

Document public



Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA

Bassin Seine-Normandie

Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Champagne- Ardenne

Rapport final, Mise à jour BDLISA Version 0

BRGM/RP-62224-FR

Mise à jour de juin 2013



Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA

Bassin Seine-Normandie

Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Champagne-Ardenne

Rapport final, Mise à jour BDLISA Version 0

BRGM/RP-62224-FR

Mise à jour de juin 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2008-EAU-I13

J. Warin, M. Chabart,
A. Geron, V. Mardhel, S.Schomburgk, N. Surdyk, D. Xu

Vérificateur :

Nom : A. Bel
Date : 06/08/2013



Approbateur :

Nom : N. Zornette
Date : 14/11/2013



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



Mots clés : BDLISA, Référentiel hydrogéologique, Système aquifère, Domaine hydrogéologique, Région Champagne-Ardenne.

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

J. Warin, M. Chabart, A. Géron, V. Mardhel, S. Schomburgk, N. Surdyk, D. Xu (2013) – Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Champagne-Ardenne. Rapport final, Mise à jour BDLISA Version 0. BRGM/RP-62224-FR. Mise à jour de juin 2013.

© BRGM, 2013, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM

Synthèse

Le présent rapport est la mise à jour d'un travail réalisé en 2010 (RP-57517-FR) sur la partie de la région Champagne-Ardenne située dans le bassin Seine-Normandie dans le cadre de la construction de la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. La délimitation des entités y est réalisée au niveau régional (NV2) et au niveau national (NV1).

Quant au travail réalisé dans la partie de la région Lorraine située dans le bassin Seine-Normandie et dans la partie de la région Champagne-Ardenne située dans le bassin Rhin-Meuse, il est décrit dans le rapport BRGM/RP-57519-FR (FOURNIGUET.G., BOUCHER.J., NGUYEN.THE.D., WARIN.J., XU.D., 2010).

Cette mise à jour permet d'intégrer les entités hydrogéologiques décrites en 2010 à la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères).

Suite à l'harmonisation nationale des entités BDLISA à l'échelle nationale le nombre d'entités BDLISA dans les bassins a changé (regroupement d'entités transrégionales, découpage par bassin etc.). Cependant le présent rapport ne fait état que des entités identifiées lors de la délimitation des entités en région Champagne-Ardenne (BRGM/RP-57517-FR).

Sur l'ensemble de la zone d'étude on décompte :

- **41 systèmes aquifères ou domaines hydrogéologiques du niveau régional (NV2),**
- **16 grands systèmes aquifères ou grands domaines hydrogéologiques du niveau national (NV1),**
- **3 groupes d'entités "complémentaires"** constituant une "surcouche" du référentiel et dont les contours restent identiques aux trois niveaux de découpage : les alluvions, les formations "résiduelles" (buttes témoins) et les formations superficielles autres que les précédentes (les limons).

Ces entités ont été délimitées à partir des cartes géologiques harmonisées (échelle du 1/50 000), des logs validés de forages et de critères hydrogéologiques au sein même de la région, mais d'autres sont issues des zones limitrophes. Le présent rapport ne fait état que des entités délimitées en Champagne-Ardenne dans le Bassin Seine-Normandie.

A ces entités, s'ajoute **la sur-couche des alluvions** identique pour les 3 échelles de travail (nationale, régionale et locale).

Les données du référentiel BDLISA V0 peuvent être téléchargées et exportées depuis le site du SANDRE (Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) : <http://www.sandre.eaufrance.fr/>

Les polygones sont proposés dans le format shapefile (ArcGis) et MIF/MID (MapInfo). Le téléchargement est réalisé avec les systèmes de projection en vigueur (lambert 93 en métropole, Corse et systèmes adéquats dans les départements d'Outremer), ils sont téléchargés par entité, région ou par agence.

Le référentiel BDLISA constituant un modèle 2D d'une réalité 3D des entités hydrogéologiques en France, il est difficile, voire impossible, de représenter « simplement » l'ensemble du référentiel BDLISA sur une interface cartographique.

Un accès cartographique a été adapté pour les utilisateurs de ce référentiel via <http://geotraitement.brgm.fr/viewer/bdlisa>. Cette interface cartographique permettant différentes requêtes (recherche d'une entité par nom, code, départements...).

Avertissement

Ce rapport présente la version V0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA qui succède au référentiel BDRHFV1.

Le référentiel national BDLISA résulte de l'assemblage des travaux menés depuis 2006 dans les différentes régions de France et dans les départements d'outre-mer (à l'exception du département de Mayotte, où la construction devrait être prévue en 2014). Il intègre aussi les entités hydrogéologiques du bassin Rhône-Méditerranée et Corse délimitées dans le cadre d'une synthèse hydrogéologique de ce bassin dont les bases ont été définies dès le début des années 2000.

Par rapport à la version précédente (version beta), parue en 2012, la version V0 du référentiel BDLISA intègre désormais les entités hydrogéologiques de niveau local du bassin Seine-Normandie avec des mises à jour des entités limitrophes de ce bassin, quelques corrections de contours et de libellés d'entités.

Ce rapport sera complété lors de la sortie de la version 1 du référentiel en tenant compte du travail réalisé en 2013 et des remarques formulées par les utilisateurs suite à la diffusion de la version Beta et de la version V0.

Enfin, au fur et à mesure de l'évolution du référentiel et des connaissances, il sera possible de mieux caractériser les entités, en particulier les parties profondes qui pourront alors être distinguées des parties superficielles si elles en diffèrent hydrogéologiquement : en effet, bien souvent, faute d'information, la nature attribuée à l'entité (à savoir aquifère ou non), reflète surtout les caractéristiques de cette entité dans la partie affleurante et à faible profondeur.

Sommaire

1. Introduction	15
2. Présentation du référentiel BDLISA.....	19
2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS	19
2.1.1. Principes de construction	19
2.1.2. Assemblage des entités	19
2.1.3. Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction	20
2.1.4. BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE	20
2.2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA.....	20
2.3. LES OBJETS DU RÉFÉRENTIEL	21
2.3.1. Les entités hydrogéologiques	21
2.3.2. Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques.....	23
2.3.3. Les "thèmes" des entités hydrogéologiques	23
2.3.4. L'attribut "Nature" des entités hydrogéologiques	23
2.3.5. L'attribut "Type de milieu" des entités hydrogéologiques	26
2.3.6. L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques.....	27
2.3.7. L'attribut "Origine de la construction" des entités hydrogéologiques	28
2.4. LE TABLEAU MULTI-EHELLES	28
2.5. LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS	28
2.5.1. Principes sous-jacents	29
2.5.2. Organisation des entités en 2 ensembles.....	30
2.5.3. Ordre absolu et ordre relatif.....	31
3. Méthodologie de délimitation des entités et assemblage par le modèle de gestion	33
3.1. PRINCIPES DIRECTEURS	33
3.1.1. Homogénéité du découpage	33
3.1.2. Emboîtement des niveaux	33
3.2. PRINCIPALES ÉTAPES DE LA DÉLIMITATION.....	34
3.2.1. Identification et cadrage hydrogéologique général	34
3.2.2. De l'analyse des cartes géologiques au tableau multi-échelles	34
3.2.3. Individualisation de l'alluvial	35

3.2.4. Découpage des entités	36
3.2.5. Passage au modèle de gestion du référentiel	36
3.2.6. Organigramme	36
4. Mise en œuvre du découpage des entités	39
4.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE	39
4.2. CONSTRUCTION DU TABLEAU MULTI-EHELLES	39
4.2.1. Carte géologique harmonisée.....	39
4.2.2. Logs géologiques	39
4.2.3. Analyse des cartes harmonisées et des logs validés	41
4.2.4. Modifications par rapport à la liste de la phase 1	44
4.3. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS	46
4.3.1. Parties affleurantes.....	46
4.3.2. Parties sous couvertures	46
4.3.3. Polygone global de l'entité	46
4.4. ENTITÉS COMPLÉMENTAIRES.....	49
5. Description des entités hydrogéologiques de Champagne-Ardenne (partie SN)51	
5.1. FORMATIONS DU TERTIAIRE	51
5.1.1. Sables de Fontainebleau : système aquifère 107AC	51
5.1.2. Calcaires de Brie du Rupélien : système aquifère 107AK.....	51
5.1.3. Marnes vertes et supragypseuses du Rupélien : domaine hydrogéologique 110AA	51
5.1.4. Calcaires ludiens nommés localement calcaires de Champigny : système aquifère 113AA.....	52
5.1.5. Sables, calcaires et grès du Bartonien : système aquifère 113AK	52
5.1.6. Marnes et Caillasses du Lutétien supérieur : domaine hydrogéologique 113AO	52
5.1.7. Calcaires grossiers du Lutétien et Sables de l'Yprésien : systèmes aquifères 113AQ et 113AV - / domaine hydrogéologique 113AT	53
5.1.8. Argiles de l'Yprésien inférieur : domaine hydrogéologique 117AC.....	53
5.1.9. Sables et calcaires du Thanétien : système aquifère 119AC	53
5.2. FORMATIONS DU CRÉTACÉ.....	54
5.2.1. Craie du Turonien supérieur au Campanien (ou Séno-turonien) : systèmes aquifères 121AL / 121AM / 121AN / 121AO et domaine hydrogéologique 121BA	54
5.2.2. Craie marneuse du Turonien inférieur au Cénomaniens : systèmes aquifères 123BL / 123BM / 123BN / 123BO	55

5.2.3. Gaizes du Cénomaniens : système aquifère 123CA	55
5.2.4. Argiles du Gault et Marnes de l'Albien : domaine hydrogéologique 125AA57	
5.2.5. Sables verts de l'Aptien-Albien : système aquifère 127AA.....	57
5.2.6. Argiles de l'Aptien-Barrémien : domaine hydrogéologique 127AC.....	58
5.2.7. Sables, Grès et calcaires du Néocomien : système aquifère 127AG	58
5.3. FORMATIONS DU JURASSIQUE.....	59
5.3.1. Calcaires du Tithonien : système aquifère 131AA	59
5.3.2. Marnes du Kimméridgien : domaine hydrogéologique 133AA	59
5.3.3. Calcaires de l'Oxfordien supérieur au kimméridgien inférieur : système aquifère 135AA	63
5.3.4. Marnes du Callovo-Oxfordien : domaine hydrogéologique 137AB.....	63
5.3.5. Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) : système aquifère 139AM.....	64
5.3.6. Marnes du Bajocien-Bathonien : domaine hydrogéologique 139AN	65
5.3.7. Calcaires de l'Aalénien-Bajocien : système aquifère 139AP	65
5.3.8. Marnes du Toarcien (Lias supérieur) : domaine hydrogéologique 141AB65	
5.3.9. Grès, marnes et calcaires du Plienbaschien (Lias moyen ou Domérien) : domaine hydrogéologique 141AC	65
5.3.10. Calcaires, grès, calcaires argileux et argiles du Lias inférieur : systèmes aquifères 141AE / 141AG.....	66
5.4. FORMATIONS DU TRIAS.....	67
5.4.1. Grès du Rhétien (Trias supérieur) : système aquifère 143AB.....	67
5.4.2. Dolomies et Marnes du Keuper (Trias supérieur) : domaine hydrogéologique 143AD.....	67
5.4.3. Calcaires du Muschelkalk supérieur (Trias moyen) et Dolomies et Argiles du Lettenkohle (Trias moyen) : système aquifère 143AE.....	67
5.4.4. Marnes et argiles du Muschelkalk moyen et inférieur (Trias moyen) : domaine hydrogéologique 143AI.....	68
5.4.5. Grès du Trias inférieur : système aquifère 143AK	68
6. Limites des entités.....	71
6.1. LIMITES HYDRAULIQUES	71
6.2. NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITES.....	71
7. Outil de construction du référentiel.....	75
7.1. GÉODATABASE	75
7.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS	81

8. Conclusions	85
9. Références bibliographiques	87

Liste des illustrations

Illustration 1 - Zone d'étude : la région Champagne-Ardenne dans le bassin Seine-Normandie	17
Illustration 2 - Zone traitée (partie colorée) dans le cadre de la construction du référentiel de la région Lorraine (bassins Rhin-Meuse et Seine-Normandie, rapport BRGM/RP-57519-FR).....	18
Illustration 3 – Nature des entités hydrogéologiques et codification	24
Illustration 4 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques.....	26
Illustration 5 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires	29
Illustration 6 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités	32
Illustration 7 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3	34
Illustration 8 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.	37
Illustration 9 - Liste des entités de Champagne-Ardenne identifiées lors de la phase 1 de la construction du Référentiel Hydrogéologique (2001-2003).....	40
Illustration 10 - Exemple de correspondance entre formations géologiques de la carte géologique harmonisée et entités hydrogéologiques.	42
Illustration 11 - Exemple de correspondance entre formations géologiques locales traversées par les forages validés et entités hydrogéologiques.	43
Illustration 12 - Modification de la liste des entités proposées lors de la phase 1 (2001-2003).....	45
Illustration 13 - Exemple d'affleurements extraits de la carte géologique harmonisée sur le territoire de la région Champagne-Ardenne	47
Illustration 14 - Exemple de délimitation sur le territoire de la région Champagne-Ardenne d'une entité à partir du report des forages ayant traversés la formation	48
Illustration 15 - Formations incluses dans la surcouche du référentiel	49
Illustration 16 - Liste des "systèmes alluvionnaires" extraits des cartes géologiques harmonisées de Champagne-Ardenne (départements 08,10, 51 et 52).....	50
Illustration 17 - Liste des différentes "Formations résiduelles" extraites des cartes géologiques harmonisées de Champagne-Ardenne (départements 08,10, 51 et 52)	50
Illustration 18 - Types de limites possibles entre entités.....	72
Illustration 19 - Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques.....	73
Illustration 20 - Contenu de la base de données du référentiel dans ArcGis	75
Illustration 21 - Tables non géométriques de la géodatabase.....	76
Illustration 22 - Menu général de la géodatabase.	77
Illustration 23 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 2 via le menu général.....	77
Illustration 24 - Cartographie d'une entité de niveau 2 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).....	78

Illustration 25 - Exemple de sélection : entités de niveau 2 et d'ordre 1	79
Illustration 26 - Table des limites identifiant les polygones situés de part et d'autre d'une limite	80
Illustration 27 - Table des limites contenant la nature des contacts entre entités	80
Illustration 28 - Editeur de cartes du modèle de gestion du référentiel	81
Illustration 29 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche)	82
Illustration 30 - Exemple de fiche descriptive (partie droite) d'une entité	83

Liste des annexes

Annexe 1 - Lexique de caractérisation des entités	89
Annexe 2 - Tableau multi-échelles	95
Annexe 3 - Echelle stratigraphique du bassin de Paris	99
Annexe 4 – Exemple de problèmes de correspondance entre cartes vectorisées	103
Annexe 5 - Lexique de caractérisation des entités	111

1. Introduction

Le présent rapport est la mise à jour d'un travail réalisé en 2010 (RP-57517-FR) sur la partie de la région Champagne-Ardenne située dans le bassin Seine-Normandie dans le cadre de la réalisation de BDRHF-V2. Cette mise à jour permet d'intégrer les entités hydrogéologiques décrites en 2010 à la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères) dans la région Champagne-Ardenne (partie bassin Seine-Normandie).

Le référentiel hydrogéologique BDLISA succède au référentiel BDRHFV1 et remédie à certaines insuffisances de ce référentiel, en particulier :

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

Il tient compte aussi de l'évolution des connaissances géologiques et hydrogéologiques, en particulier de l'harmonisation des cartes géologiques à l'échelle du 1/50 000^{ième}.

Le Référentiel BDLISA propose un découpage du territoire national (territoire métropolitain et départements d'outre-mer, à l'exception de Mayotte) en entités hydrogéologiques (formations géologiques aquifères ou non), délimitées à 3 niveaux de détail (national, régional et local) suivant des règles élaborées dans le cadre d'une méthodologie nationale.

La présentation générale du référentiel, de ses principes de construction et de mise en œuvre est décrite dans le rapport BRGM/RP-62261-FR.

Suite à l'harmonisation nationale des entités BDLISA à l'échelle nationale le nombre d'entités BDLISA a changé (regroupement d'entités transrégionales, découpage par bassin etc.) Cependant le présent rapport ne fait état que des entités identifiées lors de la délimitation des entités en Champagne-Ardenne (partie Seine-Normandie).

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.

Zone d'étude

La zone d'étude (illustrations 1 et 2) correspond à la partie de la région Champagne-Ardenne située dans le bassin Seine-Normandie. Elle s'étend sur 25 640 km² et comprend les départements des Ardennes (08), de la Marne (51), de l'Aube (10) et de la Haute-Marne (52). Le département des Ardennes dépend à 50 % sur le bassin Rhin-Meuse. Le département de la Haute-Marne s'étend sur 3 bassins : le bassin Seine-

Normandie (découpage NV1 et NV2), le bassin Rhin-Meuse (découpage NV1, NV2, NV3) et le bassin Rhône-Méditerranée (NV1, NV2, NV3).

D'un point de vue géologique, la région Champagne-Ardenne se situe sur la bordure orientale du bassin Parisien constitué d'une succession de couches sédimentaires qui forment un empilement plus ou moins régulier. Ces terrains dessinent des arcs successifs depuis les terrains les plus récents du Tertiaire à l'Ouest, jusqu'aux couches les plus anciennes du Trias au Sud-est de la Haute-Marne. A cet empilement se superposent les alluvions récentes des cours d'eau tels que l'Aisne, la Marne, la Seine et l'Aube.

Le travail a été mené dans le cadre de conventions (correspondant à l'année 3 du projet) 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.

La délimitation a été effectuée conformément aux recommandations du guide méthodologique national (Rapport BRGM/RP-52261-FR : PETIT V., HANOT F., POINTET T., 2003) et aux propositions soumises en 2007, 2008 et 2009 au comité de pilotage du Référentiel pour actualiser ce guide (Rapport BRGM/RP-61034-FR : SEGUIN.J.J., MARDHEL.V., SCHOMBURGK.S., 2012).

Remarques

1) Le travail réalisé dans la partie de la région Champagne-Ardenne qui est située dans le bassin Rhin-Meuse est décrit dans le rapport BRGM/RP-57519-FR (FOURNIGUET.G., BOUCHER.J., NGUYEN.THE.D., WARIN.J., XU.D., 2010). Ce rapport présente aussi la délimitation réalisée aux 3 niveaux de découpage dans la partie de la région Lorraine située dans le bassin Seine-Normandie.

2) Quant au travail de découpage dans la partie Rhône-Méditerranée du département de la Haute-Marne il est réalisé dans le cadre de la synthèse hydrogéologique de ce bassin (en cours, dans la phase de mise en conformité de celle-ci avec le référentiel BDLISA).

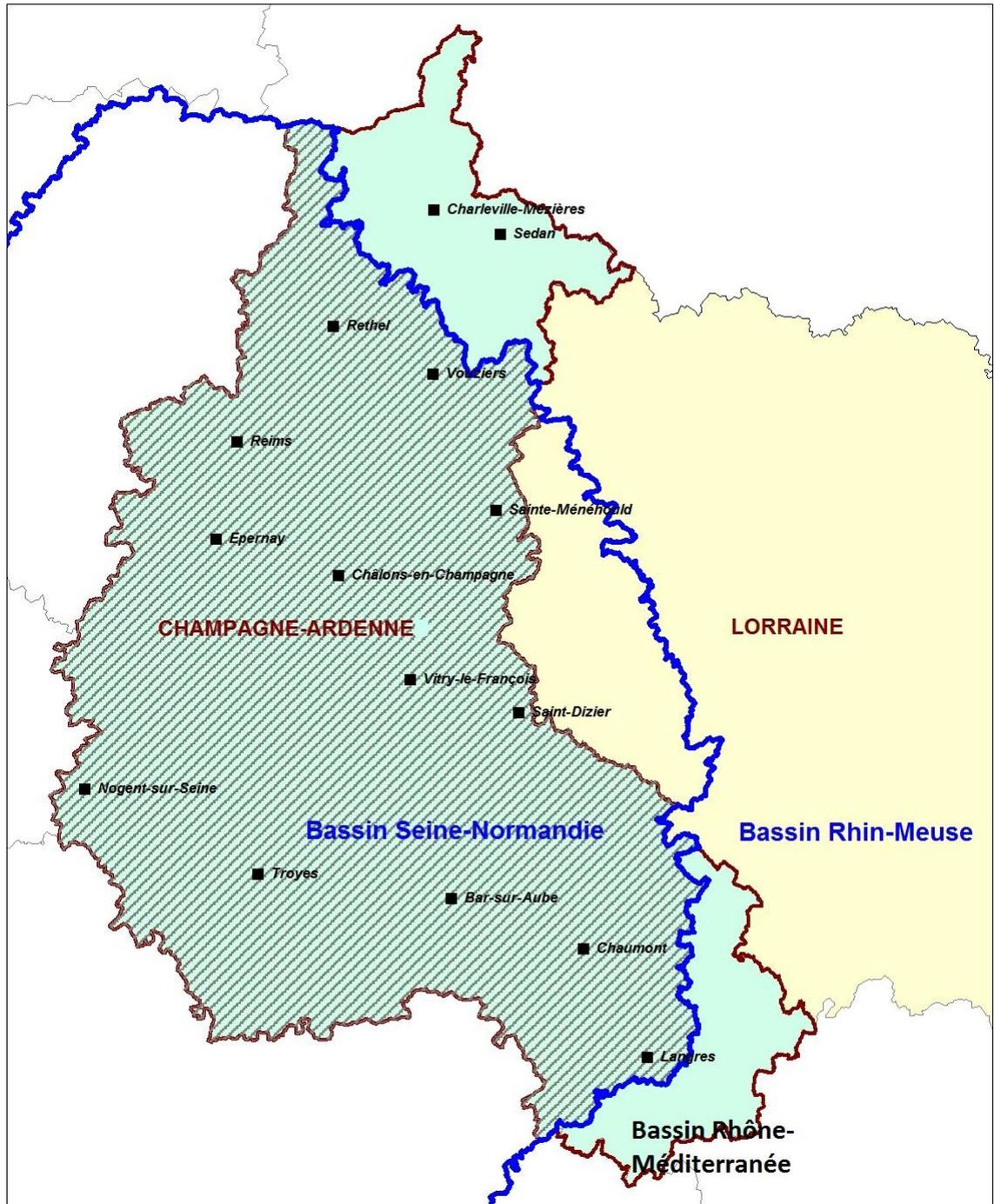


Illustration 1 - Zone d'étude : la région Champagne-Ardenne dans le bassin Seine-Normandie

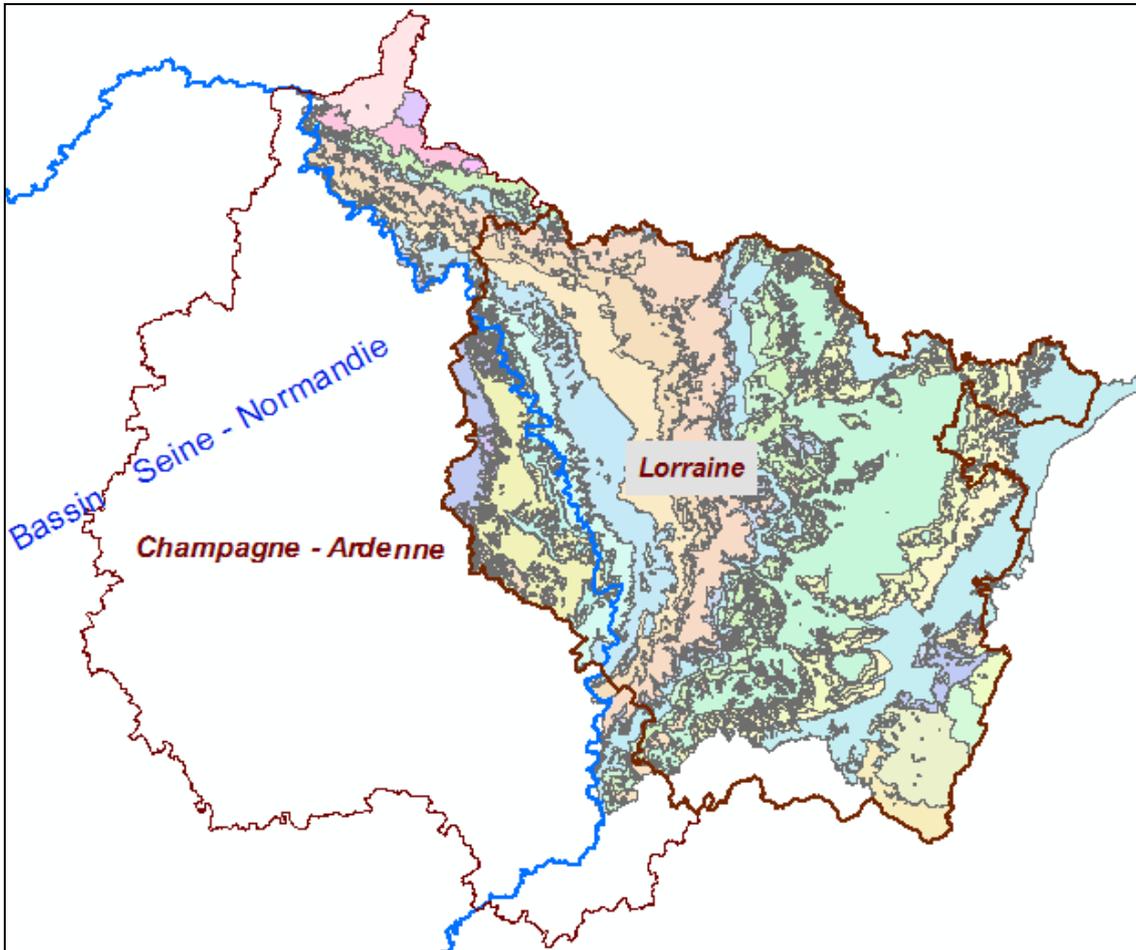


Illustration 2 - Zone traitée (partie colorée) dans le cadre de la construction du référentiel de la région Lorraine (bassins Rhin-Meuse et Seine-Normandie, rapport BRGM/RP-57519-FR) (la partie colorée représente le découpage des entités de niveau 2 en Lorraine)

2. Présentation du référentiel BDLISA

2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS

2.1.1. Principes de construction

La construction du référentiel repose sur les principes de base énoncés dans le guide méthodologique établi en 2003 (Rapport BRGM RP-52261-FR, 2003, page 11) :

- des règles de découpage sont définies pour **cinq thèmes principaux** : *Alluvial, Sédimentaire, Socle, Intensément plissé, Volcanisme* ;
- le découpage est **homogène** sur l'ensemble du territoire ;
- plusieurs échelles de visualisation sont prévues : **nationale** (1/1 000 000), **régionale** (1/250 000) et **locale** (1/50 000) ; à chacune de ces échelles, correspond un niveau de détail, respectivement : NV1 (niveau national), NV2 (niveau régional), NV3 (niveau local) ;
- le découpage des entités est réalisé sur la base des connaissances actuelles : le découpage est donc **susceptible d'évolution** ;
- l'échelle de travail est le **1/50 000** ;
- les entités hydrogéologiques sont représentées par un ou plusieurs polygones (certaines entités peuvent être disjointes) ; **les polygones sont composés d'arcs** correspondant aux limites d'extension de l'entité ; ils peuvent être caractérisés par un type de limite hydraulique ;
- **les entités sous couverture sont délimitées** ;
- une **nouvelle codification** est mise en place ; la norme de la codification a été conçue pour rester stable et être utilisée d'une manière durable.

2.1.2. Assemblage des entités

Le découpage a été réalisé à partir du niveau local (NV3), les entités régionales (NV2) étant constituées à partir des entités de niveau 3 et les entités du niveau national (NV1) constituées à partir des entités de niveau 2 (emboîtements successifs).

Une entité hydrogéologique a toujours une "entité mère" hormis pour le niveau national.

La mise au point d'un "**modèle de gestion du référentiel**" développé sous ArcGis a permis de réaliser l'assemblage 3D des entités dans un SIG et de contrôler la cohérence topologique de l'ensemble.

2.1.3. Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction

Des contextes hydrogéologiques particuliers ou des contraintes opératoires ont parfois conduit à des adaptations de la méthodologie de découpage préconisée dans le guide de 2003, adaptations mentionnées dans ce rapport.

La différence majeure par rapport au guide de 2003 réside dans la distinction faite entre deux catégories d'entités (cf §2.5) :

- les "**Entités principales**", qui ont fait l'objet d'un traitement topologique garantissant la cohérence de leur assemblage 3D ;
- les "**Entités complémentaires**", regroupant différents types d'entités qui ne permettent pas de respecter l'homogénéité du référentiel ou qui constituent des cas particuliers difficilement intégrables dans le cadre général du référentiel au stade actuel de son avancement (cf §2.5). Il en est ainsi des systèmes alluvionnaires des 5 bassins du "projet national" pour lesquels il n'existe pas actuellement de différenciation entre parties productives et non productives. Ces systèmes très ramifiés sont extraits des cartes géologiques ; ils sont transverses par rapport aux entités principales qu'ils recouvrent et n'entrent pas dans les possibilités de traitements topologiques offerts par le modèle de gestion.

2.1.4. BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE

Le référentiel BDLISA est un outil du Système d'Information sur l'Eau (SIE) dont une tâche essentielle est la mise en place d'un langage commun pour les données sur l'eau. A cette fin, le Sandre (Service d'Administration Nationale des Données et des Référentiels sur l'Eau) est chargé :

- d'élaborer les dictionnaires des données, d'administrer les nomenclatures communes au niveau national, d'établir les formats d'échanges informatiques de données, de définir des scénarios d'échanges et de standardiser des services WEB,
- de publier les documents normatifs après une procédure de validation par les administrateurs de données Sandre.

Au référentiel BDLISA est donc associé un "*Dictionnaire des données*" (actuellement version 2.0 en cours de finalisation). Un scénario d'échange sera également disponible). Ce document a été élaboré dans le cadre d'un groupe de travail dont le secrétariat est assuré par le SANDRE et auquel ont participé l'ONEMA, les Agences de l'Eau, le BRGM.

2.2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA

- ◆ Le référentiel est construit sur la base d'une subdivision du territoire (France métropolitaine et départements d'outre-mer) en **entités hydrogéologiques** (formations géologiques aquifères et non aquifères) délimitées suivant **3 niveaux**

de détail (national, régional et local, cf. § 2.3.2) et regroupées dans **5 thèmes** (cf. § 2.3.3).

- ◆ A la différence du référentiel BDRHFV1, **les parties non affleurantes des entités sont prises en compte.**
 - Sur la verticale, les entités sont ordonnées suivant un ordre croissant (ordre 1 pour les entités affleurantes, ordre 2 pour les entités situées juste au-dessous, ...). En Aquitaine, par exemple, il y a jusqu'à 32 "couches" d'entités sur la verticale).
 - Le numéro d'ordre qui est affecté aux entités permet de suivre la "progression" de chacune d'elles en profondeur et de la localiser en un point dans la "pile" des entités hydrogéologiques.
- ◆ Dans le référentiel, les épaisseurs ne sont pas prises en compte mais pourraient l'être ultérieurement. **Le modèle de représentation des entités est dit "2D1/2".**
- ◆ Le référentiel se présente sous la forme d'un **Système d'Information Géographique (SIG)** permettant :
 - de visualiser les entités hydrogéologiques aux 3 niveaux de détail retenus pour le découpage ;
 - d'obtenir des informations sur les entités grâce à la base de données associée.
 - Le système de projection cartographique est le **Lambert 93** (RGF93).
- ◆ La gestion du référentiel est assurée grâce à un ensemble de fonctionnalités développées en liaison avec ArcGis (version 9.2) et constituant le "**Modèle de gestion du Référentiel**" ; à savoir :
 - la vérification de la cohérence topologique de l'assemblage des entités,
 - la mise en évidence et les corrections des anomalies éventuelles de découpage,
 - les mises à jour,
- ◆ Le découpage des entités est réalisé sur la base des connaissances géologiques et hydrogéologiques actuelles. Des mises à jour (nouvelles entités de niveau 3, modifications des contours) sont donc susceptibles d'être effectuées pour tenir compte de la progression des connaissances.

2.3. LES OBJETS DU RÉFÉRENTIEL

2.3.1. Les entités hydrogéologiques

Une entité hydrogéologique est une partie de l'espace géologique, aquifère ou non aquifère, correspondant à un système physique caractérisé au regard de son état et de ses caractéristiques hydrogéologiques (Cf. Annexe 1).

Une entité hydrogéologique est :

- délimitée à une certaine échelle (un "**niveau**", cf. § 2.3.2.),
- rattachée à un type de formation géologique (un "**thème**", cf. 2.3.3.),
- définie par ses potentialités aquifères (une "**nature**", cf. § 2.3.4.) et la présence ou non d'une nappe libre ou captive ou libre puis captive (un "**état**"),
- caractérisée par un type de porosité (un "**milieu**", cf § 2.3.5)

Les entités hydrogéologiques peuvent être multi-parties.

Le référentiel, assemblage dans les 3 dimensions d'espace des entités délimitées, peut être considéré comme un "**modèle hydrogéologique**" d'une réalité complexe, accessible à l'aide d'une information disponible à un moment donné et parfois interprétée faute de données suffisantes.

Codification de l'entité

Un code, attribué par le BRGM (arrêté du 26 juillet 2010, SNDE), est affecté à chaque entité. Il est construit avec :

- un champ de 3 chiffres pour une entité de niveau national,
- un champ de 2 lettres à la suite du champ précédent pour désigner une entité de niveau régional contenue dans une entité de niveau national,
- un champ de 2 chiffres à la suite des 2 champs précédents pour désigner une entité de niveau local contenue dans une entité de niveau régional.

Par exemple:

- **098** (entité de niveau national),
- **098AB** (entité de niveau régional),
- **098AB01, 118AC03** (entité de niveau local)

Dénomination de l'entité

En général, 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 : *Sables verts de l'Albien du Bassin Parisien.*

Mais ce n'est pas toujours le cas et l'appellation usuelle a été conservée. Par exemple la localisation précède parfois la stratigraphie (la localisation est associée à la lithologie) :

Sables et Grès de Fontainebleau de l'Oligo-Miocène,

Calcaires de Brie du Rupélien,

Calcaires de l'Orléanais et de Pithiviers de l'Aquitainien,

Calcaires d'Etampes du Rupélien.

2.3.2. Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques

Trois niveaux d'identification des entités hydrogéologiques sont retenus dans cette nouvelle version du référentiel :

- le **niveau national (NV1)** fournit une représentation nationale des grands ensembles hydrogéologiques dont il montre la distribution spatiale et l'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)** fournit une représentation régionale ou par bassin des entités hydrogéologiques (échelle de visualisation de l'ordre du 1/250 000). Il permet de caractériser les 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 au sein des deux niveaux précédents. Il constitue le support d'études ponctuelles permettant d'améliorer les connaissances hydrogéologiques (carte piézométrique, carte de vulnérabilité, modélisation,...).

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) mais correspondent à des échelles d'utilisation et de représentation de l'information.

2.3.3. Les "thèmes" des entités hydrogéologiques

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

- **thème "Alluvial"** (code 1) : ensemble des dépôts de plaine alluviale accompagnés des terrasses connectées hydrauliquement avec les cours d'eau,
- **thème "Sédimentaire"** (code 2) : ensemble des formations peu ou pas déformées, non métamorphisées des bassins sédimentaires,
- **thème "Socle"** (code 3): formations magmatiques et métamorphiques,
- **thème "Intensément plissé de montagne"** (code 4) : ensemble de formations géologiques récemment plissées appartenant aux massifs montagneux alpins, pyrénéens, languedociens et jurassiens.
- **thème "Volcanisme"** (code 5) : volcanisme tertiaire et quaternaire ayant conservé une géométrie, une morphologie et/ou une structure volcanique identifiable,

Le **karst** est considéré comme un attribut applicable aux formations carbonatées des thèmes "sédimentaire" et "intensément plissé".

2.3.4. L'attribut "Nature" des entités hydrogéologiques

Dans le guide méthodologique de 2003, 7 types d'entités hydrogéologiques sont définis ; il s'agit du critère "Nature" de l'entité (Illustration 3) :

- pour le niveau 1 : **Grand Système Aquifère** et **Grand Domaine Hydrogéologique**,
- pour le niveau 2 : **Système Aquifère** et **Domaine Hydrogéologique**,
- pour le niveau 3 : **Unité aquifère**, **Unité semi-perméable** et **Unité imperméable**.

Un 8^{ème} type d'entité a été ajouté à cette liste : au niveau 1, le **Grand Système Multicouches**, intégrant sur la verticale une alternance de Systèmes Aquifères et de Domaines.

	Aquifère		Peu ou pas aquifère
Niveau national (NV1)	Grand Système Aquifère (GSA) Code = 1		Grand Domaine Hydrogéologique (GDH) Code = 2
	Grand Système Multicouche (GSM) Code = 12		
Niveau régional (NV2)	Système Aquifère Code = 3		Domaine Hydrogéologique Code = 4
Niveau local (NV3)	Unité aquifère Code=5	Unité semi-perméable Code=6	Unité imperméable Code=7

Illustration 3 – Nature des entités hydrogéologiques et codification

◆ Le Grand Système Aquifère

Le grand système aquifère est un système physique composé d'une ou plusieurs unités aquifères, globalement en liaison hydraulique et qui est circonscrit par des limites litho-stratigraphiques et/ou structurales. Le grand système aquifère est une entité de premier niveau (NV1).

◆ Le Grand Domaine Hydrogéologique

Le grand domaine hydrogéologique est un système physique peu ou pas aquifère. Il peut contenir des unités aquifères mais sans grande extension latérale et isolées dans le massif imperméable. Le grand domaine hydrogéologique est une entité de premier niveau (NV1).

◆ Le Système Aquifère

Le 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, **au moins** l'un des critères suivants : *lithologie, structure, stratigraphie, piézométrie, géochimie, hydraulique*. La constitution des systèmes est issue de la connaissance à instant donné du milieu souterrain. Le système aquifère est une entité de niveau régional NV2.

◆ Le Domaine Hydrogéologique

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, **au moins**, l'un critères suivants :

lithologie, structure, stratigraphie, piézométrie, géochimie, hydraulique. Le domaine hydrogéologique est une entité de niveau régional NV2.

◆ L'unité aquifère

L'unité aquifère est un système physique élémentaire présentant des conditions hydrodynamiques homogènes, suffisamment conductrice pour permettre la circulation de l'eau souterraine. Une unité aquifère est une entité hydrogéologique de niveau local présentant une perméabilité moyenne supérieure (ou supposée supérieure) à 10^{-6} m/s présentant des ressources en eau suffisante pour être exploitée.

L'unité aquifère est le résultat du découpage d'un système aquifère ou d'un domaine hydrogéologique (éventuellement directement d'un grand domaine ou d'un grand système aquifère).

◆ L'unité semi-perméable

Une unité semi-perméable est une entité hydrogéologique de niveau local avec une perméabilité moyenne comprise entre 10^{-9} m/s et 10^{-6} m/s. Cette unité peut contenir des ressources en eau mais sa productivité est insuffisante pour que ces ressources puissent être exploitées.

L'unité semi-perméable est le résultat du découpage d'un domaine hydrogéologique ou d'un système aquifère (éventuellement directement d'un grand domaine ou d'un grand système aquifère).

◆ L'unité imperméable

L'unité imperméable est un système physique élémentaire présentant des faibles circulations d'eau. Sa perméabilité moyenne est inférieure à 10^{-9} m/s.

La définition du dictionnaire hydrogéologique français est la suivante : « *qualifie un milieu théoriquement impénétrable et non traversable par un fluide et en pratique ne laissant passer aucun flux significatif sous un gradient de potentiel hydraulique donné* »
L'unité imperméable est le résultat du découpage d'un domaine hydrogéologique ou d'un système aquifère (éventuellement directement d'un grand domaine ou d'un grand système aquifère).

Remarque : les unités aquifère, semi-perméables et imperméables sont des entités de niveau local (NV3) correspondent à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national.

Liaisons entre les entités

Les liens de filiation (illustration 4) en fonction des niveaux d'agrégation obéissent aux règles suivantes :

- une entité hydrogéologique appartient à une seule nature par niveau ;
- une entité hydrogéologique a toujours une "entité mère" hormis pour le niveau national ;
- une entité hydrogéologique peut avoir de 0 à n "entités filles" hormis pour les unités du niveau local.

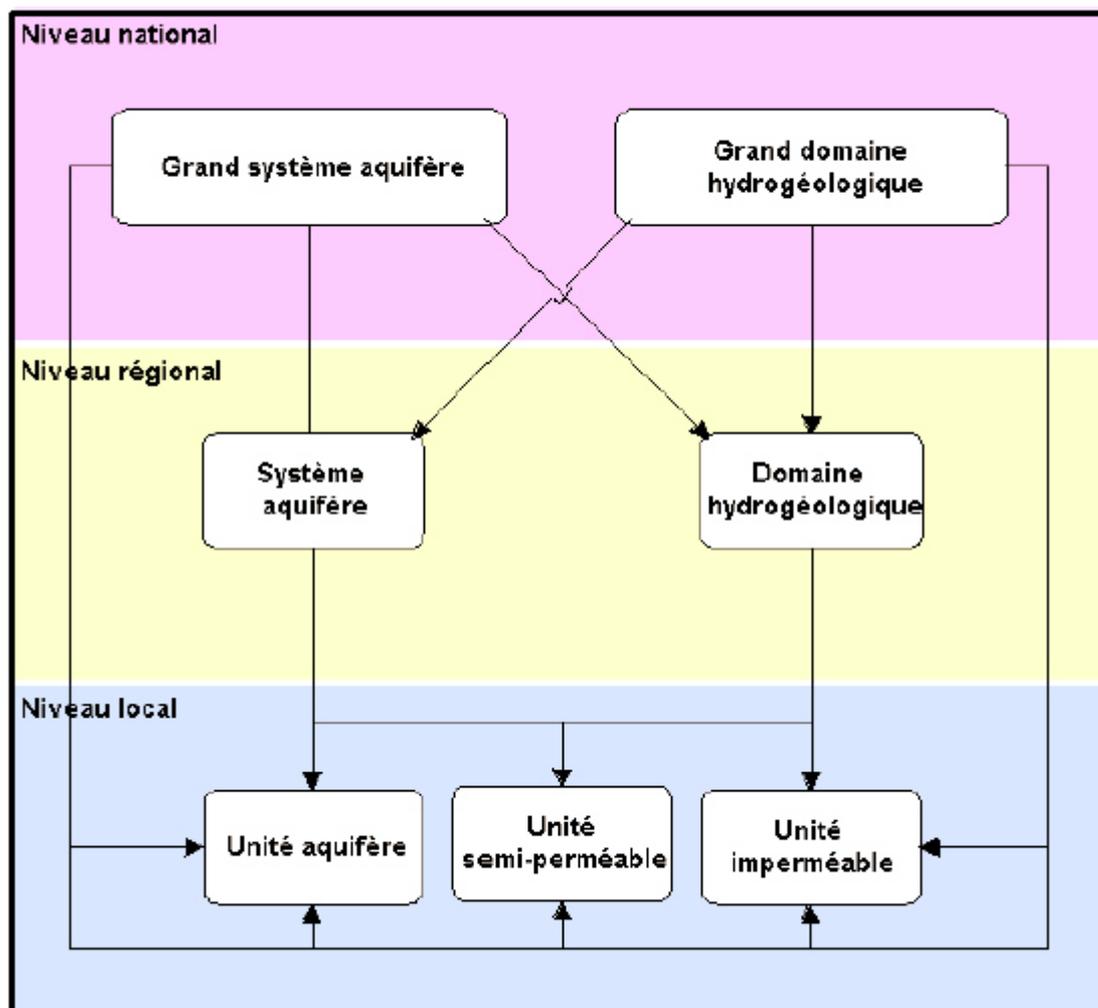


Illustration 4 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques

Le Grand Système Multicouches, non représenté sur ce schéma est une alternance sur la verticale de Grands Systèmes Aquifères et de Grands Domaines Hydrogéologiques.

2.3.5. L'attribut "Type de milieu" des entités hydrogéologiques

Il s'agit du type de porosité caractérisant majoritairement l'entité. Les différents types retenus sont définis dans le tableau suivant :

Type de milieu	Code
Poreux	1
Fissuré	2
Karstique	3
Double porosité : matricielle et de fissures	4
Double porosité : karstique et de fissures	5
Double porosité : fractures et fissures	6
Double porosité : matricielle et de fractures	7
Double porosité : matricielle et karstique	8
Inconnu	0

La **double porosité de code 4** est attribuée à une entité caractérisée à la fois par une matrice poreuse et par un réseau de fissures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important (cas des aquifères de la craie).

La **double porosité de code 5** est attribuée à une entité caractérisée à la fois par un réseau karstique et par un réseau de fissures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important (cas des "chaînons" calcaires pyrénéens).

La **double porosité de code 6** est attribuée à une entité caractérisée à la fois par des fractures et des fissures (cas de certaines entités volcaniques en Martinique).

La **double porosité de code 7** est attribuée à une entité caractérisée à la fois par une matrice poreuse et par un réseau de fractures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.

La **double porosité de code 8** est attribuée à une entité caractérisée à la fois par une matrice poreuse et par un réseau karstique ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.

Remarque

La caractérisation des entités se fait d'abord au niveau 3. **Il ne sera pas toujours possible ou pertinent de caractériser 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, ...).

Cela est vrai non seulement pour un niveau 2 résultant de l'assemblage d'entités de niveau 3 de même ordre absolu (dans le même "plan"), mais aussi résultant de l'agrégation d'entités NV3 superposées (d'ordres absolus différents), constituant un multicouches.

2.3.6. L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques

Le champ "Etat" du référentiel précise le statut de la nappe contenue dans les entités aquifères :

- la nappe est **captive** lorsqu'elle est confinée entre deux terrains peu ou pas perméables (code 1),
- la nappe est **libre** lorsqu'elle n'est pas limitée vers le haut par des terrains imperméables (code 2),
- la nappe est **libre et captive** lorsqu'elle est globalement libre ou captive mais comporte respectivement des parties captives ou libres à un ou plusieurs endroits de sa superficie (code 3),
- la nappe est **alternativement libre puis captive** lorsqu'elle présente des évolutions "libre / captive" au cours du temps (code 4),
- la nappe est **semi-captive** lorsqu'elle est caractérisée par un régime hydrodynamique intermédiaire entre les régimes captif et libre (code 5). Il s'agit généralement d'une entité sous couverture où le toit de l'entité présente des zones de perméabilité (semi-perméable) permettant des transferts des eaux.

2.3.7. L'attribut "Origine de la construction" des entités hydrogéologiques

Cet attribut permet de savoir comment une entité a été construite. Les cas possibles et les codes associés à cet attribut sont mentionnés dans le tableau suivant :

Libellé	Définition	Code
Carte géologique ou hydrogéologique	L'ensemble des limites de l'entité hydrogéologique ont été créées en réutilisant les contours définis dans une ou plusieurs cartes géologiques ou hydrogéologiques ou documents de synthèse.	1
Complétude totale	Entité construite pour complétude topologique totale (l'ensemble des limites de l'entité du niveau d'utilisation n sont projetées vers un niveau n+1) pour combler un déficit de connaissance à la création de l'entité.	2
Complétude partielle	Entité construite pour complétude topologique complémentaire (une partie des limites de l'entité du niveau d'utilisation n sont projetées vers un niveau n+1 par déficit de la connaissance à la création de l'entité.	3
Agrégation par héritage	L'ensemble des limites de l'entité hydrogéologique ont été héritées par agrégation des niveaux les plus fins la constituant.	4

2.4. LE TABLEAU MULTI-ECHELLES

Dans un secteur donné, le tableau multi-échelles récapitule tous les types d'entités existant dans le secteur 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 des entités.

Les entités intégrées dans un tableau multi-échelles le sont après une phase d'analyse des cartes géologiques au 1/50 000, des données recensées dans la zone d'étude (notamment celles des logs géologiques validés) et de différentes sources documentaires.

La construction du référentiel ayant été faite sur 4 ans, par région et parfois par département, de nombreux tableaux multi-échelles ont été construits, ce qui a nécessité un travail de mise en correspondance et d'harmonisation des différents tableaux au fur et à mesure de la progression du référentiel.

Toute entité délimitée se retrouve dans le tableau multi-échelles. Le tableau est triple à raison d'un log hydro-stratigraphique par niveau (NV1, NV2 ou NV3).

Le tableau multi-échelles est l'élément structurant du référentiel et l'outil de base du découpage des entités.

2.5. LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS

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

2.5.1. 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. 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"

Les « **Entités principales** » font l'objet d'un traitement topologique qui garantit la cohérence de leur assemblage à trois dimensions (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,
- systèmes karstifiés délimités par des traçages...

Ces entités complémentaires constituent une **surcouche du référentiel**.

Cette structure du référentiel est résumée par l'illustration 5 ci-après.

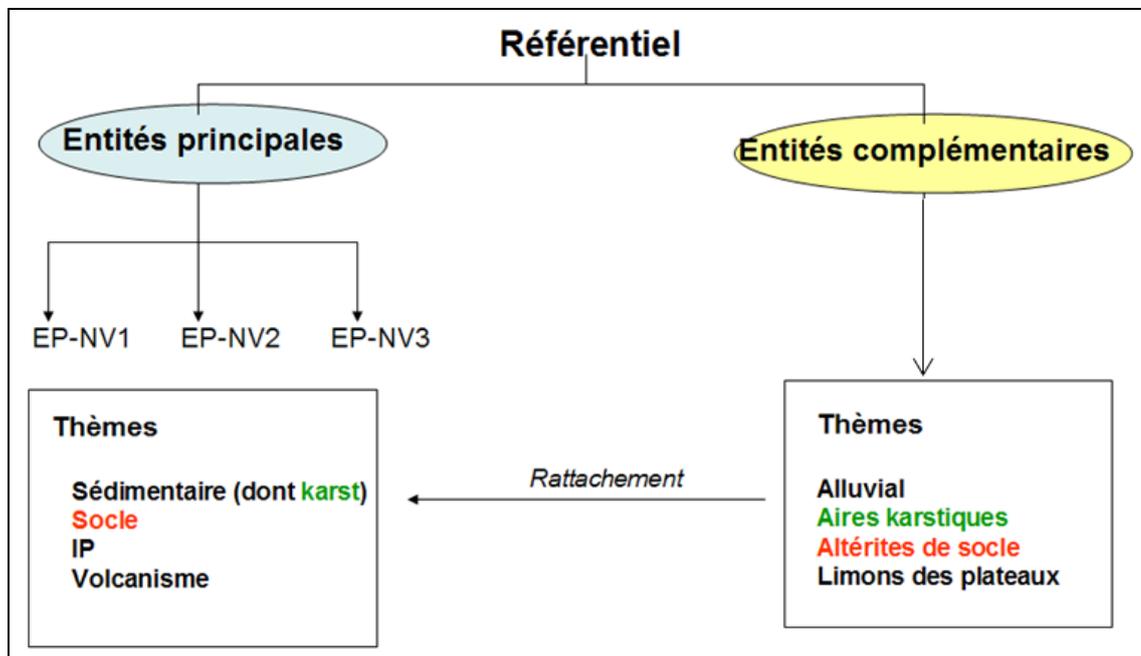


Illustration 5 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires

2) Ordonnement 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 (cf. § 2.5.3).

3) Complétude

Couverture totale de l'espace aux niveaux 1 et 2. Au niveau 3, la couverture n'est totale que dans le "projet national" ; dans le bassin Rhône-Méditerranée et Corse, les entités de niveau 3 délimitées dans le cadre de la synthèse hydrogéologique correspondent uniquement aux aquifères.

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

Il découle de la filiation : c'est l'héritage des limites (et des attributs si cela est pertinent) du niveau 3 vers le niveau 2 puis vers le niveau 1.

2.5.2. 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 (voir la liste du paragraphe 2.2).

Ces entités peuvent se superposer aux 3 niveaux du 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.

2.5.3. Ordre absolu et ordre relatif

Dans la phase de construction du référentiel, un numéro d'ordre est affecté à chaque entité délimitée (Illustration 6a). Cet ordre est dit "absolu" (codé par exemple sous la forme 10, 20, 30, 40,...) et peut correspondre à un âge stratigraphique.

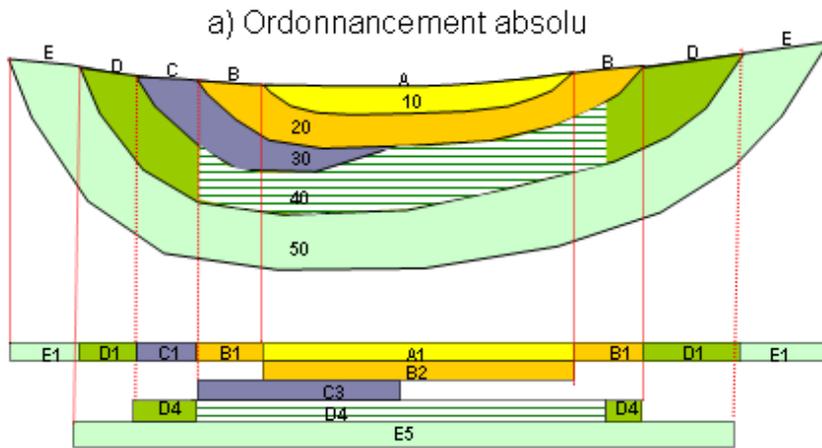
La délimitation des entités conduit à une "pile hydro-stratigraphique" d'entités (le tableau multi-échelles) qui sont ordonnées sur la verticale grâce au numéro d'ordre absolu (par exemple 10, 20, 30,Illustration 6a).

Le modèle de gestion du référentiel permet de passer automatiquement du mode de représentation des entités par ordonnancement absolu (illustration 6b) à un mode de représentation des entités par ordonnancement relatif (illustration 6c), **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.

Remarque: dans l'exemple présenté par l'illustration 6, 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.**



b) Résultat du découpage (parties affleurantes et sous couverture réunies)

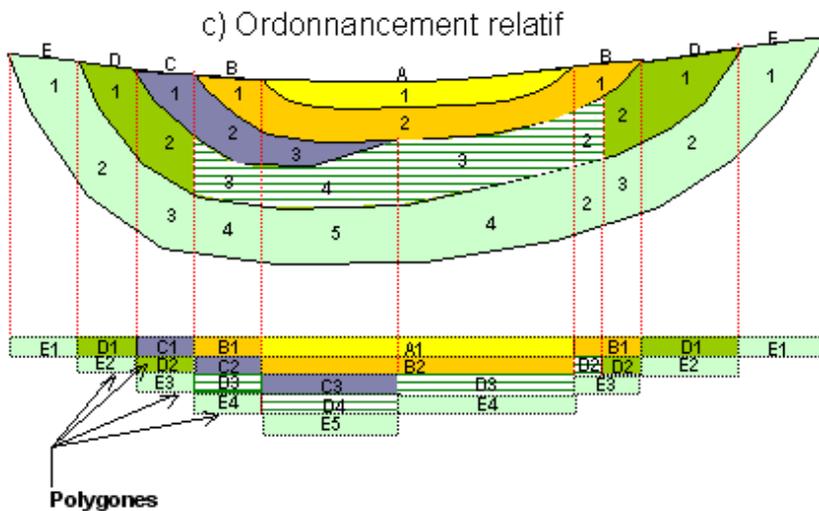
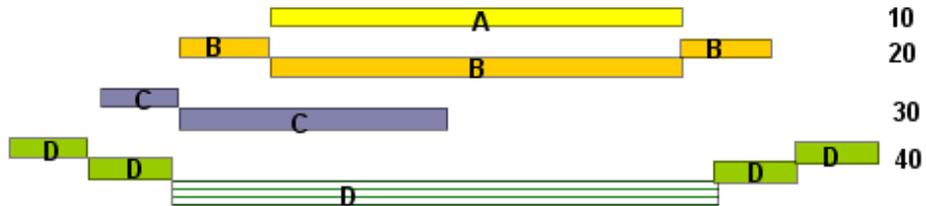


Illustration 6 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités

3. Méthodologie de délimitation des entités et assemblage par le modèle de gestion

3.1. PRINCIPES DIRECTEURS

3.1.1. Homogénéité du découpage

Le découpage doit être homogène sur l'ensemble du territoire. Pour chaque thème, les critères de découpage sont communs à l'ensemble des régions.

L'échelle de travail adoptée pour le découpage des entités est le 1/50 000 (précision des contours des formations géologiques des cartes géologiques au 1/50 000), et ceci quel que soit le niveau d'identification : local (niveau 3, "NV3"), régional (niveau 2, "NV2") et national (niveau 1, "NV1"). Les contours des entités des niveaux 1 et 2 ont donc la même précision que ceux du niveau 3, à savoir le 1/50 000 : il n'y a pas de simplification des contours (lissage) d'un niveau à un autre.

C'est aussi le cas des systèmes alluvionnaires, quel que soit le niveau, contrairement au guide méthodologique de 2003 (cf. références bibliographiques) qui préconisait, pour les niveaux 1 et 2, la suppression des "bras" de largeur inférieure à 200 m.

3.1.2. Emboîtement des niveaux

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 (Illustration 7). Cet assemblage est réalisé à partir du niveau 3 par le modèle de gestion du référentiel, qui contrôle aussi la cohérence de l'ensemble et signale les anomalies éventuelles.

Lorsque les entités de niveau 3 délimitées dans un niveau 2 ne permettent pas de reconstituer en totalité ce niveau 2 (car seules des entités d'intérêt ont été délimitées), le complément "NV2-ΣNV3" est ajouté par le modèle de gestion (cas du bassin Rhône-Méditerranée et Corse). Dans le référentiel, cette entité "virtuelle" est identifiée par l'intermédiaire de l'attribut "Origine" (complétude partielle ou totale, cf. tableau du § 2.3.7).

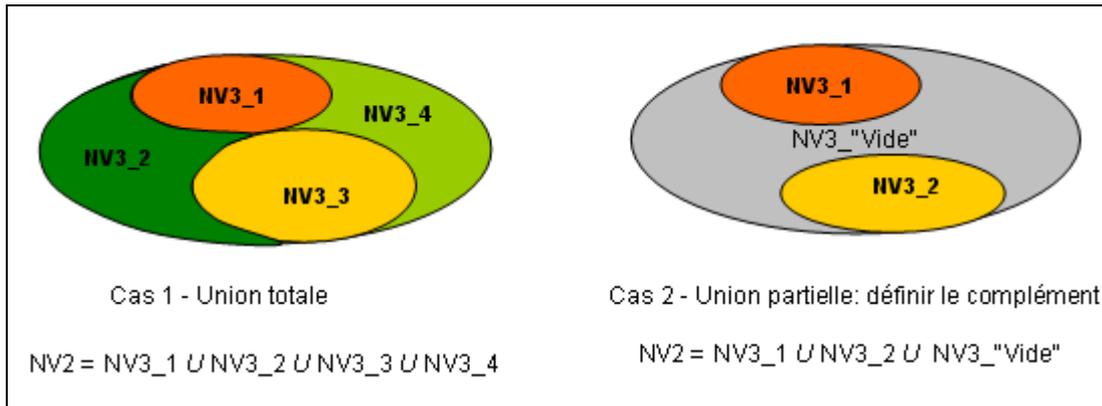


Illustration 7 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3

3.2. PRINCIPALES ÉTAPES DE LA DÉLIMITATION

3.2.1. Identification et cadrage hydrogéologique général

Le cadrage hydrogéologique consiste à identifier les grandes entités hydrogéologiques de niveau national et régional dans le secteur d'étude. Les tests de découpage réalisés lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel (rapport BRGM RP-53127-FR, 2004) ont permis de dresser une première liste des entités aux niveaux 1 et 2, liste qui a été parfois complétée, voire modifiée, dans la phase de construction du référentiel.

3.2.2. De l'analyse des cartes géologiques au tableau multi-échelles

1) Analyse des cartes géologiques

Le découpage des entités hydrogéologiques **nécessite d'abord un recours aux cartes géologiques au 1/50 000**. Lors de la construction du référentiel, celles-ci n'étaient pas toutes harmonisées (les formations géologiques ne sont pas toujours "jointives" d'une carte à une autre et peuvent être identifiées par des noms différents), un important travail d'harmonisation préalable a parfois été nécessaire (Aquitaine, Pays de Loire). **La délimitation proprement dite (création de contours) s'effectue ensuite sur des critères lithologiques et hydrogéologiques.**

2) Constitution de la base de données associée au référentiel

Cette base intègre tous les éléments numérisés nécessaires au travail de délimitation: cartes géologiques (vecteurs et rasters), référentiel hydrographique (BD-Carthage), forages avec logs descriptifs, masses d'eau, version 1 du référentiel,

3) Rattachement des entités hydrogéologiques aux formations géologiques affleurantes

Il s'agit d'établir une correspondance stricte entre ces entités hydrogéologiques et les formations géologiques des cartes au 1/50 000. Très généralement, cette première liste a été revue et complétée.

4) Correspondance entre les formations géologiques décrites dans les "logs géologiques" et les formations des cartes géologiques

Cette étape nécessite l'extraction des logs géologiques de la Banque de Données du Sous-Sol et leur analyse. Elle est nécessaire à la délimitation des entités sous couverture. La difficulté est de parvenir à une correspondance stricte entre les formations géologiques des cartes et les formations nommées dans les logs géologiques (appellation locale). Dans les cas d'absence de correspondance stricte, il faut rechercher la solution hydrogéologiquement et stratigraphiquement la plus acceptable.

5) Construction du tableau multi-échelles

Une trentaine de tableaux multi-échelles (TME) ont été construits (par région, parfois par département). Le TME est l'aboutissement des étapes précédentes : il hiérarchise les découpages réalisés aux trois échelles, nationale, régionale et locale (Cf. Annexe 2 pour le TME de Champagne-Ardenne bassin Seine-Normandie NV1 et NV2)

3.2.3. Individualisation de l'alluvial

Le thème "alluvial" comprend l'ensemble des dépôts de plaine alluviale et le cas échéant les terrasses lorsqu'elles sont connectées hydrauliquement aux cours d'eau.

A l'exception de la plaine alluviale du Rhin, les alluvions sont intégrées dans une couche particulière du modèle de gestion (une "**surcouche**", cf. § 2.5.2).

Dans le "projet national", il n'y a pas eu, au stade actuel de développement du référentiel, de différenciation entre parties aquifères et non aquifères. Les systèmes alluvionnaires ont été extraits des cartes géologiques au 1/50 000 et sont maintenues inchangés dans leurs contours quel que soit le niveau (NV1, NV2 ou NV3).

Dans le "projet Rhône-Méditerranée et Corse", les parties aquifères des alluvions ont été individualisées. Une notion d'enjeu leur est affectée.

Remarques :

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

Les terrasses alluviales dites anciennes, peu aquifères et non connectées aux cours d'eau, ne sont pas prises en compte dans le thème alluvial.

3.2.4. Découpage des entités

Ce travail se fait avec un SIG (MapInfo ou ArcGis), entité par entité, à l'aide des données numérisées intégrées dans le SIG : en particulier les affleurements des formations géologiques, les logs des forages (pour la partie sous couverture), des cartes piézométriques. D'autres documents sont aussi exploités pour préciser les contours en profondeur (synthèses hydrogéologiques, rapports d'études, ...).

3.2.5. Passage au modèle de gestion du référentiel

Les tables (MapInfo ou ArcGis) contenant les contours numérisés des entités (une table par entité) sont assemblées par le modèle de gestion du référentiel qui contrôle la cohérence topologique de l'ensemble (pas de recouvrement d'entités de même ordre relatif, pas de lacunes spatiales, ...). Les artefacts manifestes de découpage sont corrigés automatiquement mais des anomalies significatives peuvent être détectées nécessitant une vérification plus poussée et un retour aux tableaux multi-échelles. Plusieurs passages peuvent être nécessaires.

3.2.6. Organigramme

La démarche générale de délimitation des entités est résumée par Illustration 8 :

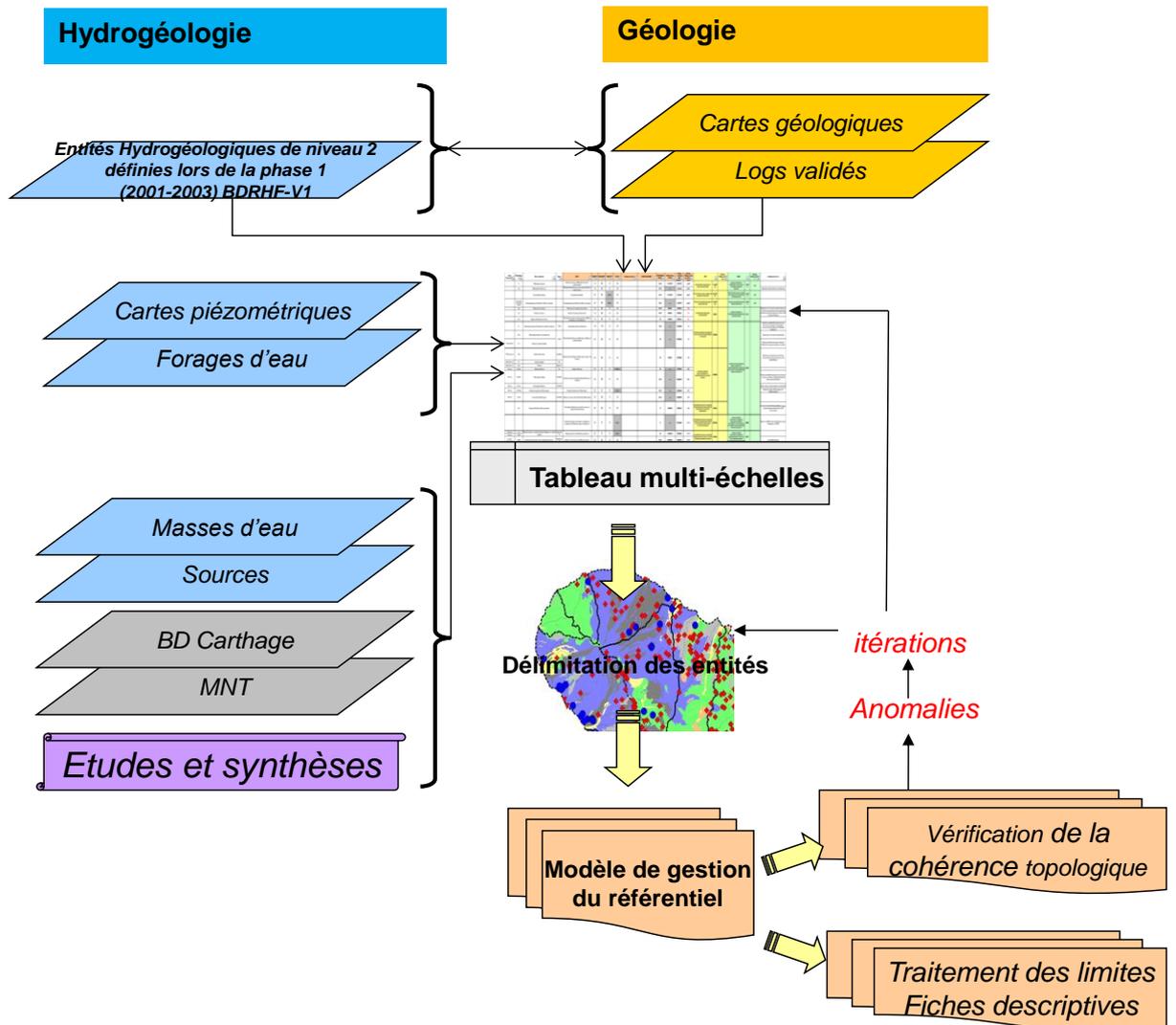


Illustration 8 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.

4. Mise en œuvre du découpage des entités

4.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE

Pour la mise en œuvre du découpage en Champagne-Ardenne (partie Seine-Normandie) ont été utilisés:

- les cartes géologiques vectorisées et harmonisées de la région Champagne-Ardenne à l'échelle du 1/50 000 (départements des Ardennes, de l'Aube, de la Marne et de la Haute-Marne) ;
- les logs validés des forages extraits de la Banque de données du Sous-Sol ;
- la liste des entités (au nombre de 33, tableau de l'illustration 9) proposées lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel (2001-2003) ;
- les polygones des masses d'eau souterraines (MESO) ;
- les informations et les cartes issues de différents rapports d'études régionales, notamment la synthèse géologique du Bassin de Paris publiée aux éditions du BRGM par Claude Mégnien (cf. bibliographie).

L'échelle stratigraphique du bassin de Paris est donnée à titre indicatif en Annexe 3.

4.2. CONSTRUCTION DU TABLEAU MULTI-ECHELLES

Le tableau multi-échelles a été construit à partir de l'analyse des cartes géologiques harmonisées et des logs validés et de critères hydrogéologiques (Cf. Annexe 1).

4.2.1. Carte géologique harmonisée

La carte géologique harmonisée de la région Champagne-Ardenne identifie **241 formations géologiques** dont :

- 22 correspondent aux remblais et au tracé du réseau hydrographique,
- 11 appartiennent au thème alluvial,
- 159 appartiennent au thème sédimentaire, réparties de la manière suivante :
 - 21 pour le Tertiaire,
 - 47 pour le Crétacé,
 - 77 pour le Jurassique,
 - 14 pour le Trias.

4.2.2. Logs géologiques

De la Banque de Données du Sous-Sol (BSS), **2 487 forages** ont été extraits, totalisant **24 580 passes lithologiques** décrites et validées. Parmi ces passes, on en compte :

- **16 658** qui ont pu être mises en correspondance avec les formations géologiques sédimentaires des cartes harmonisées de la région Champagne-Ardenne (Tertiaire, Crétacé, Jurassique, Trias) ;

- **3 032** qui sont rattachées aux formations alluviales, colluviales, éoliennes, aux limons ;
- **129** qui correspondent au socle ;
- **982** qui correspondent aux remblais, sol, dépôts anthropiques ;
- **1 329** qui peuvent être insérées dans plusieurs entités.

CODE provisoire 2003	Entités de niveau 2
F3A	Sables de Fontainebleau
F3B	Calcaires de Brie
F3F	Marnes vertes et supra-gypseuses
F4A	Calcaires de Champigny
F4E	Calcaires de Saint-Ouen, sables de Monceau
F4G	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur
F5B	Argiles post-Crétacé
F6A	Sables du Thanétien
F6B	Calcaires du Danien
F6F	Craie et Marnes séno-turoniennes - bv Oise
F6U	Craie séno-turonienne
F6V	Craie marneuse turonienne du nord
F6W	Marnes du Turonien inférieur et moyen
F7C	Craie du Cénomanién
F7D	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanién inférieur
F8A	Argiles et sables du Crétacé inférieur
F8L	Argiles et marnes du Crétacé inférieur
F9K	Calcaires tithoniens (Portlandien)
F9L	Calcaires tithoniens (Purbékien)
F9M	Marnes du Kimméridgien
F10E	Calcaires supérieurs du Kimméridgien au Callovien
F10F	Calcaires inférieurs du Kimméridgien au Callovien
F10G	Marnes callovo-Oxfordiennes
F11R	Calcaires du Dogger (Bathonien - Callovien)
F11S	Marnes du Dogger (Bajocien)
F11T	Calcaires du Dogger (Aalénien - Bajocien) - partie Nord
F12A	Marnes du Lias supérieur
F12B	Calcaires argileux et grès du Lias inférieur
F12C	Grès du Lias inférieur (Hettangien)
F14A	Dolomies et argiles du Lettenkohle
F14B	Calcaires du Muschelkalk supérieur
F14C	Marnes et argiles du Muschelkalk moyen et inférieur
F15E	Grès du Buntsandstein

Illustration 9 - Liste des entités de Champagne-Ardenne identifiées lors de la phase 1 de la construction du Référentiel Hydrogéologique (2001-2003)

4.2.3. Analyse des cartes harmonisées et des logs validés

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 (Illustration 9).

Cette correspondance a été réalisée en 2 étapes :

- établissement de la correspondance stricte entre entités hydrogéologiques de niveau régional et formations géologiques régionales de la carte harmonisée (tableau de l'illustration 10). Une entité hydrogéologique de niveau régional peut être rattachée à une ou plusieurs formations géologiques cartographiées ;
- établissement de la correspondance entre les formations géologiques locales traversées en forages et celles régionales, cartographiées dans la carte géologique harmonisée. La difficulté de cette étape est de parvenir à une correspondance stricte, éliminant par exemple les cas où une formation géologique locale se partage entre deux formations géologiques régionales de la carte harmonisée (tableau de l'illustration 11).

Le croisement des résultats de ces deux étapes permet d'établir une correspondance entre formations géologiques identifiées dans les logs de forages et entités hydrogéologiques et de définir le tableau multi-échelle (TME).

Ce tableau multi-échelle complète celui issu de la phase de pré-découpage des entités (2001-2003). Les ajustements effectués correspondent essentiellement à des entités supplémentaires révélées dans la phase d'analyse des données.

Pour les niveaux 1 et 2, ont été identifiées au total dans les formations sédimentaires:

- **41 entités de niveau régional (NV2)**, dont 27 systèmes aquifères (SA) et 14 domaines hydrogéologiques (DH).
- **16 entités de niveau national (NV1)** du Bassin Parisien, auxquelles ces entités de niveau 2 ont été rattachées, dont 2 grands systèmes aquifères (GSA), 8 grands systèmes multicouches (GSM) et 6 grands domaines hydrogéologiques (GDH) ;

A ces entités, s'ajoutent les formations alluvionnaires (anciennes et récentes), les limons et les formations résiduelles (entités "complémentaires").

Le tableau multi-échelles est consultable en annexe 1.

L'annexe 4 rend compte à titre d'exemple du traitement de deux problèmes de correspondance cartographique entre les différentes sources d'information.

Remarque

L'exploitation de ces logs nécessite un long travail d'analyse et de recoupement avec les cartes géologiques harmonisées. Des lacunes de données, des imprécisions, voire des erreurs, compliquent le travail.

- le champ "Nom appellation" de la base de données "BSS" n'est pas toujours renseigné. Des précisions doivent alors être recherchées dans d'autres champs de la base : "lithologie", "remarques", "strati début", "strati fin"...

- les appellations figurant dans ce champ "nom appellation" ne coïncident pas toujours avec celles des cartes harmonisées.

Formations de la carte géologique harmonisée	Entités hydrogéologiques BDRHFV2	
	Code Régional	NOM
Grès de Fontainebleau (Oligocène-Stampien)	F10C	Sables de Fontainebleau
Sables et Grès de Fontainebleau (Oligocène-Stampien)	F10C	Sables de Fontainebleau
Argiles et marnes vertes (Oligocène-Sannoisien)	F20A	Marnes vertes et Supra-gypseuses
Marnes supragypseuses (Eocène supérieur-Ludien supérieur)	F20A	Marnes vertes et Supra-gypseuses
Calcaire de Champigny, silicifié (Eocène supérieur-Ludien inférieur)	F30X	Calcaire de Champigny
Calcaire de Champigny: zones à calcite fibreuse (Eocène supérieur-Ludien inférieur)	F30X	Calcaire de Champigny
Calcaire de Champigny- Marnes à Pholadomyes (Eocène supérieur-Ludien inférieur)	F30X	Calcaire de Champigny
Calcaires et marnes (Eocène moyen à supérieur-Marinésien à Ludien)	F30X	Calcaire de Champigny
Marnes et calcaires de Saint-Ouen (Eocène moyen-Bartonien)	F30G	Sables et calcaires du Bartonien
Calcaires lagunaires (Eocène moyen-Bartonien)	F30G	Sables et calcaires du Bartonien
Sables et grès (Sables de Beauchamp)(faciès de bordure)(Eocène moyen-Bartonien)	F30G	Sables et calcaires du Bartonien
Sables et grès (Sables de Beauchamp)(Eocène moyen-Bartonien)	F30G	Sables et calcaires du Bartonien
Marnes et caillasses, Calcaires et marnes, indifférenciés (Eocène moyen à supérieur-Lutétien à Ludien)	F30M	Marnes et caillasses du Lutétien supérieur
Calcaires lutétiens, Marnes et caillasses (Eocène moyen-Lutétien)	F30M	Marnes et caillasses du Lutétien supérieur
Sable, calcaire, Tuffeau de Damery (Eocène moyen-Lutétien)	F30M	Marnes et caillasses du Lutétien supérieur
Sables, grès et conglomérats: Sables à Unios et Térédines (Eocène inférieur-Yprésien)	F30M	Marnes et caillasses du Lutétien supérieur
Sables, grès et conglomérats: Argile de Laon (Eocène inférieur-Yprésien)	F30M	Marnes et caillasses du Lutétien supérieur
Sables, grès et conglomérats: faciès gréseux (Eocène inférieur-Yprésien)	F30M	Marnes et caillasses du Lutétien supérieur
Sables, grès et conglomérats (Eocène inférieur-Yprésien)	F30M	Marnes et caillasses du Lutétien supérieur
Argiles silteuses, lignite, calcaires argileux (Eocène inférieur-Yprésien)	F35A	Argiles de l'Yprésien inf. (Sparnacien)
Grès, sables, argiles plastiques (Eocène inférieur-Yprésien)	F35A	Argiles de l'Yprésien inf. (Sparnacien)

Illustration 10 - Exemple de correspondance entre formations géologiques de la carte géologique harmonisée et entités hydrogéologiques.

Les codes des entités listées dans ce tableau sont des codes provisoires de travail

*Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Seine-Normandie.
Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Champagne-Ardenne*

Formations de la carte géologique harmonisée	Entités hydrogéologiques BDRHFV2	
	Code Régional	NOM
Grès infraliasiques (Rhétien inférieur)	F95U	Grès Rhétien
Marnes irisées supérieures (Keuper supérieur)	F95A	Dolomies et Marnes du Keuper
Dolomie de Beaumont (Keuper moyen)	F95A	Dolomies et Marnes du Keuper
Dolomie de Beaumont, Marnes bariolées à Estheria, Grès à roseaux, indifférenciés (Keuper moyen)	F95A	Dolomies et Marnes du Keuper
Marnes irisées inférieures (Keuper inférieur à moyen)	F95A	Dolomies et Marnes du Keuper
Dolomie (Keuper inférieur: Lettenkohle)	F95C	Dolomies et argiles du Lettenkohle
Calcaires à entroques, Calcaires à Cératites, indifférenciés (Muschelkalk supérieur)	F95E	Calcaires du Muschelkalk supérieur
"Couches blanches" (Muschelkalk moyen)	F95E	Calcaires du Muschelkalk supérieur
"Couches grises" (Muschelkalk moyen)	F95G	Marnes et argiles du Muschelkalk moyen et inférieur
"Couches rouges": marnes bariolées (Muschelkalk moyen)	F95G	Marnes et argiles du Muschelkalk moyen et inférieur
Muschelkalk moyen marneux (Muschelkalk moyen)	F95G	Marnes et argiles du Muschelkalk moyen et inférieur
Grès coquillier (partie sommitale du Grès à Voltzia)(Muschelkalk inférieur)	F95I	Grès du Buntsandstein
Grès bigarrés: Grès à Voltzia (Buntsandstein supérieur)	F95I	Grès du Buntsandstein
Socles cristallins et métamorphiques, indifférenciés: Granites et roches apparentées, Gneiss, Schistes métamorphiques	SO1A	Socle des Ardennes

Illustration 11 - Exemple de correspondance entre formations géologiques locales traversées par les forages validés et entités hydrogéologiques.

Les codes des entités listées dans ce tableau sont des codes provisoires de travail

4.2.4. Modifications par rapport à la liste de la phase 1

La liste des entités initialement définies lors de la phase 1 (2001-2003 – illustration 9) a été modifiée par ajout ou regroupement d'entités et aussi par changement du nom de certaines d'entre-elles.

1) Ajout des entités suivantes, présentes également en Ile-de-France :

- *Marnes et Caillasses du Lutétien supérieur,*
- *Calcaires grossiers du Lutétien et Sables de l'Yprésien,*
- *Sables de l'Albien*
- *Sables du Valanginien,*
- *Grès du Rhétien,*
- *Dolomies et Marnes du Keuper.*

2) Regroupement des entités suivantes :

- "*Craie du Séno-Turonien*", regroupe les entités de code ex F6F + F6U + F6V ;
- "*Craie marneuse et Gaize du Cénomaniens inf*", regroupe 2 entités de code ex F7A (Gaize cénomaniens) et F7C (Craie du Cénomaniens) ;
- "*Calcaires du Tithonien*", regroupe les entités de code ex F9A-K et F9L (Portlandien et Purbékien) ;
- "*Calcaires du Kimméridgien inférieur à l'Oxfordien supérieur*" regroupe les entités de code ex F10E (Calcaires supérieurs du Kimméridgien au Callovien) et 10F (Calcaires inférieurs du Kimméridgien au Callovien).

3) Modification du nom des entités :

- "*Sables et Calcaires du Bartonien*", remplace "Calcaires de St-Ouen, Sables de Monceau",
- "*Argiles de l'Yprésien*", remplace "Argiles post-Crétacé",
- "*Craie marneuse du Turonien au Cénomaniens*" remplace "Marnes du Turonien moyen et inf.),
- "*Argiles du Gault et Marnes de l'Albien*" remplace "Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomaniens inférieur "
- "*Argiles, Sables et Marnes de l'Aptien-Barrémien*" remplace "Argiles et Sables du Crétacé inférieur",
- "*Argiles et Calcaires de l'Hauterivien et du Valanginien*" remplace "Argiles et Marnes du Crétacé inférieur",
- "*Calcaires et Grès du Plienbaschien (Domériens)*" remplace Calcaires argileux et grès du Lias inférieur,
- "*Calcaires argileux et Grès du Sinémurien-Hettangien (Lias inférieur)*" remplace Grès du Lias inférieur.

Ces modifications sont résumées dans le tableau de l'illustration 12 (**la codification nationale BDLISA actualisée en 2013 a été substituée à l'ancienne**) :

- en rouge, les entités ajoutées,
- en bleu les entités regroupées,
- en vert les entités dont le nom a été modifié,
- en noir et barré les entités supprimées,
- en noir ce qui est resté inchangé.

Code BDLISA 2013	Entités de niveau 2 Champagne-Ardenne
107AC	Sables de Fontainebleau
107AK	Calcaires de Brie
110AA	Marnes vertes et supra-gypseuses
113AA	Calcaires de Champigny
	Calcaires de Saint-Ouen, sables de Monceau (ex F4E)
113AK	Sables et Calcaires du Bartonien (ex F4E)
	Marnes et calcaires de l'Eocène inférieur (ex F4G)
113AO	Marnes et Caillasses du Lutétien sup.
113AQ/113AV	Calcaires grossiers du Lutétien et Sables de l'Yprésien
	Argiles post-Crétacé (ex F5B)
117AC	Argiles de l'Yprésien inf. (ex F5B)
119AC	Sables du Thanétien
	Craie et Marnes séno-turoniennes — bv Oise (ex F6F)
	Craie séno-turonienne (ex F6U)
	Craie marneuse turonienne du nord (ex F6V)
121AL/121AM/121AN /121AO	Craie du Turonien sup. au Campanien (Séno-Turonien) regroupe ex F6F, F6U et F6V
	Marnes du Turonien inférieur et moyen (ex F6W)
123BL/123BM/123BN /123BO	Craie marneuse du Turonien au Cénomani (ex F6W)
	Gaize cénomani (ex F7A)
	Craie du Cénomani (ex F7C)
123CA	Craie marneuse et Gaize du Cénomani inférieur (regroupe ex F7A et F7C)
	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomani inférieur (ex F7D)
125AA	Argiles du Gault et Marnes de l'Albien (ex F7D)
127AA	Sables et Gaize de l'Albien
	Argiles et sables du Crétacé inférieur (ex F8A-F)
127AC	Argiles, Sables et Marnes de l'Aptien-Barrémien (ex F8A-F)
	Argiles et marnes du Crétacé inférieur (ex F8L)
127AG	Argiles et Calcaires de l'Hauterivien et du Valanginien (ex F8L)
127AG	Sables du Valanginien
	Calcaires tithoniens (Portlandien) (ex F9A-K)
	Calcaires tithoniens (Purbékien) (ex F9L)
131AA	Calcaires du Tithonien (regroupe ex F9A-K et F9L)
133AA	Marnes du Kimméridgien
135AA	Calcaires du Kimméridgien inférieur à l'Oxfordien supérieur (regroupe ex F10E et F10F)
137AB	Marnes du Callovo-Oxfordien
139AM	Calcaires du Bathonien–Callovien (Dogger)
139AN	Marnes du Bajocien
139AP	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien
141AB	Marnes du Toarcien (Lias supérieur)
	Calcaires argileux et grès du Lias inférieur (ex F12B)
141AC	Calcaires et Grès du Plienbaschien (Domérien) ex F12B
	Grès du Lias inférieur (Hottangien) (ex F12G)
141AE/141AG	Calcaires argileux et Grès du Sinémurien-Hettangien (Lias inf.) ex F12C
143AB	Grès du Rhétien
143AD	Dolomies et Marnes du Keuper
143AE	Dolomies et Argiles du Lettenkohle
143AE	Calcaires du Muschelkalk supérieur
143AI	Marnes et Argiles du Muschelkalk moyen et inférieur
143AK	Grès du Buntsandstein

Illustration 12 - Modification de la liste des entités proposées lors de la phase 1 (2001-2003)

4.3. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS

La mise au point d'un modèle de gestion du référentiel sous ArcGis 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 en dessous d'elle ("qui recouvre quoi") est reconstitué par le modèle de gestion.

4.3.1. Parties affleurantes

Pour chaque entité hydrogéologique, les polygones correspondant aux formations affleurantes ont été extraits de la carte géologique harmonisée (Illustration 13). 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 affleurant (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.

4.3.2. 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 14) ;
- du positionnement des affleurements de formations plus anciennes que celle étudiée ;
- des informations provenant d'études sectorielles.

4.3.3. Polygone global de l'entité

Le polygone global de l'entité est obtenu en fusionnant les limites d'affleurements et les limites sous couvertures.

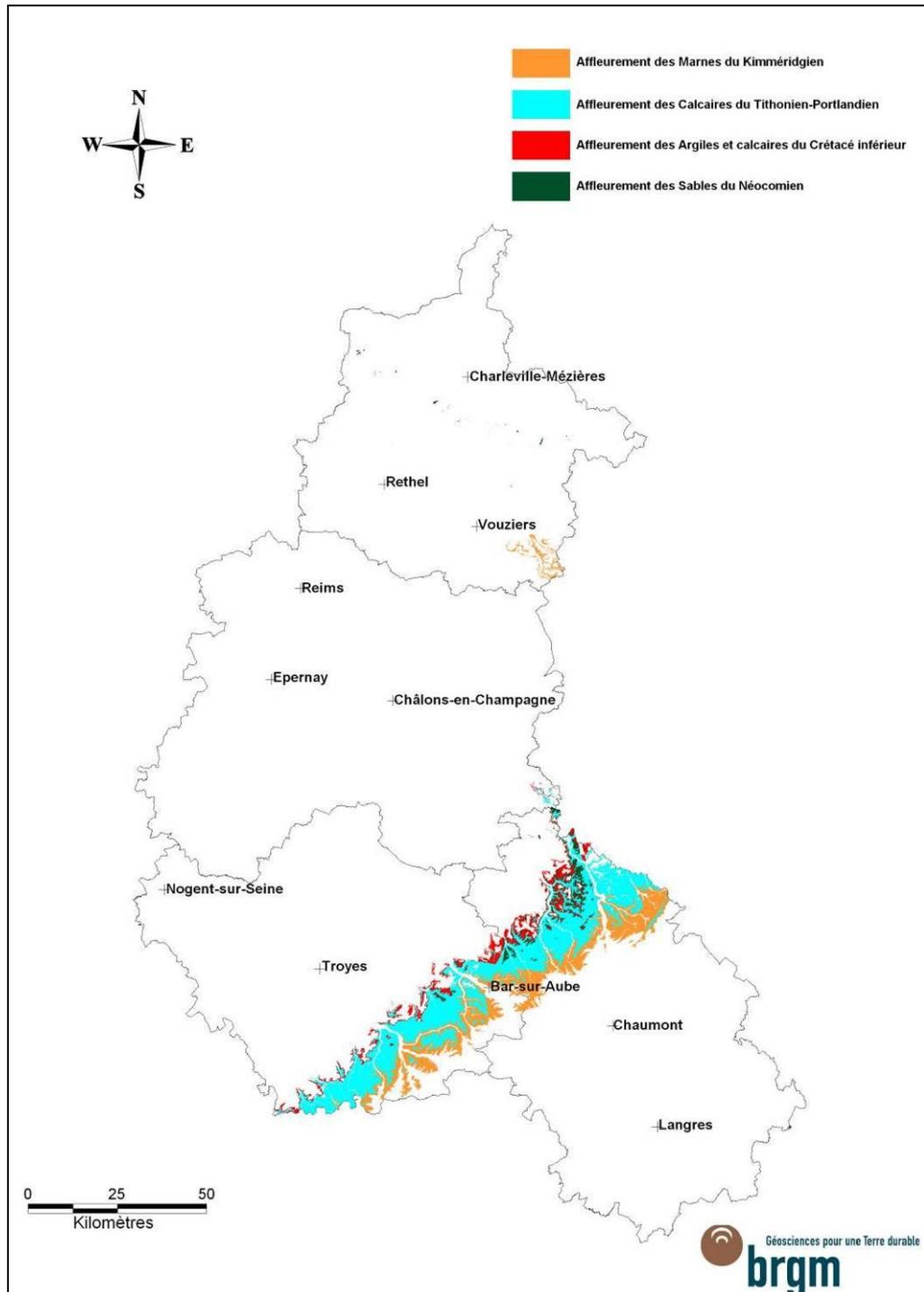


Illustration 13 - Exemple d'affleurements extraits de la carte géologique harmonisée sur le territoire de la région Champagne-Ardenne

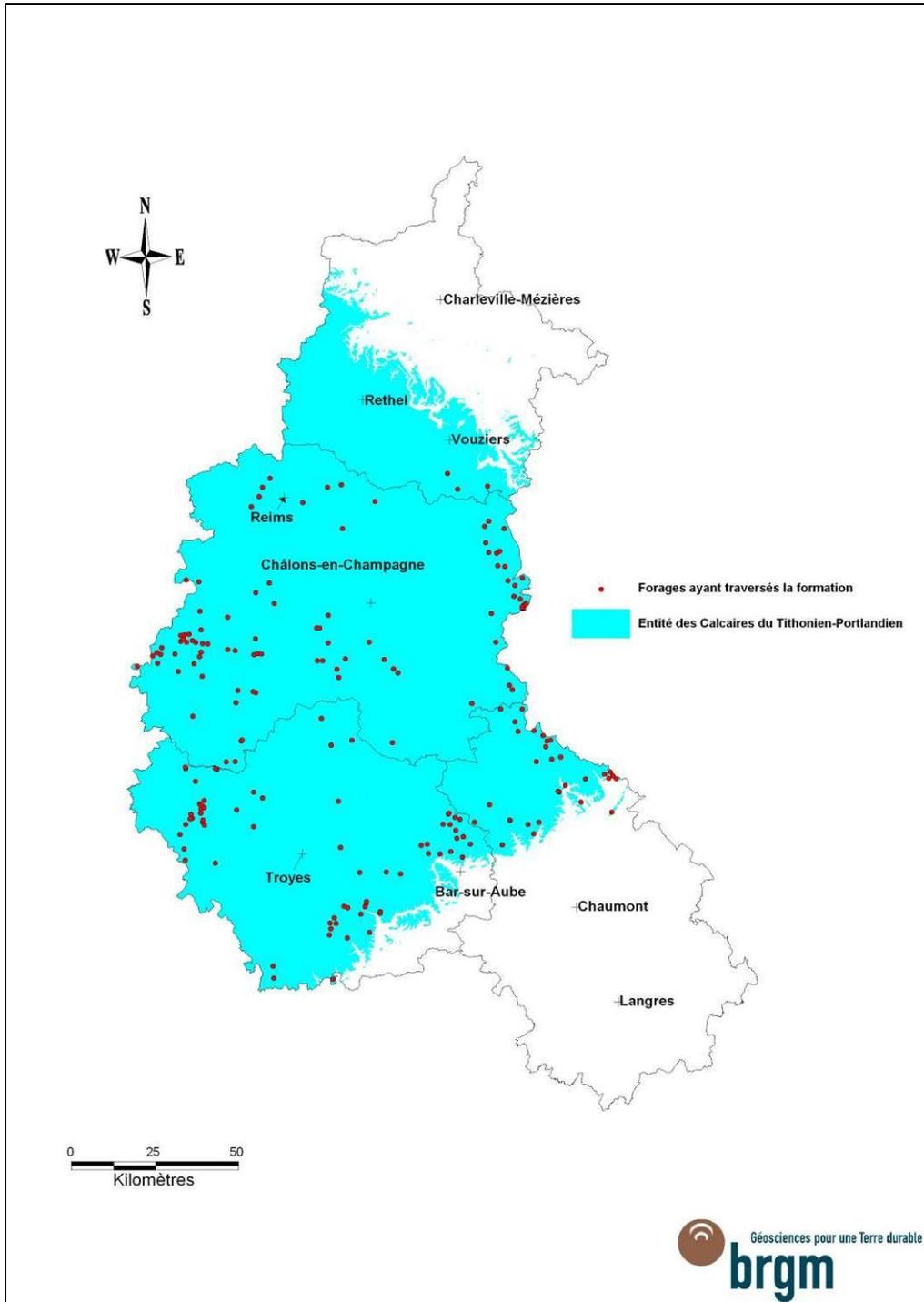


Illustration 14 - Exemple de délimitation sur le territoire de la région Champagne-Ardenne d'une entité à partir du report des forages ayant traversés la formation

4.4. ENTITÉS COMPLÉMENTAIRES

Il s'agit des formations géologiques suivantes :

- des limons (illustration 15) : limons des plateaux, limons loessiques, limons sableux ;
- des alluvions (illustration 15 et 16) ;
- des formations résiduelles et des altérites (illustrations 15 et 17).

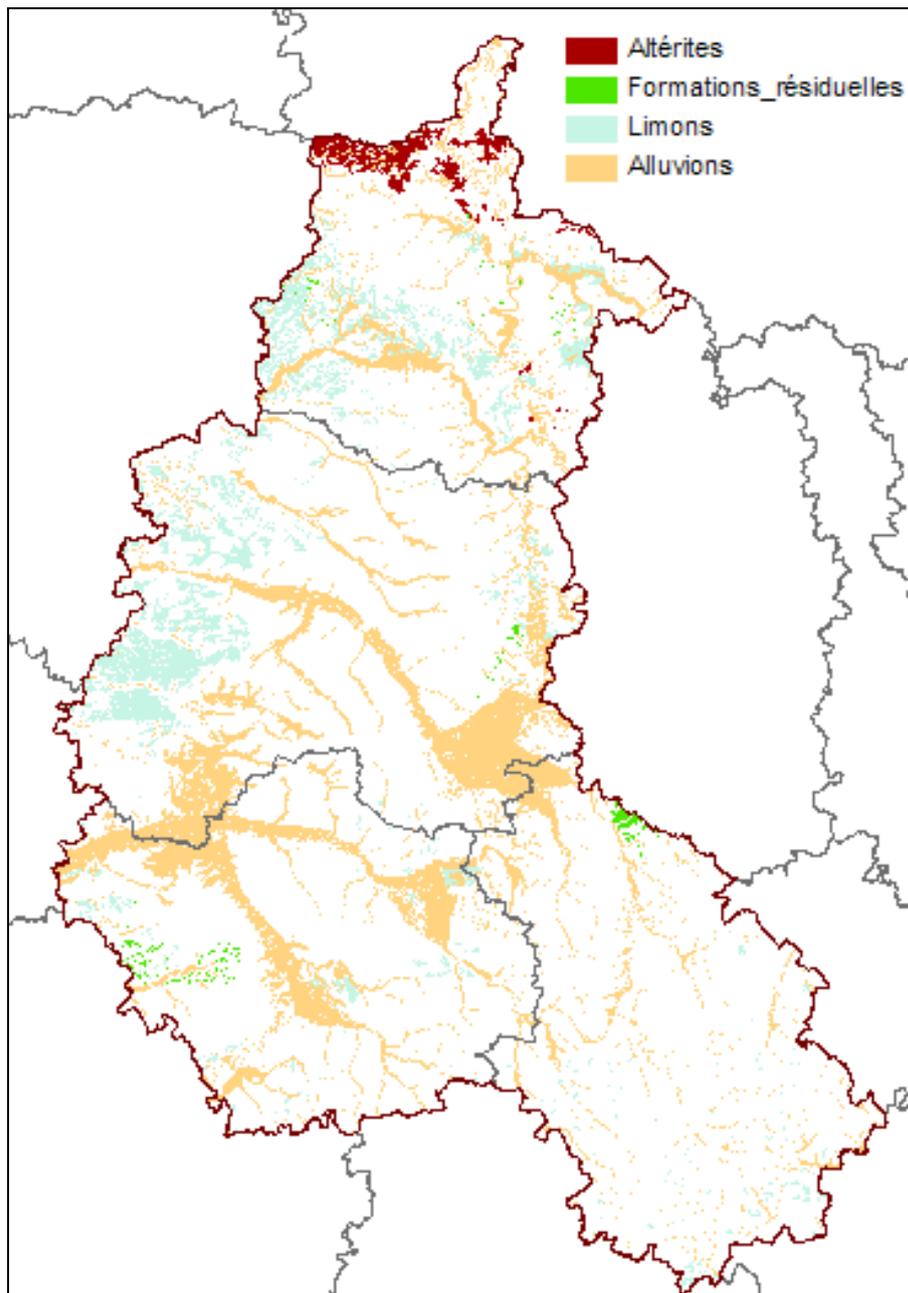


Illustration 15 - Formations incluses dans la surcouche du référentiel

Notation	Description
Fz	Alluvions fluviales actuelles et récentes (Quaternaire-Holocène)
Fy	Alluvions fluviales anciennes (Quaternaire-Weichsélien)
F	Alluvions fluviales modernes et anciennes indifférenciées (Quaternaire)
T	Dépôts tourbeux (Quaternaire-Holocène)
Fz	Alluvions fluviales actuelles et récentes (Quaternaire-Holocène)
Fy	Alluvions fluviales anciennes (Quaternaire-Pleistocène supérieur)
Fx	Alluvions fluviales anciennes (Quaternaire-Pleistocène moyen)
Fw	Alluvions fluviales anciennes (Quaternaire-Pleistocène inférieur à moyen)
F	Alluvions fluviales anciennes indifférenciées (Quaternaire-Pleistocène)
T	Dépôts tourbeux (Quaternaire-Holocène)
Fz	Alluvions fluviales actuelles et récentes (Quaternaire-Holocène)
Fy	Alluvions fluviales anciennes (Quaternaire-Pleistocène supérieur)
Fx	Alluvions fluviales anciennes (Quaternaire-Pleistocène moyen)
Fw	Alluvions fluviales anciennes (Quaternaire-Pleistocène inférieur à moyen)
F	Alluvions fluviales anciennes indifférenciées (Quaternaire-Pleistocène)
Fz	Alluvions fluviales actuelles et récentes (Holocène)
FzT	Tourbe et alluvions tourbeuses (Quaternaire-Holocène)
F(Ch)	Anciens chenaux (Quaternaire-Holocène)
Fy	Alluvions fluviales anciennes de basses terrasses (Pleistocène supérieur-Eémien Weichsélien)
Fx-y	Complexe alluvial du Pléistocène moyen et supérieur de Givet
Fx	Alluvions fluviales anciennes (Pleistocène moyen)
Fw	Alluvions fluviales anciennes (Pleistocène inférieur à moyen)
Fw1-2	Membre alluvial complexe (Pléistocène inférieur à moyen)
Fw(2)	Membre alluvial inférieur d'Aubrives (Pléistocène ancien à moyen : Cromérien)
Fw(1)	Membre alluvial supérieur du Rougé (Pléistocène ancien : Waalien)
Fp	Nappe alluviale supérieure de Virieux-Wallerand (Pliocène supérieur : Prétiglien ?)
Fem	Nappe de Doische (Éocène et Mio-Pliocène ?)

Illustration 16 - Liste des "systèmes alluvionnaires" extraits des cartes géologiques harmonisées de Champagne-Ardenne (départements 08, 10, 51 et 52)

Notation	Description
i(P)	Altérites sur terrains paléozoïques indifférenciés
i(M)	Altérites sur terrains mézoïques indifférenciés
i(j2a-b)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts du Bajocien inférieur et moyen
i(l1)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts de l'Hettangien
i(l3b)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts du Pliensbachien (Domérien supérieur)
i(n6-c1)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts albo-cénomaniens
i(Fx)	Formation résiduelle issue de l'altération des alluvions de haut niveau
i(j5c-6a)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien
i(j5b-c)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts de l'Oxfordien moyen
i(j5a)	Formation résiduelle issue de l'altération de l'Oxfordien inférieur
i(j4)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts du Callovien
i(j3c-4aC)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts du Bathonien supérieur et du Callovien inférieur
i(j3b)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts du Bathonien moyen
i(j2c-3aO)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts du Bajocien supérieur et du Bathonien inférieur
i(j2c)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts du Bajocien supérieur
i(j2P)	Formation résiduelle issue de l'altération des dépôts du Bajocien inférieur
RS	Argiles résiduelles à silice (Cénozoïque)
Re-g(1)	Conglomérats résiduels (Éocène à Oligocène)
Re-g	Sables, grès, conglomérats résiduels (Éocène à Oligocène)
i	Formations résiduelles argileuses (Cénozoïque)

Illustration 17 - Liste des différentes "Formations résiduelles" extraites des cartes géologiques harmonisées de Champagne-Ardenne (départements 08, 10, 51 et 52)

5. Description des entités hydrogéologiques de Champagne-Ardenne (partie SN)

5.1. FORMATIONS DU TERTIAIRE

5.1.1. Sables de Fontainebleau : système aquifère 107AC

Le Stampien (Oligocène inférieur) représenté par la formation des Sables de Fontainebleau a une aire d'extension qui atteint, vers l'Ouest, la limite des terrains tertiaires puisqu'on le rencontre jusqu'aux abords de la cuesta de l'Île-de-France. Ces sables azoïques ont une puissance très variable (jusqu'à 45 m). Ils sont d'origine marine et reposent en discordance sur un substratum varié (Argile verte, Marnes supragypseuses ou Calcaire de Champigny), mettant en évidence la transgression généralisée du Stampien dans le bassin de Paris.

D'un point de vue hydrogéologique, des sources émergent au contact des buttes oligocènes avec les niveaux argileux du Sannoisien. La nappe libre des Sables de Fontainebleau est peu exploitée.

5.1.2. Calcaires de Brie du Rupélien : système aquifère 107AK

Le Sannoisien (subdivision du Stampien, Oligocène inférieur) supérieur constitue la plate-forme structurale du plateau de la Brie, souvent entaillée par l'érosion.

Les Argiles vertes du Sannoisien inférieur, quant à elles, sont franchement imperméables et des sources émergent à leur contact sur le rebord du plateau de la Brie. Bien que peu épais, ce niveau argileux joue un rôle hydrogéologique important, particulièrement dans la forêt de Traconne (sources, marécages, support du réseau hydrographique).

Les plateaux tertiaires sont plus ou moins couronnés par une masse argileuse à blocs et masses de meulière, formant localement une véritable dalle siliceuse. Cette argile à meulière, qui donne à la montagne de Reims sa vocation forestière, repose sur le Ludien, le Bartonien, l'Yprésien ou même la craie.

5.1.3. Marnes vertes et supragypseuses du Rupélien : domaine hydrogéologique 110AA

Ces formations couronnent l'Eocène supérieur et sont représentées par un ensemble marneux compris entre les Argiles vertes et le Calcaire de Champigny. Elles sont généralement recouvertes par des formations superficielles argilo-marneuses provenant de leur altération. La puissance de ces formations est de 8 à 10 mètres à l'Ouest et diminue progressivement vers l'Est pour disparaître.

5.1.4. Calcaires ludiens nommés localement calcaires de Champigny : système aquifère 113AA

Résistant bien à l'érosion, les Calcaires de Champigny forment l'armature de la bordure des plateaux dans les vallées. Il se présente sous des faciès variés. Dans la partie inférieure du Ludien il est souvent massif, compact mais aussi très fissuré, certaines fissures passant à de véritables cavités de type karstique.

Ce réservoir, constitué de calcaires plus ou moins argileux, possède donc un important réseau karstique. Lorsque celui-ci est saturé, les débits pompés peuvent être très importants; en surface, ces réseaux de circulation donnent naissance à de très grosses sources.

La nappe des Calcaires de Champigny alimente la plupart des forages publics. Elle peut être localement subdivisée par des niveaux imperméables discontinus, notamment par les Marnes à *Pholodomya*.

Il existe un certain nombre de dolines ou de zones d'engouffrement qui favorisent, en période pluvieuse, l'arrivée d'eau non filtrée dans le réservoir. Ces phénomènes se traduisent par une augmentation brusque du débit des sources, de la turbidité de l'eau et engendrent des contaminations bactériologiques des captages d'eau potable.

La direction dominante de l'écoulement de cette nappe est celle de la structure générale, avec cependant un écoulement latéral vers la Seine au Sud et le Grand Morin au Nord.

L'eau est de type bicarbonaté calcique, souvent très magnésienne. Malheureusement, la vulnérabilité du réservoir nécessite souvent un traitement préventif bactériologique des eaux destinées à l'alimentation humaine.

5.1.5. Sables, calcaires et grès du Bartonien : système aquifère 113AK

Cette entité de l'Eocène moyen, correspondant aux *Calcaires de St-Ouen* et aux *Sables de Monceau*, est constituée par des sables et grès surmontés par des marnes et des calcaires avec des variations latérales pouvant aboutir à une série soit essentiellement marneuses soit essentiellement calcaire.

L'aquifère des calcaires de Saint-Ouen repose sur une couche de marnes compacte. Il est alimenté faiblement au Nord de la Marne; les sources ont des débits peu importants. Les sables et grès, quant à eux, sont essentiellement marins et s'épaississent d'Est en Ouest. Leur très faible granulométrie rend difficile leur exploitation par forage.

5.1.6. Marnes et Caillasses du Lutétien supérieur : domaine hydrogéologique 113AO

Le Lutétien supérieur est constitué de bancs marneux et argileux alternant avec des bancs calcaires décimétriques. Ces faciès continentaux sont bien développés à l'ouest de la montagne de Reims (15 à 20 m). Leur épaisseur diminue rapidement vers l'est et ils disparaissent très vite dans le sud-est de la montagne de Reims.

En montagne d'Avize, ce Lutétien présente un faciès classique "marnes et caillasses" et semble être limité à quelques mètres d'épaisseur.

Les calcaires du Lutétien sont le siège d'importantes circulations d'eau, qui se manifestent par des sources, particulièrement au contact des Argiles de Laon dans le

Cuisien sous-jacent. Ces sources ont un débit variable, diminuant considérablement en étiage.

5.1.7. Calcaires grossiers du Lutétien et Sables de l'Yprésien : systèmes aquifères 113AQ et 113AV - / domaine hydrogéologique 113AT

L'aquifère des Sables de l'Yprésien, dont le mur est constitué par les argiles du Sparnacien, renferme une nappe superficielle très minéralisée. Au contact des deux formations, on observe de très nombreuses sources, à débit faible mais relativement constant. Le long du rebord de la cuesta, les eaux de certaines sources, coulant sur la craie, peuvent s'infiltrer à nouveau dans celle-ci et réapparaître à une cote inférieure. Ces sables ont une perméabilité de matrice. Par ailleurs, lorsque les lentilles sableuses sont développées et remplissent d'anciennes cuvettes de la craie, les débits de la nappe peuvent atteindre 50 m³/h.

5.1.8. Argiles de l'Yprésien inférieur : domaine hydrogéologique 117AC

Ces formations constituent bien souvent la première couche tertiaire reposant sur la craie. Bien que régulièrement représentée, elles sont localisées dans les points bas, souvent recouvertes de formations superficielles colluvionnées. Elles affleurent largement sur les deux flancs de la vallée de la Vesle et constituent le fond des vallées de l'Ardre et de ses affluents. L'épaisseur de ces formations est variable. Dans l'ensemble elle décroît d'Ouest en Est, passant de 30 mètres dans la région d'Épernay à 10 mètres dans l'Est de la montagne de Reims.

5.1.9. Sables et calcaires du Thanétien : système aquifère 119AC

Cette formation regroupe toute la série affleurante en Champagne-Ardenne du Thanétien. On la rencontre principalement au Nord-ouest de la région marnaise. Dans la partie ouest du flanc nord de la montagne de Reims, le Thanétien marin ou « Sables de Rilly » repose directement sur la craie. Il est surmonté par les « marnes et calcaires de Rilly », puis par des marnes brunes dont l'attribution stratigraphique est incertaine. Des faciès sableux existent au sud de la montagne de Reims, dans la vallée de la Marne, à l'ouest de Venteuil et au sud d'Épernay. À l'est de Chigny-les-Roses, la craie typique passe progressivement à une craie jaunie, indurée, dont la surface très irrégulière permet l'intrication avec une marne grise à blocs de craie endurcie. L'ensemble peut atteindre une épaisseur de 10 mètres. Cette formation est surmontée par des Sables à *Microcodium* qui disparaissent à l'ouest de Mailly-Champagne et semblent relayés par des marnes brunes. Ces faciès de marnes grises se suivent au sud de la montagne de Reims jusqu'à Vertus.

Plus au sud les faciès continentaux sont représentés par le gisement très particulier du Travertin de Sézanne.

Cette série thanétienne, à dominante sableuse, peut contenir des niveaux aquifères locaux de faible importance dans les régions où le tuffeau de base peut jouer un rôle de niveau imperméable. La nappe, au toit de l'horizon marneux, n'est guère susceptible d'exploitation. Elle détermine toutefois en bordure de la cuesta des aires de marécages et de bois humides (région de Craonne).

5.2. FORMATIONS DU CRÉTACÉ

5.2.1. Craie du Turonien supérieur au Campanien (ou Séno-turonien) : systèmes aquifères 121AL / 121AM / 121AN / 121AO et domaine hydrogéologique 121BA

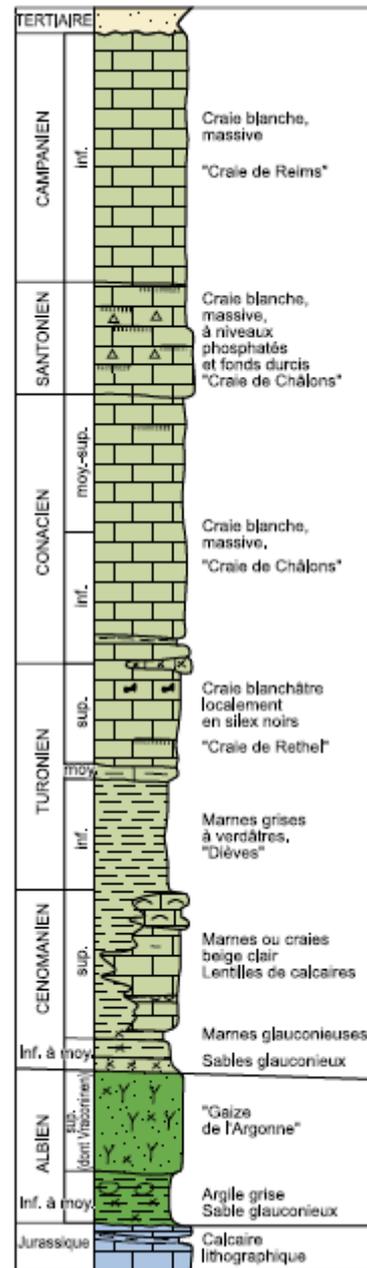
Le réservoir aquifère correspond à la craie du Sénonien et du Turonien supérieur. La série du Sénonien et du Turonien est formée par une puissante assise de craie qui affleure très largement sur tout le pourtour ouest de la région (craie à *Belemnitella mucronata* et *Magas pumilus*, craie à *Actinocamax quadratus* et craie à *Microcraster coranguinum*).

Les couches constituant cette craie s'enfoncent vers le centre du Bassin Parisien (fosse de Sologne, fosse de Pithiviers). La base de la craie que l'on rencontre sur la bordure extérieure des affleurements devient marneuse et imperméable; elle est considérée comme le substratum de la nappe.

Dans les Ardennes, région de Rozoy-sur-Serre, la nappe de la craie séno-turonienne repose sur les marnes sableuses et argileuses du Turonien inférieur. (cf illustration ci-contre) Ces marnes appelées « Dièves » en Picardie épousent, en l'atténuant, le modelé topographique. La nappe de la craie est drainée, vers l'Ouest, par les vallées de la Serre et de ses affluents. Dans ces vallées, un réseau de fissures, particulièrement développé, permet le rassemblement des eaux et des débits importants, avec de faibles rabattements. Par ailleurs l'amplitude des fluctuations du niveau piézométrique y est faible : de l'ordre du mètre.

La qualité hydrodynamique du réservoir est due à un important réseau de diaclases développé à partir de la surface du sol par les variations climatiques, et surtout par le pouvoir de dissolution de la craie par les eaux de pluie. A partir de 40 m de profondeur, ces phénomènes ne se font plus sentir et le réservoir crayeux est considéré comme improductif. Les perméabilités sont fortes en surface, de l'ordre de 10^{-2} m/s puis diminuent et deviennent inférieures à 10^{-7} m/s au-delà de 40 m de profondeur.

Cette très forte hétérogénéité verticale des perméabilités a pour conséquence une très grande variabilité dans les productions des ouvrages d'exploitation, selon l'état d'envoyage ou non des niveaux producteurs.



Colonne stratigraphique de l'Est champenois

Extrait de ROUX et al. 2006
 ("Aquifères et eaux souterraines en France", BRGM éditions)

Les variations piézométriques sont en moyenne de 1 mètre dans les vallées à cours d'eau permanents et peuvent atteindre 10 à 15 mètres à proximité des crêtes piézométriques.

L'eau est essentiellement du type bicarbonaté calcique : dureté de 20 à 35°, absence de sulfates, très faible concentration en chlorures, faible concentration en potassium et magnésium. Les teneurs en nitrates sont directement liées à l'activité agricole. Les variations saisonnières de concentration peuvent être importantes.

Des réseaux karstiques importants se sont constitués dans les craies élevées de l'extrémité Est de la montagne de Reims. Ils apparaissent le plus souvent comme des dépressions fermées dans lesquelles s'infiltrent les eaux de ruissellement (Verzy, Verzenay, Mailly-Champagne, Rilly). Ces dolines sont localisées à la base du Tertiaire (sable à *Microcodium*), mais les réseaux correspondants se développent dans la craie sous la couverture tertiaire, dont les eaux d'infiltration acidifiées par la traversée des argiles et sables ligniteux du Sparnacien sont très agressives.

5.2.2. Craie marneuse du Turonien inférieur au Cénomaniens : systèmes aquifères 123BL / 123BM / 123BN / 123BO

En Champagne, le substratum de la nappe de la craie blanche du Séno-Turonien est théoriquement constitué par la craie marneuse non aquifère du Turonien moyen. Toutefois la perméabilité de la craie décroissant rapidement avec la profondeur, le mur de l'aquifère séno-turonien est généralement situé entre 30 à 40 mètres sous la surface du sol.

Dans la région de Rozoy-sur-Serre, la marne crayeuse du Cénomaniens supérieur qui repose sur les gaizes argileuses du Cénomaniens inférieur et de l'Albien renferme une nappe captive sous les "Dièves" turoniennes.

A l'affleurement, les faciès du Turonien inférieur au Cénomaniens supérieur et moyen passent des marnes crayeuses au Nord (Attigny et Mourmelon) à une craie marneuse dans le secteur de Sainte-Menehould. D'une épaisseur réduite (15 à 20 m), les craies cénomaniennes marneuses de couleur grise passent probablement aux craies marneuses turoniennes par des niveaux durs déterminant dans le paysage des reliefs témoins résistant à l'érosion.

En descendant vers le Sud, les faciès évoluent d'une craie marneuse de couleur gris-verdâtre (secteur de Châlons, Vitry-le-François, Arcis-sur-Aube, Troyes) à une craie argileuse blanchâtre à gris-verdâtre à minces intercalations de marnes.

Au Sud (secteur Aix en Othe), l'épaisseur totale du Cénomaniens dans la région d'Aix-en-Othe est d'environ 50 mètres et comprend la craie marneuse grise du Cénomaniens inférieur et moyen (substratum = Marnes de Brienne) et la craie grise du Cénomaniens supérieur qui forme avec le Turonien inférieur et moyen, un ensemble homogène et aquifère (sources au contact craie/marnes du Cénomaniens inférieur notamment sources de la Vannes captées pour la ville de Paris).

5.2.3. Gaizes du Cénomaniens : système aquifère 123CA

Cette entité regroupe les formations du Cénomaniens inférieur (marnes, argiles, sables, gaize) et constitue un système aquifère.

Dans le secteur d'Attigny, on trouve les marnes sablo-glaucוניeuses et argilo-glaucוניeuses qui s'étendent du Cénomaniens inférieur au Cénomaniens supérieur. Vers la Thiérache, ces formations passent respectivement aux « Marnes de Givron » et aux « Sables de la Hardoye » (niveaux aquifères très localisés).

Dans la région de Monthois, la *Gaize d'Argonne* forme une nappe avec les Sables cénomaniens. L'épaisseur des sables quartzeux cénomaniens, généralement glauconieux et pyriteux, peut atteindre une dizaine de mètres. Les gaizes sont des roches légères, poreuses, mais dont les vides ne présentent que peu de communications. Comme dans la craie, la piézométrie épouse sensiblement la topographie ; la pente générale de la nappe est dirigée E-W ; les vallées et talwegs constituent des axes de drainage. Le relevé des sources fait apparaître dans la *Gaize d'Argonne* des niveaux moins perméables. De nombreux ouvrages exploitent cette nappe pour l'alimentation en eau des populations ; les débits obtenus sont sensiblement différents en fonction :

- de l'épaisseur des sables cénomaniens, qui est assez variable ;
- de la rencontre éventuelle de fissures dans les gaizes, déterminant des circulations préférentielles ;
- des variations de faciès (Sables cénomaniens et Gaizes plus ou moins argileux).

Dans la région de Sainte-Menehould, la *Gaize d'Argonne* présente sur 90 mètres d'épaisseur, des horizons très divers en épaisseur et en nature (gaize noduleuse, argileuse, siliceuse, lenticulaire, grossière). Ces différents faciès ont des comportements hydrauliques très différents. Ce qui peut expliquer pourquoi les forages peuvent avoir des productivités très variables en fonction de la qualité des strates rencontrées. La perméabilité varie entre 10^{-2} et 10^{-4} m/s et la productivité des ouvrages d'exploitation peut atteindre 70 à 80 m³/h. La qualité des eaux est bonne mais l'aquifère est relativement sensible aux pollutions bactériologiques dans sa partie libre. Le réservoir est très sollicité pour l'eau potable des communes.

La "*Gaize du Cénomaniens*" très siliceuse en Argonne, où elle forme un relief de collines découpées par de profonds défilés, devient vers le sud de plus en plus argileuse, ce qui se traduit par un relief beaucoup moins marqué dans la morphologie (ép 70 à 80 m). A l'Est, la Gaize argileuse passe insensiblement à la partie supérieure des Argiles du Gault (secteur de Bar-le-Duc).

Au Sud (secteur de Chavanges), le Cénomaniens inférieur (on ne parle plus de "Gaize") est constitué de marnes crayeuses (épaisseur de 30 à 40 m) qui se différencient par deux faciès lithologiques superposés :

- un faciès inférieur constitué de marnes monotones gris très clair, à sec ; gris foncé, un peu bleuté à l'état humide, qui diffèrent des Marnes de Brienne par une teneur en calcaire supérieure (40 à 72 %) ;
- un faciès supérieur formé d'un matériau, ayant encore la consistance d'une marne, mais avec une phase bioclastique beaucoup plus grossière.

Vers Aix-en-Othe, le contact entre le Cénomaniens inférieur (partie inférieure de l'assise épaisseur d'environ 15 à 25 m de bancs mal individualisés de calcaire crayeux, argileux, de couleur gris bleuté, alternant avec des interlits marneux) et l'Albien terminal semble correspondre à un changement lithologique, tandis que le passage entre Cénomaniens crayeux sus-jacent est progressif.

5.2.4. Argiles du Gault et Marnes de l'Albien : domaine hydrogéologique 125AA

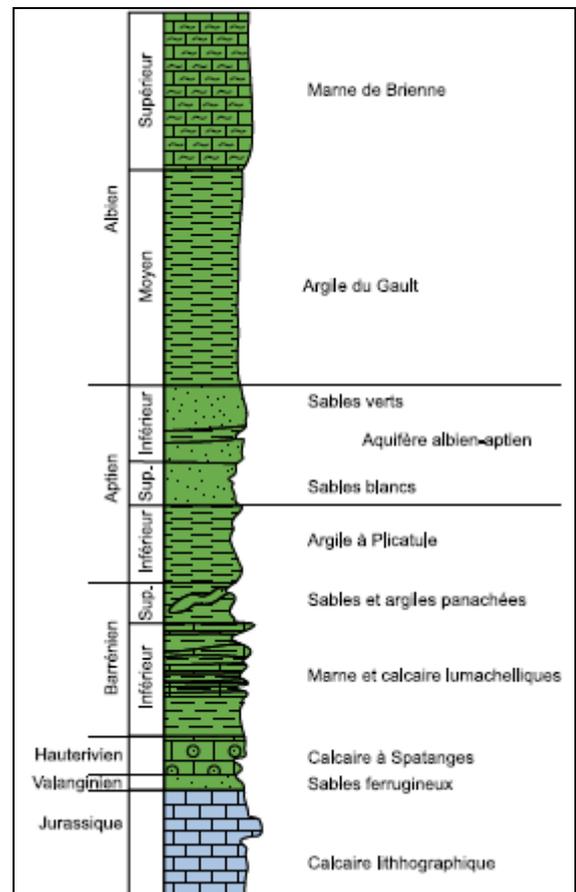
Cette entité regroupe les formations argileuses de l'Albien à l'exception des "Sables verts", "Sables de Liart", "Gaize d'Argonne" et "Gaize de Draize". L'Albien inférieur est bien développé dans l'Aube, la Haute-Marne et les Ardennes. L'Albien moyen affleure en totalité ou pro parte dans toute la partie orientale du bassin, du Berry et localement de la Sologne jusqu'aux Ardennes.

L'Albien supérieur, quant à lui, est bien développé dans toute la Champagne humide mais disparaît dans les Ardennes.

Dans l'Aube, l'Albien affleure très mal en raison d'une épaisse couverture quaternaire, d'une végétation dense et de l'absence de reliefs marqués. A la base, des sables glauconieux : les *Sables verts* Puis des argilites gris sombre : les *Argiles tégulines*, épaisse d'une quarantaine de mètres au moins. Dans la partie supérieure, sans coupure nette avec la formation précédente, des marnes gris clair : *Marnes de Brienne* (50 m environ).

Dans la région de Saint-Florentin, à la limite de l'Yonne et de l'Aube, les faciès argileux prennent progressivement de plus en plus d'importance d'ouest en est.

En Haute-Marne, la série comprend les *Argiles du Gault*, puis les *Marnes de Brienne*.



Colonne stratigraphique du Crétacé inférieur du Sud-Ouest champenois.

Extrait de ROUX et al. 2006 ("*Aquifères et eaux souterraines en France*", BRGM éditions)

5.2.5. Sables verts de l'Aptien-Albien : système aquifère 127AA

Dans l'Aube, la base de l'Albien démarre par des sables glauconieux : les *Sables verts* dont l'épaisseur varie entre 10 et 25 mètres environ. En Haute-Marne, les *Sables verts*, à la base de la série, sont réputés appartenir en totalité à la zone à *Mammillatum*, ce qui les rendrait plus récents que ceux de l'Aube. Dans les Ardennes, la base de la série prend localement le faciès gaize : c'est la *Gaize de Draize*, qui passe latéralement aux *Sables de Liart*.

Toujours dans les Ardennes, la nappe des *Sables verts* se poursuit en continuité avec celle des calcaires du Jurassique supérieur et forme un ensemble aquifère malgré des perméabilités différentes :

- perméabilité liée à la porosité des sables (Albien) ;
- perméabilité liée à la fissuration des calcaires (Jurassique supérieur).

En effet, l'Albien inférieur repose sur un calcaire finement grenu et parfois oolitique de l'Oxfordien supérieur, qui se poursuit en profondeur par les calcaires récifaux de l'Oxfordien moyen, pouvant passer latéralement à des bancs marneux et oolitiques. Les niveaux sont apparemment plus perméables à l'affleurement qu'en profondeur, d'où l'existence d'une nappe continue de l'Albien inférieur à l'Oxfordien moyen. Le substratum de cette nappe correspond aux marnes de l'Oxfordien inférieur. La productivité de l'Albien est très différente selon le faciès "Sables verts" : quelques dizaines de m³/h (T= 10⁻³ m²/s) ; ou selon le faciès "Gaize" : quelques m³ (T=10⁻⁵m²/s). Au plan hydrochimique, les eaux sont très bicarbonatées.

La nappe des Sables albiens est peu représentée dans la zone d'affleurement au nord-est du département. Elle s'enfouit entre les argiles de l'Aptien et de l'Albo-Cénomaniens. Sa surface piézométrique et ses caractéristiques se confondent avec celles de la nappe de la marne crayeuse du Cénomaniens supérieur.

A l'ouest de la vallée de l'Aisne, la nappe devient captive sous la craie marneuse du Cénomaniens moyen.

5.2.6. Argiles de l'Aptien-Barrémien : domaine hydrogéologique 127AC

Cette entité regroupe les formations de l'Aptien qui sont très inégalement représentées dans l'ensemble du bassin de Paris. Les faciès, soit argileux, soit sableux, correspondent à une partie variable.

L'Aptien supérieur, représenté par des faciès sableux est rattachée à l'entité sus-jacente 127AA. On l'observe à l'Est dans toute la Haute-Marne et épisodiquement dans les Ardennes. Il manque dans l'Aube.

L'Aptien inférieur est essentiellement représenté dans la partie Est du bassin de Paris, sous forme d'argilites. Il est présent dans tous les départements de l'Aube et la Haute-Marne et ne dépasse guère la vallée de l'Ornain. Il ne réapparaît ensuite que dans les Ardennes.

Le Barrémien supérieur est présent dans l'Aube sous forme de sables dont les faibles possibilités aquifères sont utilisées par des mares artificielles pour l'alimentation des pâturages. Dans la région de Brienne-le-Château le Barrémien supérieur, composé de sables argileux, ne constitue pas un aquifère à proprement parler. On peut cependant y observer en surface quelques rares sources intermittentes et de faible débit.

Le Barrémien inférieur, plus argileux, représente le substratum imperméable de la nappe des sables du Barrémien supérieur. Vers le nord-ouest de Bouilly, la nappe devient captive sous les Argiles de l'Aptien et est alors difficilement exploitable. Les débits obtenus sont faibles et l'eau présente une minéralisation importante.

5.2.7. Sables, Grès et calcaires du Néocomien : système aquifère 127AG

Cette entité regroupe les formations sableuses et gréseuses du Valanginien ainsi que les calcaires résiduels et les argilites ; à cela s'ajoute les argiles panachées et les argiles graveleuses du Wealdien.

La coupe complète de cet étage se retrouve dans la région de Wassy, comme suit :

- sable blanc extra-fin continental dunaire ;
- sables et grès brunâtres ferrugineux ;
- minerai de fer géodique marin ;
- marne argileuse noirâtre (lentilles sporadiques).

Cette coupe subit des variations dans d'autres régions : le fer géodique devient moins abondant, les grès et sables se mélangent avec de l'argile brune, mais les sables fins restent toujours présents.

L'épaisseur est très variable. Les dépôts valanginiens sont absents aux endroits où la surface du Portlandien formait des collines (paléorelief d'érosion) transformées en îlots de la mer valanginienne.

Dans les Ardennes, les sables et argiles du Wealdien sont assimilés aux dépôts de remplissage de poches karstiques ou de diaclases, de lithofaciès analogue à celui du Nord de la France ou de la Belgique.

La nappe des Sables et Grès valanginiens possède un débit variable, l'eau est assez minéralisée et sa répartition géographique est irrégulière de part l'influence du paléorelief portlandien.

Termes équivalents NW européens de la charte stratigraphique standard

Termes stratigraphiques +/- obsolètes ou à valeur litho stratigraphique

Néocomien	Barrémien inférieur	n4a	Wealdien (continental)			
	Hautérivien supérieur	n3b				
	Hautérivien inférieur	n3a				
	Valanginien supérieur	n2b				
	Valanginien inférieur	n2a				
	Berriasien supérieur	n1c				
	Berriasien moyen	n1b				
	Berriasien inférieur	n1a				
	Tithonien supérieur	i7c				

5.3. FORMATIONS DU JURASSIQUE

5.3.1. Calcaires du Tithonien : système aquifère 131AA

D'une façon générale, les calcaires du Tithonien donnent naissance à des sources (à débit instable) lorsqu'ils sont diaclasés en affleurement. Ces niveaux calcaires importants constituent des aquifères mais dont les eaux sont plutôt contenues dans les réseaux de fissures (De nombreux forages réalisés sur les plateaux sont restés pratiquement "secs" dans la région de Brienne-le-Château).

Dans la région de Wassy, le Valanginien repose souvent directement sur le calcaire oolithique vacuolaire du Tithonien (zone à *Cyrena rugosa*) par suite de l'érosion ancienne et les eaux s'infiltrent directement dans le calcaire perméable. Dans la région de Saint-Dizier, dans les cas où le Valanginien fait défaut, une nappe d'eau s'établit entre l'Hauterivien et le Tithonien, en imprégnant soit la base de l'Hauterivien, soit les couches perméables du Tithonien, surtout si les calcaires imperméables du sommet n'existent pas.

5.3.2. Marnes du Kimméridgien : domaine hydrogéologique 133AA

Les formations du Kimméridgien supérieur à moyen sont constituées par une alternance d'assises marneuses et calcaires : trois assises de marnes grises séparées par deux assises de calcaires marneux ou durs à grain fin beiges ou blanchâtres. Elles

sont appelées "Virgulien" ou "Marnes à *Exogyres*" à cause de leur richesse en "*Exogyra Virgula*".

La bande d'affleurements de ces terrains traverse la région en direction NE-SW. Ils sont observés dans l'Aube, la Haute-Marne et une petite partie des Ardennes.

L'épaisseur totale qui est de 100 m au NE diminue jusqu'à 80 m vers le SW. Les eaux s'accumulent à la base des niveaux calcaires sur les marnes mais les formations ne constituent pas une ressource en eau significative.

Ces formations marneuses et marno-calcaires notamment les "*Marnes à Exogyra virgula*" constituent le substratum de l'aquifère des calcaires du Barrois du Tithonien.

5.3.3. Calcaires de l'Oxfordien supérieur au kimméridgien inférieur : système aquifère 135AA

Ce système aquifère regroupe différentes formations calcaires du Kimméridgien inférieur à l'Oxfordien supérieur notamment les "*Calcaires à Astartes*". A l'affleurement, on retrouve ses formations dans le Sud-Est des Ardennes, au Nord de la Haute-Marne et le Sud-Est de l'Aube. L'extrême base du Calcaire à Astartes détermine localement avec ses niveaux argileux une ligne de sources.

Dans les Ardennes, région de Raucourt-et-Flaba, les calcaires siliceux constituent un bon aquifère et les sources, au contact des argiles du Callovien, sont nombreuses et utilisés notamment pour l'alimentation en eau potable.

Dans la région de Reithel, les calcaires argovo-séquaniens constituent un réservoir drainé par les rivières qui se dirigent vers l'Aisne. Ce réservoir s'alimente à partir des plateaux qui s'étalent de Wagnon à Tourteron et qui s'ennoient sous les assises du Crétacé inférieur. Vers l'Ouest la couverture crétacée descendant en-dessous du niveau du réseau hydrographique, le réservoir calcaire est mis en charge et on peut l'exploiter par forage artésien comme à Herbigny. Au contraire, vers l'Est, le réservoir s'ouvre à l'air libre et son affleurement est jalonné par des sources de qualité médiocre. Quant à la couverture argilo-sableuse, elle donne naissance dans cette région à des sources nombreuses mais de faible débit.

Dans la région de Gondrecourt-le-Château, les deux niveaux de calcaires blancs du Kimméridgien renferment une "faible" nappe, soulignée par des sources dont certaines peuvent être localement intéressantes. Le "*Calcaire à Astartes*" est le siège de circulations karstiques ; une petite nappe se manifeste à la base de l'étage ; de même au niveau de l' "*Oolithe de la Mothe*" (cas d'Amanty) bien que la formation ne soit pas marneuse ; très marneuse aux fermes de Vau de Bure et le Chênois, elle alimente un niveau alors indigent faute de conditions de bassin favorables.

Plus au Sud (Haute-Marne et Aube), les calcaires du Séquanien identifiés sous le faciès de Calcaires à Astartes, Oolite de Lamothe ou Oolite de Saucourt (pour les plus courants) sont exploités généralement pour la construction et pour les routes. Ils sont aquifères lorsqu'ils sont diaclasés.

Dans l'Oxfordien moyen (Rauracien et Argovien) on trouve notamment les "*Calcaires coralliens*" ou "*Calcaires à polypiers*". A l'affleurement, on retrouve ses formations dans le Sud-est des Ardennes, au Nord de la Haute-Marne. Les *Calcaires coralliens* représentent en particulier un niveau potentiel aquifère plus important que celui des "*Calcaires à Astartes*". Les marnes callovo-oxfordiennes constituent le substratum de l'aquifère.

Dans les Ardennes, région de Raucourt-et-Flaba, l'aquifère est représenté par les calcaires récifaux, oolithiques ou marneux. Le substratum est constitué par les "*Marnes à Cidaris*", ou par les marnes de l'Oxfordien moyen (source à l'est de Chagny). Les sources sont très nombreuses mais à faible débit.

Plus au Sud, région de Neufchâteau, des circulations karstiques importantes mais mal connues existent dans les *Calcaires coralliens* jusqu'à leur sommet.

5.3.4. Marnes du Callovo-Oxfordien : domaine hydrogéologique 137AB

Dans les Ardennes, le Callovien correspond à une puissante série de marnes sableuses et gréseuse (40 à 50 m) dénommées également "*Argiles de la Woevre*".

En Haute-Marne, le Callovien supérieur (zone à "*Reineckeia anceps*") est représenté par des marnes et calcaires marneux ferrugineux à minerai de fer oolithique exploités autrefois comme minerai de fer. Le Callovien inférieur (zone à "*Macrocephalites macrocephalus*") correspond à la "*Dalle nacrée ferrugineuse*", calcaire grossier graveleux, oolithique, spathique, très hétérogène. L'épaisseur totale est d'environ 10 m.

Cette formation sert de substratum à l'aquifère des "Calcaires coralliens" ou des "Calcaires à polypiers" de l'Argovo-Rauracien.

5.3.5. Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) : système aquifère 139AM

Le Bathonien est reconnu sur une grande partie de la région Champagne-Ardenne et à l'affleurement dans les Ardennes et la Haute-Marne.

On distingue généralement trois périodes, qui présentent néanmoins des faciès différents selon la situation géographique :

- Le Bathonien supérieur : Calcaires marneux et oolithique dans les Ardennes (épaisseur du Bathonien sup. de 15 à 20 m), dalle nacrée et calcaires bicolores dans la Haute-Marne (environ 20 m) ;
- Le Bathonien moyen : Marnes à *Rhynchonella decorata* avec plus spécifiquement la « dalle d'Étain » dans les Ardennes (épaisseur du Bathonien moyen d'environ 50 m). En Haute-Marne, le faciès et l'épaisseur des Marnes à *Rhynchonella* change progressivement (10 m de calcaires compacts durs au SW jusqu'à 1 m de calcaires marneux au NE) ;
- Le Bathonien inférieur : Oolithe milière, Oolithe de Doncourt et Caillasses à *Anabacia* Marnes à *Terebratula globata* dans les Ardennes (épaisseur du Bathonien inf. d'environ 20 m), Oolithe blanche et calcaires à oncolites cannabines dans la Haute-Marne (épaisseur d'environ 45 m).

L'ensemble des niveaux Bathoniens sont aquifères mais plus particulièrement le Bathonien inférieur qui repose sur le substratum des Marnes à *Ostrea Acuminata* (Bajocien supérieur).

Dans les Ardennes (région de Raucourt-et-Flaba), on distingue notamment l'aquifère dans le Bathonien supérieur soutenu par des calcaires marneux (source près de Yoncq), l'aquifère dans les calcaires pseudo-oolithiques du Bathonien moyen, très sensible aux phénomènes karstiques (plusieurs sources notamment AEP) et les calcaires du Bathonien inférieur reposant sur les marnes à *Ostrea acuminata* qui représente un aquifère important (26 sources et de nombreuses adductions en eau potable). Dans la région de Rethel, les calcaires du Bathonien sont le siège de circulations de type karstique avec 3 résurgences importantes : Source de la Vence, la Fosse Prêcheur, Source bleue à la Basse-Touligny.

En Haute-Marne la nappe des calcaires oolithiques et sublithographiques (Bathonien et Callovien) d'une épaisseur comprise entre 80 et 120 mètres, détermine une ligne de sources, aux débits pouvant être importants (contact du niveau imperméable des "marnes à *Ostrea acuminata*"). Les formations ont localement une forte perméabilité fissurale et karstique.

5.3.6. Marnes du Bajocien-Bathonien : domaine hydrogéologique 139AN

Les *Calcaires et Marnes à Ostrea acuminata* du Bajocien supérieur sont présents sur tout le territoire champadennais sur une dizaine d'épaisseur dans les Ardennes. En Haute-Marne, l'assise marno-calcaire, qui représente également une dizaine de mètres, se repère aisément sur le terrain où elle dessine un replat topographique.

5.3.7. Calcaires de l'Aalénien-Bajocien : système aquifère 139AP

Cette entité aquifère regroupe les *Calcaires à polypiers*, *Calcaires à entroques* et *l'Oolite cannabine* du Bajocien moyen et inférieur, ainsi que les Calcaires aaléniens et le minerai de fer oolithique toarcien. Cette série n'affleure que dans la Haute-Marne et les Ardennes. La nappe des calcaires bajociens est supportée par les argiles toarciennes.

En Haute-Marne l'aquifère des *Calcaires à entroques et polypiers* (Bajocien inférieur-Aalénien), épais d'une cinquantaine de mètres, alimente une ligne de sources aux débits souvent importants mais soumis aux variations saisonnières (secteur de Langres, Nogent, Chaumont,...). La ressource est largement utilisée pour l'AEP. Dans les Ardennes, la nappe des calcaires du Bajocien est également exploitée localement notamment pour l'AEP.

5.3.8. Marnes du Toarcien (Lias supérieur) : domaine hydrogéologique 141AB

Cette entité regroupe les formations suivantes :

- Marnes, Calcaires et Minerai de fer oolithique (Toarcien moyen à supérieur)
- *Schistes carton*, *Marnes à Septaria*, Grès supraliasiques (Toarcien inférieur – Toarcien supérieur)

En Champagne-Ardenne, le Toarcien apparait essentiellement argilo-marneux avec par endroit des nodules calcaires (Neufchâteau, Bourmont). Sa puissance est de 70 mètres en moyenne ; sauf dans la région de Renwez, où le Toarcien supérieur manque et l'épaisseur passe à 20 mètres. Ce Toarcien supérieur est constitué du minerai de fer oolithique supraliasique épais de 5 à 6 mètres. C'est un complexe de marnes, parfois oolithes ou points limonitiques, de calcaires cristallins et de minces passées de minerai oolithique pauvre avec ciment souvent violacé.

Du point de vue hydrogéologique, ces formations ne constituent pas une réserve en eau. Les *Schistes cartons* offrent des ressources faibles pour des besoins ponctuels, les eaux étant souvent minéralisées en raison de la présence de pyrite et de gypse néoformé.

5.3.9. Grès, marnes et calcaires du Plienbaschien (Lias moyen ou Domérien) : domaine hydrogéologique 141AC

Cette entité regroupe plusieurs formations géologiques présentes sur toute la région et qui affleurent dans les Ardennes et au Sud-est de la Haute-Marne :

- o Les Grès médioliasiques du Domérien supérieur sont des calcaires marneux sablo-micacés, ferrugineux, chloriteux, qui sont plus ou moins détritiques. Ils peuvent atteindre 50 mètres dans les Ardennes contre 20 à 30 mètres en Haute-Marne.

- Les Argiles à *Amaltheus margaritatus* du Domérien inférieur correspondent au Schiste d'Etthe des cartes belges et au Macigno de Messancy. Leur puissance ne doit guère excéder 35 mètres dans les Ardennes mais peut atteindre une centaine de mètres en Haute-Marne (région de Neufchâteau).

Ces différents horizons du Lias moyen, plus ou moins carbonatés ou gréseux avec des écrans marneux, peuvent contenir de petites nappes. Comme pour les Schistes cartons, l'eau des grès médioliasiques est souvent minéralisée en raison de la présence de pyrite et de gypse néoformé.

5.3.10. Calcaires, grès, calcaires argileux et argiles du Lias inférieur : systèmes aquifères 141AE / 141AG

Cette entité regroupe la série des Calcaires argileux et des Grès du Lias inférieur du Carixien à l'Hettangien.

Dans les Ardennes, on trouve les formations géologiques suivantes :

- *Grès et Marnes sableuses de Hondelange* (Lotharingien terminal - Carixien)
- *Grès de Virton* (équivalent latéral des Argiles à *Promicroceras*) (Lotharingien)
- *Grès calcaireux, Calcaire de Romery et Marne de Warcq* (Sinémurien supérieur)
- *Grès calcaireux* (Sinémurien inférieur)
- *Calcaires sableux d'Orval* (équivalent latéral des Grès d'Hettange) (Hettangien - Sinémurien inférieur)
- *Calcaire à Gryphées* (Hettangien)
- *Poudingues hettangiens* (Hettangien)

Les dépôts sont relativement épais et à dominante argileuse dans la région de Charleville-Mézières et présentent des modifications dissymétriques vers l'est et vers l'ouest (enrichissement en faciès organo-détritiques en direction de Montmédy et réduction et lacunes de plus en plus importantes en direction d'Hirson). Dans le secteur de Montmédy, les grès, les sables et les calcaires du Lias inférieur alimentent des sources abondantes et nombreuses en fonds de vallées (fissuration prédominante). Au nord de la Meuse, les calcaires gréseux et les sables fins du Sinémurien moyen et inférieur, qui reposent sur les Marnes de Warcq imperméables, forment une nappe aquifère intéressante alimentée par un réseau karstique bien développé.

En Haute-Marne, les formations correspondent plus spécifiquement aux :

- *Calcaires à *Prodactylioceras Davoei* et Marnes à *Zeilleria Numismalis** (Pliensbachien: Carixien)
- *Calcaires ocreux, et Marnes* (Sinémurien supérieur-Carixien inférieur)
- *Argile à *Promicroceras** (Sinémurien supérieur)
- *Calcaire à *Gryphées* et Marnes* (Hettangien-Sinémurien inférieur)

Dans la région de Langres, les affleurements liasiques sont discontinus, peu visibles dans le fonds des vallées et assez mal connus. L'Hettangien y est constitué par des calcaires peu épais (1,5 à 2 mètres). Le *Calcaire à gryphées* est très réduit (moins de 3 mètres). Il semble correspondre au Sinémurien inférieur. Au-dessus de cette formation apparaissent des marnes (3 mètres) surmontées par un banc de calcaire à *Asteroceras*. Une grande partie du Carixien manque ; seul un banc calcaire (0,15 mètres) à *P. davoei* le représente.

Dans la région de Bourbonne-les-Bains, le *Calcaire à Gryphée* renferme une faible nappe dans sa zone d'affleurement. Les calcaires ocreux et les calcaires à *P. davoei* engendrent aux affleurements une ligne de sources aux débits très faibles.

5.4. FORMATIONS DU TRIAS

5.4.1. Grès du Rhétien (Trias supérieur) : système aquifère 143AB

Cette entité correspond aux *Argiles rouges de Levallois* (Rhétien supérieur) et aux *Grès infraliasiques* (Rhétien inférieur) situés essentiellement dans le sud-est de la Haute-Marne. Sur les Ardennes, le Rhétien est absent (correspond à une lacune stratigraphique).

En Haute-Marne, les *Argiles de Levallois* forment le terme supérieur du Rhétien. Toutefois dans le secteur de Langres-Chalindrey leur altération très profonde en limons ne permet pas de les identifier précisément. Ces argiles, sans fossiles dans la région de Bourbonne-les-Bains, n'excèdent pas 5 à 6 mètres de puissance.

Les *Grès infraliasiques* ou *Grès du Rhétien* atteignent une trentaine de mètres de puissance dans le secteur de Bourbonne-les-Bains et diminuent vers le sud. Des sources abondantes à débit régulier fournissent une eau de bonne qualité (très peu minéralisée).

5.4.2. Dolomies et Marnes du Keuper (Trias supérieur) : domaine hydrogéologique 143AD

On retrouve cette entité dans le sud-est de la Haute-Marne. Elle est constituée par :

- Les *Marnes irisées supérieures* du Keuper supérieur ;
- La *Dolomie de Beaumont*, les *Marnes bariolées à Estheria* et les *Grès à roseaux* du Keuper moyen ;
- Les *Marnes irisées inférieures* du Keuper inférieur à moyen.

Dans la région de Bourbonne-les-Bains la puissance totale est de 120 mètres environ mais diminue plus au sud vers la région de Fayl-Billot.

Les *Grès à roseaux* et la *Dolomie de Beaumont* sont faiblement aquifères et peuvent donner des points d'eau sans grande importance. On observe dans la région de Fayl-Billot, de petites résurgences ou exurgences qui sont issues du réseau de diaclases.

5.4.3. Calcaires du Muschelkalk supérieur (Trias moyen) et Dolomies et Argiles du Lettenkohle (Trias moyen) : système aquifère 143AE

On distingue pour cette entité :

- l'horizon supérieur (Dolomie limite) qui est constitué d'un banc de calcaire dolomitique jaune en dalles diaclasées (0,5 à 1 mètres) ;
- L'horizon moyen (schistes ou marnes bariolées de la Lettenkohle) qui comprend, sur 2 à 3 mètres, un ensemble de petits lits de pépite dolomitique, fissiles, gréseux ou schisteux, parfois avec des vermiculures pyriteuses ;

- L'horizon basale (dolomie inférieure) qui est ici difficilement discernable car il semble qu'il y ait continuité avec le massif dolomitique principal sous-jacent.

D'un point de vue hydrogéologique, les dolomies du Lettenkohle donnent un niveau aquifère très faible et discontinu sur l'assise imperméable des argiles du Lettenkohle.

De plus, cette entité regroupe les « Calcaires à entroques » et « Calcaires à Cératites » du Muschelkalk supérieur ainsi que les « Couches Blanches » du Muschelkalk moyen. Trois faciès apparaissent pour le Muschelkalk supérieur : le faciès dolomitique (50 à 60 mètres), le faciès calcaire et marno-calcaire (couches à Cératites au sommet et couches à entroques à la base) et le faciès local siliceux. Les Couches Blanches du Muschelkalk moyen (5 à 7 mètres) sont représentées par un calcaire dolomitique tendre, poreux, à passages caverneux, gypseux en profondeur.

Les calcaires du Muschelkalk supérieur constituent un aquifère plus ou moins karstique dont les ressources sont captées, soit à faible profondeur à partir de sources naturelles ou d'exurgences dont le débit est parfois important, soit plus profondément par puits ou forages. La minéralisation, de valeur moyenne, est essentiellement bicarbonatée et magnésienne, avec une faible ou très faible teneur en sulfates et en chlore.

5.4.4. Marnes et argiles du Muschelkalk moyen et inférieur (Trias moyen) : domaine hydrogéologique 143AI

Cette entité regroupe les formations du Muschelkalk moyen et inférieur, notamment celles du groupe de l'anhydrite (excepté les "*Couches Blanches*") : les "*Couches grises*" et les "*Couches rouges*". Cette entité à dominante marneuse ne constitue pas une réserve en eau intéressante.

- Les "*Couches grises*" sont des marnes schisteuses plus ou moins dolomitiques, imperméables, se délitant aisément à l'air et comprenant des lits, plaquettes et bancs de dolomies et de gypse. L'épaisseur de 10 à 15 mètres diminue notablement vers l'Ouest (6 à 10 mètres maximum entre Châtillon-sur-Saône et Bourbonne).
- Les "*Couches rouges*" sont des argiles bariolées qui sont également imperméables en grand, mais susceptibles de se prêter à des cheminements d'eau ascendants par lessivage de certains de ses constituants solubles. Ce niveau est représenté par une série de 20 à 30 mètres de schistes marneux ou argileux multicolores avec pseudomorphose de sel gemme, plaquettes gréseuses, passées gypseuses et dolomitiques, délits finement micacés, devenant de plus en plus sableux et gréseux vers la base.

5.4.5. Grès du Trias inférieur : système aquifère 143AK

Cette entité regroupe les "*Grès bigarrés*" et les "*Grès à Voltzia*" du Buntsandstein supérieur ainsi que les "*Grès coquilliers*" du Muschelkalk inférieur. L'affleurement est limité à une petite partie du Sud-est de la Haute-Marne (feuille géologique de Monthureux-sur-Saône).

Les *Grès bigarrés* constituent l'une des parties principales de l'entité, relativement homogène et très résistante à l'érosion (épaisseur d'environ 30 m). On distingue :

- le Grès à *Voltzia*, grès fins dont l'épaisseur varie entre 8 et 12 mètres ;

- les couches intermédiaires, qui composent un massif de grès plus grossiers, de moins en moins micacés, parfois dolomitiques.

Les *Grès coquilliers* sous-jacents, d'une puissance de 8 à 10 mètres, représentent un étage alternant des passées ou bancs gréseux francs, psammitiques et de schistes argileux, sableux, également micacés.

Seuls les *Grès bigarrés* sont aquifères de par leur position structurale favorable. En raison de l'absence de calcaire et séléniteuse, les eaux sont très faiblement minéralisées, acides et agressives.

6. Limites des entités

6.1. LIMITES HYDRAULIQUES

Les limites latérales entre une entité et ses voisines sont 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 (polylignes) sont extraites automatiquement par le modèle de gestion du référentiel et intégrées dans la géodatabase du référentiel (couche polylignes).

Comme pour la caractérisation des entités, et pour les mêmes raisons, les limites sont qualifiées uniquement au niveau 3.

Les différents types de limites prévus par le guide méthodologique de 2003 sont présentés par l'illustration 18.

6.2. NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITES

Une alternative possible à la qualification hydrodynamique d'une limite (ce n'est ni toujours possible, faute d'information, ni évident sachant qu'un « arc limite » peut lui-même être subdivisé en limites de plusieurs types) consiste à définir plutôt **la nature des contacts entre entités**. (aquifère/aquifère, aquifère/domaine...).

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 D) 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 :

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

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 19).

Dans cette première version du référentiel seule la nature des contacts a été intégrée à la géodatabase.

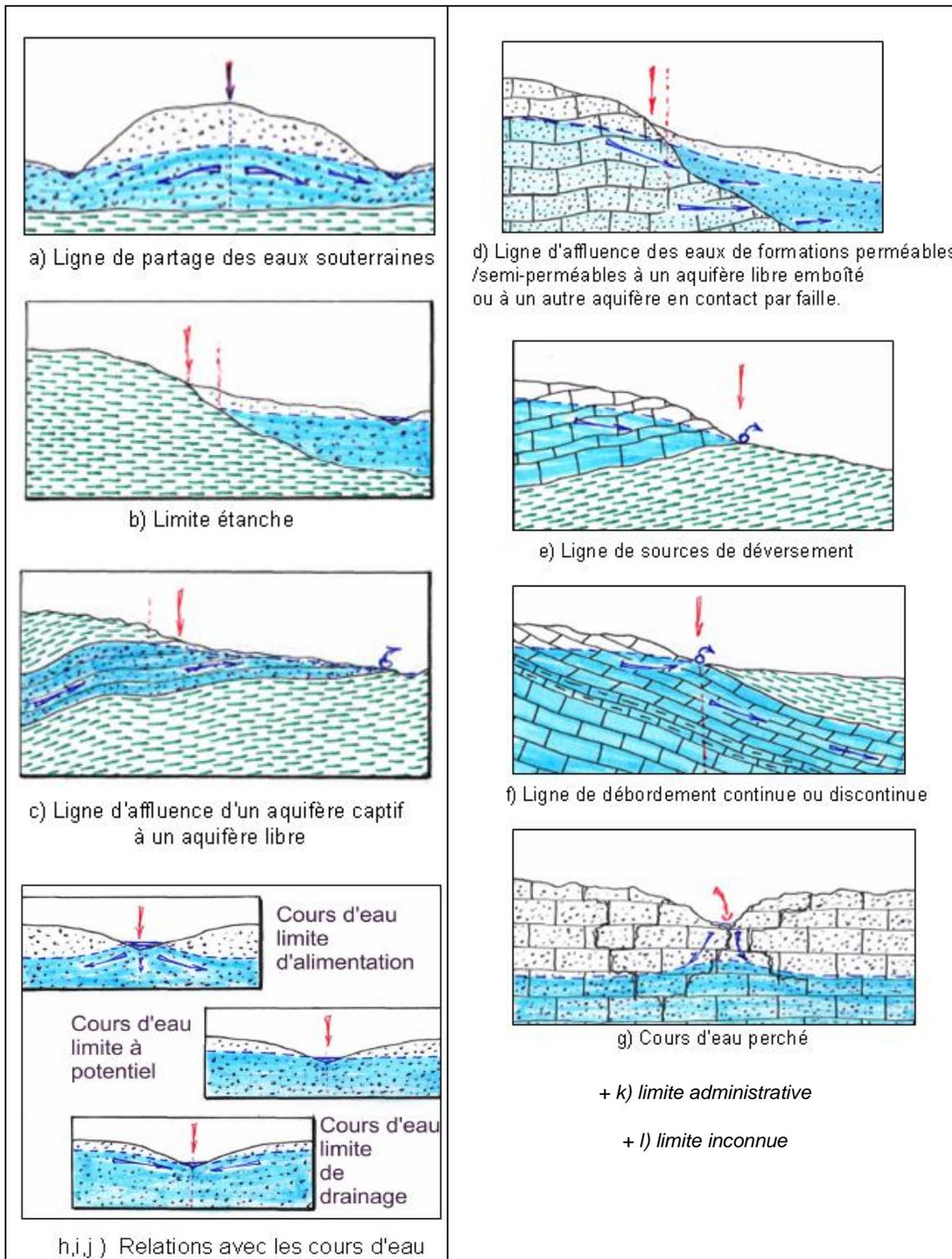


Illustration 18 - Types de limites possibles entre entités.

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	Cas particulier de deux formations peu perméables en contact (limite « étanche »)

Illustration 19 - Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques.

7. Outil de construction du référentiel

L'assemblage des entités, après numérisation des contours, a été réalisé à l'aide d'un outil développé sous ArcGis et appelé « **modèle de gestion du référentiel** ». Ce modèle contrôle aussi la cohérence topologique de l'assemblage 3D et détecte les anomalies.

Tous les assemblages régionaux ont été traités avec ce modèle de gestion. Après traitements, une géodatabase est construite avec un « menu utilisateur » facilitant la visualisation des contours des entités aux différents niveaux du référentiel, la visualisation des différents ordres relatifs et permettant un contrôle supplémentaire du découpage réalisé.

7.1. GÉODATABASE

Il s'agit d'une géodatabase ArcGis (version 9.31).

Elle contient la table des polygones représentant les « **Entités principales** » et la table des polygones représentant les limites des entités d'ordre 1 (pour les entités NV3 uniquement).

Ces deux tables (**RHF_Polygones_relatifs** et **RHF_Limites**) sont rangées dans un « jeu de classes d'entités » (dans le langage ArcGis) appelé « **GEOMETRIE** » (illustration 20).

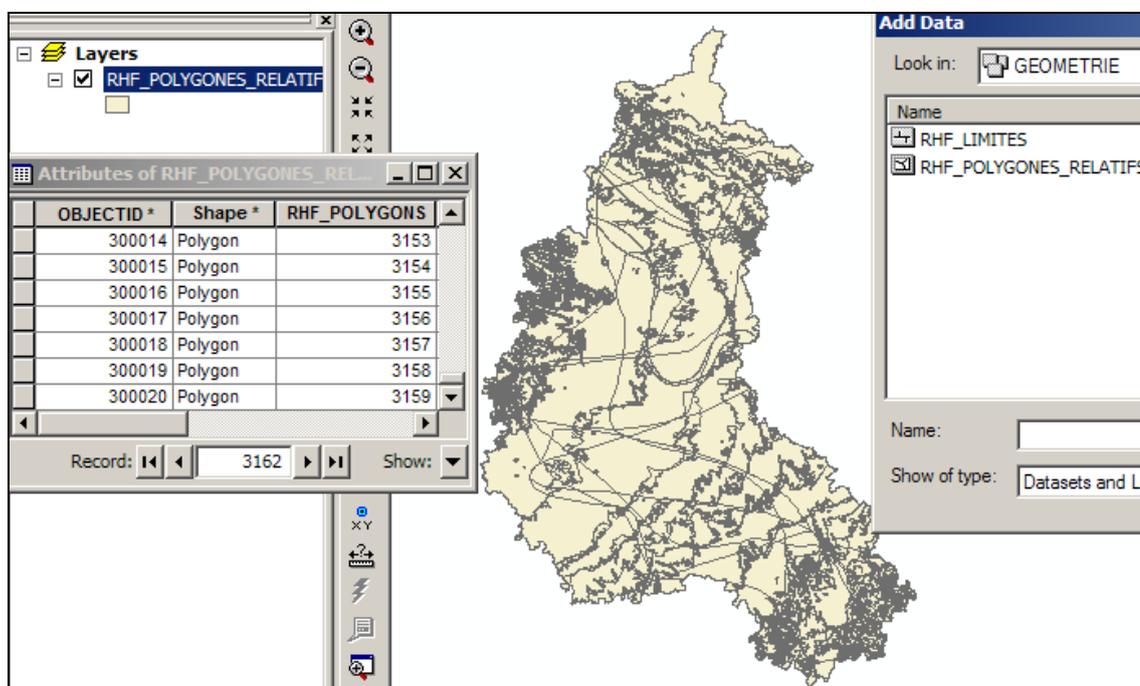


Illustration 20 - Contenu de la base de données du référentiel dans ArcGis

Outre les « **Entités principales** », la géodatabase comprend :

- les « **Entités complémentaires** » scindées en deux classes, pour séparer les systèmes alluvionnaires des autres « entités complémentaires » (disjointes, morcelées et/ou locales) ;
- la caractérisation lithologique des entités du **socle des Ardennes**.

Elle contient aussi d'autres tables, sans géométrie associée (BDRHF_Table_Murs, BDRHF_Table_Toits, BDRHF_Table_Ordres,...illustration 21).

	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
1	ETAT	1	Nappe captive
2	ETAT	2	Nappe libre
3	ETAT	3	Nappe libre et captive
4	ETAT	4	Alternativement libre puis captive
5	LIMITE	A	Ligne de partage des eaux souterraines
6	LIMITE	B	Limite étanche
7	LIMITE	C	Ligne d'affluence d'un aquifère captif à un
8	LIMITE	D	Ligne d'affluence des eaux de formations
9	LIMITE	E	Ligne de sources de déversement
10	LIMITE	F	Ligne de débordement continue ou discon

Illustration 21 - 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 22).

L'illustration 23 présente un exemple de sélection d'entité effectuée à partir du menu ci-dessus (illustration 22, "Représenter l'entité par son emprise").

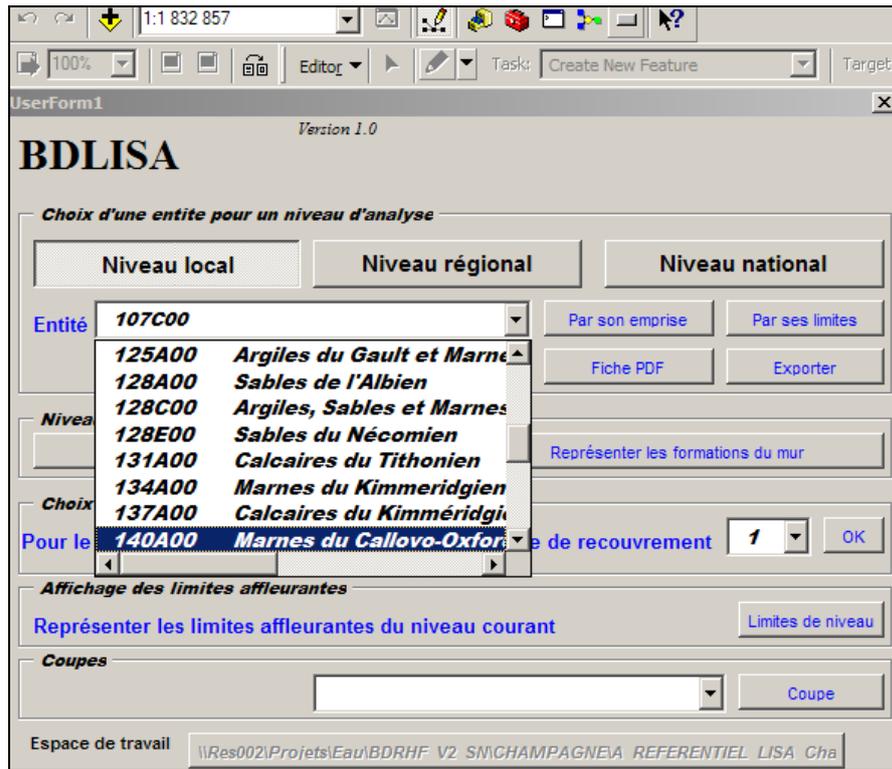


Illustration 22 - Menu général de la géodatabase.

L'icône en forme de rectangle gris en haut à gauche du ? permet d'appeler le menu
 Compte tenu de la nouvelle codification BDLISA de 2013 les codes entités de la figure sont obsolètes

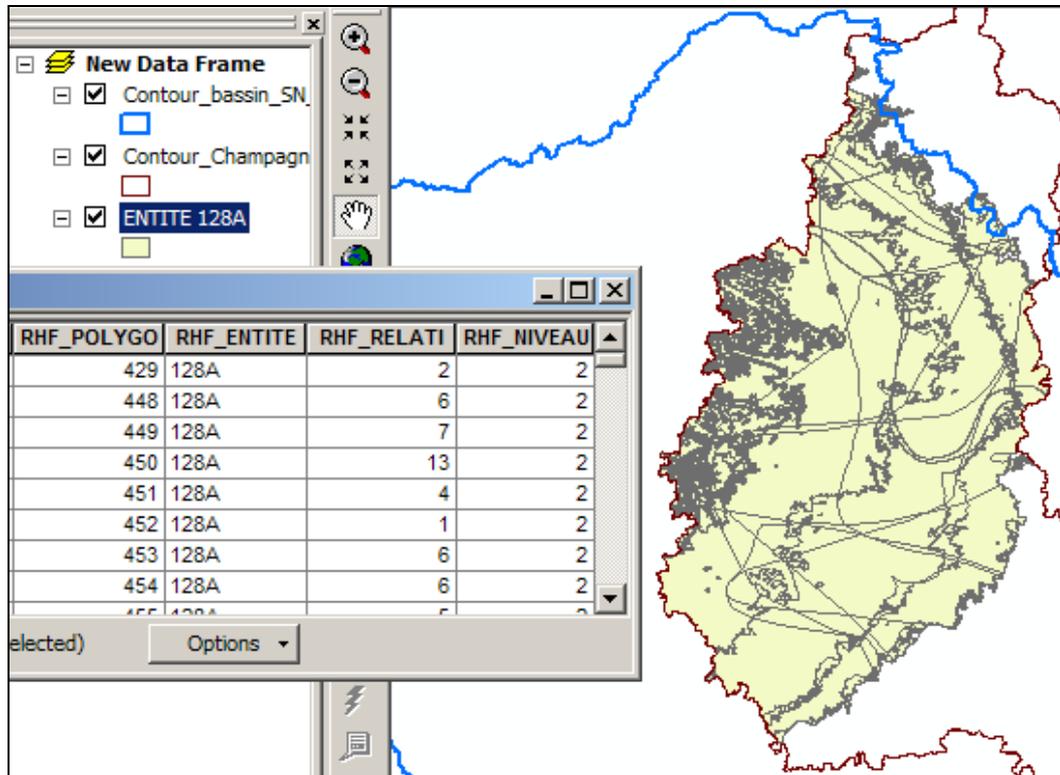


Illustration 23 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 2 via le menu général.

En bleu la limite du bassin Seine-Normandie, en marron la limite de la région Champagne-Ardenne
 Compte tenu de la nouvelle codification BDLISA de 2013 les codes entités de la figure sont obsolètes

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 24).

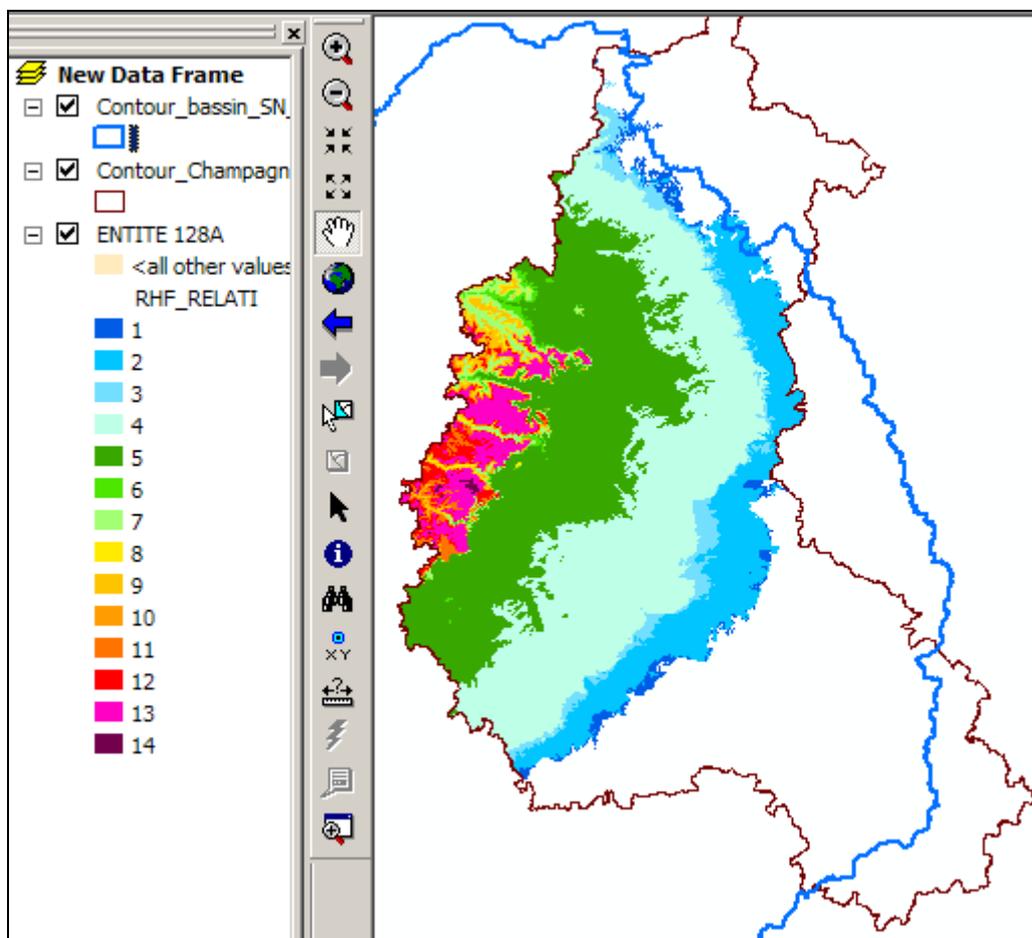


Illustration 24 - Cartographie d'une entité de niveau 2 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs)

Compte tenu de la nouvelle codification BDLISA de 2013 les codes entités de la figure sont obsolètes

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



L'illustration 25 présente une vue des entités de niveau 2 et d'ordre 1 (une couleur est affectée à chaque entité).

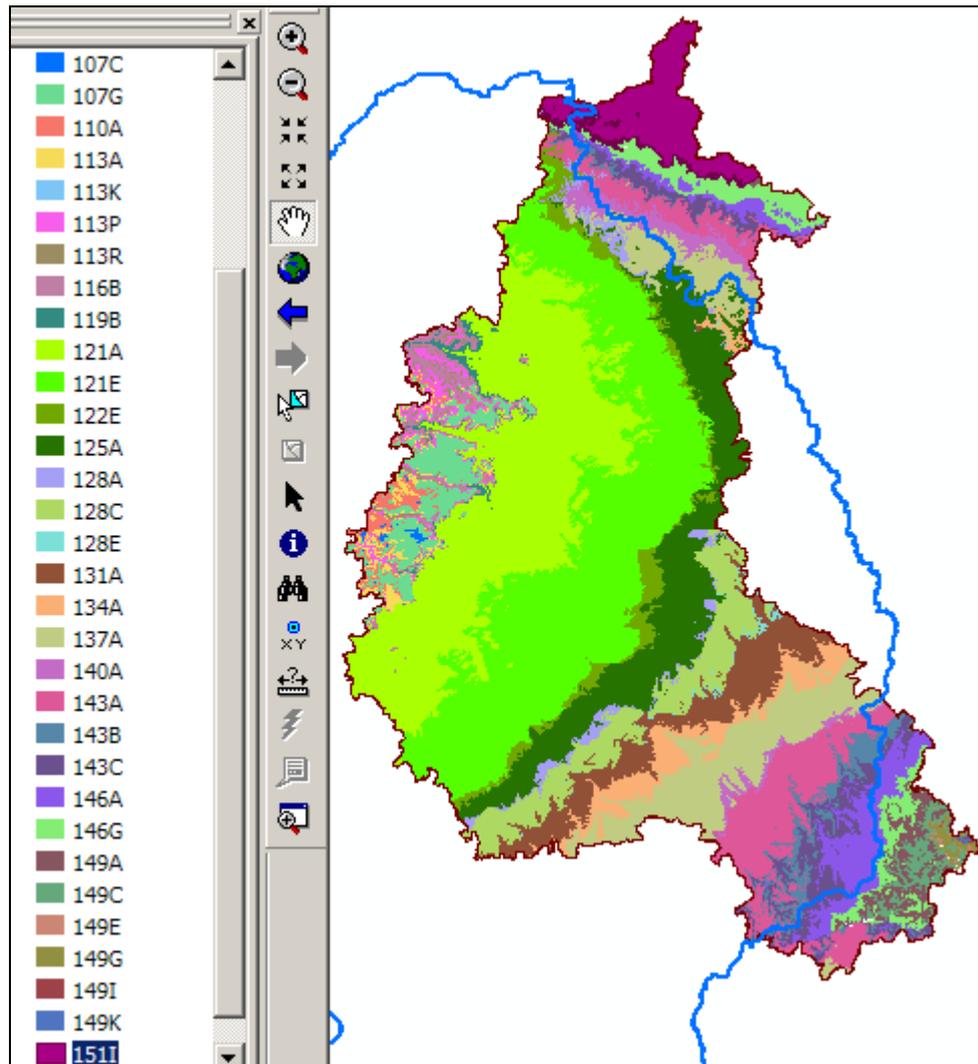


Illustration 25 - Exemple de sélection : entités de niveau 2 et d'ordre 1.
Compte tenu de la nouvelle codification BDLISA de 2013 les codes entités de la figure sont obsolètes

Limites et table de la nature des contacts

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 - illustration 26).

Cette table contient aussi la nature des contacts entre entités (illustration 27).

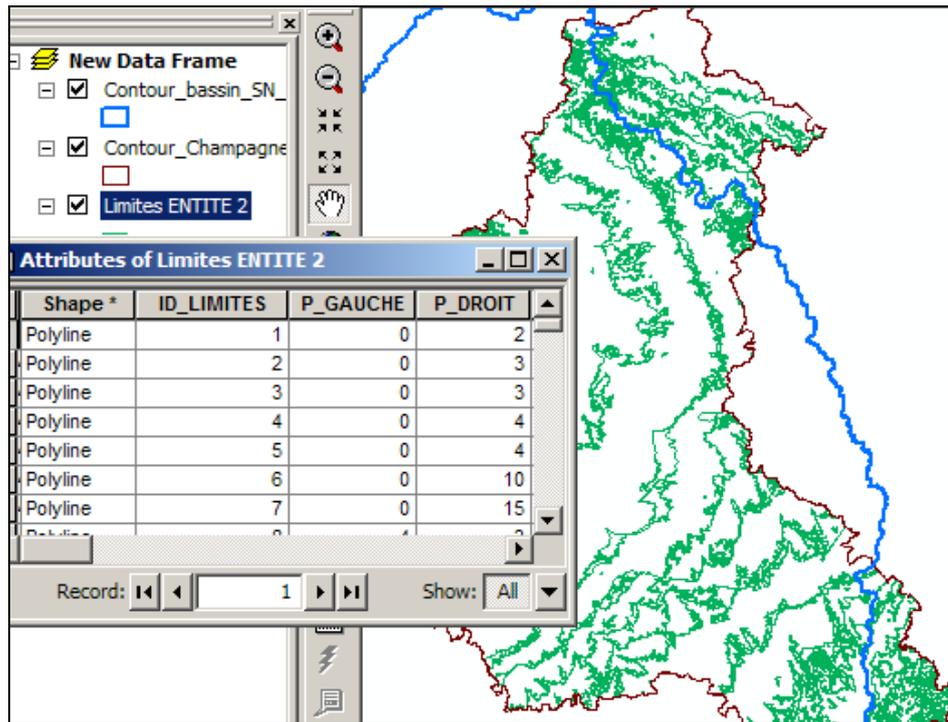


Illustration 26 - Table des limites identifiant les polygones situés de part et d'autre d'une limite

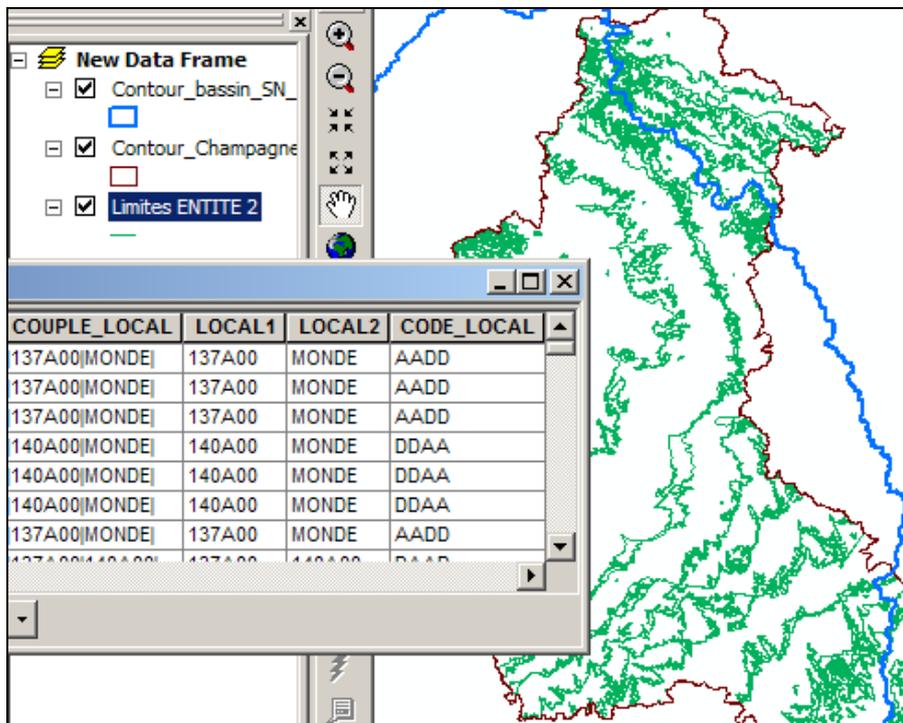


Illustration 27 - Table des limites contenant la nature des contacts entre entités
 Compte tenu de la nouvelle codification BDLISA de 2013 les codes entités de la figure sont obsolètes

7.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS

Le modèle de gestion permet d'éditer automatiquement (illustration 28) 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.

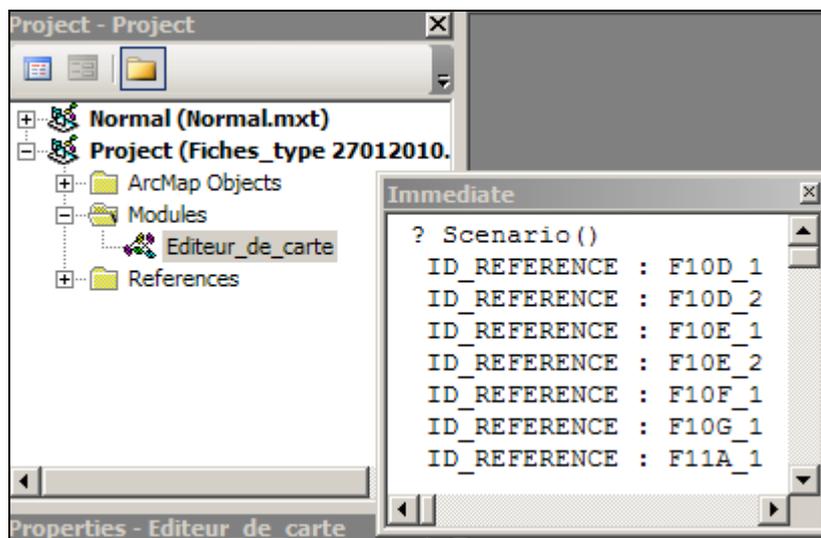


Illustration 28 - Editeur de cartes du modèle de gestion du référentiel

Une fiche d'analyse est constituée de plusieurs blocs d'informations. Les illustrations 29 et 30 fournissent un exemple pour l'entité des "Sables de l'Albien" (compte tenu de la nouvelle codification BDLISA de 2013 le code de l'entité est 127AA).

- Sur la partie gauche de la fiche (illustration 29), 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 30) 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 moyennes de l'entité considérée (à l'ordre 1), la nature des contacts (cf.

§ 2.4.2 et annexe 5) et la longueur (en km) de chaque tronçon de limite partagée.

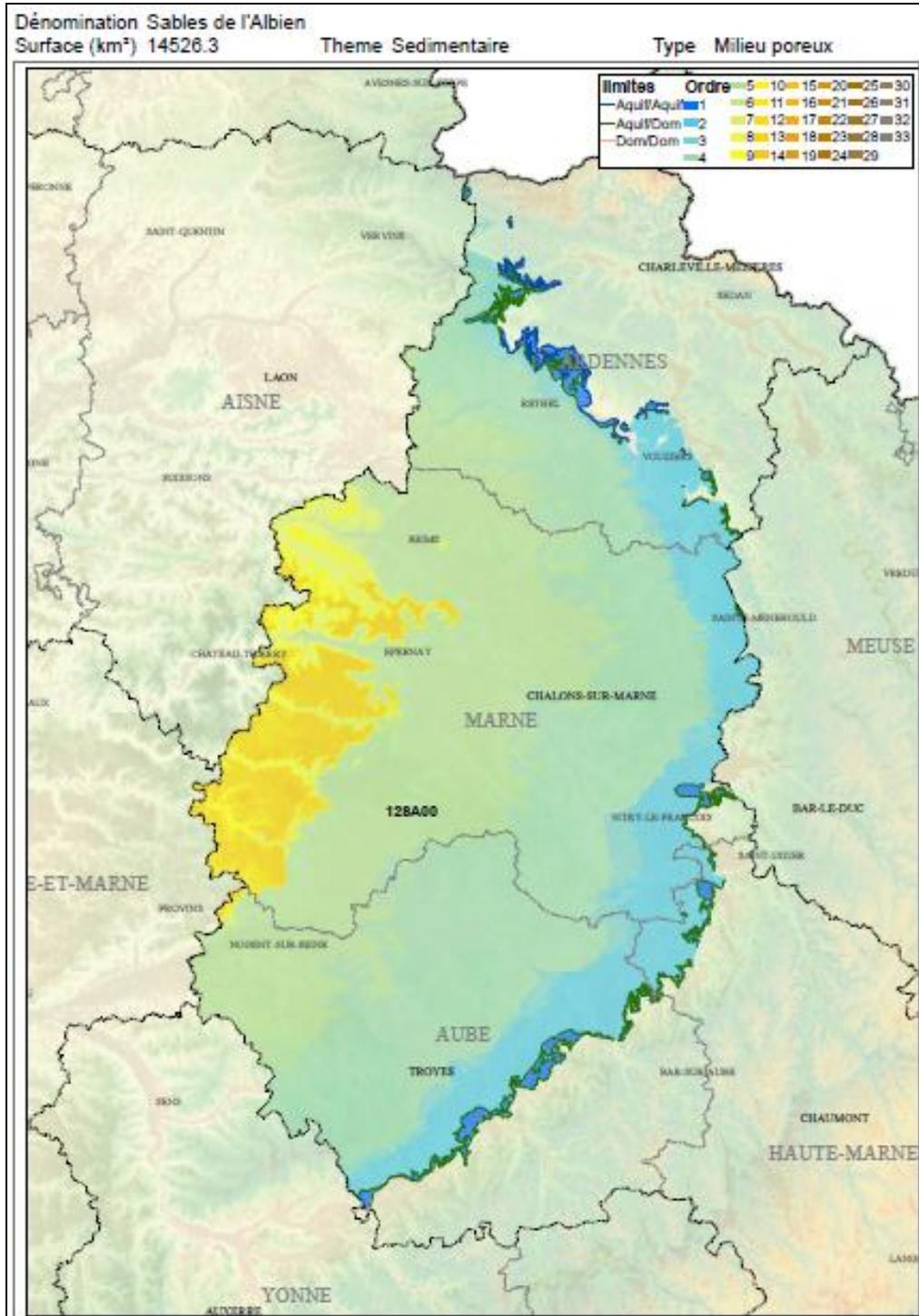


Illustration 29 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche)
 Compte tenu de la nouvelle codification BDLISA de 2013 les codes entités de la figure sont obsolètes

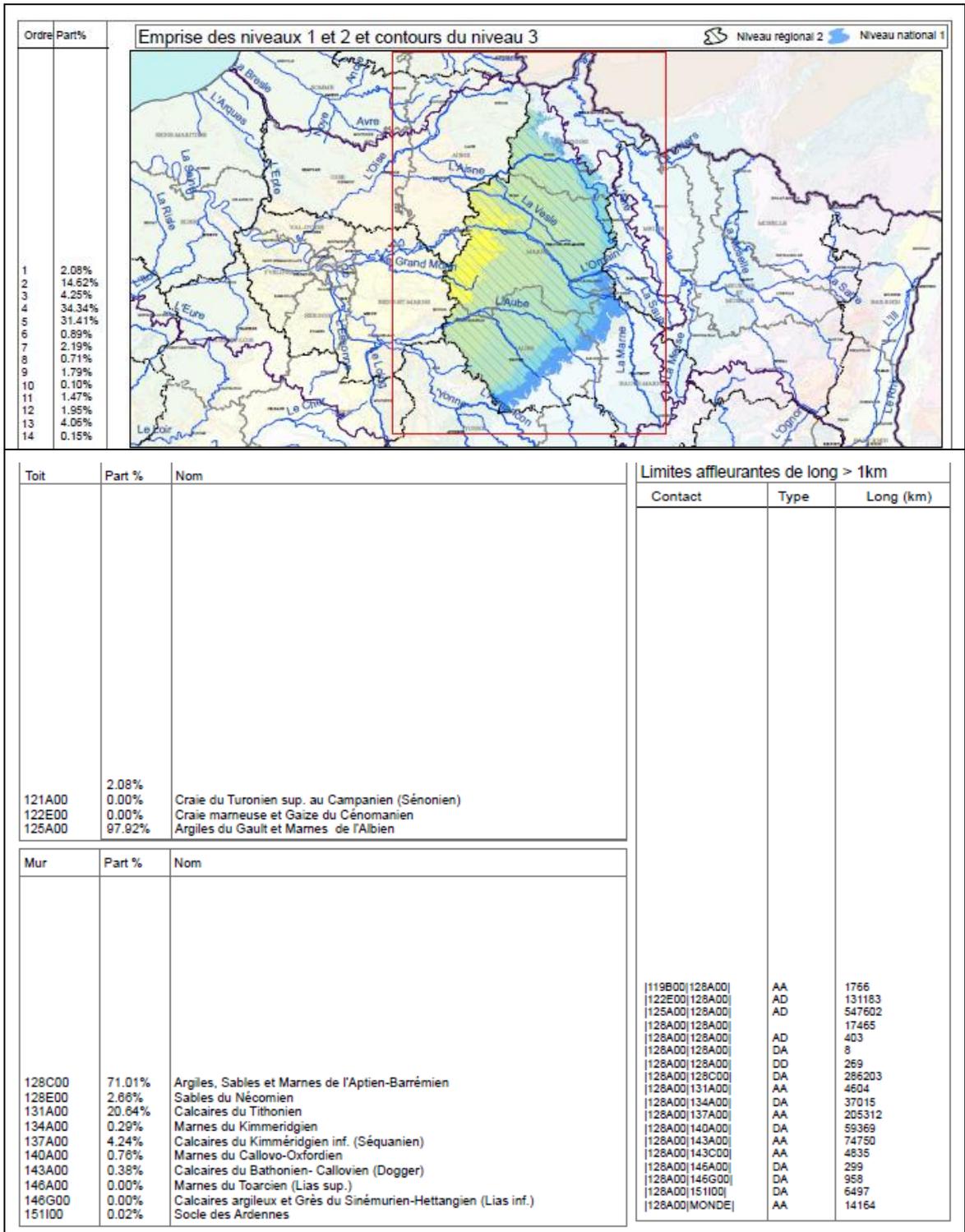


Illustration 30 - Exemple de fiche descriptive (partie droite) d'une entité
 Compte tenu de la nouvelle codification BDLISA de 2013 les codes entités de la figure sont obsolètes

8. Conclusions

En Champagne-Ardenne, dans le bassin Seine-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 :

- **41 entités de niveau régional (NV2)**, dont 27 systèmes aquifères (SA) et 14 domaines hydrogéologiques (DH).
- **16 entités de niveau national (NV1)** du Bassin parisien, auxquelles ces entités de niveau 2 ont été rattachées, dont 2 grands systèmes aquifères (GSA), 8 grands systèmes multicouches (GSM) et 6 grands domaines hydrogéologiques (GDH) ;

A ces entités dites "principales" s'ajoutent des entités dites "complémentaires" constituant une surcouche du référentiel. Elles regroupent des formations 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. Sont rangées dans ce groupe les formations suivantes :

- les systèmes alluvionnaires (transverses par rapport aux entités principales),
- les limons,
- les formations résiduelles (buttes témoins)

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.

L'harmonisation inter-régionale (régions du bassin Seine-Normandie) réalisé en 2013 à la suite de ce rapport a porté en particulier sur :

- La définition des entités hydrogéologiques de niveau 3
- La nouvelle définition et/ou mise à jour des limites des entités de niveau 2
- Les raccordements des entités d'une région à l'autre,
- Les raccordements des entités d'un bassin à l'autre,
- La définition du nom des entités et l'attribution d'un nouveau code harmonisé (codification nationale).

Les données du référentiel BDLISA V0 pourront être téléchargées et exportées depuis : le site du Sandre (Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) : <http://www.sandre.eaufrance.fr/>.

9. Références bibliographiques

BEL A., BAULT V., BOUDET M., CHABART M., DAVID P-Y., FOURNIGUET G., LUCASSOU F. (2012) – Référentiel Hydrogéologique Français BD-LISA – Bassin Seine-Normandie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 2 et 3 en Seine-Normandie. Rapport final BRGM/RP-61826-FR. 65 p., 33 ill., 10 ann., 1 DVD.

FOURNIGUET.G., BOUCHER.J., NGUYEN.THE.D., WARIN.J., XU.D. (2010) - Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassins Rhin-Meuse et Seine-Normandie. Année 3. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1, 2 et 3 en Lorraine et dans les secteurs du bassin Rhin-Meuse en Champagne-Ardenne. Rapport BRGM/RP-57519-FR. 210 p., 9 ann.

MEGNIEN C. (1980) - Synthèse géologique du Bassin de Paris. Mémoires du B.R.G.M. n° 101, 102, 103.

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

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

ROUX J.C. et al. (2006) - Aquifères et eaux souterraines en France. Tome 1, Collection scientifique et technique, BRGM éditions. P.263 à 272.

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

SEGUIN J.J., MARDHEL V., avec la collaboration de SCHOMBURGK S. (2013) - Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA, version 0 Présentation du référentiel, principes de construction et mise en œuvre. Rapport final. BRGM/RP-62261-FR. 154 p., 57 ill., 2 ann., 1 DVD.

SEGUIN.J.J., MARDHEL.V., SCHOMBURGK.S. (2012) - Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (version beta). Présentation du référentiel. Principe de construction et mise en oeuvre. Rapport final BRGM/RP-61034-FR. 154 p., 2 ann.

VERNOUX J.F. et al. (1997) - Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris. Rapport BRGM R39702-FR.

WARIN J., CHABART M., GERON A., MARDHEL V., XU D. (2010) – Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Seine-Normandie. Année 3. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Champagne-Ardenne. Rapport d'étape BRGM/RP-57517-FR.

WARIN J., ZORNETTE N. (2008) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département de la Marne. Rapport BRGM/RP-56828-FR.

Annexe 1 - Lexique de 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.

Notation	Code	Libellé	Définition
ALL SED SOC IPM VOL	1/ALL	Alluvial	Ensemble des dépôts de plaine alluviale accompagnés des terrasses connectées hydrauliquement avec les cours d'eau.
	2	Sédimentaire	Ensemble des formations peu ou pas déformées, non métamorphisées des bassins sédimentaires.
	3	Socle	Formations magmatiques et métamorphiques.
	4	Intensément plissés de montagne	Ensemble de formations géologiques récemment plissées appartenant aux massifs montagneux alpins, pyrénéens, languedociens et jurassiens.
	5	Volcanisme	Volcanisme tertiaire et quaternaire ayant conservé une géométrie, une morphologie et/ou une structure volcanique identifiable.

Thème d'appartenance des entités à une formation géologique

*Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Seine-Normandie.
Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Champagne-Ardenne.*

Notation GSA GDH SA DH UA USP UIP	Code	Libellé	Définition
	3	Système aquifère	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, au moins l'un des critères suivants : - lithologie, - structurale - stratigraphie - piézométrie - géochimique - hydraulique La constitution des systèmes est issue de la connaissance à instant donné du milieu souterrain. Le système aquifère est une entité de second niveau.
	4	Domaine hydrogéologique	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, au moins l'un des critères suivants : - lithologie, - structurale - stratigraphie - piézométrie - géochimique - hydraulique Le domaine hydrogéologique est une entité du second niveau.
	5	Unité aquifère	L'unité aquifère est un système physique élémentaire présentant des conditions hydrodynamiques homogènes, suffisamment conductrice pour permettre la circulation de l'eau souterraine. Une unité aquifère est une entité hydrogéologique de niveau local présentant une perméabilité moyenne réputée supérieure à 10 ⁻⁶ m/s présentant des ressources en eau suffisante pour être exploitée. L'unité aquifère est une entité du 3 ^{ème} niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologique et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).
	6	Unité semi-perméable	Une unité semi-perméable est une entité hydrogéologique de niveau local présentant une perméabilité moyenne réputée comprise entre 10 ⁻⁹ m/s et 10 ⁻⁶ m/s et/ou présentant des ressources en eau mais de productivité insuffisante pour être exploitées. L'unité semi-perméable est une entité du 3 ^{ème} niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologique et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).
	7	Unité imperméable	L'unité imperméable est un système physique élémentaire présentant des faibles circulations d'eau. Une unité imperméable est une entité hydrogéologique présentant une perméabilité moyenne réputée inférieure à 10 ⁻⁹ m/s. « Qualifie un milieu théoriquement impénétrable et non traversable par un fluide et en pratique ne laissant passer aucun flux significatif sous un gradient de potentiel hydraulique donné » [Dictionnaire Hydrogéologique Français] L'unité imperméable est une entité du 3 ^{ème} niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologique et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).

Nature des entités

*Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Seine-Normandie.
Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Champagne-Ardenne*

Notation INC PM PF PK DP	Code	Libellé	Définition
	3	Système aquifère	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, au moins l'un des critères suivants : - lithologie, - structurale - stratigraphie - piézométrie - géochimique - hydraulique La constitution des systèmes est issue de la connaissance à instant donné du milieu souterrain. Le système aquifère est une entité de second niveau.
	4	Domaine hydrogéologique	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, au moins l'un critères suivants : - lithologie, - structurale - stratigraphie - piézométrie - géochimique - hydraulique Le domaine hydrogéologique est une entité du second niveau.
	5	Unité aquifère	L'unité aquifère est un système physique élémentaire présentant des conditions hydrodynamiques homogènes, suffisamment conductrice pour permettre la circulation de l'eau souterraine. Une unité aquifère est une entité hydrogéologique de niveau local présentant une perméabilité moyenne réputée supérieure à 10 ⁻⁶ m/s présentant des ressources en eau suffisante pour être exploitée. L'unité aquifère est une entité du 3 ^{ème} niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologique et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).
	6	Unité semi-perméable	Une unité semi-perméable est une entité hydrogéologique de niveau local présentant une perméabilité moyenne réputée comprise entre 10 ⁻⁹ m/s et 10 ⁻⁶ m/s et/ou présentant des ressources en eau mais de productivité insuffisante pour être exploitées. L'unité semi-perméable est une entité du 3 ^{ème} niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologique et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).
	7	Unité imperméable	L'unité imperméable est un système physique élémentaire présentant des faibles circulations d'eau. Une unité imperméable est une entité hydrogéologique présentant une perméabilité moyenne réputée inférieure à 10 ⁻⁹ m/s. « Qualifie un milieu théoriquement impénétrable et non traversable par un fluide et en pratique ne laissant passer aucun flux significatif sous un gradient de potentiel hydraulique donné » [Dictionnaire Hydrogéologique Français] L'unité imperméable est une entité du 3 ^{ème} niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologique et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).

Type de milieu (porosité)

*Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Seine-Normandie.
Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Champagne-Ardenne.*

Nouveau code C L LC ALC	Code	Libellé	Définition
	1	Entité hydrogéologique à nappe captive	Une entité hydrogéologique est captive lorsqu'elle est confinée entre deux terrains peut ou pas perméables.
	2	Entité hydrogéologique à nappe libre	Une entité hydrogéologique est libre lorsqu'elle n'est pas limitée vers le haut par des terrains imperméables.
	3	Entité hydrogéologique à parties libres et captives	Une entité hydrogéologique est libre et captive lorsqu'elle est globalement libre ou captive mais comporte respectivement des parties captives ou libres à un ou plusieurs endroits de sa superficie.

Etat hydrodynamique de la nappe

Annexe 2 - Tableau multi-échelles

Mise à jour BDLISA Version 0 de juin 2013

*Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Seine-Normandie.
Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Champagne-Ardenne*

NV1		NV2	
Dénomination NV1	Code NV1	Code NV2	Dénomination NV2
GSM de l'Oligo-Miocène du BP	107	107AC	Sables et Grès de Fontainebleau de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et Loire-Bretagne)
		107AK	Calcaires de Brie du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et Loire-Bretagne)
GDH de l'Oligocène inf. à l'Eocène sup. (Sannoisien au Ludien) du BP	110	110AA	Marnes vertes et supra-gypseuses du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie majoritairement et bassin Loire-Bretagne)
GSM de l'Eocène du BP	113	113AA	Calcaire Ludien de l'Eocène supérieur du Bassin Parisien
		113AK	Sables, Calcaires et Grès du Bartonien (Eocène) du Bassin Parisien
		113AO	Marnes et caillasses du Lutétien supérieur du Bassin Parisien
		113AQ	Calcaires et sables du Lutétien du Bassin Parisien et du Bassin des Flandres
		113AT	Argiles de Laon de l'Yprésien supérieur dans le bassin Seine-Normandie
		113AV	Sables de Cuise de l'Yprésien supérieur dans le bassin Seine-Normandie et le sud du bassin Artois-Picardie
GDH des Argiles de l'Yprésien inf. (Sparnacien) du BP	117	117AC	Argiles de l'Yprésien inférieur dans le bassin Seine-Normandie et le sud du bassin Artois-Picardie
GSM du Paléocène du BP	119	119AC	Sables et calcaires du Paléocène dans le bassin Seine-Normandie et le sud du bassin Artois-Picardie
GSM du Campanien au Turonien (Séno-Turonien)	121	121AL	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien de la Thiérache et du Laonnois - bassin versant amont de l'Oise
		121AM	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du bassin versant amont de l'Aisne
		121AN	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du bassin versant de la Marne
		121AO	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du bassin versant de l'Aube et de la Seine
		121BA	Dièves bleues et vertes du Turonien moyen et inférieur dans le bassin Artois-Picardie et le nord du bassin Seine-Normandie
GSM du Cénomaniens à l'Albien sup. du BP	123	123BL	Marnes et craie marseuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens du Bassin Parisien de la Thiérache et du Laonnois - bassin versant amont de l'Oise (bassin Seine-Normandie)
		123BM	Marnes et craie marseuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens du Bassin Parisien du bassin versant amont de l'Aisne (bassin Seine-Normandie)
		123BN	Marnes et craie marseuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens du Bassin Parisien du bassin versant de la Marne (bassin Seine-Normandie)
		123BO	Marnes et craie marseuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens du Bassin Parisien du bassin versant de l'Aube et de la Seine (bassin Seine-Normandie)
		123CA	Gaize de l'Argonne, Gaize de Vouziers, Gaize de Marlemont, Marnes de Givron, Sables de la Hardoye du Cénomaniens supérieur de l'Est du Bassin Parisien
GDH des Argiles, Marnes et Gaizes du Cénomaniens inf. et de l'Albien sup. du BP	125	125AA	Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomaniens inférieur à moyen et de l'Albien supérieur du Bassin parisien
GSM du Crétacé inf. du BP	127	127AA	Sables verts de l'Aptien-Albien du Bassin parisien
		127AC	Argiles de l'Albien inférieur au Barrémien (Aptien-Barrémien) du Bassin parisien
		127AG	Sables, grès et calcaires du Crétacé inférieur (Néocomien) dans les bassins Seine-Normandie (majoritairement), nord-Loire Bretagne et sud Artois-Picardie
GSA du Tithonien du BP	131	131AA	Calcaires du Tithonien du Bassin parisien
GDH des Marnes du Kimmeridgien du BP	133	133AA	Marnes du Kimmeridgien du Bassin parisien dans les bassins Seine-Normandie et Artois-Picardie
GSA du Kimmeridgien à l'Oxfordien sup. du BP	135	135AA	Calcaires de l'Oxfordien supérieur au Kimmeridgien du Bassin Parisien
GDH des Marnes du Callovien du BP	137	137AB	Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin parisien dans les bassins AP,SN,RM
GSM du Jurassique moyen (Dogger) du BP	139	139AM	Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) du Bassin parisien à l'est du sillon marseux du Bathonien-Callovien
		139AN	Marnes du Bajocien-Bathonien du Bassin parisien
		139AP	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien du Bassin Parisien

*Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Seine-Normandie.
Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Champagne-Ardenne.*

NV1		NV2	
Dénomination NV1	Code NV1	Code NV2	Dénomination NV2
GDH du Jurassique inf. (Lias) du BP	141	141AB	Marnes du Toarcien (Lias supérieur) du Bassin parisien dans les bassins Seine-Normandie, Artois-Picardie et Rhin-Meuse
		141AC	Grès, marnes et calcaires du Pliensbachien (Lias moyen) du Bassin parisien dans les bassins Seine-Normandie et Rhin-Meuse
		141AE	Marnes et Calcaires argileux du Lias inférieur du bassin parisien
		141AG	Calcaires, Grès, Calcaires argileux et Argiles de l'Hettangien-Sinemurien (Lias inf.) du Bassin parisien dans les bassins Seine-Normandie et Artois-Picardie
GSM du Trias	143	143AB	Grès rhétiens (Trias supérieur) du Bassin Parisien
		143AD	Dolomies et Marnes du Keuper (Trias sup.) du Bassin parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)
		143AE	Calcaires du Muschelkalk supérieur (Trias moyen) et Dolomies et Argiles de la Lettenkohle (Keuper inf., Trias moyen) du Bassin Parisien
		143AI	Marnes et Argiles du Muschelkalk moyen et inférieur (Trias moyen) du Bassin Parisien
		143AK	Grès du Trias inf. du Bassin Parisien

Annexe 3 - Echelle stratigraphique du bassin de Paris

D'Après M. Donsimoni – 1999-2001 – BRGM

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Seine-Normandie.
 Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Champagne-Ardenne

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 Limons des plateaux Limons de fond de vallées sèches Colluvions de versants Ebouils 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> <i>Aquitanien</i>	5.2 1.8	21.5 23.3			Sables de Lozère, Sables de Sologne Calcaire de Beauce	
PALEOGENE ou NUMMULITIQUE	Oligocène	<i>Stampien</i> ou <i>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 Caillasse d'Orgemont Argile verte de Romairville Glaïses à Cyrènes	
	Eocène	<i>Priabonien</i>			<i>Ludien</i>	<i>Supérieur</i>	Marnes blanches de Pantin, Gypse Marabet Marnes bleues d'Argenteuil	
						<i>Moyen</i>	Gypse 1 ^{re} masse Marnes d'entre deux masses Gypse 2 ^{de} masse Marnes à Lucines Gypse 3 ^{de} masse	
			3.2	38.6		<i>Inférieur</i>	Marnes à <i>Phalacoma ludensis</i>	
		<i>Bartonien</i> (s. s.)			<i>Marinésien</i>	<i>Marinésien sup.</i>	Gypse 4 ^{de} masse = Calc. de Noisy-le-Sec ou Marnes à Paludines Sables de Monceau, Sables de Cresnes, Sables de Marines Calcaire de Saint-Duen s.s.	
						<i>Marinésien inf. et moy.</i>	Sables de Mortefontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ezanville	
			3.5	42.1	<i>Auvervien</i>	<i>Auvervien sup.</i> <i>Auvervien inf.</i>	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers Calcaire de Montagny	
	<i>Lutétien</i>				<i>Supérieur</i>	Marnes et caillasses, Calcaire à Cérithes		
					<i>Moyen</i>	Calcaire grossier supérieur Calcaire grossier moyen		
7.9		50		<i>Inférieur</i>	Calcaire grossier inférieur Glauconie grossière			
CRETACE	Paléocène	<i>Thanétien</i>	4	60.5			Sables et Conglomérats de Bracheux	
		<i>Dano - Montien</i>	4.5	65			Marnes de Meudon Calcaire pisolithique	
	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>Supérieur</i>		Craie marneuse grise
		<i>Turonien</i>				<i>Moyen</i>		Craie marneuse blanche
				1.9	90.4	<i>Inférieur</i>		Craie marneuse grisâtre
				6.6	97	<i>Supérieur</i> <i>Inférieur</i>		Craie glauconieuse 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 Sables Verts (s.s.)
	<i>Aptien</i>			12.5	124.5			Argile Sable
						<i>Supérieur</i>		Argile Sable
	<i>Barémien</i>					<i>Inférieur</i>		Argile Sables de Perthes
				7.3	131.8			Argile Sables de Châteaurenard Argile Sables de Château-Landon
	<i>Valanginien</i>		3.2	135			Argile Grès du Puiset	
		5.7	140.7			Argile Sables de Griselles Argile		

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Seine-Normandie.
 Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Champagne-Ardenne.

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> <i>Algovien</i>
	Dogger	<i>Callovien</i>	4.2	161.3	
		<i>Bathonien</i>	4.8	166.1	
		<i>Bejocien</i>	7.4	173.5	
		<i>Aalénien</i>	4.5	178	
	Lias	<i>Toarcien</i>	9	187	
		<i>Pliensbachien</i>			<i>Domézien</i> <i>Carnien</i>
			7.5	194.5	
		<i>Sinemurien</i>			<i>Lotharingien</i> <i>Sinemurien</i>
			9	203.5	
		<i>Hettangien</i>	4.5	208	
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>Werraénien</i>	3.9	245	<i>Buntsandstein</i>

Annexe 4 – Exemple de problèmes de correspondance entre cartes vectorisées

Exemple 1 : Cas des Argiles de la Woèvre

On prend ici l'exemple de cette entité de niveau 3 délimitée en Lorraine et incluse dans l'entité régionale des "Marnes du Callovo-Oxfordien" (codée 137AB).

Comme le montre les illustrations A1 et A2, les cartes vectorisées ne concordent pas. Sur les cartes 87, 88, 110 et 111, l'affleurement des "Argiles de la Woèvre" apparaît en discontinuité d'une carte à une autre.

Procédure cartographique suivie :

- Prise en compte de l'épaisseur moyenne de l'entité des Argiles de la Woèvre, afin d'estimer jusqu'où l'extrapolation de l'entité peut se faire, en particulier savoir si la Meuse coule au-dessus de la formation ou si celle-ci a été érodée par la rivière... Sur les cartes de Stenay (110) et Montmédy-Francheval (88), l'épaisseur n'excède pas 200 m.
- On peut remarquer aussi la présence d'un forage (en dehors de notre zone d'étude) dans la vallée, qui nous renseigne sur la présence de deux passes (01112X0004) avec une profondeur maximum allant jusque 20 m.
- Prise en compte de la géologie structurale : à savoir aucune faille ni déformation importante n'existe sur le territoire des cartes 88 et 111, donc aucune relation ou concordance entre la morphologie et la tectonique (notice de Stenay). Pour le pendage, il est précisé qu'il est général vers le centre du bassin parisien.
- Prise en compte de la profondeur moyenne de l'entité, ainsi que des profondeurs auxquelles on la retrouve dans les deux passes.
- Prise en compte de l'affleurement de la couche géologique plus ancienne (ici "j2b", en gris sur la carte).
- Prise en compte du pendage des couches et de la topographie.
- Harmonisation avec le travail de la Lorraine

A l'aide de tous ces indices l'extrapolation de l'emprise surfacique de l'entité 137AB a pu être réalisée (Illustration A3).

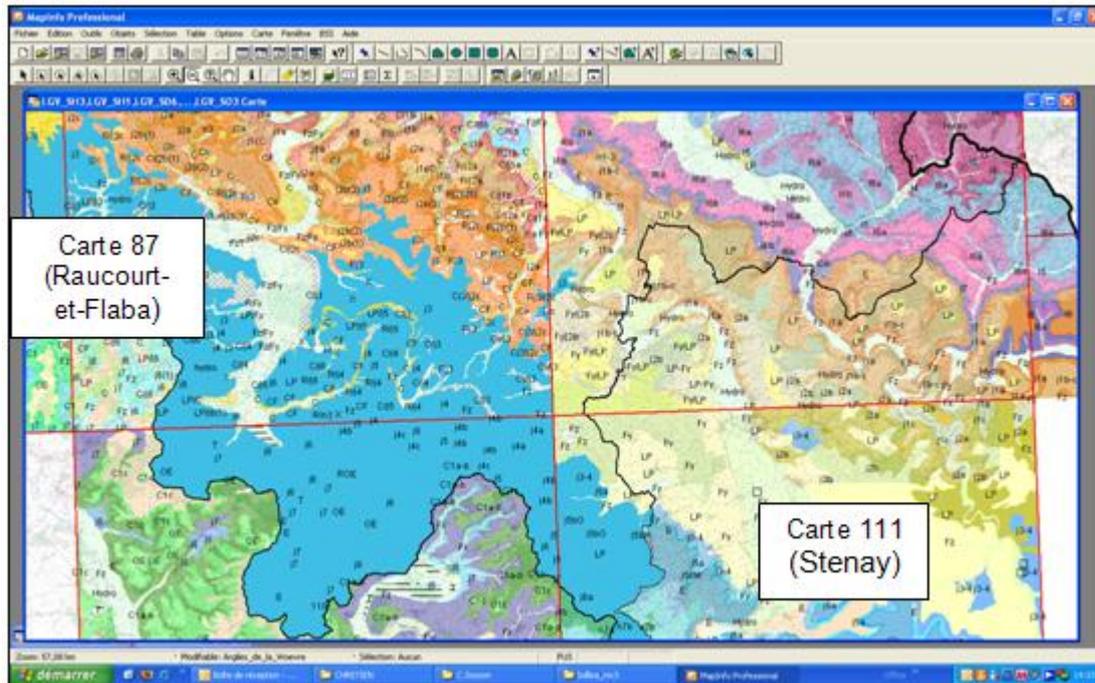


Illustration A1 - Affleurement de l'entité 137AB (en bleu) sur les cartes 87, 88, 110 et 11

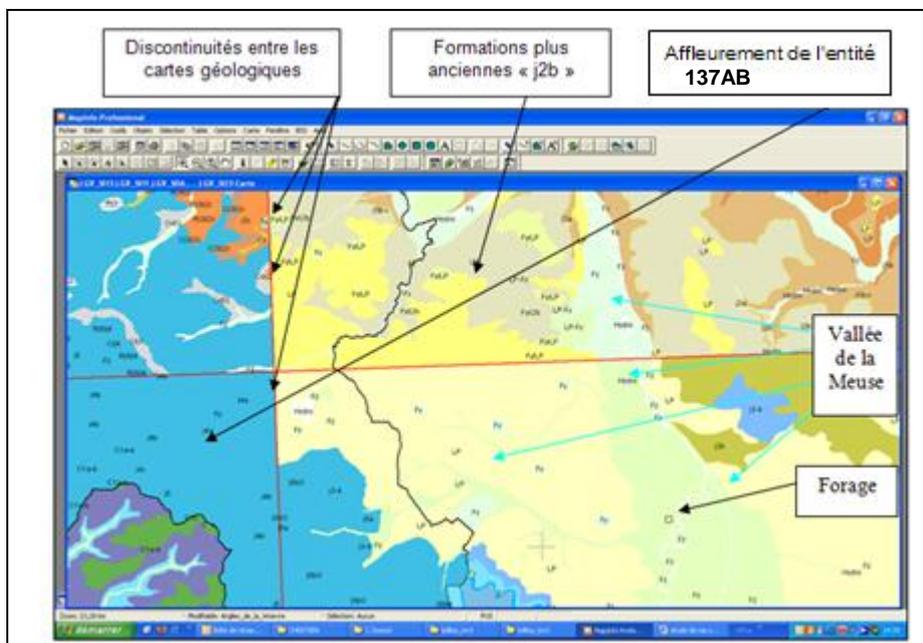


Illustration A2 - Zoom sur la discontinuité entre les cartes géologiques

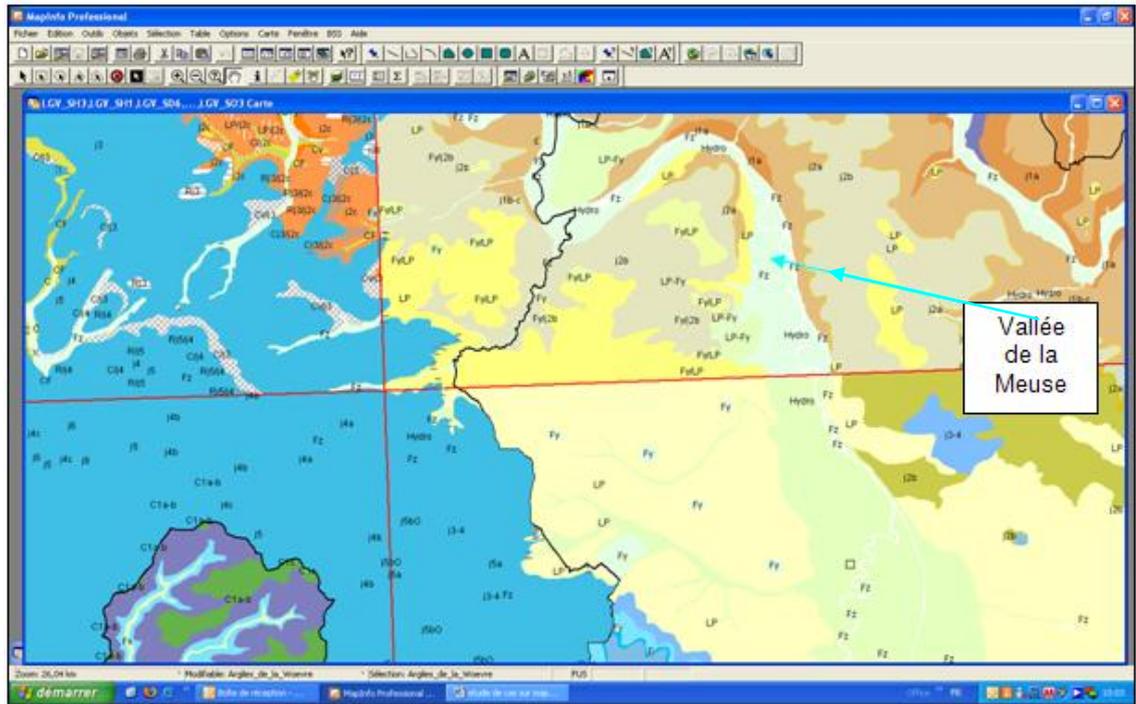


Illustration A3 - Emprise surfacique extrapolée de l'entité des "Argiles de la Woèvre"

Exemple 2 : Cas des "Caillasses à Anabacia"

Suivant les cartes illustration A4, A5, A6, A7), les intitulés des formations géologiques ne concordent pas entre eux. Le "j2a" des "Caillasses à Anabacia" (entité de niveau 3 en Lorraine, rattachée à l'entité régionale "Calcaires du Bathonien-Callovien", codée 139AM) de la carte 88 (Montmédy-Francheval) ne correspond pas à celui des cartes 87 (Raucourt-et-Flaba) et 69 (Charleville-Mézières) :

- Carte 69 : j2a = Bathonien inférieur : Calcaire oolithique ;
- Carte 87 : j2a = Bathonien inférieur : Calcaire détritique, oolithe miliare ;
- Carte 88 : j2a = Bathonien : Caillasses à Anabacia.

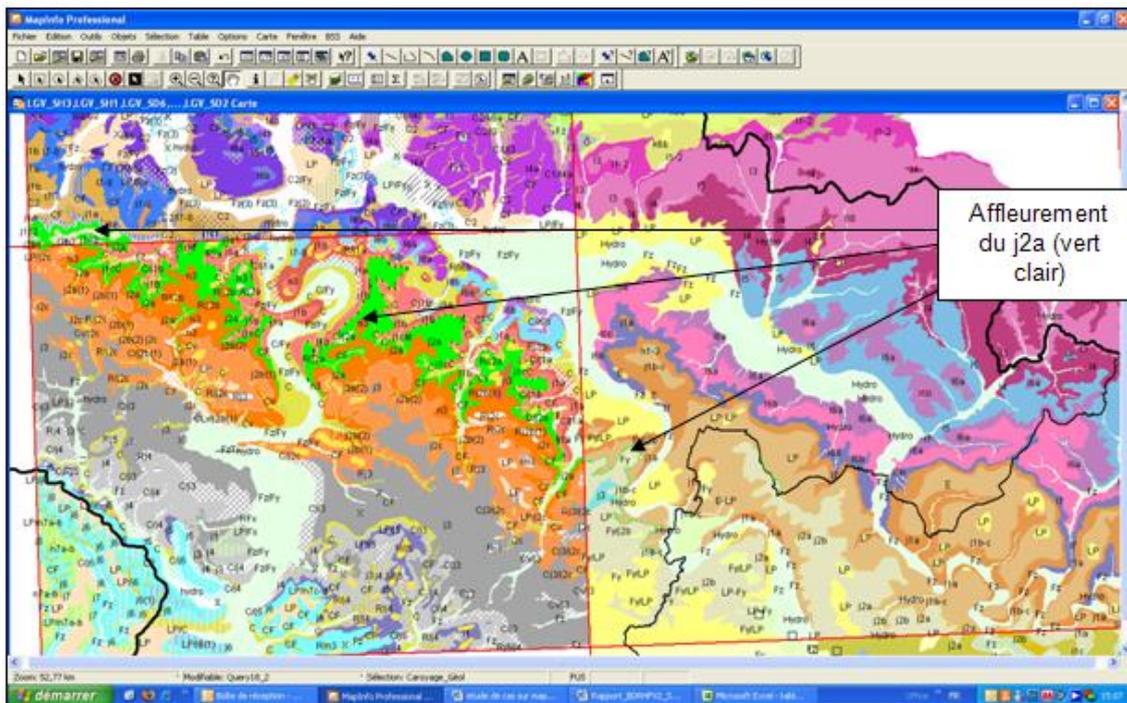


Illustration A4 - Affleurement du "j2a" sur les cartes 69, 87 et 88

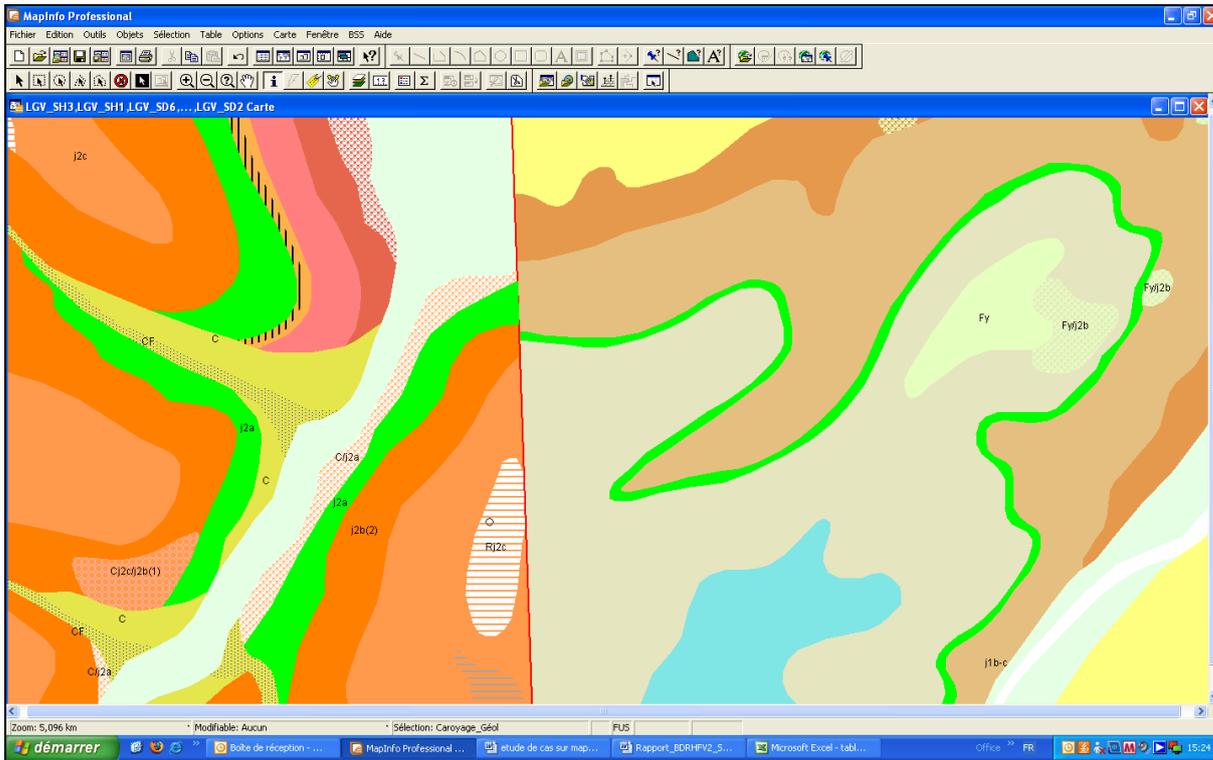


Illustration A6 - Affleurement du "j2a" sur les cartes vectorisées 87 et 88 (avant harmonisation)

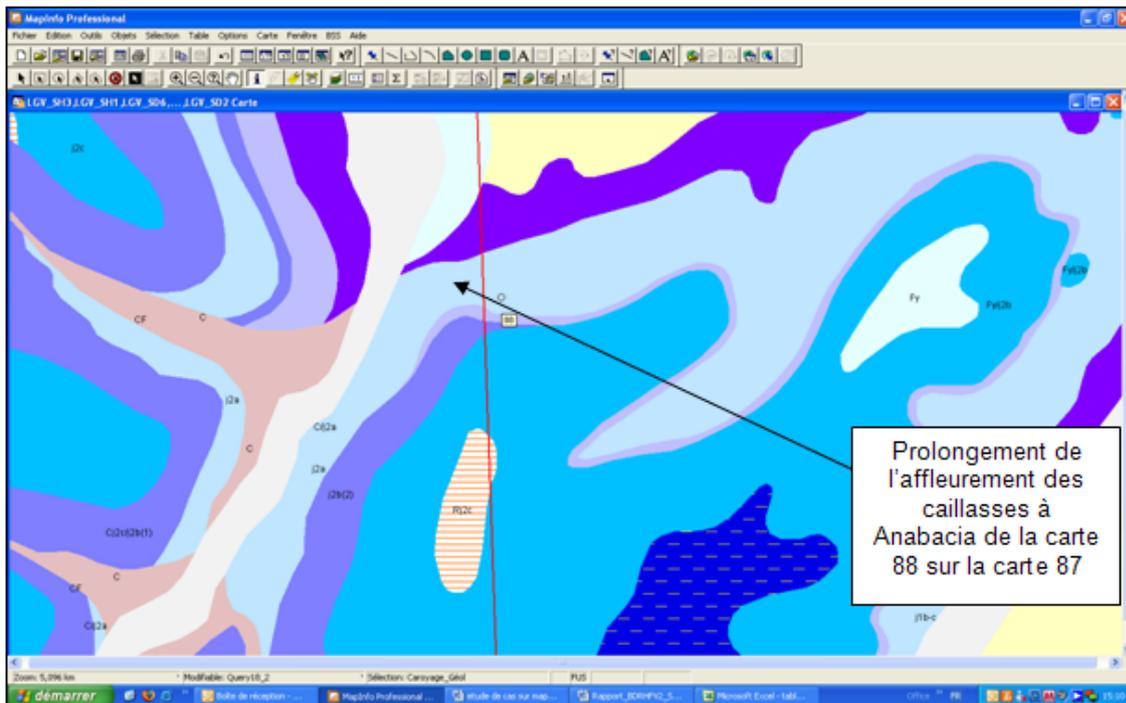


Illustration A7 - Affleurement du "j2a" sur la carte harmonisée des Ardennes

Annexe 5 - Lexique de caractérisation des entités et des limites

. 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.

Notation Theme	Code	Libellé	Définition
ALL	1/ALL	Alluvial	Ensemble des dépôts de plaine alluviale accompagnés des terrasses connectées hydrauliquement avec les cours d'eau.
SED	2	Sédimentaire	Ensemble des formations peu ou pas déformées, non métamorphisées des bassins sédimentaires.
SOC	3	Socle	Formations magmatiques et métamorphiques.
IPM	4	Intensément plissés de montagne	Ensemble de formations géologiques récemment plissées appartenant aux massifs montagneux alpins, pyrénéens, languedociens et jurassiens.
VOL	5	Volcanisme	Volcanisme tertiaire et quaternaire ayant conservé une géométrie, une morphologie et/ou une structure volcanique identifiable.

Notation Nature	Code	Libellé	Définition
SA	3	Système aquifère	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, au moins l'un des critères suivants : - lithologie, - structurale - stratigraphie - piézométrie - géochimique – hydraulique. La constitution des systèmes est issue de la connaissance à un instant donné du milieu souterrain. Le système aquifère est une entité de second niveau.
DH	4	Domaine hydrogéologique	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, au moins l'un des critères suivants : -lithologie, - structurale - stratigraphie - piézométrie - géochimique – hydraulique. Le domaine hydrogéologique est une entité du second niveau.
SA DH UA	5	Unité aquifère	L'unité aquifère est un système physique élémentaire présentant des conditions hydrodynamiques homogènes, suffisamment conductrices pour permettre la circulation de l'eau souterraine. Une unité aquifère est une entité hydrogéologique de niveau d'utilisation local présentant une perméabilité moyenne réputée supérieure à 10 ⁻⁶ m/s présentant des ressources en eau suffisante pour être exploitée. L'unité aquifère est une entité du 3ème niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologiques et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).
USP	6	Unité semi-perméable	Une unité semi-perméable est une entité hydrogéologique de niveau d'utilisation local présentant une perméabilité moyenne réputée comprise entre 10 ⁻⁹ m/s et 10 ⁻⁶ m/s et/ou présentant des ressources en eau mais de productivité insuffisante pour être exploitées. L'unité semi-perméable est une entité du 3ième niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologique et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).

UIP	7	Unité imperméable	L'unité imperméable est un système physique élémentaire présentant des faibles circulations d'eau. Une unité imperméable est une entité hydrogéologique présentant une perméabilité moyenne réputée inférieure à 10 ⁻⁹ m/s. « Qualifie un milieu théoriquement impénétrable et non traversable par un fluide et en pratique ne laissant passer aucun flux significatif sous un gradient de potentiel hydraulique donné" » [Dictionnaire Hydrogéologique Français] L'unité imperméable est une entité du 3ème niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologiques et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).
------------	---	-------------------	---

Notation Milieu	Code	Libellé	Définition
PM	1	Milieu poreux	Milieu doté d'une porosité significative
PF	2	Milieu fissuré	Milieu discontinu affecté de surfaces de séparation, ne traversant pas le massif rendu perméable.
PK	3	Milieu karstique	Milieu caractérisé par la présence dominante de roches carbonatées, par la rareté des écoulements superficiels, la présence de formes karstiques et par des sources à débit important.
DP	4	Double porosité : matricielle et de fissures	Milieu caractérisé à la fois par une matrice poreuse et par un réseau de fissures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.
DP	5	Double porosité : Karstique /fissures	Milieu caractérisé à la fois par un réseau karstique et par un réseau de fissures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.
DP	6	Double porosité : de fractures et/ou de fissures	Milieu caractérisé à la fois par un réseau de fractures et/ou par un réseau de fissures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.
DP	7	Double porosité : matricielle et de fractures	Milieu caractérisé à la fois par une matrice poreuse et par un réseau de fractures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.

DP	8	Double porosité : matricielle et karstique	Milieu caractérisé à la fois par une matrice poreuse et par un réseau de karstique ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.
----	---	--	--

Notation Etat	Code	Libellé	Définition
C	1	Entité hydrogéologique à nappe captive	Une entité hydrogéologique est captive lorsqu'elle est confinée entre deux terrains peut ou pas perméables.
L	2	Entité hydrogéologique à nappe libre	Une entité hydrogéologique est libre lorsqu'elle n'est pas limitée vers le haut par des terrains imperméables.
LC ALC	3	Entité hydrogéologique à parties libres et captives	Une entité hydrogéologique est libre et captive lorsqu'elle est globalement libre ou captive mais comporte respectivement des parties captives ou libres à un ou plusieurs endroits de sa superficie.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009

45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Direction Régionale Champagne-Ardenne

12, rue Clément Ader
BP137

51685 – Reims Cedex 2 - France
Tél. : 03 26 84 47 70