



Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA

Bassin Seine-Normandie Année 4

Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en régions Haute-Normandie et Basse-Normandie

Rapport d'étape

BRGM/RP-57518-FR

Juillet 2010



Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA

Bassin Seine-Normandie Année 4

Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en régions Haute-Normandie et Basse-Normandie Rapport d'étape



BRGM/RP-57518-FR
Juillet 2010

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 08EAU113

A. Lereculey, L. Arnaud,
Avec la collaboration de **V. Mardhel et D. Xu**

Vérificateur :

Nom : J.J. Seguin
Date : 11 Août 2010

Approbateur :

Nom : E. Gomez
Date : 25 août 2010

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : Référentiel hydrogéologique, système aquifère, domaine hydrogéologique, Haute-Normandie, Basse-Normandie.

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

Lereculey A., Arnaud L. avec la collaboration de V. Mardhel V. et Xu D. (2010) – Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Année 4. Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en régions Haute-Normandie et Basse Normandie. Rapport d'étape. BRGM/RP-57518-FR.

Synthèse

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la construction de la version 2 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (anciennement BDRHF-V2). Elle concerne les régions Haute-Normandie et Basse-Normandie situées dans le bassin Seine-Normandie (la partie de la Basse-Normandie s'étendant dans le bassin Loire Bretagne a aussi été traitée, par continuité). La délimitation des entités est réalisée au niveau régional (NV2) et national (NV1).

A partir des cartes géologiques harmonisées (échelle du 1/50 000), des logs validés de forages et de critères hydrogéologiques, ont été identifiées et délimitées:

- **au niveau régional (NV2) : 29 entités (systèmes aquifères ou domaines hydrogéologiques) pour le "thème Sédimentaire" et 21 entités pour le "thème Socle" ;**
- **au niveau national (NV1) : 27 entités (grands systèmes aquifères, grands systèmes multicouches, ou grands domaines hydrogéologiques): 18 pour le "thème Sédimentaire" (entités NV1 rattachées à celles du Bassin Parisien) et 9 pour le "thème Socle".**

A ces entités, s'ajoutent des entités dites "complémentaires" constituant une "surcouche du référentiel" et comprenant:

- les systèmes alluvionnaires,
- les limons des plateaux et les formations loessiques.

Une géodatabase sous ArcGis (actuellement version 9.31) rassemblant toutes ces entités, leurs limites et les informations associées a été constituée (fournie dans le cdrom joint à ce rapport). Elle est exploitable via un menu général permettant d'effectuer de nombreuses requêtes sur les entités (par niveau, par thème, ...). Des fiches permettant d'analyser les "relations" de chaque entité avec ces voisines et de vérifier ainsi la cohérence de l'assemblage 3D du référentiel ont été intégrées aussi au cdrom.

Λ

Sommaire

1. Introduction	9
2. Caractéristiques du référentiel BDLISA et méthodologie de découpage des entités	13
2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION.....	13
2.1.1. Les "thèmes" du référentiel	13
2.1.2. Les différents types d'entités hydrogéologiques.....	13
2.1.3. Les niveaux d'identification	15
2.1.4. Codification et dénomination des entités.....	15
2.2. LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS.....	16
2.2.1. Principes sous-jacents.....	16
2.2.2. Organisation des entités en 2 ensembles	16
2.2.3. Ordre absolu et ordre relatif.....	17
2.3. PRINCIPES ET DÉMARCHE DE DÉLIMITATION	17
2.3.1. Principes de base du découpage	17
2.3.2. Démarche générale	19
2.3.3. Restitution par le modèle de gestion des 3 niveaux de découpage	20
2.3.4. Vérification de la topologie	21
2.4. CARACTÉRISATION DES ENTITÉS ET DES LIMITES	22
2.4.1. Caractérisation des entités	22
2.4.2. Caractérisation des limites	22
3. Mise en œuvre du découpage des entités	25
3.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE	25
3.1.1. Carte géologique harmonisée	26
3.1.2. Logs géologiques	27
3.2. ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE	29
3.2.1. Construction du tableau multi-échelles.....	29
3.2.2. Méthode de découpage des entités	31
3.2.3. Sélection des entités	33
3.2.4. Répartition des entités entre Haute et Basse Normandie	37
3.3. ENTITÉS DU THÈME SOCLE.....	40
3.3.1. Données	40
3.3.2. Entités NV2 du socle	40
3.3.3. Entités NV1 du socle	43
3.3.4. Vision nationale du découpage : proposition.....	43

3.4. ENTITÉS COMPLÉMENTAIRES	43
4. Résultats : géodatabase et fiches d'analyse	45
4.1. GÉODATABASE	45
4.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS.....	50
5. Conclusion.....	53
6. Bibliographie	55

Liste des illustrations

Illustration 1 - Progression du référentiel sur le territoire métropolitain et dans les DOM.....	10
Illustration 2 - Localisation de la zone d'étude sur fond géologique (extraction de la carte géologique au 1/1.000.000 de la France, BRGM©).....	12
Illustration 3 - Types d'entités hydrogéologiques.....	13
Illustration 4 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités.....	18
Illustration 5 - Représentation d'une entité hydrogéologique affleurante et sous couverture.....	20
Illustration 6 - Construction d'une entité NV2 à partir des entités NV3.....	20
Illustration 7 - Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.....	21
Illustration 8 - Nature des contacts entre entités et limites hydrogéologiques correspondantes.....	23
Illustration 9 - Entités de niveau 2 identifiées lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel (2001-2003) avec leur code d'origine.....	25
Illustration 10 – Carroyage des cartes géologiques avec leur numéro.....	26
Illustration 11 – Extraction des logs validés de la Banque de données du Sous-Sol pour la Haute et Basse-Normandie.....	28
Illustration 12 - Visualisation de la base de données géologiques (carte et forages) sous ArcGis.....	28
Illustration 13 – Exemple de correspondance entre formations géologiques de la carte géologique harmonisée et entités hydrogéologiques.....	30
Illustration 14 - Exemple de correspondance entre formations géologiques locales traversées par les forages validés et entités hydrogéologiques.....	30
Illustration 15 – Exemple d'affleurements extraits de la carte géologique harmonisée : les calcaires du Bathonien (en bleu marine).....	32
Illustration 16 - Délimitation d'une entité à partir du report de forages ayant traversé la formation et de la synthèse géologique du bassin de Paris : cas des sables du Néocomien.....	32
Illustration 17 - Construction d'une entité par fusion des parties à l'affleurement.....	33
Illustration 18 - Coupe schématique des Sables du Crétacé inférieur.....	35
Illustration 19 – Sillon marneux séparant la formation du Callovien-Bathonien en 2 réservoirs calcaires aquifères (Extrait de la "Synthèse géologique du Bassin de Paris" –BRGM - 1980)..	36
Illustration 20 – Entités situées uniquement en Haute-Normandie.....	38
Illustration 21- Entités situées uniquement en Basse-Normandie.....	39
Illustration 22 - Systèmes aquifères de niveau 2 en zone de socle.....	41
Illustration 23 - Entités NV1 et NV2 du "thème Socle" en Basse-Normandie.....	42

Illustration 24 – Systèmes alluvionnaires et dunes.....	44
Illustration 25 – Limons des plateaux et formations loessiques.....	44
Illustration 26 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.....	45
Illustration 27 - Tables non géométriques de la géodatabase.....	46
Illustration 28 - Interface utilisateur de la géodatabase.....	46
Illustration 29 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 2 via le menu général.....	47
Illustration 30 - Cartographie d'une entité de niveau 2 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).....	48
Illustration 31 - Exemple de sélection: entités de niveau 2 et d'ordre 1.....	48
Illustration 32 - Table des limites identifiant les polygones situés de part et d'autre d'une limite.....	49
Illustration 33 - Table des limites contenant la nature des contacts entre entités.....	49
Illustration 34 - Editeur de cartes du modèle de gestion du référentiel.....	50
Illustration 35 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).....	51
Illustration 36 - Exemple de fiche descriptive (partie droite) d'une entité.....	52

Liste des annexes

Annexe 1 - Tableaux multi-échelles.....	57
Annexe 2 – Extraits des atlas numériques du Calvados et de l'Eure.....	65
Annexe 3 - Echelle stratigraphique du bassin de Paris.....	79
Annexe 4 - Note méthodologique sur le découpage en domaine de socle.....	85
Annexe 5 - Caractéristiques des stations hydrométriques de la Banque HYDRO utilisées en Basse-Normandie.....	91
Annexe 6 - Correspondances entre les formations de la carte géologique harmonisée et les entités hydrogéologiques de BDLISA.....	95
Annexe 7 - Correspondances entre les formations rencontrées dans les logs géologiques validés et les entités hydrogéologiques de BDLISA.....	105
Annexe 8 - Lexique de caractérisation des entités.....	115
Annexe 9 - Le modèle de gestion du référentiel et la géodatabase des entités.....	119

1. Introduction

Ce travail s'inscrit dans le projet national de construction de la deuxième version du Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF-V2, renommé BDLISA en 2008.

Le projet a été confié en 2006 au BRGM par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM). L'opération bénéficie d'un soutien financier des Agences de l'Eau, de l'ONEMA (2008-2009) et, antérieurement à 2008, du MEEDDM. Il est mené sous la direction d'un comité de pilotage, dont le secrétariat est assuré par la Direction de l'Eau et de la Biodiversité du MEEDDM.

La construction du référentiel a été planifiée sur 4 ans (illustration 1): elle a débuté en 2006 (2006-2007 est l'année 1 du projet, 2009-2010 est l'année 4). Une année 5 est prévue pour réaliser une harmonisation, au niveau national, de l'ensemble des découpages régionaux.

Un premier travail de type méthodologique (phase 1 de la construction), mené sur la période 2001-2003, a permis:

- de dresser une première liste d'entités hydrogéologiques à intégrer dans le référentiel ; ces entités ont été identifiées sur l'ensemble de la France à deux niveaux de représentation : un niveau national (grandes entités) et un niveau régional, subdivision des entités de niveau national ;
- de réaliser un premier découpage, indicatif, des entités identifiées ;
- de mettre au point une méthodologie de découpage sur la base de 6 tests réalisés sur le territoire de chacune des Agences de l'Eau ;
- d'élaborer un modèle conceptuel de données pour l'élaboration de la future base de données du Référentiel.

Les documents produits à l'issue de cette première phase sont listés en bibliographie.

Cette deuxième version du référentiel hydrogéologique doit remédier à certaines insuffisances de la version 1, en particulier :

- le manque d'homogénéité et parfois de précision des découpages ;
- l'absence de hiérarchisation des entités hydrogéologiques ;
- l'absence de représentation cartographique des entités non affleurantes, les structures multicouches des bassins sédimentaires en particulier.

Elle tient compte aussi de l'évolution des connaissances géologiques et hydrogéologiques; elle utilise en particulier, les cartes géologiques harmonisées à l'échelle du 1/50 000.

Cette version prévoit un découpage du territoire national en entités hydrogéologiques (formations géologiques aquifères ou non) délimitées à 3 niveaux de détail - national (niveau 1), régional (niveau 2) et local (niveau 3) - suivant des règles élaborées dans le cadre d'une méthodologie nationale.

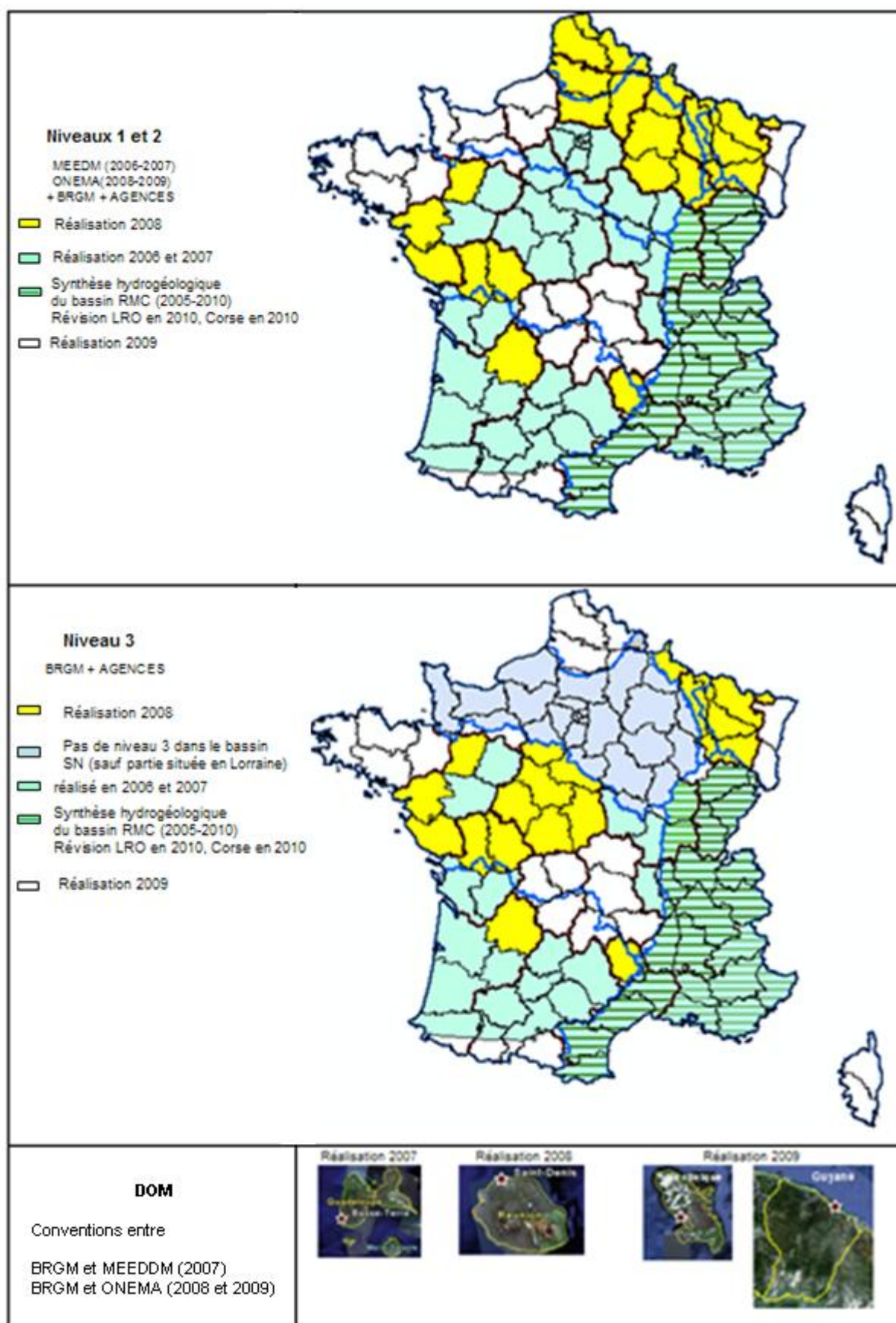


Illustration 1 - Progression du référentiel sur le territoire métropolitain et dans les DOM

Les entités hydrogéologiques sont rattachées à 5 "thèmes" correspondant à 5 grands types de formations géologiques :

- le sédimentaire (Bassin aquitain, Bassin parisien,...),
- le socle (Massif armoricain, Massif central,...),
- l'alluvial,
- le volcanisme,
- les formations intensément plissées (massifs montagneux).

Le référentiel se présentera sous la forme d'un Système d'Information Géographique (SIG) dont la base de données contiendra des informations permettant de caractériser les entités hydrogéologiques.

Bassin Seine-Normandie – Année 4

Ce rapport rend compte de la construction du référentiel hydrogéologique en Haute-Normandie et en Basse-Normandie (respectivement d'une superficie d'environ 12400 km² et 17800 km²). La délimitation des entités hydrogéologiques a porté sur les formations de socle et sur les formations sédimentaires allant du Quaternaire au Trias. Le découpage a été réalisé au niveau national (NV1) et au niveau régional (NV2) conformément aux recommandations du guide méthodologique national (Rapport BRGM RP-52261-FR, 2003) et aux propositions soumises en 2007, 2008 et 2009 au comité de pilotage du Référentiel pour actualiser ce guide (rapport à paraître).

La Haute-Normandie est une région à forts enjeux en matière de gestion des eaux souterraines, avec en particulier la nappe de la craie, aquifère prépondérant et très sollicité pour tous les usages. D'autres aquifères, moins exploités, constituent cependant des ressources en eau significatives : les alluvions de la Seine, les sables et calcaires du Tertiaire dans l'Eure, les Sables verts de l'Albien, les Calcaires du Tithonien dans le Pays de Bray et les Calcaires de l'Oxfordien dans une moindre mesure (ouest de l'Eure) (illustration 2).

La Basse-Normandie couvre à la fois le Massif Armoricain, en domaine de socle avec des terrains précambriens et paléozoïques, et la bordure occidentale du Bassin Parisien composé de terrains carbonatés jurassiques et crétacés. La région est donc caractérisée par une grande diversité d'aquifères; on peut citer, pour les principaux, les bassins plio-quaternaires du centre Manche, la Craie cénomaniennne dans le Pays d'Auge, les Calcaires oxfordiens, les Calcaires bajocien et bathonien (principale ressource AEP), les formations argilo-sableuses et conglomératiques du Trias ainsi que les aquifères fissurés du socle (illustration 2).

Le travail a été mené dans le cadre de conventions (année 4 du programme de construction du référentiel, 2009) entre le BRGM et l'ONEMA d'une part et le BRGM et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie d'autre part. Le projet a reçu un soutien financier de l'ONEMA et de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. Ces conventions prévoyaient une délimitation des entités aux seuls niveaux 1 et 2.

Λ

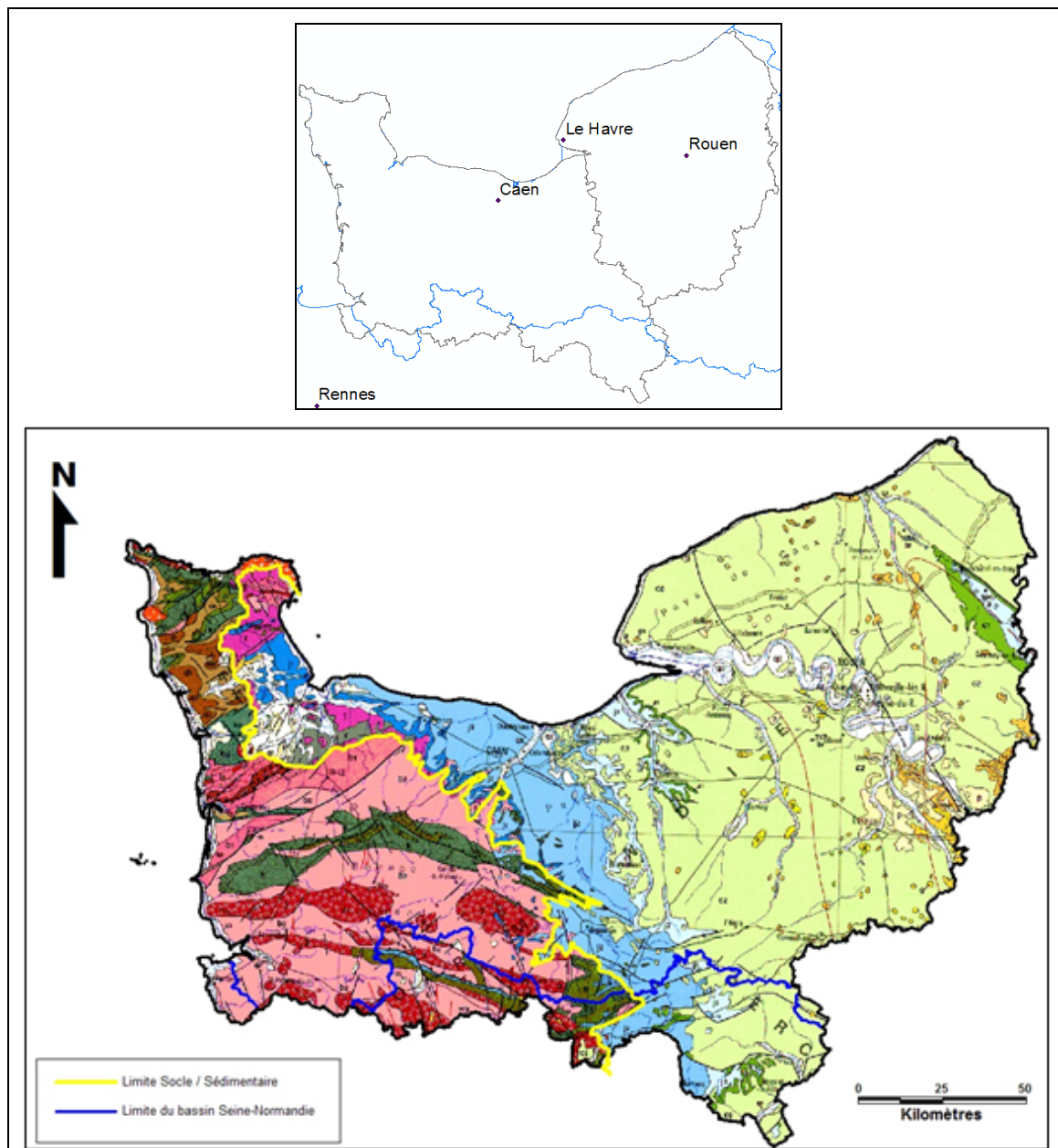


Illustration 2 - Localisation de la zone d'étude sur fond géologique (extraction de la carte géologique au 1/1.000.000 de la France, BRGM ©)

2. Caractéristiques du référentiel BDLISA et méthodologie de découpage des entités

La délimitation des entités hydrogéologiques respecte les grandes lignes de la méthodologie détaillée dans le guide méthodologique national (rapport BRGM RP-52264-FR, 2004); elle a fait l'objet d'adaptations pour tenir compte:

- de contextes particuliers non abordés dans le guide méthodologique,
- d'une conceptualisation plus poussée nécessitée par la mise au point d'un modèle de gestion du référentiel (décrit en annexe 9), actuellement supporté par le logiciel ArcGis (version 9.31)

Ces adaptations ont été soumises au Comité de pilotage du projet et seront mentionnées dans une version actualisée du guide méthodologique (à paraître).

Dans ce chapitre on rappelle succinctement les définitions et les points importants de la méthodologie nationale.

2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION

2.1.1. Les "thèmes" du référentiel

Le référentiel hydrogéologique est construit sur la base d'une subdivision du territoire en entités hydrogéologiques rattachées à cinq "thèmes" principaux :

- **Thème Alluvial** : ensemble des dépôts de plaine alluviale accompagné des terrasses connectées hydrauliquement avec les cours d'eau,
- **Thème Sédimentaire** : ensemble des formations peu ou pas déformées, non métamorphisées des bassins sédimentaires,
- **Thème Socle** : formations magmatiques et métamorphiques,
- **Thème Volcanisme** : volcanisme tertiaire et quaternaire ayant conservé une géométrie, une morphologie et/ou une structure volcanique identifiable,
- **Thème Intensément plissé** : ensemble de formations géologiques récemment plissées appartenant aux massifs montagneux alpins, pyrénéens, languedociens et jurassiens.

2.1.2. Les différents types d'entités hydrogéologiques

Une entité hydrogéologique est une partie de l'espace géologique délimitée en fonction de ses potentialités aquifères. Suivant l'échelle d'identification de l'entité (niveau national, régional ou local) et selon que l'entité est aquifère ou peu aquifère, le guide méthodologique établit la classification suivante:

	Aquifère		Peu ou pas aquifère
Niveau National (NV1)	Grand Système Aquifère (GSA)		Grand Domaine Hydrogéologique (GDH)
Niveau Régional (NV2)	Système Aquifère (SA)		Domaine Hydrogéologique (DH)
Niveau Local (NV3)	Unité aquifère (UA)	Unité semi-perméable (USP)	Unité imperméable (UI)

Illustration 3 - Types d'entités hydrogéologiques

• **Le grand système aquifère (NV1)**

Le grand système aquifère est un système physique composé d'un ou plusieurs systèmes aquifères et circonscrit par des limites litho-stratigraphiques et/ou structurales.

• **Le grand domaine hydrogéologique (NV1)**

Le grand domaine hydrogéologique est un système physique peu ou pas aquifère. Il peut contenir des formations aquifères mais sans grande extension latérale et isolées dans la formation peu perméable.

• **Le système aquifère (NV2)**

Un système aquifère est une entité hydrogéologique aquifère issue d'une subdivision verticale ou horizontale d'un grand système aquifère ou d'un grand domaine hydrogéologique. La subdivision s'effectue sur l'un au moins des critères suivants : lithologique, structural, stratigraphique, piézométrique, géochimique, hydraulique.

• **Le domaine hydrogéologique (NV2)**

Un domaine hydrogéologique est une entité hydrogéologique peu aquifère issue d'une subdivision verticale ou horizontale d'un grand domaine hydrogéologique ou d'un grand système. La subdivision s'effectue sur l'un au moins des critères suivants : lithologique, structural, stratigraphique, piézométrique, géochimique, hydraulique.

• **L'unité aquifère (NV3)**

L'unité aquifère est un système physique élémentaire présentant des conditions hydrodynamiques homogènes, suffisamment conductrice pour permettre la circulation d'eaux souterraines. Il s'agit alors d'une entité hydrogéologique de niveau local présentant une perméabilité moyenne supérieure à 10^{-6} m/s et contenant des ressources en eau suffisante pour être exploitée.

Cette unité intègre trois grands groupes bien distincts dans leur fonctionnement hydrodynamique :

- les aquifères capacitifs et perméables, constituant de bons réservoirs aisément exploitables;
- les aquifères capacitifs mais peu perméables, constituant des réservoirs à stock d'eau important mais difficilement exploitables (par exemple la craie peu fissurée)
- les aquifères peu capacitifs et à forte perméabilité : il s'agit surtout des calcaires au niveau des fractures, où des pompages à fort débit peuvent être possible localement et périodiquement.

• **L'unité semi-perméable (NV3)**

Une unité semi-perméable est une entité hydrogéologique de niveau local présentant une perméabilité moyenne comprise entre 10^{-9} m/s et 10^{-6} m/s et/ou contenant des ressources en eau mais de productivité insuffisante pour être exploitées.

• **L'unité imperméable (NV3)**

L'unité imperméable est une formation géologique à très faibles circulations d'eau. Sa perméabilité est considérée comme inférieure à 10^{-9} m/s.

2.1.3. Les niveaux d'identification

Trois niveaux d'identification des entités hydrogéologiques ont été retenus dans ce nouveau référentiel. Ces niveaux d'utilisation reflètent les besoins très différents des futurs utilisateurs du référentiel. Ils ne définissent pas les échelles de numérisation (précision du contour, qui est le 1/50 000) mais correspondent à des échelles d'utilisation et de représentation de l'information (Ils correspondent aussi à des échelles de visualisation cartographiques différentes). Sont ainsi distingués :

- le **niveau national (NV1)** fournit une représentation nationale des grands ensembles hydrogéologiques (systèmes et domaines). Il met en évidence leur distribution spatiale et leur importance en tant que ressource quantitative. C'est le support d'études d'orientation à l'échelle nationale. La gamme d'échelle d'utilisation cartographique est comprise entre le 1/500 000 et le 1/1 000 000.
- Le **niveau régional (NV2)** permet une représentation régionale ou par bassin des entités hydrogéologiques (système et domaine) à une échelle de l'ordre du 1/250 000. Il doit permettre une qualification des systèmes aquifères au regard de leur importance en tant que ressource régionale, de leur vulnérabilité (à la sécheresse, aux pollutions).
- Le **niveau local (NV3)** correspond à la représentation la plus détaillée du référentiel, à une échelle de l'ordre du 1/50 000. Il identifie l'ensemble des entités connues, en s'appuyant sur les deux niveaux précédents et en les complétant, dans certaines zones, par l'identification des unités aquifères locales. Il constitue le support d'études ponctuelles permettant d'améliorer les connaissances hydrogéologiques (carte piézométrique, modélisation,...).

2.1.4. Codification et dénomination des entités

Un code, attribué par le SANDRE, sera affecté à chaque entité. Il est construit avec :

- un champ de 3 chiffres pour une entité de niveau national,
- une lettre pour désigner une entité de niveau régional contenue dans une entité de niveau national,
- un champ de 2 chiffres pour désigner une entité de niveau local contenue dans une entité de niveau régional.

Par exemple :

- **098** (entité de niveau national),
- **098A** (entité de niveau régional),
- **098A01, 118C03** (entité de niveau local)

Le libellé de l'entité hydrogéologique est construit en juxtaposant :

- la lithologie dominante de l'entité,
- son appartenance à un étage stratigraphique,
- sa localisation géographique.

Par exemple: *Calcaires oxfordiens du Bassin parisien*.

Dans cette phase de construction du référentiel, la dénomination des entités est provisoire. Une harmonisation sera faite au niveau du bassin.

2.2. LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS

Ce modèle de représentation a été mis au point dans le cadre de cette phase de construction du référentiel (2006-2009). La conceptualisation ne figure donc pas dans le guide méthodologique national de 2004.

2.2.1. Principes sous-jacents

Le "modèle de gestion du référentiel" a été développé sous ArcGis (actuellement version 9.31) et s'appuie sur un modèle conceptuel de données (annexe 9). Ce modèle conceptuel permet d'exploiter de façon optimale la base de données du référentiel sous ArcGis. La construction du référentiel est guidée par les 5 principes suivants.

1) Organisation des entités en "Entités principales" et "Entités complémentaires"

Ces deux ensembles d'entités sont structurés suivant les 3 niveaux de découpage du référentiel: NV1, NV2 et NV3

Les "**Entités principales**" font l'objet d'un traitement topologique qui garantit la cohérence de leur assemblage 3D.

Les "**Entités complémentaires**" regroupent différents types d'entités qui sont telles qu'elles ne permettent pas de respecter l'homogénéité du référentiel ou qui constituent des cas particuliers difficilement intégrables dans le cadre général du référentiel.

- systèmes alluvionnaires (transverses par rapport aux entités principales)
- formations superficielles, hétérogènes et morcelées,
- altérites cartographiées des zones de socle,
- aires karstifiées délimitées par des traçages,

2) **Ordonnancement vertical des entités en définissant un ordre de superposition.** Le modèle de gestion permet de passer d'un ordre dit absolu à un ordre dit relatif (§ 2.2.3 et illustration 4 ci-après).

3) **Complétude:** couverture totale de l'espace aux niveaux 1 et 2.

4) **Filiation:** une entité NV3 est rattachée à une entité NV2 qui l'inclut et qui est elle-même rattachée et incluse dans une entité NV1.

5) **Héritage** (découle de 4): héritage des limites (et des attributs si cela est pertinent) du niveau 3 vers le niveau 2 puis vers le niveau 1.

2.2.2. Organisation des entités en 2 ensembles

1) Entités principales

Elles constituent l'essentiel du référentiel. Elles sont:

- différenciées et délimitées suivant les règles du guide méthodologique,
- structurées et assemblées suivant les principes généraux 2 à 5 ci-dessus.

Les fonctionnalités topologiques du modèle de gestion permettent de contrôler la cohérence de l'assemblage 3D de ces entités. Les artefacts de découpage peuvent être mis en évidence et corrigés automatiquement.

2) Entités complémentaires

Elles constituent une "surcouche" du référentiel. Elles regroupent différents types d'entités qui sont telles qu'elles ne permettent pas de respecter l'homogénéité du référentiel ou qui constituent des cas particuliers difficilement intégrables dans le cadre général du référentiel :

- systèmes alluvionnaires (transverses par rapport aux entités principales),
- formations superficielles, hétérogènes et morcelées, peu épaisses et/ou de faible extension spatiale, qui sont relativement indépendantes, hydrodynamiquement, des formations sous-jacentes.
- altérites cartographiées des zones de socle,
- aires karstifiées délimitées par des traçages,

Ces entités peuvent se superposer aux 3 niveaux de découpage du référentiel. Un code commun permet de les rattacher éventuellement aux entités principales dont elles sont issues (exemple "altérites de socle" et "entités socle") ou sur lesquelles elles reposent.

Une entité principale située sous une entité complémentaire (par exemple des alluvions) sera d'ordre 1 comme une entité affleurante.

2.2.3. Ordre absolu et ordre relatif

Dans le tableau multi-échelles, un numéro d'ordre est affecté à chaque entité délimitée (illustration 4a). Cet ordre est dit "absolu" (codé par exemple sous la forme 10, 20, 30, 40,...) et peut correspondre à un âge stratigraphique.

La délimitation des entités conduit à une "pile hydro-stratigraphique" d'entités (le tableau multi-échelles) qui sont ordonnées sur la verticale grâce au numéro d'ordre absolu (illustration 4b).

Le modèle de gestion du référentiel permet de passer automatiquement du mode de représentation des entités par ordonnancement absolu (illustration 4 b) à un mode de représentation des entités par ordonnancement relatif (illustration 4c), **qui est celui de la représentation des entités dans le SIG** et qui correspond à l'ordre réel de superposition des entités dans une coupe verticale qui pourrait être réalisée dans le référentiel.

Le numéro d'ordre relatif permet d'identifier les différents niveaux de recouvrement d'une entité donnée, entité qui sera par exemple constituée :

- d'un polygone d'ordre relatif 1, c'est-à-dire à l'affleurement,
- d'un polygone d'ordre relatif 2, correspondant au recouvrement de l'entité par une autre entité E_j ,
- d'un polygone d'ordre relatif 3, correspondant au recouvrement de l'entité par une entité E_k , elle même sous une entité E_n ,
- etc.

2.3. PRINCIPES ET DÉMARCHE DE DÉLIMITATION

2.3.1. Principes de base du découpage

Conformément au guide méthodologique, **l'échelle de travail adoptée pour le découpage des entités est le 1/50000, et ceci quel que soit le niveau d'identification (du local au national)**. Par conséquent, les contours des entités des niveaux 1 et 2 ont la même précision que ceux du niveau 3, à savoir le 1/50 000 (qui est la précision des contours des formations géologiques des cartes géologiques à 1/50 000).

Remarque: dans l'exemple présenté par l'illustration 4, les entités sont constituées d'une partie affleurante et d'une partie sous couverture, réunies lors de la phase de délimitation. **Le modèle de gestion restitue automatiquement les parties sous couverture.**

Les entités du niveau 1 résultent de l'assemblage de celles du niveau 2, ces dernières résultant elles-mêmes d'un regroupement des entités du niveau 3 (il peut néanmoins exister des cas où une entité de niveau 3 s'étendant sur 2 entités de niveau 2 appartenant à des thèmes différents, en général passage de " *l'intensément plissé* " au " *Sédimentaire* ". Il n'y a donc pas de simplification des contours (lissage) d'un niveau à un autre.

Les entités hydrogéologiques de chaque niveau d'identification sont représentées par un ou plusieurs polygones correspondant aux parties affleurantes et sous couvertures.

Le découpage des entités est réalisé sur la base des connaissances géologiques et hydrogéologiques actuelles. Des mises à jour (nouvelles entités de niveau 3, corrections des contours) sont donc susceptibles d'être effectuées ultérieurement en fonction de la progression des connaissances.

2.3.2. Démarche générale

La démarche de découpage est largement itérative et un travail synchrone sur les niveaux 2 et 3 permet d'optimiser le processus de découpage.

Les principales étapes de la délimitation des entités sont résumées ci-après.

• Identification et cadrage hydrogéologique général

Le cadrage hydrogéologique consiste à identifier et à nommer les grandes entités hydrogéologiques de niveau national et régional dans le secteur d'étude.

Les tests de découpage réalisés en 2003 lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel (Rapport BRGM RP-53127 – 2004) ont permis de dresser une première liste des entités à prendre en compte aux niveaux 1 et 2 et ainsi d'avoir une extension territoriale indicative.

• Elaboration d'un tableau multi-échelles (TME)

Ce tableau récapitule tous les types d'entités existant dans la zone d'étude et les superpose verticalement suivant un ordre stratigraphique. C'est en quelque sorte l'équivalent, au plan hydrogéologique, d'un log géologique synthétique régional. Il constitue le support du découpage projeté aux trois échelles d'identification.

Dans la phase d'élaboration du TME on recherche une correspondance d'une part entre les formations géologiques des cartes au 1/50000 et les formations géologiques mentionnées dans les logs de forage et d'autre part entre ces formations géologiques ainsi mises en relation (cartes et logs) et les entités hydrogéologiques.

• Individualisation de l'alluvial

Le référentiel hydrogéologique définit les formations alluviales comme l'ensemble des dépôts de plaine alluviale associés aux terrasses connectées hydrauliquement avec les cours d'eau.

La complexité cartographique des formations alluviales rend difficile les traitements topologiques, appliqués aux autres entités (multiplication des polygones et des "arcs" limites). Les alluvions sont donc intégrées dans le SIG dans une couche particulière désignée surcouche (§ 2.2.3). Elles sont extraites des cartes géologiques au 1/50 000 et sont maintenues inchangées dans leurs contours quel que soit le niveau de détail (NV1, NV2, NV3).

Parallèlement à cette surcouche globale des alluvions, une surcouche contenant les parties alluvionnaires productives peut être constituée (§ 2.2.3).

Dans le modèle de gestion du référentiel, les entités sous recouvrement alluvionnaire sont donc considérées d'ordre 1 comme les entités affleurantes.

• Découpage des entités du sédimentaire

Dans le thème sédimentaire, une entité est constituée de la partie affleurante **et** de la partie sous couverture représentées chacune par un ou plusieurs polygones (illustration 5).

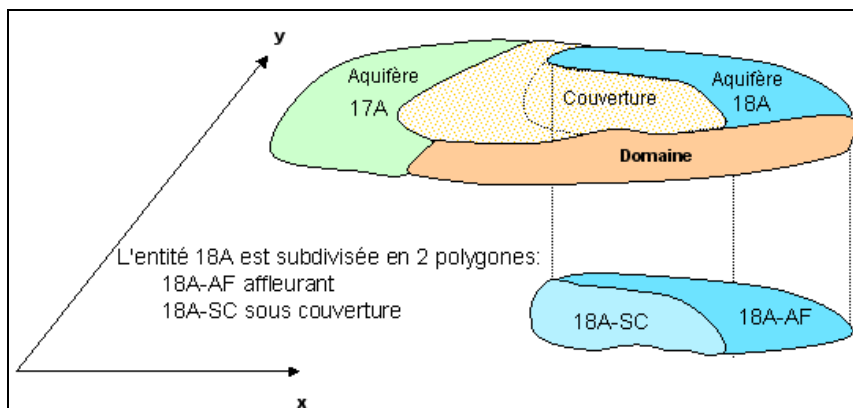


Illustration 5 - Représentation d'une entité hydrogéologique affleurante et sous couverture

La séparation en entités différentes (partie affleurante et partie sous couverture) ne sera réalisée que si les conditions le justifient : différence marquée de fonctionnement ou de qualité chimique, surfaces affleurantes et sous couverture à peu près équivalentes.

Les limites entre systèmes aquifères sont les crêtes piézométriques et non les cours d'eau (contrairement aux délimitations de la BDRHF-V1).

2.3.3. Restitution par le modèle de gestion des 3 niveaux de découpage

A partir du découpage des entités effectué au niveau local (NV3) et du tableau multi-échelles faisant apparaître les 3 niveaux de découpage (NV3, NV2 et NV1), le modèle de gestion du référentiel permet de constituer automatiquement le niveau 2 (par agrégation des entités de niveau 3) puis le niveau 1 (par agrégation des entités de niveau 2, illustration 6).

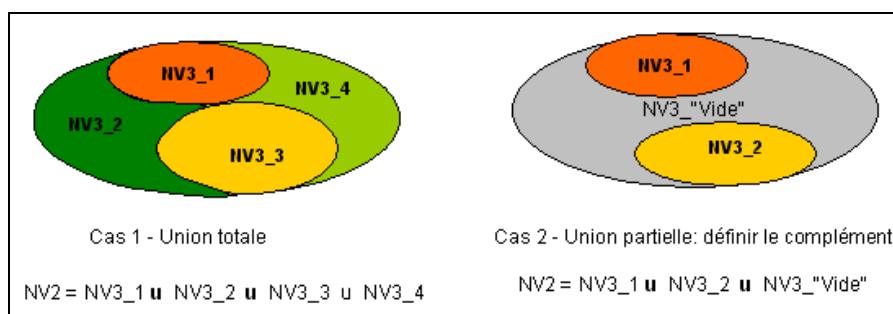


Illustration 6 - Construction d'une entité NV2 à partir des entités NV3

2.3.4. Vérification de la topologie

Lorsque toutes les entités sont découpées, il s'agit de vérifier la cohérence topologique de l'ensemble. Cette vérification est réalisée par le modèle de gestion du référentiel.

Ce modèle est présenté en détail en annexe 9. Entre autres possibilités, il permet de passer automatiquement d'un ordonnancement absolu des entités (correspondant à l'ordre dans lequel toutes les entités identifiées se succèdent sur la verticale, en général un ordre correspondant à un âge stratigraphique) à un ordonnancement relatif, qui est celui de la représentation des entités dans le SIG et qui correspond à l'ordre réel de superposition des entités dans une coupe verticale qui pourrait être réalisée dans le référentiel (illustration 4 ci-dessus).

L'ordonnancement absolu est repéré par un numéro d'ordre "absolu" affecté à chaque entité dans le tableau multi-échelle, utilisé par le modèle de gestion pour passer à un ordre relatif.

Le modèle de gestion du référentiel permet de vérifier de la cohérence 3D de l'assemblage des entités en mettant en évidence les anomalies de recouvrement. Il permet aussi d'éliminer automatiquement des artefacts de découpage.

La démarche générale de délimitation des entités est résumée par l'illustration 7.

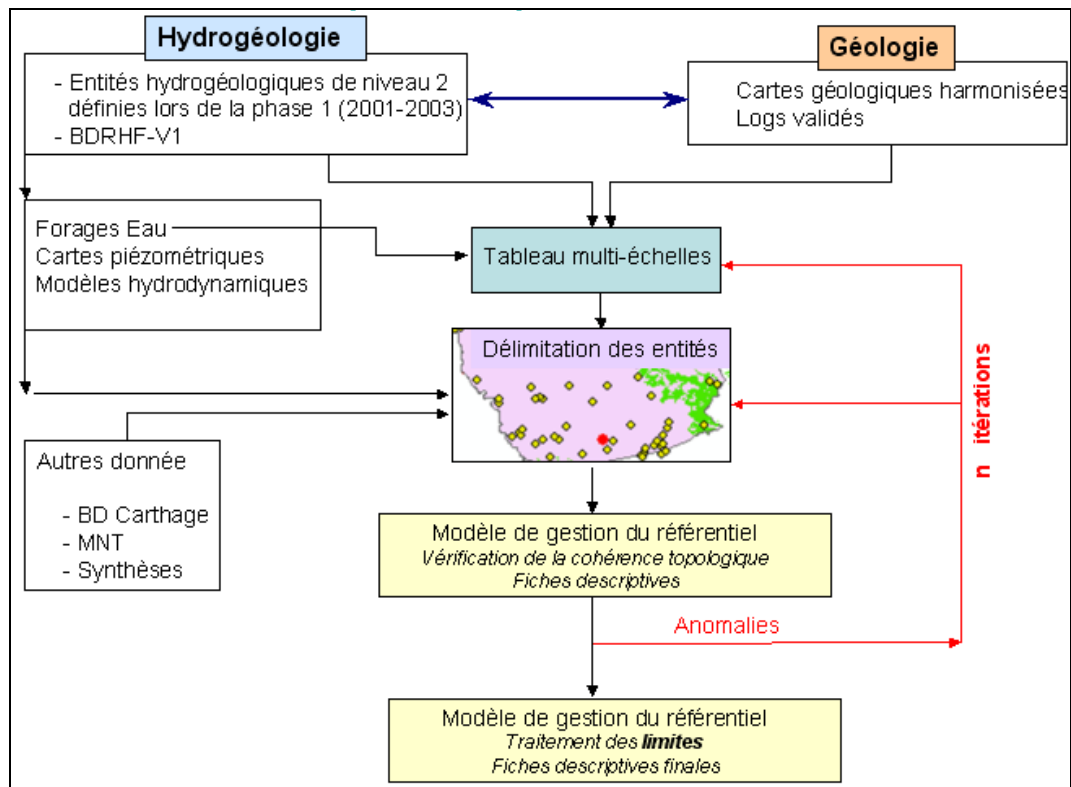


Illustration 7 - Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage

2.4. CARACTÉRISATION DES ENTITÉS ET DES LIMITES

2.4.1. Caractérisation des entités

Dans le référentiel une entité est caractérisée (actuellement) par les attributs suivants (cf. annexe 8):

- **le thème d'appartenance de l'entité** (alluvial, sédimentaire, socle,)
- **la nature** de l'entité (grand système aquifère, système aquifère, unité aquifère, grand domaine hydrogéologique, domaine hydrogéologique, unité semi-perméable, unité imperméable) ;
- **le type de milieu caractérisant l'entité**: poreux, fissuré, karstique, à double porosité;
- **l'état hydrodynamique de la nappe** contenue dans le réservoir: libre, captive, libre et captive, alternativement libre et captive.

La caractérisation des entités se fait d'abord au niveau 3. Il ne sera pas toujours possible et pertinent de définir globalement une entité de niveau 2 (et à fortiori de niveau 1) par un attribut unique, surtout lorsque les entités de niveau 3 constitutives d'un niveau 2 sont de types différents; il en est ainsi du type de milieu (à porosité matricielle, de fissure, karstique, à double porosité) et de l'état de la nappe (libre, captive, ...).

Le choix a donc été fait de ne pas caractériser globalement les entités de niveau 2 (et de niveau 1) par un type de milieu (porosité) et par un type de nappe (libre, captive,...).

2.4.2. Caractérisation des limites

Les limites latérales entre une entité et ses voisines ont été représentées uniquement pour les polygones d'ordre 1 du niveau local (NV3). Elles sont caractérisées par un attribut associé aux arcs qui les composent.

Les limites entre entités sont extraites automatiquement par le modèle de gestion du référentiel et intégrées dans la géodatabase du référentiel.

Comme pour la caractérisation des entités, et pour les mêmes raisons, les limites sont identifiées uniquement au niveau 3. Dans cette version du référentiel, elles sont caractérisées uniquement par la nature des contacts entre entités (tableau de l'illustration 8)

La recherche de la nature des contacts peut en effet se faire automatiquement à l'aide du modèle de gestion à partir de la table des polygones élémentaires de niveau 3 construits par le modèle de gestion.

Si l'on convient de ne distinguer à ce niveau 3 que les aquifères (notation A) et les domaines (notation B) regroupant unités semi-perméables et unités imperméables et si l'on s'intéresse aux contacts d'un polygone élémentaire avec ses voisins latéraux (4 possibilités théoriques : AA, AD, DD, DA) et immédiatement sous-jacents (4 possibilités aussi), on obtient alors 16 combinaisons possibles de nature de contact (en fait, certaines sont bien sûr équivalentes en termes hydrodynamiques), par exemple:

$$\frac{A/A}{A/D}, \frac{A/D}{A/D}, \frac{D/D}{A/A}, \dots$$

Ces aspects sont détaillés en annexe 9 (§1.2.4).

Par ailleurs, à une nature de contact, il est possible dans certains cas de rattacher un type de limite (exemples fournis dans le tableau de l'illustration 8).

Nature des contacts	Type de limite possible (guide méthodologique)
Aquifère sur aquifère	Ligne d'affluence des eaux de formations perméables ou semi-perméables à un aquifère libre emboîté ou à un autre aquifère en contact par faille (cas d)
Aquifère / aquifère	Ligne de partage des eaux souterraines (cas a) = Limite à flux nul
Aquifère/ domaine	Limite "étanche" (cas b) = Limite à flux nul
Aquifère sur domaine	Limite "étanche" (cas b) = Limite à flux nul Ligne de sources de déversement (cas e)
Aquifère sous domaine	Ligne d'affluence d'un aquifère captif à un aquifère libre (cas c) Généralisable en " Limite de recouvrement " (pouvant coïncider avec la limite de captivité). Cela ne préjuge pas du sens d'écoulement.
Domaine sur aquifère	Ligne de débordement continue ou discontinue (cas f)
Domaine/ Domaine	/

Illustration 8 - Nature des contacts entre entités et limites hydrogéologiques correspondantes

Λ

3. Mise en œuvre du découpage des entités

3.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE

Pour réaliser le découpage des entités hydrogéologiques, dans les formations sédimentaires et de socle, plusieurs sources d'informations et de données ont été utilisées :

- la liste des entités de niveaux 1 et 2 identifiées lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel en 2001-2003 (illustration 9) ;

Code	Nom des entités
F3F	Marnes vertes et supra-gypseuses
F4E	Calcaires de Saint-Ouen, Sables de Monceau
F4G	Marnes et Calcaires de l'Eocène inférieur
F5B	Argiles post-Crétacé
F6A	Sables du Thanétien
F6F	Craie et Marnes séno-turonniennes
F6Q	Craie séno-turonienne
F7A	Sable du Perche du Cénomanien
F7C	Craie du Cénomanien
F7D	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanien inférieur
F8J	Argiles et Sables du Crétacé inférieur - Pays de Bray
F8M	Sables du Crétacé inférieur
F9I	Calcaires tithoniens - Pays de Bray
F9K	Calcaires tithoniens (Portlandien)
F9L	Calcaires tithoniens (Purbékien)
F9M	Marnes du Kimméridgien
F10A	Calcaires supérieurs du Kimméridgien
F10G	Marnes du Callovo-Oxfordien
F11R	Calcaires du Dogger (Bathonien)
F11S	Marnes du Dogger (Bajocien)
F11T	Calcaires du Dogger (Aalénien - Bajocien)
F12A	Marnes du Lias supérieur
F12B	Calcaires argileux et Grès du Lias inférieur
F15A	Sables et Grès du Trias moyen à supérieur (ouest)

Illustration 9 - Entités de niveau 2 identifiées lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel (2001-2003) avec leur code d'origine

- les informations et cartes issues de différents rapports d'études, dont les plus importants sont mentionnés en référence bibliographique. On peut notamment citer la "Synthèse géologique du bassin de Paris" et les atlas hydrogéologiques numériques du Calvados et de l'Eure ;
- les cartes géologiques vectorisées et harmonisées des régions Haute et Basse-Normandie à l'échelle du 1/50 000 (illustration 10) ;

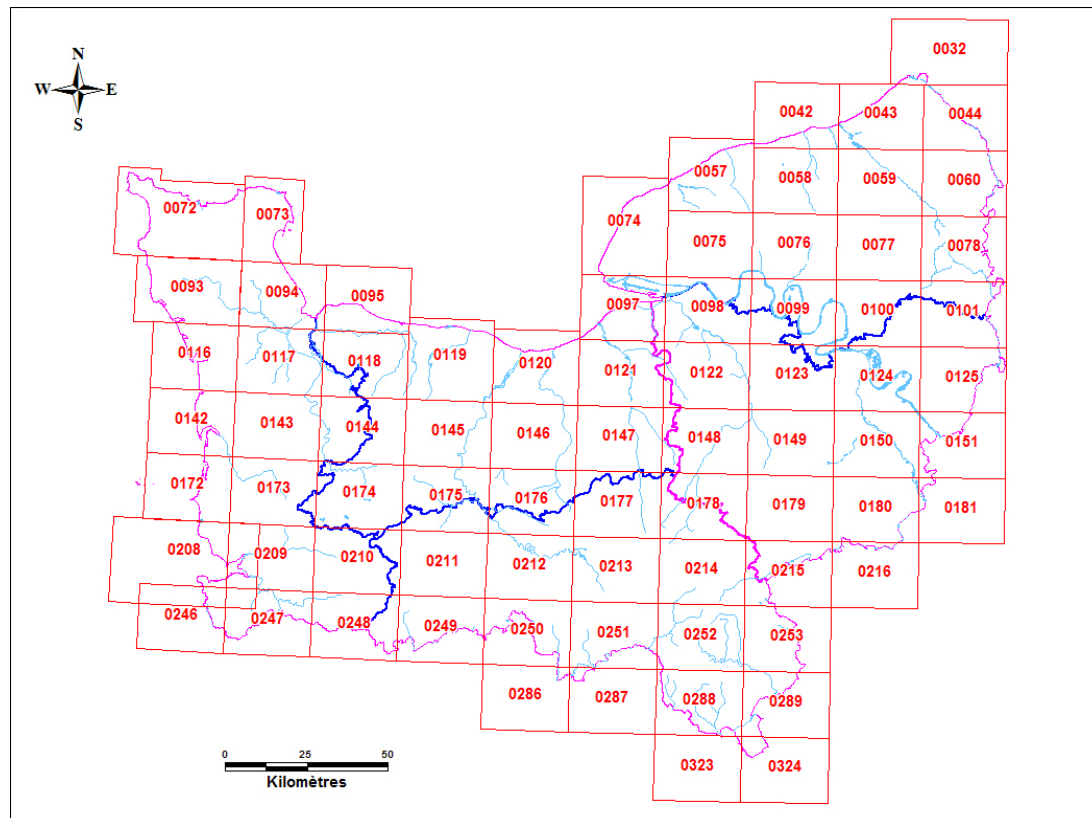


Illustration 10 – Carroyage des cartes géologiques avec leur numéro

- les notices des cartes géologiques au 1/50 000 ;
- les logs validés des forages extraits de la Banque de données du Sous-Sol ;
- le Modèle Numérique de Terrain au pas de 50 m de l'IGN. Ce MNT a été utilisé pour "fermer" le tracé des polygones constitutifs d'entités présentes à l'affleurement et dont le contour était masqué sur de courtes distances par des formations superficielles (colluvions, éboulis, limons).

Spécifiquement pour le domaine de socle :

- la BD Carthage (Base de Données sur la CARTographie Thématique des Agences de l'Eau et du ministère de l'Environnement) du bassin Seine-Normandie.
- une extraction de la Banque HYDRO des stations hydrométriques du Massif Armoricain (leurs caractéristiques sont reportées en annexe 5).

3.1.1. Carte géologique harmonisée

La carte géologique harmonisée des régions Haute et Basse-Normandie identifie **502 formations géologiques** constituées par environ 26 620 polygones. Ces formations se répartissent de la façon suivante :

- 2 correspondent aux remblais et au tracé du réseau hydrographique ;
- 143 appartiennent au thème alluvial ou éolien ;
- 150 appartiennent au thème socle ;
- 207 appartiennent au thème sédimentaire, dont :

- 55 pour le Tertiaire
- 55 pour le Crétacé
- 86 pour le Jurassique
- 11 pour le Trias et le Permien

3.1.2. Logs géologiques

De la Banque de Données du Sous-Sol, **5 910 forages** ont été extraits, sur une superficie couvrant les deux régions avec une zone tampon de 15 km autour afin de s'affranchir des effets de bordure (illustration 11). Ces forages totalisent **55 554 passes lithologiques** décrites et validées.

Ces passes lithologiques sont rattachées à **405 formations géologiques** différentes, clairement identifiées et codées. Ces formations se répartissent comme suit:

- 3 de remblais, sol, dépôts anthropiques ;
- 36 alluviales, colluviales ou éoliennes ;
- 92 du Tertiaire ;
- 69 du Crétacé ;
- 112 du Jurassique ;
- 17 du Trias et du Permien.

Une base des données géologiques a été construite (illustration 12).

Λ

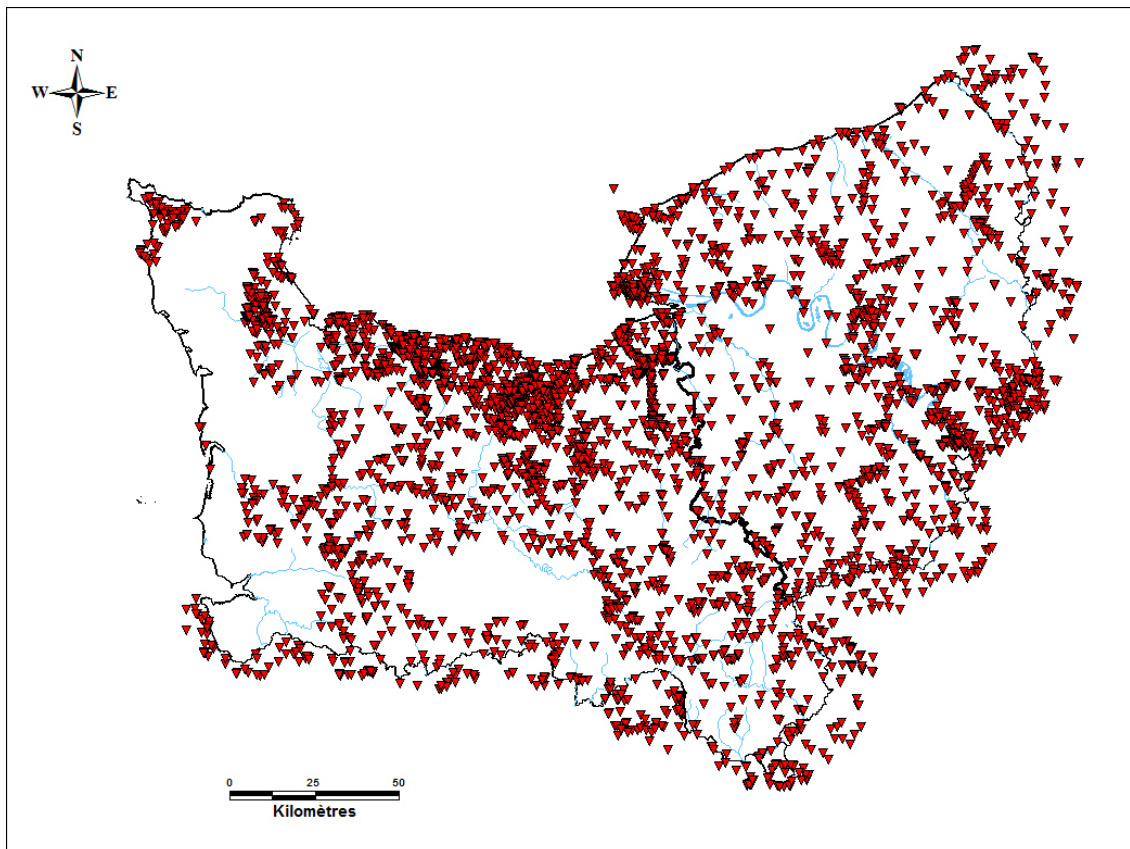


Illustration 11 – Extraction des logs validés de la Banque de données du Sous-Sol pour la Haute et Basse-Normandie

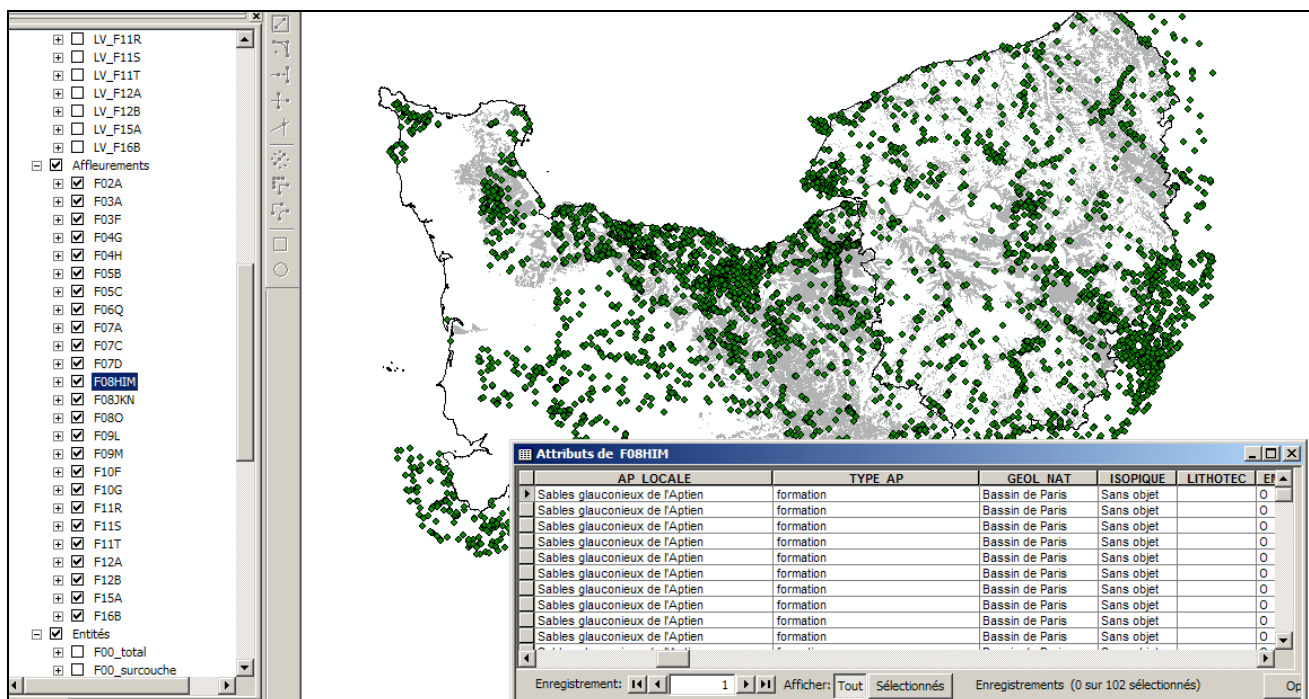


Illustration 12 - Visualisation de la base de données géologiques (carte et forages) sous ArcGis

3.2. ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE

3.2.1. Construction du tableau multi-échelles

Le tableau multi-échelles de la zone étudiée a été élaboré à partir de l'inventaire des formations identifiées dans les cartes géologiques au 1/50 000 harmonisées et des sources d'informations listées au § 3.1. Il recense :

- 50 systèmes aquifères ou domaines hydrogéologiques du niveau régional (NV2) : 29 dans les formations sédimentaires et 21 en domaine de socle. Les 29 entités du thème "Sédimentaire" se répartissent en :
 - 17 systèmes aquifères,
 - 11 domaines hydrogéologiques,
 - 1 domaine du sédimentaire ancien ("*Schistes et Grès du Carbonifère et du Permien*").
- 27 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1) : 18 en domaine sédimentaire et 9 en domaine de socle.

A ces entités, s'ajoutent celles de la surcouche du référentiel ("entités complémentaires") comprenant :

- les formations alluvionnaires,
- les limons des plateaux et les formations loessiques

Pour établir ce tableau multi-échelles, le premier travail a consisté à établir une correspondance entre entités hydrogéologiques et formations géologiques. Le point de départ est la liste des entités de niveau 2 établie lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel.

Cette correspondance est réalisée en 2 étapes :

1) Dans une première étape, établissement de la correspondance stricte entre les entités hydrogéologiques de niveau régional et les 502 formations géologiques régionales de la carte harmonisée.

Une entité hydrogéologique de niveau régional peut être rattachée à une ou plusieurs formations géologiques cartographiées.

2) Dans une deuxième étape, établissement de la correspondance entre les entités hydrogéologiques de niveau régional et les formations géologiques locales traversées en forages (au nombre de 405).

La difficulté de ces deux étapes est de parvenir à une correspondance stricte, éliminant par exemple les cas où une formation géologique locale se partage entre deux entités hydrogéologiques.

On trouvera en annexes 6 les tableaux de correspondance entre entités hydrogéologiques et formations géologiques des cartes harmonisées d'une part et entre entités hydrogéologiques et formations géologiques décrites dans les logs de forages d'autre part. Des exemples de correspondances sont fournis par les illustrations 13 et 14.

Le tableau multi-échelles complet est reporté en annexe 1.

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Année 3. Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Picardie

Formations de la carte géologique harmonisée		Entités hydrogéologiques BDLISA	
Notation	Description géologique de la formation	Intitulé	Code régional
g1SF	Sables de Fontainebleau	Sables de Fontainebleau	F03A
g1CBr	Formation de Brie (meulière, calcaires et marnes 1 à 5 m) et Calcaire de Sannois Stampien inférieur	Sables de Fontainebleau	F03A
		Marnes à huîtres	F03B
g1MsAvR	marnes supragypseuses (de bas en haut : Marnes bleues d'Argenteuil et Marnes blanches de Pantin)	Marnes vertes et supragypseuses	F03F
g1S	Stampien inférieur "faciès Sannoisien" : Glaisses à Cyrènes et Argiles vertes de Romainville, Cailla	Marnes vertes et supragypseuses	F03F
e7-g1CSept	Sépiolites supérieures, "Marnes à Pholadomyes" ou Calcaires à Potamides. Calcaire de Septeuil (ou	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e7-g1	Argiles de Landéan	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e7C	Argiles et calcaires de Céaucé	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e6S	Bartonien moyen = Marinésien : Sables de Mortefontaine. Bartonien inférieur = Auversien : Sables de	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e6S	Grès à Sabalites	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e6CS-O	Bartonien s.s. : -Auversien : Calcaires à Potamides, Calcaire lacustre de Montigny en Vexin, Calcair	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e6	Calcaire de St-Ouen, Sables de Cresnes et Calcaires de Septeuil (de Champigny), Bartonien moyen	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e5	Calcaire grossier à lithothamnies (calcaire noduleux)	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e5b	Poudingue de Thionville-sur-Opton, Glauconie de base et calcaires grossiers (sables calcaires et cal	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e5C	Calcaires à Cérithes, Marnes et caillasses. Calcaire grossier supérieur	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e5CG	Calcaire grossier (Lutétien), marnes et caillasses indifférenciés	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e4A	Argile plastique, argile sableuse, Sparnacien	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e4A	argile plastique avec ou sans silex, argiles panachées puis fausses glaises	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e4CAv	Conglomérats, Sables et Argiles à galets avellanaires, Sparnacien	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e4aSAQM-Cr	Sables et Argile à Ostracodes et Mollusques, Argile Glauconieuse des Craquelins, Sparnacien	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e4bFV	Formation de Varengeville : Sables Fauves, Argiles et Sablons, Argile Brune à concrétions, Argile Gl	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e4bSS	Sables fins de Mathonville, Yprésien inférieur	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e4SCui	Yprésien supérieur : sables de Cuise	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e3-4S	Thanétien O Yprésien basal, 0 à 7 m : sables fins, parfois argileux, gris, beiges ou verdâtres; Sabl	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e3-4AS	Sparnacien (argile plastique grise) sur Thanétien (sable gris, grès et poudingue) indifférenciés	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e1-4	Yprésien indifférencié : Argile plastique et Argiles à silex "Sparnacien" et sables de Cuise ou assi	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e1-2CBr	Calcaire grossier jaunâtre de Bray-et-Lû et d'Ambleville et calcaires argileux supérieur de Bray-et-	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e	Eocène indifférencié : sables, grès et argiles, Eocène	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
eC	Calcaires lacustres	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e-g	Sables, argiles, cailloutis, grès silicifiés conglomératiques	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
eS	Sables, grès et argiles éocènes indifférenciés	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur	F04G
e3P	Thanétien : sable gris, grès, poudingue.	Sables du Thanétien	F04H
e3S-CA	Sables à silex verdils, Sables, Grès du Pays de Caux et Calcaire Lacustre d'Ailly, Thanétien supérieur	Sables du Thanétien	F04H

Illustration 13 – Exemple de correspondance entre formations géologiques de la carte géologique harmonisée et entités hydrogéologiques.

Formations locales rencontrées en forage		Entités hydrogéologiques BDLISA	
Identifiant	Appellation des formations des logs validés	Code régional	Intitulé
10210	Sables de Lozère	F02A	S Sables et argiles du Bourbonnais
02560	Faluns des Bohons	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
02680	Sables de Saint-Vigor	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
02690	Complexe marin du Bosq d'Aubigny	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
10014	Sables et graviers mio-pliocènes	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
10015	Conglomérat ferrugineux de Saint-Georges-de-Bohon	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
10200	Marne du Bosq d'Aubigny	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
11131	Faluns de Bléhou	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
14010	Sables et Grès de Fontainebleau	F03A	S Sables de Fontainebleau
14170	Argiles à meulière de Montmorency	F03A	S Sables de Fontainebleau
14171	Meulière de Montmorency	F03A	S Sables de Fontainebleau
14210	Sables et grès de Fontainebleau inférieurs	F03A	S Sables de Fontainebleau
14320	Calcaire de Brie	F03A	S Sables de Fontainebleau
14350	Calcaire et argile à meulière de Brie	F03A	S Sables de Fontainebleau
14351	Meulière de Brie	F03A	S Sables de Fontainebleau
14370	Calcaire de Sannois	F03A	S Sables de Fontainebleau
14250	Marnes à huîtres	F03B	D Marnes à Huîtres du Stampien
14020	Marnes vertes s. l.	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14325	Argiles vertes et glaises à Cyrènes	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14330	Argile verte de Romainville	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14331	Argile verte supérieure	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14332	Bande Blanche	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14333	Argile verte s.s.	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14340	Glaize à Cyrènes	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14371	Argile verte	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14690	Marne à Bithinies	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14711	Marnes supragypseuses et Marnes vertes	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
21030	Marnes supragypseuses	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses

Illustration 14 - Exemple de correspondance entre formations géologiques locales traversées par les forages validés et entités hydrogéologiques.

3.2.2. Méthode de découpage des entités

La mise au point d'un modèle de gestion du référentiel sous ArcGis (décrit en annexe 9) a permis de simplifier les opérations de découpage, le modèle de gestion se chargeant d'identifier automatiquement les parties sous couvertures d'après l'ordre de superposition des entités mentionné dans le tableau multi-échelles (numéro d'ordre correspondant à un âge stratigraphique).

Le travail sous SIG consiste donc essentiellement à délimiter globalement chaque entité à partir des limites des parties affleurantes, extraites de la carte géologique harmonisée, et des limites en profondeur tracées à partir des informations disponibles, en particulier les logs de forages.

Le positionnement relatif de l'entité par rapport aux entités situées "au dessus" et "au dessous" d'elle ("qui recouvre quoi") est reconstitué par le modèle de gestion.

Cas des entités recouvertes par des formations superficielles

Le travail consiste à ôter les formations superficielles (dont certaines seront rangées dans la "surcouche" du référentiel: alluvions, placages, buttes témoins, ...) puis à combler les lacunes spatiales qui résultent de cette suppression et reconstituer ainsi les entités sous-jacentes.

Parties affleurantes

Pour chaque entité hydrogéologique, les polygones correspondant aux formations affleurantes ont été extraits de la carte géologique harmonisée (illustration 15). Les polygones constituant l'entité sont ensuite regroupés dans une couche SIG propre à l'entité considérée. Les limites d'affleurements de l'entité sont ensuite tracées à partir des contours des polygones affleurants (contours préalablement sélectionnés puis extraits). Le tracé des limites d'affleurements est une opération qui peut être longue compte tenu du morcellement des polygones, des discontinuités et des placages superficiels masquant la formation.

Parties sous couvertures

Celles-ci sont tracées:

- à l'aide du report, dans la couche SIG mentionnée ci-dessus, des forages ou sondages ayant traversé, totalement ou partiellement les formations géologiques constitutives de l'entité hydrogéologique concernée (illustration 16) ;
- du positionnement des affleurements de formations plus anciennes que celle étudiée ;
- des informations provenant d'études sectorielles.

La grande majorité des formations s'étend largement hors des limites des régions normandes. Provisoirement, les limites retenues pour ces formations sont les limites de la région. Elles disparaîtront bien sûr lors de la phase d'assemblage inter-régionale prévue en fin de projet.

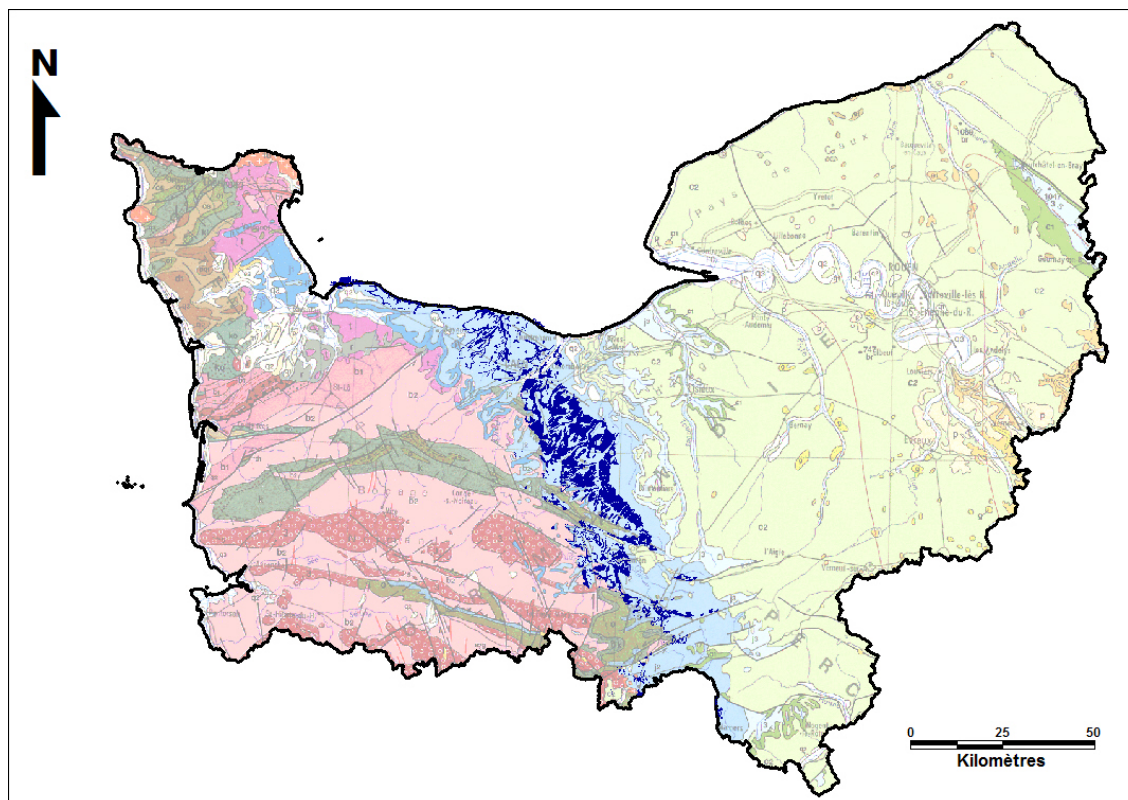


Illustration 15 – Exemple d'affleurements extraits de la carte géologique harmonisée : les calcaires du Bathonien (en bleu marine)

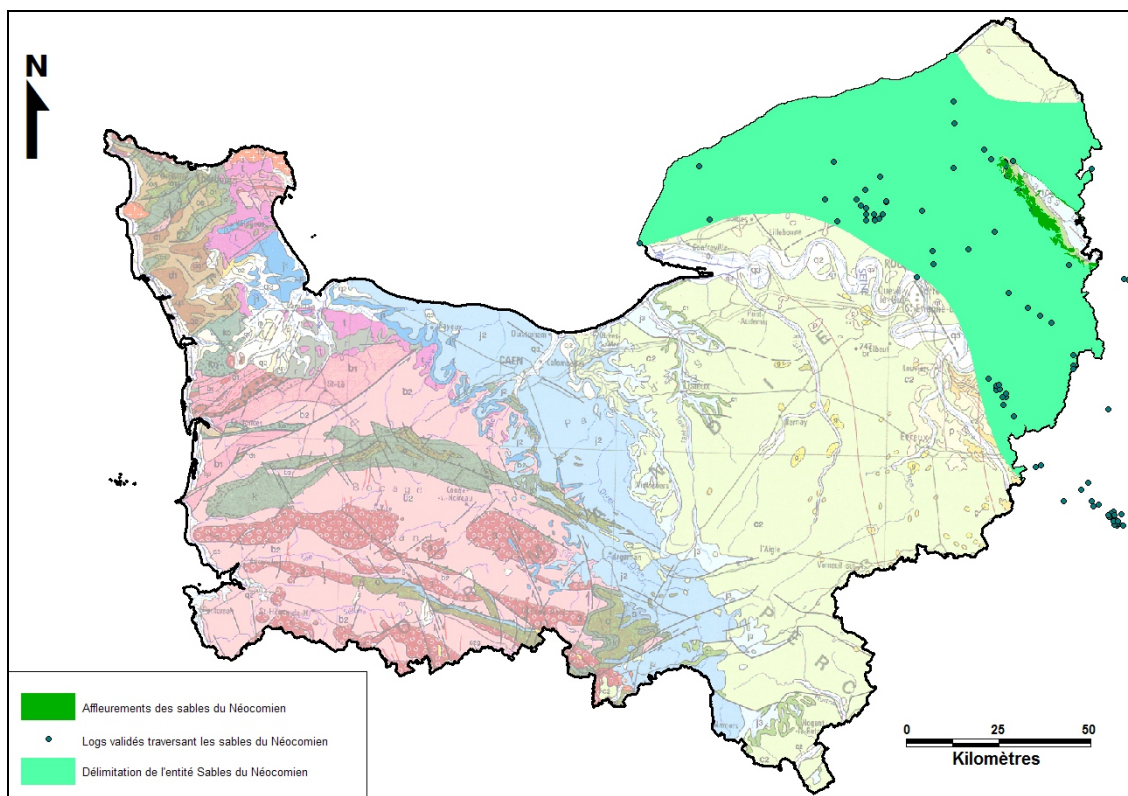


Illustration 16 - Délimitation d'une entité à partir du report de forages ayant traversé la formation et de la synthèse géologique du bassin de Paris : cas des sables du Néocomien

Polygone global de l'entité

Le polygone global de l'entité est obtenue en fusionnant les limites d'affleurements et les limites sous couvertures (illustration 17).

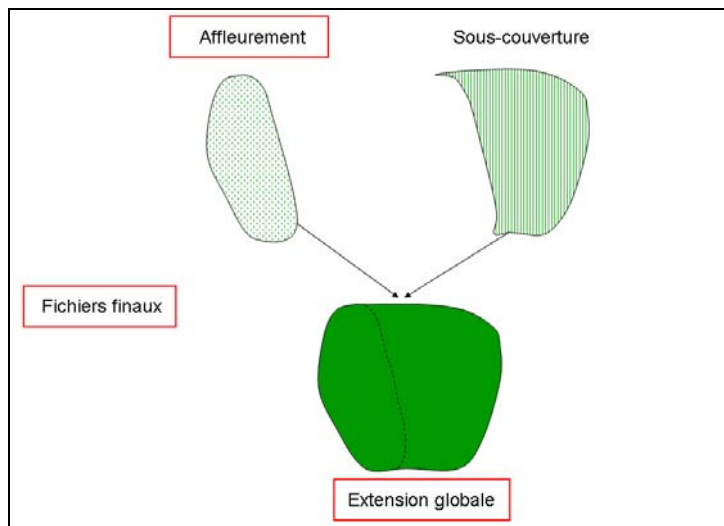


Illustration 17 - Construction d'une entité par fusion des parties à l'affleurement et des parties sous couverture

Les parties sous couvertures sont ensuite restituées automatiquement par le modèle de gestion du référentiel à partir du numéro d'ordre absolu figurant dans le tableau multi-échelles.

3.2.3. Sélection des entités

1) Du Quaternaire au Crétacé supérieur (Cénomanien)

Par rapport au découpage indicatif initialement proposé (phase 1, 2001-2003), plusieurs modifications ont été faites.

Ajout d'entités:

- les *Sables et argiles du Bourbonnais*,
 - les *Sables et Faluns du Mio-Pliocène*,
 - les *Sables de Fontainebleau*,
 - les *Marnes à huîtres du Stampien*,
-
- l'entité hydrogéologique des *Sables et Argiles du Bourbonnais* intègre les *Sables et argiles de la Londe* ainsi que les *Sables de Lozère*. Ils sont principalement présents dans le département de l'Eure, en particulier au niveau du plateau de Madrie. Une subdivision pourra être envisagée au niveau 3 ;
 - le système aquifère des *Sables et Faluns mio-pliocènes* a été ajouté car il représente une ressource en eau souterraine importante pour le département de la Manche. Principalement cinq bassins d'effondrement sont concernés par des remplissages plio-quaternaires : les bassins de Sainteny-Marchésieux, de Lessay, Saint-Sauveur-le-Vicomte, du Merderet et de la vallée de l'Aure. Plusieurs font l'objet d'une exploitation pour l'alimentation en eau potable ;

- les *Sables de Fontainebleau* ont été ajoutés au niveau régional par souci de cohérence avec la région Ile de France où ce système aquifère est bien représenté (affleurements transfrontaliers) ; cette entité des *Sables de Fontainebleau*, constituera, en continuité avec celle délimitée en région IDF, une unité de niveau 2 du Bassin parisien.
- dans le même but, les *Marnes à huitres du Stampien* et les *Sables du Thanétien* ont également été intégrés. En Normandie, la première formation n'est que très peu représentée (un seul polygone d'une emprise de l'ordre de 13,6 km² en Haute-Normandie) et les sables du Thanétien ne sont présents qu'au sommet de buttes résiduelles ;

Par ailleurs :

- pour les *Argiles à silex* (=Argiles post-Crétacé du tableau de l'illustration 9), deux entités hydrogéologiques de niveau 2 ont été distinguées : *les argiles à silex sur craie* et les argiles à silex sur calcaires jurassiques. En Normandie, ces formations du Tertiaire ont été individualisées comme entités à part entière, ce qui est justifié par une superficie et des épaisseurs significatives.
- Séno-Turonien : les craies plus marneuses du Turonien n'ont pas été individualisées. Elles sont intégrées au système aquifère de la *Craie du Séno-Turonien*.
- Dans le Cénomaniens, il a été choisi de faire apparaître une variation latérale de faciès (craie / sable), dont la délimitation a été fournie par la synthèse géologique du bassin de Paris. Cette distinction entre Craie et Sables du Cénomaniens nous a paru nécessaire pour préparer la phase d'harmonisation avec les régions voisines.

2) Du Crétacé inférieur au Carbonifère

- Les entités de niveau 2 ont été rattachées aux grandes entités de niveau 1 du Bassin parisien :
 - *Grand Système Multi-couches (GSM) du Cénomaniens à l'Albien sup.*,
 - *Grand Domaine Hydrogéologique (GDH) des Argiles, Marnes et Gaizes de l'Albien*,
 - *Grand Système Aquifère (GSA) du Tithonien*,
 - *GDH des Marnes du Kimmeridgien*,
 - *GSA du Kimmeridgien à l'Oxfordien sup.*,
 - *GDH des Marne du Callovien*,
 - *GSM du Jurassique moyen (Dogger)*
 - *GDH du Jurassique inférieur (Lias)*
 - *GSM du Trias*
- Au niveau 2, dans le Crétacé inférieur (illustration 18 ci-après), en suivant la "*Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris*" (rapport BRGM R39702, 1997), 2 systèmes aquifères ont été définis : les *Sables de l'Albien* et les *Sables du Néocomien*. En bordure est de Haute-Normandie, ils sont séparés par un domaine constitué par les *Argiles de l'Aptien-Barrémien*.

D'après cette synthèse :

"Sur le plan géologique, les résultats confirment la présence de deux groupes principaux aquifères (Albien et Néocomien) et proposent des corrélations entre bancs sableux à travers tout le bassin. Cependant, il apparaît nettement que les trois divisions les plus connues dans l'Albien (Sables de Fréambault, Sables des Drillons, Sables Verts) ne sont pas continues et que les bancs sableux s'enchevêtrent. Dans le Néocomien, les bancs de sable sont plus nombreux mais

avec des taux d'argile plus importants. Les bancs intermédiaires de l'Aptien et du Barrémien sont trop minces dans un ensemble très argileux pour présenter un intérêt hydrogéologique".

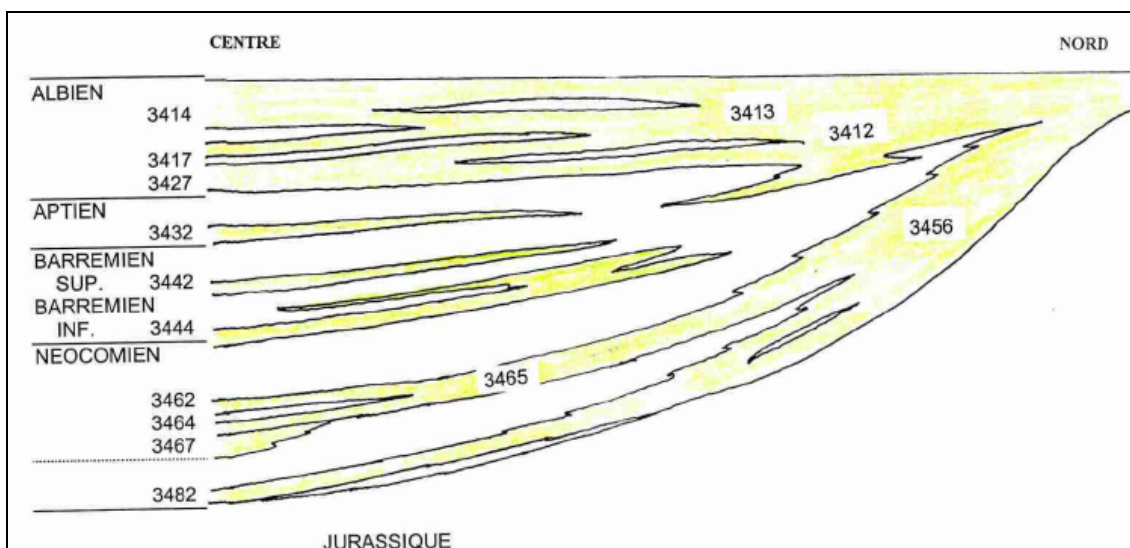


Illustration 18 - Coupe schématique des Sables du Crétacé inférieur
(Extrait du rapport BRGM R39707, cité ci-dessus)

- Dans le Jurassique supérieur, 2 systèmes aquifères ont été délimités :
 - les "Calcaires du Tithonien", système qui regroupe les entités F9I, F9K et F9L du tableau de l'illustration 9 (entités qui pourraient être ultérieurement considérées comme des entités de niveau 3).
 - les "Calcaires du Kimmeridgien et de l'Oxfordien supérieur".
- Dans le Jurassique moyen (Dogger) 2 systèmes aquifères ont été définis :
 - les "Calcaires du Bathonien",
 - les "Calcaires du Bajocien et de l'Aalénien".

Jurassique	Supérieur j5-7	Tithonien	j7
		Kimmeridgien	j6
		Oxfordien	j5
	Moyen j1-4	Callovien	j4
		Bathonien	j3
		Bajocien	j2
		Aalénien	j1
	Inférieur I	Toarcien	i4
		Pliensbachien	i3
		Sinemurien	i2
		Hettangien	i1

Ces deux systèmes aquifères sont séparés par le domaine des "Marnes du Bathonien inférieur". Ce domaine correspond aux "Marnes de Port-en-Bessin" et aux "couches de passage" dans le Bessin et aux "Bancs bleus" dans la Plaine de Caen.

L'entité des "Calcaires du Bathonien" est constituée de deux réservoirs aquifères séparés par un sillon marneux (illustration 19 ci-après). Ce sillon, de grande extension, traverse la Haute-Normandie et se poursuit vers le Sud-Est, en régions Ile de France et Centre.

- Dans le Jurassique inférieur (Lias), 1 domaine et 1 système aquifère ont été définis : respectivement les Marnes du Lias supérieur et les Calcaires argileux et Grès du Lias inférieur. Le domaine est constitué des "Argiles à poissons" et des "Argiles blanches et

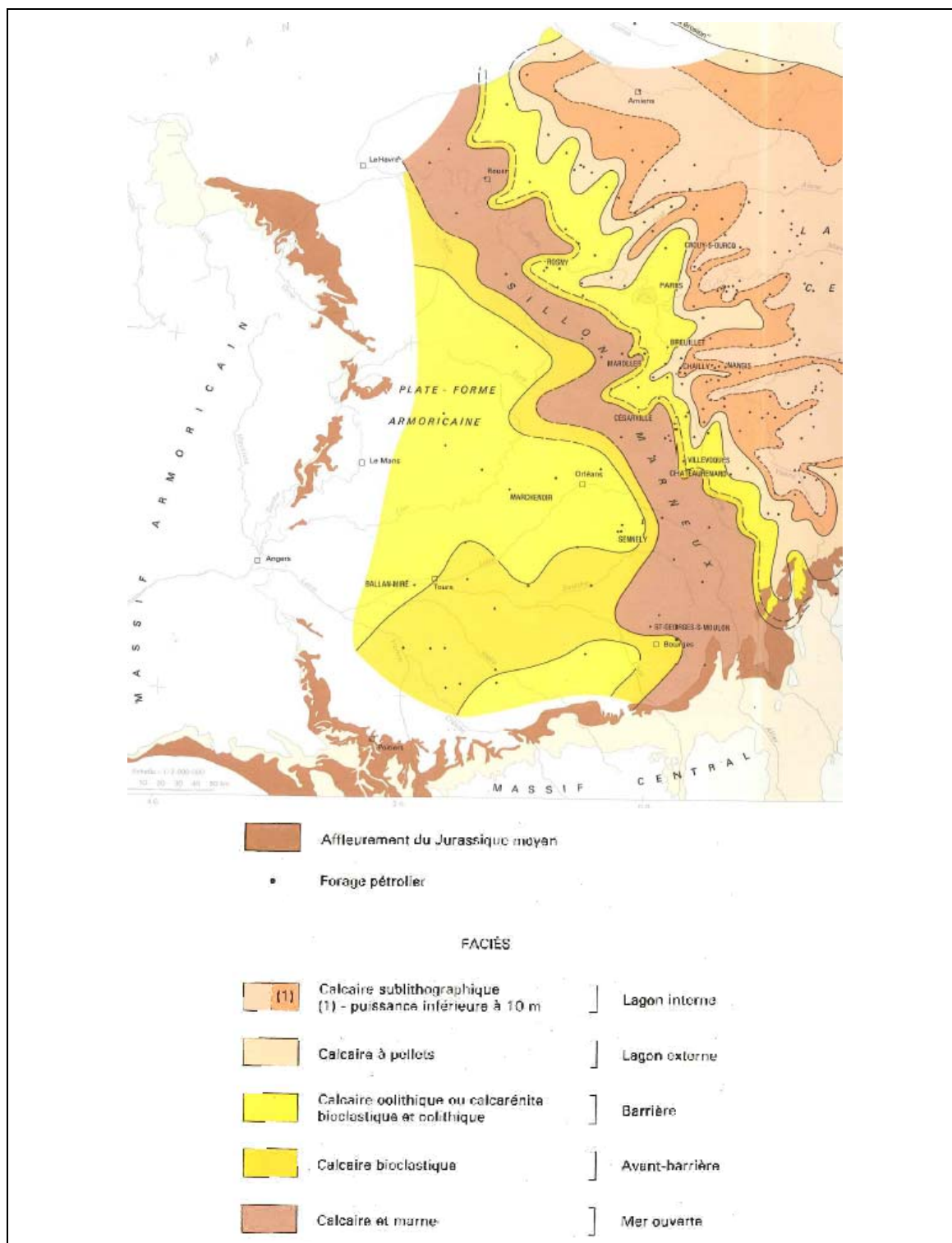


Illustration 19 – Sillon marneux séparant la formation du Callovien-Bathonien en 2 réservoirs calcaires aquifères (Extrait de la "Synthèse géologique du Bassin de Paris" –BRGM - 1980)

Calcaires à Oolites ferrugineuses". Ce domaine sépare les aquifères du Bajocien et du Lias.

Le système aquifère du Lias est considéré comme un aquifère multicouche qui regroupe les Marno-calcaires coquilliers de l'Hettangien ("*Calcaires et Argiles d'Huberville / de Valognes*"), les alternances marno-calcaires à Gryphées du Sinémurien, les Marno-calcaires fossilifères (*Marnes et Calcaires à Bélemnites*) et les Calcaires ferrugineux ("*Banc de Roc*") du Pliensbachien.

- Dans le Trias, le découpage a été arrêté au grand système aquifère constitué des "*Sables et Grès du Trias moyen à supérieur*". Comme explicité dans l'Atlas hydrogéologique numérique du Calvados (BRGM, 2007), ces corps sédimentaires sont lenticulaires et aucune continuité latérale ou verticale entre les différents faciès ne peut être démontrée : ils sont étroitement imbriqués et on passe latéralement à l'un ou l'autre des faciès. Le potentiel aquifère des formations du Trias est de fait très hétérogène : seuls les chenaux constitués de dépôts de sables, de graviers, de galets forment localement des aquifères productifs. En l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible d'individualiser des entités de niveau 3.

Enfin, une entité du "Sédimentaire ancien" a été délimitée: les *Schistes et Grès du Carbonifère et du Permien*, qui affleurent par endroits, en bordure du massif armoricain dans les départements de la Manche et du Calvados.

3.2.4. Répartition des entités entre Haute et Basse Normandie

9 entités s'étendent uniquement en Haute Normandie (illustration 20) :

104A	Sables et argiles du Bourbonnais
107C	Sables de Fontainebleau
110A	Marnes vertes et supra-gypseuses
113P	Marnes et Caillasses du Lutétien supérieur
113R	Calcaires grossiers du Lutétien
119B	Sables du Thanétien (Paléocène)
128E	Sables du Néocomien
131A	Calcaires du Tithonien
143Z	Sillon marneux du Bathonien-Callovien

et 4 uniquement en Basse-Normandie (illustration 21) :

104C	Sables et Faluns du Mio-Pliocène
119E	Argiles à silex sur calcaires jurassiques
122C	Sables du Cénomaniens (sables du Perche)
151K	Schistes et Grès du Carbonifère et du Permien

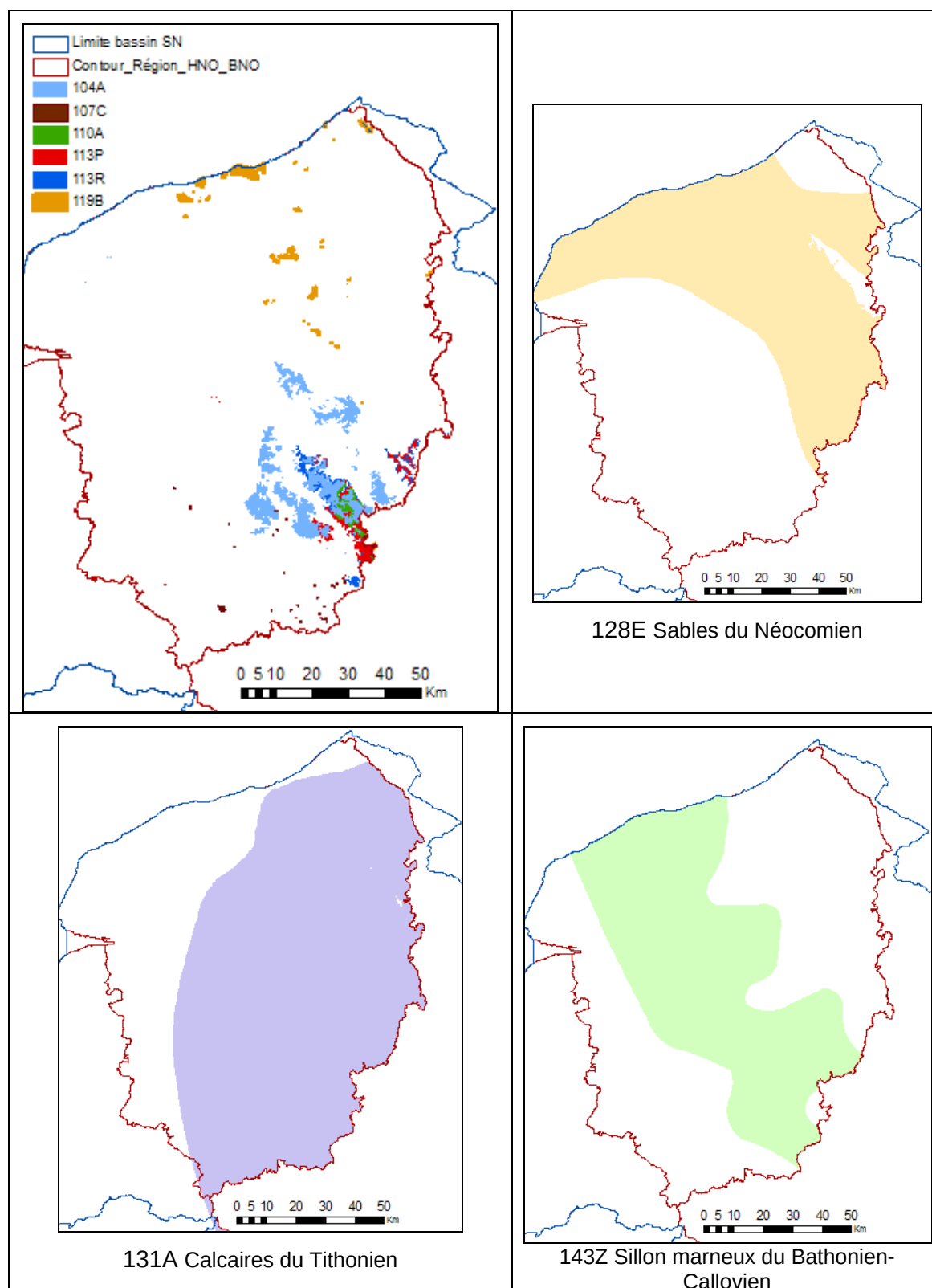


Illustration 20 – Entités situées uniquement en Haute-Normandie

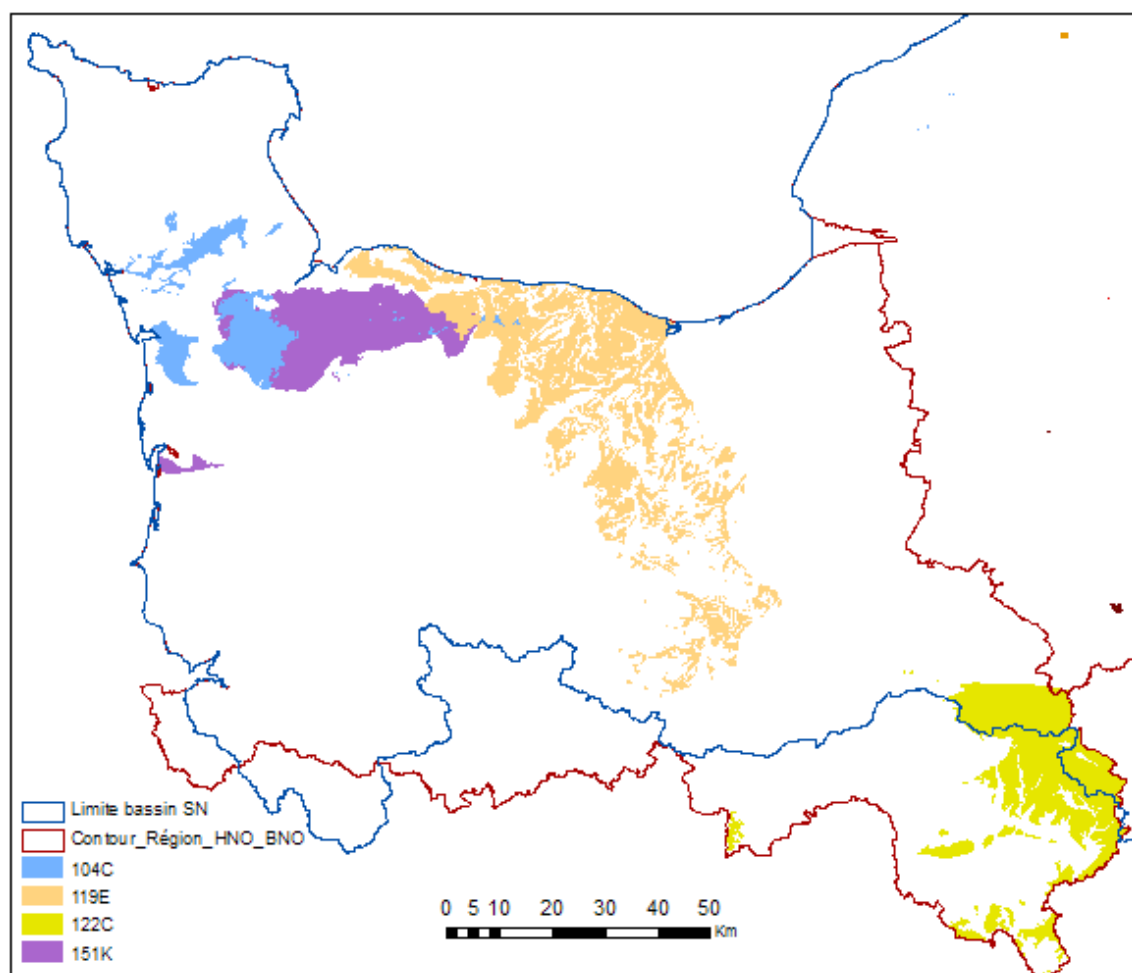


Illustration 21- Entités situées uniquement en Basse-Normandie

3.3. ENTITÉS DU THÈME SOCLE

Les travaux relatifs au découpage des entités hydrogéologiques de socle pour la Basse-Normandie sont détaillés dans la note de l'annexe 4. Ce paragraphe la reprend de façon résumée. La méthodologie définie dans le guide national (Rapport BRGM RP 52261- 2003) a été suivie.

3.3.1. Données

- BD Carthage (Base de Données sur la CARtographie THématique des AGences de l'eau et du ministère de l'Environnement) sur les bassins Seine-Normandie et Loire-Bretagne: *région, secteur, sous-secteur* et *zone hydrographique* (contours), et cours d'eau (linéaire) ;
- Extraction de la Banque HYDRO des stations hydrométriques du Massif Armoricaire (nom, numéro, coordonnées, VCN10, date début et fin, superficie contrôlée) au 29/04/2008 (Hubert CAPLET, DIREN Basse-Normandie) ;

L'identification des entités de niveau 2 fait appel aux 2 notions suivantes :

- **VCN10** : moyenne des débits les plus bas de l'année sur une période de dix jours consécutifs (méthode de calcul : ajustement à une loi de GALTON et utilisation du VCN10 moyen sur la période de mesure) ;
- **QES** : débit d'étiage spécifique, égal au rapport « VCN10 / superficie du bassin versant considéré », exprimé en l/s/km².

3.3.2. Entités NV2 du socle

La délimitation des entités NV2 a nécessité plusieurs étapes.

- Découpage des entités selon les contours des sous-secteurs hydrographiques de la BD Carthage inclus dans les entités NV1. Certains sous-secteurs ont été regroupés selon des critères de superficie et de continuité des cours d'eau. Dans d'autres bassins (superficie supérieure à 200 km²), certains affluents des principaux cours d'eau ont été séparés selon les contours des zones hydrographiques de la BD Carthage.
- Calcul du Débit d'étiage spécifique (QES en l/s/km²) sur les stations hydrométriques situées le plus à l'aval des cours d'eau et, si possible, avec un historique de données d'au moins 10 ans pour affecter un QES à chaque entité précédemment définie.
- Regroupement des bassins contigus situés dans la même entité NV1 et de même classe de QES (annexe 4).

24 entités NV2 de socle ont ainsi été définies (illustration 22 et tableau de l'illustration 23).

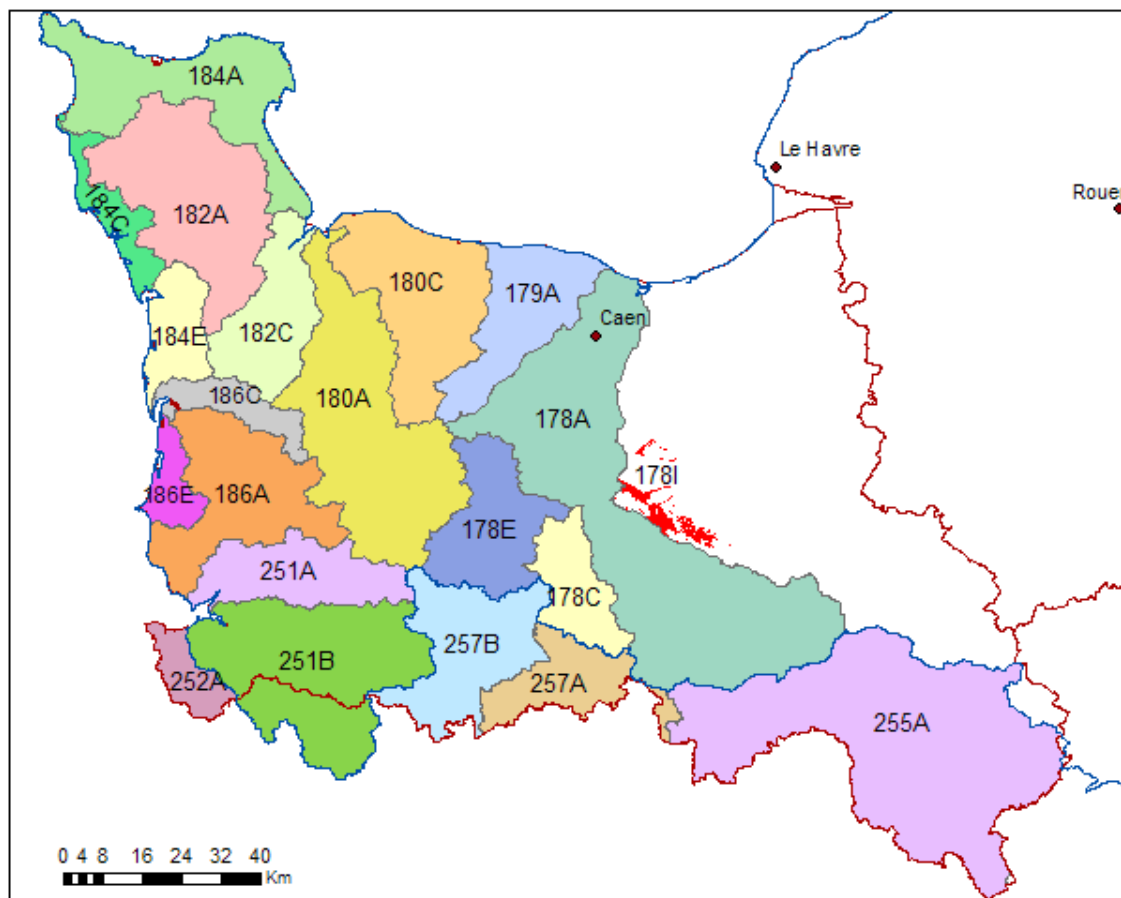


Illustration 22 - Systèmes aquifères de niveau 2 en zone de socle.

Remarques

- 1) Il a été créé une entité NV2 codée 178I (en rouge sur l'illustration ci-dessus) correspondant à une zone de socle située dans le secteur hydrographique de nom "*la Dives de sa source à l'embouchure*"). Compte tenu de l'extension réduite de cette zone et aussi parce qu'elle s'étend sur 3 sous-secteurs hydrographiques, il n'était pas envisageable d'en faire une entité correspondant à un bassin versant. Cette entité de socle particulière a été rattachée à l'entité NV1 codée 178.
- 2) La numérotation "en 250" est héritée de la numérotation du bassin Loire-Bretagne.

NV1			NV2		
Code	Nom Entité	Inter-Régional	Code	Nom Entité	Inter-Régional
170	La See et la Selune de leurs sources à leurs embouchures	oui Bre	251A	La Sée de sa source à l'embouchure	non
			251B	La Sélune de sa source à l'embouchure, l'Airon	oui Bre
172	côtiers du Couesnon (c) à la Rance	oui Bre	252A	Le Couesnon de sa source à la mer	oui Bre
174	La Sarthe de sa source à la Maine & la Maine jusqu'à la Loire (nc) & la Mayenne de la Vieille Maine (c) à la Maine	oui Bre	255A	La Sarthe de sa source à la Maine (nc), la Bienne, la Vegre, l'Erve, la Maine de la Mayenne (nc) à la Loire (nc)	oui Bre
176	La Mayenne de sa source à la Vieille Maine (nc)	oui Bre	257A	La Mayenne de sa source a la Vieille Maine (nc), l'Ernee, l'Aron	oui Bre
			257B	La Varenne & ses affluents, la Colmont	oui Bre
178	L'Orne de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers	non	178A	L'Orne de sa source à l'embouchure	non
			178C	L'Orne du confluent de la Rouvre (inclus) au confluent du Noireau (exclu)	non
			178E	Le Noireau de sa source au confluent de l'Orne (exclu)	non
			178I	Zone de socle dans le bassin de la Dives de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers	non
179	La Seulles de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers		179A	La Seulles de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers	non
180	La Vire de sa source à l'embouchure	non	180A	La Vire de sa source au confluent de l'Aure et la Vire de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers	non
			180C	L'Aure de sa source au confluent de la Vire (exclu) et les bassins côtiers compris entre les bassins côtiers de la Seulles (exclu) et l'embouchure de la Vire (exclu)	non
182	La Douve de sa source à l'embouchure	non	182A	La Douve de sa source au confluent de la Sève	non
			182C	La Douve du confluent de la Sève à l'embouchure	non
184	La Divette de sa source à l'embouchure & bassins côtiers compris entre l'embouchure de la Douve et l'embouchure de la Sienne	non	184A	La Divette de sa source a l'embouchure & bassins côtiers	non
			184C	Les bassins côtiers compris entre l'embouchure de la Diélette (exclu) et l'embouchure de l'Ay (exclu)	non
			184E	L'Ay de sa source à l'embouchure & bassins côtiers	non
186	La Sienne de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers	non	186A	La Sienne de sa source au confluent la soulles & le Thar & bassins côtiers	non
			186C	La Sienne du confluent de la Soulle (inclus) à l'embouchure	non
			186E	Le ruisseau du Boscq de sa source à l'embouchure & bassins côtiers	non

Illustration 23 - Entités NV1 et NV2 du "thème Socle" en Basse-Normandie

3.3.3. Entités NV1 du socle

Au nombre de 9, elles regroupent les entités NV2 au sein de secteurs hydrographiques de la BD Carthage (illustration 23).

Par exemple les entités NV2 180A et 180C constituent l'entité NV1 codée 180, correspondant au secteur hydrographique " *La Vire de sa source à l'embouchure*".

3.3.4. Vision nationale du découpage : proposition

Il peut paraître non pertinent de considérer les entités NV1 de socle ainsi définies comme des entités de "niveau national". Elles pourraient alors être considérées plutôt comme des entités de niveau 2 (entités régionales) et regroupées au sein d'une entité unique de niveau national "*Socle de Basse-Normandie*". Les actuelles entités de niveau 2 deviendraient alors des entités de niveau 3.

3.4. ENTITÉS COMPLÉMENTAIRES

Rappelons que les "**Entités complémentaires**" regroupent différents types d'entités qui sont telles qu'elles ne permettent pas de respecter l'homogénéité du référentiel ou qui constituent des cas particuliers difficilement intégrables dans le cadre général du référentiel.

- systèmes alluvionnaires (transverses par rapport aux entités principales)
- formations superficielles, hétérogènes et morcelées,
- altérites cartographiées des zones de socle,
- aires karstifiées délimitées par des traçages,

Dans le référentiel de Normandie ont été intégrées les formations suivantes.

• Systèmes alluvionnaires (illustration 24)

Les alluvions ont été extraites des cartes géologiques harmonisées. Ces formations alluvionnaires comprennent :

- les alluvions récentes (Fz),
- les basses terrasses (Fy),
- les moyennes terrasses (Fx et Fx-y),
- les hautes terrasses (Ft, Fu, Fv, Fw).

La carte géologique distingue aussi les alluvions indifférenciées de l'Orvanne (sud-est de la région).

• Limons des plateaux et formations loessiques (illustration 25)

Les Limons des plateaux, formations du Quaternaire, sont présents partout sur les plateaux crayeux de Haute-Normandie et leur épaisseur peut atteindre 10 m. Pour être en cohérence avec les régions voisines où ces limons sont de moindre importance, le choix a été fait de les intégrer dans la surcouche du référentiel.

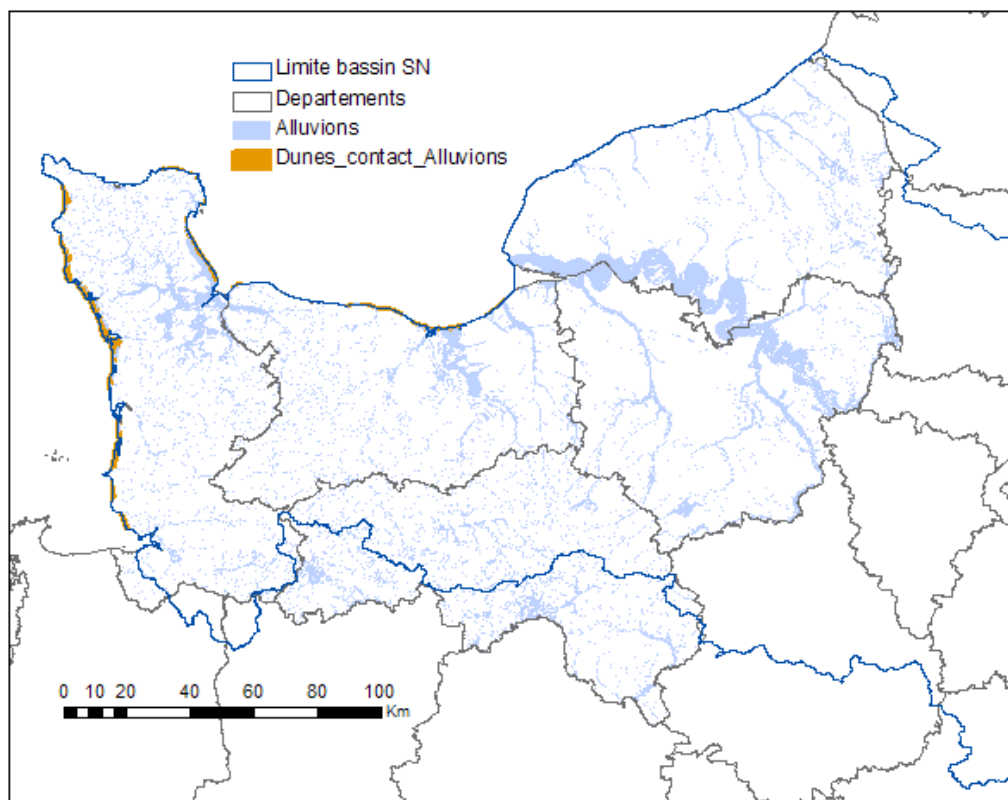


Illustration 24 – Systèmes alluvionnaires et dunes

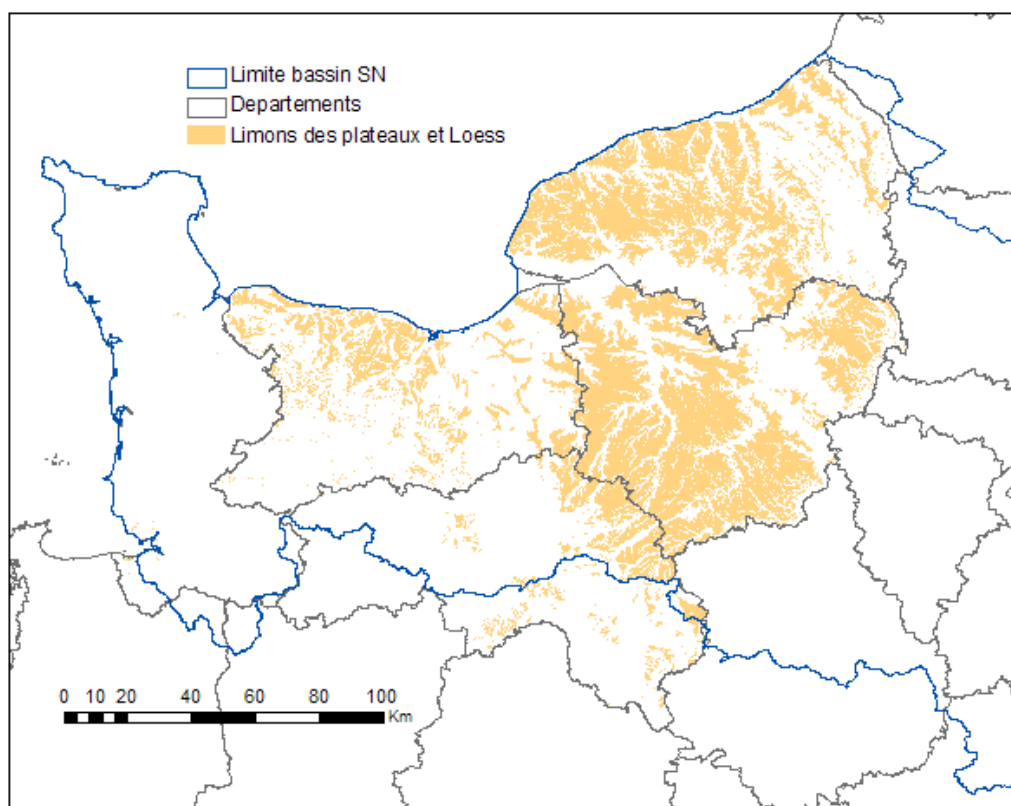


Illustration 25 – Limons des plateaux et formations loessiques

4. Résultats : géodatabase et fiches d'analyse

4.1. GÉODATABASE

Il s'agit d'une géodatabase ArcGis (version 9.31) dont la structure est décrite en détail en annexe 9.

Elle contient la table des polygones représentant les entités et la table des polygones représentant les limites des entités d'ordre 1.

Ces 2 tables (**RHF_Polygones_relatifs** et **RHF_Limites**) sont rangées dans un "Jeu de classes d'entités" (dans le langage ArcGis) appelé **"GEOMETRIE"** (illustration 26).

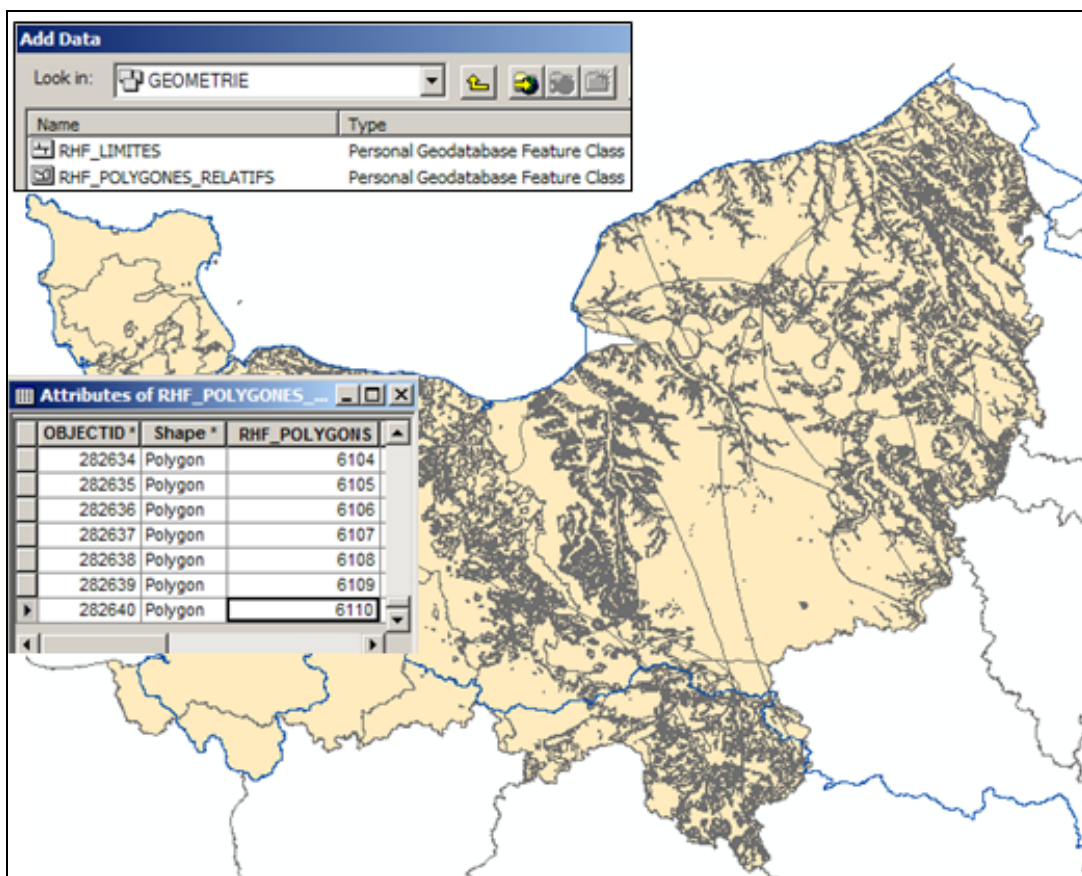


Illustration 26 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap

La géodatabase contient aussi d'autres tables, sans géométrie associée (BDRHF_Table_Murs, BDRHF_Table_Toits, BDRHF_Table_Ordres,...illustration 27). Ces tables sont décrites en annexe 9.

Remarque

Le modèle de gestion du référentiel a été conçu pour réaliser la construction du référentiel à partir des entités de niveau 3. Lorsque seules les entités de niveau 2 sont délimitées, une couche d'entités de niveau 3 est néanmoins créée par duplication des entités de niveau 2 pour que le modèle puisse fonctionner (de façon ascendante : NV3, ensuite NV2 par agrégation des NV3 puis NV1 par agrégation des NV2). Dans ce cas, le code affecté à l'entité se termine par un double 0, par exemple 107A00.

Look in: Referentiel_BDLisa.mdb

RHF_LEXIQUES_VALEURS			
	CHAMP *	CODE *	VALEUR
2	CONTACT	DAAA	Aquifère-Domaine/Aquifère-Aquifère
3	CONTACT	DAAD	Aquifère-Domaine/Aquifère-Domaine
4	CONTACT	DADA	Aquifère-Domaine/Aquifère-Domaine
5	CONTACT	DADD	Aquifère-Domaine/Domaine-Domaine
6	CONTACT	DD	Domaine-Domaine/Domaine-Domaine
7	CONTACT	DDAA	Domaine-Domaine/Aquifère-Aquifère
8	CONTACT	DDAD	Domaine-Domaine/Aquifère-Domaine
9	CONTACT	DDDA	Domaine-Domaine/Aquifère-Domaine
10	CONTACT	DDDD	Domaine-Domaine/Domaine-Domaine
11	ETAT	1	Nappe captive
12	ETAT	2	Nappe libre
13	ETAT	3	Nappe libre et captive
14	ETAT	4	Alternativement libre puis captive
15	LIMITE	A	Ligne de partage des eaux souterraines
16	LIMITE	B	Limite étanche
17	LIMITE	C	Ligne d'affluence d'un aquifère captif à un
18	LIMITE	D	Ligne d'affluence des eaux de formations
19	LIMITE	E	Ligne de sources de déversement
20	LIMITE	F	Ligne de débordement continue ou discon

Illustration 27 - Tables non géométriques de la géodatabase

La structure de la géodatabase est conforme à celle d'un Système de Gestion de Base de Données Relationnelle (SGBDR). Son exploitation est facilitée par une boîte à outils pilotée par un menu général (illustration 28).

1:1 832 857

100% Editor Task: Create New Feature Target:

UserForm1 Version 1.0

BDLISA

Choix d'une entité pour un niveau d'analyse

Niveau local Niveau régional Niveau national

Entité 104A00

104A00 Sables et argiles du Bour
104C00 Sables et Faluns du Mio-l
107C00 Sables de Fontainebleau
110A00 Marnes vertes et supra-g
113P00 Marnes et Caillasses du l
113R00 Calcaires grossiers du L
119B00 Sables du Thanétien (Pal
119E00 Argiles à silex sur calca

Par son emprise Par ses limites

Fiche PDF Exporter

Représenter les formations du mur

Choix Pour le 119E00 Argiles à silex sur calca

de recouvrement 1 OK

Affichage des limites affleurantes

Représenter les limites affleurantes du niveau courant Limites de niveau

Coupes

Espace de travail \\Res002\Projets\Eau\BDRHF V2 SNNORMANDIE\A REFERENTIEL LISA Norm

Illustration 28 - Interface utilisateur de la géodatabase

L'icône en forme de rectangle gris en haut à gauche du ? permet d'appeler le menu

L'illustration 29 présente un exemple de sélection d'entité (121A, Craie du Séno-Turonien) effectuée à partir du menu ci-dessus (illustration 28, "Représenter l'entité par son emprise").

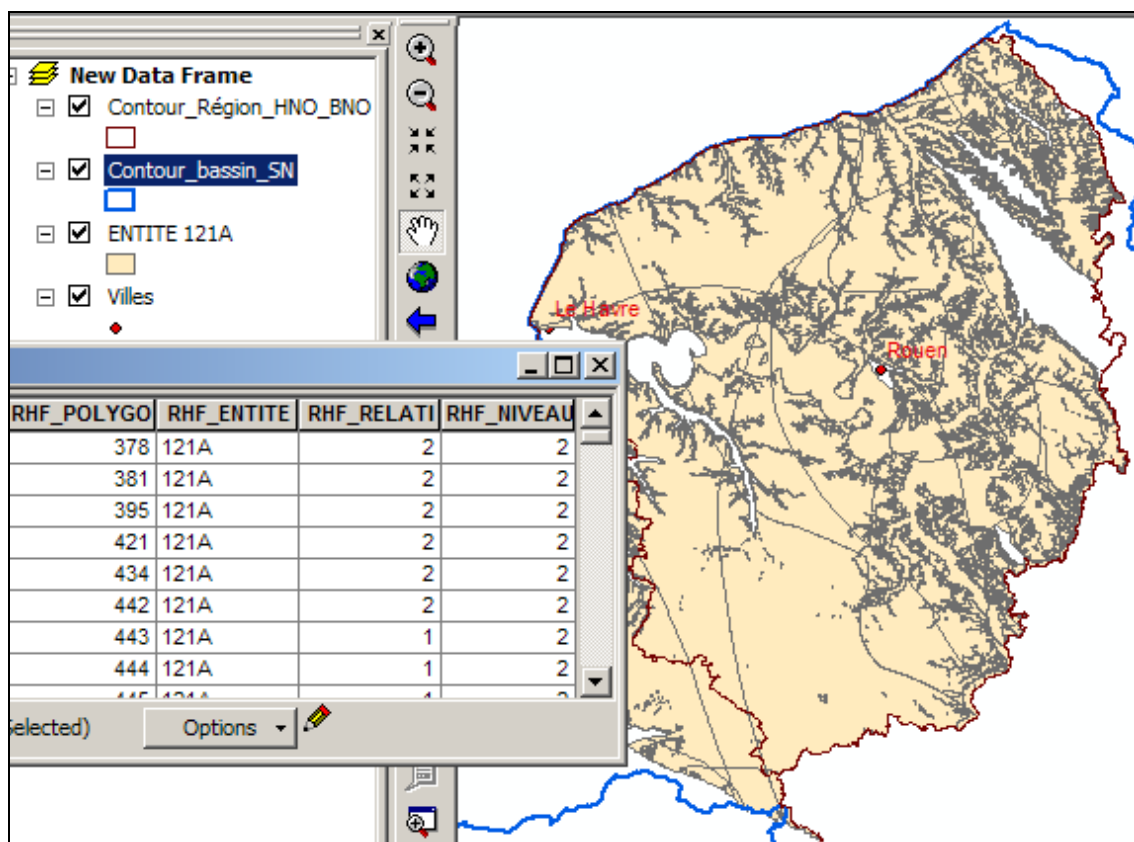
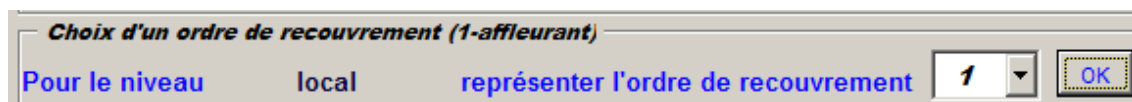


Illustration 29 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 2 via le menu général

La table attributaire correspondante contient le numéro d'ordre relatif de chaque polygone constitutif de l'entité, ce qui permet de représenter celle-ci en affectant une couleur à chaque numéro d'ordre et de connaître ainsi le nombre d'entités situées au dessus d'elle, des affleurements jusqu'à sa limite d'extension en profondeur (illustration 30).

Il est aussi possible de sélectionner des entités d'un niveau donné (NV1, NV2, NV3) et d'un certain ordre:



L'illustration 31 présente une vue des entités de niveau 3 et d'ordre 1 (une couleur est affectée à chaque entité).

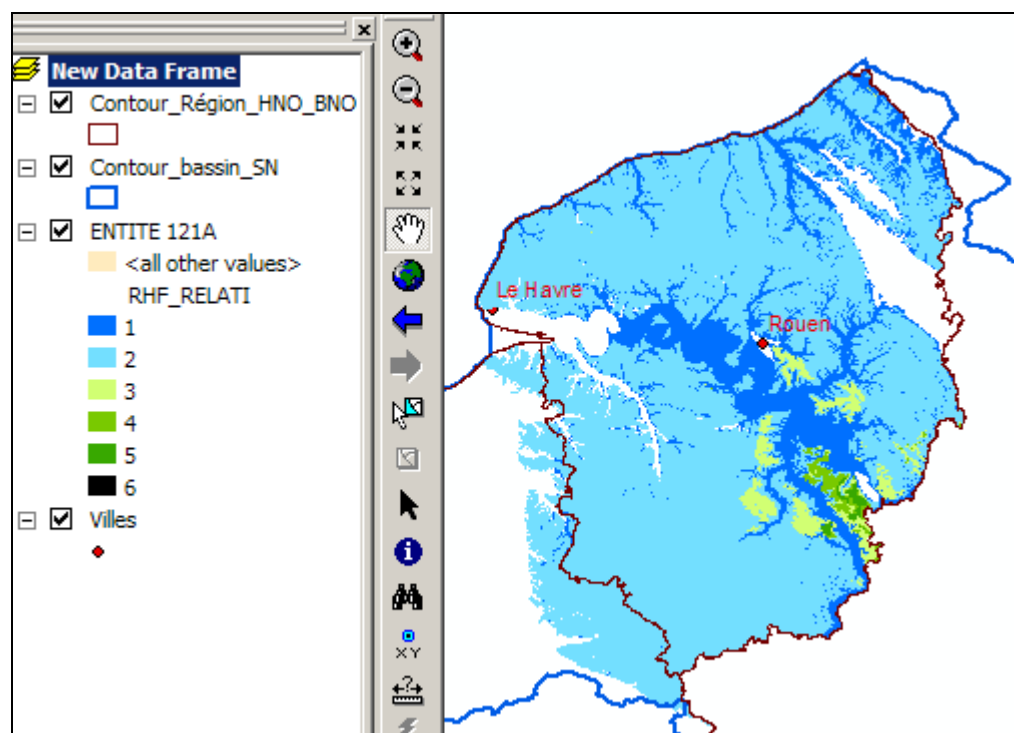


Illustration 30 - Cartographie d'une entité de niveau 2 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs)

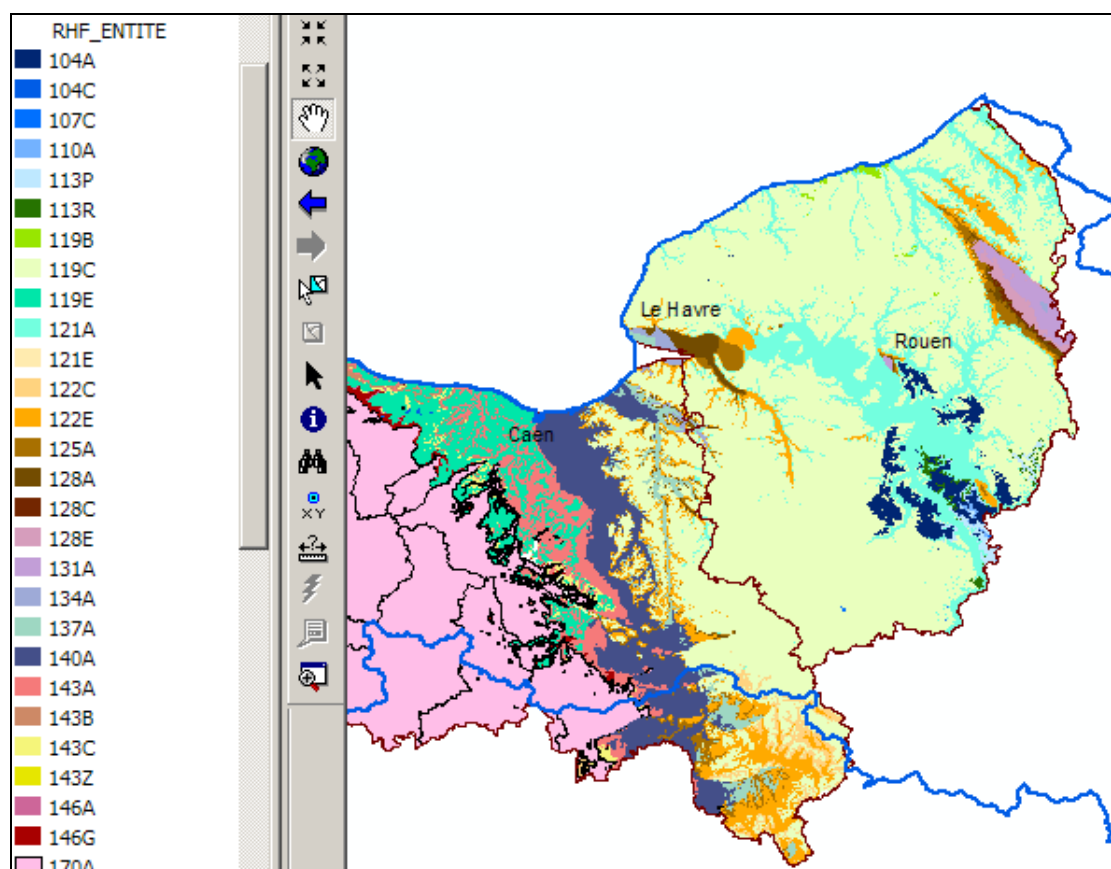
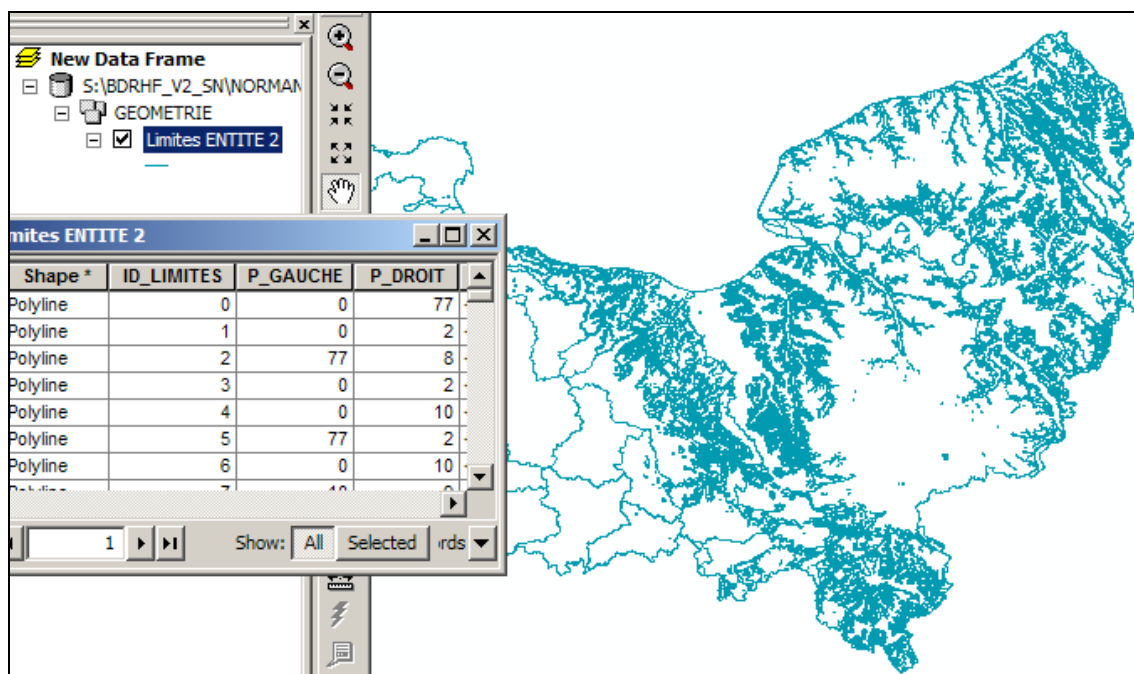


Illustration 31 - Exemple de sélection: entités de niveau 2 et d'ordre 1 (en rose le socle, entités de code > 169)

Limites et table attributaire associée

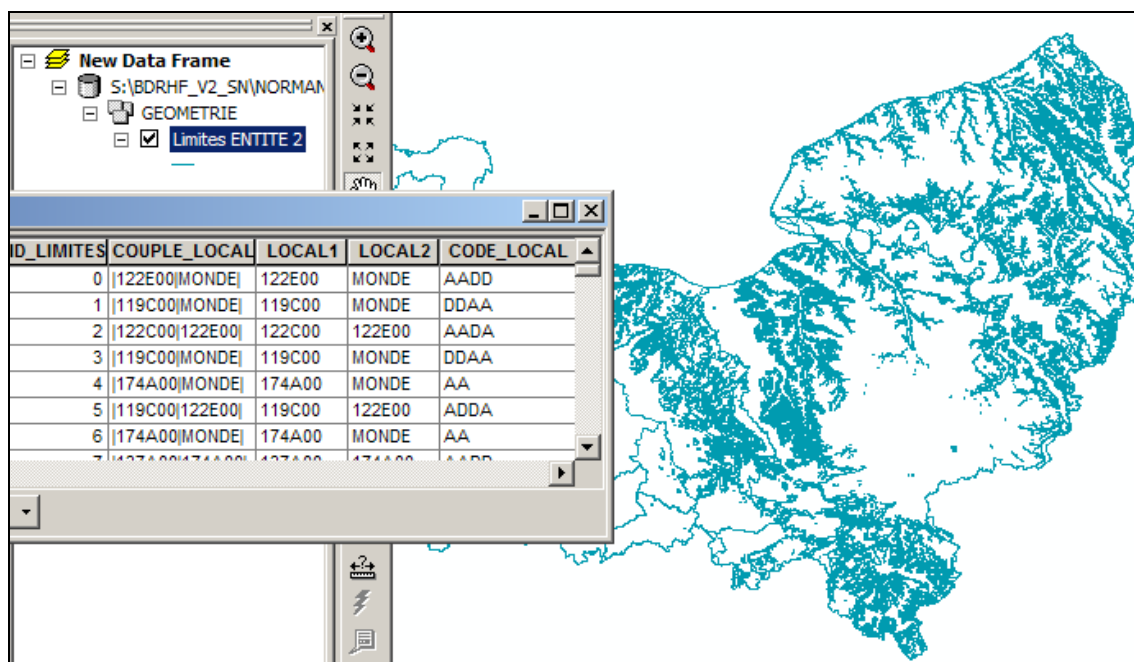
Elles sont aussi accessibles par le menu général. La table des limites contient l'identifiant des limites (champ ID_LIMITES) et l'identification des polygones situés de part et d'autre d'une limite (champs P_GAUCHE et P_DROIT).



Shape *	ID_LIMITES	P_GAUCHE	P_DROIT
Polyline	0	0	77
Polyline	1	0	2
Polyline	2	77	8
Polyline	3	0	2
Polyline	4	0	10
Polyline	5	77	2
Polyline	6	0	10

Illustration 32 - Table des limites identifiant les polygones situés de part et d'autre d'une limite

Cette table contient aussi la nature des contacts entre entités (illustration 33).



ID_LIMITES	COUPLE_LOCAL	LOCAL1	LOCAL2	CODE_LOCAL
0	[122E00 MONDE]	122E00	MONDE	AADD
1	[119C00 MONDE]	119C00	MONDE	DDAA
2	[122C00 122E00]	122C00	122E00	AADA
3	[119C00 MONDE]	119C00	MONDE	DDAA
4	[174A00 MONDE]	174A00	MONDE	AA
5	[119C00 122E00]	119C00	122E00	ADDA
6	[174A00 MONDE]	174A00	MONDE	AA

Illustration 33 - Table des des limites contenant la nature des contacts entre entités

4.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS

Le modèle de gestion permet d'éditer automatiquement (illustration 34) pour chaque entité une fiche au format pdf permettant d'analyser les "relations" de l'entité avec ses voisines et de vérifier la cohérence de l'assemblage 3D effectué par le modèle de gestion.

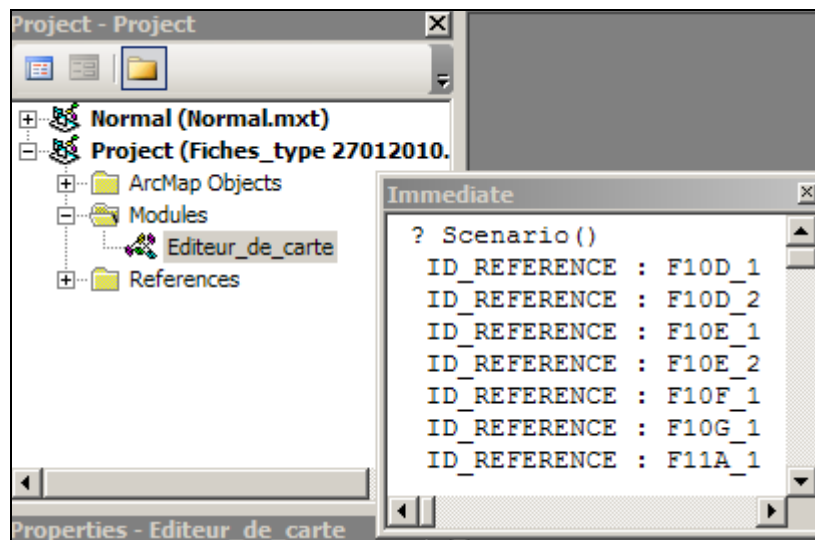


Illustration 34 - Editeur de cartes du modèle de gestion du référentiel

Une fiche d'analyse est constituée de plusieurs blocs d'informations. Les illustrations 32 et 33 fournissent un exemple pour une entité de niveau 3 ("*Craie marneuse du Turonien*").

- Sur la partie gauche de la fiche (illustration 35), l'entité est représentée par une gamme de couleurs qui permet de la repérer verticalement dans la succession des couches qui la recouvrent, chaque couleur correspondant à un ordre de recouvrement.
- La carte de la partie droite de la fiche (illustration 36) représente l'emprise de l'entité de niveau 2 (et celle de niveau 1) à laquelle appartient l'entité de niveau 3

Remarque: une entité NV2 pouvant être uniquement le regroupement sur une verticale d'entités NV3 sus-jacentes ou sous-jacentes d'extension moindre, l'emprise NV2 peut être identique à l'emprise NV3 (de même pour l'emprise NV1).

La superficie des parties affleurantes (ordre 1) et des parties sous recouvrements (ordre 2, ordre 3,...), en % de la superficie totale de l'entité, est fournie dans le bloc intitulé "*Ordre / Part %*" à gauche de cette carte.

- Les blocs intitulés "*Toit*" et "*Mur*" listent les entités situées directement au dessus de l'entité considérée (les "toits") ainsi que les entités situées directement au dessous (les "murs"), avec en vis-à-vis les superficies des entités constituant ces toits et murs.
- Le bloc intitulé "*Limites affleurantes de long. >1 km*" fournit la liste des entités mitoyennes de l'entité considérée (à l'ordre 1), la nature des contacts (cf § 2.4.2 et annexe 9) et la longueur (en km) de chaque tronçon de limite partagée.

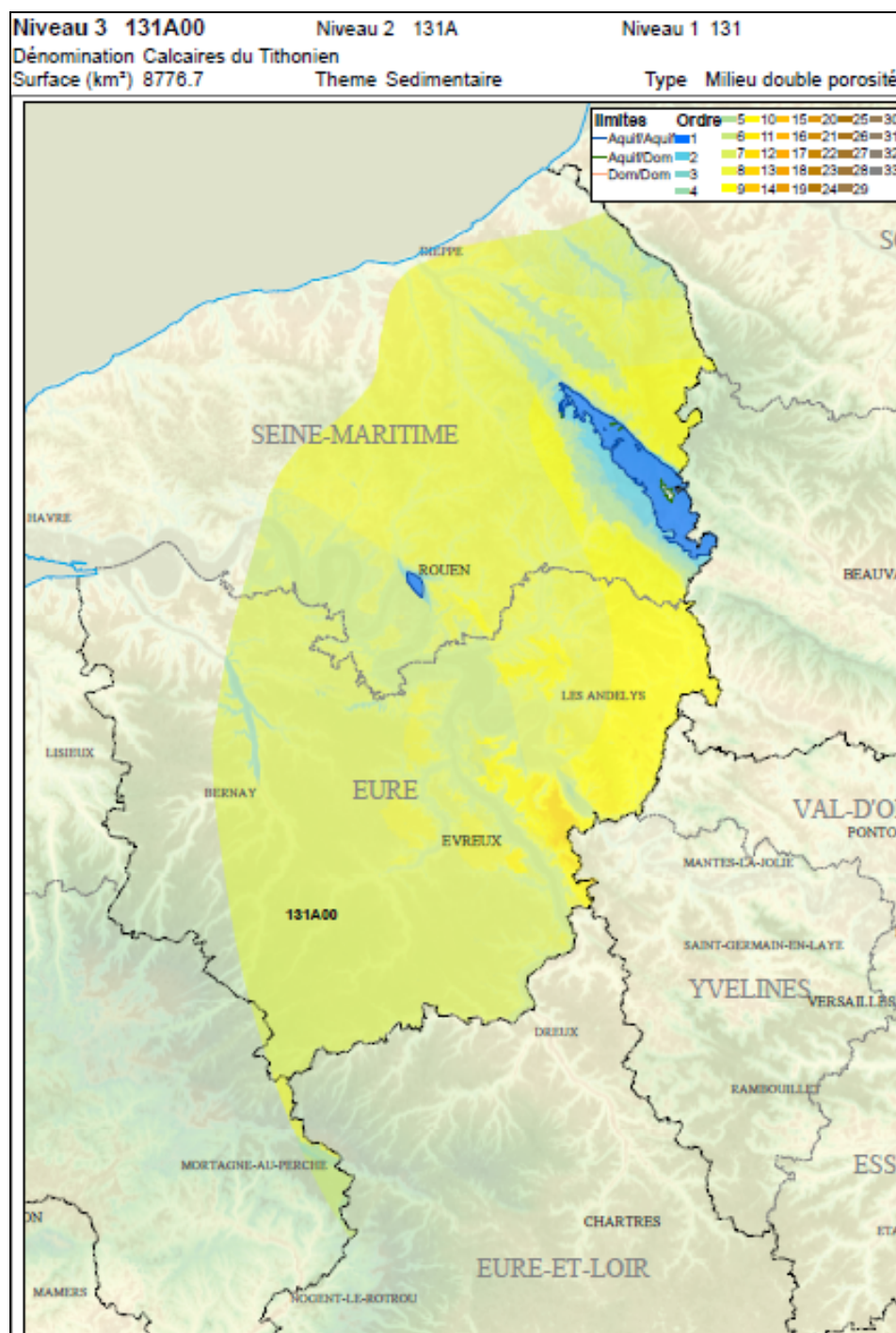


Illustration 35 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche)

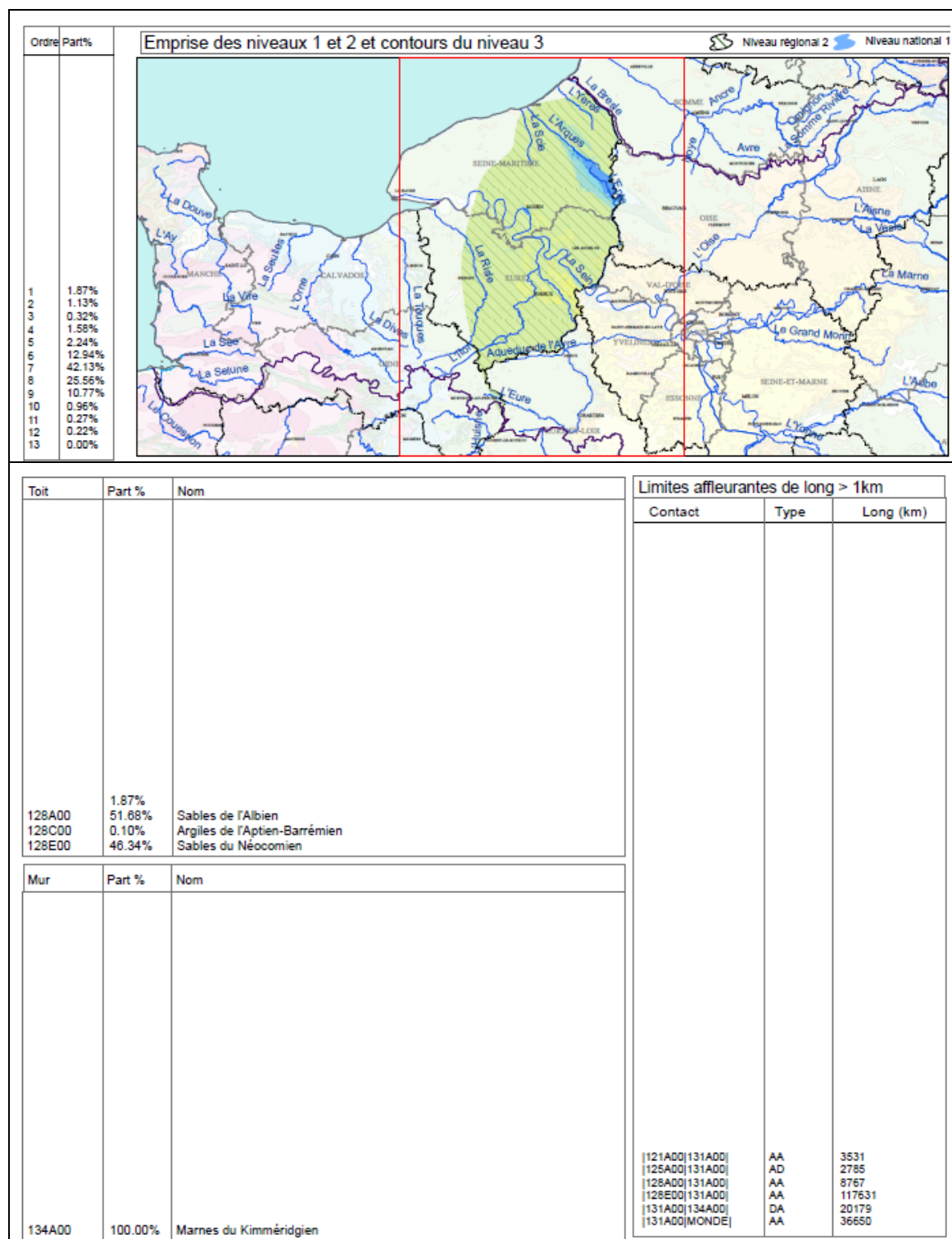


Illustration 36 - Exemple de fiche descriptive (partie droite) d'une entité

5. Conclusion

Dans les régions Haute-Normandie et Basse-Normandie, à partir des cartes géologiques harmonisées (échelle du 1/50 000), des logs validés de forages et de critères hydrogéologiques, ont été identifiées et délimitées :

- **50 systèmes aquifères ou domaines hydrogéologiques du niveau régional (NV2) : 29 en domaine sédimentaire et 24 en domaine de socle ;**
- **27 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1) : 18 en domaine sédimentaire et 9 en domaine de socle.**

A ces entités dites "principales" s'ajoutent les systèmes alluvionnaires (entités "complémentaires") , qui constituent une surcouche du référentiel.

Ces entités, "principales" et "complémentaires", sont actuellement intégrées dans une "géodatabase" ArcGis (version 9.31) à laquelle est associée un "modèle de gestion", à la fois outil d'analyse (vérifiant la cohérence topologique 3D de l'ensemble des entités) et outil d'accès aux entités par l'intermédiaire d'un menu permettant d'effectuer de nombreuses requêtes.

Une harmonisation inter-régionale (régions du bassin Seine-Normandie) est prévue à la suite de ce rapport. Elle portera en particulier sur :

- les raccordements des entités d'une région à l'autre,
- le nom des entités et leur code (codification nationale).

Λ

6. Bibliographie

Rapports consultés pour la délimitation des entités

Arnaud L., Mardhel V., Coueffé R., Tourlière B. – 2007 – Atlas hydrogéologique numérique du Calvados. Volet cartographique. Rapport BRGM/RP-55670-FR.

BRGM – 1980 – Synthèse géologique du Bassin de Paris. Publié par Claude Mégnien, Mémoires du BRGM n°101, 102 et 103.

Couëffé R., Arnaud L. – 2006 – Pour une identification de l'aquifère albo-aptien en forages dans le cadre de recherche d'eau en Haute-Normandie – Propositions du BRGM. Rapport BRGM/RP-55338-FR.

Dugué O., Fily G. et Rioult M. – 1997 – Université de Caen – Le Jurassique des côtes du Calvados. Biostratigraphie, Sédimentologie, Paléoécologie, Paléogéographie et Stratigraphie séquentielle.

Equilbey E. et al. – 2004 – Atlas hydrogéologique numérique de l'Eure. Volet cartographie de l'aquifère de la craie. Rapport BRGM/RP-52989-FR.

Juignet P., 1974. La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif Armoricaire. Thèse d'état, Université de Caen, 2 vol., 786 p.

Vernoux J.F. – 2000 – Ressources en eau souterraine de l'Isthme du Cotentin. Synthèse des connaissances. Rapport BRGM/R40824.

Vernoux.J.F., Maget P., Donsimoni M., Blanchin R., Afzali H., Vairon J. – 1997 - Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris. Rapport BRGM RP-39702-FR.

Rapports de la phase 1 de construction du référentiel

Petit V., Hanot F., Pointet T. (2003) – Référentiel hydrogéologique BD RHF. Guide méthodologique de découpage des entités. Rapport BRGM RP-52261-FR.

Petit V. (2004) – BDRHF - Découpage préalable et global. CDRom des documents. Présentation du contenu. Rapport BRGM/RP-53127-FR.

SANDRE (2004) – Description des données sur le référentiel hydrogéologique. Version 08 du 03/05/2004.

Annexe 1 - Tableaux multi-échelles (Sédimentaire et Socle)

NV1			NV2						
Nom Entité NV1 de rattachement aux entités NV1 du BP	Code BP NV1	Ordre BP NV1	Code	Nom Entité NV2 Normandie	Ordre	Thème	Nature	Milieu	Etat
				SURCOUCHES					
				Alluvions + limons des plateaux					
GDH du Mio-Pliocène du BP	104	100	104A	Sables et argiles du Bourbonnais	100	2	3	1	2
			104C	Sables et Faluns du Mio-Pliocène	200	2	3	1	2
GSM de l'Oligo-Miocène du BP	107	300	107C	Sables de Fontainebleau	400	2	3	1	2
GDH de l'Oligocène inf. à l'Eocène sup. (Sannoisien au Ludien) du BP	110	700	110A	Marnes vertes et supra-gypseuses	700	2	4	1	
			113P	Marnes et Caillasses du Lutétien supérieur	1300	2	4	1	
GSM de l'Eocène du BP	113	800	113R	Calcaires grossiers du Lutétien	1400	2	3	4	
GDH des Argiles de l'Yprésien inf. (Sparnacien) du BP	116	1700	119B	Sables du Thanétien (Paléocène)	1800	2	3	1	
			119C	Argiles à silex	1900	2	4	1	
GSM du Paléocène du BP	119	1800	119E	Argiles à silex sur calcaires jurassiques	1900	2	4	1	
			121A	Craie du Turonien sup. au Campanien (Séno-Turonien)	2100	2	3	4	2
GSM du Campanien au Turonien (Séno-Turonien)	121	2050	121E	Craie marneuse du Turonien	2200	2	3	4	2
			122C	Sables du Cénomanien (sables du Perche)	2370	2	3	1	3
GSM du Cénomanien à l'Albien sup. du BP	122	2350	122E	Craie glauconieuse du Cénomanien	2400	2	3	4	2

GDH des Argiles, Marnes et Gaizes du Cénomanien inf. et de l'Albien sup. du BP	125	2500
GSM du Crétacé inf. du BP	128	2700
GSA du Tithonien du BP	131	3000
GDH des Marnes du Kimmeridgien du BP	134	3100
GSA du Kimmeridgien à l'Oxfordien sup. du BP	137	3200
GDH des Marnes du Callovien du BP	140	3300
GSM du Jurassique moyen (Dogger) du BP	143	3400
GDH du Jurassique inf. (Lias) du BP	146	3900
GSM du Trias du BP	149	4150
Sédimentaire ancien du BP	151	4300

125A	Argiles du Gault, Marnes et Gaizes du Cénomanien inf.	2500	2	4	1	
128A	Sables de l'Albien	2700	2	3	1	1
128C	Argiles de l'Aptien-Barrémien	2800	2	4	1	
128E	Sables du Néocomien	2900	2	3	1	1
131A	Calcaires du Tithonien	3000	2	3	4	3
134A	Marnes du Kimméridgien	3100	2	4	1	
137A	Calcaires de Oxfordien	3200	2	3	4	3
140A	Marnes du Callovo-Oxfordien	3300	2	4	1	
143A	Calcaires du Bathonien	3400	2	3	4	3
143Z	Sillon marneux	3400	2	4	1	
143B	Marnes du Bathonien inf.	3600	2	4	1	
143C	Calcaires du Bajocien-Aalénien	3700	2	3	4	3
146A	Marnes du Toarcien(Lias sup.)	3900	2	4	1	
146G	Calcaires argileux du Sinémurien-Hettangien (Lias inf.)	4000	2	3	1	3
149C	Calcaires, Sables et Argiles du Trias	4180	2	3	1	3
151K	Schistes et Grès du Carbonifère et du Permien	4300	3	4	2	

NV1								NV2							
Code	Libellé Provisoire Entité	Ordre	Thème	Nature	Etat	Milieu	Inter-Régional	Code	Libellé Provisoire Entité	Ordre	Thème	Nature	Etat	Milieu	Inter-Régional
251	La See et la Selune de leurs sources a leurs embouchures	5000	3	2	2	2	oui Bre	251A	La Sée de sa source à l'embouchure	5000	3	4	2	2	non
252	Cotiers du Couesnon (c) a la Rance ©	5000	3	2	2	2	oui Bre	251B	La Sélune de sa source à l'embouchure, l'Airon	5000	3	4	2	2	oui Bre
255	La Sarthe de sa source a la Maine & la Maine jusqu'a la Loire (nc) & la Mayenne de la Vieille Maine (c) a la Maine	5000	3	2	2	2	oui Bre	252A	Le Couesnon de sa source à la mer	5000	3	4	2	2	oui Bre
257	La Mayenne de sa source à la Vieille Maine (nc)	5000	3	2	2	2	oui Bre	255A	La Sarthe de sa source a la Maine (nc), la Bienne, la Vegre, l'Erve, la Maine de la Mayenne (nc) a la Loire (nc)	5000	3	4	2	2	oui Bre
178	L'Orne de sa source à l'embouchure	5000	3	2	2	2	non	257A	La Mayenne de sa source a la Vieille Maine (nc), l'Ernee, l'Aron	5000	3	4	2	2	oui Bre
179	La Seulles de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers	5000	3	3	2	2	non	257B	La Varenne & ses affluents, la Colmont	5000	3	4	2	2	oui Bre
180	La Vire de sa source à l'embouchure	5000	3	2	2	2	non	178A	L'Orne de sa source à l'embouchure	5000	3	4	2	2	non
182	La Douve de sa source à l'embouchure	5000	3	2	2	2	non	178C	L'Orne du confluent de la Rouvre (inclus) au confluent du Noireau (exclu)	5000	3	4	2	2	non
184	La Divette de sa source a l'embouchure & bassins côtiers compris entre l'embouchure de la Douve et l'embouchure de la Sienne	5000	3	2	2	2	non	178E	Le Noireau de sa source au confluent de l'Orne (exclu)	5000	3	4	2	2	non
186	La Sienne de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers	5000	3	2	2	2	non	178I	Zone de socle dans le bassin de la Dives de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers	5000	3	4	2	2	non
								179A	La Seulles de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers	5000	3	4	2	2	non
								180A	La Vire de sa source au confluent de l'Aure et la Vire de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers	5000	3	4	2	2	non
								180C	L'Aure de sa source au confluent de la Vire (exclu) et les bassins côtiers compris entre les bassins côtiers de la Seulles (exclu) et l'embouchure de la Vire (exclu)	5000	3	4	2	2	non
								182A	La Douve de sa source au confluent de la Sève	5000	3	4	2	2	non
								182C	La Douve du confluent de la Sève à l'embouchure	5000	3	4	2	2	non
								184A	La Divette de sa source a l'embouchure & bassins cotiers	5000	3	4	2	2	non
								184C	Les bassins côtiers compris entre l'embouchure de la Diélette (exclu) et l'embouchure de l'Ay (exclu)	5000	3	4	2	2	non
								184E	L'Ay de sa source a l'embouchure & bassins cotiers	5000	3	4	2	2	non
								186A	La Sienne de sa source au confluent la soulles & le Thar & bassins cotiers	5000	3	4	2	2	non
								186C	La Sienne du confluent de la Soulle (inclus) à l'embouchure	5000	3	4	2	2	non
								186E	Le ruisseau du Boscq de sa source a l'embouchure & bassins cotiers	5000	3	4	2	2	non

Annexe 2 – Extraits des atlas numériques du Calvados et de l'Eure

Atlas hydrogéologique numérique du Calvados. Volet cartographique
BRGM/RP-55670-FR (2007)

Atlas hydrogéologique numérique de l'Eure .Volet bilan quantitatif
BRGM/RP-52988-FR (2004)

1. AQUIFÈRES DES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES DANS LE DÉPARTEMENT DU CALVADOS

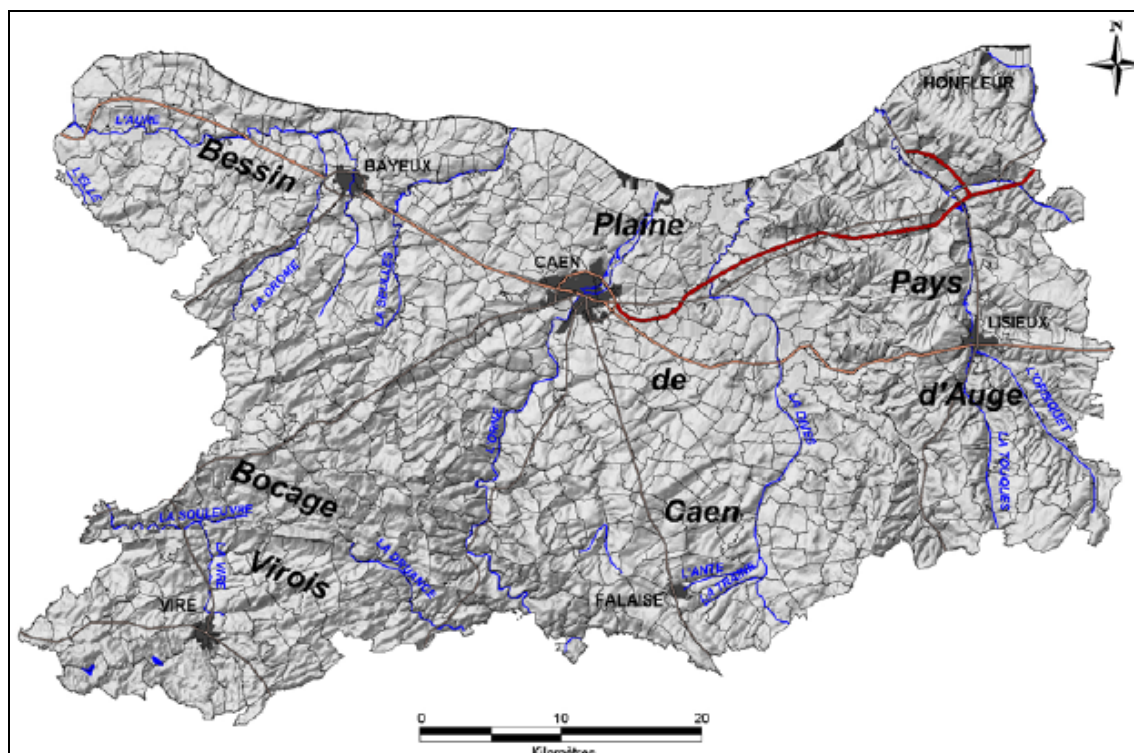


Illustration – Carte de présentation du département du Calvados (Sources : MNT pas de 50 m et BD Carto IGN©)

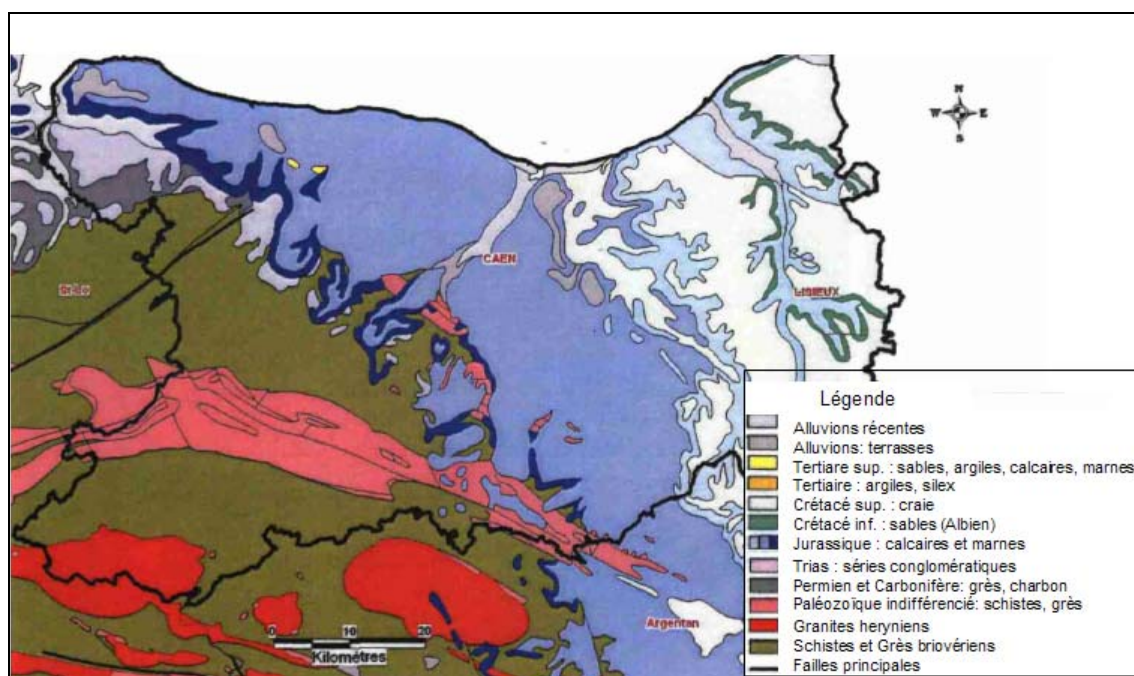


Illustration – Carte géologique simplifiée du Calvados (source: BRGM)

1. 1. Aquifère de la Craie glauconieuse du Cénomanien

Dans le département du Calvados, l'aquifère du Crétacé est essentiellement formé par la craie glauconieuse du Cénomanien, moyennement fissurée, au-dessus des couches argilo-glauconieuses de base (Albien à Cénomanien) qui correspondent au mur de l'aquifère (Illustration). Ces terrains forment une bande de plateaux constituant les hauteurs du Pays d'Auge.

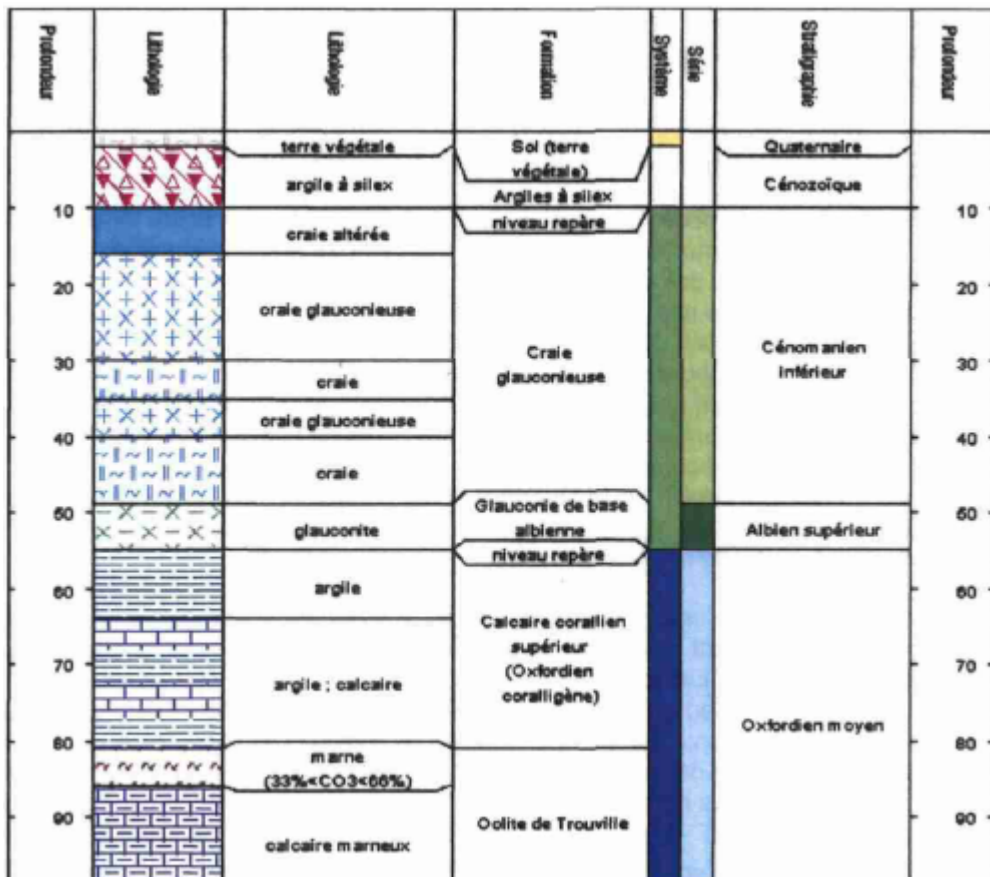


Illustration - Log géologique validé selon le Référentiel Géologique de France de l'ouvrage 01216X0152 (source : BRGM)

Cette nappe est recoupée par deux masses d'eau souterraine dans le département du Calvados : MESO 3212: "Craie et marnes du Lieuvin-Ouche - Bassin versant de la Risle" : cette masse d'eau concerne l'aquifère de la craie (Cénomanien au Turonien) sur une très faible partie du Calvados (extrême nord-est) ; MESO 3213: "Craie et marnes du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge, bassin versant de la Touques" : correspondant à l'aquifère crayeux circonscrit au bassin versant de la Touques.

1.2. Aquifère des Calcaires de l'Oxfordien

Cet aquifère est composé des formations carbonatées oolithiques ou coralligènes de l'Oxfordien moyen à supérieur (Calcaire d'Auberville, Calcaire oolithique de Trouville / de Lisieux, Coral Rag, Calcaire de Blangy, Calcaire à Astartes) et des formations gréso-carbonatées de l'Oxfordien supérieur (Sables de Glos, Calcaire gréseux d'Hennequeville).

Le mur de l'aquifère est constitué par les marnes callovo-oxfordiennes : Argiles à *Lopha gregarea*, Oolithe ferrugineuse de Villers, Marnes de Villers, Marnes de Dives (Illustration).

Cette nappe est principalement englobée dans la masse d'eau souterraine n° 3213: "Craie et marnes du Lieuvin-Ouche – Pays d'Auge, bassin versant de la Touques"

Dans les vallées de la Touques et de l'Orbiquet, la nappe des calcaires coralligènes est libre sous les alluvions. Au niveau des versants, elle devient progressivement captive sous les marnes du Jurassique supérieur ou les argiles albiennes.

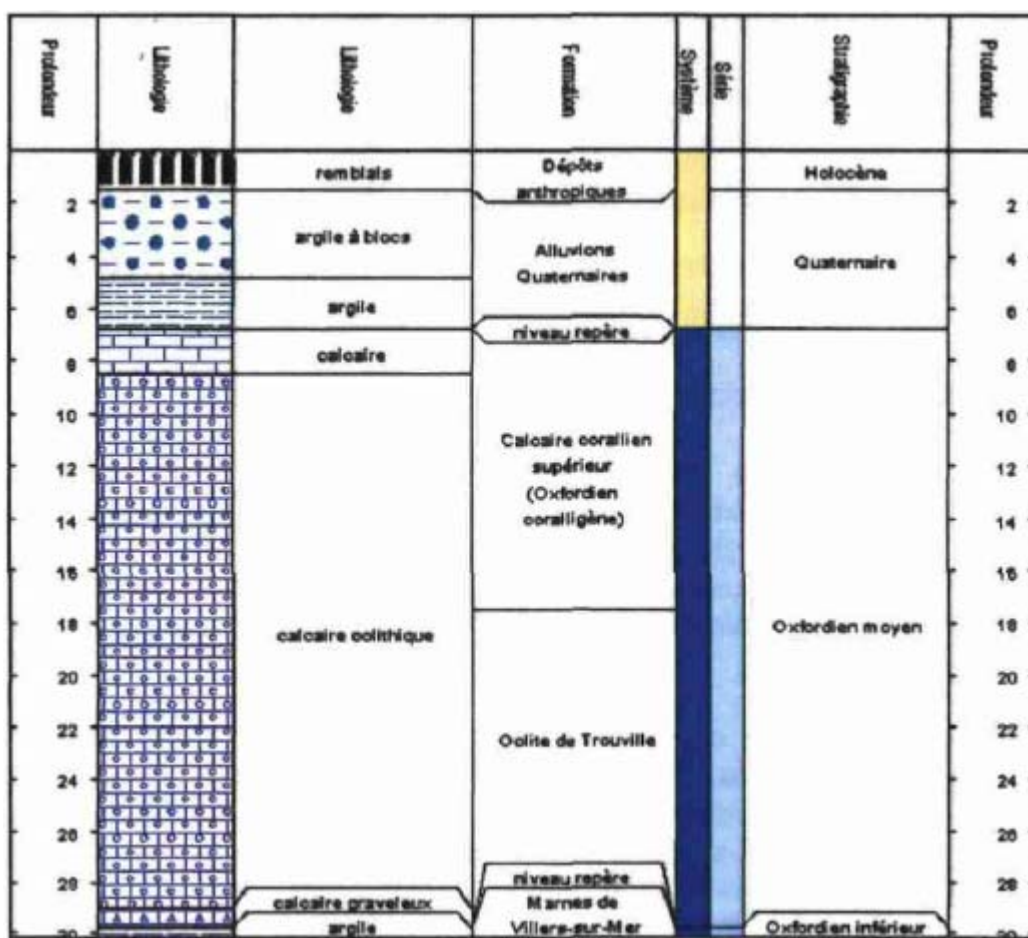


Illustration – Log géologique validé selon le RGF de l'ouvrage 01217X0328, commune de Lisieux, nappe en configuration libre (source : BRGM)

1.3. Aquifère des Calcaires du Bathonien

L'aquifère du Bathonien est en fait un aquifère multicouche constitué de bancs calcaires entrecoupés de caillasses argileuses pouvant cloisonner la nappe. Les formations calcaires et marno-calcaires du Bathonien moyen et supérieur concernées sont : les Calcaires de Caen, les Calcaires de Creully, les Calcaires de Rouvres, les Calcaires de St-Pierre-du-Mont, les Calcaires de Blainville, les Calcaires de Bon-Mesnil, les Calcaires de Ranville, les Calcaires de Langrune, la Caillasse de Fontaine-Henry, la Caillasse de Blainville et la Caillasse de la Basse-Ecarde (Illustration).

Ces calcaires renferment une nappe libre importante mais qui devient captive sous les argiles calloviennes à l'Est. Le mur de l'aquifère est constitué des marnes du Bathonien inférieur : les Marnes de Port-en-Bessin et les couches de passage dans le Bessin puis les Bancs bleus dans la Plaine de Caen. Vers l'Est, en raison du passage latéral des Marnes de Port-en-Bessin à la Pierre de Caen, les calcaires bathoniens sont en continuité hydraulique avec les calcaires bajociens sous-jacent.

Au titre de la Directive Cadre Européenne, cette nappe est rattachée à la masse d'eau souterraine n°3308 : "Bathonien-Bajocien de la Plaine de Caen et du Bessin".

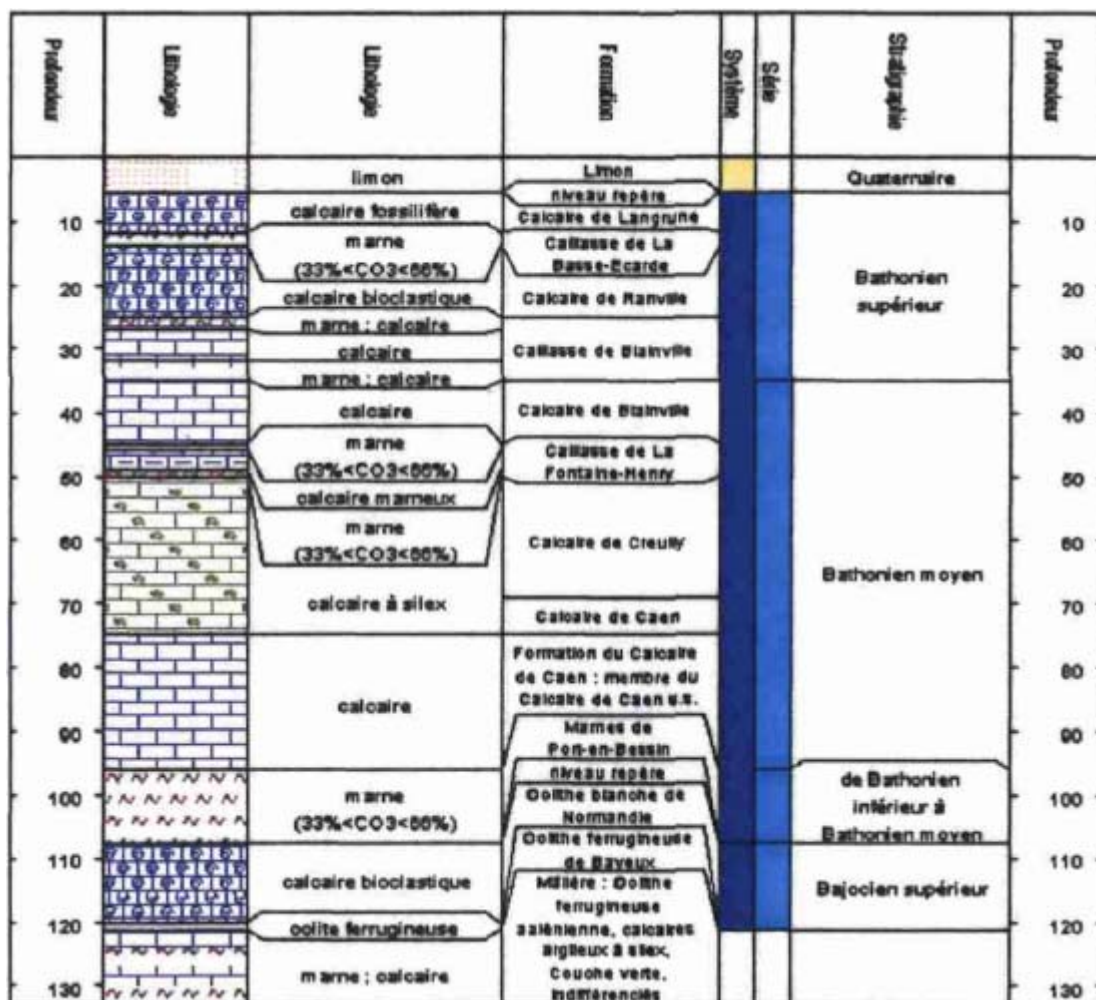


Illustration - 19 : Log géologique validé selon le RGF de l'ouvrage 01194X0005, commune d'Anguerny (source : BRGM)

1.4. Aquifère des Calcaires du Bajocien

L'aquifère dit du Bajocien est constitué des Marnes et Calcaires à Ammonites du Toarcien supérieur, de la Malière aalénienne, des oolithes ferrugineuses aalénienne et bajocienne et des Calcaires à Spongiaires du Bajocien supérieur. Même s'il est communément désigné par aquifère bajocien, il s'étend donc du Toarcien supérieur au Bajocien supérieur. L'aquifère est libre à l'ouest du département où affleurent les calcaires bajociens. Il devient captif sous les Marnes de Port-en-Bessin du Bathonien inférieur et redevient enfin libre en rive droite de l'Orne. Vers le sud-est, les marnes du Bathonien inférieur disparaissent, en effet, progressivement, leur rôle d'écran devient négligeable. Un seul aquifère peut alors être considéré : du Toarcien supérieur au Bathonien supérieur. La limite entre ces deux domaines (disparition des Marnes du Bathonien inférieur) est mal identifiée et représentait un des objectifs de la modélisation géologique proposée dans le chapitre suivant.

La formation des Argiles à Poisson de la base du Toarcien constitue le mur de l'aquifère du Bajocien.

L'aquifère bajocien est associé à l'aquifère bathonien au sein de la masse d'eau souterraine n° 3308 ("*Bathonien-Bajocien de la Plaine de Caen et du Bessin*") classée en ZRE.

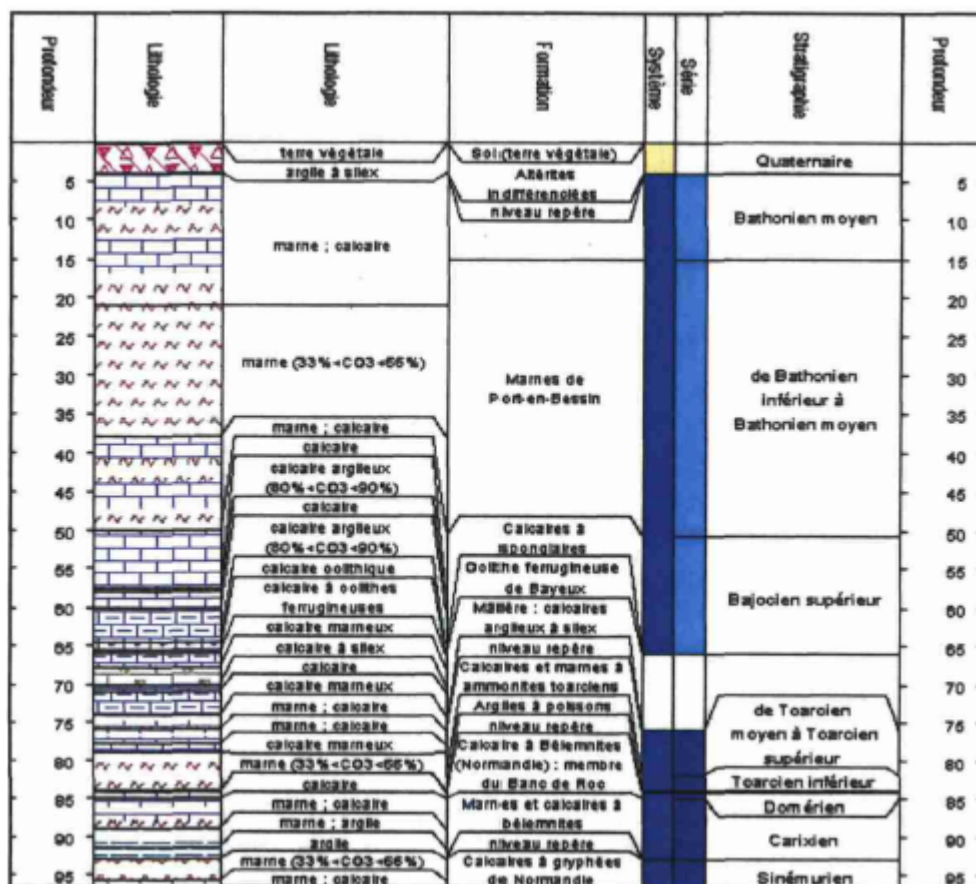


Illustration - Log géologique validé selon le RGF de l'ouvrage 00957X0069 , commune de Colleville-sur-Mer. Nappe en configuration captive (source : BRGM)

1.5. Aquifère des Calcaires argileux du Sinémurien-Hettangien (Lias inf.)

Il s'agit d'un aquifère multicouche qui regroupe les marno-calcaires coquilliers hettangiens (Calcaires et Argiles d'Huberville / de Valognes), les alternances marnocalcaires à Gryphées sinémuriennes, les marno-calcaires fossilifères (Marnes et Calcaires à Bélemnites) et les calcaires ferrugineux (Banc de Roc) du Pliensbachien (Illustration).

Il est rappelé que les marnes et calcaires de l'Aalénien au toarcien supérieur sont associés à l'aquifère du Bajocien. Le mur de l'aquifère du Lias correspond ainsi à la formation des Argiles à poissons (Toarcien inférieur).

Cet aquifère, aux caractéristiques hydrodynamiques très hétérogènes, n'est pas exploité pour un usage AEP.

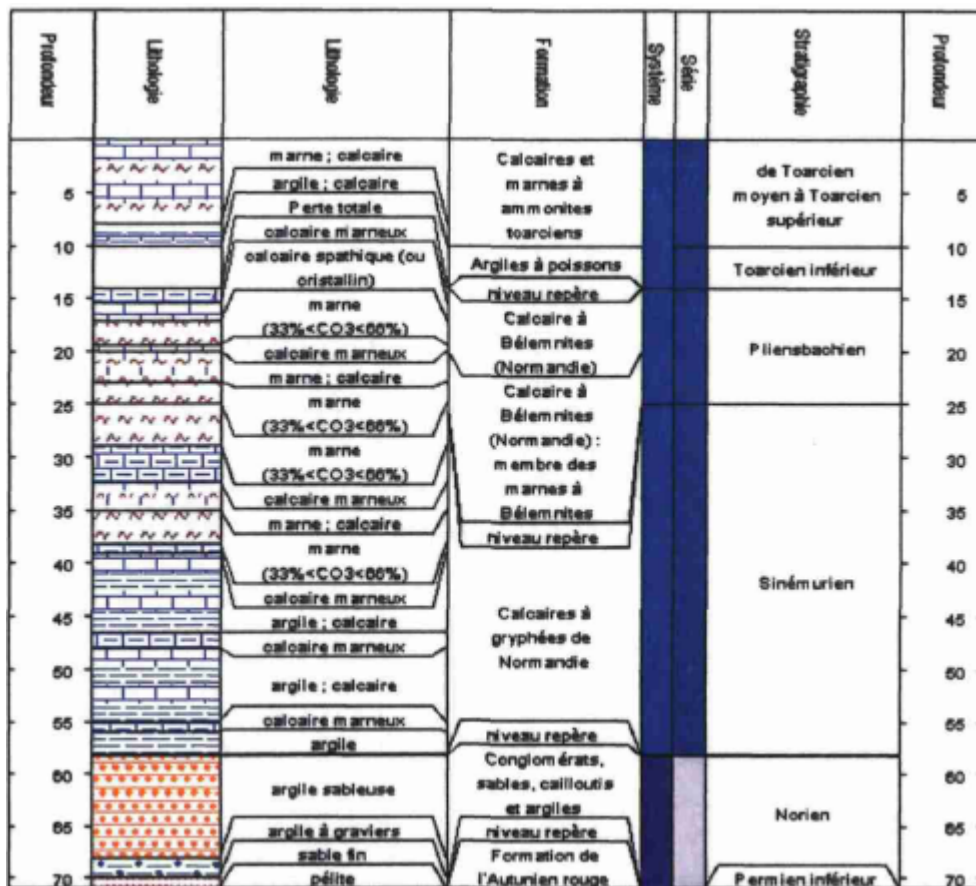


Illustration - Log géologique validé selon le RGF de l'ouvrage 01184X0002, commune de Barbeville (source : BRGM)

1.6. Aquifère des Calcaires, Sables et Argiles du Trias

Les sédiments triasiques sont d'origine continentale, fluviatile ou pédologique et se décomposent en trois faciès principaux (Illustration) :

- les argiles panachées, composées d'argiles pures multicolores pouvant passer latéralement à des sables fins et argileux.
- les "calcrêtes", corps discontinus de calcaires gréseux, de calcaires conglomératiques à galets ;
- les sables et graviers, composés d'une alternance de galets et de sables siliceux.

Ces corps sédimentaires sont lenticulaires et aucune continuité latérale ou verticale entre ces trois faciès ne peut être démontrée : ils sont étroitement imbriqués et l'on passe latéralement à l'un ou l'autre des faciès.

Le potentiel aquifère des formations du Trias est ainsi très hétérogène : seuls les chenaux constitués de dépôts de sables, de graviers, de galets forment localement des aquifères productifs.

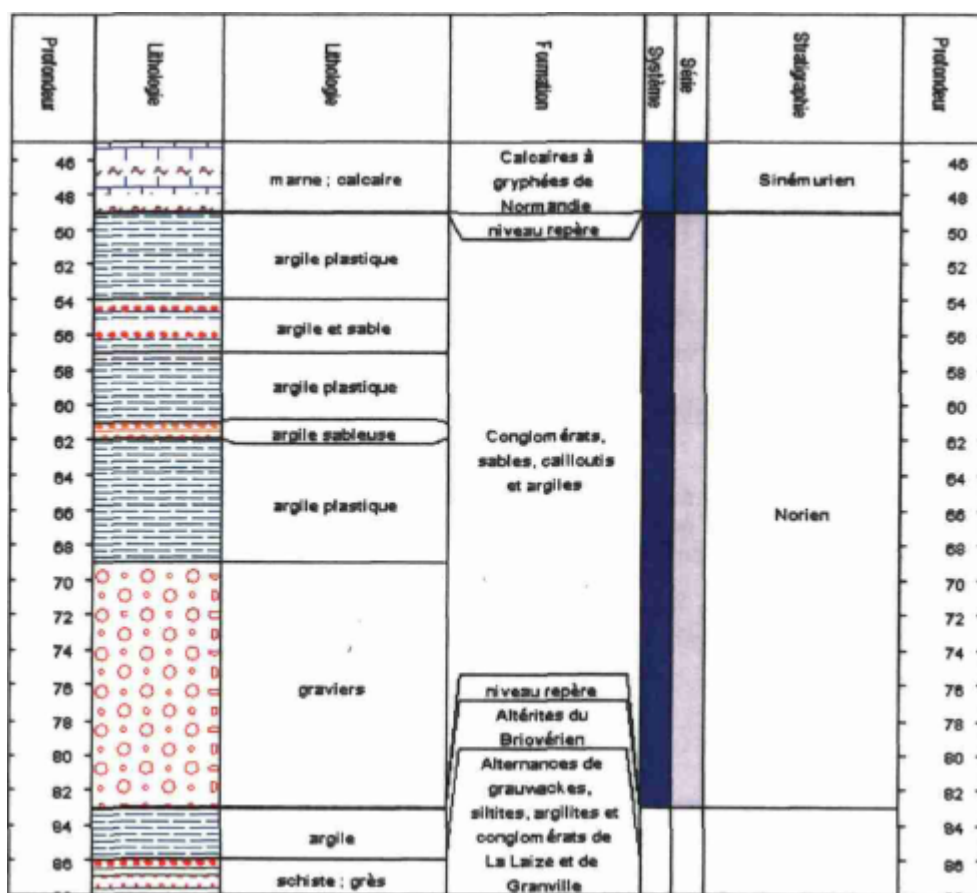


Illustration - Log géologique validé selon le RGF de l'ouvrage 01192X0202, commune de Lingèvres (source : BRGM)

2. AQUIFÈRES DANS LE DEPARTEMENT DE L'EURE

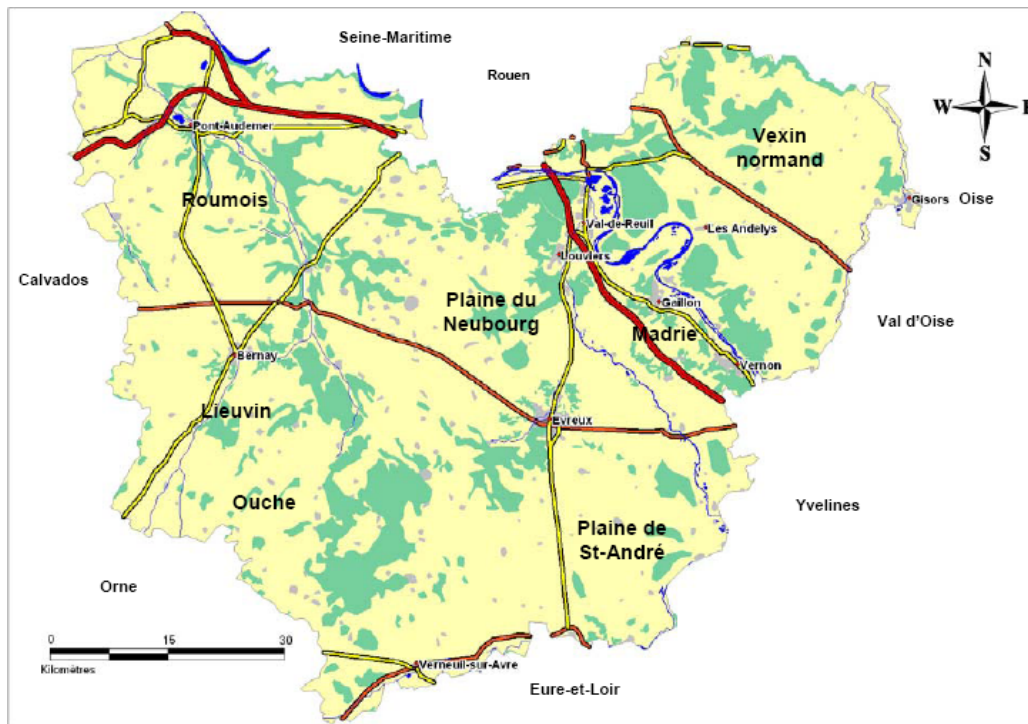
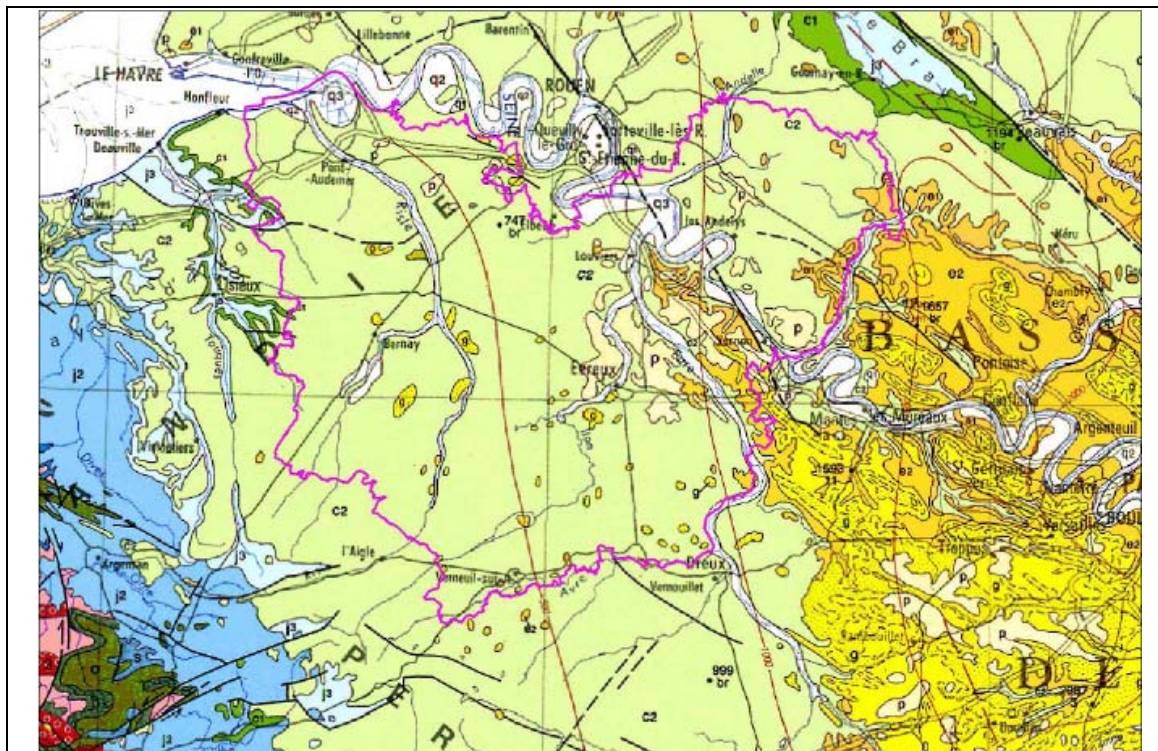


Illustration - Carte de présentation du département de l'Eure (source: Bdcarto)



Terrains en grisé : alluvions. Terrains cénozoïques (tertiaires) du centre du BP en jaune-orange
 Terrains mésozoïques crétacés (verts) et jurassiques (bleus).
 Terrains paléozoïques (bruns) et protérozoïques (roses) du socle armoricain

Illustration - Situation du département de l'Eure dans le contexte du bassin Parisien sur la carte géologique à 1 /1 000 000

2.1. Aquifère de la Craie

L'aquifère crayeux en Haute-Normandie constitue le principal aquifère de la région. Les deux autres réservoirs, qui sont les *Calcaires et les Sables de l'Eocène* sur le plateau de Madrie et les *Sables Verts de l'Albien*, sont très peu utilisés du fait respectivement d'une faible capacité de production et d'une assez grande profondeur (120 à 200 m). Le premier contient une nappe libre, le second une nappe captive.

La surface de l'aquifère crayeux atteint 12.000 km² environ auxquels il faut soustraire 430 km² (Pays de Bray, estuaire de la Seine, plateau de Madrie). Ses limites sont constituées par 370 km de limites à potentiel constant (Manche, Bresle, Epte, Eure, Avre) ; à l'ouest, l'aquifère se prolonge sur le versant oriental de la vallée de la Touques qui constitue une limite d'affleurement.

L'épaisseur de l'aquifère (zone saturée et non saturée), exceptés les effets plus ou moins locaux des accidents structuraux, s'accroît d'une cinquantaine de mètres au SW de la région (limite départementale Eure-Calvados-Orne) à plus de 200 mètres dans la majorité du territoire, pour atteindre une valeur maximale supérieure à 300 mètres dans le Vexin. L'ensemble de ces valeurs est réduit par les effets de l'érosion en vallées.

On schématise la lithologie des différents horizons crayeux ainsi, en âge décroissant :

- craie sableuse du Cénomanien (glaucconieuse à la base),
- craie marneuse du Turonien et du Santonien,
- craie dolomitisée du Coniacien,
- craie tendre du Campanien.

Dans la réalité, les cuttings des forages montrent une grande variation lithologique avec des séquences de bancs donnant des débris très durs ou de craie molle ou de galets de craie durcis englobés dans une matrice pâteuse.

Les principaux accidents structuraux qui affectent le sous-sol crayeux sont l'anticlinal du Bray, la faille de la Seine qui s'écarte de la vallée à Rouen pour passer à Pavilly, Lillebonne, Bolbec et Fécamp et se prolonger dans la Manche avec une direction E-W, l'anticlinal de Bourghéroulde et son compartiment axial effondré, la faille de Pont-Authou/Cormeilles/Blangy-le-Château.

D'autre part, on suppose l'existence d'une flexure au niveau de la vallée de l'Eure et d'accidents orientés NW-SE au Neubourg et à Saint-André-de-l'Eure (masqués par la couverture des formations superficielles dans des secteurs où les sondages géologiques sont rares) responsables de l'approfondissement de la nappe vers la rivière Eure.

De nombreux autres accidents géologiques, connus et répertoriés sur les cartes géologiques ou estimés probables par une argumentation hydrogéologique ou morphologique affectent l'aquifère. On rappelle aussi que les assises crayeuses du Vexin sont affectées par de nombreuses ondulations anticlinales et synclinales qui se prolongent vers le NW et provoquent une certaine fissuration du milieu.

La texture de la craie est modifiée par ces phénomènes : en effet, à chaque fois que les levés cartographiques ou des études ont pu mettre en évidence un accident géologique, une zone de fissures et souvent de circulation rapide des eaux souterraines a été constatée.

2.2. Aquifères des formations tertiaires

Le Tertiaire affleure dans la partie orientale du département de l'Eure, en limite avec les départements de l'Oise, du Val-d'Oise, des Yvelines et de l'Eure-et-Loir, il forme des buttes témoins dans la région de Gisors et le plateau de Madrie (synclinal de l'Eure).

Les nappes des formations tertiaires sont contenues dans une succession de formations aquifères composées de niveaux calcaires et de sables séparés par des niveaux argileux; il s'agit de petites nappes peu épaisses, captives.

Le **Thanétien** correspond à la base du Tertiaire. Son extension géographique est limitée, dans l'Eure, à la région de Gisors et à la limite avec les Yvelines. Ce sont des calcaires récifaux qui passent ensuite à des calcaires argileux.

L'**Yprésien inférieur** (Sparnacien) fait suite au Thanétien. Ce sont des argiles plastiques qui se trouvent vers la base des buttes témoins tertiaires et du plateau de Madrie.

L'Yprésien supérieur est représenté par les sables du Cuisien, des sables argileux à fréquents galets de silex.

L'Yprésien est surmonté par le **Lutétien**, composé par une succession de niveaux calcaires parfois glauconieux et gréseux. Le Lutétien s'achève au niveau des Marnes et caillasses. Le Lutétien correspond au sommet des buttes témoins de la région de Gisors (Vexin normand). Sur le plateau de Madrie, la série se prolonge avec les dépôts du Bartonien.

Au **Bartonien**, ce sont les "*Sables de Beauchamp*" qui entament la série. Ensuite, ce sont d'autres niveaux calcaires avec des intercalations marneuses qui recouvrent les sables, avec les "*Calcaires et Marnes de Saint-Ouen*" et "*Calcaire de Septeuil*" ou Champigny.

Remarque

La formation des "*Sables du Cuisien et du Bartonien*" qui regroupe les "*Sables de Cuise*" (Yprésien supérieur), les *Sables de Beauchamp* (Auversien, Bartonien inférieur) et les *Sables de Mortefontaine* (Marinésien, Bartonien moyen) est de faible extension dans le département de l'Eure. Elle se répartit, d'une part, entre les vallées de l'Eure et de la Seine (Cuisien) et d'autre part en bordure des départements des Yvelines et de l'Eure-et-Loir (Bartonien) dans les environs de Villiers-en-Désœuvre.

Au **Stampien**, les "*Argiles vertes de Romainville*" recouvrent l'ensemble et sont suivies par la série des calcaires de Brie ou de Sannois. Les argiles affleurent localement sur la surface du plateau de Madrie. Les "*Marnes à ostrea*" recouvrent ensuite les argiles localement.

Les **Sables de Fontainebleau** terminent la série tertiaire de l'Eure, au sommet d'une butte témoin qui traverse les communes de Villegats et de Villiers-en-Désœuvre et se prolonge dans les Yvelines.

Après l'émersion des terrains, au Pliocène, les plateaux dans les environs de la vallée de la Seine et de l'Eure (plateau de Madrie, Sud du Vexin et Nord d'Evreux jusqu'à la plaine du Neubourg) ont été recouverts par un placage de dépôts fluviaux issus d'un grand fleuve qui provenait du Massif Central et se dirigeait vers le Nord-Ouest entre Dieppe et Fécamp. Ce sont les sables de Lozère, qui correspondent à des sables grossiers contenant de l'argile.

Le mur de l'aquifère le plus profond est composé par les argiles du Sparnacien, la nappe étant alors contenue dans les formations sableuses du Cuisien, calcaires du Lutétien, Marnes et caillasses, sables de Beauchamp, calcaires de Saint-Ouen et de Champigny. La nappe devient captive lorsque l'aquifère est recouvert par les argiles

vertes du Stampien inférieur. Ces mêmes argiles constituent le mur de la nappe du calcaire de Sannois ou de Brie.

Les Marnes à *ostrea* qui recouvrent cette formation rendent la nappe captive. Enfin, s'est constituée au-dessus de ces marnes, la nappe perchée des sables de Fontainebleau localisée uniquement sur quelques buttes dans le département de l'Eure (communes de Villegats et de Villiers-en-Désœuvre, limitrophes des Yvelines et de l'Eure-et-Loir).

Annexe 3 - Echelle stratigraphique du bassin de Paris

(M. Donsimoni – 1999-2001 – BRGM)

SYSTEMES PERIODES	SERIES EPOQUES	ETAGES	DUREE [M.a.]	AGE [M.a.]	SOUS-ETAGES ou AUTRES DENOMINATIONS	SOUS SOUS-ETAGES	FORMATIONS
QUATERNAIRE	Holocène		10 300 a	10 300 a			Remblais
	Pléistocène						Alluvions récentes
							Alluvions anciennes de basse terrasse
							Alluvions anciennes de moyenne et haute terrasse
							Limos des plateaux
							Limos de fond de vallées sèches
							Colluvions de versants
							Eboulis
			1.629 700	1.64			Sables à silex
NEOGENE			14.66	16.3	Lacune d'émersion du Miocène et du Pliocène (formation des Argiles à silex, Argiles à meulière, Meulières d		
	Miocène (basal)	<i>Burdigalien</i>	5.2	21.5			Sables de Lozère, Sables de Sologne
		<i>Aquitainien</i>	1.8	23.3			Calcaire de Beauce
PALEOGENE ou NUMMULITIQUE	Oligocène	<i>Stampien ou Rupélien</i>			<i>Stampien s.s.</i>		Calcaire d'Etampes
							Sables et Grès de Fontainebleau supérieur
							Sables et Grès de Fontainebleau inférieur
							Falun de Jeurre, Arg. à Corbules, Marnes à Huîtres, Calc. d'Etréchy
					<i>Sannoisien</i>		Calcaire de Sannois
	Eocène	<i>Priabonien</i>	12.1	35.4			Caillasse d'Orgemont
							Argile verte de Romainville
							Glaïses à Cyrènes
					<i>Ludien</i>	<i>Supérieur</i>	Marnes blanches de Pantin, Gypse Marabet
						<i>Moyen</i>	Marnes bleues d'Argenteuil
		<i>Bartonien (s. s.)</i>	3.2	38.6			Gypse 1° masse
							Marnes d'entre deux masses
							Gypse 2° masse
							Marnes à Lucines
							Gypse 3° masse
		<i>Lutétien</i>	7.9	50		<i>Inférieur</i>	Marnes à <i>Pholadomia ludensis</i>
					<i>Marinésien</i>	<i>Marinésien sup.</i>	Gypse 4° masse = Calc. de Noisy-le-Sec ou Marnes à Paludines
							Sables de Monceau, Sables de Cresnes, Sables de Marines
							Calcaire de Saint-Ouen s.s.
					<i>Auvervien</i>	<i>Marinésien inf. et moy.</i>	Sables de Mortefontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ezanville
						<i>Auvervien sup.</i>	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers
						<i>Auvervien inf.</i>	Calcaire de Montagny
					<i>Supérieur</i>		Marnes et caillasses, Calcaire à Cérithes
					<i>Moyen</i>		Calcaire grossier supérieur
							Calcaire grossier moyen
					<i>Inférieur</i>		Calcaire grossier inférieur
							Glaucanie grossière

CRETACE	Paléocène	<i>Thanétien</i>	4	60.5			Sables et Conglomérats de Bracheux
		<i>Dano - Montien</i>					Marnes de Meudon
			4.5	65			Calcaire pisolitique
	Supérieur	<i>Campanien</i>	18	83			Craie blanche à silex
		<i>Santonien</i>	3.6	86.6			Craie blanche à silex
		<i>Coniacien</i>	1.9	88.5			Craie blanche à silex
		<i>Turonien</i>			<i>Supérieur</i>		Craie marneuse grise
					<i>Moyen</i>		Craie marneuse blanche
			1.9	90.4	<i>Inférieur</i>		Craie marneuse grisâtre
		<i>Cénomanién</i>			<i>Supérieur</i>		Craie glauconieuse
			6.6	97	<i>Inférieur</i>		Gaize sableuse ou <i>siliceuse</i> (local)
	Inférieur	<i>Albien</i>			<i>Supérieur</i>		Marne de Brienne
					<i>Moyen</i>		Argiles du Gault
							Sables de Frécambault
							Argiles Tégulines
							Sables de Drillons
			15	112	<i>Inférieur</i>		Argiles de l'Armanche
		<i>Aptien</i>					Sables Verts (s.s.)
			12.5	124.5			Argile
		<i>Barrémien</i>					Sable
					<i>Supérieur</i>		Argile
							Sable
			7.3	131.8	<i>Inférieur</i>		Argile
		<i>Hauterivién</i>					Sables de Perthes
							Argile
							Sables de Châteaurenard
							Argile
							Sables de Château-Landon
			3.2	135			Argile
		<i>Valanginién</i>					Grès du Puiset
							Argile
			5.7	140.7			Sables de Griselles
							Argile

JURASSIQUE	Malm	<i>Tithonien = Portlandien</i>			
		<i>Kimméridgien</i>	14	154.7	
		<i>Oxfordien</i>			<i>Séquanien</i>
			2.4	157.1	<i>Flauracien</i>
	Dogger	<i>Callovien</i>	4.2	161.3	<i>Argovien</i>
		<i>Bathonien</i>	4.8	166.1	
		<i>Bajocien</i>	7.4	173.5	
		<i>Aalénien</i>	4.5	178	
	Lias	<i>Toarcien</i>	9	187	
		<i>Pliensbachien</i>			<i>Doménien</i>
			7.5	194.5	<i>Carixien</i>
		<i>Sinemurien</i>	9	203.5	<i>Lotharingien</i>
		<i>Hettangien</i>	4.5	208	<i>Sinemurien</i>
TRIAS	Supérieur	<i>Rhétien</i>	1.5	209.5	<i>Rhétien</i>
		<i>Norien</i>	13.9	223.4	<i>Keuper</i>
		<i>Carnien</i>	11.6	235	
	Moyen	<i>Ladinien</i>	4.5	239.5	<i>Lettenkhole</i>
		<i>Anisien</i>	1.6	241.1	<i>Muschelkalk</i>
	Inférieur	<i>Werfénien</i>	3.9	245	<i>Buntsandstein</i>

Annexe 4 - Note méthodologique sur le découpage en domaine de socle

Cette note détaille le travail réalisé en commun avec la région Bretagne. Le nombre d'entités qui est mentionné est supérieur à celui indiqué au chapitre 3.3 de ce rapport, certaines entités de niveau 2 étant présentes uniquement en Bretagne.

1. Données disponibles

- BDCarthage (Base de Données sur la CARTographie THématique des AGences de l'eau et du ministère de l'Environnement) sur les bassins Seine-Normandie et Loire-Bretagne. Edition 2008, version du 22/07/2008, téléchargée le 05/04/2009 sur le site du Sandre. Données disponibles : région, secteur, sous-secteur et zone hydrographique (contours), et cours d'eau (linéaire) ;
- Extraction de la Banque HYDRO des stations hydrométriques du Massif Armoricaire (nom, numéro, coordonnées, VCN10, date début et fin, superficie contrôlée) au 29/04/2008 (Hubert CAPLET, DIREN Basse-Normandie) ;
- Les polygones des entités hydrogéologiques de la BDRHF V1.

Les données de BDCarthage projetées en Lambert 93 (Systèmes Français RGF93 - Méridien de Greenwich) ont été converties en Lambert II étendu (Systèmes Français - Méridien de Paris).

On rappelle ci-dessous la définition des termes utilisés pour identifier les entités de NV2 :

- **VCN10** : moyenne des débits les plus bas de l'année sur une période de dix jours consécutifs (méthode de calcul : ajustement à une loi de GALTON et utilisation du VCN10 moyen sur la période de mesure) ;
- **QES** : débit d'étiage spécifique, égal au rapport « VCN10 / superficie du bassin versant considéré », exprimé en l/s/km².

2. ENTITÉS NV1 DU SOCLE

Issus du découpage de la BdRHFv1, les contours des entités du socle de niveau 1 ont été réactualisés à l'aide de la dernière version de BD_Carthage.

9 entités NV1 de socle ont été ainsi obtenues (illustration A1), codifiées et renseignées dans le tableau multi-échelles (annexe 1).

La superficie des entités de niveau 1 varie de 477 km² (secteur I8, entité 170) à 7966 km² (secteur M0, entité 174).

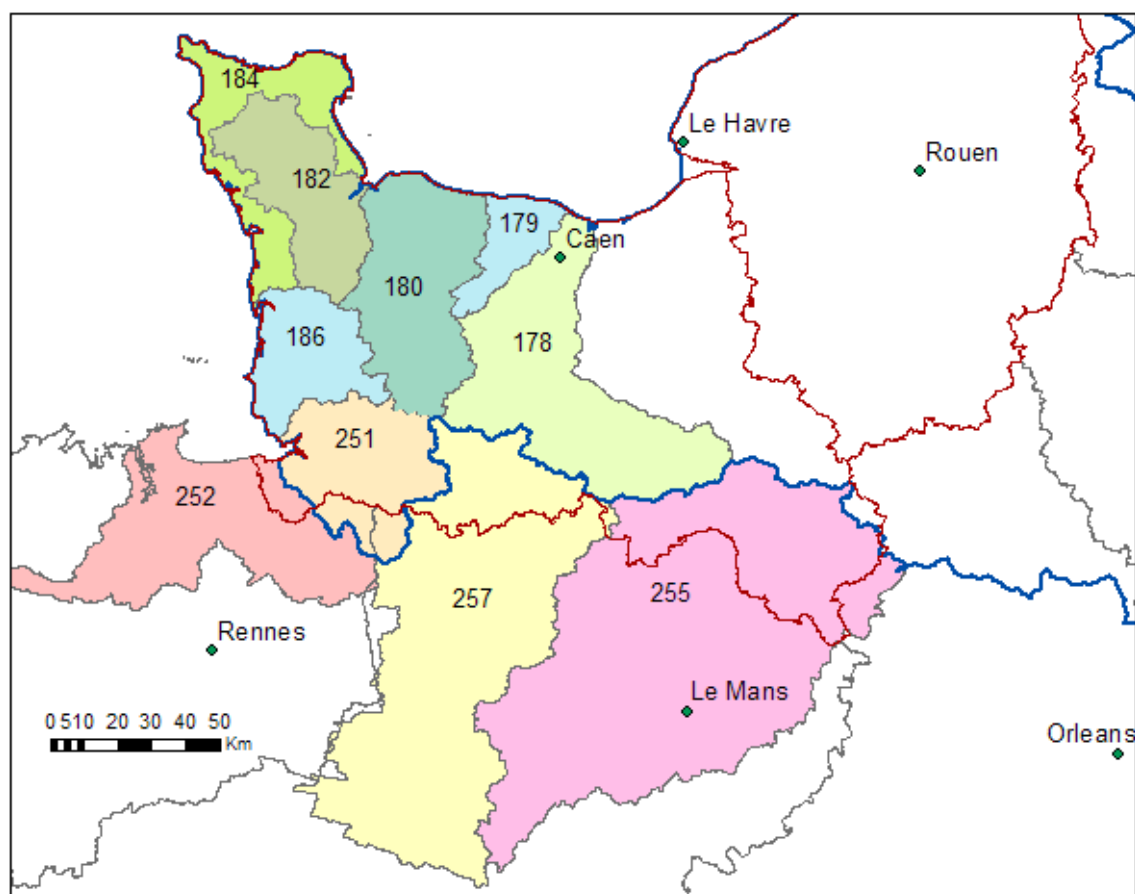
3. ENTITÉS NV2 DU SOCLE

3.1. Sélection des bassins NV2 avec BD Carthage

Le découpage des bassins NV2 a été réalisé à partir de la BDCarthage. La sélection des sous-bassins hydrographiques et leurs regroupements ont permis de définir 28 bassins de niveau 2. Les critères de regroupement de bassins sont calqués sur ceux de la BdRHFv1 (critères de superficie). Les contours sont donc réactualisés.

Les travaux réalisés en Bretagne ont été pris en compte pour anticiper l'assemblage national des entités de niveau 2. Pour les bassins situés à la fois en Bretagne et en Normandie, les données déjà traitées en Bretagne ont été réutilisées.

Dans ce premier temps, 28 bassins NV2 de socle ont été retenus.



Code Secteur BD-Carthage	Code Entité NV1	Nom des secteurs BD-Carthage
I8	251	La Sée et la Sélune de leurs sources à leurs embouchures
J0	252	côtiers du couesnon (c) à la rance (c)
M0	255	la sarthe de sa source au loir (nc)
M3	257	la mayenne de sa source à la vieille maine (nc)
I2	178	L'Orne de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers
I3	179	La Seulles de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers
I4	180	La Vire de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers
I5	182	La Douve de sa source à l'embouchure
I6	184	Les bassins côtiers compris entre l'embouchure de la Douve et l'embouchure de la Sienne
I7	186	La Sienne de sa source à l'embouchure ainsi que ses bassins côtiers

Illustration A1- Entités NV1 du socle en Basse-Normandie (certaines se prolongeant en Bretagne)

Remarque : la numérotation "en 250" est héritée de la numérotation du bassin Loire-Bretagne.

3.2. Prise en compte des débits spécifiques

Les **débits d'étiage spécifiques** ont été calculés à partir des VCN10 et des superficies des bassins.

Pour ce traitement, les stations hydrométriques sélectionnées sont celles situées le plus à l'aval des cours d'eau, et avec, dans la mesure du possible, au moins 10 années de mesures.

Chaque station hydrométrique étudiée est renseignée par : un code, ses coordonnées, son département, ses VCN10 médians et moyens, la surface de son bassin versant, ses années de données disponibles, l'état du régime de la station, la qualité de mesure en période de basses eaux, le nombre d'années de données disponible, le QES, le code et le libellé du bassin versant, le fait que la station est utilisable ou non dans le cadre de BdRHFv2 et si le BV a pu être caractérisé.

Pour la caractérisation des bassins versants, le VCN10 utilisé est le VCN10 moyen calculé à partir des données de la Banque Hydro. A noter que la Banque Hydro fournit un VCN10 médian et que l'écart des deux valeurs est de l'ordre de quelques pourcents.

Le calcul de QES équivaut donc à : $QES = VCN10 / \text{surface bv} * 1000$.

Dans les tables attributaires de la délimitation de niveau 2, les stations hydrologiques mentionnées sont celles dont les données sont suffisantes pour caractériser le bassin versant et la première de cette liste est celle qui a servi au calcul de QES (la plus à l'aval).

Les données récoltées sur les stations ont été soumises à l'avis de la DIREN BNO. Pour la détermination des seuils de QES, l'avis d'expert (J. RAFFY, DIREN Bretagne) a été pris en compte. Celui-ci a jugé de la pertinence des seuils définissant les quatre classes de QES, le premier seuil de QES étant fixé 0.7 l/s/km² pour isoler les bassins schisteux et/ou gréseux. Ainsi, sur la base des seuils utilisés en Bretagne et validés par la DIREN de Bretagne, trois seuils ont été définis en Normandie (0.7, 1.7 et 3.6 l/s/km²).

Un QES a pu être affecté à 19 des 28 bassins NV2 délimités (illustrations A2 et A3 ci-après).

Pour la Normandie et compte tenu du faible nombre de valeurs de débits d'étiage spécifiques (19), il est délicat de définir des seuils. Ces seuils (0.7 ; 1.7 et 3.6) sont donnés à titre indicatif mais restent toutefois comparables à ceux définis en Bretagne.

Les bassins ont ainsi été classés selon 4 classes de QES : <0.7, 0.7-1.7, 1.7-3.6, >3.6 l/s/km².

Les bassins contigus (avec limite géographique commune) se situant dans la même classe de QES et dans le même bassin NV1 doivent l'objet d'une fusion au niveau 2. Il est à signaler qu'un tel cas de figure n'a pas été rencontré en Basse-Normandie, aussi, aucun regroupement n'a été effectué.

En définitive, 20 entités NV2 de socle ont donc été identifiées en domaine de socle en Basse-Normandie (cf annexe 1). Certaines s'étendent davantage en Bretagne (172A, 174A, 176A, 176C) et sont tronquées par la limite de région. Elles seront restituées dans leur intégralité lors de la phase d'assemblage national.

Ces entités ont été codifiées et les champs « QES » et « station » ont été renseignés (pour les entités n'étant pas associées à une station hydrologique, la valeur du QES est mise à -1).

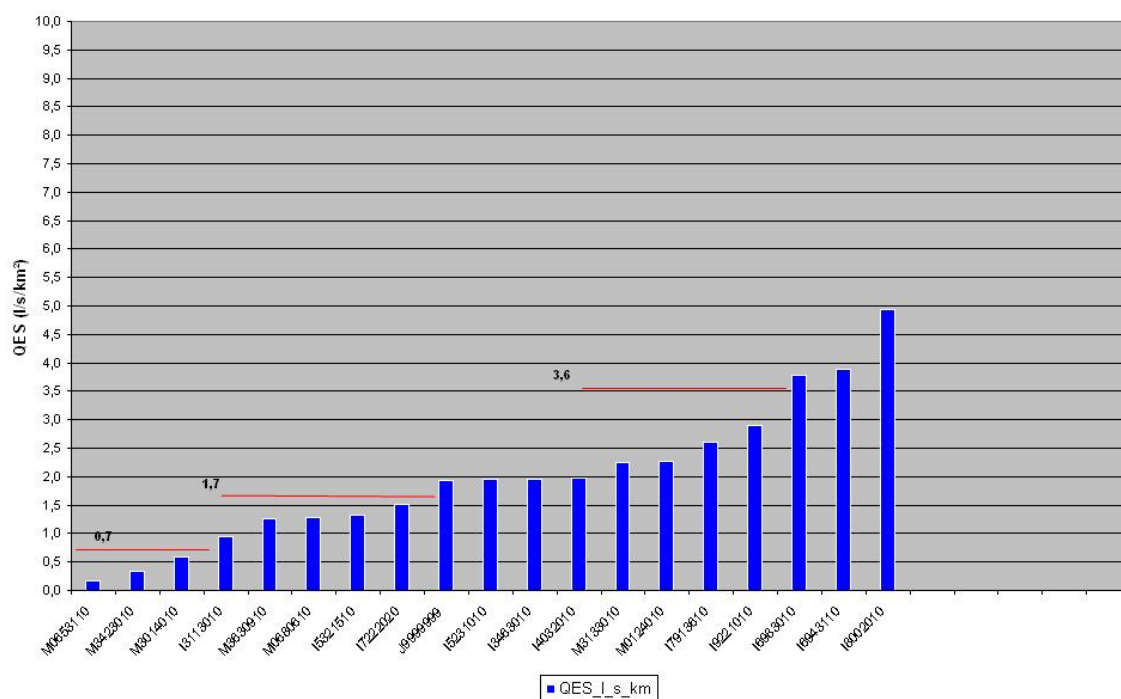


Illustration A2 - Classement de 19 entités en domaine de socle en fonction du QES

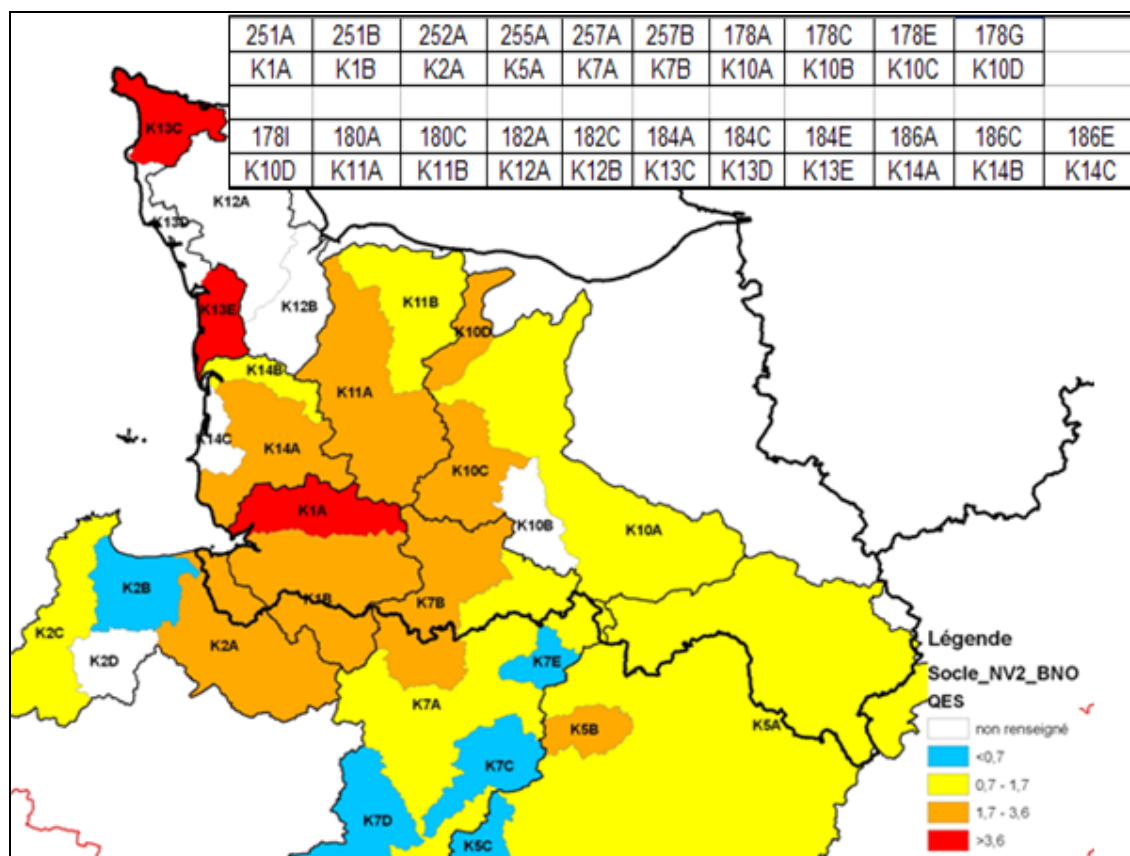


Illustration A3 - Classement des entités de socle selon les valeurs de QES (28 entités NV2)

(Le tableau fournit la correspondance entre l'ancien code et le nouveau code).

Annexe 5 - Caractéristiques des stations hydrométriques de la Banque HYDRO utilisées en Basse-Normandie

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Année 3. Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en régions Haute-Normandie et Basse-Normandie

STATION	X	Y	DEPT	VCN	VCN_moy	Surface_bv	Données
I6943010	317628	2520198	Manche	0,046	0,0450	15	1992-2008
I6943110	313585	2521023	Manche	0,413	0,3970	102	1969-2008
I6964010	298632	2516373	Manche	0,055	0,0540	11	1978-2008
I6201020	316734	2500515	Manche	-1,000	0,0000	298	
I6211010	319460	2494580	Manche	-1,000	0,0000	373	
I6302020	330160	2499400	Manche	-1,000	0,0000	142	
I6322010	331215	2495600	Manche	-1,000	0,0000	182	
I6401010	330622	2490890	Manche	-1,000	0,0000	530	
I6421010	339300	2486700	Manche	-1,000	0,0000	1000	
I6502010	327635	2464093	Manche	0,051	0,0490	17	1995-2008
I6552010	340183	2484150	Manche	-1,000	0,0000	379	
M0014110	459983	2396021	Orne	0,320	0,3200	76	1980-2008
M0050620	425177	2378957	Orne	0,745	0,9010	908	1980-2008
M0301510	468900	2387200	Orne	0,231	0,2330	78	1997-2008
I8002010	353213	2417888	Manche	0,329	0,3630	74	1994-2008
I8032020	335148	2418332	Manche	1,780	2,1700	314	1994-2004
I8033810	326551	2420582	Manche	0,165	0,1660	25	1992-2008
I9031010	356100	2405100	Manche	0,274	0,3100	197	1993-2008
I9221010	336700	2404900	Manche	1,810	1,7600	720	1934-2006
I9221020	332290	2405912	Manche	1,960	1,9100	771	1991-2004
I9233010	330634	2403893	Manche	0,368	0,4320	110	1995-2007
I9253020	333124	2409156	Manche	-1,000	0,0000	85	2005-2005
I9253510	341038	2410192	Manche	-1,000	0,0000	8	2006-2007
I4022010	384585	2466795	Calvados	0,191	0,2100	133	1984-2008
I4032010	391300	2480892	Calvados	0,462	0,5010	254	1972-2008
I7001040	351340	2428590	Calvados	-1,000	0,0000	4	1999-2005
I7021020	340211	2432365	Manche	0,338	0,3490	85	1973-2008
I7102020	328374	2436259	Manche	0,299	0,2990	97	1999-2008
I7913610	315689	2427628	Manche	0,164	0,1880	72	1973-2008
I7222020	323478	2455357	Manche	0,200	0,2150	143	1978-2008
M3103010	378998	2403119	Orne	0,346	0,3660	198	1981-2008
M3103030	386680	2413843	Orne	0,029	0,0510	45	2001-2008

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Année 3. Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Picardie

M3133010	377379	2392992	Orne	0,889	1,0500	517	1993-2008
I5001016	362165	2431380	Calvados	-1,000	0,0000	52	
I5013610	361350	2429291	Calvados	0,184	0,1950	42	1971-2008
I5013615	360975	2429930	Calvados	-1,000	0,0000	75	2001-2002
I5021020	363248	2434047	Calvados	0,323	0,3530	142	2003-2008
I5053010	363687	2443625	Calvados	0,073	0,0840	115	1970-2008
I5101010	358061	2442603	Calvados	0,808	0,8410	469	1992-2008
I5121020	351609	2447230	Manche	1,140	1,1300	640	1994-2008
I5221010	348881	2460124	Manche	1,010	1,1100	868	1972-2008
I5231010	347536	2479120	Manche	1,590	2,0900	1070	1994-2003
I5243010	356204	2472230	Manche	0,130	0,1460	57	1991-2008
I5321510	375563	2484831	Calvados	0,160	0,1780	135	1982-2008
I5352010	376251	2482400	Calvados	0,265	0,2980	245	1984-2008
I5401510	375018	2484890	Calvados	0,484	0,5220	389	1984-2008
I6983010	322199	2463398	Manche	0,033	0,0340	9	1992-2008
I3442310	384171	2438696	Calvados	0,051	0,0770	92	1969-2008
I3422010	381576	2426652	Orne	-1,000	0,0000	145	2008-2008
I3462010	396319	2433407	Orne	0,687	0,9420	516	1998-2007
I3463010	390927	2431510	Orne	0,205	0,2210	113	1976-2005
I3463510	379516	2420350	Orne	0,013	0,0140	5	1976-2004
I3463520	379840	2420355	Orne	0,025	0,0270	8	1976-2004
I3463610	379596	2419699	Orne	0,012	0,0130	3	1976-2004
I3521020	393587	2447201	Calvados	1,960	2,9200	2170	1986-1997
I3531010	396356	2455549	Calvados	-1,000	0,0000	2255	2006-2008
I3612060	403270	2454460	Calvados	-1,000	0,0000	135	2006-2008
I3621010	401146	2460306	Calvados	3,050	3,3400	2500	1985-2002
I3712010	384298	2457000	Calvados	0,035	0,0520	76	1992-2005
I3033010	435521	2419595	Orne	0,044	0,0490	80	1994-2008
I3103010	421745	2413208	Orne	0,031	0,0580	92	1998-2008
I3113010	418561	2415715	Orne	0,103	0,1220	128	1998-2008
I3121010	414531	2419569	Orne	1,600	1,7500	929	1998-2008
I3131010	409900	2412300	Orne	1,060	1,0800	995	1946-2006
I3361010	399844	2431326	Calvados	-1,000	0,0000	1478	
I3361020	398520	2433820	Calvados	-1,000	0,0000	1493	
I3352010	399100	2427226	Orne	0,281	0,3580	294	1998-2003

Annexe 6 - Correspondances entre les formations de la carte géologique harmonisée et les entités hydrogéologiques de BDLISA

NOTATION	DESCRIPTION DE LA GEOLOGIE HARMONISEE	EQUIVALENT BDRHF-v2
p-qALLon	Sables et Argiles de La Londe, Pliocène supérieur (Reuvérien) à Pléistocène inférieur	Sables et argiles du Bourbonnais
pSLo	Sables de Lozère : sables argileux grossiers ou fins (Pliocène)	Sables et argiles du Bourbonnais
m-pSLoz	Sables de Lozère, Miocène à Pliocène supérieur (anté-Reuvérien)	Sables et argiles du Bourbonnais
p	Sables, graviers et galets roulés	Sables et faluns mio-pliocènes
p2-3BA (3)	Faluns du Bosq-d'Aubigny	Sables et faluns mio-pliocènes
p2-3BA (2)	Sables du Bosq-d'Aubigny	Sables et faluns mio-pliocènes
p2-3BA (1)	Marnes du Bosq-d'Aubigny	Sables et faluns mio-pliocènes
p2-3BA	Complexe marin du Bosq-d'Aubigny (sables, argiles, faluns)	Sables et faluns mio-pliocènes
p1SG	Faluns à térébratules de Saint-Georges-de-Bohon	Sables et faluns mio-pliocènes
Mu	Sables de Saint-Vigor	Sables et faluns mio-pliocènes
m3-4	Faluns blancs à bryozoaires (Miocène)	Sables et faluns mio-pliocènes
g1SF	Sables de Fontainebleau	Sables de Fontainebleau
g1CBr	Formation de Brie (meulière, calcaires et marnes 1 à 5 m) et Calcaire de Sannois. Stampien inférieur	Sables de Fontainebleau
g1MsAvR	marnes supragypseuses (de bas en haut : Marnes bleues d'Argenteuil et Marnes blanches de Pantin) et Stampien inférieur "faciès Sannoisien" : Glaises à Cyrènes et Argiles vertes de Romainville, Cailla	Marnes vertes et supragypseuses
g1S	Sépiolites supérieures, "Marnes à Pholadomyes" ou Calcaires à Potamides. Calcaire de Septeuil (ou de	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e7-g1	Argiles de Landéan	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e7C	Argiles et calcaires de Céaucé	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e6S	Bartonien moyen = Marinésien : Sables de Mortefontaine. Bartonien inférieur = Auversien : Sables de	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e6S	Grès à Sabalites	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e6CS-O	Bartonien s.s. : -Auversien : Calcaires à Potamides, Calcaire lacustre de Montagny en Vexin, Calcaire	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e6	Calcaire de St-Ouen, Sables de Cresnes et Calcaires de Septeuil (de Champigny), Bartonien moyen et s	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e5	Calcaire grossier à lithothamnies (calcaire noduleux)	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e5b	Poudingue de Thionville-sur-Opton, Glauconie de base et calcaires grossiers (sables calcaires et cal	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e5C	Calcaires à Cérithes, Marnes et caillasses. Calcaire grossier supérieur	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e5CG	Calcaire grossier (Lutétien), marnes et caillasses indifférenciés	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e4A	Argile plastique, argile sableuse, Sparnacien	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e4A	argile plastique avec ou sans silex, argiles panachées puis fausses glaises	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e4aCAv	Conglomérats, Sables et Argiles à galets avellanaires, Sparnacien	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e4aSAOM-Cr	Sables et Argile à Ostracodes et Mollusques, Argile Glauconieuse des Craquelins, Sparnacien	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur

e4bFV	Formation de Varengeville : Sables Fauves, Argiles et Sablons, Argile Brune à concrétions, Argile Gl	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e4bSS	Sables fins de Mathonville, Yprésien inférieur	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e4SCui	Yprésien supérieur : sables de Cuise	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e3-4S	Thanétien Ó YprÚsien basal, 0 Ó 7 m : sables fins, parfois argileux, gris, beiges ou verdÔtres; Sabl	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e3-4AS	Sparnacien (argile plastique grise) sur Thanétien (sable gris, grès et poudingue) indifférenciés	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e1-4	Yprésien indifférencié : Argile plastique et Argiles à silex "Sparnacien" et sables de Cuise ou assi	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e1-2CBr	Calcaire grossier jaunâtre de Bray-et-Lû et d'Ambleville et calcaires argileux supérieur de Bray-et-	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e	Eocène indifférencié : sables, grès et argiles, Eocène	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
eC	Calcaires lacustres	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e-g	Sables, argiles, cailloutis, grès silicifiés conglomératiques	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
eS	Sables, grès et argiles éocènes indifférenciés	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
e3P	Thanétien : sable gris, grès, poudingue.	Sables du Thanétien
e3S-CA	Sables à silex verdis, Sables, Grès du Pays de Caux et Calcaire Lacustre d'Ailly, Thanétien supérieu	Sables du Thanétien
Rs	Formations résiduelles à silex : silex anguleux, argiles et sables. Souvent solifluée sur les versan	Argiles à silex
RS	Formations résiduelles à silex (argiles à silex s.s. et limons argileux rouges à silex), Cénozoïque	Argiles à silex
RS	Argiles à silex	Argiles à silex
RS	Argiles à silex	Argiles à silex
RSC	Argiles à silicifications diverses, silcrêtes, zones silicifiées	Argiles à silex
RSC	Argiles à silicifications diverses, silcrêtes in situ ou mélangées à des argiles à silex	Argiles à silex
Rc1-2	Altéríte de craie cénomaniennne et turonienne indifférenciées	Argiles à silex
Rc1	Altéríte de craie cénomaniennne	Argiles à silex
Rc1	Altéríte de craie cénomaniennne	Argiles à silex
R ^a	Argiles à meulières	Argiles à silex
RAS (+RS, RSC et Rc1)	Argile à silex sur calcaires jurassiques et/ou crétaés	Argiles à silex sur calcaires jurassiques
c6B	Calcaire à Baculites	Craie du Séno-turonien
c5Cr	Craie blanche à silex, biozones de foraminifères (g, h, i), Campanien	Craie du Séno-turonien
c5Cr	Craie blanche à silex (Campanien-biozone de foraminifères g, h, i, j)	Craie du Séno-turonien
c4-5Cr	Craie blanche à silex, biozones de foraminifères (d, e, f, g, h, i), Santonien à Campanien	Craie du Séno-turonien
c4-5Cr	Santonien-Campanien : craie blanche à silex.	Craie du Séno-turonien
c4-5CrD	Craie dolomitisée à silex (Santono-campanien)	Craie du Séno-turonien
c4aCr	Craie blanche à silex (Craie à Micraster cf. coranguinum), biozones de foraminifères (d), Santonien	Craie du Séno-turonien

c4b-cCr	Craie blanche à silex (Craie à Marsupites testudinarius), biozones de foraminifères (e, f), Santonie	Craie du Séno-turonien
c4Cr	Craie blanche à silex, biozones de foraminifères (d, e, f), Santonien	Craie du Séno-turonien
c4Cr	Craie blanche à silex, parfois indurée et grise à jaunâtre (Santonien. Biozone de foraminifères d, e	Craie du Séno-turonien
c3-4Cr	Craie blanche à silex (Craie à Micraster decipiens, Craie à Micraster cf. coranguinum), biozones de	Craie du Séno-turonien
c3-4Cr	Craie blanche à silex parfois indurée (biozone de foraminifères a, b, c, d. Coniacien-Santonien)	Craie du Séno-turonien
c3bCr	Craie blanche à rares silex noirs, biozone de foraminifères (b), Coniacien moyen	Craie du Séno-turonien
c3bCr	Craie blanche à rares silex noirs, biozone de foraminifères (b), Coniacien moyen	Craie du Séno-turonien
c3cCr	Craie blanche à niveaux de silex noduleux et à dendrites de Mn, biozones de foraminifères (c), Conia	Craie du Séno-turonien
c3Cr	Craie blanche à jaune à silex noirs (Craie à Micraster decipiens), biozones de foraminifères (a, b,	Craie du Séno-turonien
c3Cr	Craie blanche, jaunâtre ou grisâtre à silex, localement indurée (Coniacien. Biozone de foraminifères	Craie du Séno-turonien
c2-3Cr	Craie souvent indurée et granuleuse à petits silex gris-noirs (Turonien inférieur-Coniacien inférieur)	Craie du Séno-turonien
c2c-3aCr	Craie blanche à silex cornus et silex rosâtres (Craie à Micraster leskei), biozones de foraminifères	Craie du Séno-turonien
c2	Craie marneuse	Craie du Séno-turonien
c2aCr	Craie blanche marneuse noduleuse sans silex à Inoceramus labiatus, biozones de foraminifères (ti), T	Craie du Séno-turonien
c2bCr	Craie blanche à silex tuberculés, biozones de foraminifères (tm), Turonien moyen	Craie du Séno-turonien
c2cCr	Craie blanche argileuse à rares silex rosés, biozones de foraminifères (ts), Turonien supérieur	Craie du Séno-turonien
c2Cr	Craie grise, marneuse indurée qui s'enrichit en silex vers le sommet (Turonien)	Craie du Séno-turonien
c2M	Craie marneuse à Inoceramus labiatus	Craie du Séno-turonien
c1P	Sables du Perche	Sables du Céno-manien (sables du Perche)
c1SM	Sables du Maine	Sables du Céno-manien (sables du Perche)
c1T(G)	Sables et grès de La Trugalle et de Lamnay	Sables du Céno-manien (sables du Perche)
c1	Craie glauconieuse et Craie de Rouen	Craie céno-manienne
c1	Craie glauconieuse et gaize à cherts indifférenciés	Craie céno-manienne
c1a	Craie glauconieuse (Céno-manien inférieur)	Craie céno-manienne
c1CG	Craie glauconieuse (craie de St Jouin, craie à Pecten asper)	Craie céno-manienne
c1Cr	Craie grise argileuse +/- glauconieuse avec ou sans silex, biozones de foraminifères (cm, cs), Céno-m	Craie céno-manienne
c1CrG	Craie glauconieuse à silex gris et noirs (Céno-manien)	Craie céno-manienne
c1G	Gaize à cherts	Craie céno-manienne
c1G	Glaucanie sableuse d'Eauplet. Sables glauconieux à lits d'argiles vertes et granules de Qz. Au so	Craie céno-manienne
c1G	Grès résiduels céno-manien à glaucanie	Craie céno-manienne
c1M	Marnes interstratifiées dans la Craie de Rouen	Craie céno-manienne
c1R	Craie de Rouen (ou de Théligny)	Craie céno-manienne

c1RG	Grès interstratifiés dans la Craie de Rouen-Théligny	Craie cénomaniennne
c1aGl	Glaucionie de base ou Glaucionie sableuse d'Eauplet, Cénomanienn inférieur	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanienn inférieur
c1b	Gaize à cherts gris ou noirs	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanienn inférieur
c1CrGl	Glaucionie de base et craie grise argileuse +/- glaucionieuse avec ou sans silex, biozones de foramini	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanienn inférieur
n6	Glaucionie de base	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanienn inférieur
n6-c1	Glaucionie de base (ou Glaucionie à <i>Ostrea vesiculosa</i> , ou à <i>Pycnodonte vesiculosum</i>)	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanienn inférieur
n6c-c1a	Gaize et Glaucionie de base indifférenciées, Albien supérieur à Cénomanienn inférieur	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanienn inférieur
n6cGz	Gaize, Albien supérieur	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanienn inférieur
n6-c1A	Argiles glaucionieuses à minéral de fer	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanienn inférieur
n5c-c1a	Argiles du Gault, Gaize et Glaucionie de base indifférenciés, Albien supérieur à Cénomanienn inférieur	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanienn inférieur
n6cAG	Argiles du Gault, Albien supérieur	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanienn inférieur
n6MS	sables ferrugineux, "poudingue ferrugineux" ou graviers (Albien inférieur) puis "Argiles de Gault"	Sables de L'Albien
n5	Sables siliceux et glaucionieux, argiles	Sables de L'Albien
n5b-6aSGF	Sables verts, Sables et Grès ferrugineux, Poudingue ferrugineux, Aptien supérieur à Albien inférieur	Sables de L'Albien
n4AP	Argiles panachées, Barrémien	Argiles de l'Aptien-Barrémien
n2-4Wd	Sables et grès à faciès wealdiens, Valanginien à Barrémien	Sables du Néocomien
j7cC	Calcaire lithographique, Portlandien inférieur	Calcaires tithoniens
j7cMCEX	Marno-calcaires et lumachelles à Exogyres, Portlandien moyen	Calcaires tithoniens
j7cSGTg	Sables et Grès à Trigonies, Portlandien supérieur	Calcaires tithoniens
j6ACEX	Argiles noires à Exogyres et calcaires à Harpagodes, Kimméridgien	Marnes du Kimmeridgien
j6	Argiles et calcaires marneux	Marnes du Kimmeridgien
j6	Argiles et calcaires marneux (Kimméridgien inférieur)	Marnes du Kimmeridgien
j6AC	Calcaire coquillier de base, marnes et "bancs de plomb", alternances d'argiles et calcaires marneux	Marnes du Kimmeridgien
j5-6O	Sables et grès de l'Ormoie	Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
j5C	Calcaire récifal du Mont Canisy	Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
j5AS	Calcaires à astartes	Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur

j5G	Grouais-Calcaires du Bellêmois, calcaire corallien de Mortagne	Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
j5GI	Sables de Glos	Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
j5R	Roussié de Gacé	Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
j5SGI	Sables de Glos (Oxfordien)	Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
j5T	Calcaires récifaux et oolites de Trouville, Lisieux, Blangy, St-Aubin	Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
j5V	Sables du Vairais-Sables de Mortagne	Marnes callovo-oxfordiennes
j4SF	Sables de Saint-Fulgent-des-Ormes	Marnes callovo-oxfordiennes
j5AV	Argiles de Villerville ou de Cricqueboeuf	Marnes callovo-oxfordiennes
j5O	Oolite ferrugineuse de Villers, argiles à Lophagregarea et calcaire d'Auberville indifférenciés	Marnes callovo-oxfordiennes
j5V	Marnes de Villers	Marnes callovo-oxfordiennes
j5VC	Argiles de Villerville et de Cricqueboeuf	Marnes callovo-oxfordiennes
j4-5MP	Marnes à Pernes	Marnes callovo-oxfordiennes
j4ACM	Argiles et marnes sableuses et Assise des Carreaux indifférenciées	Marnes callovo-oxfordiennes
j4D-j5V-0	Marnes de Dives, marnes de Villers, oolite de Villers et argiles à Lophagregarea indifférenciées	Marnes callovo-oxfordiennes
j4EX	Marnes et calcaires d'Exmes	Marnes callovo-oxfordiennes
j4	Callovien indifférencié	Marnes callovo-oxfordiennes
j4A	Marnes d'Argences	Marnes callovo-oxfordiennes
j4A-B	Marnes d'Argence et marnes à Belemnopsis latesulcatus indifférenciées	Marnes callovo-oxfordiennes
j4AC	Assise des Carreaux	Marnes callovo-oxfordiennes
j4A-E	Marnes d'Escoville et marnes d'Argence indifférenciées	Marnes callovo-oxfordiennes
j4ALR	Marnes et calcaires d'Assé-Le-Riboul	Marnes callovo-oxfordiennes
j4B	Marnes à Belemnopsis latesulcatus	Marnes callovo-oxfordiennes
j4BG	Marnes à brachiopodes de la forêt de Gouffern	Marnes callovo-oxfordiennes
j4C	Marnes sableuse et calcaires de Crèvecœur	Marnes callovo-oxfordiennes
j4CM	Argiles et marnes sableuses	Marnes callovo-oxfordiennes
j4D	Marnes de Dives et couches du Mauvais Pas	Marnes callovo-oxfordiennes
j4D-5VO	Marnes de Dives, de Villers, Oolite de Villers, Argiles à Lophagregarea gr., indifférenciées	Marnes callovo-oxfordiennes
j4E	Marnes du Chevain (ou d'Escoville)	Marnes callovo-oxfordiennes
j4E-A-B	Marnes d'Escoville, marnes d'Argences et marnes à Belemnopsis latesulcatus indifférenciées	Marnes callovo-oxfordiennes
j4M	Marnes de Montmarlo-Marnes de Rouillé	Marnes callovo-oxfordiennes
j3Li-4E	Faciès marneux du Cornbrash	Marnes callovo-oxfordiennes
j3BO	Marnes et calcaires de Bourg-Le-Roi	Marnes callovo-oxfordiennes
j3Li	Argiles de Lion-sur-Mer	Marnes callovo-oxfordiennes
j4G	Oolite ferrugineuse de Grandmesnil, de Chemilli	Marnes callovo-oxfordiennes
j4OS	Oolite de Suré	Marnes callovo-oxfordiennes
j4PC	Faciès de bordure des écueils paléozoïques (Callovien)	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3B	Caillasse de Blainville	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3b	Calcaires du Bathonien supérieur indifférenciés	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3BE-A	Caillasse de Belle-Eau et Calcaire d'Argentan	Calcaires du Dogger

		(Bathonien-Callovien)
j3BF	Calcaires de Bailleul et de Fresné-La-Mère	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3C	Calcaire de Caen	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3CM-CB	Calcaire de Mamers et Caillasse des Baronnières	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3E	Caillasses de La Basse-Ecarde, de Belle-Eau ou de Chambois	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3EC	Faciès de bordure des écueils paléozoïques (Bathonien)	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3ES	Calcaire d'Ecouché et calcaire de Sarceaux (regroupés)	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3F	Calcaire de Fel	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3F	Caillasse de la Fontaine-Henry	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3La	Calcaires de Langrune, Argentan, ou Chambois	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3L-E	Caillasse de la Basse-Ecarde et calcaire de Langrune indifférenciés	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3M	Calcaires de Bon-Mesnil, Blainville, Sarceaux, ou des Mées	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3Mo	Calcaire de Bon-Mesnil: faciès d'Olendon	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3N	Calcaires à nérinées-Calcaires à bryozoaires	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3Ra	Calcaire de Ranville	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3Ro	Calcaires de Rouvres, de Creully, de Saint-Pierre-du-Mont	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3V	Calcaire de Valfrembert	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j2DA-3N	Calcaires de Damigni, Villers, Mamers, Valfrembert, du Saosnois, regroupés	Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
j3MP	Marnes de Port-en-Bessin	Marnes du Dogger (Bathonien)
j2	Calcaires bioclastiques (zone à Humphriesanum et Nortien)	Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
j2-3E	Faciès de bordure des écueils paléozoïques (Bajocien-Bathonien)	Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
j2-3S	Calcaires du Bajocien et/ou du Bathonien silicifiés	Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
j2A	Calcaire à Acanthothiris spinosa	Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
j2DA	Calcaires oolitiques de Damigni, Villaines-la-Carelle, du Saosnois	Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
j2O	Oolite ferrugineuse et conglomérat de Bayeux	Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
j2S	Calcaires à spongiaires de Fresné-la-Mère, Falaise	Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
j1-2	Oolite Fe-Mâlière, oolite Fe-conglomérat de Bayeux, calcaires à spongiaires, indifférenciés	Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
j1-2 ^a	Calcaires meuliérisés résiduels	Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
j1-2M	Mâlière	Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)

		Bajocien)
j1A	Arkose d'Alençon, Sables et graviers de Tessé	Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
l4	Argiles à poissons et Calcaires et marnes à ammonites	Marnes du Lias supérieur
l3A-4	Argiles blanches et calcaires à oolites ferrugineuses	Marnes du Lias supérieur
l3-4	Sables et argiles d'Aunou	Marnes du Lias supérieur
l3O	Sables et grès de Sainte-Opportune	Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
l3	Marnes et calcaires à bélemnites	Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
l3	Calcaire à bélemnites	Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
l2	Calcaires marneux à Gryphea arcuata	Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
l1	Argiles et calcaires d'Huberville, Calcaire de Valognes	Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
t6	Argiles grises et rouges, sables, conglomérats, cailloutis et calcrêtes	Sables et Grès du Trias moyenà supérieur (ouest)
t6±	Silcrêtes du Trias	Sables et Grès du Trias moyenà supérieur (ouest)
t6£	Calcrêtes du Trias	Sables et Grès du Trias moyenà supérieur (ouest)
t6L	Calcaire de Lestre	Sables et Grès du Trias moyenà supérieur (ouest)
t7-l1	Argiles à lignite d'Airel	Sables et Grès du Trias moyenà supérieur (ouest)
r1G	Schistes, grès et calcaires ("Autunien gris")	Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
r1R	Schistes, grès, conglomérats et pélites ("Autunien rouge")	Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
h1-2M	Calcaires de Montmartin-sur-Mer	Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
h1R	Grès du Robillard	Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
h4P	Formation houillère du Plessis	Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
h5	Formation houillère du Molay-Littry	Schistes et grès du Carbonifère et du Permien

Annexe 7 - Correspondances entre les formations rencontrées dans les logs géologiques validés et les entités hydrogéologiques de BDLISA

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Année 3. Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en régions Haute-Normandie et Basse-Normandie

Formations locales rencontrées en forage		Entités hydrogéologiques BDLISA	
Identifiant	Appellation des formations des logs validés	Code régional	Intitulé
10210	Sables de Lozère	F02A	S Sables et argiles du Bourbonnais
02560	Faluns des Bohons	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
02680	Sables de Saint-Vigor	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
02690	Complexe marin du Bosq d'Aubigny	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
10014	Sables et graviers mio-pliocènes	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
10015	Conglomérat ferrugineux de Saint-Georges-de-Bohon	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
10200	Marne du Bosq d'Aubigny	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
11131	Faluns de Bléhou	F02B	S Sables et faluns mio-pliocènes
14010	Sables et Grès de Fontainebleau	F03A	S Sables de Fontainebleau
14170	Argiles à meulière de Montmorency	F03A	S Sables de Fontainebleau
14171	Meulière de Montmorency	F03A	S Sables de Fontainebleau
14210	Sables et grès de Fontainebleau inférieurs	F03A	S Sables de Fontainebleau
14320	Calcaire de Brie	F03A	S Sables de Fontainebleau
14350	Calcaire et argile à meulière de Brie	F03A	S Sables de Fontainebleau
14351	Meulière de Brie	F03A	S Sables de Fontainebleau
14370	Calcaire de Sannois	F03A	S Sables de Fontainebleau
14250	Marnes à huîtres	F03B	D Marnes à Huîtres du Stampien
14020	Marnes vertes s. l.	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14325	Argiles vertes et glaises à Cyrènes	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14330	Argile verte de Romainville	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14331	Argile verte supérieure	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14332	Bande Blanche	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14333	Argile verte s.s.	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14340	Glaize à Cyrènes	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14371	Argile verte	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14690	Marne à Bithinies	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
14711	Marnes supragypseuses et Marnes vertes	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
21030	Marnes supragypseuses	F03F	D Marnes vertes et supragypseuses
18000	Série éocène des grabbens de Cœucé	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
21050	Marnes de Pantin	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
21060	Marnes bleues d'Argenteuil	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
21120	Marnes et masses du gypse	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
21122	Marnes ludiennes	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
21160	Marnes infragypseuses	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
21180	Calcaire de Champigny	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
21210	Falun du Vouast	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
21230	Calcaire de Septeuil	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
21251	Argiles et calcaires à bithynies de Cœucé	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
21410	Calcaire de Saint-Ouen et Calcaire de Champigny	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
21450	Argiles à corbules de Normandie	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
22502	Marnes à gastéropodes du Bas-Bray	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
22580	Sables de Monceau (Sables d'Argenteuil)	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
22590	Sables de Marines	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
22640	Sables de Cresnes	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
22678	Marnes et calcaires de Saint-Ouen	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
22680	Calcaire de Saint-Ouen	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
22700	Sables de Montigny en Vexin	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
22710	Sables de Mortefontaine	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
22711	Formation de Mortefontaine	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
22730	Sables d'Ezanville	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23020	Sables et grès inférieurs de Fyé	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23090	Sables ou grès de Beauchamp	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23100	Sables du Fayel	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23120	Sables d'Auvers-Beauchamp s.l.	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23130	Sables d'Auvers-Beauchamp	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23290	Sables d'Auvers-le-Fayel et la Villetterre (Sables roux)	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23300	Calcaire à corbules de Neauphle	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23330	Calcaire lacustre de Montigny-en-Vexin, supérieur	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Année 3. Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Picardie

23340	Horizons à Meretrix rustica	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23350	Calcaire lacustre de Montagny-en-Vexin, inférieur	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23390	Sables et grès à Sabalites	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23481	Sables et grès bartoniens normands	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
23482	Silcrûtes	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24009	Falun éocène du Cotentin	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24010	Calcaire éocène du Cotentin	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24070	Calcaire de Morancez	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24080	Marne de Villeau	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24150	Marnes et caillasses lutétiennes	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24151	Marnes, caillasses, calcaires à cérithes et miliolites	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24170	Marnes et caillasses lutétiennes supérieures	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24190	Marnes et caillasses lutétiennes inférieures	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24210	Calcaire grossier s.l. d'Ile-de-France	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24220	Calcaire à Cérithes	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24380	Calcaire glauconieux à Orbitolites complanatus	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24390	Calcaire grossier moyen d'Ile-de-France	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24410	Calcaire grossier à Miliolites (Calcaire grossier)	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24455	Calcaire à Nummulites laevigatus	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24460	Calcaire glauconieux à Nummulites laevigatus	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24470	Calcaire et sables à Nummulites laevigatus	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24480	Sables graveleux de Cahaignes	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
24510	Glauconie grossière	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25080	Fausses glaises de Paris	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25260	Sables de Cuise-la-Motte	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25480	Sables et grès du Breuillet (Arkose du Breuillet)	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25490	Formation de Varengeville	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25550	Argile et faluns à huîtres	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25570	Fausses Glaises du Vexin	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25590	Sables fauves sparnaciens (de la formation de Varengeville)	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25670	Sables et argiles sparnaciens	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25700	Banc à lignite de Varengeville	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25720	Argile plastique bariolée du Vexin	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25840	Argile plastique	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
28080	Sables du Thymerais	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
29010	Calcaire de Meulan	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
29060	Marnes à rognons	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
29080	Marnes de Meudon	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
29120	Calcaire grossier d'Ambleville	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
29130	Calcaire pisolitique de Vigny	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
29140	Calcaire récifal de Vigny	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
29150	Calcaire de Meudon	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
MA01400	Argiles de Landéan	F04G	S Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
25810	Calcaire d'Ailly	F04H	S Sables du Thanétien
27030	Sables de Bracheux	F04H	S Sables du Thanétien
28000	Formations détritiques continentales	F04H	S Sables du Thanétien
28060	Argiles à silex	F05B	D Argiles à silex
28070	Formations résiduelles à silex	F05B	D Argiles à silex
F0004202	Argiles à silex résiduelles issues du Turonien-Coniacien	F05B	D Argiles à silex
28060	Argiles à silex	F05C	D Argiles à silex sur calcaires jurassiques
30011	Calcaire à Baculites de Valognes (Calcaire à Baculites)	F06Q	S Craie du SENO-turonien
30151	Craie à Belemnites mucronata	F06Q	S Craie du SENO-turonien
30511	Craie à belemnites	F06Q	S Craie du SENO-turonien
31260	Craie à bryozoaires	F06Q	S Craie du SENO-turonien
31300	Craie à Micraster coranguinum	F06Q	S Craie du SENO-turonien
31810	Craie à Micraster cortestudinarium	F06Q	S Craie du SENO-turonien
31820	Craie à Micraster decipiens (Assise à Micraster decipiens)	F06Q	S Craie du SENO-turonien
31880	Craie blanche à silex	F06Q	S Craie du SENO-turonien
33020	Craie à Micraster normanniae	F06Q	S Craie du SENO-turonien
33140	Craie à silex	F06Q	S Craie du SENO-turonien

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Année 3. Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en régions Haute-Normandie et Basse-Normandie

33250	Craie	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33270	Craie à <i>Micraster leskei</i>	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33281	Craie à <i>Micraster breviporus</i> (Assise à <i>Micraster breviporus</i>)	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33290	Craie de Blossville-Bonsecours	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33410	Craie de Maromme à <i>Terebratula semiglobosa</i>	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33420	Craie marneuse à <i>Terebratula semiglobosa</i>	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33531	Dièves crayeuses	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33610	Craie marneuse	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33620	Craie marneuse à <i>Inoceramus labiatus</i>	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33621	blanche)	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33690	Craie à inocérames	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33700	Craie à <i>Inoceramus labiatus</i>	F06Q	S Craie du Séno-turonien
33900	Craie grise de Picardie	F06Q	S Craie du Séno-turonien
34135	Sables du Perche	F07A	S Sables du Cénomani (sables du Perche)
34621	Sables et grès du Maine	F07A	S Sables du Cénomani (sables du Perche)
34010	Craie noduleuse	F07C	S Craie cénomanienn
34020	Dièves	F07C	S Craie cénomanienn
34060	Craie à <i>Actinocamax plenus</i> (Assise à <i>Actinocamax plenus</i>)	F07C	S Craie cénomanienn
34340	Couches de Rouen	F07C	S Craie cénomanienn
34360	Craie de Rouen	F07C	S Craie cénomanienn
34400	Marnes de Nogent-le-Bernard	F07C	S Craie cénomanienn
34650	Craie glauconieuse	F07C	S Craie cénomanienn
34670	Craie sableuse du Mont-Gargan	F07C	S Craie cénomanienn
34744	Craie et marne glauconieuse	F07C	S Craie cénomanienn
34123	Gaize du Pays de Bray	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
34308	Tourtia	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
34610	Grès verts de la Sarthe	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
34640	Argile glauconieuse à minéral de fer	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
34690	Glauconie sableuse d'Auplet	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
34709	Marnes de Ballon	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
34712	Marnes glauconieuses cénomaniennes	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
34743	Gaize du Perche	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
34750	Glauconie à <i>Ostrea vesiculosa</i>	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
34805	Calcaires à <i>Orbitolina concava</i>	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
34812	Sables et grès glauconieux à <i>Orbitolines</i> et <i>Exogyra columba</i> minor	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
35002	Glauconie de base albienne	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
35101	Sables verts de Nogent-le-Rotrou	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
35120	Gaize de Normandie	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
35350	Argiles des Pommerats	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
35480	Sables et grès de Frécambault	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
35600	Argiles du Gault	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
35670	Poudingue ferrugineux albien	F07D	D Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur
35760	Sables verts	F08HIM	S Sables de l'Albien
35762	Sables verts inférieurs	F08HIM	S Sables de l'Albien
36000	Sables et grès jaunÔtres albo-aptiens	F08HIM	S Sables de l'Albien
36011	Sables glauconieux et siliceux, argiles silteuses, albo-aptiens	F08HIM	S Sables de l'Albien
36012	Silts et argiles aptiens	F08HIM	S Sables de l'Albien
36090	Sables ferrugineux de Normandie	F08HIM	S Sables de l'Albien
37741	Sables verts supérieurs	F08HIM	S Sables de l'Albien
37070	Sables et argiles bariolés barrémiens	F08JKN	D Argiles de l'Aptien-Barrémien
37600	Argile bariolée et grès ferrugineux de Saint-Martin-d'Auxigny	F08JKN	D Argiles de l'Aptien-Barrémien
37620	Argiles panachées	F08JKN	D Argiles de l'Aptien-Barrémien
39850	Faciès Wealdien	F08O	S Sables du Néocomien
51220	Calcaires et marnes à exogyres (Calcaires et marnes à <i>Nannogyra striata</i>)	F09M	D Marnes du Kimméridgien
51243	Calcaires argileux et argiles grises à <i>Exogyra virgula</i>	F09M	D Marnes du Kimméridgien
51081	Calcaires à Astartes du Perche	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
51244	Calcaires argileux et argiles (dont les bancs de Plomb)	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
51503	Faciès calcaire à Astartes	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52022	Sables et grès de l'Ormoie	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52031	Sables de Glos et Calcaires à Astartes du Perche	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Année 3. Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en régions Haute-Normandie et Basse-Normandie

52032	Calcaire de Blangy (Oxfordien coralligène)	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52033	Calcaire corallien supérieur (Oxfordien coralligène)	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52034	Calcaires coralliens du BellŰmois	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52035	Calcaires oolithico-détritiques inférieurs	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52036	Sables de Glos	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52541	Grouais de l'Orne	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52542	Calcaire corallien de Trouville et Oolithe de Trouville	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52543	Calcaire corallien de Trouville	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52544	Oolithe de Trouville	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52703	Calcaire corallien de la Ferté-Bernard	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52721	Roussier de Gacé	F10F	S Calcaires du Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur
52023	Argiles de Villerville ou de Criqueboeuf	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
52711	Calcaire d'Auberville	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
52712	Marnes à huîtres et calcaires lumachelliques, oxfordiens	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
52713	Argiles bleues et calcaires argileux à oolithes ferrugineuses	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
52714	Couches à Lophogregaria (Argiles à Lophogregaria)	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
52722	Oolithe ferrugineuse de Villers	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
52723	Marnes de Villers-sur-Mer	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53152	Marnes d'Argences	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53153	Marnes d'Escoville	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53155	Marnes du Chevain	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53157	Formation des Marnes et Sables d'Assé-le-Riboul	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53162	Marnes à perles	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53171	Sables de Saint-Fulgent-des-Ormes	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53172	Assise des Carreaux	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53173	Marnes de Dives et Couches du Mauvais-Pas	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53174	Marnes de Montmarlo	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53212	Marnes et calcaires sableux d'Assé-Le-Riboul	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53214	Marnes à Belemnopsis latesulcatus	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53215	Marnes à brachiopodes de la forêt de Gouffern	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53216	Marnes d'AlmenŰches	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53232	Marnes de Saint-Calez-en-Saosnois	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53241	Marnes et calcaires du Pays d'Auge	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53242	Marnes sableuses et calcaires sableux d'Assé-le-Riboul	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53321	Marnes et calcaires de Crèvecoeur-en-Auge	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53322	Argiles calcaires et calcaires indifférenciés de Livarot	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
54031	Argiles de Lion-sur-Mer	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
54033	Marnes de Bourg-le-Roi	F10G	D Marnes callovo-oxfordiennes
53154	Oolithe de Suré	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
53233	Oolithe ferrugineuse de Chemilly	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
53302	Faciès du Cornbrash	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54030	Oolithe miliare	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54032	Faciès de bordure des écueils paléozoïques du Pays d'Auge	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54034	Calcaire de Langrune	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54035	Caillasse de La Basse-Ecarde	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54036	Calcaire de Ranville	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54037	Caillasse de Blainville	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54038	Oolithe de Mamers	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54042	Calcaire à Bryozoaires d'Argentan	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54043	Calcaire de Chambois	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54049	Calcaire de Fel	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54113	Formation des Calcaires du Saosnois	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54289	Calcaire oolithique de Bon-Mesnil	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54291	Calcaire de Blainville	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54293	Caillasse de La Fontaine-Henry	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54294	Calcaires sublitographiques de Valframbert	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54295	Calcaire de Creully	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54296	Calcaire de Vierville	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54304	s.s.	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54305	Formation du Calcaire de Caen : membre du "Banc bleu"	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Année 3. Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en régions Haute-Normandie et Basse-Normandie

54311	Calcaire oolitique de Sarceaux	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54312	Calcaire de Rouvres	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54313	Calcaire fin de Bailleul	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54314	Calcaire d'Ecouché	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54321	Calcaire de Cricqueville	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54387	Calcaire de Caen	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54411	Calcaires micritiques à Nérinées ou bioclastiques à bryozoaires, passées argileuse ou sableuses	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
F0004548	Caillasse de Ranville	F11R	S Calcaires du Dogger (Bathonien-Callovien)
54381	Marnes de Port-en-Bessin	F11S	D Marnes du Dogger (Bathonien)
54385	Couches de passage du Bessin	F11S	D Marnes du Dogger (Bathonien)
54414	Calcaire à Acanthothis spinosa	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
55002	Oolithe blanche de Normandie	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
55033	Couche verte de la MÔlière : calcaire vert et conglomérat phosphaté	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
55041	Calcaires à spongiaires	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
55042	Oolithe de Villaines-la-Carelle	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
55121	Oolithe ferrugineuse de Bayeux	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
55220	Couches à Blagdeni	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
55261	MÔlière : Oolithe ferrugineuse aalénienne, calcaires argileux à silex, Couche verte, indifférenciés	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
55262	Calcaires à spongiaires, oolithe ferrugineuse de Bayeux, mÔlière et oolithes ferrugineuses aaléniennes indifférenciés	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
55331	MÔlière : calcaires argileux à silex	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
55500	Sables et graviers de Tessé	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
56012	Arkoses d'Alençon	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
56014	MÔlière : Oolithe ferrugineuse aalénienne	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
F0000909	Conglomérat et Oolithe ferrugineuse de Bayeux	F11T	S Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)
57080	Marnes à Bifrons	F12A	D Marnes du Lias supérieur
57090	Schistes carton = Marnes bitumineuses à Posidonomya bronni et calcaires de Mertzwiller (possible Harpoceras serpentinum)	F12A	D Marnes du Lias supérieur
57122	Argiles à poissons	F12A	D Marnes du Lias supérieur
57123	Argiles à poissons et marnes et calcaires à ammonites	F12A	D Marnes du Lias supérieur
57181	Calcaires et marnes à ammonites toarciens	F12A	D Marnes du Lias supérieur
57121	Sables et calcaires de Saint-Rémy-du-Val	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
57191	Sables d'Aunou-sur-Orne	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
57193	Faciès d'écueil en bordure du paléozoïque de Villers-Bocage	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
58051	Calcaire à Bélemnites (Normandie) : membre du Banc de Roc	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
58091	Calcaire à Bélemnites (Normandie) : membre des marnes à Bélemnites	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
58152	Calcaires du Moulin de Jupilles	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
58153	Calcaires de Buchaille	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
59080	Marnes vertes et calcaires gris à oolithes ferrugineuses, carixiens	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
59090	Marnes et calcaires à bélemnites	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
59191	Calcaire à Bélemnites (Normandie)	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
61080	Calcaires à gryphées de Normandie	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
62300	Calcaire de Baupré	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
62301	Argiles et calcaires d'Huberville et de Valognes	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
62302	Calcaires de Valognes	F12B	S Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
62521	Argiles à lignite de Saint-Fromond-Airel	F15A	S Sables et Grès du Trias moyen à supérieur (ouest)
63300	Grès et argiles rétiens	F15A	S Sables et Grès du Trias moyen à supérieur (ouest)
63320	Marnes irisées supérieures	F15A	S Sables et Grès du Trias moyen à supérieur (ouest)
63415	Conglomérats, sables, cailloutis et argiles	F15A	S Sables et Grès du Trias moyen à supérieur (ouest)
63616	Calcaires et arkoses de Neuilly-La-Forêt	F15A	S Sables et Grès du Trias moyen à supérieur (ouest)
63750	Calcaires de Lestre	F15A	S Sables et Grès du Trias moyen à supérieur (ouest)
64000	Schistes, grès, conglomérats et pélites (Autunien rouge, séries IV, V, VI)	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
64001	Formation de l'Autunien rouge	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
64002	Formation de l'Autunien gris	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
64010	Pélites de Saint-Jean-de-Daye (série VI de l'Autunien rouge)	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
64020	Grès rouges et conglomérats de Cartigny-l'Épinay (série V de l'Autunien rouge)	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
64030	Schistes et pélites rouges (série IV de l'Autunien rouge)	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
64040	Schistes, grès et calcaires (séries II et III de l'Autunien gris)	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
64050	Calcaires de Saint-Martin-de-Blagny (série III de l'Autunien gris)	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
64060	Grès, conglomérats et schistes (série II de l'Autunien gris)	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
64100	Série houillère du Molay-Littry	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
64122	Houiller	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien
64130	Conglomérats, grès et schistes houillers du Plessis	F16B	S Schistes et grès du Carbonifère et du Permien

Annexe 8 - Lexique de caractérisation des entités

(d'après le guide méthodologique : Rapport BRGM RP-52261-FR)

1. Caractérisation des entités

Dans le référentiel une entité sera caractérisée par les attributs suivants:

l'ordre d'apparition absolu de l'entité, qui est l'ordre du tableau multi-échelles;

le thème d'appartenance de l'entité, parmi 5 possibilités (cf tableau) ;

la nature de l'entité, parmi 7 possibilités (cf tableau ci-dessous) ;

le type de milieu caractérisant l'entité: poreux, fissuré, karstique, double porosité;

l'état hydrodynamique de la nappe contenue dans le réservoir: libre, captive, libre et captive, alternativement libre et captive.

Nouveau code	Code	Libellé
	1	Alluvial
	2	Sédimentaire
	3	Socle
	4	Intensément plissés de montagne
	5	Volcanisme

Thème de rattachement des entités à une formation géologique

Nouveau code	Code	Libellé
	1	Grand système aquifère
	2	Grand Domaine hydrogéologique
	3	Système aquifère
	4	Domaine hydrogéologique
	5	Unité aquifère
	6	Unité semi-perméable
	7	Unité imperméable

Nature des entités

Nouveau code	Code	Libellé
	0	Inconnu
	1	Milieu poreux
	2	Milieu fissuré
	3	Milieu karstique
	4	Double porosité

PM =porosité matricielle PF=porosité de fissure,....

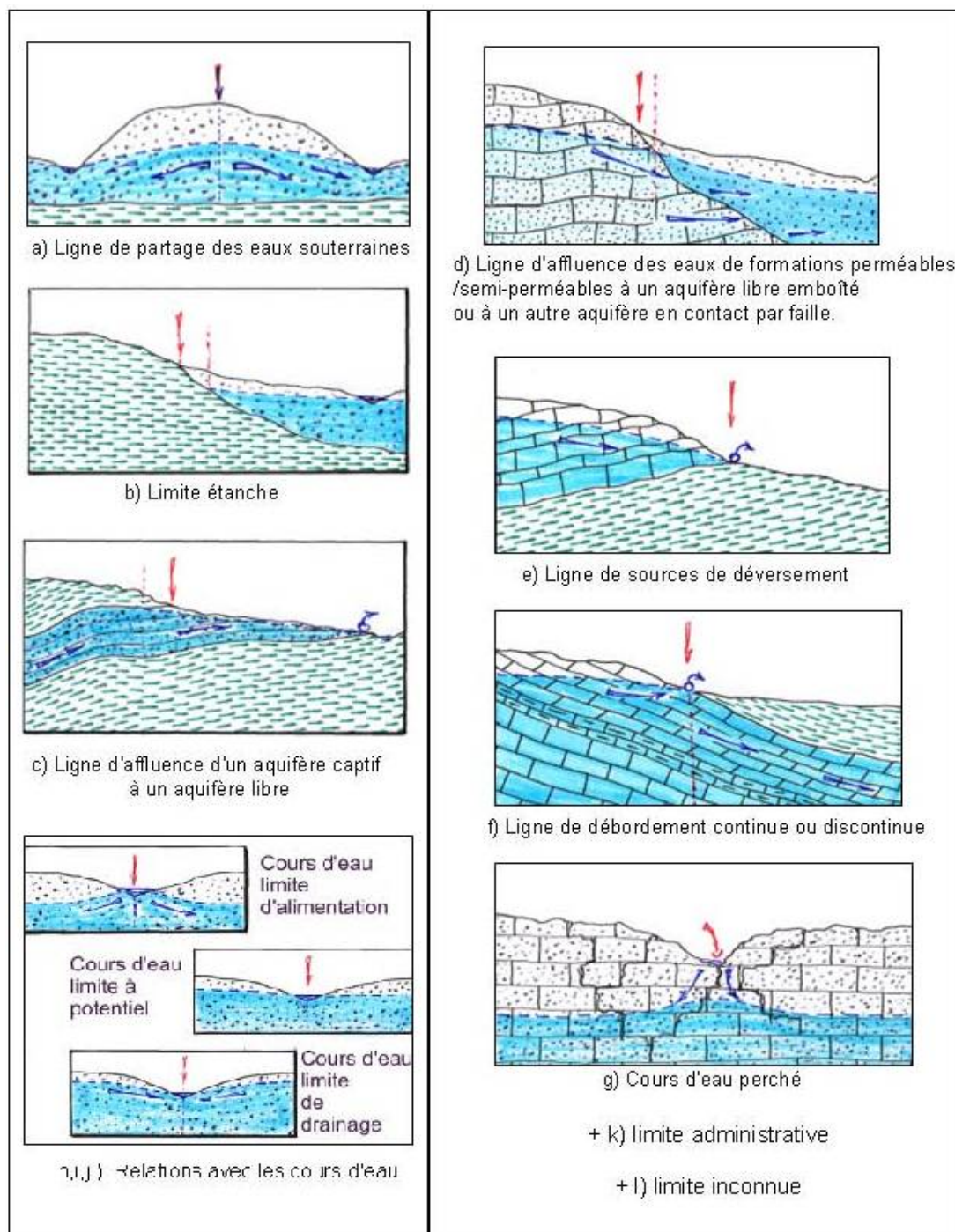
Type de milieu (porosité)

Nouveau code	Code	Libellé
	1	Nappe captive
	2	Nappe libre
	3	Libre et captive
ALC	4	Alternativement libre puis captive

Etat de la nappe

2. Types de limites

12 types sont définis dans le guide méthodologique :



Annexe 9 - Le modèle de gestion du référentiel et la géodatabase des entités

1. Le modèle de gestion

La réalisation de l'année 1 du projet a montré la complexité des opérations de découpage et la nécessité de traitements topologiques poussés pour assurer la cohérence du découpage tant horizontalement que verticalement (par exemple plus de 780 000 polygones en région Aquitaine composant les entités de niveau 1, 2 et 3, plus de 41 000 arcs de limites et au total 32 niveaux de superposition).

Un modèle de gestion du référentiel sous ArcGis (actuellement version 9.2) a été développé en 2007 et testé d'abord sur les régions traitées en année 1 du projet (en premier lieu la région Centre).

De nouveaux contextes apparaissant au fur et à mesure de la progression du travail, le modèle de gestion est régulièrement adapté.

A l'issue des traitements une géodatabase ArcGis (version 9.31), associée au modèle, est produite: elle contient l'ensemble des entités délimitée, aux trois niveaux de détail du référentiel (NV1, NV2 et NV3). Des outils associés permettent d'effectuer des requêtes, de réaliser des coupes verticales, d'extraire des limites.

Outre son rôle important dans le traitement topologique des entités, le modèle de gestion permet :

- 1) d'archiver dans un réservoir de données unique l'ensemble des informations relatives aux entités: leur géométrie et leur caractérisation;
- 2) de restituer ces informations, à savoir :
 - le niveau de regroupement des entités (NV1, NV2, NV3),
 - le code, le nom des entités,
 - la nature des entités,
 - le thème des entités,
 - le type de milieu des entités,
 - l'état des entités.
 - la position relative des entités les unes par rapport aux autres
 - o en deux dimensions (X,Y)
 - o en trois dimensions (X,Y et ordre de recouvrement ou ordre absolu)
 - la nature et le type de contact composant les limites entre les entités.

Pour atteindre ces objectifs un modèle conceptuel des données a été élaboré et un modèle de gestion a été mis en place. L'implémentation du modèle physique des données est réalisée dans l'environnement ESRI. Il est déclinable dans l'environnement MAPInfo mais les performances moindres de ce logiciel induisent une diminution des fonctionnalités du modèle. Dans la suite de ce document, la version numérique du modèle sera décrite sous sa forme ESRI, mais sa transcription en couches MapInfo est bien sûr possible.

1.1. FONCTIONNALITÉS DU MODÈLE

Le modèle de gestion est indispensable non seulement dans la phase d'élaboration, région par région, du référentiel (en tant qu'outil de travail aux fonctionnalités puissantes, topologiques en particulier), mais aussi par les possibilités d'exploitation qu'il offre (requêtes, sélections, réalisations de coupes verticales, visualisation 3D, ...).

1.1.1. Phase d'élaboration du référentiel

Le modèle de gestion permet :

- de restituer, à partir des découpages unitaires réalisés (une table par entité), l'assemblage latéral et vertical des entités. L'opération implique le tableau multi-échelles dans lequel les entités sont repérées par un numéro définissant un ordre (dit "absolu" et pouvant correspondre à l'âge des entités).
- de restituer les parties sous couverture des entités (une entité comprend en général une partie affleurante et une partie sous couverture);
- d'assurer une totale cohérence topologique (3D) de l'ensemble des entités et aux 3 niveaux de découpage NV1, NV2 et NV3 (utilisation des fonctions topologiques d'ArcGis);
- de détecter les anomalies de découpage des entités et de corriger les artefacts de découpage.

1.1.2. Phase d'exploitation du référentiel

Le produit final des traitements est une table ArcGis contenant l'ensemble des polygones d'intersection de toutes les entités les unes avec les autres. Cette table est la base du référentiel hydrogéologique à partir de laquelle de nombreuses tables dérivées peuvent être produites (en particulier les limites) et le point de départ de nombreuses requêtes sur les entités. Le modèle de gestion permet aussi :

- d'éditer automatiquement des fiches d'analyse par entité. Ces fiches précisent notamment les ordres d'apparition de l'entité (affleurante, sous couverture d'ordre1, sous couverture d'ordre 2, ...), la liste des entités sus-jacentes (les "toits") et sous-jacentes (les "murs") avec mention des superficies de recouvrement ;
- de réaliser des coupes verticales suivant des directions quelconques;
- d'automatiser les mises à jour à partir du niveau 3 : les modifications sont faites sur les entités de plus bas niveau (NV3) et répercutées automatiquement sur les entités des niveaux supérieurs (NV1 et NV2);

1.2. ORGANISATION ET PRINCIPES DE BASE DU MODÈLE

1.2.1. Organisation des entités en "Entités principales" et "Entités complémentaires"

Ces deux ensembles d'entités sont structurés suivant les 3 niveaux de découpage du référentiel: NV1, NV2 et NV3.

Les "*Entités principales*" font l'objet d'un traitement topologique qui garantit la cohérence de leur assemblage 3D.

Les "*Entités complémentaires*" regroupent différents types d'entités qui sont telles qu'elles ne permettent pas de respecter l'homogénéité du référentiel ou qui constituent des cas particuliers difficilement intégrables dans le cadre général du référentiel.

- systèmes alluvionnaires (transverses par rapport aux entités principales)
- formations superficielles, hétérogènes et morcelées,
- altérites cartographiées des zones de socle,
- aires karstifiées délimitées par des traçages,

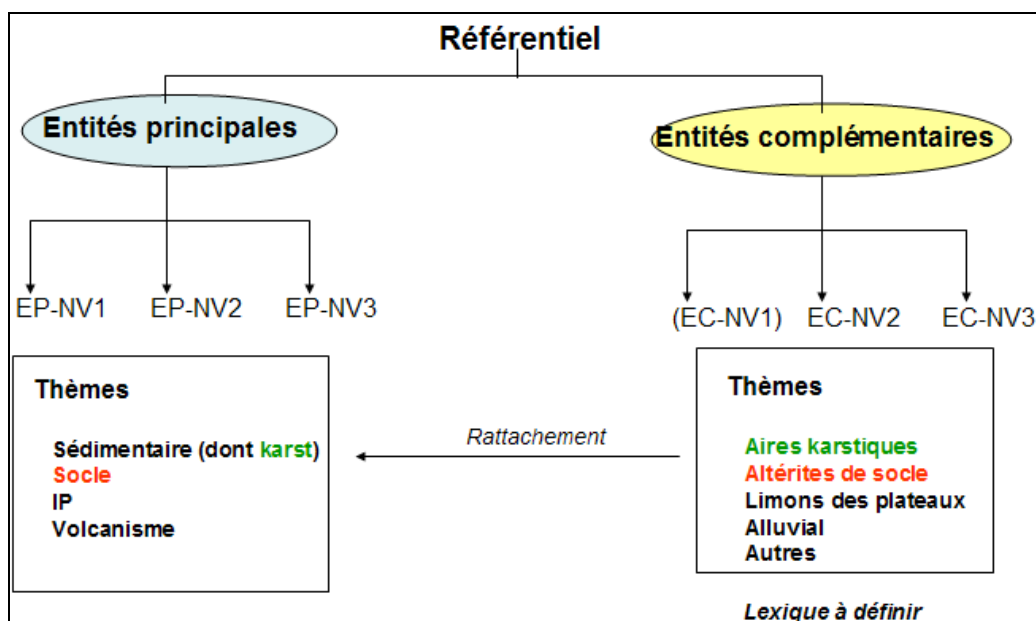


Illustration A1 - Organisation générale du référentiel

1.2.2. Ordonnancement vertical

Le modèle permet de passer automatiquement d'un ordonnancement absolu des entités (correspondant à l'ordre dans lequel toutes les entités identifiées se succèdent sur la verticale, en général un ordre correspondant à un âge stratigraphique) à un ordonnancement relatif, qui est celui de la représentation des entités dans le SIG et qui correspond à l'ordre réel de superposition des entités dans une coupe verticale qui pourrait être réalisée dans le référentiel (illustrations A2 et A3). Cet ordonnancement correspond à une classification topographique sous contrainte chronologique.

L'ordonnancement absolu est repéré par un numéro d'ordre "absolu" affecté à chaque entité dans le tableau multi-échelle, tableau utilisé par le modèle de gestion pour passer à un ordre relatif.

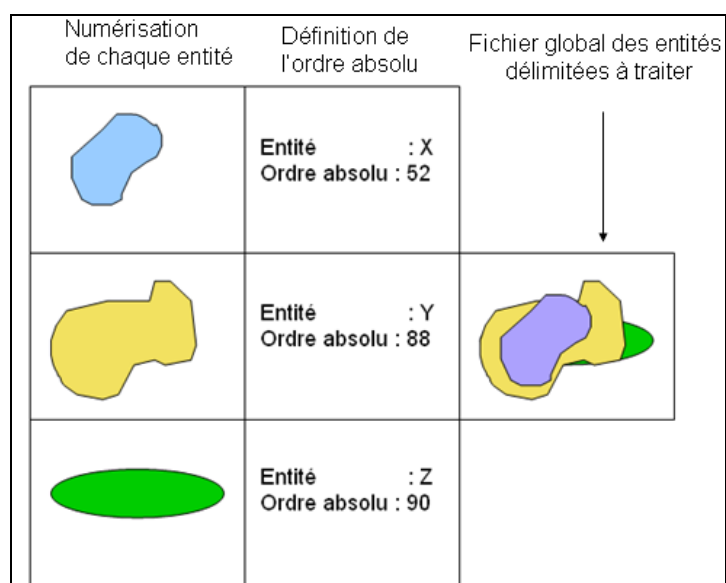


Illustration A2 - Ordonnancement des entités par un âge absolu

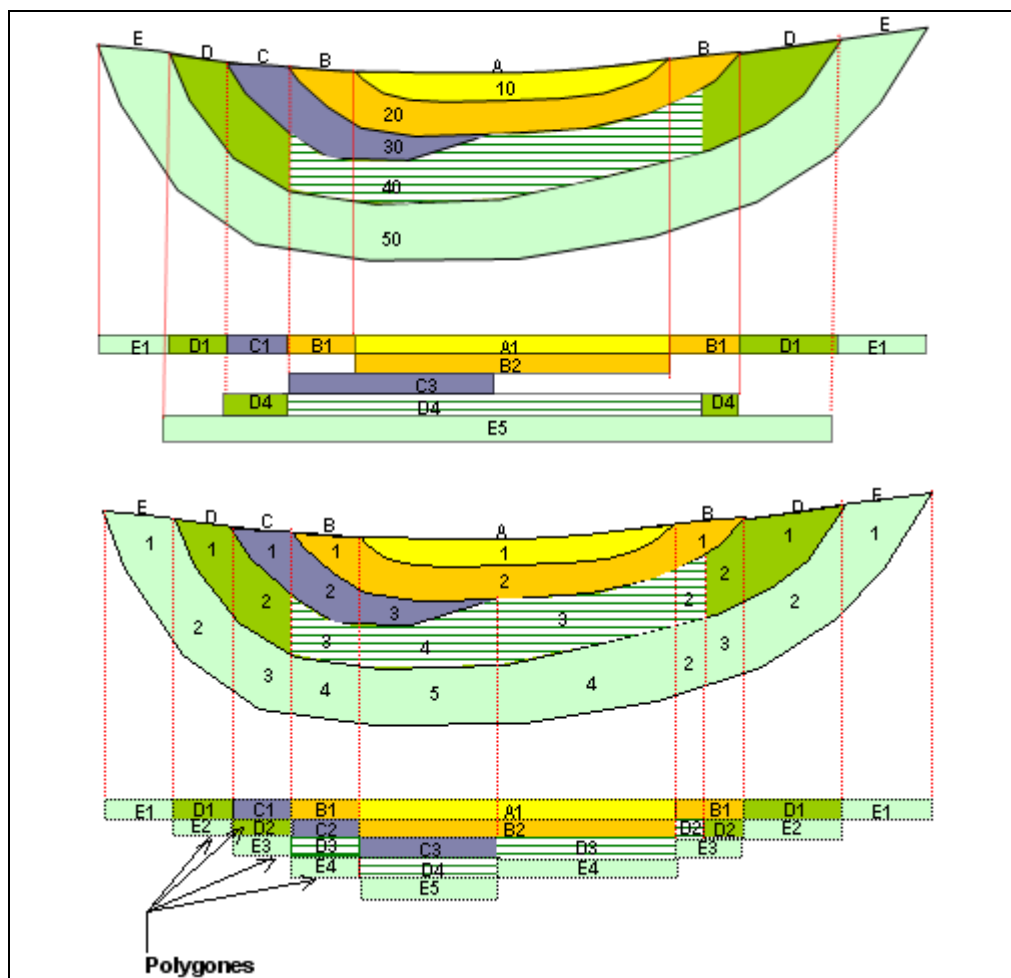


Illustration A3 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif.

1.2.3. Complétude

Toutes les couches sont spatialement complètes (couverture totale du territoire modélisé). Lorsque les entités de niveau 3 délimitées dans un niveau 2 ne permettent pas de reconstituer en totalité ce niveau 2 (seules des entités d'intérêt ont été délimitées), le complément "NV2-ΣNV3" est ajouté (en général un domaine).

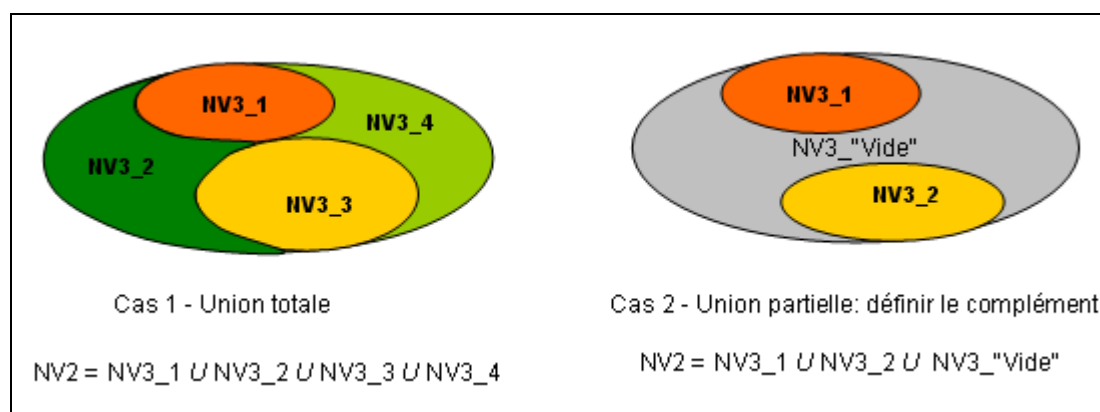


Illustration A4 - Reconstitution d'une entité de niveau 2 à par d'entités de niveau 3.

Le modèle de gestion peut tenir compte des cas où une entité de niveau 3 s'étend sur deux entités de niveau 2 (en général, cas lié à l'existence d'une frontière de "thème", par exemple passage du thème "intensément plissé" au thème "sédimentaire").

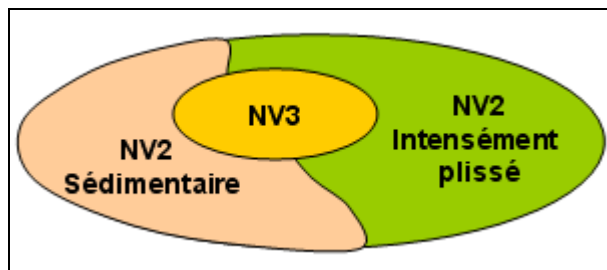


Illustration A5 - Entité de niveau 3 s'étendant sur 2 entités de niveau 2.

1.2.4. Héritage

• Attributs des entités

La caractérisation des entités de niveau 2 est faite à partir des attributs des entités de niveau 3. Il ne sera en effet pas toujours possible de définir globalement une entité de niveau 2 (et à fortiori de niveau 1) par un attribut unique, surtout lorsque les entités constitutives sont de types différents, par exemple au regard de la porosité (matricielle de fissure, de karst, ou encore double porosité).

Soit par exemple une entité de niveau 2 notée 10A, constituée de 3 entités de niveau 3. Le modèle de gestion permet de connaître le % de chaque entité de niveau 3 dans l'entité de niveau 2.

Niveau 2	Niveau 3	Porosité
10A	unité aquifère 10 A1 (craie), 30 %	double porosité (matrice et fissures)
	unité aquifère 10 A2 (craie), 20 %	double porosité (matrice et fissures)
	unité imperméable 10 A3, 50 %	porosité matricielle

L'entité de niveau 2, compte tenu la superficie totale des entités de niveau 3 qu'elle regroupe (et non pas des volumes) peut être rangée soit dans un domaine, soit dans un système aquifère avec le type de porosité correspondante.

Si le choix de la nature du niveau 2 (domaine ou aquifère) peut être laissé à l'appréciation de l'hydrogéologue, il est intéressant de remplir le champ "Type de milieu (porosité)" en mentionnant les types de porosité rencontrés au niveau 3 au prorata des surfaces observées, par exemple: "50 % DP, 50 % PM".

• Limites

Le modèle conceptuel restitue les éléments qui composent les limites des entités d'ordre de superposition identiques. Le guide méthodologique du référentiel propose un ensemble de limites type qui est utilisé pour les contours des entités d'ordre 1.

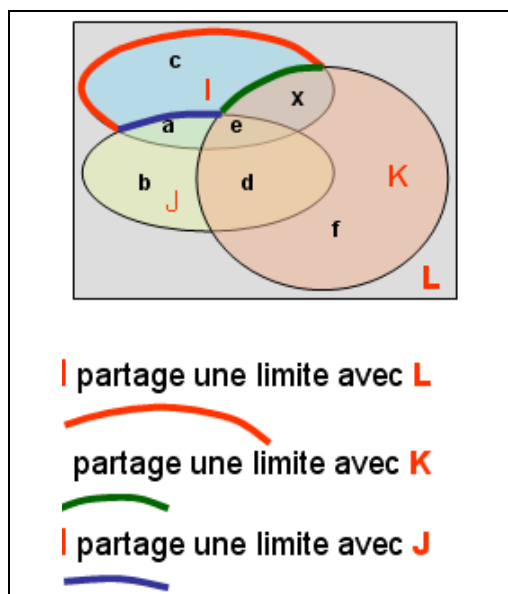


Illustration A6 - Restitution des limites des entités à partir de la table des polygones.

Les arcs ou les vecteurs qui composent les limites dans le référentiel BDRHFV2, sont issus de l'analyse topologique des entités. Chaque limite connaît ainsi ses voisins de gauche et droite. Cette orientation des limites (droite/gauche) gérée de manière transparente n'est pas précisée dans le référentiel.

Les limites sont qualifiées selon une typologie hydrogéologique et selon la nature des contacts qu'elles établissent entre les entités du référentiel. Elles sont représentées par le couple d'entités qu'elles lient et l'ordre relatif auquel elles se réfèrent.

L'illustration A7 suivante présente un schéma vertical local avec 2 ordres de superposition.

- La limite affleurante n°999 est définie par le couple d'entités d'ordre 3 : A et B, le type est défini par le producteur de la donnée, la nature du contact sera illustrée plus loin.
- La limite sous recouvrement n°9991 est définie par le couple d'entité d'ordre 3 : C et C, il s'agit donc d'un artefact de découpage de l'entité C hérité de la limite précédente.

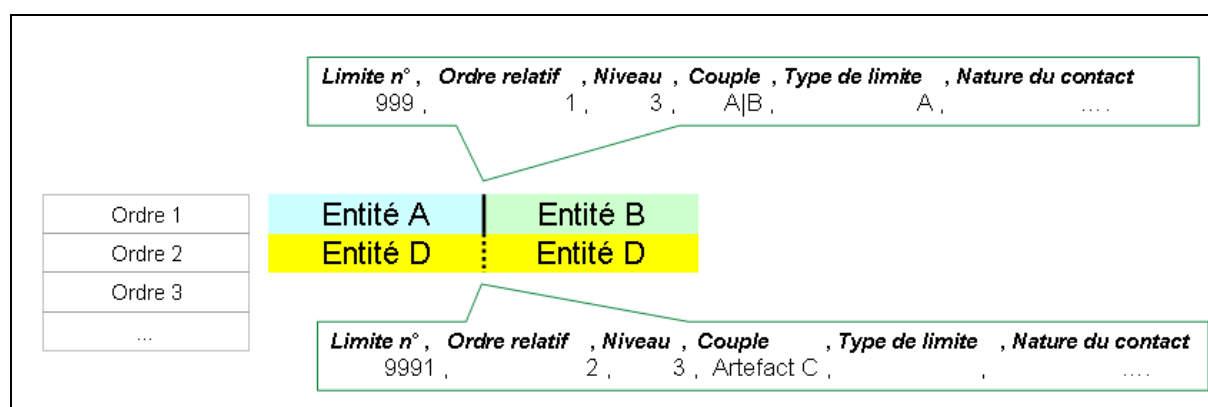


Illustration A7 – Exemple de contacts entre entités

Les artefacts de découpage sont conservés car ils peuvent être la cause de changement de type hydrogéologique des limites. Cette propriété est illustrée par la notion de **nature des contacts** que le référentiel déduit automatiquement de la

superposition relative des entités et l'analyse de leur nature. L'illustration suivante présente un schéma de définition de la nature des contacts déduits pour chacune des limites identifiées (artefacts compris).

Ordre 1	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	Contact 1
Ordre 2	Aquifère	Aquifère	Aquifère	Aquifère	
Ordre 1	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	Contact 2
Ordre 2	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	
Ordre 1	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	Contact 3
Ordre 2	Domaine	Domaine	Domaine	Domaine	
Ordre 1	Domaine	Domaine	Domaine	Domaine	Contact 4
Ordre 2	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	
Ordre 1	Aquifère	Aquifère	Aquifère	Aquifère	Contact 5
Ordre 2	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	
Ordre 1	Domaine	Domaine			Contact 6
Ordre 2	Aquifère	Aquifère			
Ordre 1	Aquifère	Aquifère			Contact 7
Ordre 2	Aquifère	Aquifère			
Ordre 1	Aquifère	Aquifère			Contact 8
Ordre 2	Domaine	Domaine			
Ordre 1	Domaine	Domaine			Contact 9
Ordre 2	Domaine	Domaine			

Illustration A8 – Nature des contacts possibles entre entités

Neuf contacts distincts sont définis automatiquement, ils sont conditionnés par la nature des entités d'ordre 1 et d'ordre 2 au droit de la limite étudiée.

Le lexique des types de limites est fourni dans le tableau de l'illustration A9 qui suit.

RHF_LEXQUES_VALEURS		
CODE	VALEUR	Commentaire
A	Ligne de partage des eaux souterraines	C'est une limite à flux nul correspondant à une crête piézométrique, dont la position peut se déplacer au cours du temps ou sous l'influence de pompage (exemple : aquifère de la craie dans la Somme).
B	Limite étanche	C'est une limite à flux nul correspondant à un contact entre des formations imperméables et perméables. Exemple : Alluvions perméables sur des schistes ou Crétacé supérieur sur Albien argileux.
C	Ligne d'affluence d'un aquifère captif à un aquifère libre	Elle correspond également à une limite d'alimentation à condition de flux du second. Ce type de limite s'observe en bordure du Bassin parisien entre des formations très peu perméables (Callovien par exemple) et aquifère (Bathonien - Bajocien par exemple).
D	Ligne d'affluence des eaux de formations perméable	C'est une limite d'alimentation à condition de flux de ce dernier. Exemple : les reliefs jurassiques alimentant les terrasses alluviales de la plaine de l'Hérault ou les failles mettant en contact Grès du Trias inférieur et Calcaires du Muschelkalk.
E	Ligne de sources de déversement	Elle s'observe au contact d'une entité aquifère avec une entité imperméable. Exemple : ligne de sources à la base de l'Oxfordien au contact avec le Callovien, en bordure du Bassin parisien.
F	Ligne de débordement continue ou discontinue	Ligne d'émergence et ligne d'affluence d'un aquifère libre à un aquifère captif : limite d'alimentation à condition de flux nul du second. Exemple : limite entre l'Oxfordien et le Kimméridgien en bordure du Bassin parisien.

Illustration A9 - Types de limites

G	Cours d'eau perché, à pertes par infiltration, sou	C'est une ligne d'alimentation de flux plus ou moins discontinue. Cela peut être le cas de rivières circulant dans des reliefs et où le niveau de base est sensiblement inférieur à l'altitude du lit de la rivière.
H	Cours d'eau limite d'alimentation	
I	Cours d'eau limite à potentiel	Alimentation ou drainage selon les périodes, ou sens du flux inconnu)
J	Cours d'eau limite de drainage	Les trois précédentes limites permettent de qualifier la nature de la relation nappe - rivière avec une condition de potentiel hydraulique.
K	Limite à caractère administratif	Une limite de type administratif est nécessaire pour délimiter les aquifères transfrontaliers.
L	Limite inconnue	Lorsque la limite de l'aquifère ne peut être déterminée, un code correspondant à « limite inconnue » sera utilisé.
Y	Autres	Autre type de limite, à définir ultérieurement
Z	Artefact de découpage	Limite liée au processus de découpage, hors typologie hydro.

Illustration A9 (suite) - Types de limites

2. Géodatabase associée au modèle de gestion

2.1. MODÈLE CONCEPTUEL DES DONNÉES

Le modèle de gestion est implémenté dans une géodatabase ArcGIS. Il est composé de quatre tables principales (illustrations A10 et A11) :

- la table des polygones qui constituent les entités (formes géométriques), appelée "RHF_Polygones relatifs"
- la table des limites des entités (polylignes), appelée "RHF_Limites"
- le tableau synthétique de définition des entités
- le tableau de définition des limites

et de requêtes dérivées, par exemple "REQUETE_toits" et "REQUETE_murs" des entités (illustration A11).

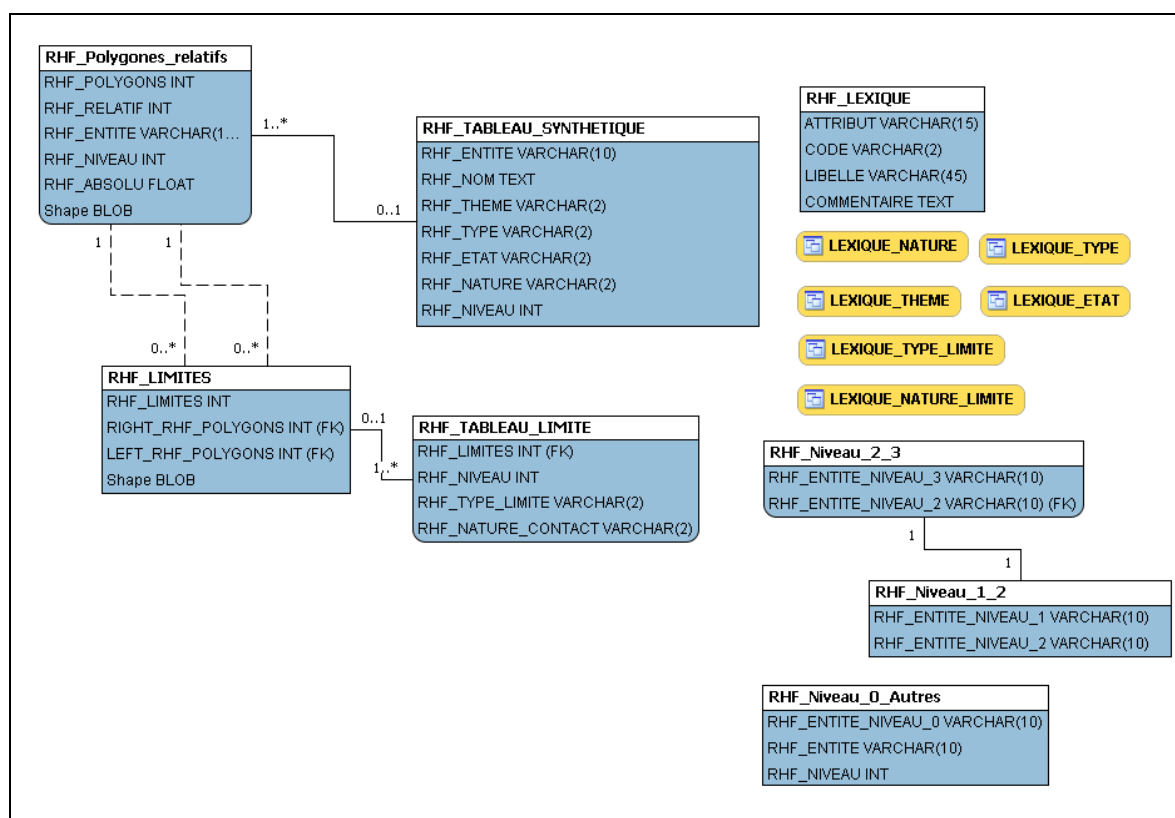


Illustration A10 – Modèle conceptuel de la géodatabase

Remarque : par convention, les tables de données composant le fonds documentaire minimal de la géodatabase sont notées avec le préfixe **RHF_**. Les tables qui résultent de requêtes complexes dont le résultat est "figé" pour en faciliter la lecture sont préfixée avec **BDRHF_**

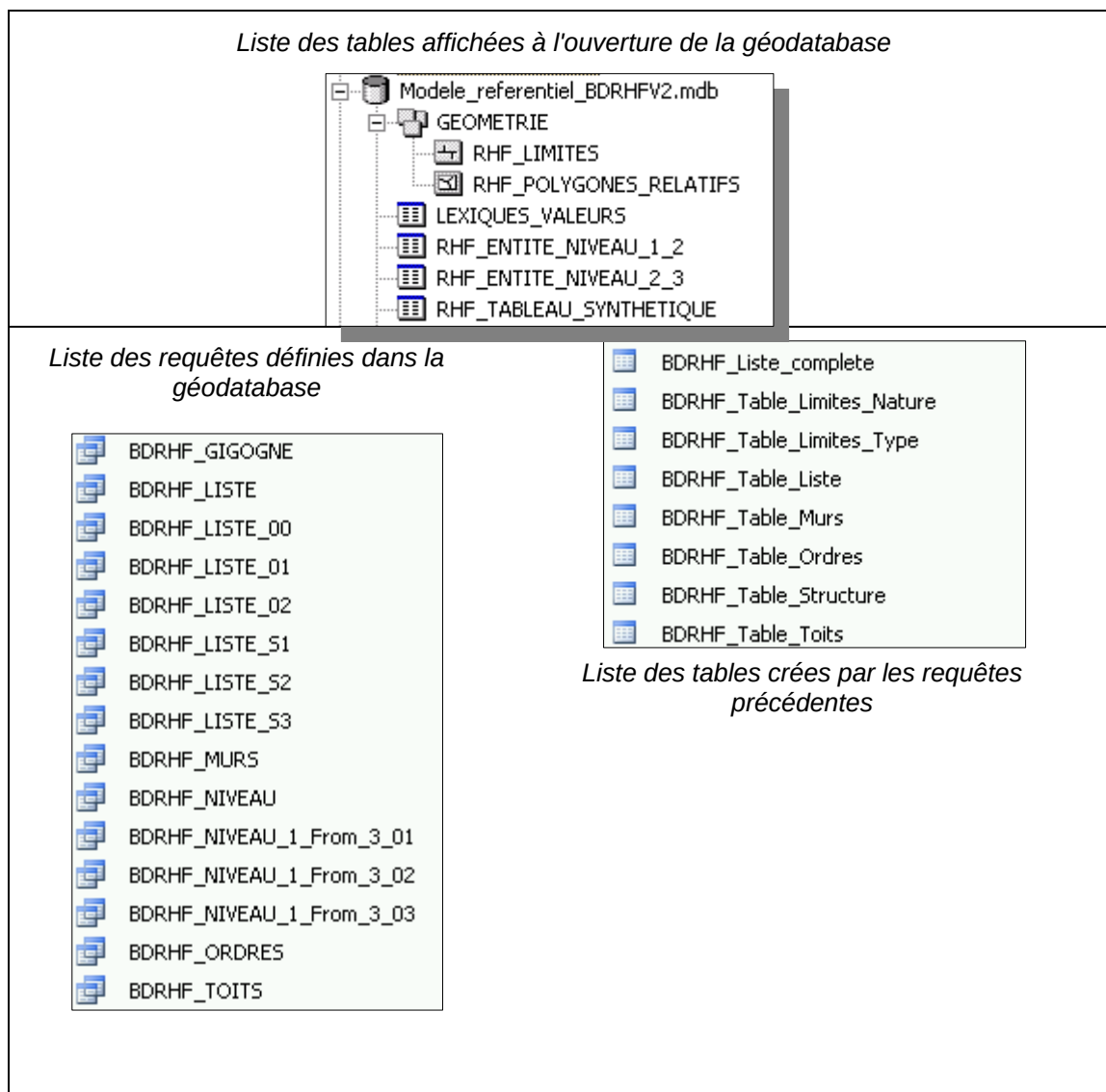


Illustration A11 - Liste des tables et des requêtes dans la géodatabase du référentiel

Remarque: la taille de certaines géodatabases (cas de l'Aquitaine) ne permet pas d'avoir les 3 niveaux de découpage rassemblés dans une géodatabase unique (cas par exemple de l'Aquitaine). Il y donc une géodatabase de niveau 3 et une rassemblant les niveaux 1 et 2.

2.2. DESCRIPTION DES TABLES

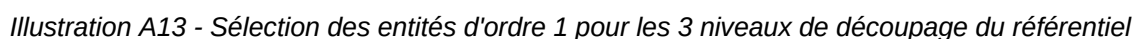
2.2.1. Table des "RHF_Polygones relatifs"

Le résultat final de tous les traitements effectués avec le modèle de gestion et permettant d'obtenir un "assemblage" d'entités topologiquement correct dans les 3 dimensions est une couche vecteur ArcGis de la géodatabase nommée "**RHF_Polygones relatifs**". C'est une table (couche graphique) contenant tous les polygones issus de l'intersection de toutes les entités les unes avec les autres pour tous les niveaux du référentiel (1,2 ou 3).



ion A12 - Table des polygones multiples de niveau 1 et d'ordre 1 en région MPY

- [RHF_NIVEAU] = 1 AND [RHF_RELATIF] = 1
- [RHF_NIVEAU] = 2 AND [RHF_RELATIF] = 1
- [RHF_NIVEAU] = 3 AND [RHF_RELATIF] = 1



2.2.2. Table RHF_Tableau_Synthetique

La table RHF_Tableau_Synthetique est la transcription au format MSACCESS du tableau synthétique.

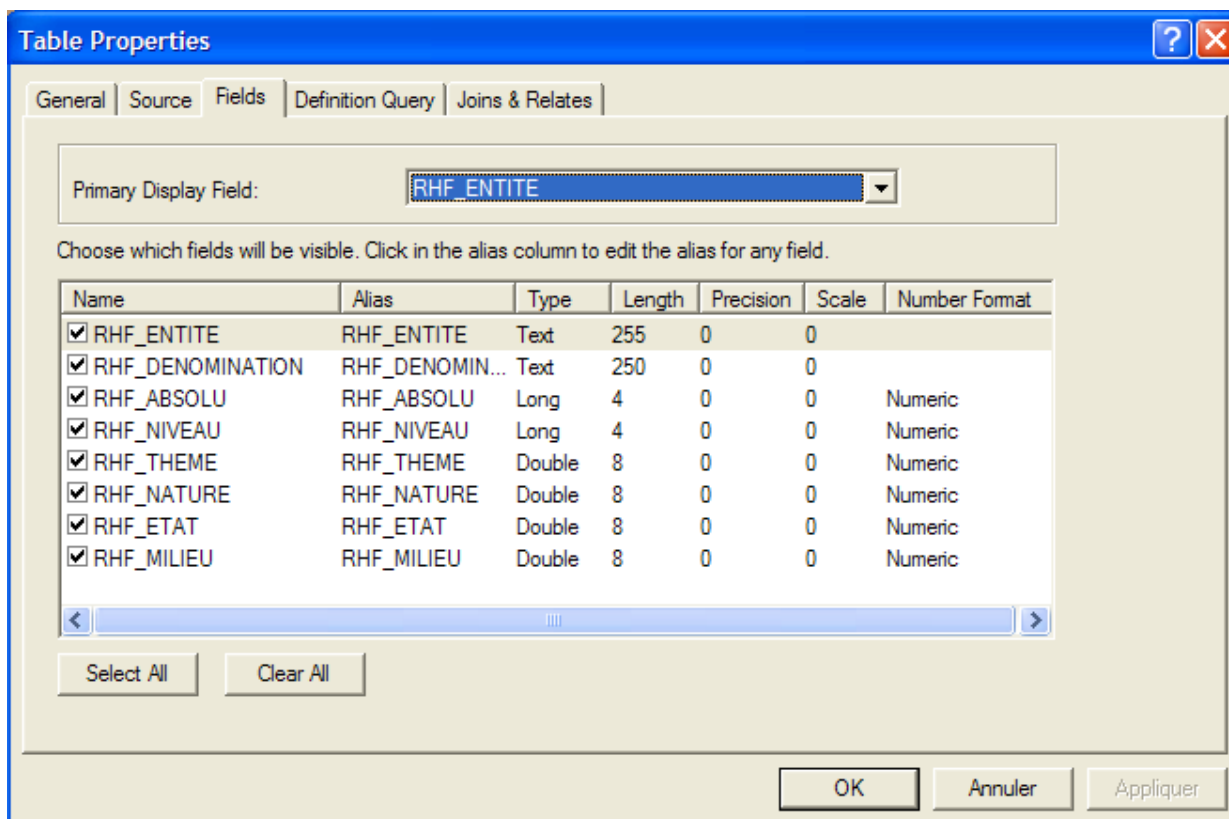


Illustration A14 - Table RHF_Tableau_Synthetique

Le champ RHF_ENTITE permet la jointure thématique avec la table des polygones d'entités (RHF_Polygones_multiples).

Attributes of RHF_TABLEAU_SYNTHETIQUE							
RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_THEME	RHF_NATURE	RHF_ETAT	RHF_MILIEU
F10	KIMMERDGIEN-CALLOVIEN	16115	1	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F10F	Domaine hydrogéologique des marnes et calcaires inférieurs du Kim. au callovien	15300	2	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F10F1	Unité aquifère des calcaires à Astartes du Perche (Oxfordien supérieur)	15300	3	2	5	3	4
F10F2	Unité aquifère des calcaires coralliens de l'Oxfordien moyen	15900	3	2	5	3	4
F10G	Domaine hydrogéologique des marnes callovo-oxfordiennes	15455	2	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F10G1	Unité semi-perméable des marnes bleues à Encrines (oxfordien moyen - oxfordien supérieur)	15455	3	2	<Null>	3	1
F10G10	Unité semi-perméable des marnes de Domfront en Champagne, du Chevain et des oolites de Suré (Callovi	16230	3	2	6	3	1
F10G11	Unité semi-perméable des calcaires marneux à brachiopodes (Callovien inférieur)	16300	3	2	6	3	1
F10G2	Unité imperméable des marnes à spongiaires (Callovien à Oxfordien moyen)	15700	3	2	<Null>	3	1
F10G3	Unité aquifère des sables du Vairais et de Mortagne (Oxfordien inférieur)	15995	3	2	5	3	1
F10G4	Unité imperméable des marnes à Pernes et des marnes sableuses de la Vacherie et de la Buraisaire (Call	16000	3	2	<Null>	3	1
F10G5	Unité aquifère des sables de Saint-Fulgent-des-Ormes (Callovien supérieur)	16115	3	2	<Null>	3	1
F10G6	Unité imperméable des marnes de Montmarlo et de Montbizot (Callovien supérieur)	16120	3	2	<Null>	3	1
F10G7	Unité aquifère des calcaires sableux de Teillé (Callovien moyen)	16125	3	2	<Null>	3	1
F10G8	Unité imperméable des marnes de Maresché et de Saint-Calez-en-Saosnois (Callovien moyen)	16200	3	2	<Null>	3	1
F10G9	Unité semi-perméable des marnes d'Assé le Riboul et des oolites (Callovien inférieur et moyen)	16210	3	2	<Null>	3	1
F11	DOGGER	16470	1	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F11S	Domaine hydrogéologique des marnes du Dogger	16472	2	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F11S1	Unité semi-perméable des marnes de Bourg le Roi (Baéonien supérieur)	16472	3	2	6	3	1
F11T	Système aquifère des calcaires du DOGGER (Bajocien-Baéonien)	16470	2	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F11T1	Unité aquifère des calcaires noduleux à silex du Baéonien	16470	3	2	5	3	2
F11T2	Unité aquifère des oolites ferrugineuses et du calcaire à Montivaultia (Baéonien supérieur)	16470	3	2	5	3	3
F11T3	Unité aquifère des calcaires et oolites du Saosnois (Bajocien supérieur à Baéonien supérieur)	16770	3	2	5	3	3
F11T4	Unité aquifère des calcaires graveleux de la champagne, de Conlie(Aalénien moyen, Bajocien, Baéonien)	16900	3	2	5	3	3
F11T5	Unité aquifère des arkoses d'Alençon et des graviers, sables et grès de tressé (Aalénien)	17160	3	2	5	3	1
F12	LIAS	17560	1	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F12A	Domaine hydrogéologique marnes du Lias supérieur	17560	2	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F12A1	Unité semi-perméable des calcaires marneux et argiles du Tournaisien	17560	3	2	<Null>	3	1

Illustration A15 - Jointure avec la table RHF_Tableau_Synthetique

Ainsi, la table **RHF_Polygones_Multiples** est en règle générale associée à la table **RHF_Tableau synthétique** pour permettre une représentation thématique basée sur la nature, le type, l'état ou le milieu des entités.

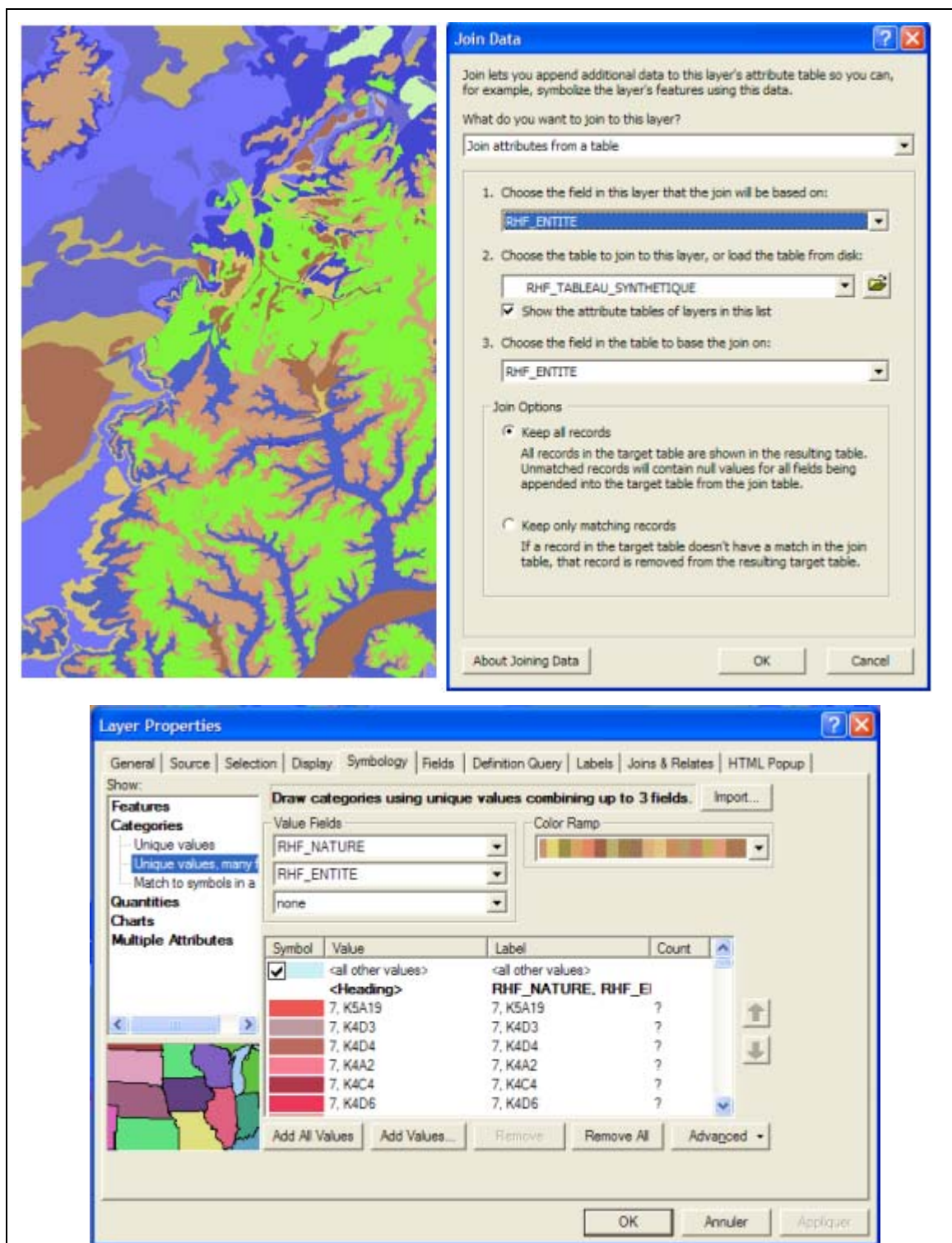


Illustration A16 - Exemple d'analyse thématique après jointure

2.2.3. Table des limites

La seconde couche vecteur correspondant à la table des limites (illustration A17), appelée "RHF_**Limites**" (limites des entités d'ordre 1 et plus).

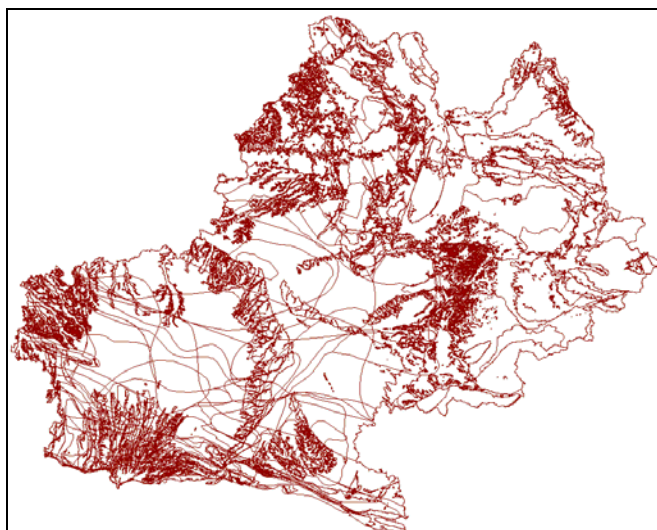


Illustration A17 - Table des limites des entités d'ordre 1
(exemple de la région Midi-Pyrénées)

Les limites peuvent être qualifiées selon leur nature et le contact entre les entités sous jacentes.

2.2.4. Table RHF_Limites_nature

La table de qualification des limites reprend une part d'information définie par le producteur des données (le type de limite) et des attributs issus de l'analyse de la base de données. Ces derniers peuvent être recalculés lors de la mise à jour des attributs des entités

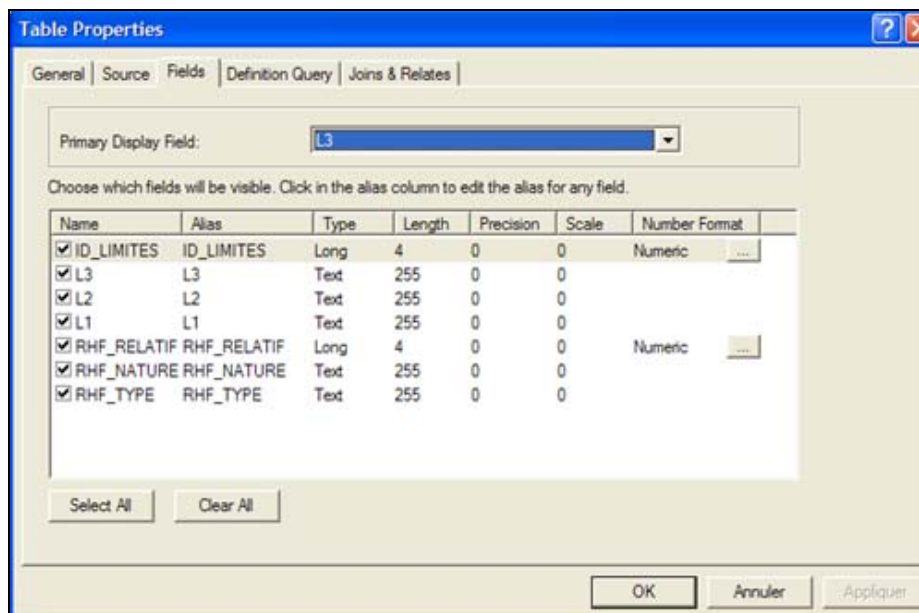


Illustration A18 - Table de la nature des limites

Le champ **L3** décrit le couple d'entité de niveau 3 séparé par cette limite. La syntaxe utilisée est composée des codes d'entité séparés par le symbole "|" (ascii 124)

par exemple : |F10G1|F11T1|.

Lorsque la limite sépare une entité du "monde extérieur", par exemple une limite administrative au delà de laquelle le découpage hydrogéologique n'est pas effectué, le couple L3 est composé du code de l'entité et du mot clef "Monde"

par exemple : |F10G1|Monde|.

Lorsque la limite est héritée d'un découpage sous-jacent, elle peut être incluse dans une même entité hydrogéologique. Dans ce cas les entités situées de part et d'autre de la limite sont de même code. Le champ L3 prend alors la valeur « Artefact »

Le champ **L2** décrit le couple d'entité de niveau 2 séparé par cette limite. La syntaxe utilisée est composée des codes d'entité séparés par le symbole "|" (ascii 124)

par exemple : |F10G|F11T|.

Lorsque la limite sépare une entité du "monde extérieur", par exemple une limite administrative au delà de laquelle le découpage hydrogéologique n'est pas effectué, le couple L2 est composé du code de l'entité et du mot clef "Monde"

par exemple : |F10G|Monde|.

Lorsque la limite est héritée d'un découpage sous-jacent, elle peut être incluse dans une même entité hydrogéologique. Dans ce cas les entités situées de part et d'autre de la limite sont de même code. Le champ L2 prend alors la valeur « Artefact »
Remarque : Toutes les entités de niveau 3 incluses dans une entité de niveau 2 composent les limites de niveau 2 définies comme "Artefact" à l'exception des limites au contact d'entités de niveau 2 distinctes.

Le champ **L1** décrit le couple d'entité de niveau 1 séparé par cette limite. La syntaxe utilisée est composée des codes d'entité séparés par le symbole "|" (ascii 124)

par exemple : |F10|F11|.

Lorsque la limite sépare une entité du "monde extérieur", par exemple une limite administrative au delà de laquelle le découpage hydrogéologique n'est pas effectué, le couple L1 est composé du code de l'entité et du mot clef "Monde"

par exemple : |F10|Monde|.

Lorsque la limite est héritée d'un découpage sous-jacent, elle peut être incluse dans une même entité hydrogéologique. Dans ce cas les entités situées de part et d'autre de la limite sont de même code. Le champ L1 prend alors la valeur « Artefact »

Remarque : Toutes les entités de niveau 3 ou 2 incluses dans une entité de niveau 1 composent les limites de niveau 1 définies comme "Artefact" à l'exception des limites au contact d'entités de niveau 1 distinctes.

Le champ **RHF_Relatif** définit l'ordre de recouvrement concerné par la limite. Seules les limites d'ordre relatif égal à 1 sont définies selon une typologie décrite par le producteur de données.

Le champ **RHF_Type** définit la typologie de la limite décrite par le producteur de données.

Le champ **RHF_Nature** définit la nature du contact établi par la limite entre les entités d'ordre relatif 1 et 2.

Le lexique des natures de contact est fourni dans le tableau ci-après:

RHF LEXIQUES VALEURS	
CODE	VALEUR
AAAA	Aquifère-Aquifère/Aquifère-Aquifère
AADA	Aquifère-Aquifère/Aquifère-Domaine
AAAD	Aquifère-Aquifère/Aquifère-Domaine
AADD	Aquifère-Aquifère/Domaine-Domaine
DAAA	Aquifère-Domaine/Aquifère-Aquifère
ADAA	Aquifère-Domaine/Aquifère-Aquifère
ADDA	Aquifère-Domaine/Aquifère-Domaine
DAAD	Aquifère-Domaine/Aquifère-Domaine
DADA	Aquifère-Domaine/Aquifère-Domaine
ADAD	Aquifère-Domaine/Aquifère-Domaine
DADD	Aquifère-Domaine/Domaine-Domaine
ADDD	Aquifère-Domaine/Domaine-Domaine
DDAA	Domaine-Domaine/Aquifère-Aquifère
DDDA	Domaine-Domaine/Aquifère-Domaine
DDAD	Domaine-Domaine/Aquifère-Domaine
DDDD	Domaine-Domaine/Domaine-Domaine

Illustration A19 - Lexique de la nature des contacts

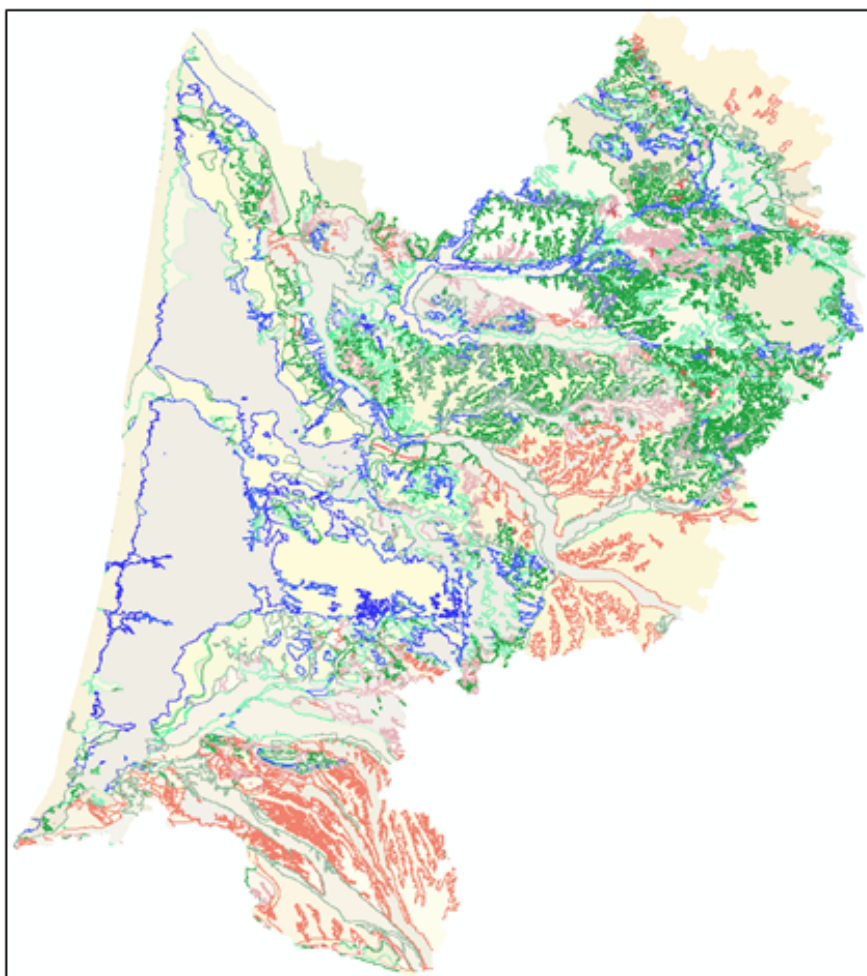


Illustration A20 - Exemple de représentation des limites en fonction de la nature des contacts (référentiel de l'Aquitaine)

2.2.5. Requêtes sur le modèle et tables associées

Requêtes Toits et murs

Il s'agit de 2 requêtes que l'on peut ouvrir pour consultation. Pour chaque polygone de l'entité (champ "Attribut_Polygons"), on peut connaître l'entité qui compose le polygone situé directement au-dessus (champ "Toit") et celle située directement au-dessous (Champ "Murs").

Dans l'illustration suivante,

- le toit de A est composé de b et de c
- le mur de A est composé de e et de f

A	b	i	i	k
e	A	b	i	i
	e	A	c	i
		f	A	c
			f	A
				f

Les requêtes permettant l'extraction de ces données sont REQUETE_MURS et REQUETE_TOITS, elles sont également transcrites sous formes de tables BDRHF_Table_Murs et BDRHF_Table_Murs

Table (requête) : BDRHF_TABLE_TOIT (BDRHF_TOIT)

RHF_ENTITE	RHF_ABSOLU	Position	TOIT	LIBELLE	ORDRE_ABSO	Part_Toits	SToits	Surface	RHF_NIVEAU
10A	100	Toit	1B	Domaine aquifè	10	0.5628394038	711758480	48054244348	2
10A	100	Toit	7B	Système aquifè	70	0.0017709860	2239563	2529170755.2	2
10A	100	Toit	8B	Domaine imperi	80	0.0742439338	93887793	11381268398	2
10A1	100	Toit	1B4	Domaine aquifè	10	0.9297574797	17265823	37140487.444	3
10A2	100	Toit	1B3	Domaine aquifè	10	0.0004950633	57642	116433589.51	3
10A2	100	Toit	1B4	Domaine aquifè	10	0.8677559751	101035943	465734358.05	3
10A3	100	Toit	1B7	Domaine aquifè	10	0.649815871	151132818	1395467467.8	3
10A3	100	Toit	7B41	Unité aquifère d	70	0.0096293022	2239563	465155822.59	3
10A4	100	Toit	1B5	Domaine aquifè	10	0.2818628625	89605078	317903100.79	3
10A4	100	Toit	1B6	Domaine aquifè	10	0.4512132491	143442091	317903100.79	3
10A5	100	Toit	1B3	Domaine aquifè	10	0.4961843609	119449097	2648088433.8	3
10A6	100	Toit	1B2	Domaine aquifè	10	0.5742847963	82878229	1010208883.7	3
10A6	100	Toit	8B5	Domaine imperi	80	0.0132702258	1915100	144315554.81	3
10A7	100	Toit	1B8	Domaine aquifè	10	0.0052030419	324017	124549065.16	3
10A7	100	Toit	8B5	Domaine imperi	80	0.1076240756	6702239	124549065.16	3
10A8	100	Toit	1B4	Domaine aquifè	10	0.0498405755	6557742	395275398.14	3

	Description des attributs de la table/requête des toits
RHF_ENTITE	Code de l'Entité étudiée
RHF_ABSOLU	Ordre absolu
RHF_NIVEAU	Niveau de l'entité étudiée
Surface	Surface de l'entité étudiée
Position	Position des entités associées (constante TOIT)
TOIT	Code de l'entité au toit
LIBELLE	Dénomination de l'entité au toit
ORDRE_ABSOLU	Ordre absolu de l'entité au toit
Part_Toits	Par relative de la surface de l'entité étudiée dont le toit est composée par cette unité
SToits	Surface du toit considéré

Illustration A21 - Caractérisation des " toits "

Table (requête) : BDRHF_TABLE_MUR (BDRHF_MUR)

BDRHF_Table_Murs : Table										
RHF_ENTITE	RHF_ABSOLU	Position	MURS	LIBELLE	ORDRE_ABSO	Smurs	Aire	Part_Mur	Surface	RHF_NIVEAU
1	10	Mur	10	Grand système	100	847686972	1974761781.9	0.4292603694	88864280188	1
1	10	Mur	11	Grand domaine	110	40936870	1974761781.9	0.0207300295	63192377022	1
1	10	Mur	12	Grand système	120	75500861	1974761781.9	0.0382328956	37520473857	1
1	10	Mur	21	Grand système	20	114308450	1974761781.9	0.0578846781	51343806331	1
1	10	Mur	3	Grand domaine	30	116647627	1974761781.9	0.0590692144	1.007129E+11	1
1	10	Mur	4	Grand système	40	43530245	1974761781.9	0.0220432892	19747617819	1
1	10	Mur	4	Grand système	41	7878785	1974761781.9	0.0039897395	13823332474	1
1	10	Mur	4	Grand système	42	375791	1974761781.9	0.0001902969	3949523563.9	1
1	10	Mur	5	Grand système	60	104651691	1974761781.9	0.0529945900	78990471278	1
1	10	Mur	5	Grand système	65	33115719	1974761781.9	0.0167694753	1974761781.9	1
1	10	Mur	51	Grand domaine	50	60766447	1974761781.9	0.0307715328	61217615240	1
1	10	Mur	7	Grand Système	70	290111334	1974761781.9	0.1469095344	98738089097	1
1	10	Mur	9	Grand Système	90	27446597	1974761781.9	0.0138986876	9873808909.7	1
1	10	Mur	9	Grand Système	91	113210525	1974761781.9	0.0573286996	35545712075	1
10	100	Mur	11	Grand domaine	110	16576785913	16584901422	0.9995106689	2.063162E+13	1
10	100	Mur	12	Grand système	120	7556744	16584901422	0.0004616394	66339605687	1

Description des attributs de la table/requête des murs	
RHF_ENTITE	Code de l'Entité étudiée
RHF_ABSOLU	Ordre absolu
RHF_NIVEAU	Niveau de l'entité étudiée
Surface	Surface de l'entité étudiée
Position	Position des entités associées (constante TOIT)
MURS	Code de l'entité au mur
LIBELLE	Dénomination de l'entité au mur
ORDRE_ABSOLU	Ordre absolu de l'entité au mur
Part_Mur	Par relative de la surface de l'entité étudiée dont le mur est composée par cette unité
SToits	Surface du mur considéré

Illustration A22 - Caractérisation des "murs"

2.2.6. Table des ordres

Il s'agit d'une table (illustration A25) dans laquelle les entités (champ "RHF_ENTITE") sont "décomposées" suivant leur ordre relatif de recouvrement (champ "RHF_RELATIF"), chaque partie étant caractérisée par la superficie qu'elle occupe (Champ "Parts").

RHF_ENTITE	RHF_RELATIF	Parts
H100A1	28	0.022571
H100A1	29	0.012848
H100A1	30	0.004165
H100A1	31	0.000197
H100A2	1	0.000342
H100A2	2	0.000377
H100A2	3	0.000641
H100A2	4	0.002055
H100A2	5	0.005208
H100A2	6	0.01559
H100A2	7	0.009378
H100A2	8	0.016857
H100A2	9	0.024464
H100A2	10	0.036881

Illustration A23 - Table des ordres



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. 02 38 64 34 34

Service géologique régional Haute-Normandie
Parc de la Vatine,
10, rue Sakharov
76130 - Mont Saint-Aignan
Tél. 02 35 60 12 00