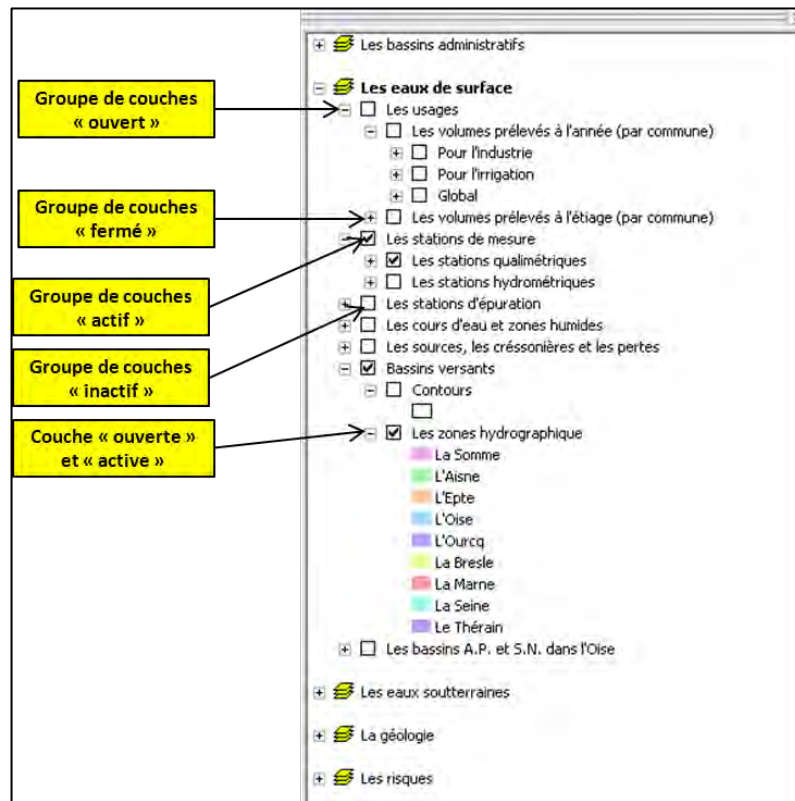


Illustration 80 – Utilisations des couches présentes dans la table des matières.

c) Détail de la barre d'outils « Atlas de l'Oise »

Une barre d'outils « Atlas de l'Oise » est présente dans le SIG, composée de neuf onglets (Illustration 81) : elle permet aux utilisateurs une navigation plus simple et un accès aux données plus rapide :

- « Vue générale » recadre les vues de la fenêtre d'affichage sur la globalité des couches visibles ;
- « Déplacement » permet, en maintenant le clic gauche de la souris, de naviguer sur les différentes cartes ;
- « Zoom arrière » effectue un zoom arrière ;
- « Zoom avant » réalise un zoom avant ;
- « Ajout de couches » incorpore une nouvelle couche à la carte active ;
- « Identification HTML » se connecte à Internet (ADES, InfoTerre ou BanqueHydro) et ouvre une fenêtre au format HTML qui contient des informations complémentaires concernant l'entité sélectionnée ;

- « Identifier un objet » active une fenêtre affichant la liste des champs de(s) l'entité(s) sélectionnée(s) ;
- « Activation du bloc de données précédent » active le bloc de données se trouvant au-dessus du bloc de données actuellement actif dans la table des matières ;
- « Activation du bloc de données suivant » active le bloc de données se trouvant au-dessous du bloc de données actuellement actif dans la table des matières.

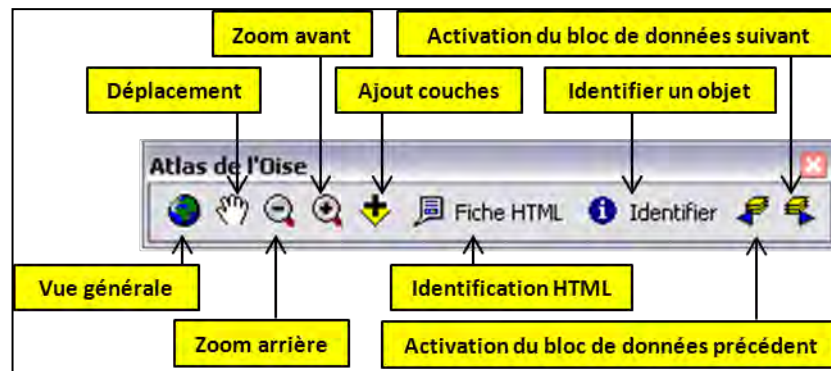


Illustration 81 – La barre d'outils « Atlas de l'Oise » dans ArcMap (© ESRI).

7.1.3. Descriptif des cartes thématiques et de leur classe d'entités

a) Administratif

• Les département, cantons, arrondissements et communes

Description : Cet ensemble de cartes représente le découpage généralisé des différentes entités administratives du département de l'Oise obtenu à partir des cartes digitales de l'IGN à l'échelle 1/25 000. L'Oise est l'un des trois départements de la région picarde ; il regroupe 4 arrondissements : Beauvais, Clermont, Compiègne et Senlis, 42 cantons et 697 communes.

Travail des données brutes^o : Les couches SIG proviennent de la base de données GEOFLA® disponible sur le site Internet de l'IGN. Seules les informations concernant le département de l'Oise ont été conservées. La limite administrative contenue dans ce fichier « DEPARTEMENT » a servi au découpage départemental des autres cartes numériques de cet atlas.

Légende : La superficie de l'Oise est figurée par un fond rouge ; les cantons, arrondissements et communes sont délimités par des traits noirs d'épaisseur variable.

Chapitre de la notice associé	2.1	2.1	2.1	2.1
Classe d'entités associée	COMMUNE	CANTON	ARRONDISSEMENT	DEPARTEMENT
Forme	Polygone	Polygone	Polygone	Polygone
Limite d'échelle	1/1 000 000	1/1 000 000	1/1 000 000	1/1 000 000
Source	IGN (GEOFLA)	IGN (GEOFLA)	IGN (GEOFLA)	IGN (GEOFLA)

Tableau 18 – Description de la classe d'entités associée aux communes, aux cantons, aux arrondissements et au département.

• Les chefs-lieux

Description : Les chefs-lieux correspondent aux emplacements des mairies des 697 communes de l'Oise.

Travail des données brutes°: Les coordonnées géographiques sont extraites de la base de données GEOFLACommune® de l'IGN. Les valeurs collectées étant fournies en hectomètres, elles ont été converties puis géoréférencées par le BRGM.

Légende : Les chefs-lieux sont représentés par des points noirs centrés sur la mairie de chaque commune.

Chapitre de la notice associé	2.1
Classe d'entités associée	CHEF_LIEU
Forme	Point
Précision du positionnement	Hectométrique
Source	IGN (GEOFLA)

Tableau 19 – Description de la classe d'entités associée aux chefs-lieux.

• Les villes principales

Description : Les agglomérations ayant une population supérieure à 10 000 habitants, soit 12 communes, sont réparties de manière uniforme dans le département de l'Oise. Les chiffres de la population de ces villes sont ceux fournis par l'INSEE en 2011.

Travail des données brutes°: Ces données sont extraites de la couche CHEF_LIEU de cet atlas, seules les villes supérieures à 10 000 habitants ont été conservées.

Légende : Comme les chefs-lieux, les villes principales sont représentées par des points noirs centrés sur la mairie de chaque commune.

Chapitre de la notice associé	2.1.1
Classe d'entités associée	VILLE_P
Forme	Point
Précision du positionnement	Hectométrique
Source	IGN (GEOFLA)

Tableau 20 – Description de la classe d'entités associée aux villes principales.

• Les bassins Seine-Normandie et Artois-Picardie

Description : Cette couche cartographie l'extension des bassins hydrographiques Seine-Normandie et Artois-Picardie, redécoupés selon les limites communales. L'Agence de l'eau Seine-Normandie (AESN) et Artois-Picardie (AEAP) sont des établissements publics rattachés au Ministère en charge de l'environnement. L'AESN administre la grande majorité de l'Oise (soit 5 250 km²), l'AEAP n'étant présente que dans le nord du département (soit 650 km²).

Travail des données brutes^o : Ces données sont extraites de la carte numérique « Bassin DCE » délimitant l'extension des bassins hydrographiques nationaux dont les autorités compétentes sont les Agences de l'eau. Ce fichier SIG est disponible sur le site SANDRE appartenant au portail Internet Eaufrance géré par le Ministère chargé de l'environnement.

Légende : Le bassin Seine-Normandie est en bleu et le bassin Artois-Picardie en vert.

Chapitre de la notice associé	3.1	3.1
Classe d'entités associée	BASSIN_AP	BASSIN_SN
Forme	Polygone	Polygone
Limite d'échelle	1/50 000	1/50 000
Source	AEAP	AESN

Tableau 21 – Description de la classe d'entité associée aux bassins Seine-Normandie et Artois-Picardie.

• La limite séparant les bassins Artois-Picardie et Seine-Normandie

Description : Cette entité représente la ligne de démarcation des bassins des Agences de l'eau Artois-Picardie et Seine-Normandie.

Travail des données brutes : Cette limite est extraite des fichiers « BASSIN_AP » et « BASSIN_SN » présents dans cet atlas.

Légende : La frontière est représentée par une ligne rouge continue.

Chapitre de la notice associé	3.1
Classe d'entités associée	LIMITE_AP_SN_OISE
Forme	Ligne
Limite d'échelle	1/50 000
Source	AESN & AEAP

Tableau 22 – Description de la classe d'entité associée à la limite des bassins Seine-Normandie et Artois-Picardie.

b) Les eaux de surface

- Les usages (prélèvements)**

Description : Les données disponibles ont été fournies par l'Agence de l'eau Seine-Normandie. Elles concernent les volumes annuels, déclarés de 1994 à 2010 pour tout usage, ainsi que les volumes prélevés en période d'étiage, soit entre le 1 juin et le 31 octobre, de 1994 à 2007.

Travail des données brutes : La localisation des points de prélèvement n'est pas toujours connue avec exactitude ; ainsi les volumes sont géoréférencés au centroïde de la commune sur laquelle les compteurs d'eau sont implantés. Pour plus de lisibilité, les volumes prélevés ont été sommés par commune. Les différents volumes prélevés dans les eaux superficielles du département sont représentés selon la somme totale des prélèvements par commune.

Légende : Les différentes cartes représentent les volumes prélevés par commune pour l'année 2010 ainsi que les volumes prélevés à l'étiage par commune pour l'année 2007. La taille des cercles varie en fonction des valeurs des volumes prélevés regroupées en cinq classes variant de 1 m³ à 4 000 000 m³. Ces cinq classes sont identiques pour l'ensemble des couches afin de pouvoir les comparer visuellement. Les données ont été classifiées par échelle logarithmique adaptée (seuils naturels – Jenks).

Chapitre de la notice associé	4.1	4.1
Classe d'entités associée	PRELEVE_COMMUNE_SURF_ETIAGE	PRELEVE_COMMUNE_SURF_ANNUEL
Forme	Point	Point
Précision du positionnement	Hectométrique	Hectométrique
Source	AESN	AESN

Tableau 23 – Description des classes d'entités associées aux prélèvements en eaux superficielles.

• Les stations hydrométriques

Description : Sont regroupées dans cette couche, les 31 points de mesure des débits ou hauteurs d'eau des cours d'eau du département. Ces stations appartiennent au réseau de suivi quantitatif des eaux superficielles continentales géré par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Picardie. Ces stations enregistrent en continu des débits, ou des hauteurs d'eau converties ensuite en débits, au pas de temps journalier. Les fiches des stations ainsi que les mesures sont rassemblées et consultables sur la base internet Banque Hydro. Quatorze de ces stations font partie du réseau d'annonce de crue géré par l'Etat, consultable sur le site internet www.vigicrues.gouv.fr. Elles sont installées sur la rivière de l'Oise et du Thérain.

Travail sur les données brutes : L'ensemble des informations obtenues sont extraites du site SANDRE appartenant au portail internet Eaufrance géré par le ministère chargé de l'environnement. Les données ont été géoréférencées par le BRGM.

Légende : Les stations hydrométriques sont représentées par des triangles pointant vers le haut, bleus pour les actives et bleus hachurés noirs pour les abandonnées. Un lien hypertexte permet d'accéder à la fiche descriptive disponible sur la base internet Banque Hydro.

Chapitre de la notice associé	3.1.1
Classe d'entités associée	STA_HYDRO_SUR
Forme	Point
Précision du positionnement	Décamètre
Source	DREAL & SANDRE

Tableau 24 – Description des classes d'entités associées aux stations hydrométriques.

• Les stations qualimétriques

Description : Les 287 points de mesure du département appartiennent à plusieurs réseaux de suivi qualimétrique des eaux superficielles continentales gérés par la DREAL et les Agences de l'eau, sont regroupés au sein de cette carte. Les stations, placées dans des lieux considérés comme représentatifs de l'entité hydrographique étudiée, font l'objet de mesures ou de prélèvements d'eau réguliers afin d'en connaître la qualité physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique.

Travail sur les données brutes : L'ensemble des informations obtenues sont extraites du site SANDRE appartenant au portail internet Eaufrance géré par le ministère chargé de l'environnement. Les données ont été géoréférencées par le BRGM.

Légende : Les stations sont représentées par des triangles rouges pointant vers le haut. Un lien hypertexte permet d'accéder à la fiche descriptive des stations, disponible sur la base Internet SANDRE.

Chapitre de la notice associé	3.1.1
Classe d'entités associée	STA_QUALI_SUR
Forme	Point
Précision du positionnement	Décamètre
Source	SANDRE

Tableau 25 – Description des classes d'entités associées aux stations qualimétriques.

- **Le réseau hydrographique global, les plans d'eau et les bassins versants**

Description : Selon le site Sandre : « La circulaire n°91-50 du 12 février 1991 relative à la codification hydrographique et au repérage spatial des milieux aquatiques superficiels en France métropolitaine, définit la zone hydrographique comme suit : "L'ensemble du territoire français est divisé en zones élémentaires appelées zones hydrographiques. Leurs limites s'appuient sur celles des bassins versants topographiques (en tout ou partie)". Une zone est une partition d'un sous-secteur qui peut en comporter jusqu'à 10. Elle est entièrement comprise dans une limite hydrographique de bassin et sert, avec d'autres éléments, à la délimitation de zones de programmation ou réglementaires diverses comme les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux, les zones sensibles, les masses d'eau citées dans la Directive Cadre Européenne du 23 octobre 2000 ».

Travail sur les données brutes : Ce jeu de données provient de l'extraction à l'échelle départementale du référentiel hydrographique français disponible sur la base de données CARTHAGE®. Les entités hydrographiques ont été tracées par l'IGN à partir de leurs cartes 1/50 000ème puis ces informations ont été complétées par les Agences de l'eau et le Ministère chargé de l'environnement. Ce référentiel est disponible sur le site SANDRE appartenant au portail Internet Eaufrance géré par le ministère chargé de l'environnement.

Légende : Les cours d'eau sont représentés à l'aide de traits bleus dont la largeur varie en fonction de leurs gabarits, les six classes (sans objet, 0, 1, 2, 4, 6) sont celles fournies dans la base de données du référentiel. Les plans d'eau sont figurés par des polygones bleus. Les contours des bassins versants sont tracés à l'aide de traits noirs, les surfaces des sous-sections de bassins que sont la Somme, l'Aine, l'Epte, l'Oise, l'Ourq, la Bresle, la Marne, la Seine et le Thérain sont représentées par un dégradé de couleur.

Chapitre de la notice associé	3.1	3.1	3.1
Classe d'entités associée	ZONE_HYDRO	COURS_EAU_IGN	PLAN_EAU
Forme	Polygone	Ligne	Polygone
Limite d'échelle	1/50 000	1/50 000	1/50 000
Source	IGN (BD CARTAGE)	IGN (BD CARTAGE)	IGN (BD CARTAGE)

Tableau 26 – Description de la classe d'entités associée au réseau hydrographique global, aux plans d'eau et aux bassins versants.

• Les cours d'eau géoréférencés par le Conseil Général de l'Oise

Description : Le tracé précis de l'Aronde, l'Epte, le Haut Thérain, le Thérinet, le ru de Laversines, la Nonette, la Tyre, la Divette et de quelques cours d'eau du SIOM VEO (Vallée Est Oise) ont été géoréférencés sur le terrain à l'aide d'un appareil GPS par le Conseil Général de l'Oise.

Travail sur les données : Les fichiers SIG fournis par le Conseil Général de l'Oise ont été convertis au format ESRI par le BRGM et regroupés au sein d'un même jeu d'entité.

Légende : Les cours d'eau sont représentés par des traits de couleur noire.

Chapitre de la notice associé	3.1
Classe d'entités associée	COURS_EAU_CG60
Forme	Ligne
Limite d'échelle	1/25 000
Source	CG60

Tableau 27 – Description de la classe d'entités associée aux cours d'eau géoréférencés par le Conseil Général.

• Les zones à dominance humide

Description : Cette carte montre la répartition des différentes zones à dominance humide du département. Cette délimitation a été réalisée par des bureaux d'étude mandatée par les Agences de l'eau Seine-Normandie et Artois-Picardie sur la base d'un travail de photo-interprétation entériné par la suite par des contrôles sur le terrain.

Travail sur les données brutes : Le fichier SIG fourni par l'Agence de l'eau Seine-Normandie a été découpé à l'échelle départementale ; les informations qui concernent les zones humides de la partie nord de l'Oise proviennent de l'Agence de l'eau Artois-Picardie. Ces deux jeux de données ont été harmonisés et regroupés au sein d'une

même classe d'entités en respectant la typologie utilisé par l'Agence de l'eau Seine-Normandie.

Légende : La typologie est compatible avec la classification CORINE Biotope, un tableau de correspondance est disponible dans le rapport final de la cartographie des zones à dominance humides du bassin Seine-Normandie (Gallia Sana/I-Mage Consult/CERE, 2006 ; téléchargement : <http://www.eau-seine-normandie.fr>). Six types de milieux sont différenciés : les eaux de surface (stagnantes et courantes), les formations forestières humides et/ou marécageuses, les prairies humides, les tourbières, landes, roselières et mégaphorbiaies, les terres arables et les zones urbaines et autres territoires artificialisés. Ces espaces sont symbolisés par des polygones verts dont la teinte varie en fonction de leur type.

Chapitre de la notice associé	2.1.5
Classe d'entités associée	ZONE_HUMIDE
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/50 000
Source	AEAP & AESN

Tableau 28 – Description de la classe d'entités associée aux zones humides.

• Les pertes

Description : Les pertes sont des zones où les rivières disparaissent naturellement dans le sol en perdant une partie ou la totalité de leurs eaux. Les deux pertes répertoriées se situent sur les communes de Délincourt et de Lattainville.

Travail sur les données brutes : Ces informations proviennent de la carte géologique de Méru (n°126), qui a été digitalisée et géoréférencée par le BRGM afin d'obtenir les coordonnées de ces deux points.

Légende : Les pertes sont symbolisées par des ronds bleus fléchés vers le bas.

Chapitre de la notice associé	3.1
Classe d'entités associée	PERTE
Forme	Point
Limite d'échelle	1/50 000
Source	BRGM

Tableau 29 – Description de la classe d'entités associée aux pertes.

• Les sources

Description : Les 634 sources contenues dans cette carte thématique proviennent de données du BRGM, la grande majorité de ces sources se localisent dans les vallées, lieux où les eaux souterraines sourdent pour alimenter les cours d'eau superficiels.

Travail sur les données brutes : L'ensemble des informations obtenues sont extraites de la banque de données du sous-sol (BSS) consultable sur le portail Internet InfoTerre géré par le BRGM.

Légende : Les sources sont symbolisées par un rond bleu fléché vers le haut. Un lien hypertexte permet d'accéder à la fiche descriptive des sites disponible sur la base Internet InfoTerre.

Chapitre de la notice associé	3.1
Classe d'entités associée	SOURCE
Forme	Point
Précision du positionnement	Décamètre
Source	BRGM (BSS)

Tableau 30 – Description de la classe d'entités associée aux sources.

• Les cressonnières

Description : Les cressonnières sont des petits fossés ou étangs utilisés dans la culture du cresson de fontaine ; ces bassins doivent être continuellement alimentés en eau courante souterraine et marquent donc l'emplacement de petites sources ou de forages artésiens. La liste des communes sur lesquelles sont recensées des cressonnières a été fournie par la Chambre de l'agriculture de l'Oise.

Travail sur les données brutes : Le BRGM a reporté les cressonnières sur un fond IGN, d'après les adresses fournies par la Chambre d'agriculture, les fonds IGN au 1/25000 et les données de la banque de données du sous-sol (BSS).

Légende : Les cressonnières sont représentées par un rond vert fléché vers le haut.

Chapitre de la notice associé	3.1
Classe d'entités associée	CRESSONNIERE
Forme	Point
Précision du positionnement	Kilomètre
Source	Chambre de l'agriculture 60

Tableau 31 – Description de la classe d'entités associée aux cressonnières.

- **Les stations météorologiques**

Description : Les stations météorologiques sont le lieu sur lequel sont effectuées des mesures météorologiques (pluviométrie, ETP, etc).

Travail sur les données brutes : Ce jeu de données provient des données collectées sur la « Publiothèque » de Météo France (<http://publithèque.meteo.fr/>) complété avec les données du référentiel des stations météorologiques de 2009. Ce référentiel est disponible sur le site SANDRE appartenant au portail Internet Eaufrance géré par le ministère chargé de l'environnement.

Légende : Les stations météorologiques sont représentées par un drapeau bleu foncé pour les actives et bleu clair pour les fermées.

Chapitre de la notice associé	2.2
Classe d'entités associée	STA_METEO
Forme	Point
Précision du positionnement	Décamètre
Source	Météo France - SANDRE

Tableau 32 – Description de la classe d'entités associée aux stations météorologiques.

c) Les eaux souterraines

- **Les usages (prélèvements)**

Description : Les données disponibles ont été fournies par l'Agence de l'eau Seine-Normandie. Elles concernent les volumes annuels, déclarés de 1994 à 2010 pour tout usage, ainsi que les volumes prélevés en période d'étiage, soit entre le 1 juin et le 31 octobre, de 1994 à 2007.

Travail sur les données brutes : La localisation des points de prélèvement n'est pas toujours connue avec exactitude ; ainsi les volumes sont géoréférencés au centroïde de la commune sur laquelle les compteurs d'eau sont implantés. Pour plus de lisibilité, les volumes prélevés ont été sommés par commune. Les différents volumes prélevés dans les eaux superficielles du département sont différenciés selon la somme totale des prélèvements par commune.

Légende : Les différentes cartes représentent les volumes prélevés par commune pour l'année 2010 ainsi que les volumes prélevés à l'étiage par commune pour l'année 2007. La taille des cercles varie en fonction des valeurs des volumes prélevés regroupées en cinq classes variant de 1 m³ à 9 000 000 m³. Ces cinq classes sont identiques pour l'ensemble des couches afin de pouvoir les comparer visuellement.

Les données ont été classifiées par échelle logarithmique adaptée (seuils naturels – Jenks).

Chapitre de la notice associé	4.1	4.1
Classe d'entités associée	PRELEVE_COMMUNE _NAPP_ETIAGE	PRELEVE_COMMUNE _NAPP_ANNUEL
Forme	Point	Point
Limite d'échelle	Hectomètre	Hectomètre
Source	AESN	AESN

Tableau 33 – Description de la classe d'entités associée aux prélèvements en eaux souterraines.

- **Les paramètres hydrodynamiques**

Description : Les paramètres hydrodynamiques représentés sont la transmissivité et le coefficient d'emmagasinement ; les débits spécifiques des ouvrages d'exploitation ont également été inventoriés car ils fournissent des renseignements sur les débits de pompage maximaux que l'on peut attendre des aquifères. Ces données ont été extraites des dossiers de la banque de données du sous-sol relatifs aux forages d'irrigation, de géothermie et d'alimentation en eau potable (913 dossiers). Des rapports des hydrogéologues agréés, fournis par l'Agence Régionale de la Santé (ARS) de l'Oise, ont également été consultés. Par ailleurs, les données hydrodynamiques mentionnées dans l'atlas de 1987 et non retrouvées lors du dépouillement de la BSS ont également été prises en compte dans la carte. Ce sont principalement les dossiers de forages agricoles et plus rarement de captages d'alimentation en eau potable qui contiennent des informations sur les paramètres hydrodynamiques. Pour information, aucune valeur de perméabilité n'a été retrouvée dans l'ensemble des dossiers consultés.

Travail sur les données brutes : Les données ont été exploitées afin d'extraire les informations relatives aux paramètres hydrodynamiques des aquifères. La transmissivité ayant pu être déterminée à l'aide de plusieurs méthodes de calcul, celle qui a été sélectionnée est la transmissivité obtenue par la méthode de Jacob (la plus couramment utilisée). Cependant de nombreux dossiers ne font pas état de la méthode de calcul. Le débit spécifique (débit pompé rapporté à la hauteur de rabattement) a été déterminé grâce aux informations fournies par les pompages d'essai et, si possible, pour le pompage d'essai avant l'acidification afin d'éviter une surestimation des valeurs. A été sélectionné en priorité l'essai pour lequel le débit de pompage était le plus fort, sauf si le débit critique était atteint ou si la durée de pompage était trop faible et qu'alors le rabattement maximum n'était pas atteint.

Légende : Les trois paramètres sont symbolisés par des losanges de couleurs différentes et dont la taille varie en fonction de trois classes de valeurs. Les débits spécifiques vont de 0 à 3 000 m³.s⁻¹.m⁻¹, les transmissivités sont comprises entre 0 et

0,2 m².s⁻¹ et les coefficients d'emmagasinement vont de 0 à 0,4 (0 à 40%). Un lien hypertexte permet d'accéder à la fiche descriptive des sites disponible sur la base Internet InfoTerre.

Chapitre de la notice associé	3.2.2
Classe d'entités associée	PARAMETRE_HYDRODYNAMIQUES
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/50 000
Source	BRGM & ARS60

Tableau 34 – Description de la classe d'entités associée aux paramètres hydrodynamiques.

• Le référentiel hydrogéologique français

Description : Le référentiel hydrogéologique français (BDRHF V1®) fournit un découpage de toutes les unités hydrogéologiques du département en 2 dimensions. A ce jour, cette unité de fonctionnement aquifère est la plus appropriée puisque la version multicouche (pseudo 3 dimensions) de ce référentiel n'est pas encore finalisée (BDLISA).

Travail sur les données brutes : Cette carte est un extrait, à l'échelle départementale, du référentiel hydrogéologique français (BDRHF V1®) disponible sur le site SANDRE appartenant au portail Internet EauFrance géré par le ministère chargé de l'environnement.

Légende : Les superficies des 13 entités hydrogéologiques portées par les alluvions de l'Aisne et de l'Oise, les formations superficielles du Vexin normand, du Vexin français, du Tardenois, du Sparnacien et du Santerre, les craies du pays de Thelle et de Picardie, les formations du pays de Bray, sont représentées à l'aide d'un dégradé de couleur.

Chapitre de la notice associé	3.2.1
Classe d'entités associée	BDRHF_OISE
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/100 000
Source	BRGM (SANDRE)

Tableau 35 – Description de la classe d'entités associée aux aquifères.

• Les masses d'eau souterraines

Description : Cette carte est un extrait départemental de l'emprise des masses d'eau souterraines françaises. Les masses d'eau ont été créées pour répondre aux attentes européennes de la Directive Cadre sur l'Eau 2006/60/CE ; le découpage multi-niveau de ces masses d'eau est dérivé du référentiel BDRHF v1.

Travail sur les données brutes : Le référentiel des masses d'eau souterraines françaises a été extrait sur le département de l'Oise, à partir du fichier SIG disponible sur le site SANDRE appartenant au portail Internet EauFrance géré par le ministère chargé de l'environnement.

Légende : Dans le département treize masses d'eau sont inventoriées, réparties dans trois niveaux distincts représentés par des couleurs différentes.

Chapitre de la notice associé	3.2.1
Classe d'entités associée	MASSE_EAU
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/100 000
Source	AEAP & AESN (SANDRE)

Tableau 36 – Description de la classe d'entités associée aux masses d'eau souterraines.

• Les piézomètres

Description : Les 31 points de mesure, répertoriés dans le département, appartiennent au réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines de Picardie (RESOUPSGRPIC) géré par le BRGM Picardie. Des forages sont équipés de capteurs, enregistreurs et appareils de télétransmission. Les profondeurs des nappes sont envoyées vers une centrale et converties en altitudes NGF. Les données, au pas de temps journalier, sont chargées sur le portail national ADES. Les informations concernant les points de surveillance ainsi que l'ensemble des données collectées sont disponibles sur la base Internet ADES.

Travail sur les données brutes : L'ensemble des informations sont extraites du site ADES appartenant au portail Internet EauFrance géré par le ministère chargé de l'environnement.

Légende : Les stations piézométriques sont symbolisées par des triangles pointant vers le bas, bleus pour les actives et bleus hachurés noirs pour les abandonnées. Un lien hypertexte permet d'accéder à la fiche descriptive disponible sur la base Internet ADES.

Chapitre de la notice associé	3.2.3
Classe d'entités associée	STA_PIEZO_SOU
Forme	Point
Limite d'échelle	1/50 000
Source	BRGM (ADES)

Tableau 37 – Description de la classe d'entités associée aux stations piézométriques.

- **Les stations de mesure de la qualité des eaux**

Description : Les 774 points de mesure du département appartiennent à trois réseaux de suivi de qualité des eaux ; le Réseau National de Surveillance du contrôle sanitaire sur les eaux brutes (RNSISEAU) mis en place en 2001 et géré par l'Agence Régionale de Santé (ARS) de Picardie, le Réseau de suivi de la qualité de eaux souterraines du bassin Seine-Normandie (RBESOUQSN) mis en place en 1997 et géré par l'Agence de l'eau Seine-Normandie et le Réseau qualitatif des eaux souterraines pour le suivi des installations classées pour la région Picardie (RRICQPIC) mis en place en 2006 et géré par la DREAL.

Travail sur les données brutes : L'ensemble des informations collectées sont extraites du site ADES appartenant au portail Internet Eaufrance géré par le Ministère chargé de l'environnement.

Légende : Les stations sont localisées par des triangles rouges pointant vers le bas. Dans le cadre du plan Vigipirate les points appartenant au RNSISEAU sont géoréférencés au centroïde de la commune sur laquelle ils sont implantés. Un lien hypertexte permet d'accéder à la fiche descriptive des stations disponible sur la base Internet ADES.

Chapitre de la notice associé	3.4.2
Classe d'entités associée	STA_QUALI_SOU
Forme	Point
Limite d'échelle	1/50 000
Source	ARS Picardie, AESN, AEAP (ADES)

Tableau 38 – Description de la classe d'entités associée aux stations de mesure de la qualité des eaux.

- **L'IDPR**

Description : L'indice de développement et de persistance des réseaux (IDPR) est un indicateur spatial créé par le BRGM qui traduit l'aptitude des couches du sous-sol à

laisser ruisseler ou s'infiltrer les eaux de surface. Cet indice se base sur le Modèle Numérique de Terrain (MNT) de l'IGN, les réseaux hydrographiques naturels et la géologie.

Travail sur les données brutes : Cette couche, disponible sous format raster, est un extrait à l'échelle départementale de la carte nationale élaborée par le BRGM (**Mardhel V. et Gravier A.** (2005) rapport BRGM/RP-54148-FR).

Légende : L'IDPR est figuré par un dégradé de couleur allant du rouge pour les terrains ayant une aptitude à laisser s'infiltrer l'eau de surface au vert pour les terrains ayant une aptitude à les laisser ruisseler.

Chapitre de la notice associé	3.4.4
Classe d'entités associée	IDPR
Forme	Raster
Limite d'échelle	1/50 000
Source	BRGM

Tableau 39 – Description de la classe d'entités associée à l'IDPR.

• La vulnérabilité intrinsèque

Description : La vulnérabilité intrinsèque correspond « à une notion de vitesse de propagation de la pollution vers et dans la nappe d'eau souterraine. Elle caractérise la plus ou moins grande capacité de défense d'une nappe vis-à-vis d'une pollution » (source : BRGM). Cette notion ne prend pas en compte les types de polluant, contrairement à la vulnérabilité spécifique.

Travail sur les données brutes : Cette couche est un extrait à l'échelle départementale de la carte élaborée sur le bassin Seine-Normandie par le BRGM (**Mardhel V. et Gravier A.** (2005) rapport BRGM/RP-54148-FR).

Légende : La vulnérabilité intrinsèque est classée à l'aide d'un dégradé de couleur selon cinq ordres de vulnérabilité allant du vert pour les très faibles vulnérabilités au rouge pour les très fortes vulnérabilités.

Chapitre de la notice associé	3.4.4
Classe d'entités associée	VULNERABILITE
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/100 000
Source	BRGM (RP-54148-FR)

Tableau 40 – Description de la classe d'entités associée à la vulnérabilité intrinsèque.

• Le fond géochimique

Description : Les masses d'eau présentant un risque de fond géochimique élevé sont situées en bordure de département. Le fer est le seul élément trace susceptible d'apparaître dans ces eaux.

Travail sur les données brutes : Cette couche est un extrait, à l'échelle départementale, de la carte nationale élaborée par le BRGM (**Brenot A., Gourcy L., Mascre C., Pons A., Blum A., Chery L.** (2007) rapport BRGM/RP-55346-FR) suite à une demande du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

Légende : Les zones à fond géochimique élevé sont représentées en rouge.

Chapitre de la notice associé	3.4.1
Classe d'entités associée	FOND_GEOCH
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/100 000
Source	BRGM (RP-55346-FR)

Tableau 41 – Description de la classe d'entités associée au fond géochimique.

• Les piézométries

Description : Cet assemblage de cartes regroupe les piézométries des nappes identifiées comme ressource pour le département. La piézométrie de la nappe de craie (Crétacé supérieur) en période de hautes eaux est extraite des mesures réalisées lors de la campagne piézométrique de 2001 et 2002 (**Chrétien P** (2007)), celle de basses eaux est issue des mesures réalisées lors de la campagne piézométrique de 2005 (**Chrétien P** (2006)) et celle des moyennes eaux a été réalisée grâce à l'interprétation des cartes hautes eaux et basses eaux et avec les niveaux d'eau ponctuels disponibles dans la banque du sous-sol (**Chrétien P** (2007)). Les piézométries des nappes du Tertiaire (Lutétien et Yprésien) et du Jurassique (Portlandien) ont été dressées à partir des relevés réalisés entre 1960 et 1986 par le BRGM dans le cadre des rapports d'inventaire des ressources hydrauliques. Les piézométries des nappes de l'Albien et du Néocomien (Crétacé inférieur) proviennent du rapport BRGM de synthèse Hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris datant de 1997 (**Vernoux J.F., Maget P., Afzali H., Blanchin R., Donsimoni M., Vairon J.** (1997) rapport BRGM DSGR/IDF R39702).

Travail sur les données brutes : Les piézométries des nappes du Crétacé proviennent de cartes SIG établies par le BRGM dans le cadre de projets antérieurs, aucune modification n'y a été apportée. Les cartes des rapports d'évaluation des ressources hydrauliques ont servies à l'élaboration des cartes piézométriques des nappes du Tertiaires et du Jurassique de cet atlas. Le BRGM a scanné, géoréférencé ces cartes et digitalisé les isopièzes des nappes. Dans un second temps, les piézométries ont été

harmonisées, validées ou corrigées manuellement à l'aide des connaissances géologiques et hydrogéologiques actuelles, des niveaux d'eau postérieurs issus de la banque de données du sous-sol BSS et des chroniques piézométriques disponibles dans ADES.

Légende : Une carte piézométrique permet de représenter, pour un instant donné, la répartition des charges hydrauliques d'une nappe, appelées surface piézométrique, à l'aide de lignes équipotentielles, nommées isopièzes, possédant des charges équidistantes. L'altitude de chaque isopièze est indiquée en mètres et possède le même plan de référence qui est celui du réseau de nivellement général de la France (NGF). L'axe de l'écoulement des eaux souterraines est toujours perpendiculaire aux lignes d'équipotentielles et le sens d'écoulement va en direction des zones de forte charge hydraulique (forte altitude) vers des zones de faible charge hydraulique (faible altitude). La couleur des isopièzes varie en fonction des nappes qu'elle représente, leur nivellement est indiqué, selon une équidistance de 10 m.

Chapitre de la notice associé	3.2
Classe d'entités associée	ISOPIEZE
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/100 000
Source	BRGM (R39702, RP-54285-FR et RP-55971-FR et rapports évaluation des ressources hydrauliques)

Tableau 42 – Description de la classe d'entités associée aux piézométries.

d) La géologie

• La géothermie

Description : Ce groupe de couches rassemble toutes les informations qui ont pu être collectées sur huit aquifères du département de l'Oise. Les données ont été différenciées selon trois grands paramètres : la productivité des nappes du Lutétien, de l'Yprésien, du Crétacé, de l'Albien et du Dogger, la température ainsi que la salinité des nappes du Lusitanien, du Dogger, du Lias et du Trias.

Travail sur les données brutes : Les cartes papier de productivité prévisionnelle issues de l'inventaire géothermique de la région Picardie (**Géotherma** (1981)), ont été digitalisées, vectorisées et géoréférencées. Les informations concernant la salinité et la température des aquifères profonds sont, quant à elles, issues des cartes de l'évaluation du potentiel géothermique du bassin parisien (**Housse B. et Maget Ph.** (1976)). Elles ont été digitalisées, vectorisées et géoréférencées et ont été regroupées au sein de deux couches SIG.

Légende : Les courbes d'isoproduktivité indiquent la répartition de la productivité au sein des différents aquifères thermiques ; elles sont symbolisées par des lignes bleues d'équidistance variable et leurs valeurs s'expriment en m³/h. Les courbes des isothermes représentent la répartition de la température au sein des différents aquifères, elles sont figurées par des lignes rouges d'une équidistance variable et, leurs valeurs s'expriment en degré Celsius. Les courbes d'isosalinité sont utilisées pour montrer la répartition de la salinité des différents aquifères, elles sont symbolisées par des lignes violettes d'équidistance variable et leurs valeurs s'expriment en g/L.

Chapitre de la notice associé	4.3	4.3	4.3
Classe d'entités associée	ISOTHERME	ISOSALINITE	ISOPRODUCTIVITE
Forme	Ligne	Ligne	Ligne
Limite d'échelle	1/1 000 000	1/1 000 000	1/1 000 000
Source	Housse B. et Maget Ph. (1976)	Housse B. et Maget Ph. (1976)	Géotherma

Tableau 43 – Description de la classe d'entités associée à la géothermie.

• Les failles

Description : Les failles orientées nord-ouest/sud-est, dont la principale est dite de Bray-Vitell, recoupent le département dans la région de la boutonnière du Bray.

Travail sur les données brutes : Ces données proviennent des cartes géologiques harmonisées au 1/50 000 du BRGM découpées en fonction du modèle géologique réalisé pour cet atlas.

Légende : Les failles sont représentées par des lignes noires.

Chapitre de la notice associé	2.3.3
Classe d'entités associée	FAILLES
Forme	Ligne
Limite d'échelle	1/50 000
Source	BRGM

Tableau 44 – Description de la classe d'entités associée aux failles.

• La carte géologique synthétique

Description : Au total douze terrains d'étages géologiques différents affleurent dans le département, ils vont des dépôts récents du Quaternaire situés sur le plateau de Thelle et le plateau Picard aux formations du Jurassique situées dans le pays de Bray.

Travail sur les données brutes : La carte géologique spécifique a été élaborée à partir des cartes géologiques harmonisées départementales et des cartes géologiques vectorisées au $1/50000$. Cette carte a été réalisée en recoupant et synthétisant les polygones en fonction du découpage stratigraphique choisi pour l'étude. A partir de ces polygones ont été extrait les contacts géologiques et leur altitude par intersection avec le MNT.

Légende : Les zones occupées par les formations géologiques sont remplies de couleur qui correspond à leur lithologie.

Chapitre de la notice associé	2.3.1
Classe d'entités associée	MODELE_SYNTHEIQUE
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/50 000
Source	BRGM

Tableau 45 – Description de la classe d'entités associée à la carte géologique synthétique.

• Le modèle géologique

Description : Le modèle géologique est issu d'un calcul par interpolation à partir des données factuelles existant sur la zone à modéliser. Il est fourni sous forme de grilles régulières au pas de 100 m dont chaque maille contient la valeur de l'altitude de l'interface modélisée (isohypse) ou l'épaisseur (isopaque) de la couche considérée ou sous la forme de fichiers vecteurs dont les polygones représentent ces mêmes entités.

Travail sur les données brutes : Ce modèle géologique a été constitué à partir de la carte géologique synthétique, de 1 999 logs de forages validés issus de la banque de données du sous-sol et du modèle numérique de terrain (MNT de l'IGN) au pas de 50 m. Ces données géométriques, géologiques et hydrogéologiques ont été traitées à l'aide des logiciels GDM© et Multilayer© du BRGM. Les résultats obtenus apparaissent sous la forme de fichiers raster, qui ont été vectorisés sous la forme de polygones à l'aide d'un logiciel SIG.

Légende : Un dégradé de couleur varie en fonction de l'altitude ou de l'épaisseur des points de chaque couche.

Chapitre de la notice associé	2.3.2	2.3.2
Classe d'entités associée	GEOL_COUCHE_EPAISEUR	GEOL_00_CONTACT
Forme	Vecteur et Raster	Vecteur et Raster
Limite d'échelle	1/50 000	1/50 000
Source	BRGM	BRGM

Tableau 46 – Description de la classe d'entités associée au modèle géologique.

- **Les points BSS**

Description : Les points BSS correspondent à l'ensemble des données recensées dans la banque de données du sous-sol (BSS) : sondages, puits, piézomètres, sources.

Travail sur les données brutes : L'ensemble des données a été extraites de la base de données sans modification.

Légende : Les points BSS sont symbolisés par des triangles noirs pointant vers le bas. Un lien hypertexte permet d'accéder à la fiche descriptive disponible sur la base Internet InfoTerre.

Chapitre de la notice associé	-
Classe d'entités associée	POINT_BSS
Forme	Point
Limite d'échelle	Variable
Source	BRGM

Tableau 47 – Description de la classe d'entités associée au points BSS.

e) **Les risques**

- **Les sites industriels et activités de service**

Description : D'après le recensement effectué lors de l'inventaire historique régional de Picardie (IHR), il y a actuellement dans l'Oise 4 097 sites industriels ou activités de service répertoriés comme étant susceptibles d'engendrer une pollution, notamment au niveau des nappes.

Travail sur les données brutes : Les informations collectées proviennent de la base de données BASIAS, accessible sur le site Internet <http://basias.BRGM.fr>.

Légende : Les sites sont représentés par des figurés ponctuels, de forme pentagonale et de couleur rouge, violette ou bleue, selon si l'activité du site est toujours en cours, terminée ou inconnue.

Chapitre de la notice associé	2.1.2
Classe d'entités associée	BASIAS
Forme	Point
Limite du positionnement	Variable
Source	BASIAS

Tableau 48 – Description de la classe d'entités associée aux sites industriels et activités de service.

• Les stations d'épuration

Description : Cette carte fournit l'emplacement des différentes stations d'épuration (STEP) en activité sur le département. Ces ouvrages sont employés dans la filière de dépollution des eaux usées, à l'aide de procédés de traitement variés qui dépendent du type et de la quantité des influents.

Travail sur les données brutes : Une partie des informations obtenues proviennent du site SANDRE appartenant au portail Internet Eaufrance géré par le Ministère chargé de l'environnement ; elles ont été complétées à l'aide de données fournies par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (<http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>), la DDT de l'Oise (DDT60), l'Agence de l'eau Seine-Normandie, l'Agence de l'eau Artois-Picardie et le Conseil Général de l'Oise.

Légende : Les stations de traitement des eaux usées sont représentées par des ronds de couleur marron dont la taille varie en fonction de leurs débits nominaux, classés dans cinq groupes allant de 0 à 26 000 m³/j. Un lien hypertexte permet d'accéder à la fiche descriptive des sites disponible sur le site <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>.

Chapitre de la notice associé	2.1.2
Classe d'entités associée	STEP
Forme	Point
Limite d'échelle	Variable
Source	DDT60 & AESN & AEAP & CG60 - Ministère en charge de l'environnement

Tableau 49 – Description de la classe d'entités associée aux stations d'épuration.

• Les cavités

Description : 2 352 cavités réparties sur 369 communes ont été répertoriées dans le département de l'Oise. Ces données proviennent des nombreux inventaires réalisés par le BRGM durant les années 1985, 1995 et 2011. 30 cavités, se situant dans la région de Senlis, ont fait l'objet d'une demande de confidentialité pour des raisons de sécurité. Ces dernières n'ont donc pas été incorporées dans cet atlas.

Travail sur les données brutes : Les informations proviennent de la base de données du Ministère en charge de l'environnement consultable sur la base Internet (www.bdcavite.net) gérée par le BRGM.

Légende : Sur la carte les cavités sont symbolisées par un carré dont la couleur change selon leur nature : carrière en rouge, cave en orange, naturelle en vert, ouvrage civil ou militaire en violet. Cependant la nature d'une grande partie de ces excavations reste indéterminée (jaune).

Chapitre de la notice associé	5.2
Classe d'entités associée	CAVITE
Forme	Polygone
Limite du positionnement	Variable
Source	BRGM (BDCAVITE)

Tableau 50 – Description de la classe d'entités associée aux cavités.

• Les mouvements de terrain

Description : 1 147 mouvements de terrain ont été constatés sur le département de l'Oise. Ces incidents ont fait l'objet d'inventaire par le BRGM durant les années 1985, 1995 et 2011.

Travail sur les données brutes : Les informations proviennent de la base de données du Ministère en charge de l'environnement consultable sur la base Internet (www.bdmvt.net) gérée par le BRGM.

Légende : Les mouvements de terrain rencontrés dans le département ont été représentés par des points encadrés par un triangle dont la couleur varie selon le type ; chutes de bloc et éboulements en rouge, effondrements en jaune, érosions de berges en bleu et glissements de terrain en rose.

Chapitre de la notice associé	5.2
Classe d'entités associée	MVT
Forme	Polygone
Limite du positionnement	Variable
Source	BRGM (BDMVT)

Tableau 51 – Description de la classe d'entités associée aux mouvements de terrain.

• Les Plans de Prévention des Risques d'Inondation

Description : Les huit PPRI du département englobent la quasi-totalité des vallées du Thérain et de l'Oise. Pour information, le PPRI de l'Epte ne s'étend pas sur le département. L'aléa dans les zones de PPRI est estimé à partir des relevés de crues centennales, il est en fonction des cotes maximales atteintes et de la vitesse d'écoulement. A partir de ces aléas sont évalués des risques dont les termes fluctuent en fonction des différents PPRI.

Travail sur les données brutes : Ces informations ont été fournies par la DDT de l'Oise, sous la forme de plusieurs fichiers. Elles ont été regroupées et harmonisées au sein d'une même couche SIG par le BRGM.

Légende : Les différents PPRI sont figurés dans des couleurs différentes. Superposées par-dessus cette délimitation, des hachures de couleur montrent les trois niveaux d'aléa. Un aléa faible correspond à des vitesses d'écoulement allant jusqu'à 0,5 m/s et une hauteur d'eau de 0,5 m, un aléa moyen à des vitesses d'écoulement allant jusqu'à 1 m/s et une hauteur d'eau de 1 m et un aléa fort à des vitesses d'écoulement allant jusqu'à 1,5 m/s et des hauteurs d'eau qui peuvent atteindre 1,5 m.

Chapitre de la notice associé	5.2
Classe d'entités associée	PPRI
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/50 000
Source	DDT OISE

Tableau 52 – Description de la classe d'entités associée aux plans de prévention des risques d'inondation.

• Les zones inondables

Description : Les différentes zones inondables tracées dans cette couche sont issues des atlas des Zones Inondables de l'Eure, du Thérain, de la Bresle, de la Picardie et du

bassin Seine-Normandie ; elles sont déterminées à partir des relevés de plus hautes eaux connues.

Travail sur les données brutes : Ces informations sont issues de la synthèse de l'aléa inondation du département de l'Oise disponible sous la forme d'une couche SIG téléchargeable sur le site www.cartorisque.prim.net.

Légende : Les zones inondables sont figurées en bleu.

Chapitre de la notice associé	5.2
Classe d'entités associée	ZONE_INONDABLE
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/50 000
Source	DREAL

Tableau 53 – Description de la classe d'entités associée aux crues.

• Les remontées de nappe

Description : Les données relatives aux remontées de nappe sont issues d'un traitement statistique et SIG à partir de la géologie (carte géologique au $1/50\,000$), des bassins versants de surface (BDCarthage V2 des données issues de la Banque du Sous-Sol (BSS) et du MNT, de l'IDPR.

Travail sur les données brutes : Cette couche est un extrait, à l'échelle départementale, de la carte nationale réalisée par le BRGM en 2002 et 2006 et révisée en 2011 dans le cadre d'une étude effectuée pour le Ministère en charge de l'environnement (**Machard de Gramont H. et Mardhel V.** (2006) Rapport BRGM/RP-54414-FR). Ces données sont consultables sur le site Internet www.inondationsnappes.fr gérée par le BRGM.

Légende : La légende présente 7 classes dont 5 spécifiques à la remontée de nappe allant de sensibilité nulle à très forte, ainsi qu'une classe de nappe sub-affleurante et une classe de zone non-enregistrée. Les zones sub-affleurantes correspondent à des secteurs où la nappe est localisée en moyenne à moins de 3 m de profondeur.

Chapitre de la notice associé	5.1.2
Classe d'entités associée	REMONTEE_NAPPE
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/50 000
Source	BRGM (inondationsnappe)

Tableau 54 – Description de la classe d'entités associée aux remontées de nappe.

- **Les stockages de gaz**

Description : Le stockage du gaz naturel en nappe captive consiste à former un gisement artificiel de gaz. Le principe consiste à injecter le gaz dans les roches poreuses d'un aquifère à l'aide d'un « puits d'exploitation ». Le gaz prend ainsi la place de l'eau à l'intérieur du réservoir et sa remontée est stoppée par la couverture de roche imperméable formée par le toit de l'aquifère captif. Dans l'Oise, un site de stockage est recensé à Gournay-Sur-Aronde et deux autres sont implantés en périphérie du département, à Saint-Clair-sur-Epte (Val-d'Oise) et à Germiny-sous-Coulombs (Seine-et-Marne).

Travail sur les données brutes : Les coordonnées sont issues du Journal Officiel de la République Française du 10 octobre 1987 pour le stockage de Gournay-sur-Aronde complétées avec des fichiers SIG de 2006 fournis par la DREAL Ile-de-France ; ces données ont été regroupées et harmonisées par le BRGM.

Légende : Les zones de stockage de gaz sont figurées en orange et les périmètres de protection de ces stockages sont figurés en vert. Pour information, les forages entrepris à l'intérieur des périmètres de protection doivent être soumis à autorisation préfectorale s'ils dépassent une profondeur de 300 m à Saint-Clair-Sur-Epte, 330 m à Gournay-Sur-Aronde et 350 m à Germiny-Sous-Coulombs.

Chapitre de la notice associé	-
Classe d'entités associée	STOCKAGE_GAZ
Forme	Polygone
Limite d'échelle	1/25 000
Source	DREAL

Tableau 55 – Description de la classe d'entités associée au stockage de gaz.

7.2. CARTE DEPARTEMENTALE

Cet atlas se compose également d'une carte à l'échelle $\frac{1}{100\,000}$ disponible sur support papier en format A0. S'appuyant sur un fond IGN au $\frac{1}{100\,000}$, cette carte constitue une synthèse des informations importantes liées à l'hydrogéologie du département. L'ensemble des données représentées peuvent être regroupées dans les cinq rubriques détaillées ci-dessous.

a) Géologie

Une carte géologique simplifiée, regroupant 27 formations, a été réalisée à partir de la carte géologique harmonisée au $\frac{1}{50\,000}$ du département de l'Oise. Les couches

géologiques affleurant sous la couverture pédologique sont symbolisées par des couleurs et des figurés différents permettant de différencier respectivement leur lithologie et leur stratigraphie. Une échelle de classification de la perméabilité des différents terrains rencontrés est fournie dans la légende.

Les éléments liés à la tectonique (failles, axes anticlinaux et synclinaux), issus de la carte géologique départementale harmonisée au $1/50000$ figurent également.

b) Eaux souterraines

Pour les nappes libres des calcaires du Lutétien, des sables de l'Yprésien, de la craie du Sénonien et des calcaires du Portlandien ont été représentées :

- les courbes d'égale altitude de nappes (isopièzes), équidistante de 10 m. L'altitude des isopièzes est indiquée sur chaque courbe. La couleur des courbes se rapporte à la stratigraphie de l'aquifère.
- la ligne de partage des eaux souterraines définit à partir des piézométrie et délimitant des bassins souterrains.

Les piézomètres et les stations de mesures de la qualité des eaux souterraines, abandonnés et en service, ont également été portées sur la carte.

Ces différentes couches, leur source ainsi que leur traitement sont décrits dans le chapitre relatif au descriptif des cartes thématiques (7.1.3.).

c) Eaux de surface

Les données relatives à l'hydrographie du département de l'Oise ont été issues de la BD CARTHAGE IGN© :

- le réseau hydrologique, permettant de différencier les différents cours d'eau pérennes, temporaires et navigables, les canaux ;
- les plans d'eau ;
- les lignes de partage des eaux superficielles, tracées à partir des différents bassins hydrographiques.

La carte localise les différentes sources, cressonnières et pertes mais également les stations hydrométriques, les stations de mesures de la qualité des eaux superficielles ainsi que les stations météorologiques, abandonnés et en service.

Ces différentes couches, leur source ainsi que leur traitement sont décrits dans le chapitre relatif au descriptif des cartes thématiques (7.1.3.).

d) Risques de pollution des eaux

Cette rubrique situe, de manière non exhaustive, les différents sites d'activités humaines susceptibles de générer de manière chronique ou accidentelle une pollution ponctuelle des eaux souterraines. Les sources de pollution potentielles sont représentées en fonction du type d'activité dont elles sont issues : les stations d'épuration, les anciens sites industriels ou activités de service (BASIAS) et les périmètres des sites de stockage de gaz souterrain.

Ces différentes couches, leur source ainsi que leur traitement sont décrits dans le chapitre relatif au descriptif des cartes thématiques (7.1.3.).

8. Conclusion

Grâce au partenariat financier du Conseil Général de l'Oise, des Agences de l'eau Seine-Normandie et Artois Picardie et du BRGM, l'atlas hydrogéologique de l'Oise datant de 25 ans a pu être actualisé. Le projet s'est achevé par :

- l'élaboration d'une notice ;
- la construction d'une géodatabase ;
- l'impression d'une carte hydrogéologique départementale ;
- la rédaction de fiches sur la qualité des eaux souterraines.

La notice de l'atlas détaille de nombreuses thématiques, en rapport avec le sous-sol et les ressources en eau du département : géologie, climatologie, eaux souterraines, eaux superficielles, géothermie, risques naturels. De nombreuses cartes, tableaux et figures illustrent ces différents thèmes. Le rapport renferme également des bilans hydrologiques sur les bassins versants de la Brèche, de la Nonette et de la Divette, un lexique ainsi qu'un guide sur l'utilisation et les limites des données présentées dans l'atlas numérique.

Cette notice a été complétée par une géodatabase qui rassemble les données numériques sur la géologie, les eaux superficielles, les eaux souterraines, les risques naturels du département de l'Oise. Cet outil, exploitable grâce à un logiciel SIG, fournit à l'utilisateur une puissance de calcul dans le traitement de données géoréférencées et permet une réelle souplesse dans l'édition de cartes thématiques.

La carte hydrogéologique départementale permet d'obtenir un outil de travail sous format papier qui synthétise les principales informations relatives aux eaux souterraines du département de l'Oise.

Enfin, les fiches de synthèse sur la qualité des eaux souterraines, élaborées à partir des données du portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines ADES, sont un aperçu pour chaque aquifère de la qualité de l'eau, naturelle ou altérée par d'éventuelles activités anthropiques.

9. Lexique

Les définitions ci-après sont inspirées essentiellement des dictionnaires suivants :

- **Castany G., Margat J.** (1977). Dictionnaire français d'hydrogéologie. Editions du BRGM. 248 p.
- **Foucault A., Raoult J.-F.** (2001). Dictionnaire de Géologie. 5^e édition. Editions Dunod. 379 p.

Albedo : Rapport de l'énergie des ondes lumineuses renvoyées par une surface, par réflexion ou diffusion, à l'énergie des ondes lumineuse incidentes. Exprimé en pourcentage, il est proche de 0 pour un sol noir couvert de végétation et proche de 1 pour la neige.

Anticlinal : Pli d'une couche géologique où les éléments situés à l'intérieur de la courbure étaient, avant la déformation, les plus bas.

Aquifère : Corps (couche, massif) de roches suffisamment perméable et conducteur pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantités d'eau appréciables.

Artefact : Modification d'une structure ou d'un système naturel à la suite d'un traitement artificiel.

Attapulгите : Minéral argileux de nature fibreuse appartenant à la classe des Palygorskiques.

Avellanaire (silex noirs avellanares) : Silex contenus dans une roche grenue.

Azoïque : Se dit d'un milieu dépourvu d'être vivants ou d'une couche sédimentaire qui ne contient pas de fossiles.

Banc ou lit induré : Surface durcie constituée d'oxyde de fer qui marque l'arrêt d'un processus de sédimentation dû à de forts courants. Le plus souvent, ces bancs sont retrouvés dans des calcaires marins.

Bassin hydrogéologique : Zone dans laquelle les eaux souterraines s'écoulent vers un même exutoire ou groupe d'exutoires. Un bassin hydrogéologique est délimité par une ligne de partage des eaux souterraines.

Bassin versant = bassin hydrographique : Zone dans laquelle les eaux superficielles ruissèlent, selon les pentes topographiques, vers un exutoire commun (cours d'eau, lac, mer, océan). Un bassin hydrographique est délimité par des lignes de crêtes ou de partage des eaux superficielles.

Battance : Phénomène résultant de l'action de la pluie sur la couche superficielle du sol, provoquant une désagrégation du sol et la formation d'une croûte en surface, rendant l'infiltration des eaux difficile.

Battement (de la nappe) : Variation des niveaux des eaux souterraines au cours d'une période définie (souvent année).

Bilan hydrologique : Calcul des quantités d'eau réparties dans chacune des parties du cycle de l'eau, pour une période et un bassin donné. Le bilan hydrologique peut être estimé d'après les précipitations, l'évaporation, le ruissellement (écoulement de surface), l'infiltration (écoulement souterrain) et les prélèvements et rejets anthropiques.

Bréchique : Se dit d'une roche constituée, au moins pour moitié, d'éléments anguleux supérieurs à 2 mm pris dans un ciment.

Captif (aquifère ou nappe) : Aquifère entièrement saturé d'eau et surmonté par une formation à perméabilité très faible faisant obstacle à tout flux appréciable. La nappe, contenue dans cet aquifère, ne possède pas de surface libre et est donc soumise en tous points à une pression supérieure à la pression hydraulique. La surface piézométrique est située au-dessus du toit de l'aquifère.

Charge hydraulique : Hauteur de l'eau mesurée dans un puits (niveau piézométrique) en fonction d'un plan de référence (ex : la cote NGF).

Coefficient d'emmagasinement : Quantité d'eau libérée (ou emmagasinée) par unité de surface d'un aquifère pour une perte (ou un gain) de charge hydraulique donnée, c'est-à-dire une baisse (ou une hausse) de pression.

Colluvion (ou dépôt de pente) : Dépôt fin ayant subi un faible transport gravitaire.

Colluvionnement : Processus à l'origine des dépôts de bas de pente fins et ayant subi un faible transport.

Cône de dépression : Surface géométrique dessinée par les courbes et les lignes de rabattement imposées à différentes distances autour d'un puits en exploitation.

Connée (eau connée) : Eau piégée par un sédiment au stade de sa formation et conservée par la roche aquifère, dont elle a alors le même âge.

Corbule : Petit bivalve coquillé vivant en milieu marin, présent de l'Oligocène à l'actuel.

Crue : Augmentation du débit moyen (en m³/s) d'un cours d'eau. Une crue se traduit par une augmentation de la hauteur d'eau, des vitesses d'écoulement et des transports solides.

Cryoturbation : Phénomène géomorphologique affectant un sol soumis à des alternances de gels et de dégels. L'eau, en se solidifiant, déplace les matériaux du sol.

Cuesta : Relief causé par l'érosion d'une couche dure à pendage moyen, présentant une pente forte du côté opposé au pendage et une pente faible sur le dos de la couche.

Cyrène : Coquille de mollusque d'eau douce.

Décalcification : Procédé qui détruit la calcite présente dans une roche par dissolution.

Débit spécifique : Débit pompé dans un puits rapporté à la hauteur de rabattement dans le puits, dans des conditions définies.

Détritique : Qui est constitué de débris.

Diaclase : Fracture dans une roche sans que les parties disjointes ne s'éloignent l'une de l'autre.

Digité : Découpé en forme de doigts.

Doline : Dépression topographique de forme circulaire rencontrée dans les régions karstique.

Dolomitique ou dolomitisé : Se dit d'une roche sédimentaire carbonatée constituée d'au moins 50% de dolomite $((Ca,Mg)CO_3)_2$.

Dolomitisation : Phénomène qui consiste à remplacer la calcite $(CaCO_3)$ par la dolomite $((Ca,Mg)CO_3)_2$ dans une roche calcaire.

Doublet géothermique : Système d'exploitation géothermique composé de deux forages. L'un est utilisé pour pomper l'eau en profondeur tandis que l'autre permet son rejet dans le sous-sol.

Drainance : Flux d'eau, à composante essentiellement verticale, entre deux aquifères superposés ou entre un aquifère et une nappe d'eau de surface, à travers une couche semi-perméable.

Erodibilité : Facilité avec laquelle la partie superficielle des sols est érodée ; traduit sa résistance face au ruissellement.

Eponte : Surface délimitant une couche ou un filon.

Etiage : Correspond au plus faible débit d'un cours d'eau durant l'année.

Evapotranspiration : Quantité d'eau transférée vers l'atmosphère par évaporation au niveau du sol, par évaporation des eaux superficielles ou par transpiration des plantes.

Exogène : Qui se forme à la surface de la terre.

Exondation : Sortie, hors de l'eau, d'une terre précédemment inondée.

Exutoire : Toute issue (point, ligne, surface) par laquelle l'eau d'un cours d'eau, d'un lac, d'une nappe souterraine sort ou peut sortir par gravité.

Ferruginisation : Enrichissement d'un matériau en fer.

Fissuré (milieu) : Milieu perméable hétérogène et discontinu, dans lequel l'eau peut s'écouler essentiellement à la faveur d'un réseau de discontinuités (fissures, fractures, diaclases) plus ou moins connectées.

Fluage : Processus physique qui provoque la déformation irréversible des matériaux soumis à une contrainte constante.

Fond géochimique : Concentrations dans les eaux ou les sols attribuables uniquement à une origine naturelle.

Gélif(ve) : Caractérise un matériaux poreux, absorbant facilement l'eau et sensible à la gélifraction.

Glaise : Terre comportant une part importante d'argile, imperméable et malléable.

Gréseux : Se dit d'une roche sédimentaire ayant la nature du grès.

Hygrophile (végétation) : Espèce végétale qui croît dans les lieux humides.

Hydromorphie : Qualité d'un sol vis-à-vis de sa saturation en eau sur une période plus ou moins longue. Un sol est dit hydromorphe lorsqu'il montre des marques physiques d'une saturation régulière en eau.

Imperméable : Qualifie un milieu théoriquement impénétrable et non traversable par un fluide, notamment par l'eau, et en pratique ne laissant passer aucun flux significatif sous un gradient de potentiel hydraulique donné. En hydrogéologie, qualifie un milieu dont le coefficient de perméabilité est inférieur à 1.10^{-8} ou 1.10^{-9} m/s.

Impluvium : Espace ou zone recueillant les eaux de pluies.

Inondation : Submersion (recouvrement d'eau) liée au débordement des eaux lors d'une crue. L'inondation peut concerner un cours d'eau pérenne ou intermittent, une dépression ou même une plaine littorale.

Induration : Durcissement d'un matériau meuble.

Induré : Matériau meuble durci par un processus d'induration.

Interfluve : Surface comprise entre deux talwegs voisins et comprenant donc deux versants appartenant à deux vallées différentes.

Isohypse (courbe) : Courbe joignant, sur une carte, les points situés à une même altitude.

Isopaque (courbe) : Courbe joignant, en projection sur une carte, le lieu d'égale épaisseur d'une formation géologique.

Isopièze (courbe) : Courbe joignant, sur une carte, les points situés à une même altitude piézométrique pour une nappe d'eau souterraine donnée.

Isoproductivité (courbe) : Courbe joignant, sur une carte, les points pour lesquels le même débit de pompage peut être attendu pour une nappe d'eau souterraine donnée.

Karstique (milieu) : Milieu hétérogène et discontinu, dans lequel l'eau peut s'écouler essentiellement à la faveur d'un réseau de chenaux et de conduits de grande dimension, formé par la dissolution du calcaire.

Lacustre : Définit les bassins continentaux ou marécageux, s'applique notamment aux bassins liés aux lacs.

Laguno-lacustre : Définit un milieu sédimentaire mixte de lagune et de lac.

Laguno-marin : Définit un milieu sédimentaire mixte de lagune et de mer.

Lehm : Argile silteuse utilisée comme terre à brique correspondant le plus souvent à la partie supérieure décalcifiée d'une couche de loess.

Lenticulaire : Couche sédimentaire dont les extrémités forment des biseaux qui marquent une lacune dans la série sédimentaire.

Libre (aquifère ou nappe) : Aquifère comportant une surface libre et une zone non saturée dont les caractéristiques sont semblables à celles de la zone saturée. La nappe, s'écoulant au sein de cet aquifère, n'est pas limitée vers le haut par des terrains imperméables.

Lithologie : Nature des roches d'une formation géologique.

Lithostratigraphie : Etude de la succession des dépôts sédimentaires basée uniquement sur les différences de nature entre les couches, indépendamment de leur contenu en fossile.

Loess (ou Limon des plateaux) : Roche sédimentaire meuble de nature périglaciaire formée par l'accumulation de limons issus de l'érosion éolienne.

Logs géologiques : Représentation schématique de la succession des couches géologiques d'un terrain, levée lors de la réalisation d'un forage ou de l'interprétation d'affleurements.

Lumachelle à exogyres : Roche sédimentaire de nature calcaire très peu consolidée et constituée en grande partie par des coquilles de mollusques bivalves voisins des huîtres.

Maillage : Discrétisation spatiale d'un milieu continu permettant une modélisation géométrique d'un domaine par des éléments proportionnés finis.

Marne : Roche sédimentaire tendre et plastique constituée de grains très fins ; elle est composée d'un mélange de calcaire et d'argile allant de 35 à 65%.

Matrice : Partie d'une roche qui englobe les éléments de grande taille. Elle peut être composée d'éléments de plus petite taille ou d'une masse indifférenciée.

Méandre : Sinuosité prononcée d'un cours d'eau ou d'une rivière.

Meulière : Roche sédimentaire siliceuse et caverneuse dans les marnes ou calcaires.

Micacé : Roche qui contient des minéraux de micas.

Miliolites : Petits foraminifères dont la coquille calcaire est constituée de nombreuses loges.

Moellon : Petite pierre ayant la forme d'un pavé.

Multicouche (aquifère) : Système aquifère composé par une alternance de couches aquifères et semi-perméables interstratifiées, et pouvant comporter plusieurs nappes libres ou semi-captives inter-communicantes (drainance).

Mur (de la nappe) : Formation géologique très peu perméable constituant la base d'un aquifère.

Nappe souterraine : Ensemble des eaux souterraines remplissant entièrement les interstices ou fissures d'un terrain perméable et poreux, nommé aquifère, de telle sorte qu'il y a toujours liaison par l'eau entre les pores.

Nappe phréatique : Nappe d'eau souterraine alimentant habituellement les puits et les sources, car facilement accessible et exploitable. Une nappe phréatique est donc généralement libre et peu profonde.

Oolithique : Roche constituée de petites sphères allant de 0,5 à 2 mm de diamètre et ressemblant à des œufs de poisson.

Organolectique : Qui est capable d'être perçu par un récepteur sensoriel, le plus souvent buccal.

Orogénèse : Processus menant à la formation de reliefs et plus particulièrement de systèmes montagneux.

Orogénèse alpine : Orogénèse du Cénozoïque à l'origine de la ceinture alpine.

Orogénèse hercynienne : Phase de formation des montagnes de la chaîne hercynienne (période géologique qui s'étend du Dévonien au Permien).

Paramètre hydrodynamique : Tout paramètre physique définissant quantitativement le comportement d'un milieu conducteur vis-à-vis d'un fluide c'est-à-dire son aptitude à le contenir, à permettre son écoulement et à régir les propagations d'influence. Les principaux paramètres régissant l'écoulement des eaux souterraines sont la transmissivité, la perméabilité, le coefficient d'emmagasinement, la porosité efficace.

Pédogénèse : Processus amenant à la formation des sols à partir d'une roche mère.

Perché (aquifère ou nappe) : Aquifère étagé au-dessus d'une zone non saturée et d'une nappe libre d'extension plus générale. La nappe circulant au sein de cet aquifère est libre et peut être permanente ou temporaire.

Percolation : Mouvement latéral ou descendant de l'eau à travers un sol.

Perméabilité : Aptitude d'un milieu à se laisser traverser par un fluide sous l'effet d'un gradient de potentiel.

Perméable : Qui peut être pénétré et traversé par un fluide, en particulier par l'eau, mû par un gradient de potentiel. En hydrogéologie, qualifie un milieu dont le coefficient de perméabilité est assez élevé pour qu'il puisse être aquifère, c'est-à-dire supérieur à 1.10^{-6} ou au moins à 1.10^{-7} m/s.

Piézomètre : Dispositif consistant en un tube enfoncé verticalement dans le sol par sondage et servant à mesurer la hauteur piézométrique en un point donné d'un aquifère, qui indique la pression en ce point, en permettant l'observation ou l'enregistrement d'un niveau d'eau libre ou d'une pression.

Pluie brute : Précipitations totales, somme de la lame d'eau qui ruisselle, de la lame d'eau qui s'infiltre et de la lame d'eau qui s'évapore.

Pluie efficace : Précipitations qui alimentent les cours d'eau par ruissellement et les nappes d'eau souterraine par infiltration, c'est-à-dire somme de la lame d'eau qui ruisselle et de la lame d'eau qui s'infiltre.

Pluviométrie : Mesure des précipitations sous forme de pluie, de grêle ou de neige qui se produisent sur une aire géographique et pendant une période données.

Polypier : Squelette sécrété par des organismes de la famille des Cnidaires appelées polypes (le corail par exemple). L'accumulation de ces squelettes forme des atolls ou des récifs.

Poreux (milieu) : Milieu perméable continu à grande échelle, dans lequel l'eau peut s'écouler essentiellement à la faveur de vides interstitiels (pores) interconnectés.

Poudingue : Roche sédimentaire détritique consolidée, constituée de débris arrondis qui ont subi un transport dans une rivière ou sur un littoral.

Process (eau de) : Eau servant à l'utilisation d'une machine ou à la fabrication d'un objet industriel.

Recharge : Augmentation naturelle de la charge hydraulique résultant d'une montée des niveaux de la nappe.

Rejeu de faille : Remise en mouvement des terrains bordant une faille.

Réserve utile : Quantité d'eau que le sol est susceptible d'absorber et qui est utilisable par les végétaux.

Ripisylve : Ensemble des formations boisées, buissonnantes et herbacées présentes sur les rives d'un cours d'eau.

Ru : Petit ruisseau.

Saccharoïde : Se dit d'un aspect rappelant celui du sucre cristallisé.

Saumâtre (eau saumâtre) : Eau dont la teneur en sel est sensiblement inférieure à l'eau de mer.

Semi-captif (aquifère ou nappe) : Aquifère délimité au moins en partie par des formations semi-perméables pouvant laisser passer un flux non négligeable, entrant ou sortant (drainance). La nappe, contenue dans cet aquifère, ne possède pas de surface libre.

Semi-perméable : Qualifie un milieu dont la perméabilité est trop faible pour permettre le captage de l'eau en quantité appréciable, mais suffisante pour permettre des transferts d'eau significatifs en provenance ou à destination des aquifères contigus (drainance). En hydrogéologie, qualifie un milieu dont le coefficient de perméabilité est compris entre 1.10^{-6} et 1.10^{-9} m/s.

Seuil de fusion : Lors du calcul d'un modèle, distance séparant deux points A et B en dessous de laquelle les deux mesures des points A et B seront moyennées ; la moyenne résultante est attribuée au point situé au milieu du segment [AB], et c'est cette mesure « virtuelle » qui est utilisée dans l'interpolation, à la place des deux mesures initiales.

Silicifié : Qui est riche en quartz ou en calcédoine formée par la précipitation de la silice (SiO_2) dans un matériau préexistant.

Solifluxion : Ecoulement, glissement de terrain dû notamment à l'augmentation de la teneur en eau de ces terrains.

Source de débordement (ou de trop plein) : Source située au contact du toit imperméable d'un aquifère, à la limite d'une nappe captive et d'une nappe libre.

Source de dépression : Source provoquée par l'intersection de la surface du sol avec la surface d'une nappe libre.

Source de déversement : Source située au contact du mur imperméable d'un aquifère, issue d'une nappe libre de déversement non soutenue.

Sourdre : Verbe désignant les eaux qui jaillissent de la terre.

Station hydrométrique : Dispositif mis en place sur un cours d'eau ou un réservoir d'eau afin de mesurer des hauteurs d'eau ou des débits.

Stratigraphie : Science qui étudie la succession des différents dépôts sédimentaires géologiques, généralement disposés en couches (strates).

Sublithographique : Se dit d'un calcaire peu homogène constitué de grain très fin.

Substrat ou Substratum : Terme désignant la base sur laquelle repose une formation géologique.

Superficielle (nappe) : Nappe libre dont le niveau piézométrique est proche de la surface du sol (quelques cm à dizaines de cm) pendant au moins une période de l'année.

Synclinal : Pli d'une couche géologique où les éléments situés à l'intérieur de la courbure étaient, avant la déformation, les plus hauts.

Talweg : Ligne du fond d'une vallée, éventuellement suivie par un cours d'eau.

Tectonique : Ensemble des mécanismes qui déforment un terrain géologique après sa formation.

Terrigène : Caractérise un élément ou fragment de roche arraché par l'érosion qui provient d'une terre émergée.

Toit (de la nappe) : Pour une nappe captive, formation géologique très peu perméable située au sommet de l'aquifère.

Transgression : Débordement de la mer sur les terres par augmentation du niveau marin ou par l'affaissement des continents.

Transmissivité : Débit d'eau s'écoulant par unité de largeur de la zone saturée d'un aquifère continu et par unité de gradient hydraulique. Ce paramètre permet d'évaluer le débit que peut capter un forage.

Trigonie : Petit bivalve vivant en milieu marin et très présent durant le Secondaire.

Varvé (argile varvée) : Argile de dépôt lacustre, finement lité. Par extension, les varves correspondent à un dépôt feuilleté dont la sédimentation est commandée par le rythme des saisons.

Voisinage d'interpolation rectangulaire : Distance d'interpolation lors du calcul d'un modèle, c'est-à-dire distance maximale séparant deux points retenus pour l'interpolation.

Vulnérabilité (des eaux souterraines) : Facilité et rapidité avec laquelle une pollution pénètre dans le sol pour rejoindre la nappe et dégrader sa qualité.

Zone non saturée : Zone du sous-sol comprise entre la surface du sol et la surface d'une nappe libre.

Zone saturée : Zone du sous-sol dans laquelle l'eau occupe complètement les interstices des roches, formant, dans un aquifère, une nappe d'eau souterraine.

Zones humides : « Terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année » (Loi sur l'eau du 03/01/1992 – Article 2).

10. Glossaire

AAC : Aire d’Alimentation de Captage
ADES : portail nationale d’Accès aux Données sur les Eaux Souterraines
AEAP : Agence de l’eau Artois-Picardie
AEAP : Agence de l’eau Seine-Normandie
AEP : Alimentation en Eau Potable
ARS : Agence Régionale de la Santé
AZOR : Atlas des Zones de Ruissellement
BAC : Bassin d’Alimentation de Captage
BASOL : Base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif
BASIAS : Base de données d’Anciens Sites Industriels et Activités de Service
BRGM : Bureau de Recherche Géologique et Minière
BSS : Banque de données du Sous-Sol
CG : Conseil général (CG60 : Conseil général de l’Oise)
CMA : Concentration Maximale Admissible
CNRM : Centre National de la Recherche Météorologique
COST 620 : Cartographie de la vulnérabilité et du risque pour la protection des aquifères carbonatés (karstiques)
DCE : Directive Cadre sur l’Eau
DDT : Direction Départementale des Territoires
DREAL : Direction Régionale de l’Environnement, de l’Aménagement et du Logement
ETP : Evapo-Transpiration Potentielle
ETR : Evapo-Transpiration Réelle
FRASOO et FRHSOO: Programme de contrôles opérationnels de l’état chimique des eaux souterraines
FRASOS et FRHSOS: Programme de contrôle de surveillance de l’état chimique des eaux souterraines
GICC : Gestion et Impacts du Changement Climatique
GIEC : Groupe Intergouvernemental d’Experts sur les changements Climatiques
GREPP : Groupe Régional d’Etudes des Produits Phytosanitaires
ICPE : Installations Classées pour la Protection de l’Environnement
IDPR : Indice de Développement et de Persistance des Réseaux
IGN : Institut Géographique National

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
I.R.H. : Inventaires des Ressources Hydrauliques
MNT : Modèle Numérique de Terrain
MVT : Mouvement de Terrain
NGF : Nivellement Général de la France
ONDE : Observatoire National Des Etiages
ONERC : Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique
ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
PPR : Plan de Prévention des Risques
PPRI : Plan de Prévention des Risques inondation
RCO : Réseau de Contrôle Opérationnel
RCS : Réseau de Contrôle de Surveillance
RHF : Référentiel Hydrogéologique Français
RN : Route Nationale
RNB : Réseau National de Bassin
RNES : Réseau National de suivi des Eaux Souterraines
RNSISEAU : Réseau National du Système d'Information des Services Santé Environnement-Eau
ROCA : Réseau d'Observation de Crise des Assecs
RRICQPIC : Réseau Régional Installations Classées Qualité pour les eaux souterraines de Picardie
RU : Réserve utile
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SANDRE : Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau
SAU : Surface Agricole Utile
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SIG : Système d'Information Géographique
SISE-Eau : Système d'Information des Services Santé Environnement-Eau
SNCF : Société Nationale des Chemins de Fer
STEP : Station d'Epuration
TGV : Train Grande Vitesse
ZNS : Zone Non Saturée
ZRE : Zone de Répartition des Eaux

11. Bibliographie

Allier D., Amraoui N., Bault V., Bessière H., Stollsteiner Ph. (2012). Prédiction des niveaux piézométriques et des débits d'étiage de 2012 sur 11 bassins versants en Picardie. Rapport final. BRGM/RP-61164-FR.

Allier D., Chrétien P. avec la collaboration de Baraton A., Leveau E., Minard D. et Tourlière B. (2009) – Atlas hydrogéologique numérique de l'Aisne - Notice – Rapport final. BRGM/RP-57439-FR, 158 pages, 65 illustrations, 10 tableaux, 6 annexes.

Amraoui N., Golaz C., Mardhel V., Negrel Ph., Petit V., Pinault J.L., Pointet Th. (2002) – Simulation par modèle des hautes eaux de la Somme. BRGM/RP-51827-FR ; 184 p., 83 fig., 11 tabl., 5 ann.

Amraoui N., Thiéry D., Wuilleumier (2011) – Apport du suivi de la zone non saturée de la craie dans l'amélioration de la prévision des crues dans le bassin de l'Hallue. Rapport BRGM/RP-60022-FR, 57 p., 34 fig..

Arnal C. (1995) – Inventaire des cavités souterraines abandonnées de l'Oise (France). Rapport BRGM/RR-38682-FR, 115 p., 2 vol., 1 carte.

Arnal C., Mirgon C., Imbaut M., Wuilleumier A., Mardhel V., Gravier A., Cauvin L. (2007) et INERIS – Atlas des risques naturels majeurs de l'Oise. Cartographie des risques. Phénomènes naturels. Principaux enjeux. BRGM/RP-54152-FR, 158 pages, 12 cartes.

Asfirane F., Wuilleumier A., Allier D., Verjus P. (2008) – Bassin Seine Normandie : estimation des volumes disponibles pour les prélèvements. Rapport final. BRGM/RP-56690-FR, 443 p., 393 ill., 27 tabl., 5 ann.

Bault V. et Follet R. (2011) – Atlas hydrogéologique numérique de l'Oise. Phase 2 : Notice. Rapport d'avancement. BRGM/RP-59757-FR, 168 p., 22 ill., 11 tab.

Bault V., Tourlière B. avec la collaboration de Leveau E. (2010) – Atlas hydrogéologique numérique de l'Oise. Phase 1 : Recueil des données et proposition du contenu de l'atlas. Rapport d'avancement. BRGM/RP-58807-FR, 83 p., 20 ill., 6 tab.

Bernon N. avec la collaboration de **Chrétien P., Dècle B., Imbault M. et Vincent M.** (2009) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département de l'Oise. Rapport BRGM/RP-57154-FR, 129 p., 62 ill., 4 ann., 3 cartes h.-t.

Bouchut J., Vincent M., avec la collaboration de Saint-Omer P., Rouxel-David E., Jacquot P., Caudron M., Zornette N., Demangeon G., Cordonnier G. (2002) – Recensement et analyse des mouvements de terrain survenus en 2000 et 2001 dans les arrondissements de Montdidier (Somme) et Clermont (Oise). BRGM/RP-51763-FR, 103 p., 38 fig. 3 tabl., 3 ann., 2 pl.

Brenot A., Gourcy L., Mascre C., Pons A., Blum A., Chery L. (2007) - Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines. Rapport BRGM/RP-55346-FR, 774 p. 5 vol., 200 ill., 35 ann., 34 pht. A3 coul.

Caous J-Y. et Comon D. (1987) – Notice de l'atlas hydrogéologique de l'Oise, 84 p., 17 fig., 9 tab..

Castany G., Margat J. (1977). Dictionnaire français d'hydrogéologie. Editions du BRGM. 248 p.

Cerdan O., Le Bissonnais Y., Souchère V., King C., Surdyk N., Dubus I., Arrouays D., Desprats J.F. 2006. Guide méthodologique pour un zonage départemental de l'érosion des sols Rapport n°3 : Synthèse et recommandations générales. Rapport BRGM-RP-55104-FR, 85 p., 24 ill.

Chrétien P. avec la collaboration de Féret M.J., Guionie P., Izac J.L., Jegou J.P., Joublin F., Kiefer C., Nail C. et Robelin C. (2006) – Picardie – Nappe libre de la craie – Campagne et carte piézométriques « basses eaux » 2005. Rapport final. BRGM/RP-54285-FR, 63 pages, 7 annexes.

Chrétien P. avec la collaboration de Sallier V. (2007) – Picardie - Nappe de la craie – Cartes piézométriques hautes eaux 2001-2002 et moyennes eaux 1960-2007. Rapport final. BRGM/RP-55971-FR, 72 pages, 6 illustrations, 2 annexes.

Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) Picardie et Direction Départementale de l'Équipement (DDE) de l'Oise (2005) – Atlas des paysages de l'Oise. Atelier 15, architecture & paysage. 354 pages.

Ducharne A., Habets F., Déqué M., Evaux L., Hachour A., Lepailler A., Lepelletier T., Martin E., Oudin L., Pagé C., Ribstein P., Thiéry D., Terray L., Viennot P., Boé J., Bourqui M., Crespi O., Gascoin S., Rieu J. (2009). Impact du changement climatique sur les ressources en eau et les extrêmes hydrologiques dans les bassins de la Seine et de la Somme. Programme GICC. Rapport de fin de contrat, 62 p., 7 tab., 25 fig., 10 ann.

Foucault A., Raoult J.-F. (2001). Dictionnaire de Géologie. 5^e édition. Editions Dunod. 379 p.

Gallia Sana, I-Mage Consult, CERE. (2006). Cartographie des zones à dominante humide du bassin Seine-Normandie.

Géotherma (1981) – Inventaire géothermique de la région Picardie.

GREPP, DIREN, DRAF Etude réalisée par **ISL et CALLIGEE** (2007). Zonage de la vulnérabilité des masses d'eau de la région Picardie à la pollution des eaux par les produits phytosanitaires. Méthode de caractérisation de la vulnérabilité intrinsèque et actuelle des masses d'eaux superficielles et souterraines de la région Picardie. 26 p, 4 ann.

Housse B. et Maget Ph. (1976). Potentiel géothermique du bassin parisien. BRGM et ELF Aquitaine. 125 pages, 29 planches hors-texte.

Hydratec (2009) – Modélisation de la nappe de la craie et schéma de régulation des prélèvements en eau. Rapport de phase 1, 112 p, 25 fig., 23 graph., 7 tab., 8 ann.

Hydratec (2009) – Modélisation de la nappe de la craie et schéma de régulation des prélèvements en eau. Rapport de phase 5.

Lauverjat J. (1967) – Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de l'Albien dans le centre du Bassin de Paris. Thèse 3^{ème} cycle, Paris.

Machard de Gramont H., Mardhel V. avec la collaboration de **Caous J.Y., Arnaud L., Chabart M., Lamotte C., Martin J.C., Nguyen-The D., Noël Y., Seguin J.J., Vernoux J.F.** (2006) – Atlas des remontées de nappes en France métropolitaine. Rapport BRGM/RP-54414-FR, 105 p, 89 figures, 5 documents annexes, 1 carte format A0 en pochette dans le rapport principal, 1 CD.

Mardhel V., Gravier A. (2005) - Carte de vulnérabilité simplifiée des eaux souterraines du bassin Seine-Normandie au $1/100000$. BRGM/RP-54148-FR, 92 p., 53 fig., 3 ann., 1 CDROM.

Marchal J.P., Marchais E., Maget P., Jauffret D., Ghyselinck M., Equilbey E., Rouxel David E., Corbier P., Caudron M., Caous J.Y., Schlomburgk S., Pointet T., Mardhel V., Machard de Gramont H. (2003) - Etude de sensibilité aux remontées de nappes. Méthodologie et application à 20 secteurs-tests de France métropolitaine. Rapport BRGM/RP-52340-FR, 214 p et 1 DVD.

Mégnyen C. (1980) – Synthèse géologique du Bassin de Paris. Volume I. Stratigraphie et paléogéographie. Mémoire BRGM n°101, 466 p.

Mégnyen C. (1980) – Synthèse géologique du Bassin de Paris. Volume II. Atlas. Mémoire BRGM n°102, 50 cartes. 5 annexes.

Nail C., Berthier F., Caudron M., Hede A., Huriez L. (2001) – Département de l'Oise – Inondations 2001 – Constat des remontées exceptionnelles du niveau des nappes phréatiques – Troisième rapport. BRGM/RP-51225-FR, 39 p., 2 fig., 6 ann.

Pinault J.L., Allier D. Verjus Ph. (2006) - Bassin Seine Normandie : Estimation du volume disponible aux prélèvements de 45 petits bassins versants. Rapport Final. BRGM/RP-55232-FR, 96 p, 107 fig., 1 ann.

P. Pannet, JM. Schroetter avec la collaboration de P. Mallard, M. Mulot et Ö. Yilmaz (2011) - Inventaire départemental des cavités souterraines hors mines de l'Oise Rapport final, BRGM/RP-60320-FR, 135 p., 19 ill., 3 ph., 2 annexes, 1 carte hors-texte.

Raoult Y. (1999) – La nappe de l'Albien dans le Bassin de Paris : De nouvelles idées pour de vieilles eaux. Thèse Université Paris VI.

Roger J. (2008) - Carte géologique harmonisée du département de l'Oise. Rapport BRGM/RP-56376-FR, 121 p., 3 fig., 3 tabl., 5 pl. hors-texte.

Roux J.-C. (2006) - Aquifères et eaux souterraines en France. BRGM Editions. 2 tomes, 956 pages

Roux J.C., De La Queriére Ph. (1964) – Projet d'étude des ressources hydrauliques de la moyenne vallée de l'Oise (Aisne – Oise). Rapport BRGM/64-DSGR-A-024, 19 p.

Surdyk N., Cerdan O., Dubus I.G. (2006) – Guide méthodologique pour un zonage départemental de l'érosion des sols. Rapport n°2 : Etude de sensibilité sur le département de l'Oise. Rapport BRGM/RP-55103-FR, 60 p., 60 ill.

Schomburgk S. avec la collaboration de Pointet T. (2003) – Pré-études des inter-relations nappes – cours d'eau de l'Oise entre Compiègne et Pontoise. Rapport BRGM/RP-52229-FR, 22 p., 10 fig.

Tirat M. avec la collaboration de Belpaume D., Legrand M., Richard M. (1972) – Evaluation des ressources hydrauliques de la vallée de l'Oise de Pont-Sainte-Maxence à Baeumont-sur-Oise. Rapport BRGM/72-SGN-094-PNO, 48 p. 8 tab, 5 fig.

Urban S., Vandenbroucke H., Jauffret D., Roblet P., Colin A., Chabart M., Hoogstoel R., Nguyen D., Marchal J.P., Picot J., Pira K., David P.Y., Udhin Z., Arnaud L., Lereculey A., Conil P., Rodriguez G., Chretien P., Minard D., Thinon-Larminach M., Cailleaud T., Brenot A., Chretien M., Bézèlques-Courtade S., Martin J.C. (2009) – PNIGRA : Programme National des Inventaires Géothermiques Régionaux sur Aquifères. Rapport BRGM/RP-57915-FR, 203 p., 85 fig., 32 tab., 2 ann.

Vernoux J.F., Buchet R. avec la participation de Blum A., Wuilleumier A et James O. (2010) – Améliorer la protection des captages d'eau souterraine destinée à la consommation humaine. BRGM Editions, 66 p.

Vernoux J F., Lions J., Petelet-Giraud E., Seguin J.J., Stollsteiner P., Lalot E. (2011) – Contribution à la caractérisation des relations entre eau souterraine, eau de surface et écosystèmes terrestres associés en lien avec la DCE, rapport BRGM/RP-57044-FR, 207 p., 91 ill., 1 ann.

Vernoux J.F., Maget P., Afzali H., Blanchin R., Donsimoni M., Vairon J. (1997) – Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris. Rapport BRGM DSGR/IDF R39702, 93 pages, 2 tableaux, 37 figures, 23 planches, 12 annexes.

Vernoux J.F., Seguin J.J. (2011) - Établissement d'un réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines – Année 1, rapport BRGM/RP-59286-FR.

Vernoux J.F., Wuilleumier A., Seguin J.J., Dörfliger N. (2007) – Méthodologie de délimitation des bassins d'alimentation des captages et de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses. Guide méthodologique, rapport BRGM/RP-55874-FR, 75 p, 14 ill.

CARTES GEOLOGIQUES AU 1/50 000 :

Blondeau A., Blondel La Rougery (1970) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Compiègne (104), Orléans : BRGM.

Blondeau A., Cavelier C. (1970) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Clermont (103), Orléans : BRGM.

Blondeau A., Cavelier C., Pfefer D., Jovet P., Pomerol C. (1967) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Senlis (128), Paris : BRGM.

Blondeau A., Fraisse C., Pomerol B., Pomerol C., Teste G. (1978) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Forges-Les-Eaux (78), Orléans : BRGM.

Blondeau A., Froehlich F., Pomerol B., Pomerol C. (1978) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille St-Just-en Chaussée (80), Orléans : BRGM.

Blondeau A., Pomerol B., Pomerol C. (1974) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Beauvais (102), Orléans : BRGM.

Blondeau A., Pomerol B., Pomerol C. (1976) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Montdidier (81), Orléans : BRGM.

Blondeau A., Teste G., Fraisse C., Delattre C., Mériaux E. (1981) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Crèvecœur-Le-Grand (79), Orléans : BRGM.

Bouttemy R., Maucorps J., Pomerol C., Solau J.-L. (1981) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Ham (64), Orléans : BRGM.

Cavelier C. (1967) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Creil (127), Orléans : BRGM.

Cruciani P.M., Maucorps J., Pomerol C., Solau J.L. (1974) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Attichy (105), Orléans : BRGM.

Delattre C., Mériaux E., Monciardini C. (1974) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Poix (61), Orléans : BRGM.

Goguel J. (1973) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille L'Isle-Adam (153), Orléans : BRGM.

Guérin B., Pomerol C., Salin R. (1975) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Villers-Cotterêts (129), Orléans : BRGM.

Kuntz G., Agache R., Caous J.-Y. (1982) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Monreuil (62), Orléans : BRGM.

Kuntz G., Lautridou J.P., Lefebvre D., Médioni R. (1977) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Gournay (101), Orléans : BRGM.

Kuntz G., Wyns R., Lautridou J.P. (1976) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Gisors (125), Orléans : BRGM.

Labourguigne J. (1971) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Dammartin-en-Goële (154), Orléans : BRGM.

Lorenz C., Obert D. (1977) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Meaux (155), Orléans : BRGM.

Maucorps J., Pomerol B., Pomerol C., Solau J.-L. (1976) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Chauny (82), Orléans : BRGM.

Wyns R., Hardy R., Feugueur L., Monciardini C. (1979) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Méru (126), Orléans : BRGM.

EVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES :

Artis H., Roux J.-C. (1972) – Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 31/12/1971 sur le territoire de la feuille topographique à 1/50000. Gisors – 125 (Eure, Oise, Val-d'Oise). BRGM/73-SGN-014-PNO. 77 p. 17 fig. 24 tab. 5 ann.

Belpaume D., Tirat M. (1968) – Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 30 juin 1967 sur le territoire de la feuille topographique au 1/50000. Creil – n°129 (Oise et Val-d'Oise). BRGM/68-SGL-099-PNO. 73 p. 19 fig. 31 tab. 5 ann.

Caous J.-Y. (1971) – Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 31/12/1970 sur le territoire de la feuille topographique à 1/50000. Méru - 126 (Oise). BRGM/73-SGN-117-PNO. 51 p. 9 fig. 15 tab. 5 ann.

Caous J.-Y., Legrand M. (1974) – Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 30-06-1971 sur le territoire de la feuille topographique à 1/50000. Clermont - 103 (Oise). BRGM/74-SGN-113-PNO. 66 p. 16 fig. 22 tab. 5 ann.

D'Arcy D. (1970). Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 31/12/1968 sur le territoire de la feuille topographique à 1/50000. Compiègne - 104 (Oise). BRGM/70-SGN-207-PNO. 46 p. 10 fig. 17 tab. 5 ann.

De La Querièr Ph., Belpaume D. (1972). Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 01/07/1971 sur le territoire de la feuille topographique à 1/50000. Attichy - 105 (Aisne-Oise). BRGM/72-SGN-253-PNO. 59 p. 23 fig. 30 tab. 5 ann.

Roux J.C., De La Queriére Ph., Tirat M. (1966) – Données géologiques et hydrogéologiques sur la feuille topographique au 1/50000. Chauny – 82. BRGM/66-SGN-165-PIC. 42 p. 6 ann.

Tirat M. et Belkessa R. (1969) – Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 31-12-1967 sur le territoire de la feuille topographique au 1/50000. Beauvais – n°128 (Oise). BRGM/69-SGL-223-PNO. 58 p. 12 fig. 18 tab. 7 ann.

Tirat M. et Legrand M. (1971) – Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 30-12-1968 sur le territoire de la feuille topographique au 1/50000. Villers-Cotterêts – 129 (Aisne). BRGM/71-SGN-303-PNO. 55 p. 14 fig. 16 tab. 5 ann.

Tirat M. et Richard M. (1970) – Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 31-12-1968 sur le territoire de la feuille topographique au 1/50000. Senlis - 128 (Oise). BRGM/71-SGN-041-NPO. 54 p. 13 fig. 8 tab. 5 ann.

Van Den Avenne S. et Trémenbert J. (1972) – Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 31/12/1970 sur le territoire de la feuille topographique à 1/50000. Gournay – 101 (Eure, Oise, Seine-Maritime). BRGM/73-SGN-015-PNO. 68 p. 15 fig. 24 tab. 5 ann.

SITES INTERNET :

<http://ades.eaufrance.fr>

<http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr>

<http://basias.BRGM.fr>

<http://cartorisque.prim.net>

www.hydro.eaufrance.fr

www.infoterre.BRGM.fr

<http://www.bdcavite.net>

<http://www.bdmvt.net>

<http://www.sandre.eaufrance.fr>

<http://www.vigicrues.gouv.fr>

Annexe 1

Bilans hydrologiques des bassins de la Brèche, de la Nonette et de la Divette

Bassin versant de la Brèche
Bilan par trimestre et par année

Hypothèse de ruissellement : 20% des pluies efficaces
Hypothèse de RUmax = 177mm

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère			Ruissellement			Rejets STEP	
2001		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3		mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	483 000 000	68,8	33 230 400	319,2	154 173 600	252,1	121 764 300	177,0	192,7	93 064 440		50,4	24 352 860	50,9	0,9	457 339
2e trimestre	483 000 000	310,5	149 971 500	177,4	85 684 200	20	9 756 600	24	16	7 805 280		4,0	1 951 320	4,4	0,9	457 339
3e trimestre	483 000 000	298,6	144 223 800	287,0	138 621 000	89	42 745 500	44	0	0		17,7	8 549 100	34,8	0,9	457 339
4e trimestre	483 000 000	52,4	25 309 200	171,0	82 593 000	120,8	58 346 400	138,4	0	0		24,2	11 669 280	46,2	0,9	457 339
ANNUEL	483 000 000	730,3	352 734 900	954,6	461 071 800	481,6	232 612 800		208,8	100 869 720		96,3	46 522 560	32,7	3,8	1 829 356

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)			Sortie Brèche à l'exutoire		Bilan	
2001	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	1,8	881 231	0,00	0	0,5	246 208	0,0	0	0,07	32 058	30,0	14 490 335		99,0	47 803 392	113,19	54 671 854
2e trimestre	1,8	881 231	0,00	0	0,5	246 208	0,0	0	0,07	32 058	30,0	14 490 335		92,7	44 779 392	-103,45	-49 964 846
3e trimestre	2,6	1 251 279	0,98	474 016	0,7	336 527	0,0	6 520	0,07	35 925	30,0	14 490 335		50,9	24 598 944	-65,95	-31 851 900
4e trimestre	1,8	881 231	0,00	0	0,5	246 208	0,0	0	0,07	32 058	30,0	14 490 335		52,3	25 278 048	-59,11	-28 550 822
ANNUEL	8,1	3 894 973	1,0	474 016	2,2	1 075 152	0,0	6 520	0,27	132 100	120,0	57 961 339		294,9	142 459 776	-115,31	-55 695 713

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère			Ruissellement			Rejets STEP	
2003		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3		mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	483 000 000	84,5	40 813 500	107,0	51 681 000	77,4	37 384 200	122,1	61,3	29 617 560		15,5	7 476 840	26,6	0,9	457 339
2e trimestre	483 000 000	332,2	160 452 600	143,2	69 165 600	13	6 182 400	0	0	0		2,6	1 236 480	5,3	0,9	457 339
3e trimestre	483 000 000	354,7	171 320 100	86,8	41 924 400	0	0	0	0	0		0,0	0	0,0	0,9	457 339
4e trimestre	483 000 000	47,0	22 701 000	132,4	63 949 200	96,7	46 706 100	70,9	0	0		19,3	9 341 220	68,9	0,9	457 339
ANNUEL	483 000 000	818,4	395 287 200	469,4	226 720 200	186,9	90 272 700		61,3	29 617 560		37,4	18 054 540	22,6	3,8	1 829 356

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)			Sortie Brèche à l'exutoire		Bilan	
2003	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	1,9	928 131	0,00	0	0,5	264 309	0,0	0	0,12	56 867	30,0	14 490 335		58,2	28 124 064	-12,47	-6 022 909
2e trimestre	1,9	928 131	0,00	0	0,5	264 309	0,0	0	0,12	56 867	30,0	14 490 335		47,9	23 121 504	-76,35	-36 878 269
3e trimestre	2,8	1 354 240	1,79	863 837	0,5	238 034	0,0	8 650	0,09	44 100	30,0	14 490 335		31,3	15 106 176	-65,00	-31 394 112
4e trimestre	1,9	928 131	0,00	0	0,5	264 309	0,0	0	0,12	56 867	30,0	14 490 335		28,1	13 553 568	-39,76	-19 205 593
ANNUEL	8,6	4 138 634	1,8	863 837	2,1	1 030 961	0,0	8 650	0,44	214 700	120,0	57 961 339		165,4	79 905 312	-193,58	-93 500 882

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère			Ruissellement			Rejets STEP	
2005		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3		mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	483 000 000	70,7	34 148 100	88,0	42 504 000	33,5	16 180 500	166,1	65,0	31 404 660		6,7	3 236 100	22,4	0,9	457 339
2e trimestre	483 000 000	319,7	154 415 100	130,2	62 886 600	0	0	0	0	0		0,0	0	0,0	0,9	457 339
3e trimestre	483 000 000	312,0	150 696 000	133,0	64 239 000	0	0	0	0	0		0,0	0	0,0	0,9	457 339
4e trimestre	483 000 000	63,2	30 525 600	107,4	51 874 200	57,6	27 820 800	46,1	0	0		11,5	5 564 160	49,0	0,9	457 339
ANNUEL	483 000 000	765,6	369 784 800	458,6	221 503 800	91,1	44 001 300		65,0	31 404 660		18,2	8 800 260	17,4	3,8	1 829 356

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)			Sortie Brèche à l'exutoire		Bilan	
2005	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	1,8	888 480	0,00	0	0,3	147 345	0,0	0	0,22	105 275	30,0	14 490 335		29,9	14 455 584	10,85	5 238 439
2e trimestre	1,8	888 480	0,00	0	0,3	147 345	0,0	0	0,22	105 275	30,0	14 490 335		29,5	14 260 320	-60,47	-29 207 057
3e trimestre	2,7	1 311 389	1,26	606 378	0,8	405 799	0,0	12 220	0,21	101 475	30,0	14 490 335		22,0	10 604 736	-55,11	-26 618 446
4e trimestre	1,8	888 480	0,00	0	0,3	147 345	0,0	0	0,22	105 275	30,0	14 490 335		23,5	11 361 600	-42,95	-20 744 177
ANNUEL	8,2	3 976 827	1,3	606 378	1,8	847 834	0,0	12 220	0,86	417 300	120,0	57 961 339		104,9	50 682 240	-147,68	-71 331 242

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère			Ruissellement			Rejets STEP	
2007		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3		mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	483 000 000	80,5	38 881 500	210,0	101 430 000	130,8	63 176 400	177,0	141,6	68 412 120		26,2	12 635 280	71,5	1,0	460 482
2e trimestre	483 000 000	325,8	157 361 400	139,6	67 426 800	4	1 738 800	0	0	0		0,7	347 760	2,3	1,0	460 482
3e trimestre	483 000 000	285,4	137 848 200	170,6	82 399 800	8	3 864 000	4	0	0		1,6	772 800	5,6	1,0	460 482
4e trimestre	483 000 000	47,4	22 894 200	208,2	100 560 600	167,4	80 854 200	131,1	0	0		33,5	16 170 840	102,4	1,0	460 482
ANNUEL	483 000 000	739,1	356 985 300	728,4	351 817 200	309,8	149 633 400		141,6	68 412 120		62,0	29 926 680	48,0	3,8	1 841 927

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)			Sortie Brèche à l'exutoire		Bilan	
2007	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	1,9	897 085	0,00	0	0,4	209 914	0,0	0	0,24	114 773	30,0	14 490 335		36,6	17 663 616	100,26	48 424 377
2e trimestre	1,9	897 085	0,00	0	0,4	209 914	0,0	0	0,24	114 773	30,0	14 490 335		31,3	15 117 408	-61,55	-29 729 055
3e trimestre	2,6	1 234 040	0,50	241 317	0,6	297 451	0,0	10 880	0,33	157 883	30,0	14 490 335		28,5	13 760 928	-59,11	-28 549 751
4e trimestre	1,9	897 085	0,00	0	0,4	209 914	0,0	0	0,24	114 773	30,0	14 490 335		32,7	15 791 328	-30,19	-14 579 895
ANNUEL	8,1	3 925 294	0,5	241 317	1,9	927 193	0,0	10 880	1,04	502 200	120,0	57 961 339		129,1	62 333 280	-50,59	-24 434 322

Bassin versant de la Nonette
Bilan par trimestre et par année

Hypothèse de ruissellement : 15% des pluies efficaces
Hypothèse de RUmax = 186mm

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère		Ruissellement			Rejets STEP	
2001		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	333 000 000	68,8	22 910 400	335,9	111 864 357	267,1	88 953 957	186,4	251,4	83 726 073	40,1	13 343 094	48,6	0,4	147 622
2e trimestre	333 000 000	310,5	103 396 500	207,7	69 161 436	17	5 507 487	73	8	2 805 592	2,5	826 123	3,2	0,4	147 622
3e trimestre	333 000 000	298,6	99 433 800	289,1	96 280 956	87	28 816 488	58	0	0	13,0	4 322 473	21,5	0,4	147 622
4e trimestre	333 000 000	52,4	17 449 200	194,4	64 751 018	142,0	47 301 818	178,6	0	0	21,3	7 095 273	35,3	0,4	147 622
ANNUEL	333 000 000	730,3	243 189 900	1 027,2	342 057 767	512,3	170 579 750		259,9	86 531 665	76,8	25 586 962	27,5	1,8	590 488

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)		Sortie Nonette à l'exutoire		Bilan	
2001	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	2,4	810 367	0,00	0	0,0	4 992	0,0	0	0,0	0	1,6	517 104	82,4	27 439 776	205,55	68 449 042
2e trimestre	2,4	810 367	0,00	0	0,0	4 992	0,0	0	0,0	0	1,6	517 104	76,8	25 564 032	-69,41	-23 112 666
3e trimestre	3,3	1 090 788	0,88	293 376	0,0	12 124	0,4	35 100	0,0	0	1,6	517 104	60,3	20 083 680	-52,71	-17 551 165
4e trimestre	2,4	810 367	0,00	0	0,0	4 992	0,0	0	0,0	0	1,6	517 104	60,4	20 117 376	-42,65	-14 202 452
ANNUEL	10,6	3 521 890	0,9	293 376	0,1	27 101	0,4	35 100	0,00	0	6,2	2 068 416	279,9	93 204 864	40,79	13 582 759

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère		Ruissellement			Rejets STEP	
2003		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	333 000 000	84,5	28 138 500	103,4	34 439 926	68,8	22 920 890	138,5	73,7	24 528 372	10,3	3 438 133	22,2	0,4	147 622
2e trimestre	333 000 000	332,2	110 622 600	169,0	56 277 633	5	1 519 812	0	0	0	0,7	227 972	1,6	0,4	147 622
3e trimestre	333 000 000	354,7	118 115 100	102,3	34 065 367	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0	0,4	147 622
4e trimestre	333 000 000	47,0	15 651 000	145,7	48 520 298	104,6	34 818 147	83,0	0	0	15,7	5 222 722	50,6	0,4	147 622
ANNUEL	333 000 000	818,4	272 527 200	520,4	173 303 223	178,0	59 258 849		73,7	24 528 372	26,7	8 888 827	17,2	1,8	844 215

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)		Sortie Nonette à l'exutoire		Bilan	
2003	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	2,70	897 822	0,00	0	0,0	2 586	0,00	0	0,00	0	1,6	517 104	46,6	15 520 896	33,57	11 178 047
2e trimestre	2,70	897 822	0,00	0	0,0	2 586	0,00	0	0,00	0	1,6	517 104	43,3	14 427 072	-46,45	-15 466 662
3e trimestre	3,88	1 290 884	1,74	579 967	0,0	7 169	0,02	6 539	0,00	0	1,6	517 104	34,1	11 342 592	-40,81	-13 590 181
4e trimestre	2,70	897 822	0,00	0	0,0	2 586	0,00	0	0,00	0	1,6	517 104	31,0	10 331 712	-19,15	-6 376 552
ANNUEL	12,0	3 984 349	1,7	579 967	0,0	14 926	0,02	6 539	0,00	0	6,2	2 068 416	155,0	51 622 272	-72,08	-24 001 622

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère		Ruissellement			Rejets STEP	
2005		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	333 000 000	70,7	23 543 100	126,4	42 099 991	58,2	19 386 927	186,4	86,2	28 690 464	8,7	2 908 039	33,7	0,6	211 054
2e trimestre	333 000 000	319,7	106 460 100	150,1	49 992 391	2	719 613	15	2	611 671	0,3	107 942	1,2	0,6	211 054
3e trimestre	333 000 000	312,0	103 896 000	137,4	45 742 745	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0	0,6	211 054
4e trimestre	333 000 000	63,2	21 045 600	123,5	41 111 614	71,2	23 722 021	60,6	0	0	10,7	3 558 303	46,5	0,6	211 054
ANNUEL	333 000 000	765,6	254 944 800	537,4	178 946 741	131,6	43 828 561		88,0	29 302 135	19,7	6 574 284	19,9	2,5	844 215

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)		Sortie Nonette à l'exutoire		Bilan	
2005	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	2,5	849 080	0,00	0	0,0	4 154	0,0	0	0,00	0	1,6	517 104	25,9	8 636 976	65,48	21 805 981
2e trimestre	2,5	849 080	0,00	0	0,0	4 154	0,0	0	0,00	0	1,6	517 104	27,6	9 202 550	-28,94	-9 638 483
3e trimestre	3,5	1 157 218	1,69	564 119	0,0	10 384	0,0	0	0,00	0	1,6	517 104	22,8	7 603 632	-28,93	-9 632 058
4e trimestre	2,5	849 080	0,00	0	0,0	4 154	0,0	0	0,00	0	1,6	517 104	23,0	7 644 326	-15,74	-5 241 569
ANNUEL	11,1	3 704 458	1,7	564 119	0,1	22 847	0,0	0	0,00	0	6,2	2 068 416	99,4	33 087 485	-8,13	-2 706 129

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère		Ruissellement			Rejets STEP	
2007		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	333 000 000	80,5	26 806 500	214,2	71 314 914	138,3	46 069 551	181,7	146,5	48 776 491	20,8	6 910 433	81,8	1,6	539 535
2e trimestre	333 000 000	325,8	108 491 400	164,3	54 713 732	0	151 182	20	0	0	0,1	22 677	0,3	1,6	539 535
3e trimestre	333 000 000	285,4	95 038 200	175,7	58 514 427	16	5 249 412	13	0	0	2,4	787 412	9,6	1,6	539 535
4e trimestre	333 000 000	47,4	15 784 200	190,4	63 399 271	143,0	47 615 071	134,9	0	0	21,4	7 142 261	82,1	1,6	539 535
ANNUEL	333 000 000	739,1	246 120 300	744,6	247 942 343	297,6	99 085 216		146,5	48 776 491	44,6	14 862 782	44,7	6,5	2 158 141

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)		Sortie Nonette à l'exutoire		Bilan	
2007	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	2,4	811 926	0,00	0	0,0	4 000	0,0	0	0,00	0	1,6	517 104	25,4	8 449 229	139,48	46 447 801
2e trimestre	2,4	811 926	0,00	0	0,0	4 000	0,0	0	0,00	0	1,6	517 104	23,6	7 875 446	-25,95	-8 642 663
3e trimestre	3,4	1 116 890	0,75	250 535	0,0	8 658	0,0	0	0,00	0	1,6	517 104	24,7	8 209 382	-26,33	-8 767 830
4e trimestre	2,4	811 926	0,00	0	0,0	4 000	0,0	0	0,00	0	1,6	517 104	26,1	8 695 901	-7,04	-2 343 535
ANNUEL	10,7	3 552 666	0,8	250 535	0,1	20 657	0,0	0	0,00	0	6,2	2 068 416	99,8	33 229 958	80,16	26 693 773

Bassin versant de la Divette
Bilan par trimestre et par année

Hypothèse de ruissellement : 65% des pluies efficaces
Hypothèse de RUmax = 136mm

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère		Ruissellement			Rejets STEP	
2001		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	72 000 000	68,8	4 953 600	319,3	22 986 000	255,0	18 360 000	136,3	77,0	5 544 000	165,8	11 934 000	77,2	0,0	170
2e trimestre	72 000 000	310,5	22 356 000	156,2	11 246 400	28	1 983 600	0	10	694 260	17,9	1 289 340	26,6	0,0	170
3e trimestre	72 000 000	298,6	21 499 200	347,5	25 020 000	151	10 854 000	21	0	0	98,0	7 055 100	175,6	0,0	170
4e trimestre	72 000 000	52,4	3 772 800	236,3	17 013 600	185,0	13 316 400	85,1	0	0	120,2	8 655 660	136,1	0,0	170
ANNUEL	72 000 000	730,3	52 581 600	1 059,3	76 266 000	618,3	44 514 000		86,6	6 238 260	401,9	28 934 100	94,3	0,0	681

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)		Sortie Divette à l'exutoire		Bilan	
2001	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	2,0	140 418	0,00	0	0,3	18 694	0,0	0	0,0	0	20,8	1 497 534	214,8	15 462 792	5,22	375 556
2e trimestre	2,0	140 418	0,00	0	0,3	18 694	0,0	0	0,0	0	20,8	1 497 534	67,4	4 851 878	-62,61	-4 507 930
3e trimestre	3,4	243 096	0,01	368	2,2	156 208	0,0	0	0,0	0	20,8	1 497 534	55,8	4 017 946	17,79	1 280 706
4e trimestre	2,0	140 418	0,00	0	0,3	18 694	0,0	0	0,0	0	20,8	1 497 534	88,3	6 361 114	9,10	654 895
ANNUEL	9,2	664 351	0,0	368	2,9	212 289	0,0	0	0,00	0	83,2	5 990 137	426,3	30 693 730	-30,51	-2 196 774

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère		Ruissellement			Rejets STEP	
2003		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	72 000 000	84,5	6 084 000	155,0	11 156 400	124,2	8 938 800	83,8	19,3	1 387 080	80,7	5 810 220	71,7	0,0	170
2e trimestre	72 000 000	332,2	23 918 400	195,2	14 050 800	13	950 400	0	0	0	8,6	617 760	22,9	0,0	170
3e trimestre	72 000 000	354,7	25 538 400	117,5	8 456 400	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0	0,0	170
4e trimestre	72 000 000	47,0	3 384 000	151,6	10 915 200	114,8	8 262 000	35,5	0	0	74,6	5 370 300	286,7	0,0	170
ANNUEL	72 000 000	818,4	58 924 800	619,2	44 578 800	252,1	18 151 200		19,3	1 387 080	163,9	11 798 280	83,1	0,0	681

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)		Sortie Divette à l'exutoire		Bilan	
2003	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	2,72	195 646	0,00	0	0,5	38 739	0,00	0	0,00	0	20,8	1 497 534	112,5	8 101 901	-36,13	-2 601 484
2e trimestre	2,72	195 646	0,00	0	0,5	38 739	0,00	0	0,00	0	20,8	1 497 534	37,5	2 699 050	-52,47	-3 778 173
3e trimestre	5,88	423 068	0,06	4 428	4,2	304 625	0,00	0	0,00	0	20,8	1 497 534	21,3	1 531 267	-48,42	-3 486 590
4e trimestre	2,72	195 646	0,00	0	0,5	38 739	0,00	0	0,00	0	20,8	1 497 534	26,0	1 873 066	25,00	1 800 351
ANNUEL	14,0	1 010 005	0,1	4 428	5,8	420 843	0,00	0	0,00	0	83,2	5 990 137	197,3	14 205 283	-112,03	-8 065 897

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère		Ruissellement			Rejets STEP	
2005		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	72 000 000	70,7	5 090 400	104,5	7 520 400	49,5	3 564 000	122,1	62,1	4 469 040	32,2	2 316 600	87,3	0,0	170
2e trimestre	72 000 000	319,7	23 018 400	146,3	10 533 600	7	482 400	0	0	0	4,4	313 560	14,0	0,0	170
3e trimestre	72 000 000	312,0	22 464 000	177,3	12 762 000	5	356 400	0	0	0	3,2	231 660	19,3	0,0	170
4e trimestre	72 000 000	63,2	4 550 400	116,8	8 409 600	66,9	4 816 800	23,4	0	0	43,5	3 130 920	203,3	0,0	170
ANNUEL	72 000 000	765,6	55 123 200	544,8	39 225 600	128,1	9 219 600		62,1	4 469 040	83,2	5 992 740	78,6	0,0	681

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)		Sortie Divette à l'exutoire		Bilan	
2005	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	1,7	119 660	0,00	0	0,3	24 635	0,0	0	0,00	0	20,8	1 497 534	36,9	2 653 258	34,90	2 512 895
2e trimestre	1,7	119 660	0,00	0	0,3	24 635	0,0	0	0,00	0	20,8	1 497 534	31,0	2 232 576	-49,15	-3 538 504
3e trimestre	3,8	277 001	0,00	0	0,7	48 717	0,0	0	0,00	0	20,8	1 497 534	16,7	1 203 034	-38,20	-2 750 610
4e trimestre	1,7	119 660	0,00	0	0,3	24 635	0,0	0	0,00	0	20,8	1 497 534	21,4	1 539 994	-0,40	-28 561
ANNUEL	8,8	635 981	0,0	0	1,7	122 623	0,0	0	0,00	0	83,2	5 990 137	106,0	7 628 861	-52,84	-3 804 780

	Superficie du BV (m2)	ETP décadaire / cumul trimestriel		Précipitations décadaires / cumul trimestriel		Pluie efficace décadaire / cumul trimestriel		RU fin trimestre	Alimentation de l'aquifère		Ruissellement			Rejets STEP	
2007		mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	mm	m3	mm	m3	% débit	mm	m3 (moy)
1er trimestre	72 000 000	80,5	5 796 000	211,6	15 235 200	136,6	9 831 600	136,3	80,3	5 781 060	88,8	6 390 540	119,4	0,0	170
2e trimestre	72 000 000	325,8	23 457 600	183,1	13 183 200	20	1 468 800	0	0	0	13,3	954 720	41,2	0,0	170
3e trimestre	72 000 000	285,4	20 548 800	202,2	14 554 800	27	1 915 200	8	0	0	17,3	1 244 880	82,4	0,0	170
4e trimestre	72 000 000	47,4	3 412 800	165,4	11 908 800	125,8	9 057 600	44,4	0	0	81,8	5 887 440	218,0	0,0	170
ANNUEL	72 000 000	739,1	53 215 200	762,3	54 882 000	309,4	22 273 200		80,3	5 781 060	201,1	14 477 580	121,9	0,0	681

	Prélèvements nappe AEP		Prélèvements nappe agricoles		Prélèvements nappe industriels		Prélèvements rivière agricoles		Prélèvements rivière industriels		Flux nappe sortant à l'exutoire (ordre de grandeur)		Sortie Divette à l'exutoire		Bilan	
2007	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3	mm	m3
1er trimestre	1,9	134 153	0,00	0	0,3	18 815	0,0	0	0,00	0	20,8	1 497 534	74,3	5 351 875	72,03	5 186 327
2e trimestre	1,9	134 153	0,00	0	0,3	18 815	0,0	0	0,00	0	20,8	1 497 534	32,2	2 316 902	-41,61	-2 995 581
3e trimestre	4,0	290 450	0,02	1 284	0,6	40 734	0,0	0	0,00	0	20,8	1 497 534	21,0	1 509 926	-28,59	-2 058 218
4e trimestre	1,9	134 153	0,00	0	0,3	18 815	0,0	0	0,00	0	20,8	1 497 534	37,5	2 701 123	21,57	1 552 919
ANNUEL	9,6	692 908	0,0	1 284	1,3	97 178	0,0	0	0,00	0	83,2	5 990 137	165,0	11 879 827	23,41	1 685 447

Annexe 2

Liste détaillé des fichiers de couche

Nom	Répertoire	Modèle	Forme	Nombre d'entité	Nombre d'attribut	Limite d'utilisation	Source
COMMUNE	Géodatabase_Atlas_OISE\Administratif	Vecteur	Polygone	693	22	1/1 000 000	IGN (GEOFLA)
CANTON	Géodatabase_Atlas_OISE\Administratif	Vecteur	Polygone	42	16	1/1 000 000	IGN (GEOFLA)
ARRONDISSEMENT	Géodatabase_Atlas_OISE\Administratif	Vecteur	Point	4	16	1/1 000 000	IGN (GEOFLA)
DEPARTEMENT	Géodatabase_Atlas_OISE\Administratif	Vecteur	Polygone	1	15	1/1 000 000	IGN (GEOFLA)
CHEF_LIEU	Géodatabase_Atlas_OISE\Administratif	Vecteur	Point	693	22	Hectomètre	IGN (GEOFLA)
VILLE_P	Géodatabase_Atlas_OISE\Administratif	Vecteur	Point	12	20	Hectomètre	IGN (GEOFLA)
BASSIN_AP	Géodatabase_Atlas_OISE\Administratif	Vecteur	Polygone	2	7	1/50 000	AEAP
BASSIN_SN	Géodatabase_Atlas_OISE\Administratif	Vecteur	Polygone	2	7	1/50 000	AESN
LIMITE_AP_SN_OISE	Géodatabase_Atlas_OISE\Administratif	Vecteur	Ligne	1	4	1/50 000	AESN & AEAP
PRELEVE_COMMUNE_SURF_ANNUUEL	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Point	193	24	Hectomètre	AESN
PRELEVE_COMMUNE_SURF_ETIAGE	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Point	24	24	Hectomètre	AESN
STA_HYDRO_SUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Point	31	16	Décamètre	DREAL & SANDRE
STA_QUALI_SUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Point	287	7	Décamètre	SANDRE
ZONE_HYDRO	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Polygone	59	13	1/50 000	IGN (BD CARTAGE)
COURS_EAU_IGN	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Ligne	1737	33	1/50 000	IGN (BD CARTAGE)
PLAN_EAU	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Polygone	453	14	1/50 000	IGN (BD CARTAGE)
COURS_EAU_CG60	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Ligne	3379	26	1/25 000	CG60
ZONE_HUMIDE	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Polygone	2470	11	1/50 000	AEAP & AESN
PERTES	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Point	2	6	1/50 000	BRGM
SOURCE	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Point	635	24	Décamètre	BRGM (BSS)
CRESSONIERE	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Point	16	13	Kilomètre	Chambre agri.
STA_METEO	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_de_surface	Vecteur	Point	141	18	Décamètre	Météo France
PRELEVE_COMMUNE_NAPP_ANNUUE	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_souterraines	Vecteur	Point	1284	22	Hectomètre	AESN
PRELEVE_COMMUNE_NAPP_ETIAGE	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_souterraines	Vecteur	Point	834	22	Hectomètre	AESN
PARAMETRES_HYDRODYNAMIQUES	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_souterraines	Vecteur	Point	999	41	1/50 000	BRGM & ARS60
BDRHF_OISE	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_souterraines	Vecteur	Polygone	20	14	1/100 000	BRGM (SANDRE)
MASSE_EAU	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_souterraines	Vecteur	Polygone	19	21	1/100 000	AEAP & AESN (SANDRE)
STA_PIEZO_SOU	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_souterraines	Vecteur	Point	34	43	1/50 000	BRGM (ADES)
STA_QUALI_SOU	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_souterraines	Vecteur	Point	774	42	1/50 000	ARS & AESN & AEAP (ADES)

Nom	Répertoire	Modèle	Forme	Nombre d'entité	Nombre d'attribut	Limite d'utilisation	Source
VULNERABILITE	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_souterraines	Vecteur	Polygone	766	9	1/100 000	BRGM
FOND_GEOCH	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_souterraines	Vecteur	Polygone	3	8	1/100 000	BRGM
ISOPIEZE	Géodatabase_Atlas_OISE\Eaux_souterraines	Vecteur	Ligne	846	5	1/100 000	BRGM
ISOPRODUCTIVITE	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Ligne	81	6	1/1 000 000	Géotherma
ISOSALINITE	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Ligne	40	6	1/1 000 000	Housse B. et Maget Ph.
ISOTHERME	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Ligne	26	6	1/1 000 000	Housse B. et Maget Ph.
FAILLES	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Ligne	3	7	1/50 000	BRGM
MODELE_SYNTHETIQUE	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	11706	8	1/50 000	BRGM
GEOL_00_SUBSTRATUM_TOIT	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	1779	5	1/50 000	BRGM
GEOL_01_JURASSIQUE_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	1779	5	1/50 000	BRGM
GEOL_02_JURASSIQUE_TOIT	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	1197	5	1/50 000	BRGM
GEOL_03_CRETINF_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	1167	5	1/50 000	BRGM
GEOL_04_CRETINF_TOIT	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	872	5	1/50 000	BRGM
GEOL_05_CRETSUP_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	840	5	1/50 000	BRGM
GEOL_06_CRETSUP_TOIT	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	314	5	1/50 000	BRGM
GEOL_07_THANETIEN_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	313	5	1/50 000	BRGM
GEOL_08_THANETIEN_TOIT	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	294	5	1/50 000	BRGM
GEOL_09_YPRESIEN_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	201	5	1/50 000	BRGM
GEOL_10_YPRESIEN_TOIT	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	158	5	1/50 000	BRGM
GEOL_11_LUTETIEN_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	157	5	1/50 000	BRGM
GEOL_12_LUTETIEN_TOIT	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	163	5	1/50 000	BRGM
GEOL_13_BARTONIEN_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	146	5	1/50 000	BRGM
GEOL_14_BARTONIEN_TOIT	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	167	5	1/50 000	BRGM
GEOL_15_LUDIEN_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	141	5	1/50 000	BRGM
GEOL_16_LUDIEN_TOIT	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	138	5	1/50 000	BRGM
GEOL_17_CALCBRIE_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	122	5	1/50 000	BRGM
GEOL_18_CALCBRIE_TOIT	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	101	5	1/50 000	BRGM
GEOL_19_FONTAINEBLEAU_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	122	5	1/50 000	BRGM
GEOL_20_FONTAINEBLEAU_TOIT	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	144	5	1/50 000	BRGM

Nom	Répertoire	Modèle	Forme	Nombre d'entité	Nombre d'attribut	Limite d'utilisation	Source
GEOL_21_QUATERNAIRE_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	218	5	1/50 000	BRGM
GEOL_22_ALLUVION_MUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	220	5	1/50 000	BRGM
GEOL_JURASSIQUE_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	1068	5	1/50 000	BRGM
GEOL_CRETINF_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	536	5	1/50 000	BRGM
GEOL_CRETSUP_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	616	5	1/50 000	BRGM
GEOL_THANETIEN_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	72	5	1/50 000	BRGM
GEOL_YPRESIEN_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	112	5	1/50 000	BRGM
GEOL_LUTETIEN_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	62	5	1/50 000	BRGM
GEOL_BARTONIEN_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	71	5	1/50 000	BRGM
GEOL_LUDIEN_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	45	5	1/50 000	BRGM
GEOL_CALCBRIE_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	44	5	1/50 000	BRGM
GEOL_FONTAINEBLEAU_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	59	5	1/50 000	BRGM
GEOL_QUATERNAIRE_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	67	5	1/50 000	BRGM
GEOL_ALLUVION_EPAISSEUR	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Polygone	50	5	1/50 000	BRGM
POINTS_BSS	Géodatabase_Atlas_OISE\Géologie	Vecteur	Point	12340	35	Variable	BRGM
BASIAS	Géodatabase_Atlas_OISE\Risque	Vecteur	Point	4490	24	Variable	BRGM
STEP	Géodatabase_Atlas_OISE\Risque	Vecteur	Point	143	18	1/50 000	Ministère environnement
CAVITE	Géodatabase_Atlas_OISE\Risque	Vecteur	Point	2362	26	Variable	BRGM (BDCAVITE)
MVT	Géodatabase_Atlas_OISE\Risque	Vecteur	Point	1147	25	Variable	BRGM (BDMVT)
PPRI	Géodatabase_Atlas_OISE\Risque	Vecteur	Polygone	33	12	1/25 000	DDT60
ZONE_INONDABLE	Géodatabase_Atlas_OISE\Risque	Vecteur	Polygone	43	21	1/50 000	DREAL
REMONTEE_NAPPE	Géodatabase_Atlas_OISE\Risque	Vecteur	Polygone	12214	7	1/50 000	BRGM
STOCKAGE_GAZ	Géodatabase_Atlas_OISE\Risque	Vecteur	Polygone	6	15	1/25 000	DREAL
IDPR	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	2001	3	1/50 000	BRGM
géol_00_toit_substratum	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	1779	3	1/50 000	BRGM
géol_01_mur_jurassique	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	1779	3	1/50 000	BRGM
géol_02_toit_jurassique	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	1197	3	1/50 000	BRGM
géol_03_mur_cretinf	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	1167	3	1/50 000	BRGM
géol_04_toit_cretinf	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	872	3	1/50 000	BRGM

Nom	Répertoire	Modèle	Forme	Nombre d'entité	Nombre d'attribut	Limite d'utilisation	Source
géol_05_mur_cretsup	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	840	3	1/50 000	BRGM
géol_06_toit_cretsup	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	314	3	1/50 000	BRGM
géol_07_mur_thanetien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	313	3	1/50 000	BRGM
géol_08_toit_thanetien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	294	3	1/50 000	BRGM
géol_09_mur_ypresien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	201	3	1/50 000	BRGM
géol_10_toit_ypresien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	158	3	1/50 000	BRGM
géol_11_mur_lutetien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	157	3	1/50 000	BRGM
géol_12_toit_lutetien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	163	3	1/50 000	BRGM
géol_13_mur_bartonien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	146	3	1/50 000	BRGM
géol_14_toit_bartonien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	167	3	1/50 000	BRGM
géol_15_mur_ludien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	141	3	1/50 000	BRGM
géol_16_toit_ludien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	138	3	1/50 000	BRGM
géol_17_mur_calcbrie	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	122	3	1/50 000	BRGM
géol_18_toit_calcbrie	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	101	3	1/50 000	BRGM
géol_19_mur_fontainebleau	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	122	3	1/50 000	BRGM
géol_20_toit_fontainebleau	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	144	3	1/50 000	BRGM
géol_21_mur_quaternaire	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	218	3	1/50 000	BRGM
géol_22_toit_alluvion	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	220	3	1/50 000	BRGM
epai_01_jurassique	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	1068	3	1/50 000	BRGM
epai_02_cretinf	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	536	3	1/50 000	BRGM
epai_03_cretsup	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	616	3	1/50 000	BRGM
epai_04_thanetien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	72	3	1/50 000	BRGM
epai_05_ypresien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	112	3	1/50 000	BRGM
epai_06_lutetien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	62	3	1/50 000	BRGM
epai_07_bartonien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	71	3	1/50 000	BRGM
epai_08_ludien	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	45	3	1/50 000	BRGM
epai_09_calcbrie	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	44	3	1/50 000	BRGM
epai_10_fontainebleau	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	59	3	1/50 000	BRGM
epai_11_quaternaire	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	67	3	1/50 000	BRGM
epai_12_alluvion	Géodatabase_Atlas_OISE	Rasteur	-	50	3	1/50 000	BRGM



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

BRGM Picardie

Polytech de Rivery
7 rue Anne Frank
80136 – Rivery - France
Tél. : 03 22 91 42 47