

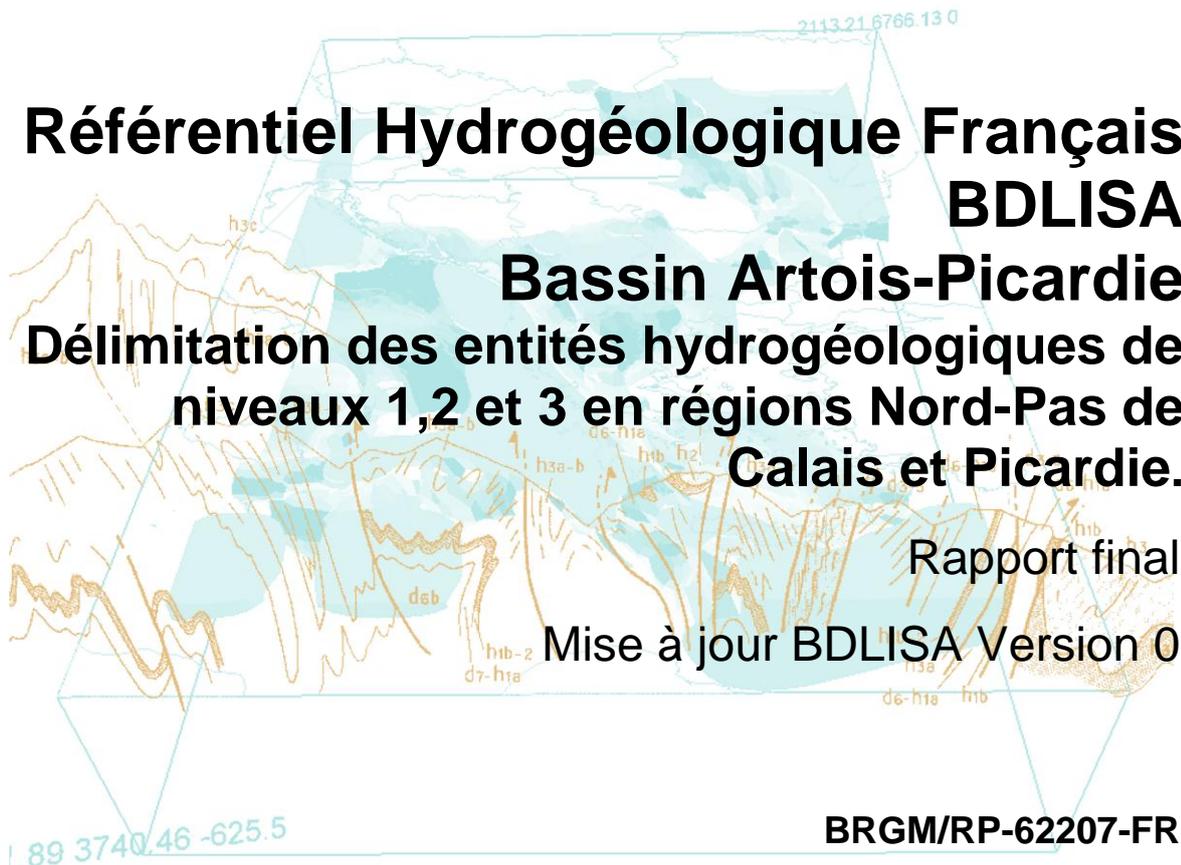
Document public



# Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA

## Bassin Artois-Picardie

### Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1,2 et 3 en régions Nord-Pas de Calais et Picardie.



Rapport final

Mise à jour BDLISA Version 0

BRGM/RP-62207-FR

Juillet 2013





# Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA Bassin Artois-Picardie Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1,2 et 3 en régions Nord-Pas de Calais et Picardie.

Rapport final  
Mise à jour BDLISA Version 0

**BRGM/RP-62207-FR**  
Juillet 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 08EAU13 et 08EAU51

**Dufrenoy R., Petit V.,  
Mardhel V, S.Schomburgk et Xu D.**



Vérificateur J.-J. Seguin Nom : Seguin Date : 2010	Approbateur : J.-R. Mossmann Nom Date :
Signature 	Signature

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

**Mots clés :** Référentiel hydrogéologique, système aquifère, domaine hydrogéologique, Nord Pas de Calais, Picardie, Artois-Picardie.

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

**Dufrenoy R., Petit V., Mardhel V., Schomburgk S. et Xu D.-** (2013) - Référentiel Hydrogéologique Français - BDLISA. Bassin Artois-Picardie. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1, 2 et 3 en régions Nord-Pas de Calais et Picardie. Rapport final. Mise à jour BDLISA Version 0. BRGM/RP-62207-FR.

## Synthèse

Le présent rapport est la mise à jour d'un travail réalisé en 2010 par N. Dufrenoy (RP-57520-FR) dans le bassin Artois Picardie dans le cadre de la réalisation de BDRHF-V2. Cette mise à jour permet d'intégrer les entités hydrogéologiques décrites en 2009 à la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères) dans le Bassin Artois Picardie. Suite à l'harmonisation nationale des entités BDLISA à l'échelle nationale le nombre d'entités BDLISA dans le bassin 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 dans le bassin Artois-Picardie (BRGM/RP-57520-FR).

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

- 50 entités hydrogéologiques de niveau local (NV3), dont 7 entités de socle,
- 37 entités de niveau régional (NV2), systèmes aquifères ou domaines, dont 4 entités de socle,
- 16 entités de niveau national (NV1), grands systèmes multicouches, grands systèmes aquifères ou grands domaines, dont 1 entité de socle.

**6 groupes d'entités "complémentaires" constituant une "surcouche" du référentiel** et dont les contours restent identiques aux trois niveaux de découpage : les alluvions, les colluvions, les altérites, les formations "résiduelles", les placages de sables du Thanétien et les formations superficielles autres que les précédentes.

Les données de ce référentiel 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://geotraitements.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

<b>1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Présentation du référentiel BDLISA.....</b>	<b>15</b>
2.1	PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS.....	15
2.1.1	Principes de construction.....	15
2.1.2	Assemblage des entités.....	15
2.1.3	Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction.....	15
2.1.4	BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE.....	16
2.2	PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA.....	16
2.3	LES OBJETS DU RÉFÉRENTIEL.....	17
2.3.1	Les entités hydrogéologiques.....	17
2.3.2	Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques.....	18
2.3.3	Les "thèmes" des entités hydrogéologiques.....	18
2.3.4	L'attribut "Nature" des entités hydrogéologiques.....	18
2.3.5	L'attribut "Type de milieu" des entités hydrogéologiques.....	20
2.3.6	L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques.....	22
2.3.7	L'attribut "Origine de la construction" des entités hydrogéologiques.....	22
2.4	LE TABLEAU MULTI-ECHELLES.....	23
2.5	LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS.....	23
2.5.1	Principes sous-jacents.....	23
2.5.2	Organisation des entités en 2 ensembles.....	24
2.5.3	Ordre absolu et ordre relatif.....	25
<b>3</b>	<b>Méthodologie de délimitation des entités et assemblage par le modèle de gestion.....</b>	<b>27</b>
3.1	PRINCIPES DIRECTEURS.....	27
3.1.1	Homogénéité du découpage.....	27
3.1.2	Emboîtement des niveaux.....	27
3.2	PRINCIPALES ÉTAPES DE LA DÉLIMITATION.....	28
3.2.1	Identification et cadrage hydrogéologique général.....	28
3.2.2	De l'analyse des cartes géologiques au tableau multi-échelles.....	28
3.2.3	Individualisation de l'alluvial.....	29
3.2.4	Découpage des entités.....	29

3.2.5	Passage au modèle de gestion du référentiel.....	29
3.2.6	Organigramme .....	30
<b>4</b>	<b>Mise en œuvre du découpage des entités.....</b>	<b>31</b>
4.1	DONNÉES DE RÉFÉRENCE .....	31
4.1.1	Cartes géologiques .....	32
4.1.2	Modèle numérique de terrain.....	33
4.1.3	Logs géologiques .....	33
4.2	ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ÉCHELLES DU SÉDIMENTAIRE .....	36
4.3	DÉLIMITATION DES ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE .....	39
4.3.1	Méthodologie .....	39
4.3.2	Exemples de délimitation d'une entité hydrogéologique .....	40
4.4	DÉLIMITATION DES ENTITÉS DU THÈME "SOCLE" .....	46
4.5	ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE DU QUATERNAIRE AU CRÉTACÉ ..	50
4.5.1	Le Quaternaire : Grand domaine hydrogéologique des formations sableuses du littoral en Artois Picardie [101] .....	50
4.5.2	Grand Système Multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien (113).....	50
4.5.3	Grand domaine hydrogéologique des Argiles de l'Yprésien inférieur (Sparnacien) du Bassin Parisien (117) .....	51
4.5.4	Grand système multicouche du Paléocène du Bassin Parisien [119] ...	51
4.5.5	Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno- Turonien) (121) .....	52
4.5.6	Craies blanches et Craies grises (le Tun et la Meule) dans le bassin Artois-Picardie [121AG01 anciennement 007C01] .....	53
4.5.7	Grand système multicouche du Cénomaniens à l'Albien supérieur du Bassin Parisien [123].....	54
4.5.8	Argiles du Gault, Marnes et Gaizes du Cénomaniens inférieur et de l'Albien supérieur du Bassin parisien .....	55
4.5.9	Grand système multicouche du Crétacé inférieur du Bassin Parisien [127].....	55
4.6	ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE DU JURASSIQUE AU TRIAS .....	56
4.6.1	Grand système aquifère du Tithonien du Bassin Parisien [131].....	57
4.6.2	Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien [133].....	58
4.6.3	Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien supérieur du Bassin Parisien [135].....	59
4.6.4	Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovien du Bassin Parisien (137).....	59
4.6.5	Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien (139).....	60

4.6.6 Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inférieur (Lias) du Bassin Parisien .....	61
4.6.7 Grand système multicouche du Trias inférieur du Bassin Parisien (143).....	61
4.7 ENTITÉS DU THÈME SOCLE.....	61
4.7.1 Les domaines du Socle (149).....	65
4.8 ENTITÉS COMPLÉMENTAIRES (SURCOUCHE DU RÉFÉRENTIEL) .....	66
4.8.1 Systèmes alluvionnaires .....	66
4.8.2 Colluvions .....	67
4.8.3 Les Altérites .....	67
4.8.4 Formations superficielles peu aquifères .....	69
4.8.5 Formations "résiduelles" .....	69
4.8.6 Les placages.....	70
<b>5 Limites des entités .....</b>	<b>72</b>
5.1 LIMITES HYDRAULIQUES .....	72
5.2 NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITÉS .....	72
<b>6 Outil de construction du référentiel .....</b>	<b>75</b>
6.1 GÉODATABASE .....	75
6.2 FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS .....	80
<b>7 Conclusion .....</b>	<b>83</b>
<b>8 Bibliographie.....</b>	<b>85</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 - Localisation de la zone d'étude .....	13
Illustration 2 – Types d'entités hydrogéologiques et codification .....	19
Illustration 3 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques .....	21
Illustration 4 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires.....	24
Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités .....	26
Illustration 6 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3 .....	27
Illustration 7 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage. ....	30
Illustration 8 - Extrait de la carte géologique harmonisée de la région Nord Pas de Calais. ....	31
illustration 9 – Nom et numéro des cartes géologiques vectorisées au 1/50 000 .....	32
illustration 10 – Deux coupes géologiques du Nord-Pas de Calais. (J. Beckelynck, 1981) .....	33
Illustration 11 – Vue du Modèle Numérique de Terrain (MNT IGN au pas de 50 m) dans le bassin Artois-Picardie.....	34
Illustration 12- Exemple d'utilisation des courbes de niveau du modèle numérique de	

terrain.....	34
Illustration 13 – Répartition des logs géologiques extraits de la BSS .....	35
Illustration 14 – Exemple de log géologique extrait de la BSS.....	35
Illustration 15 - Tableau de synthèse schématique illustrant l'organisation spatiale des entités sédimentaires de niveau 3 (jusqu'au Jurassique moyen) en Nord-Pas-de-Calais .....	37
Illustration 16- Construction d'une entité. Etape 1: partie affleurante. Etape 2 partie sous couverture. ....	39
Illustration 17 – Représentation d'une entité: en général une partie affleurante et une partie sous couverture .....	40
Illustration 18 - Affleurements dans le bassin Artois-Picardie des craies marneuses du Turonien moyen et inférieur.....	41
Illustration 19 – Délimitation approximative incluant les affleurements de la formation.....	42
illustration 20 – Délimitation finale (en rouge) comparée à la délimitation de l'étape 1 (en violet). ....	42
Illustration 21 – Limites de mise en captivité et d'improductivité de la nappe de la Craie .....	43
Illustration 22 – Limites des affleurements du Thanétien (ex-Landénien, J.Y. Caous).....	44
Illustration 23 - Représentation des limites du Cénomaniens aquifère .....	45
illustration 24 – Coupe schématique Nord - Sud (AB) – extrait de la coupe géologique schématique de Verchin à Wardrecques-BRGM .....	45
illustration 25 – Localisation géographique des principaux aquifères du Nord de la France.....	46
Illustration 26- Ecorché du Paléozoïque ( CFP et al., 1965). ....	48
Illustration 27 – Affleurements du socle à l'Est du bassin Artois Picardie .....	49
Illustration 28 – Extrait de la Charte Stratigraphique BRGM (Y. Callec et al., 2006) .....	49
Illustration 29 –Subdivisions stratigraphiques du Crétacé.....	52
<i>Illustration 30 – épaisseur de l'Albien- Aptien (B.Minguely).....</i>	<i>56</i>
Illustration 31 – Série synthétique et simplifiée des formations jurassiques du Boulonnais (J.Thierry et al.,1996).....	57
Illustration 32- ecorché du Paléozoïque ( CFP et al., 1965).....	63
Illustration 33 – Affleurements du socle à l'Est du bassin Artois Picardie .....	64
Illustration 34 – Extrait de la Charte Stratigraphique BRGM (Y. Callec et al., 2006) .....	64
Illustration 35 - Coupe géologique nord-sud du socle (région Est de Béthune).....	65
<i>Illustration 36 – Localisation des alluvions en Artois-Picardie.....</i>	<i>67</i>
Illustration 37 – Localisation des colluvions en Artois-Picardie.....	68
Illustration 38 – Localisation des altérites en Artois-Picardie .....	68
Illustration 39 - Formations superficielles peu aquifères en Artois-Picardie.....	69
Illustration 40 - Exemple d'identification de "formations témoins" .....	70
Illustration 41 – Localisation des placages de sables du Thanétien. ....	71
Illustration 42 – Types de limites possibles entre entités .....	73
Illustration 43 – Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques .....	74
Illustration 44 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.....	75

Illustration 45 - Tables non géométriques de la géodatabase. ....	76
Illustration 46 - Interface utilisateur de la géodatabase. ....	76
Illustration 47 : Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général. ....	77
Illustration 48 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs). ....	78
Illustration 49 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1). ....	78
Illustration 50 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités. ....	79
Illustration 51 - Table des limites: natures des contacts entre entités. ....	79
Illustration 52 : Editeur de cartes du modèle de construction du référentiel. ....	80
Illustration 53 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche). ....	81
Illustration 54 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite). ....	82

**Liste des annexes**

<b>Annexe 1 – Tableau multi-échelles</b> .....	87
<b>Annexe 2 - Brefs rappels de l'histoire géologique de la région Nord-Pas-de-Calais (Nord du Bassin de Paris)</b> .....	95
<b>Annexe 3 - Echelle stratigraphique du bassin de Paris</b> .....	99
<b>Annexe 4 - Lexique de caractérisation des entités et des limites</b> .....	106

...



# 1 Introduction

Le présent rapport est la mise à jour d'un travail réalisé en 2010 par C. S.Dufrenoy (RP-57520-FR) sur l'ensemble du département du Bassin Artois-Picardie dans le cadre de la réalisation de BDRHF-V2. Cette mise à jour permet d'intégrer les entités hydrogéologiques décrites en 2009 à la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères) du Bassin Artois-Picardie. La présentation générale du référentiel, de ses principes de construction et de mise en œuvre est faite dans le rapport BRGM/RP-62261-FR, cité en bibliographie.

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 000ième.

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.

BDLISA se présente sous la forme d'un Système d'Information Géographique (SIG) dont la base de données contient les informations permettant de caractériser les entités hydrogéologiques.

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).

## **Bassin Artois-Picardie**

Le présent rapport rend compte des travaux de délimitation des entités hydrogéologiques dans le bassin Artois-Picardie.

Cette opération a reçu un soutien financier de l'ONEMA et de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie. Pour les niveaux national et régional (NV1 et NV2), elle s'inscrit dans le cadre d'une convention de partenariat entre le BRGM et l'ONEMA d'une part (convention du 24/01/2008), le BRGM et l'Agence de l'Eau Artois-Picardie d'autre part (convention n° 68306 du 02/07/2009).

La réalisation du niveau local (NV3) a fait l'objet d'une convention particulière entre le BRGM et l'Agence de l'Eau Artois-Picardie (convention n° 80341 du 19/03/2010).

Le travail a porté sur:

- le découpage (identification et cartographie) des entités hydrogéologiques du thème "Sédimentaire" de l'Eocène au jurassique moyen (Bajocien).
- le découpage des entités hydrogéologiques correspondant aux formations du Quaternaire et du Paléozoïque dans les départements du Nord (59), du Pas-de-Calais (62), de la Somme(80) et d'une partie de L'Aisne (60).

Le contexte géologique du Bassin Artois-Picardie est présenté en annexe 2. L'illustration 1 présente le secteur d'étude, qui s'étend sur les deux départements de la région Nord-Pas-de-Calais, sur le département de la Somme et sur une partie du département de l'Aisne.

Le secteur est borné au Nord-ouest par la Mer du Nord, à l'ouest par la Manche et par la zone des formations de Socle à l'est (socle des Ardennes). Les formations affleurantes sont essentiellement du Crétacé inférieur et du Tertiaire.

Le critère structural a aussi été utilisé, notamment dans le Boulonnais où les failles majeures ont été utilisées dans la délimitation des entités.

Pour des raisons méthodologiques, la délimitation a été conduite simultanément aux trois niveaux de découpage. Ce rapport fait donc aussi état du découpage au niveau 3 (NV3), difficilement dissociable des 2 autres niveaux. Enfin, ce rapport doit être considéré comme un rapport d'étape, l'harmonisation interrégionale (Bassin Parisien) restant à faire ainsi que la validation du découpage des entités.

Parmi les entités du secteur d'étude, plusieurs s'étendent à la fois sur les régions Nord-Pas-de-Calais et Picardie. Une concertation et une méthode de travail commune aux Services géologiques régionaux de ces deux régions ont donc été mises en place pour la délimitation des entités hydrogéologiques selon les trois niveaux de découpage (local, régional et national).

Ce travail a été réalisé conformément aux recommandations du guide méthodologique national édité en 2003 par le BRGM et aux propositions faites en 2007 dans le cadre de l'actualisation de ce guide demandée par le comité de pilotage du Référentiel.

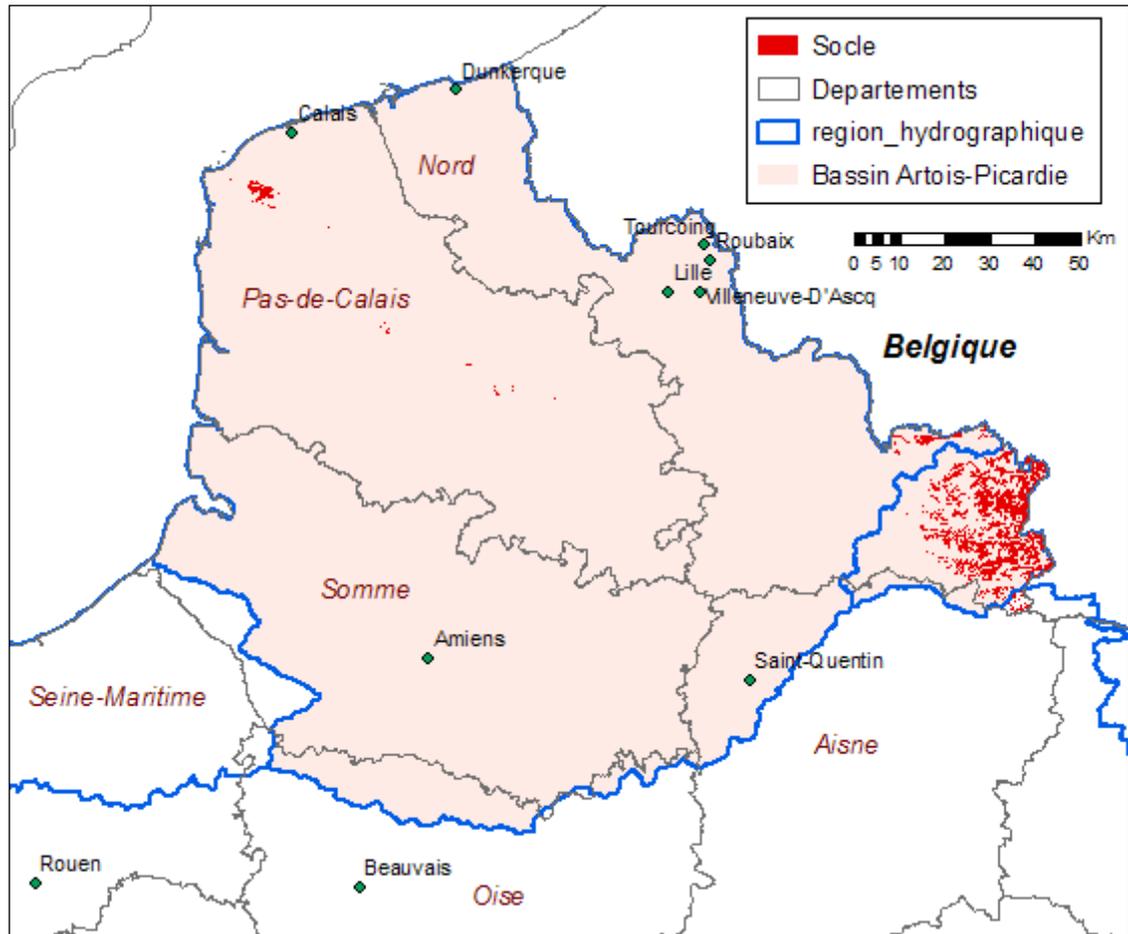


Illustration 1 - Localisation de la zone d'étude



## 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. §**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

- 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. §**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). 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. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) et regroupées dans **5 thèmes** (cf. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

◆ 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, 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, est assurée grâce à un ensemble de fonctionnalités développées en liaison avec ArcGis (version 9.2) et constituant le "**Modèle de gestion du Référentiel**".

◆ 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. Une entité hydrogéologique est :

- délimitée à une certaine échelle (un "**niveau**", cf. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**),
- rattachée à un type de formation géologique (un "**thème**", cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**),
- définie par ses potentialités aquifères (une "**nature**", cf. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) 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. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

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 1/1000 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"** (codé 1) : ensemble des dépôts de plaine alluviale accompagnés des terrasses connectées hydrauliquement avec les cours d'eau,
- **thème "Sédimentaire"** (codé 2) : ensemble des formations peu ou pas déformées, non métamorphosées des bassins sédimentaires,
- **thème "Socle"** (codé 3) : formations magmatiques et métamorphiques,
- **thème "Intensément plissé de montagne"** (codé 4) : ensemble de formations géologiques récemment plissées appartenant aux massifs montagneux alpins, pyrénéens, languedociens et jurassiens.
- **thème "Volcanisme"** (codé 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 (= "Nature" de l'entité) :

- 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<sup>ième</sup> 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
<b>Niveau national (NV1)</b>	Grand Système Aquifère (GSA) Code = 1		Grand Domaine Hydrogéologique (GDH) Code = 2
	Grand Système Multicouche (GSM) Code = 12		
<b>Niveau régional (NV2)</b>	Système Aquifère Code = 3		Domaine Hydrogéologique Code = 4
<b>Niveau local (NV3)</b>	Unité aquifère Code=5	Unité semi-perméable Code=6	Unité imperméable Code=7

Illustration 2 – Types d'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 du niveau local correspondent à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national.

**Liaisons entre les entités**

Les liens de filiation (illustration 3) 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.

**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

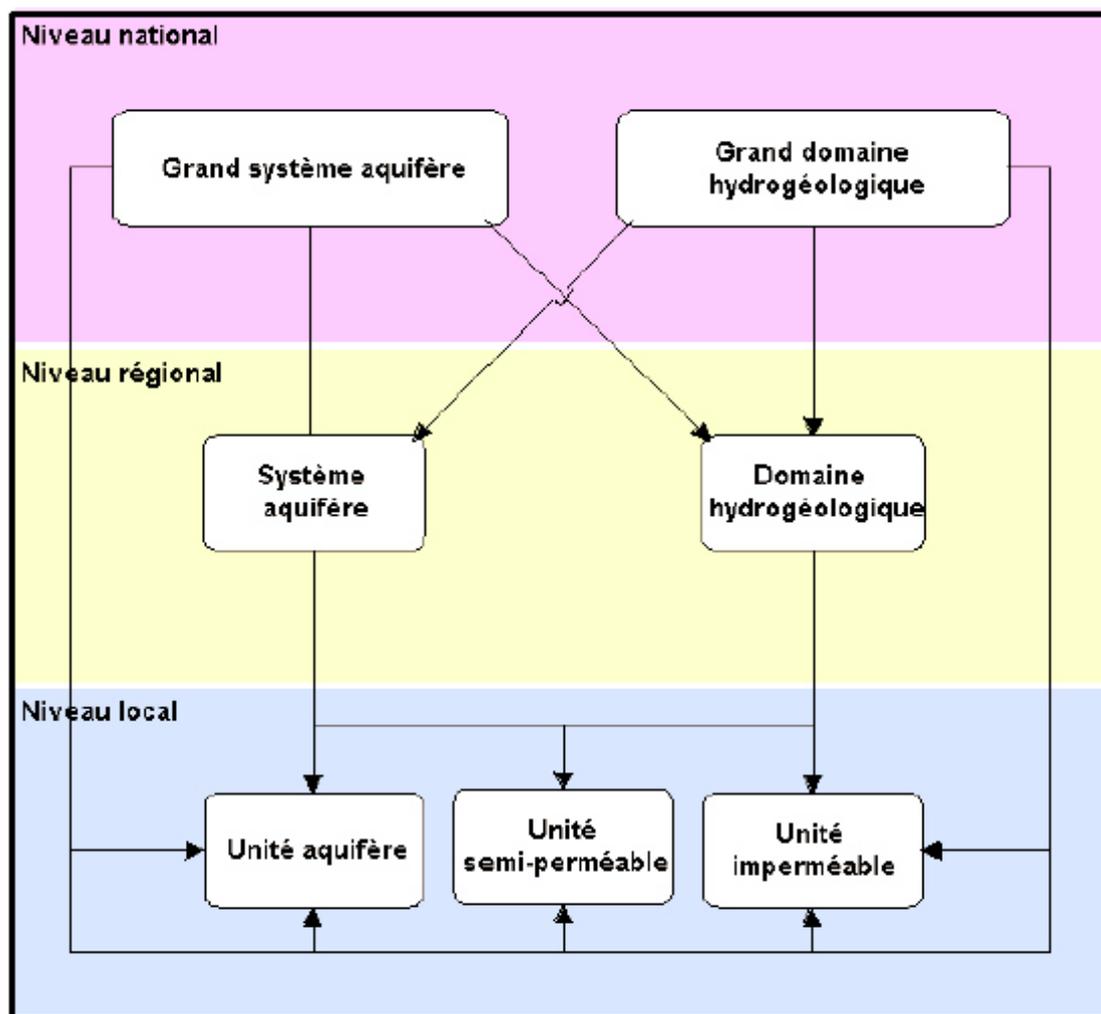


Illustration 3 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques

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

**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. 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 (code 5).

### **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 :

Code	Libellé	Définition
1	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.

2	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.
3	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.
4	Agrégation par héritage	L'ensemble des limites de l'entité hydrogéologique ont été héritées par agrégation des niveaux les plus fins la constituant.

## 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

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

### 2.5.1 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 4 ci-après.

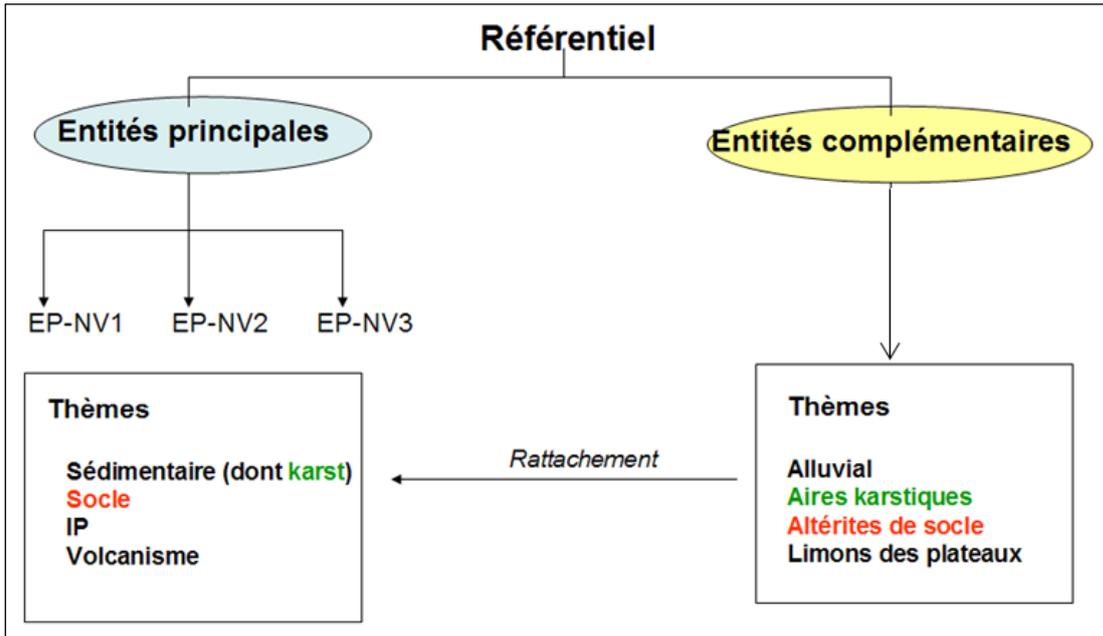


Illustration 4 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires

## 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. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

## 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 4) : 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 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

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 5a). 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 5**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**a).

Le modèle de gestion du référentiel permet de passer automatiquement du mode de représentation des entités par ordonnancement absolu (illustration 5b) à un mode de représentation des entités par ordonnancement relatif (illustration 5c), **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 5, 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.**

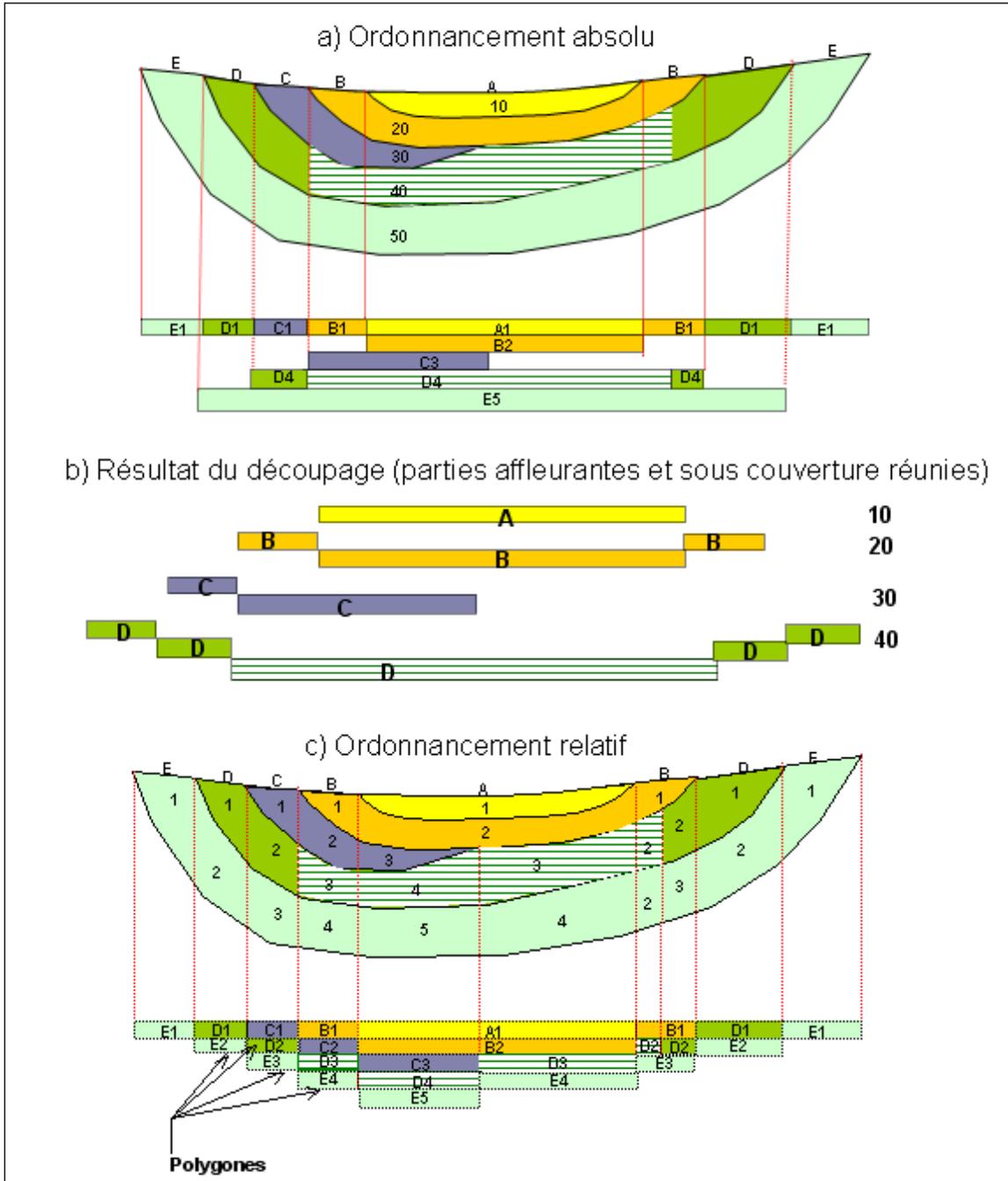


Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités

## 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 6 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). 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- $\Sigma$ NV3" 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).

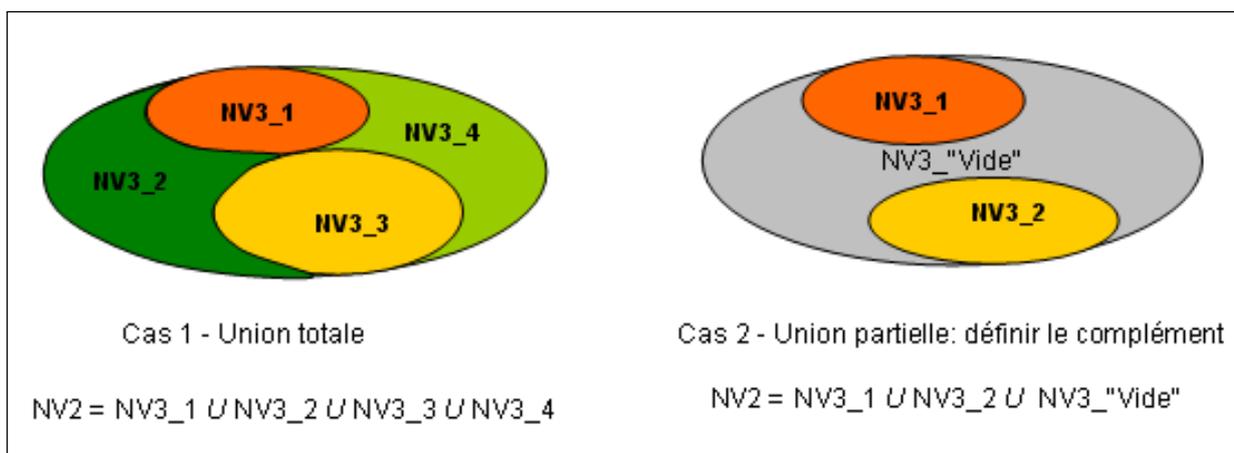


Illustration 6 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3

## 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, 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 1/50000**. 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.

### 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. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

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, ...).

Dans le bassin Rhône-Méditerranée, de nombreuses cartes géologiques n'étant pas numérisées lors du démarrage du projet, un important travail de délimitation sur calques a été entrepris.

### 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 7. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

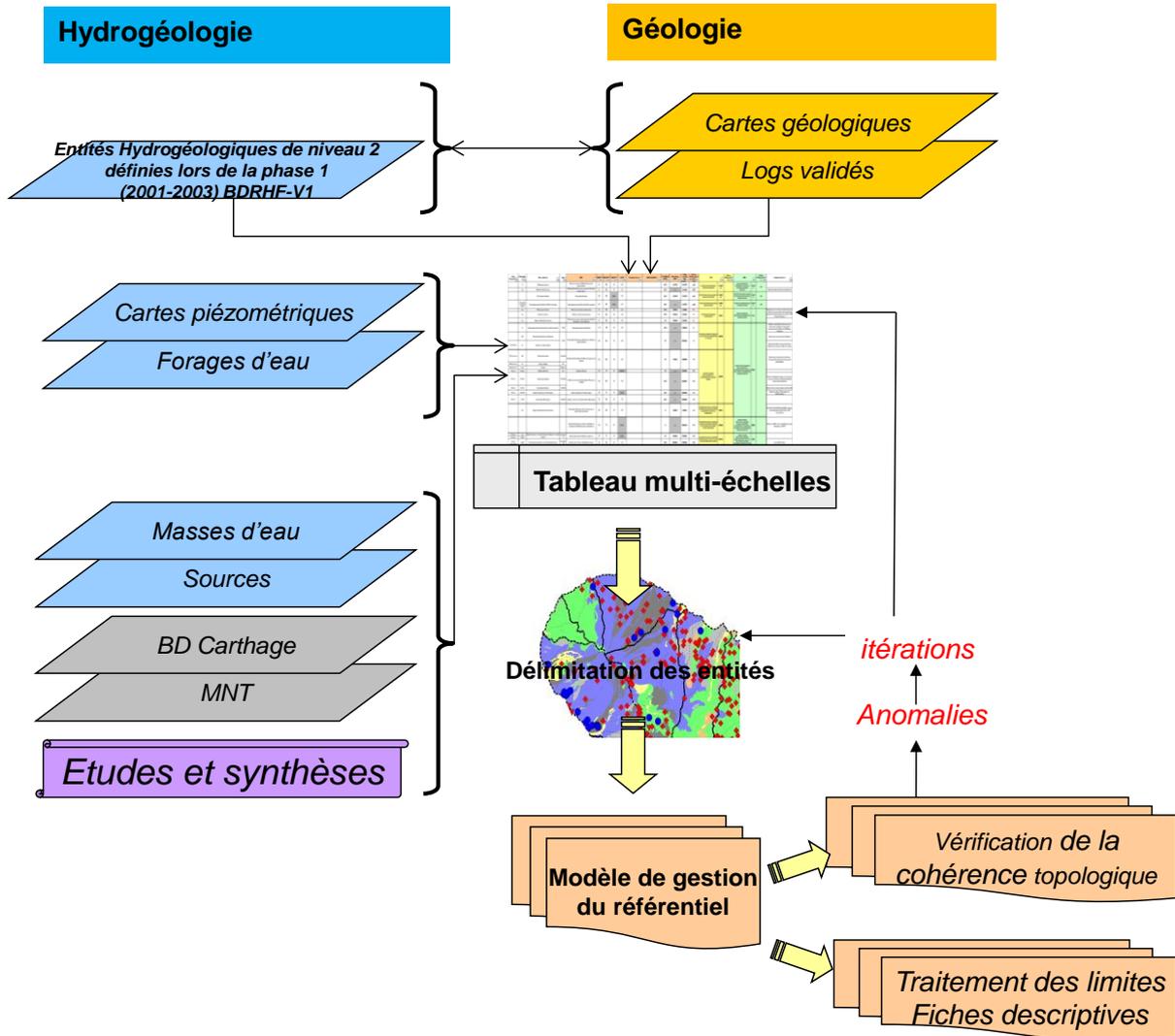


Illustration 7 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.

## 4 Mise en œuvre du découpage des entités

### 4.1 DONNÉES DE RÉFÉRENCE

Les données et documents utilisés pour mettre en œuvre le découpage sont les suivants :

- cartes géologiques harmonisées (illustration 8) des régions Nord-Pas-de-Calais et Picardie à l'échelle du 1/50 000<sup>ème</sup>,
- cartes géologiques à 1/50 000<sup>ème</sup> et notices,
- Modèle Numérique de Terrain de l'IGN au pas de 50 m (MNT),
- référentiel des masses d'eau souterraines (MESO),
- logs géologiques vérifiés extraits de la BSS (illustration 9),
- coupes géologiques,
- cartes de toits et murs de formations géologiques,
- informations recueillies dans différents rapports d'études, cités en bibliographie,
- informations fournies par les géologues régionaux des Services Géologiques Nord-Pas-de-Calais et Picardie.

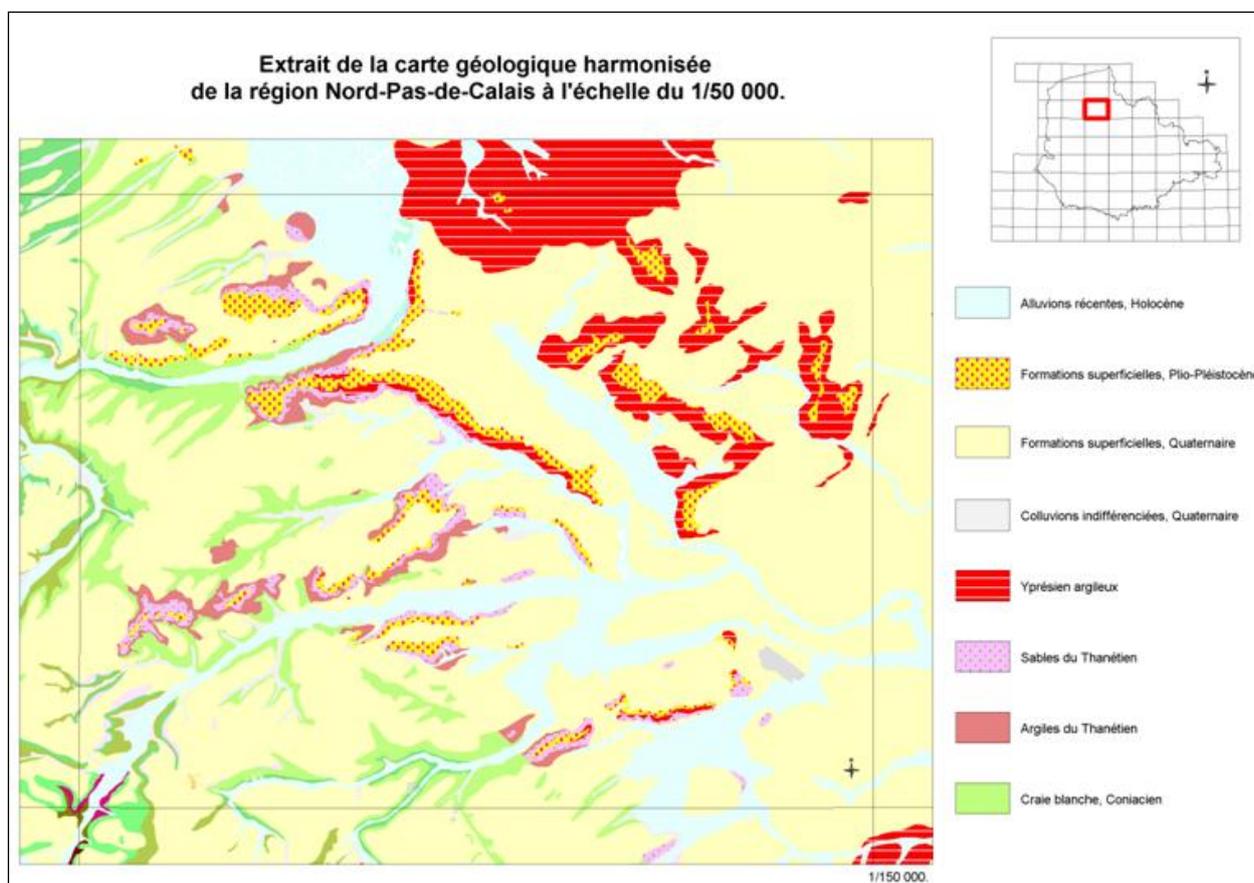


Illustration 8 - Extrait de la carte géologique harmonisée de la région Nord Pas de Calais.

### 4.1.1 Cartes géologiques

La carte géologique harmonisée régionale de la Picardie est construite à partir de la mise en correspondance des cartes géologiques harmonisées des départements de l'Aisne, de la Somme et de l'Oise. Celle du Nord Pas de Calais résulte de la mise en correspondance des cartes géologiques harmonisées des départements du Nord et du Pas de Calais.

Ces cartes harmonisées ne sont pas une simple juxtaposition des cartes géologiques existantes. Elles sont le résultat d'une synthèse des données géologiques pour les rendre cohérentes, homogènes et continues indépendamment du carroyage d'origine à 1/50 000.

Par contre, des formations géologiques identiques présentes sur les deux cartes peuvent être référencées différemment: notations propres à chaque carte ou appellations locales. Un travail supplémentaire d'harmonisation a donc été nécessaire pour délimiter une entité hydrogéologique.

Les polygones constitutifs de chaque entité à l'affleurement ont été regroupés dans une couche SIG propre à l'entité considérée. La construction de l'entité a fait l'objet d'un important travail d'élimination des artefacts générés lors de l'assemblage de polygones issus de cartes différentes.

Le réseau hydrographique de l'ensemble des cartes harmonisées a été extrait et remplacé par les formations sur lesquelles il repose.

Pour le découpage des entités de niveau 3, les cartes géologiques vectorisées à l'échelle du 1/50000 ont été utilisées (illustration 9).

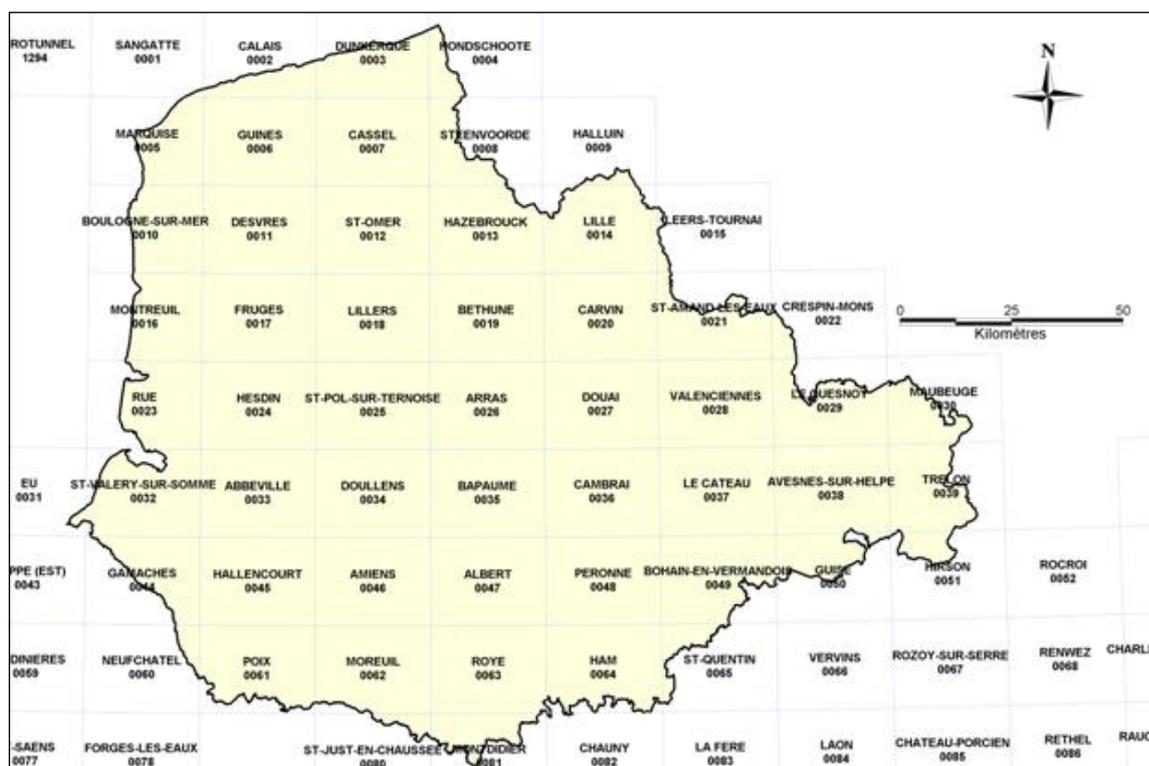


illustration 9 – Nom et numéro des cartes géologiques vectorisées au 1/50 000

Les cartes vectorisées au 1/50 000<sup>ème</sup> ont été essentiellement utilisées pour subdiviser des entités de niveau régional (NV2) en niveau local (NV3). En effet, la distinction des formations géologiques y est plus détaillée que sur les cartes harmonisées. De plus, ces cartes contiennent souvent les informations relatives aux appellations locales utilisées dans la bibliographie régionale.

Des coupes géologiques (illustration 10) ont été utilisées afin de préciser les contours des formations en profondeur. Ces coupes fournissent aussi des indications sur l'extension de la formation géologique considérée.

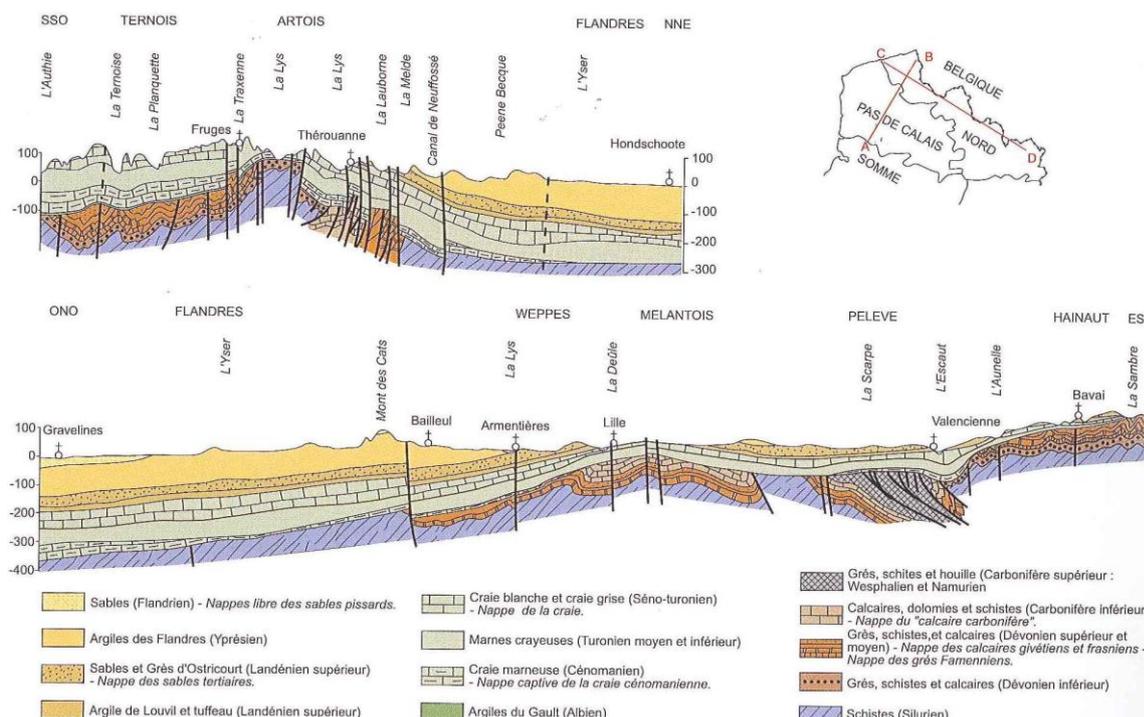


illustration 10 – Deux coupes géologiques du Nord-Pas de Calais. (J. Beckelynyck, 1981)

#### 4.1.2 Modèle numérique de terrain

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) de l'IGN, au pas de 50 m, a été utilisé afin d'approcher au mieux les limites des formations peu profondes présentant une discontinuité au niveau des affleurements (présence de placages) et pour lesquelles les données de sondages faisaient défaut (illustrations 11 et 12).

#### 4.1.3 Logs géologiques

Dans le bassin, 4032 logs géologiques vérifiés ont été extraits de la Banque de données du Sous-Sol (illustrations 13 et 14). Ces logs, qui décrivent un total de 31711 passes lithologiques, fournissent des informations sur les profondeurs et épaisseurs des formations géologiques. Ils ont permis d'affiner le découpage et de préciser les limites des entités sous recouvrement.

La répartition de ces logs est assez uniforme dans l'ensemble avec une densité qui s'accroît dans les régions de Péronne - Cambrai, les Ardennes et de Lille. La densité est moindre dans les secteurs de Valenciennes, Saint-Quentin, Douai, Arras, Montreuil.

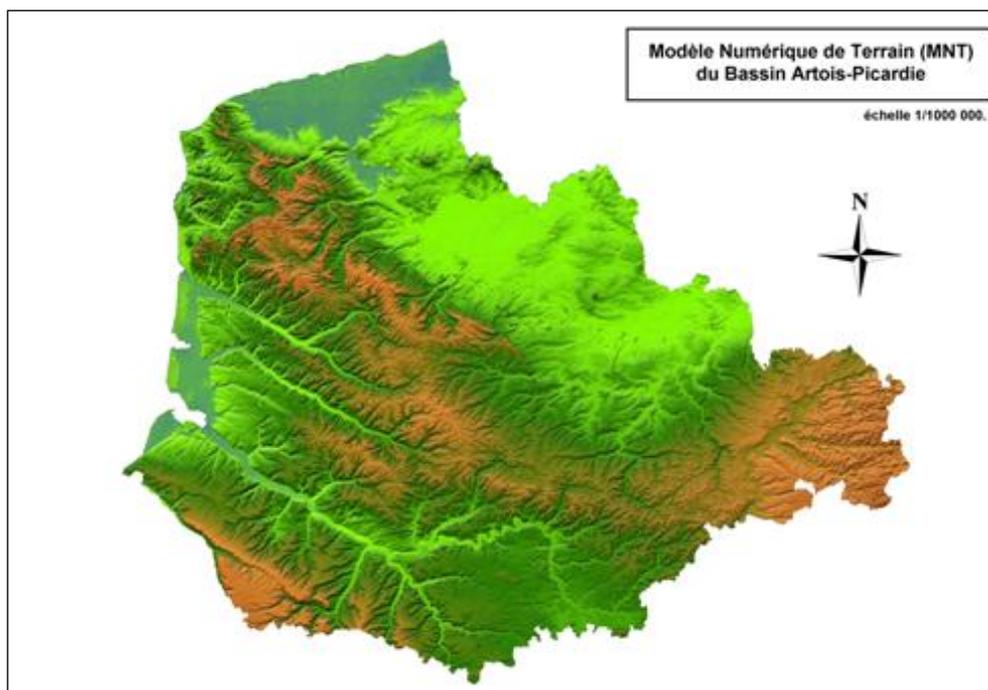


Illustration 11 – Vue du Modèle Numérique de Terrain (MNT IGN au pas de 50 m) dans le bassin Artois-Picardie

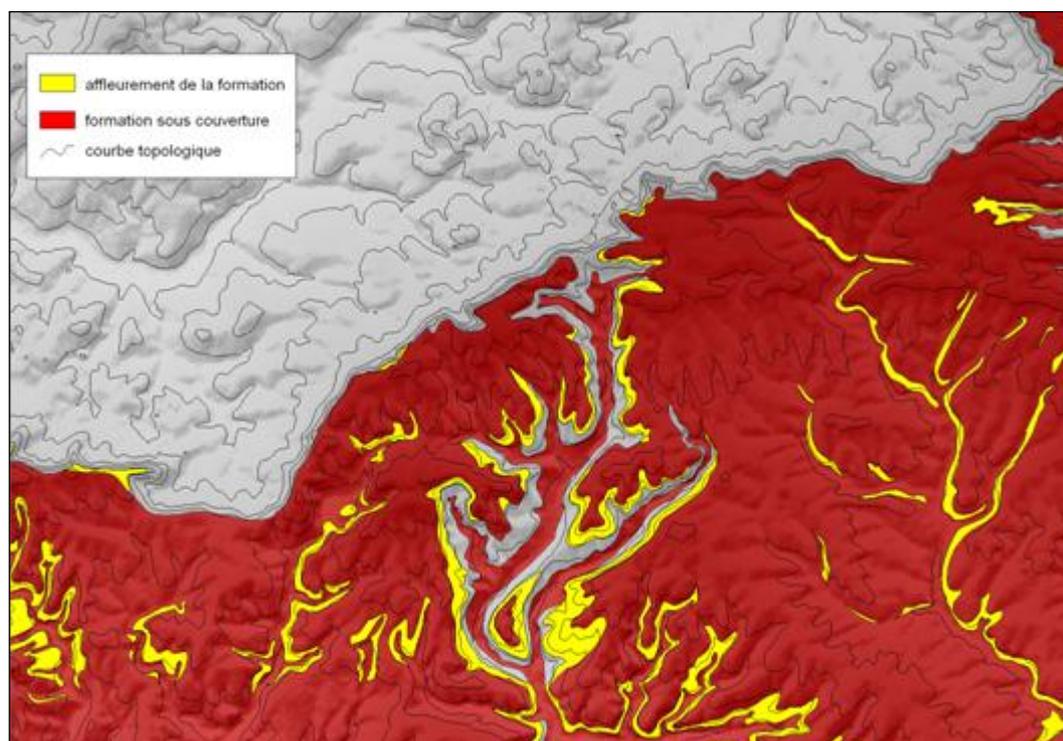


Illustration 12- Exemple d'utilisation des courbes de niveau du modèle numérique de terrain

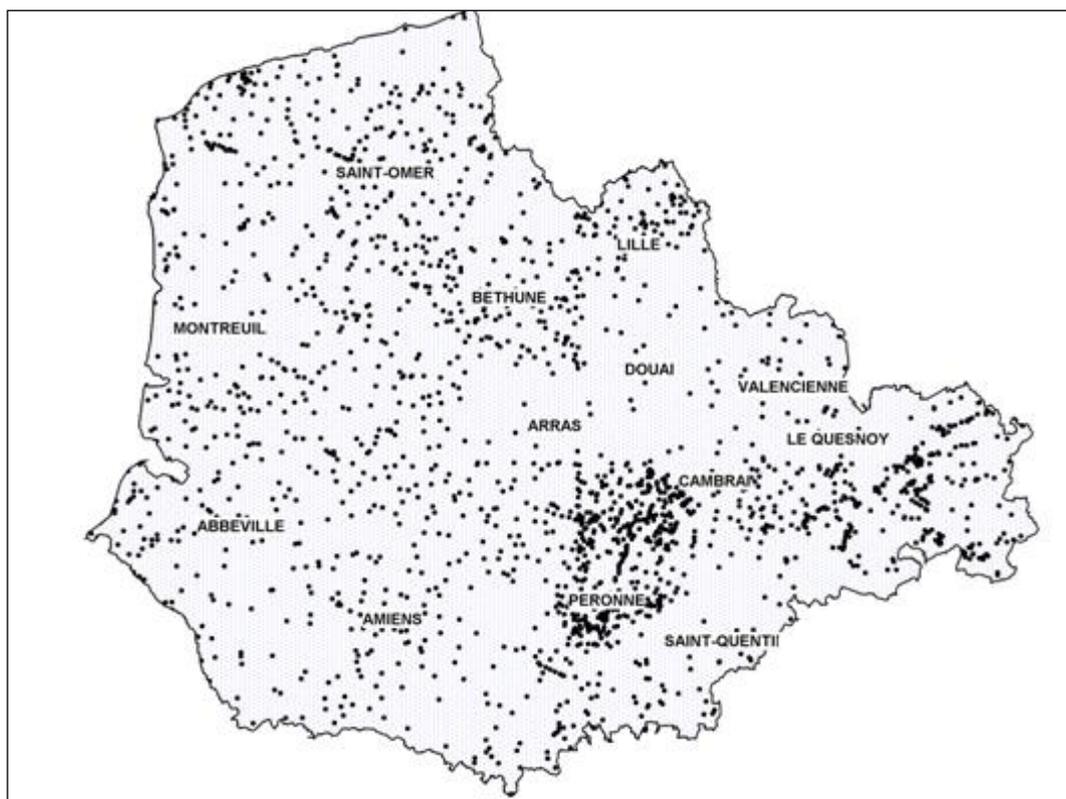


Illustration 13 – Répartition des logs géologiques extraits de la BSS

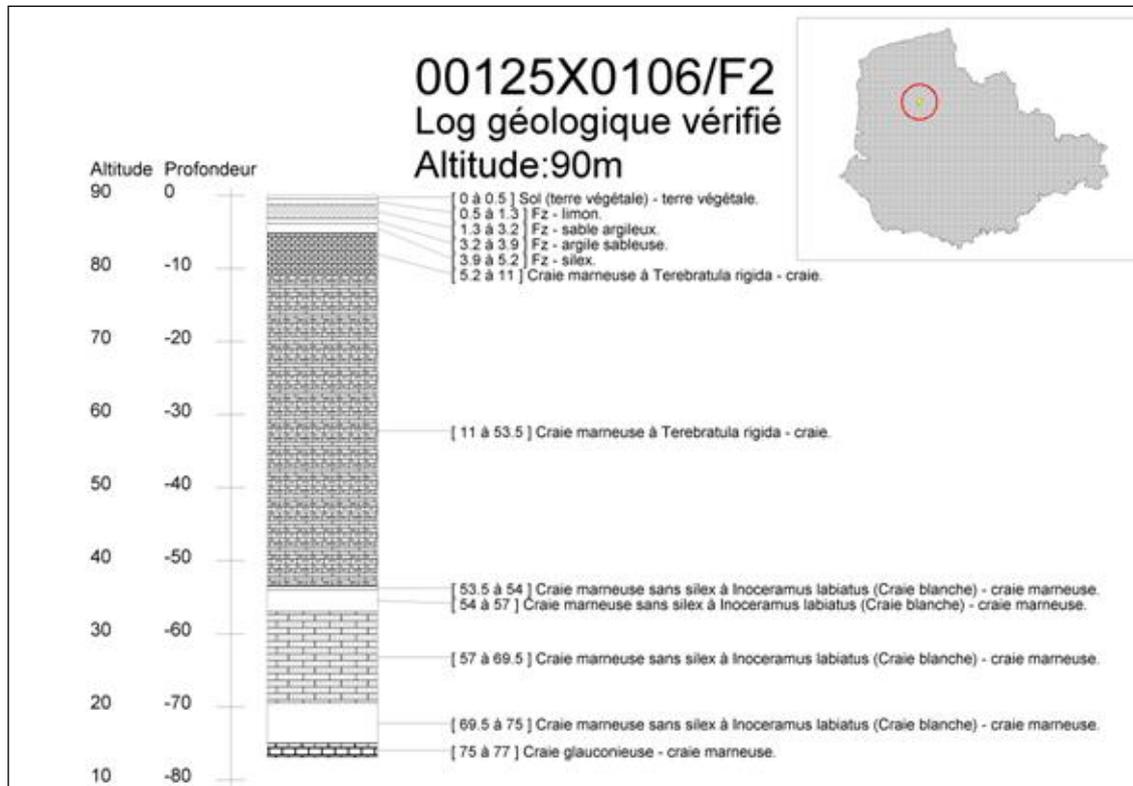


Illustration 14 – Exemple de log géologique extrait de la BSS.

## 4.2 ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ÉCHELLES DU SÉDIMENTAIRE

Un pseudo-log stratigraphique valable pour l'ensemble du secteur étudié a été élaboré. Ce document de travail permet de réfléchir à l'ordonnancement vertical et à l'équivalence latérale des formations les unes par rapport aux autres. Toutes les formations issues des cartes géologiques au 1/50 000 sont listées, classées et regroupées suivant des critères litho-stratigraphiques et hydrogéologiques. Le tableau multi-échelles constitue l'étape finale de l'analyse géologique et hydrogéologique avec des regroupements opérés suivant les 3 niveaux de délimitation (NV1, NV2 et NV3). Il comprend l'ensemble des formations depuis les alluvions récentes (Quaternaire) jusqu'au Gédinien (Dévonien inférieur). Il est reporté en **annexe 1**.

Le tableau de l'illustration 15 permet de fournir une représentation synthétique du positionnement relatif des entités NV3 suivant un découpage géographique schématique.

Au total, dans le thème sédimentaire, ont été identifiées et délimitées:

- 43 entités de niveau local (NV3),
- 33 systèmes aquifères ou domaines du niveau régional (NV2),
- 15 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1).
- **6 groupes d'entités complémentaires** constituant la "**surcouche**" du référentiel et dont les contours restent identiques aux trois niveaux de découpage:
  - les alluvions,
  - les colluvions
  - les altérites,
  - les formations résiduelles,
  - les placages de sables du Thanétien,
  - les autres formations superficielles (limons, loess,...)

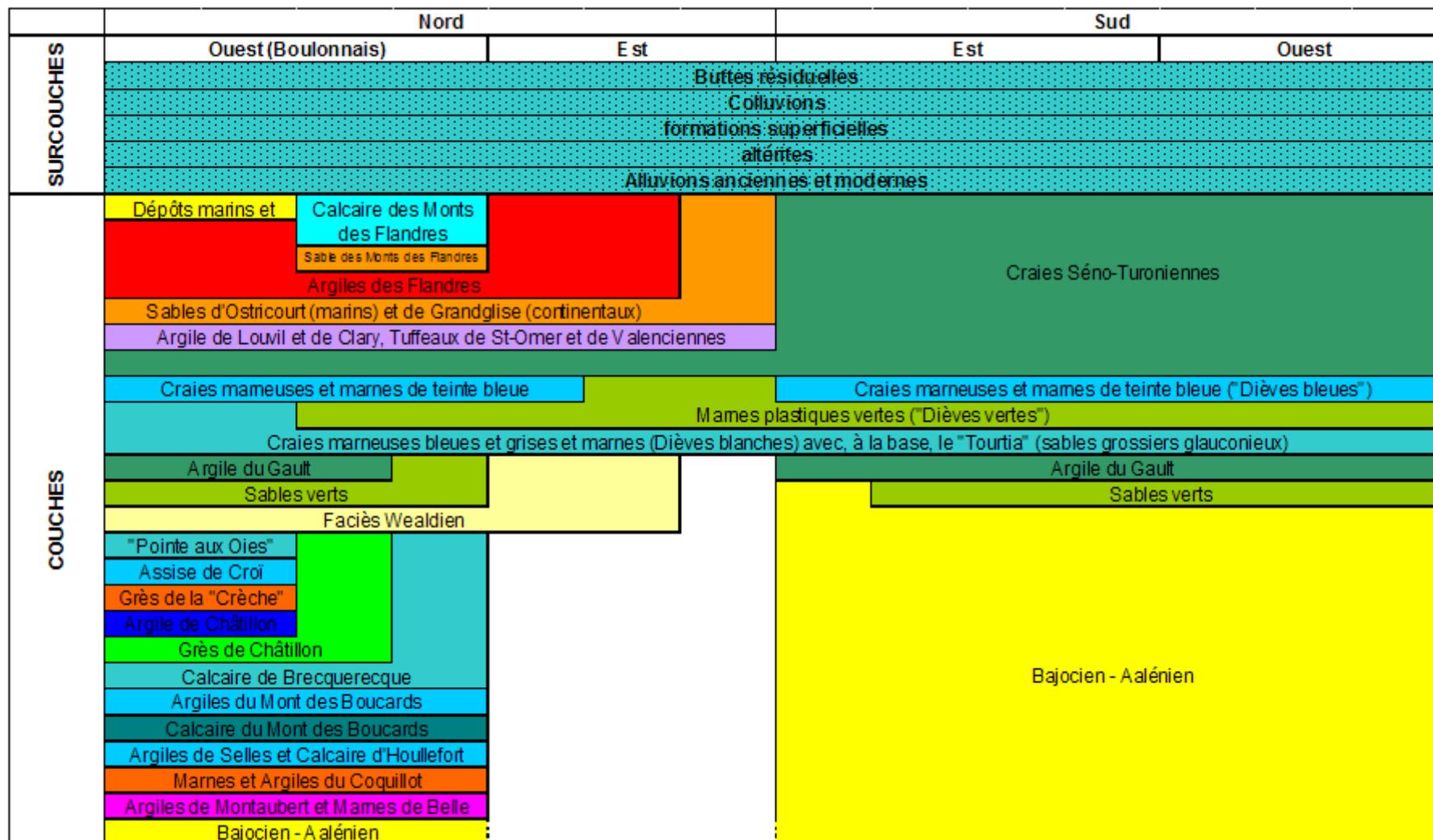


Illustration 15 - Tableau de synthèse schématique illustrant l'organisation spatiale des entités sédimentaires de niveau 3 (jusqu'au Jurassique moyen) en Nord-Pas-de-Calais



## 4.3 DÉLIMITATION DES ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE

### 4.3.1 Méthodologie

En général, une entité hydrogéologique est constituée d'une partie affleurante et d'une partie sous couverture (illustrations 16 et 17). Les limites à l'affleurement de l'entité sont extraites des cartes géologiques. En raison de l'existence de placages, elles sont souvent discontinues. La reconstitution des parties manquantes a nécessité un important travail d'analyse. Les limites en profondeur sont tracées à partir de l'analyse des logs de forages, des documents existants et à dire d'expert.

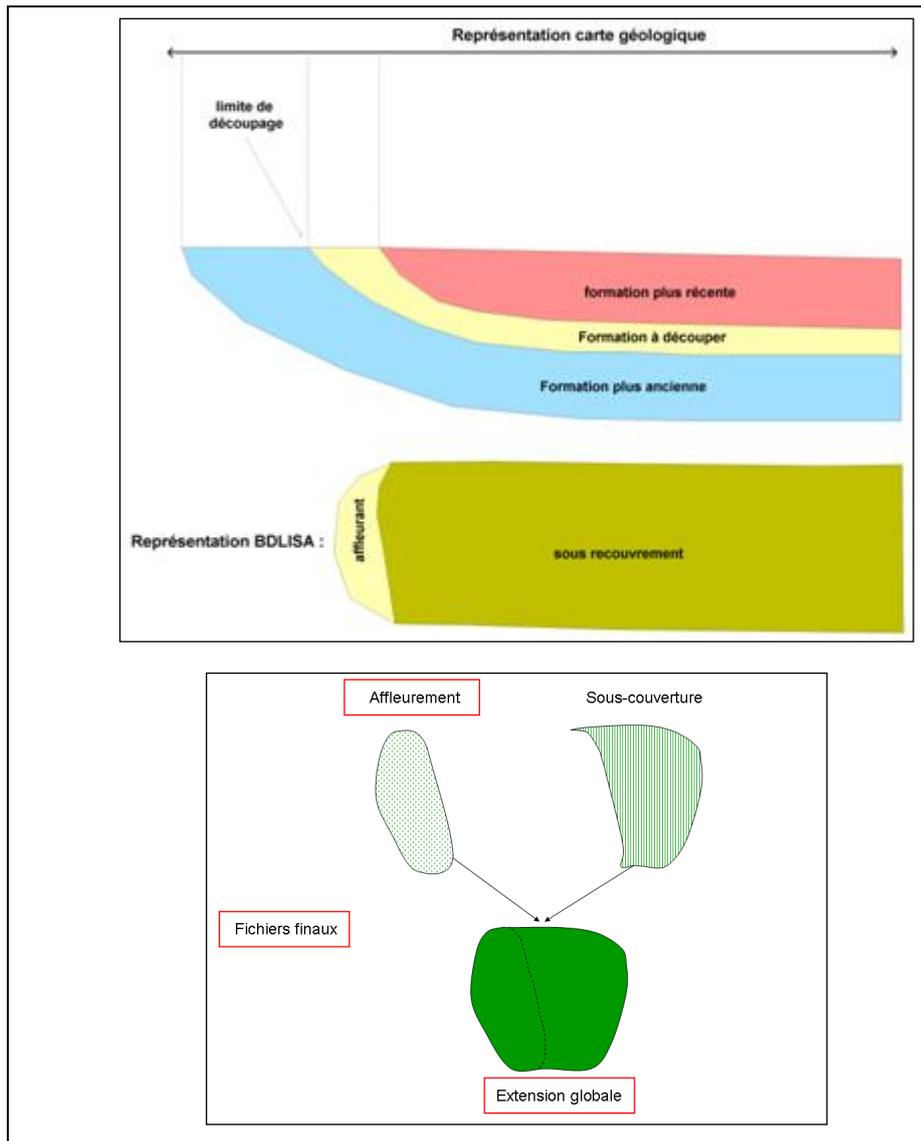
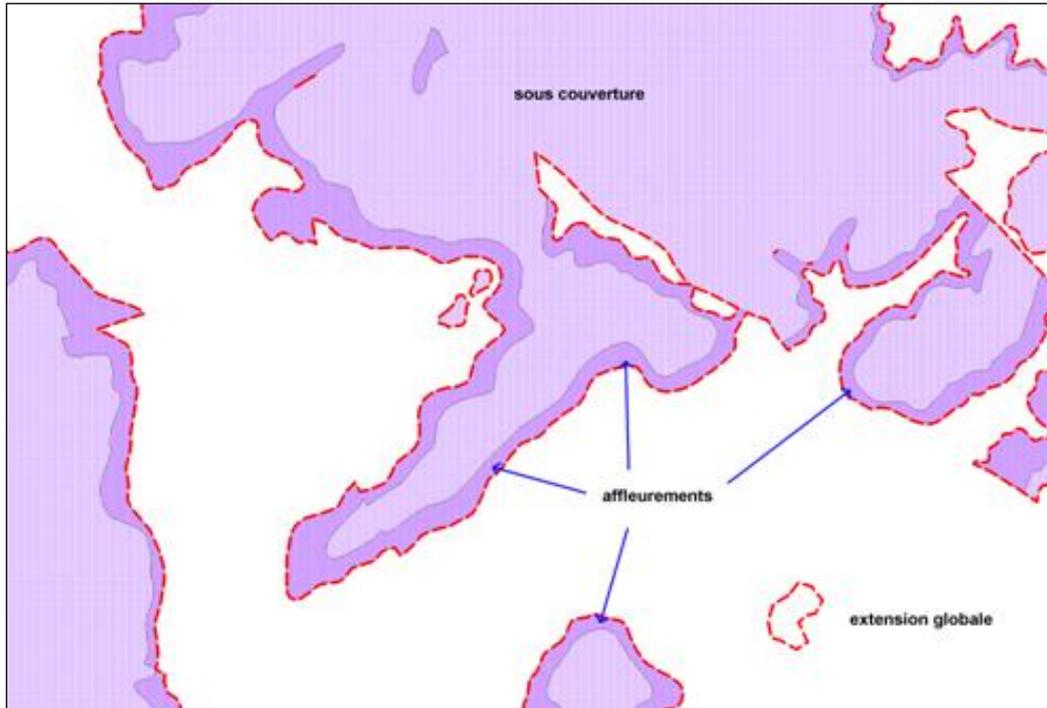


Illustration 16- Construction d'une entité. Etape 1: partie affleurante. Etape 2 partie sous couverture.



*Illustration 17 – Représentation d'une entité: en général une partie affleurante et une partie sous couverture*

La délimitation d'une entité s'appuie aussi sur les affleurements plus anciens : le contour d'une entité donnée ne pouvant pas recouper les zones d'affleurements d'une formation plus ancienne.

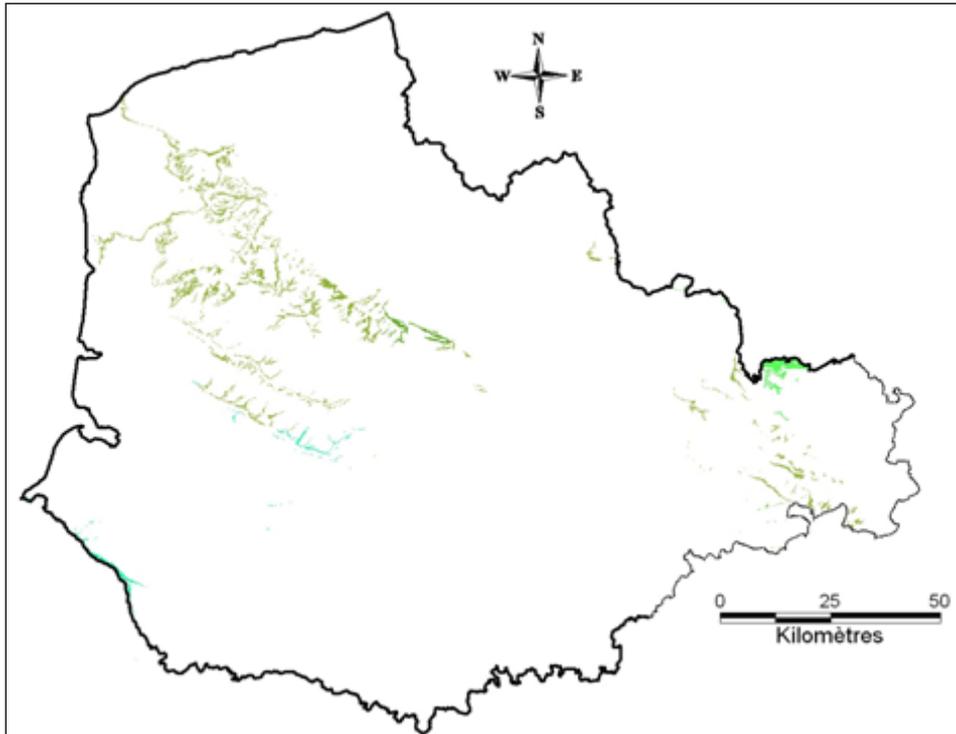
Les limites d'extension des entités sous-couverture peuvent être approximatives faute de données (forages) en nombre suffisant. Elles pourront évoluer en fonction des avancées des connaissances géologiques de la région.

#### **4.3.2 Exemples de délimitation d'une entité hydrogéologique**

##### ***4.3.2.1 La formation crayeuse et marneuse du Turonien moyen et inférieur.***

La formation des Craies marneuses du Turonien moyen et inférieur est un domaine hydrogéologique qui s'étend pratiquement sur tout le bassin Artois-Picardie.

Les affleurements sont fournis par les cartes géologiques harmonisées du Nord-Pas de Calais, de la Somme et de l'Aisne à l'échelle du 1/50 000 (illustration 18).



*Illustration 18 - Affleurements dans le bassin Artois-Picardie des craies marneuses du Turonien moyen et inférieur*

(les affleurements sont extraits des cartes géologiques harmonisées au 1/50 000 des régions Nord-Pas de Calais et Picardie).

Dans un premier temps, l'extension approximative de la formation est tracée à l'écran en fonction des affleurements et des terrains plus anciens (illustration 19).

L'usage des forages ainsi que les connaissances du géologue régional permettent d'affiner cette première délimitation.

L'extension doit inclure l'ensemble des affleurements de la formation (1<sup>ère</sup> contrainte de digitalisation) mais ne peut en aucun cas être présente au-dessus des affleurements plus anciens (2<sup>ème</sup> contrainte).

Il faut ensuite préciser les contours de l'extension, tout en respectant les contraintes fixées précédemment (illustration 20)

L'extension finale présente deux niveaux de précision en fonction des données disponibles. Au niveau des contacts entre les affleurements de la formation et les affleurements plus anciens la précision est identique à celui de la carte harmonisée (contours identiques). Ces contacts constituent les points de contrainte majeurs du contour de l'extension. Ailleurs, plus on s'éloigne de ces points de contrainte, moins le niveau de précision est élevé. En l'absence de contrainte, le contour final de l'extension est identique au contour non affiné.

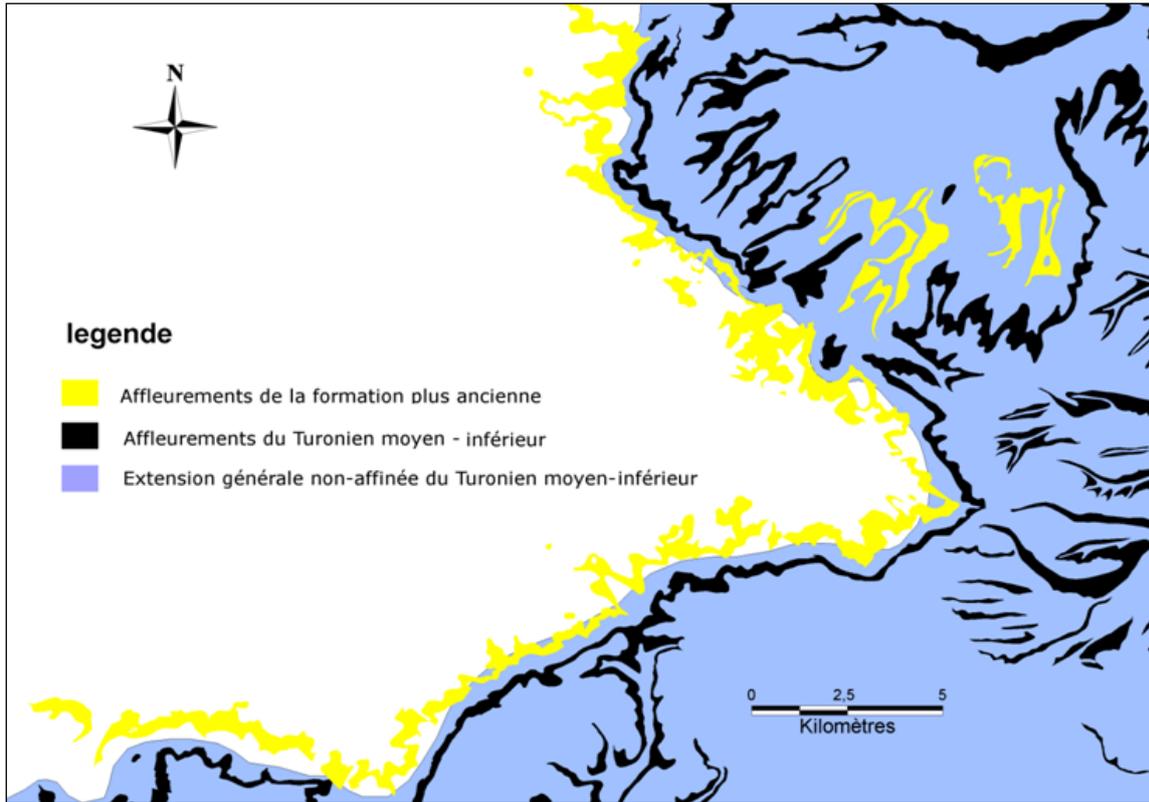


Illustration 19 – Délimitation approximative incluant les affleurements de la formation.

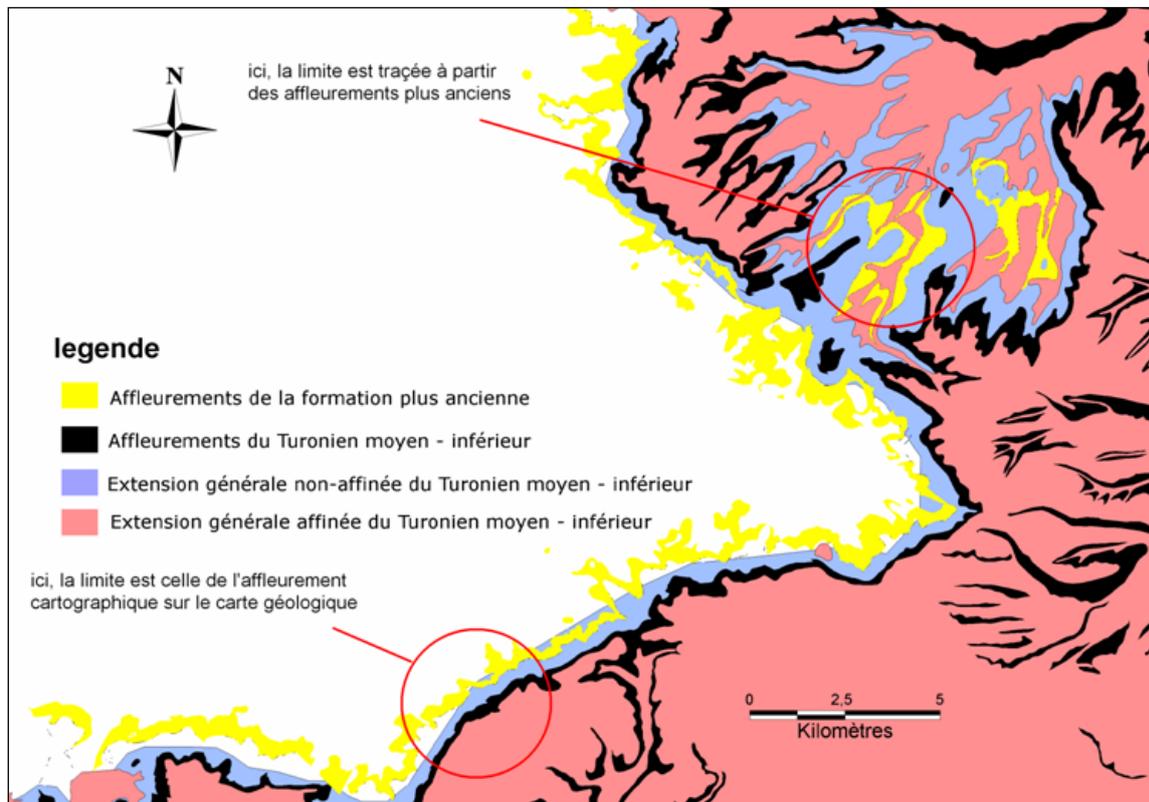


illustration 20 – Délimitation finale (en rouge) comparée à la délimitation de l'étape 1 (en violet).

#### 4.3.2.2 Craie Sénonienne blanche (Turonien supérieur-Coniacien) 121

La Craie sénonienne perd son caractère aquifère sous les couvertures de l'Yprésien et du Thanétien par "fermeture" ce qui la rend hydrogéologiquement de faible intérêt.

La craie passe ainsi d'un état libre à captif et, à partir d'une certaine profondeur, ne constitue plus un réservoir aquifère.

La limite de "mise en captivité" de la craie aquifère (illustration 21), limite fluctuante et difficile à cartographier, a été fixée approximativement aux limites des affleurements du Thanétien (Argiles de Louvil + Sables d'Ostricourt, illustration 22) et la limite de l'entité hydrogéologique de la craie aux limites d'improductivité, à environ 3 kilomètres au nord des affleurements de l'argile de Louvil.

Ces argiles épaisses, recouvrent aussi cette craie au niveau de la région de Valenciennes, mais cette formation tend à se réduire en épaisseur en allant vers l'est, raison pour laquelle la craie présente encore un caractère aquifère dans ce secteur.

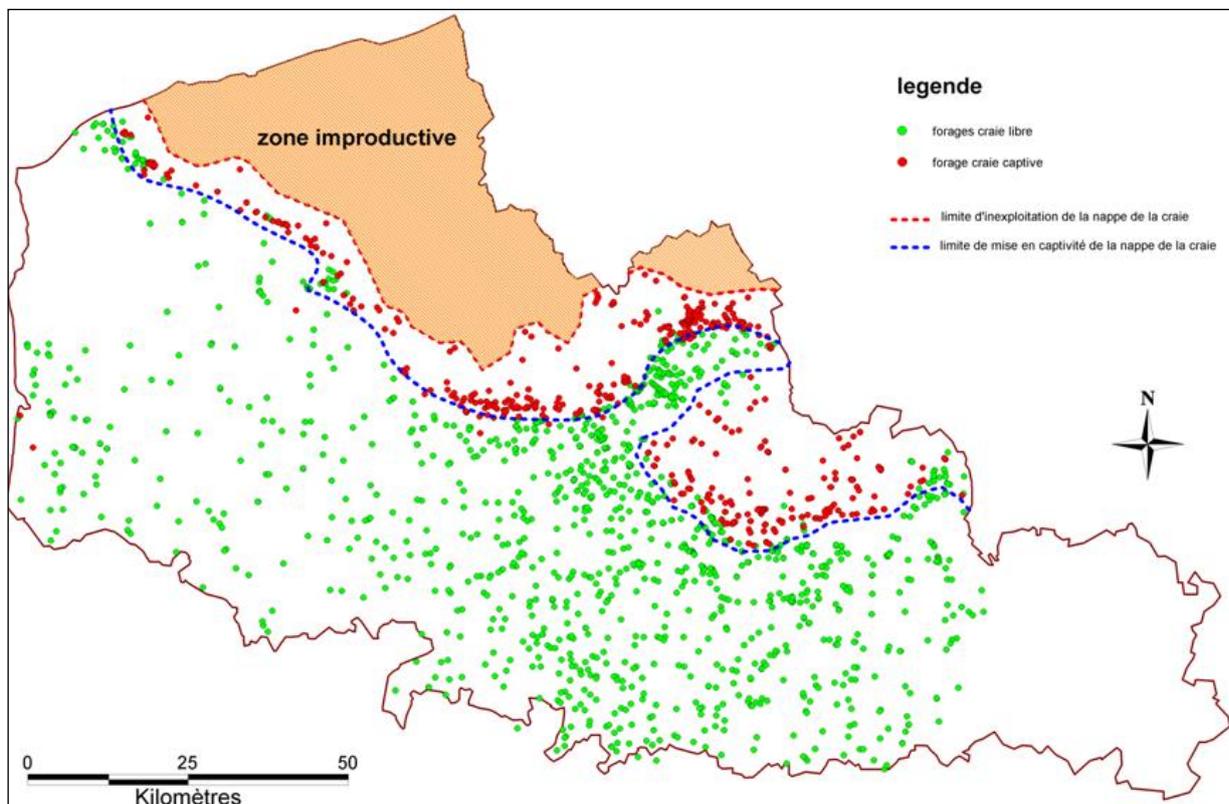


Illustration 21 – Limites de mise en captivité et d'improductivité de la nappe de la Craie

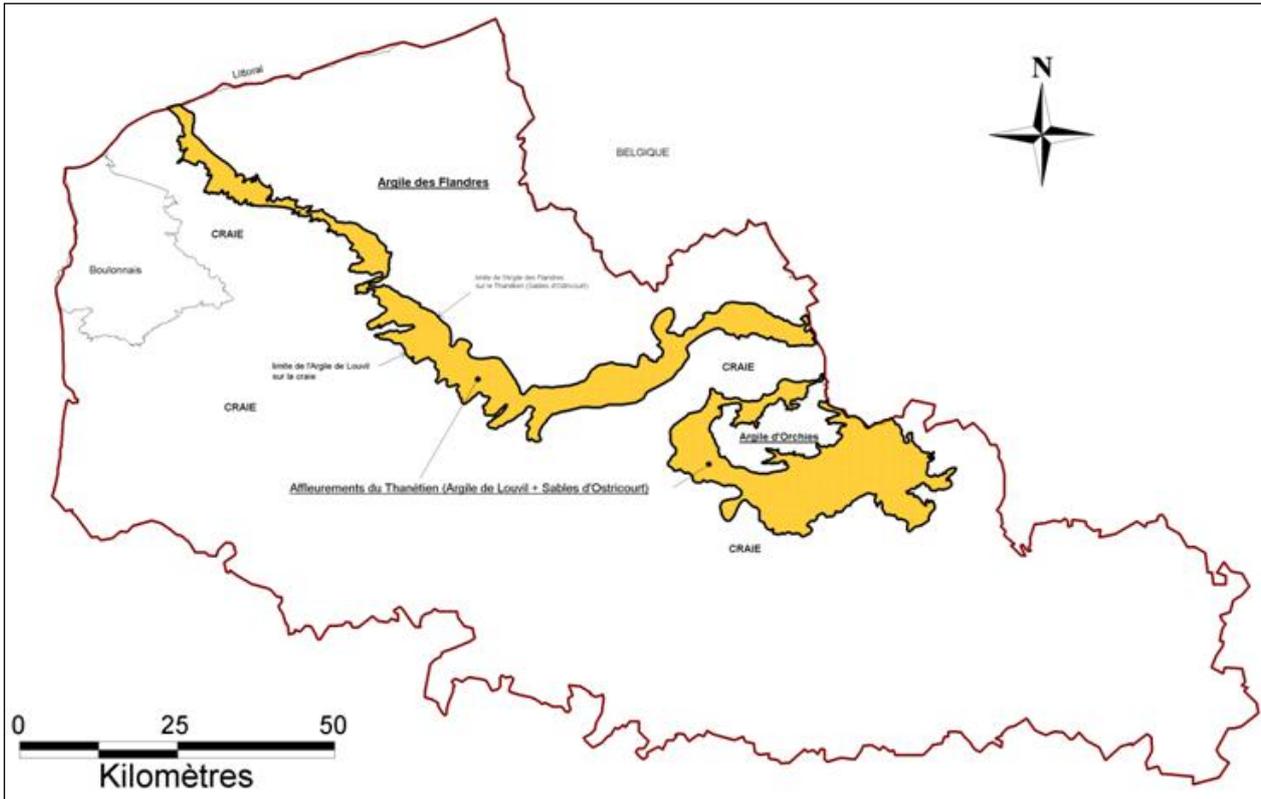


Illustration 22 – Limites des affleurements du Thanétien (ex-Landénien, J.Y. Caous)

#### 4.3.2.3 Craies marneuses du Cénomanién

Globalement, le Cénomanién est non aquifère (illustrations 23, 24 et 25). Néanmoins, il l'est sur certains secteurs et constitue un aquifère bicouche avec celui de la Craie dont il est séparé par les Dièves du Turonien moyen et inférieur.

En raison de variations de faciès du Crétacé supérieur et de la structure régionale, le réservoir crayeux n'est pas partout le même et n'est pas non plus unique.

A la périphérie de la boutonnière du Boulonnais, la nappe est principalement contenue dans la craie Cénomaniénienne en raison du relèvement anticlinal.

Plus au sud est, le Cénomanién contient une nappe captive sous le Turonien inférieur.

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

Les contours de cette entité ont été tracés sur la base de travaux réalisés en 1978 et ont une précision de l'ordre du document présenté par l'illustration 25.

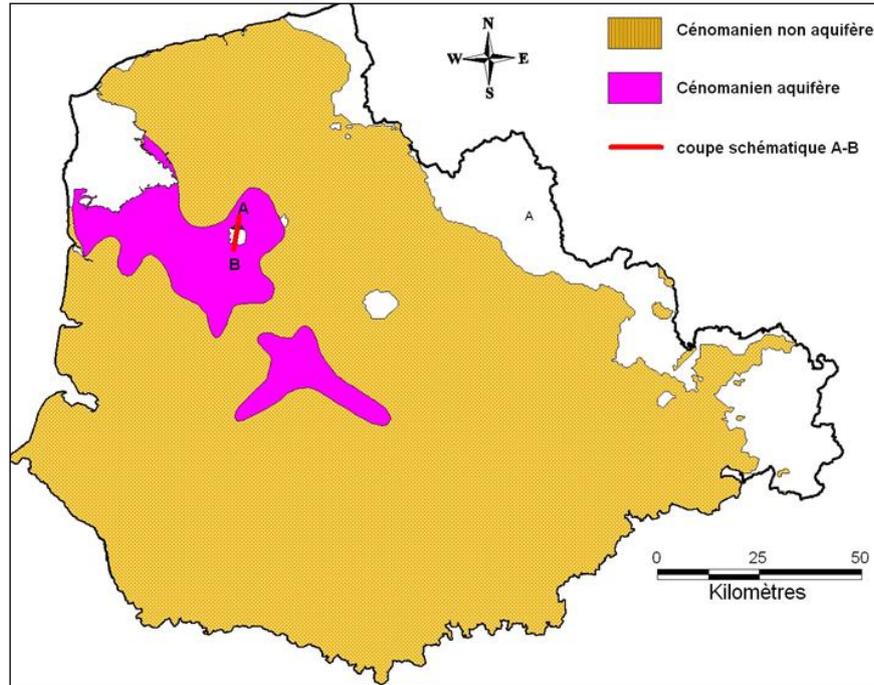


Illustration 23 - Représentation des limites du Cénomanien aquifère

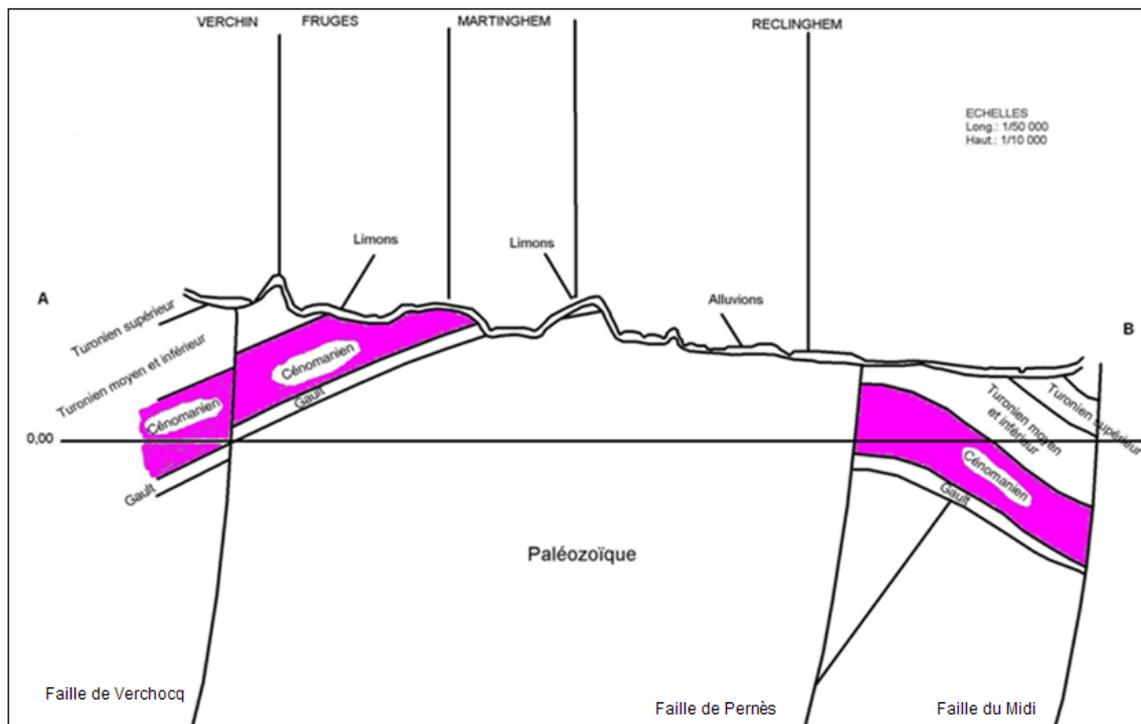


illustration 24 – Coupe schématique Nord - Sud (AB) – extrait de la coupe géologique schématique de Verchin à Wardrecques-BRGM

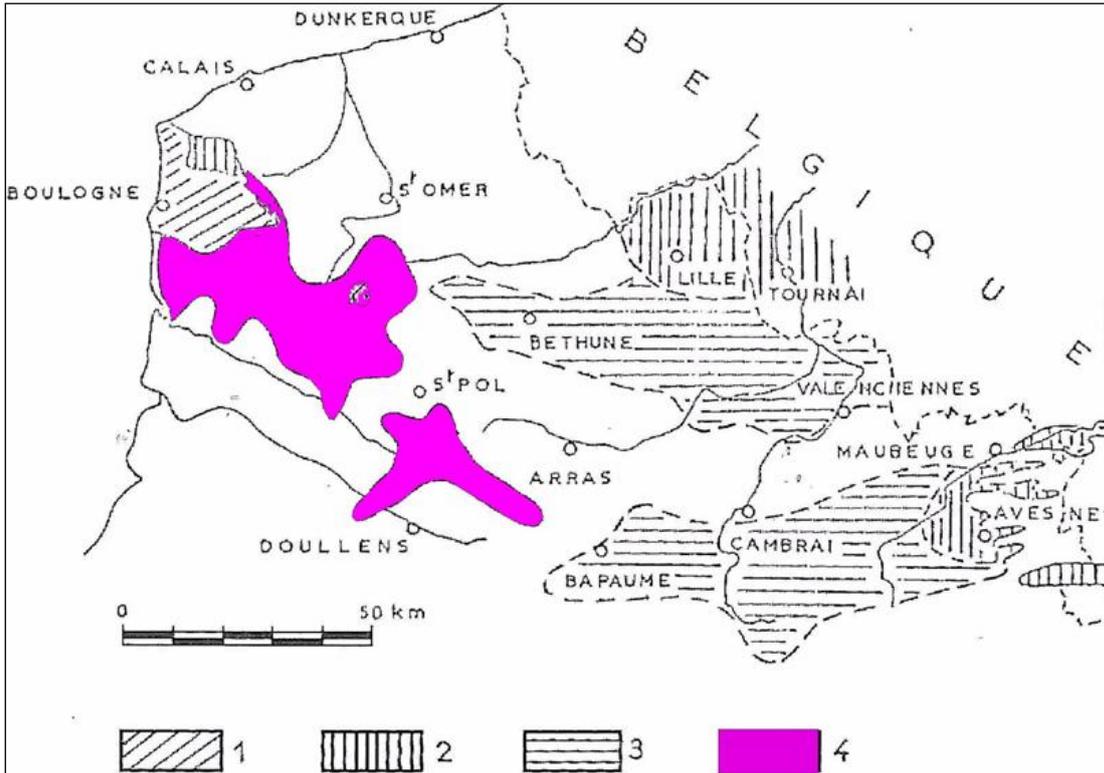


illustration 25 – Localisation géographique des principaux aquifères du Nord de la France (d'après J. Mania, 1978)

Légende : 1.Aquifères du Jurassique, 2.Aquifères exploités du Paléozoïque,  
3.Aquifères Paléozoïque non exploités, 4.Aquifères du Cénomanien.

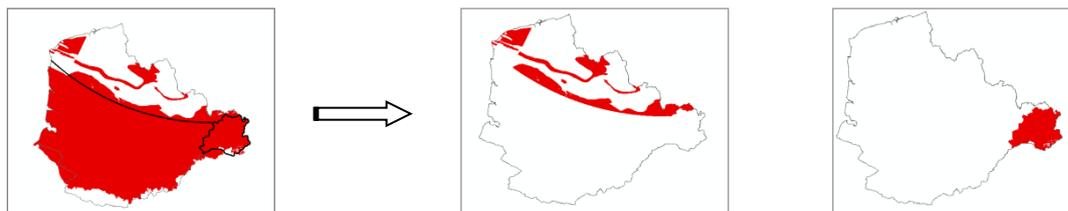
#### 4.4 DÉLIMITATION DES ENTITÉS DU THÈME "SOCLE"

Il existe, en région Nord-Pas de Calais, une étroite relation entre le substratum paléozoïque et la couverture méso-cénozoïque (B. Minguely). En effet, l'étude et l'analyse de multiples données ont permis de mettre en évidence la forte influence structurale datant du Paléozoïque sur la configuration actuelle des couvertures sédimentaires. Les limites des entités de socle ont été définies grâce aux travaux réalisés sur les cartes de la *Synthèse géologique du Bassin de Paris*, affinées par des travaux plus récents. L'illustration 26 présente un écorché du Paléozoïque et l'illustration 27 localise les zones cartographiées à l'affleurement dans la partie Est du bassin. Ces cartes ont été reprises et retravaillées sur la base de forages et de données de géophysiques (sismique, gravimétrie, magnétisme...) rendues disponibles par les compagnies pétrolières, le CNRS et le BRGM.

Le sud du secteur d'étude est très peu fourni en données (la région Nord-Pas-de-Calais, de par son historique houiller, comporte plus d'information de forages profonds que la région Picardie); les quelques données de forages profonds ont été utilisées et extrapolées afin de compléter ces cartes.

Remarque:

Le socle est bien sûr présent en profondeur dans tout le bassin. Il n'a donc été délimité ici que dans la partie Nord du bassin en raison de son importance et dans la partie Est au niveau des affleurements (illustration ci-dessous).



Les limites de cette partie Est correspondent aux limites de la "région hydrographique" appelée "Affluents du Rhin" extraites de la BD-Carthage. Ce bassin versant englobe donc les affleurements de socle et le socle sub-affleurant.

8 entités NV3 de socle ont été délimitées, regroupées en 4 entités NV2 (tableau ci-dessous). L'illustration 28 permettra un repérage dans l'échelle des temps géologiques des étages stratigraphiques mentionnés.

Code NV2	Libellé NV1	Code NV3	Libellé NV3
149AA (151A)	Houiller du Carbonifère supérieur (Domaine)	149AA01 (151A01)	Houiller
149AC (151C)	Calcaires du Carbonifère inférieur (Système aquifère)	149AC01 (151C01)	Schistes, phtanites, calcaires et dolomies
		149AC03 (151C03)	Schistes, phtanites, calcaires et dolomies (BV des affluents du Rhin))
149AE (151E)	Schistes, Psammites et Calcaires du Struno-Faménnien (Domaine)	149AE01 (151E01)	Schistes, psammites, grès calcaireux et calcaires
		149AE03 (151E03)	Schistes, psammites, grès calcaireux et calcaires (BV des affluents du Rhin)
149AG (151G)	Calcaires du Dévonien moyen et supérieur (Système aquifère)	149AG01 (151G01)	Schistes et calcaires récifaux
		149AG03 (151G03)	Schistes et calcaires récifaux (BV des affluents du Rhin)



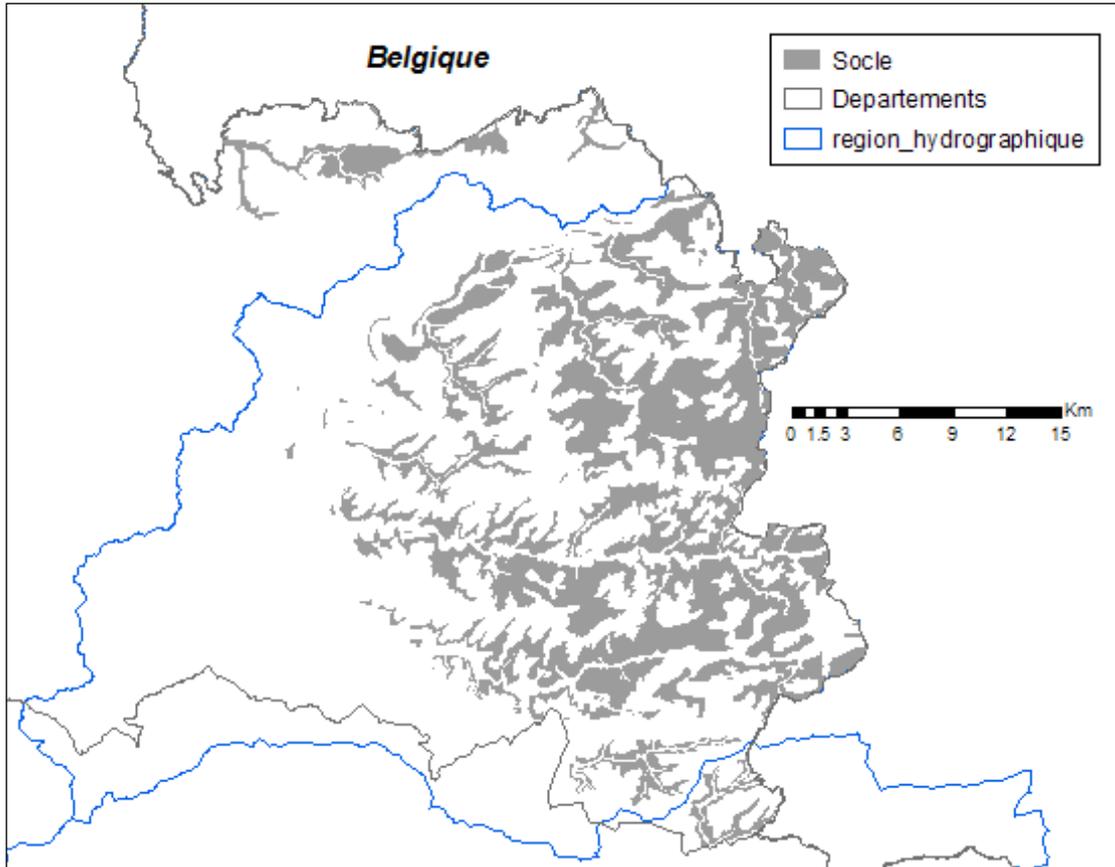


Illustration 27 – Affleurements du socle à l'Est du bassin Artois Picardie

Carbonifère	Pennsylvanien	Supérieur	Gzhélien	303.9 ± 0.9			Carbonifère supérieur = Silesien (continental) en France	Stéphanien	<b>h5</b>
			Kasimovien	306.5 ± 1.0		305 3/5		Westphalien	<b>h4</b>
		Moyen	Moscovien	311.7 ± 1.1				Namurien	<b>h3</b>
		Inférieur	Bashkirien	318.1 ± 1.3		315 ± 5		Viséen	<b>h2</b>
		Serpukhovien	326.4 ± 1.6	🚧	325 ± 5	Tournaisien		<b>h1</b>	
	Mississippien	Supérieur	Viséen	345.3 ± 2.1		345	Carbonifère inférieur = Dinantien	Viséen	<b>h2</b>
		Moyen	Toumaisien	359.2 ± 2.5	🚧	355 3/5		Toumaisien	<b>h1</b>
		Inférieur	Faménnien	374.5 ± 2.6	🚧	365 ± 5		Faménnien	<b>d7</b>
	Dévonien	Supérieur	Frasnien	385.3 ± 2.6	🚧	375 ± 5		★	
			Givetien	391.8 ± 2.7	🚧	380		★	
Moyen		Eifelien	397.5 ± 2.7	🚧	390 ± 5	★			
		Emsien	407.0 ± 2.8	🚧	400	★			
		Pragien	411.2 ± 2.8	🚧		★			
Inférieur		Lochkovien		🚧		★			

Illustration 28 – Extrait de la Charte Stratigraphique BRGM (Y. Callec et al., 2006)

## 4.5 ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE DU QUATERNAIRE AU CRÉTACÉ

Dans ce chapitre, on décrit brièvement les entités délimitées en mentionnant leur "nature" (au sens du guide méthodologique national): unité aquifère (UA), unité semi-perméable (USP), unité imperméable "(UI).

### 4.5.1 Le Quaternaire : Grand domaine hydrogéologique des formations sableuses du littoral en Artois Picardie [101]

#### Sables pissards dans le bassin Artois-Picardie [101AC01 anciennement 001A01]

Les aquifères quaternaires (alluvions récentes, dunes littorales, sables « pissards »), sont des aquifères généralement peu productifs et d'intérêt local.).

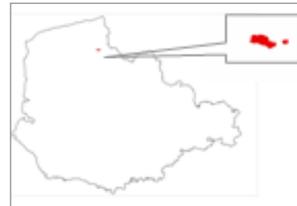


Les alluvions ne sont pas très étendues dans le Nord; elles sont constituées de limons dans lesquels des lentilles sableuses ou graveleuses constituent de petits réservoirs aquifères dont les possibilités d'exploitation, même domestiques, sont faibles. Les nappes des dunes littorales bien que peu étendues ont un intérêt écologique pour la végétation et la vie animale, Les "Sables pissards" pourraient contribuer aux ressources en eau exploitables pour la région, même si leurs caractéristiques hydrauliques et chimiques sont largement en-deçà de celles de la craie.

### 4.5.2 Grand Système Multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien (113)

#### 1) Calcaires et Sables du Lutétien dans le bassin Seine-Normandie [113AG01 anciennement 003A01]

Cette entité, regroupant les calcaires et sables du Mont des Flandres, constitue le Mont de la commune de Cassel et celui des Récollets.



Il existe une nappe près du sommet de la formation, avec pour mur l'argile du Bartonien à la base des sables et grès ferrugineux; elle alimente quelques sources ainsi que les puits de Cassel dont la ville lui doit son existence. Une autre nappe, vers la base des monts, est retenue dans les *Sables pariséliens* par l'*Argile des Flandres*; elle est plus importante que la précédente et son affleurement est souligné par une ligne de sources et de petites mares ainsi que par une végétation plus vigoureuse.

#### 2) Sables de Cuise de l'Yprésien supérieur dans le bassin Seine-Normandie [113AV00 anciennement 003B01]

Cette entité est très peu représentée dans le secteur d'étude. Sa délimitation a été reprise des travaux réalisés en Picardie.

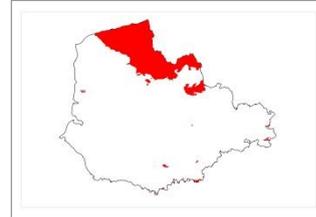


#### 4.5.3 Grand domaine hydrogéologique des Argiles de l'Yprésien inférieur (Sparnacien) du Bassin Parisien (117)

Argiles de Flandres et de Roubaix de l'Yprésien dans le bassin Artois-Picardie [117AA01 anciennement 005A01]

Argiles des Flandres, de Roubaix, d'Orchies...dans le bassin Artois-Picardie (117AA01)

L'argile Yprésienne caractérise le sous-sol de la Flandre. Elle est présente sur toute la plaine des Flandres avec une épaisseur comprise en général entre 10 à 15 mètres (mais atteignant parfois une centaine de mètres). Elle explique en partie, par la pression qu'elle exerce, la fermeture de fissuration de la craie Sénonienne.



#### 4.5.4 Grand système multicouche du Paléocène du Bassin Parisien [119]

Dans la version de 2010 de ce rapport ce grand système multicouche regroupait le Paléocène et le Crétacé (Grand Système Multicouche du Paléocène au Crétacé supérieur (Séno-Turonien). Le Paléocène n'a pas de subdivision NV2 (119AA), en NV3 il est divisé en une unité aquifère (Sables d'Ostricourt et de Grandglise) et une unité imperméable constituée d'argiles (Argiles de Louvil).

Sables d'Ostricourt (marins) et de Grandglise (continentaux) dans le bassin Artois-Picardie [119AA01 anciennement 007A01]

Il s'agit des sables verts et glauconieux qui sont exploités au niveau de la plaine des Flandres, là où la craie est improductive; ils sont aussi présents au niveau de la dépression d'Orchies.

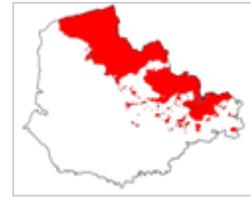


La nappe des *Sables verts Landénien* devient captive sous l'*Argile des Flandres* et se trouve isolée de la craie sous-jacente par l'*Argile de Louvil*. Les forages individuels sont nombreux mais l'utilisation est limitée (1 à 3 m<sup>3</sup>/h). Les eaux sont bicarbonatées sodiques, légèrement sulfatées et un peu ferrugineuses.

Plus au sud, hors la plaine des Flandres et la cuvette d'Orchies, cette formation ne subsiste que par lambeaux sous forme de placages. Ces placages ont été extraits de la carte géologique harmonisée et intégrés dans la surcouche des "*Entités complémentaires*" afin que le découpage soit le plus homogène possible (l'un des critères de construction du référentiel) avec les régions limitrophes (cf. §3.3.5).

Argile de Louvil et de Clary, Tuffeaux de St-Omer et de Valenciennes dans le bassin Artois-Picardie [117AI01 anciennement 007B01]

Cette argile sableuse, noirâtre ou gris foncé et contient quelques petits galets de silex verdis à la surface et d'une puissance de 20 à 30 m, mais pouvant occasionnellement être réduite à une dizaine de mètres. Cette variation d'épaisseur se fait très généralement en sens inverse de celle des Sables d'Ostricourt, de sorte que la puissance totale du Landénien oscille souvent autour de 40 m mais peut atteindre 45 à 50 m (Noordpeene, Millam).



#### 4.5.5 Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) (121)

Ce grand système était initialement regroupé avec le grand système du Paléocène (voir 119).

Ce grand système est surtout représenté par les craies du Cénomaniens, du Turonien, du Coniacien et du Santonien reposant sur le socle primaire (Silurien), l'ensemble des couches étant faiblement incliné vers le nord-est, c'est-à-dire vers le centre du bassin des Flandres où leur épaisseur globale dépasse 200 m. La superficie totale du domaine, ainsi que ses bonnes caractéristiques hydrauliques en font l'aquifère le plus important en extension.

L'échelle stratigraphique ci-dessous précise les subdivisions du Crétacé.

<b>Crétacé</b>	<b>Supérieur</b> <b>c</b>	Maastrichtien <b>c6</b>	<b>Sénonien</b>	Maastrichtien supérieur <b>c6b</b>
				Maastrichtien inférieur <b>c6a</b>
		Campanien <b>c5</b>		Campanien supérieur <b>c5c</b>
				Campanien moyen <b>c5b</b>
				Campanien inférieur <b>c5a</b>
		Santonien <b>c4</b>		Santonien supérieur <b>c4c</b>
				Santonien moyen <b>c4b</b>
		Santonien inférieur <b>c4a</b>		
	Coniacien <b>c3</b>	Coniacien supérieur <b>c3c</b>		
		Coniacien moyen <b>c3b</b>		
		Coniacien inférieur <b>c3a</b>		
	Turonien <b>c2</b>	Turonien supérieur <b>c2c</b>		
		Turonien moyen <b>c2b</b>		
		Turonien inférieur <b>c2a</b>		
<b>Inférieur</b> <b>n</b>	Cénomaniens <b>c1</b>	<b>Néocomien</b>	Cénomaniens supérieur <b>c1c</b>	
			Cénomaniens moyen <b>c1b</b>	
			Cénomaniens inférieur <b>c1a</b>	
	Albien <b>n6</b>		Albien supérieur <b>n6c</b>	
			Albien moyen <b>n6b</b>	
			Albien inférieur <b>n6a</b>	
	Aptien <b>n5</b>		Aptien supérieur <b>n5b</b>	
	Aptien inférieur <b>n5a</b>			
Barrémien <b>n4</b>	Barrémien supérieur <b>n4b</b>			
	Barrémien inférieur <b>n4a</b>			
Hauterivien <b>n3</b>	Hauterivien supérieur <b>n3b</b>			
	Hauterivien inférieur <b>n3a</b>			
Valanginien <b>n2</b>	Valanginien supérieur <b>n2b</b>			
	Valanginien inférieur <b>n2a</b>			
Berriasien <b>n1</b>	Berriasien supérieur <b>n1c</b>			
	Berriasien moyen <b>n1b</b>			
	Berriasien inférieur <b>n1a</b>			

Illustration 29 – Subdivisions stratigraphiques du Crétacé

#### 4.5.6 Craies blanches et Craies grises (le Tun et la Meule) dans le bassin Artois-Picardie [121AG01 anciennement 007C01]



La craie du Séno-Turonien contient une nappe libre qui est quasiment continue dans la plaine d'Arras, le Béthunois, la région de Lille et de Lens ainsi que dans le Douaisis, le Cambrésis et le Valenciennois.

Cette nappe est contenue dans les craies où les fissures sont suffisamment ouvertes pour permettre un écoulement gravitaire. En effet, plus aquiclude qu'aquifère (cette craie est un milieu hydrauliquement hétérogène), la craie devient aquifère grâce au développement d'un réseau de fissures bien interconnectées.

En bordure de la dépression d'Orchies et de la plaine des Flandres, la nappe est contenue dans les niveaux les plus élevés du Turonien supérieur-Sénonien. Elle devient captive sous les couvertures des Argiles des Flandres et de Louvil. On rencontre même de l'artésianisme dans une frange bordant les limites d'affleurement du Thanétien et sur une largeur de quelques kilomètres.

Plus localement, la craie sub-affleurante peut se trouver confinée sous des alluvions peu perméables qui peuvent rendre la nappe captive (comme dans la basse vallée de la Canche par exemple).

Les limites de l'aquifère ont été déduites des données de forages (épaisseur, paramètres hydrodynamiques) et des cartes disponibles du toit de la formation (Caulier, Minguey).

En 2012, la présente entité a été divisée en deux parties distinctes [121AT01] et [121AU01]. Les contours ont été modifiés incluant la partie Nord du bassin jusqu'à la frontière Belge.

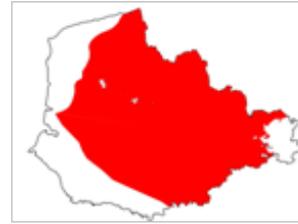


Le Turonien supérieur s'étend sur presque toute la région (sauf l'Avesnois). La distinction entre craie d'âge Turonien supérieur et Sénonien devient impossible sans repères micropaléontologiques. C'est pourquoi on associe au Turonien supérieur (craies à *Micraaster leskei*) des craies grises parfois glauconieuses, souvent riches en silex qui se terminent par un niveau de craie noduleuse (le "tun") ou de craie durcie par cristallisation de calcite (la "meule"). Des modifications des contours ont été effectuées.

L'épaisseur de la craie du Turonien supérieur – Sénonien dépasse la centaine de mètres dans le Boulonnais et sous la plaine des Flandres mais se réduit à une dizaine de mètres sur l'anticlinal du Mélançois.

Dièves du Turonien (Thierache-Vermandois-Noyonnais) dans le bassin Artois-Picardie (Dièves vertes) [121AW01 anciennement 007F01]

Le Turonien inférieur est représenté par des marnes argileuses verdâtres dites à *Inocerames labiatus* ou " *Dièves vertes*" suivies d'alternance de marnes et de bancs crayeux (Marnes à *Terebratula rigida*, Turonien moyen). Cette succession se retrouve pratiquement dans toute la région avec tout de même des réductions d'épaisseur au niveau des zones anticlinales du Mélantois.



**4.5.7 Grand système multicouche du Cénomaniens à l'Albien supérieur du Bassin Parisien [123]**

Ce grand système lors de l'édition 2010 de ce rapport ne contenait pas les argiles de l'Albien (Argiles de Gault) qui étaient identifiées comme un grand système à part) celles-ci ont été rattachées au grand système multicouche du Cénomaniens et de l'Albien et ont été distinguées au niveau 3.

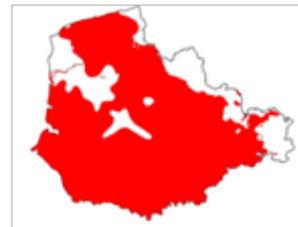
1) Craies et Marnes (Dièves blanches) du Cénomaniens sur sables grossiers glauconieux (Tourtia) dans le bassin Artois-Picardie [123AK03 anciennement 009A01]

Les assises du Cénomaniens sont dans l'ensemble plus riches en craie et plus épaisse dans le pourtour de la " *boutonnière*" du Boulonnais que dans tout le reste de la région Nord-Pas-de-Calais. Il n'y a pas de dépôt cénomaniens au niveau de l'anticlinal du Mélantois. A l'est, le Cénomaniens n'est plus représenté que par un calcaire grossier recouvert par le " *Tourtia*" (conglomérat à galet de roches paléozoïques pris dans une matrice argilo-sableuse glauconifère).



2) Craie marneuse et glauconieuse du Cénomaniens dans le bassin Artois-Picardie [123AK01 anciennement 009B01]

Cette craie, très marneuse, ne renferme pas de nappe exploitable. La mer cénomaniens étant venue de l'Ouest, l'épaisseur de cette formation se réduit vers l'est, cédant progressivement la place au " *Tourtia*".



#### 4.5.8 Argiles du Gault, Marnes et Gaizes du Cénomanien inférieur et de l'Albien supérieur du Bassin parisien

Argiles du Gault de l'Albien supérieur dans le bassin Artois-Picardie [125AA01 anciennement 011A01]

Les argiles de l'Albien affleurent de façon continue sur le pourtour de la boutonnière du Boulonnais ainsi que dans l'extrême Est de la région picarde (en dehors du secteur d'étude).

Ces argiles sont pratiquement absentes dans le département du Nord et ont une épaisseur d'une dizaine de mètres sur le reste du secteur d'étude. Des cartes du toit de l'Albien-Aptien et quelques centaines de données de forages ont permis de délimiter cette entité.



#### 4.5.9 Grand système multicouche du Crétacé inférieur du Bassin Parisien [127]

1) Sables verts de l'Albien dans le bassin Artois-Picardie [127AA11 anciennement 013A01]

Cette formation, peu épaisse dans le Pas de Calais (10 m) et pratiquement inexistante dans le département du Nord, présente une faible épaisseur comme le montre l'illustration 39 ci-après. La formation tend à s'épaissir vers le sud.



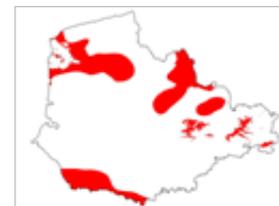
2) Argiles de l'Aptien-Barrémien dans le bassin Artois-Picardie [127AC11 anciennement 013B01]

Aucun log ne traverse cette formation dans la région Nord-Pas-de-Calais, elle n'est identifiée que par quelques sondages en région Picarde. La délimitation de cette entité a donc été reprise de celle présentée dans la *Synthèse géologique du Bassin de Paris*.



3) Sables, Grès et Argiles d'origine continentale du Néocomien (Crétacé inférieur), en "poches" dans les terrains sous-jacents, dans le bassin Artois-Picardie [127AE01 anciennement 013C01]

4) Sables et Grès du Néocomien (Crétacé inférieur) du bassin Seine-Normandie et du Sud du bassin Artois-Picardie [127AG11, Cette entité n'existait pas dans la précédente version.]



Les Sables du Néocomien ou "*faciès Wealdien*", rassemblent les Sables, Grès et Argiles du Valanginien, Hauterivien et du Barrémien (d'après la *Synthèse géologique du Bassin de Paris*).

La plupart du temps, ces sables ne sont présents que sous forme de poches, ce faciès était très bien connu des mineurs du "Houiller" et désigné par le terme de "*torrent d'Anzin*" en raison de la quantité d'eau que ces sables libéraient lorsqu'ils étaient traversés.

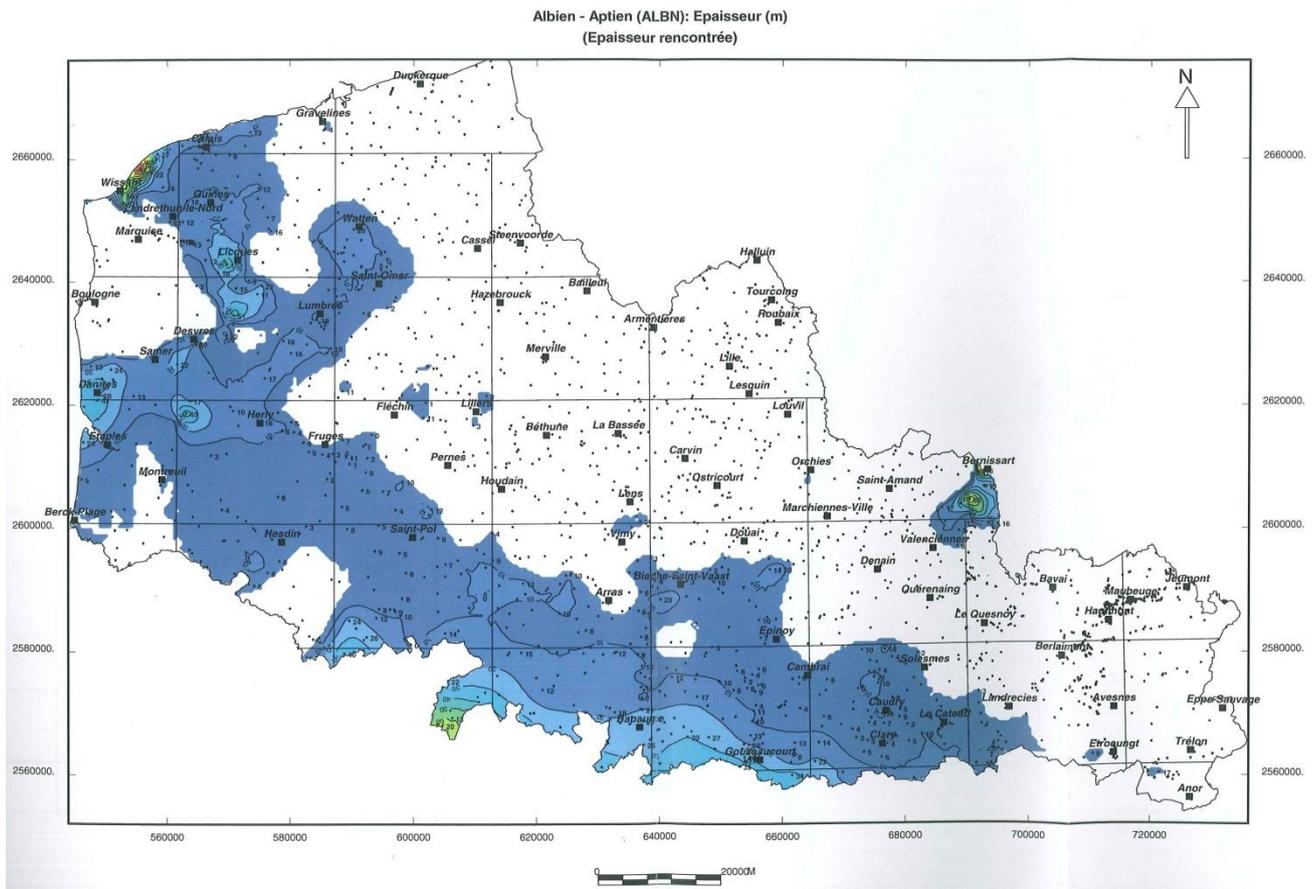


Illustration 30 - épaisseur de l'Albien- Aptien (B.Minguely)

#### 4.6 ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE DU JURASSIQUE AU TRIAS

Dans le bassin le Jurassique est discontinu, les formations jurassiques du Boulonnais étant en effet séparés de plusieurs dizaines de km des formations profondes du sud du bassin. **Les entités du Jurassique ont donc été subdivisées en 2 groupes distincts: les entités du Boulonnais et celles de la partie sud du bassin.**

Le jurassique n'est connu que dans la boutonnière du Boulonnais à l'affleurement et au sud de la région, où son toit tend à s'enfoncer à plus de 100 m, en sondages.

Le Boulonnais "comprend de nombreuses couches perméables dont les principales sont les calcaires du Bajo-Bathonien, l'Oolithe d'Hesdin-l'Abbé (Oxfordien), les calcaires de Brecquerecques et du Moulin-Wibert, les grès de Châtillon, de la Crèche et de la Pointe aux Oies (Kimmeridgien-Tithonien). La faible puissance de ces couches (15 m au maximum) et des assises peu perméables qui les séparent (marnes et argiles) fait que l'ensemble peut être considéré comme un aquifère multicouche soumis à des phénomènes de drainage descendante, les réservoirs inférieurs étant de fait les plus intéressants car les plus étendus. Ceci est le cas de l'Oolithe d'Hesdin-l'Abbé et des calcaires de Brecquerecques, du Kimméridgien inférieur (ex Rauracien). On a donc affaire globalement à une seule nappe dont la surface est libre dans les couches supérieures ainsi qu'aux abords des affleurements et qui devient captive ou semi-captive au centre des couches inférieures. La réalimentation naturelle de l'ensemble est toujours assurée par l'impluvium direct du domaine tandis qu'il se trouve drainé par de nombreuses sources de déversement se jetant dans la Slack et ses ruisseaux affluents ainsi que par la mer, le long du littoral" (extrait pour partie de la notice de la carte géologique n° 5, Mansy et al.).

La série stratigraphique jurassique, visible dans le Boulonnais (illustration 31), est en grande partie argileuse avec des intercalations calcaires ou gréseuses qui peuvent constituer des aquifères d'intérêt local non négligeable.

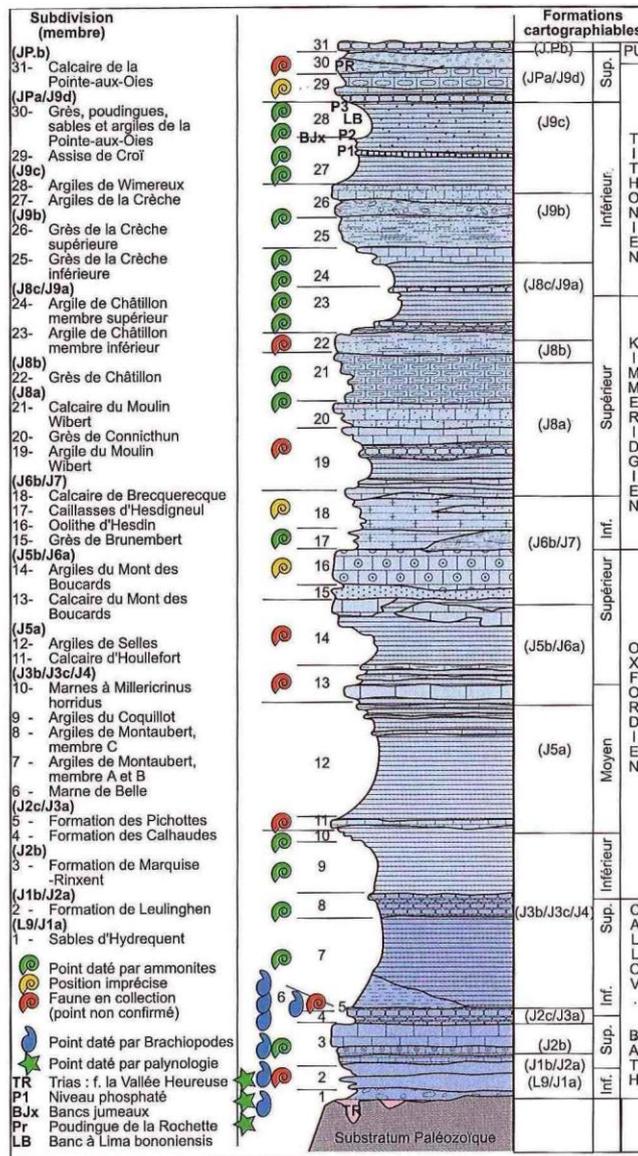


Illustration 31 – Série synthétique et simplifiée des formations jurassiques du Boulonnais (J.Thierry et al., 1996)

Remarque : pour le sud du secteur d'étude, les affleurements du Jurassique étant inexistant et les sondages profonds rares, les délimitations des entités de niveau 2 pour ce système réalisées pour la région Picardie ont été reprises en tenant compte des variations latérales de faciès. Les limites ont été calées sur les derniers sondages ayant rencontré les formations jurassiques.

#### 4.6.1 Grand système aquifère du Tithonien du Bassin Parisien [131]

Le Tithonien forme un système aquifère qui affleure dans le Boulonnais et qui est reconnu par sondages dans le sud du Bassin Artois-Picardie.

Dans le Boulonnais, 3 entités NV3 ont été délimitées, [131AA11 anciennement 015A01], [131AA13 anciennement 015A02], [131AA15 anciennement 105A03], décrites ci-dessous.



- 1) Grès, Calcaires et Argiles du Tithonien du sud du bassin Artois-Picardie [131AA11 anciennement 015A01]

Il s'agit d'un ensemble de grès calcaireux dit de la "Pointe aux Oies" (d'une épaisseur de 12 m, Grès, Calcaires et Sables en 3 parties sensiblement égales) couronné par 2 à 3 m de calcaires lacustres. Le Tithonien n'est représenté à l'affleurement que dans la boutonnière du Boulonnais; il réapparaît dans la boutonnière du Pays de Bray (hors secteur d'étude).

- 2) Assise de Croï, Argiles de Wimereux et de la Crèche du Boulonnais dans le bassin Artois-Picardie [131AA13 anciennement 015A02]

Il est représenté par les Grès, Poudingues, Sables et Argiles de *la Pointe aux Oies*, par l'assise de *Croï* et les Argiles noires de *Wimereux et de la Crèche*.

- 3) Grès de la "Crèche" (Sables et Calcaires gréseux du Boulonnais) dans le bassin Artois-Picardie [131AA15 anciennement 015A03] Cette entité correspond à la formation des *Grès de la Crèche*, généralement divisée en 2 voire 3 sous-unités :
  - une unité supérieure constituée de bancs calcaires massifs alternant avec des passées argilo-sableuses,
  - une unité de marnes intercalaires composée d'argiles noires massives,
  - une unité inférieure constituée de grès en bancs métriques séparés par des sables fins.

#### 4.6.2 Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien [133]

Cette entité comprenait initialement une NV2 et une seule NV3. L'entité NV2 a été conservée cependant celle-ci est subdivisée en deux entités NV3 (Des modifications des contours ont été effectuées.).

Argiles du Tithonien inférieur au Kimméridgien du sud du bassin Artois-Picardie [133AA15 anciennement 017A01] et Argile de Châtillon du Boulonnais dans le bassin Artois-Picardie [133A17]

Cette unité imperméable est représentée par les *Argiles de Châtillon* qui sont des argiles noires massives ou feuilletées à bancs épais de calcaire argileux. Leur épaisseur est de 20 à 30 m.

Dans la partie sud, l'entité correspondante est codée (133AA15 anciennement 017A02).



#### 4.6.3 Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien supérieur du Bassin Parisien [135]

Grès et Calcaires du Kimméridgien [135AA13 et 135AA15 anciennement UA, 019A01 et 019A02]

Cette entité regroupe les formations des Grès de Châtillon aux Grès de Brunembert (et équivalents, cf. synthèse du Bassin de Paris).



Les *Grès de Châtillon* sont constitués de sables et de grès glauconieux sur une épaisseur de 5 m

Marqué par une nette discontinuité avec les *Calcaires du Moulin Wibert*, les *Grès de Connicthun* sont des sables glauconieux. (135AA13)

Les *Argiles du Moulin Wibert* sont composées d'une alternance de bancs argileux centimétriques et de calcaire argileux ou gréseux (20m).

*Grès de Brunembert*, *Oolithe d'Hesdin l'Abbé*, *Caillasses d'Hesdigneul* et *Calcaire de Brequerecque* forment un ensemble se présentant comme une masse à dominante calcaire noyée entre deux masses argileuses. (135AA15)

Dans la partie sud, les Grès et Calcaires du Kimméridgien constituent l'entité codée 135AA11 (anciennement 019B01).

#### 4.6.4 Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovien du Bassin Parisien (137)

Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien [137AB anciennement 021A]

Elles correspondent aux formations géologiques comprises entre les Argiles du Mont des Boucards et les Marnes de Belle. Dans le Boulonnais, trois entités NV3 superposées ont été distinguées, décrites ci-dessous.



- Les *Argiles du Mont des Boucards* [137AB25 anciennement 021A01] sont des argiles noires de 15 m d'épaisseur.
- Les *Calcaires du Mont des Boucards* [137AB027 anciennement 021A02] sont des calcaires plus ou moins argileux, épais d'une dizaine de mètres. Les formations suivantes constituent l'entité codée [137AB29 anciennement 021A03]
- Les *Calcaires d'Houllefort* et les *Argiles de Selles* sont assez mal connus et leur limite de contact très difficile à repérer ].
- Les *Marnes à Millecrinus horridus* constituent un horizon avec alternance d'argiles noires et de bancs décimétriques

de calcaires soit très argileux ou micritiques.

- Les *Argiles du Coquillot* sont des argiles à bancs calcaires argileux. Leur épaisseur n'est que de quelques décimètres.
- Les *Argiles de Montaubert* sont des argiles à bancs décimétriques légèrement indurés de siltite et quelques lits gréseux à la base.
- Les *Marnes de Belle* se présentent sous forme de lentilles lumachelliques à Gryphea noyées dans une matrice d'argile et de calcaires argileux à oolithes ferrugineuses.

Au sud, les formations équivalentes ont été regroupées en une seule entité, codée [137ZB23 anciennement 021A04].

#### 4.6.5 Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien (139)

1) Calcaires du Callovien à l'Oxfordien [139AM11 et 139AM13 anciennement respectivement 023A02 et 023A01]

Les calcaires du Callovien à l'Oxfordien correspondent aux formations des Pichottes et des *Calhaudes*.

La formation *des Pichottes* (1 à 5 m) est constituée de calcaires oobioclastiques en gros bancs métriques et à base argileuse. Leur limite avec les *Marnes des Calhaudes* puissante de 2 à 3 m (ces deux formations sont souvent regroupées du fait de leur faible épaisseur) n'est pas toujours nette.

Au sud, l'entité correspondante est codée [129AM11 anciennement 023A02].

2) Marnes du Bajocien [139AN03 anciennement 023B01]

Les Marnes du Bajocien sont identifiables par la présence d'*Ostrea acuminata*.

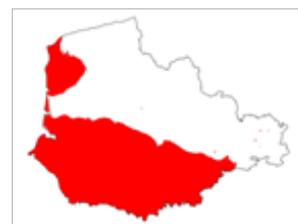
Cette formation est reconnue par quelques sondages au sud de la région Picardie (hors secteur d'étude). Ces sondages rencontrent les marnes à près de 2000 m de profondeur indiquent une épaisseur d'environ 50 m. la délimitation présentée dans la *Synthèse géologique du Bassin de Paris* a été très utile pour compenser le manque de données lithologiques.

3) Calcaires, Marnes et Sables du Bajocien au Bathonien

Dans le Boulonnais, l'entité [139AM15 anciennement 023C01], épaisse de 17 à 18 m est constituée de calcaires bioclastiques ou oolithique (*Calcaire de Rinxent et Oolithe de Marquise*).

Dans le sud du bassin, l'entité équivalente est codée [139AP01 anciennement 023C02].

Les 2 entités sont considérées aquifères.



#### 4.6.6 Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inférieur (Lias) du Bassin Parisien

##### 1) Marnes du Lias supérieur [141AA anciennement 025A]

Les dépôts d'âge Toarcien sont constitués par des marnes argileuses, légèrement bitumineuses alternant avec des calcaires argileux micritiques. Dans le Boulonnais, le Toarcien n'est connu que par quelques sondages et correspond au niveau à lumachelle d'astartes.

Deux entités ont été délimitées: l'une dans le Boulonnais, codée [141AA05 anciennement 025A01], l'autre au sud, codée [141AA03 anciennement 025A02].



##### 2) Calcaires argileux et Grès du Lias inférieur. [141AF anciennement 025B]

Ont été regroupés dans la formation des *Calcaires argileux et Grès du Lias inférieur*, le Sinémurien et l'Hettangien (par lequel le Lias débute). Le Lias correspond à une transgression sur des massifs déjà anciens fortement érodés. Il est aussi marqué par une sédimentation détritique souvent très fine : silts et argiles parfois carbonatées.

Deux entités ont été délimitées: l'une dans le Boulonnais, codée [141AF03 anciennement 025B01], l'autre au sud, codée [141AF01 anciennement 025B02].



#### 4.6.7 Grand système multicouche du Trias inférieur du Bassin Parisien (143)

Sables et Grès du Trias moyen à supérieur. [143AA anciennement domaine 027A]

Le Trias n'affleure ni dans la région Nord-Pas-de-Calais, ni dans la région Picarde. Dans le bassin Artois-Picardie, le Trias n'a été recoupé que par un seul forage profond. Cette formation est puissante de 10 à 20 mètres à l'extrême sud-est du bassin où il est uniquement présent. La délimitation de cette entité a été déduite des ouvrages bibliographiques et notamment de la *Synthèse géologique du Bassin de Paris*. (143AA01)



### 4.7 ENTITÉS DU THÈME SOCLE

Il existe, en région Nord-Pas de Calais, une étroite relation entre le substratum paléozoïque et la couverture méso-cénozoïque (B. Minguely). En effet, l'étude et l'analyse de multiples données ont permis de mettre en évidence la forte influence structurale datant du Paléozoïque sur la configuration actuelle des couvertures sédimentaires.

Les limites des entités de socle ont été définies grâce aux travaux réalisés sur les cartes de la *Synthèse géologique du Bassin de Paris*, affinées par des travaux plus récents. L'illustration 32

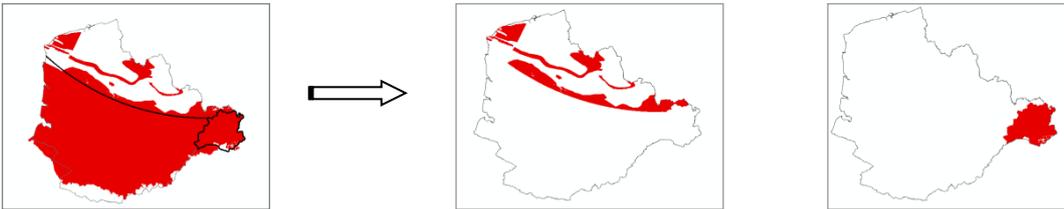
présente un écorché du Paléozoïque et l'illustration 33 localise les zones cartographiées à l'affleurement dans la partie Est du bassin.

Ces cartes ont été reprises et retravaillées sur la base de forages et de données de géophysiques (sismique, gravimétrie, magnétisme...) rendues disponibles par les compagnies pétrolières, le C.N.R.S. ainsi que par le B.R.G.M.

Le sud du secteur d'étude est très peu fourni en données (la région Nord-Pas-de-Calais, de par son historique houiller, comporte plus d'information de forages profonds que la région Picardie); les quelques données de forages profonds ont été utilisées et extrapolées afin de compléter ces cartes.

Remarques:

1) Le socle est bien sûr présent en profondeur dans tout le bassin. Il n'a donc été délimité ici que dans la partie nord du bassin en raison de son importance et dans la partie Est au niveau des affleurements (illustration ci-dessous).



2) Contrairement aux autres domaines de socle (Massif Armoricain, Massif Central...) où la délimitation du socle a été faite uniquement au niveau des affleurements par subdivision en bassins versants (utilisation de la BD-Carthage), la délimitation a été faite ici en profondeur, sur une base stratigraphique (par subdivisions du Carbonifère et du Dévonien), et de même au niveau des affleurements pour des raisons de continuité.

L'illustration 34 permettra un repérage dans l'échelle des temps géologiques des étages stratigraphiques mentionnés ci-après.



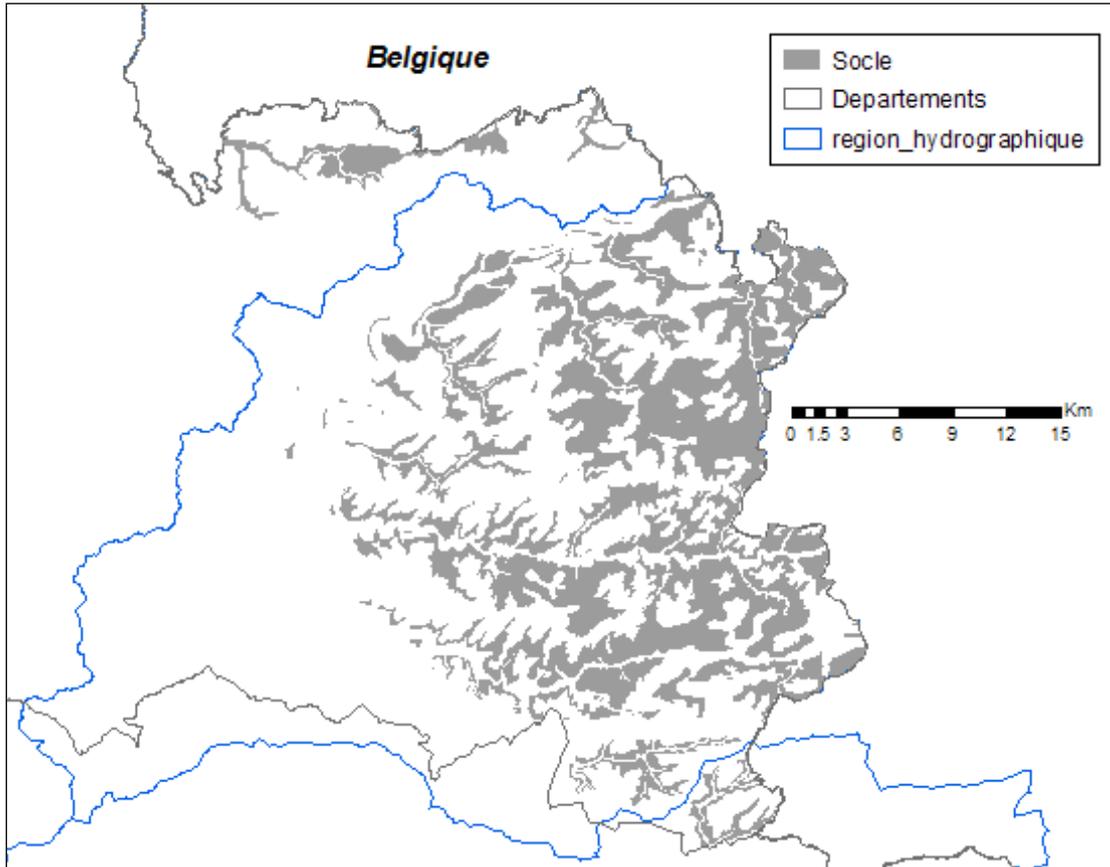


Illustration 33 – Affleurements du socle à l'Est du bassin Artois Picardie

Carbonifère	Penn-sylvanien	Supérieur	Gzhélien	303.9 ±0.9			Carbonifère supérieur = Silesien (continental) en France	Stéphanien	h5	
			Kasimovien	306.5 ±1.0		305 3/5		Westphalien	h4	
		Moyen	Moscovien	311.7 ±1.1						
		Inférieur	Bashkirien	318.1 ±1.3		315 ±5		Namurien	h3	
	Mississippien	Supérieur	Serpukhovien	326.4 ±1.6	🔪		325 ±5			
		Moyen	Viséen h2	345.3 ±2.1			345	Carbonifère inférieur = Dinantien	Viséen	h2
Inférieur		Tourmaisien h1	359.2 ±2.5	🔪	355 3/5	★	h1-2	Tourmaisien	h1	
Dévonien	Supérieur d6-7		Faménnien d7	374.5 ±2.6	🔪	365 ±5	★		Faménnien	d7
			Frasnien d6	385.3 ±2.6	🔪	375 ±5	★			
	Moyen d4-5		Givetien d5	391.8 ±2.7	🔪	380				
			Eifelien d4	397.5 ±2.7	🔪	390 ±5	★			
	Inférieur d1-3		Emsien d3	407.0 ±2.8	🔪	400				
			Pragien d2	411.2 ±2.8	🔪		★			
			Lochkovien d1		🔪					

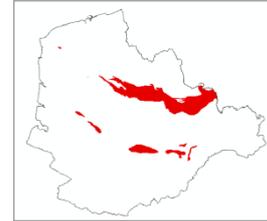
Illustration 34 – Extrait de la Charte Stratigraphique BRGM (Y. Callec et al., 2006)

#### 4.7.1 Les domaines du Socle (149)

##### Le Houiller

L'entité de niveau 2 [149AA anciennement Domaine 030A] regroupe les formations d'âges Namurien et Westphalien.

Le bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais est le prolongement souterrain du synclinorium de Namur compris entre les massifs des Ardennes et du Brabant. Il s'étend sur environ 100 km sous un recouvrement variant de 20 à 250 mètres de terrains appartenant au Cénomaniens, au Turonien et au Sénonien. Celui-ci s'ennoie vers l'Ouest et réapparaît dans le Boulonnais. La cartographie relative au bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais a pris pour base les travaux réalisés par P. Pruvost et A. Bourzo.



Les limites de la bordure sud ont été très légèrement décalées dans cette même direction car l'écorché ne précise pas la présence du Namurien-Westphalien sous le Dévonien qui chevauche celui-ci de par le jeu de la faille du Midi (44).

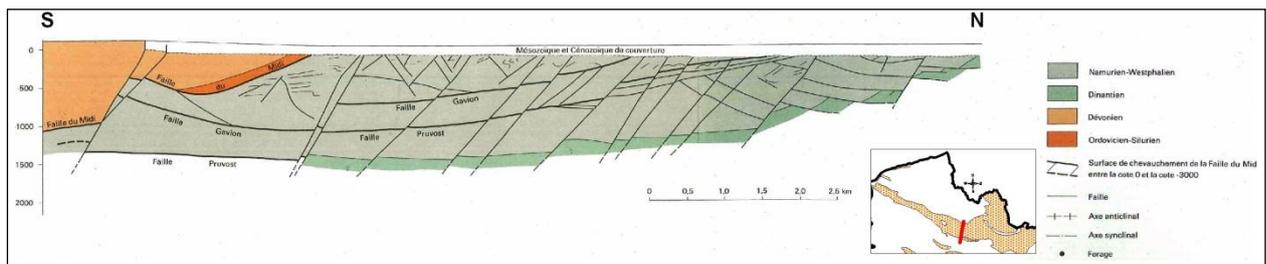
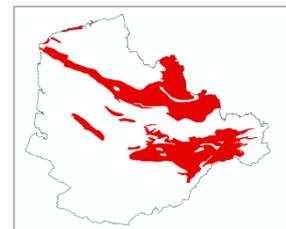


Illustration 35 - Coupe géologique nord-sud du socle (région Est de Béthune)  
(Extrait de la synthèse du Bassin de Paris)

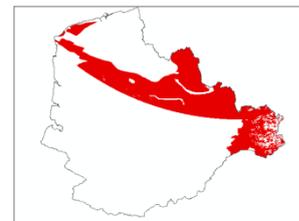
##### Dinantien [149AC anciennement Domaine 030B]

Le Dinantien regroupe les formations Viséen -Tournaisien contenant le calcaire Carbonifère, aquifère largement exploité dans la région Lilloise. La ville de Saint-Amand est d'ailleurs aussi connue de par les sources chaudes et sulfatées fournies par cet aquifère.



##### Struno-Faménnien [149AE Domaine 030C]

Le Struno-Faménnien regroupe les structures du Strunien et du Faménnien. Ces formations de socles sont essentiellement constituées de schistes, de calcaires (schistes et calcaires d'Etroeungt et schistes de la Famenne) et de psammites (roche détritifique sédimentaire).



Le Strunien est une formation imperméable qui sépare le Dévonien schisto-gréseux à bancs calcaires et le Dinantien calcaire.

Les sédiments Faménnien sont essentiellement schisteux et psammitiques. Ils présentent néanmoins quelques éléments calcaires surtout vers le sommet de l'étage. Du Nord au Sud le faciès Faménnien devient de plus en plus calcaireux.

#### Dévonien moyen et supérieur [149AE Domaine 030D]

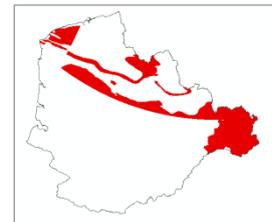
Le Dévonien moyen et supérieur, comprenant notamment les assises du Givétien, constitue un réservoir calcaireux disposé en gros bancs de 1 m à 1,5 m alternant avec de minces bancs schisteux.



#### Dévonien inférieur [149 AG Domaine 030E]

Cette entité regroupe, entre autres, les Grauwackes d'Hièrges et les Grès d'Anor.

Les Grauwackes d'Hièrges sont des grès calcaireux et argileux ayant une épaisseur de 300 m environ. Ils constituent, avec les grès d'Anor, un imperméable.



Ces grès, quartzitiques, ont une puissance d'environ 450 m et n'affleurent que sur une surface d'environ 30 km<sup>2</sup> dans les Ardennes. Ils ne sont discriminés que par les données de 5 forages profonds en région Nord-Pas-de-Calais et Picardie; les limites de cette entité ont donc été prises, par défaut d'information, aux limites du Dévonien total.

### **4.8 ENTITÉS COMPLÉMENTAIRES (SURCOUCHE DU RÉFÉRENTIEL)**

En Artois-Picardie 6 groupes d'entités "complémentaires" (au sens qui en a été donné au chapitre 2) ont été intégrées dans la "surcouche" du référentiel:

- les systèmes alluvionnaires,
- les colluvions,
- les altérites,
- les formations "résiduelles",
- les placages de sables du Thanétien,
- les autres formations superficielles.

#### **4.8.1 Systèmes alluvionnaires**

Les dépôts alluvionnaires (illustration 36 ci-après) sont peu importants. En effet, on ne rencontre pas de grandes plaines alluviales dans le Nord.

Ces dépôts se limitent à des formations sableuses et argilo-sableuses de faible épaisseur qui proviennent du remaniement des assises sur lesquelles elles reposent. Les alluvions peuvent contenir de petits niveaux aquifères soutenus par l'argile sous-jacente, ne recelant d'ailleurs qu'une médiocre quantité d'eau et de plus très souvent impropre à la consommation.

Les débits d'exhaures sont faibles, de l'ordre de quelques m<sup>3</sup>/h et les ouvrages se colmatent rapidement à cause de l'arrivée de fines.

La cartographie des alluvions correspond à la limite d'extension des plus grandes crues.

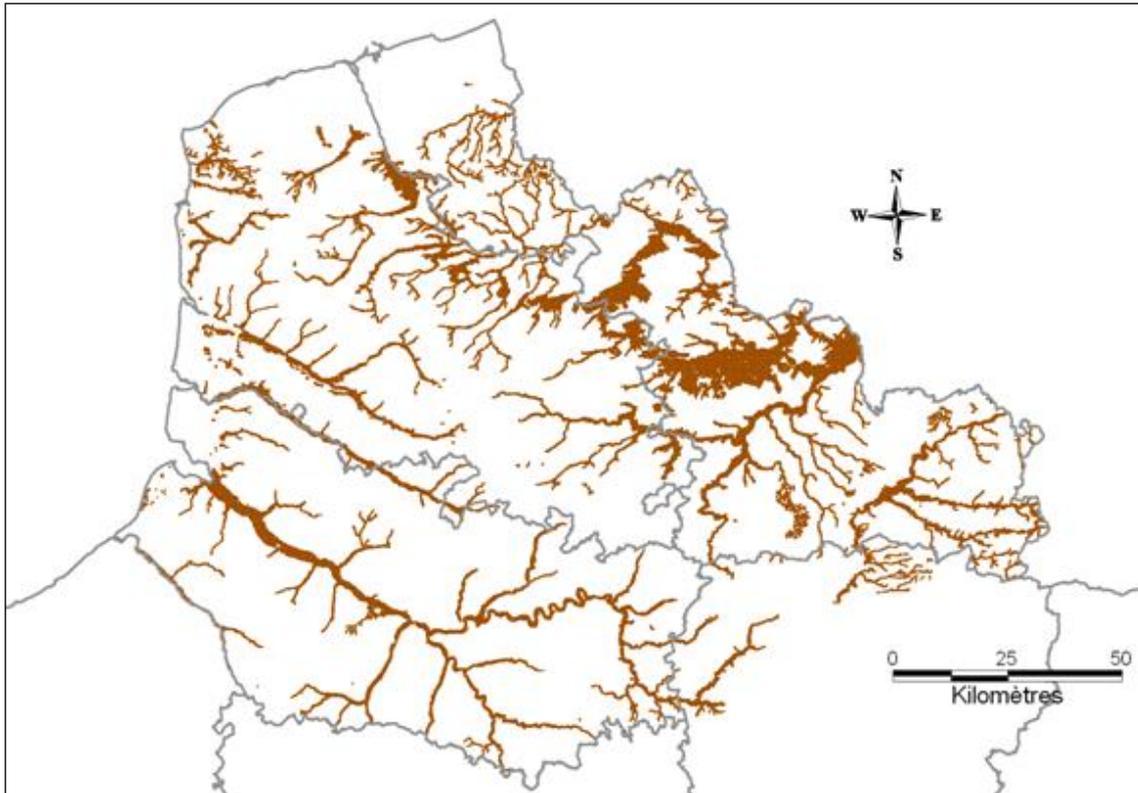


Illustration 36 – Localisation des alluvions en Artois-Picardie

#### 4.8.2 Colluvions

Ces colluvions correspondent aux dépôts quaternaires indifférenciés (colluvions limoneuses de fond de vallée et vallées sèches, limons de lavage, de pentes...) y sont incorporés les terrils et crassiers (Illustration 37).

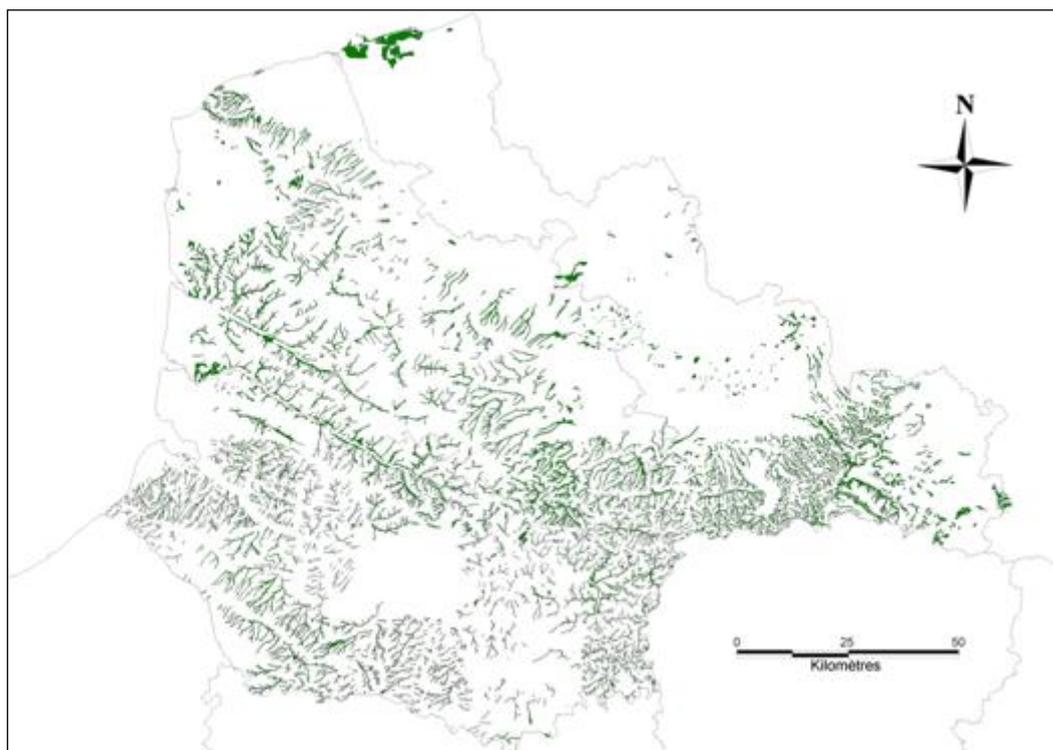
Remarque : les colluvions (notées C sur la carte géologique harmonisée) et les terrils ou crassiers (notés X sur la carte géologique harmonisée) ne sont pas différenciés.

#### 4.8.3 Les Altérites

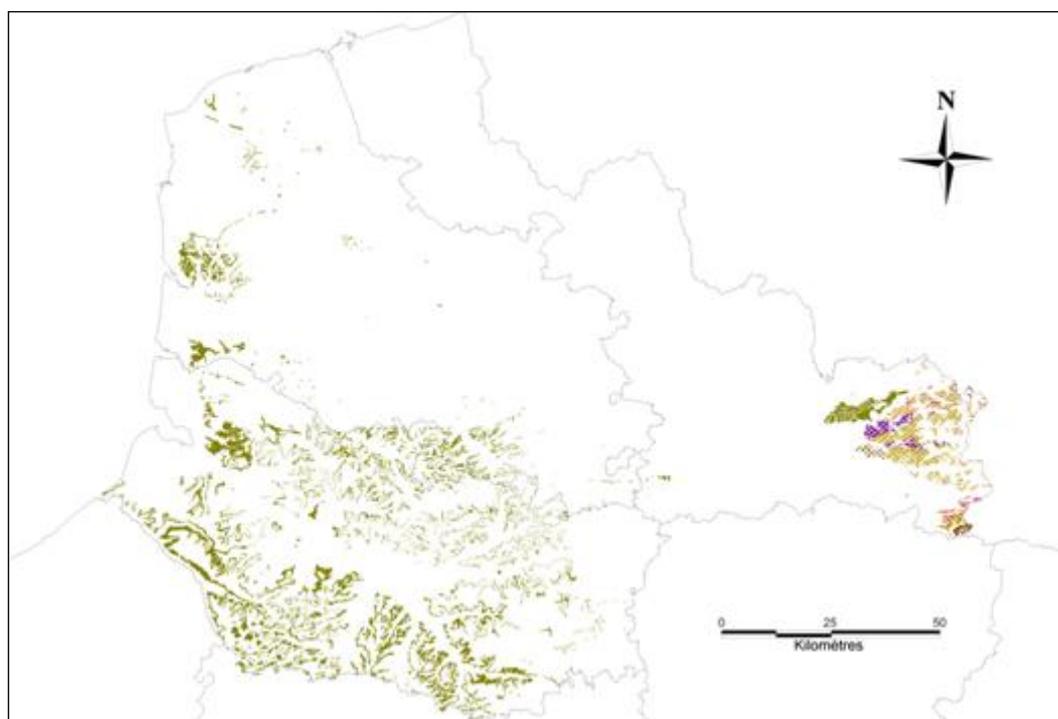
Les altérites (illustration 38) correspondent ici:

- aux altérites d'âge dévonien (à l'est, socle des Ardennes). Il s'agit d'altérites de siltite, de grès comme la formation de Vireux (Emsien inférieur) et de schistes, pour la plupart d'âge indéterminé.
- aux formations résiduelles datant du Cénozoïque présentes au sud, au sud-est et à la périphérie du Boulonnais. Ce sont des résidus d'altération de craie à silex, en poches karstiques, comprenant des apports allochtones (limons, sables, grès Landénien et petits galets résiduels), localement remaniées sur les versants (biefs à silex).

Remarque: chaque polygone est différencié selon la lithologie des altérites.



*Illustration 37 – Localisation des colluvions en Artois-Picardie.*



*Illustration 38 – Localisation des altérites en Artois-Picardie*

#### 4.8.4 Formations superficielles peu aquifères

Ces formations (illustration 39), d'intérêt hydrogéologique mineur, comprennent:

- les lœss,
- les limons et limons lœssiques,
- les formations sableuses tertiaires résiduelles,
- les cailloutis.

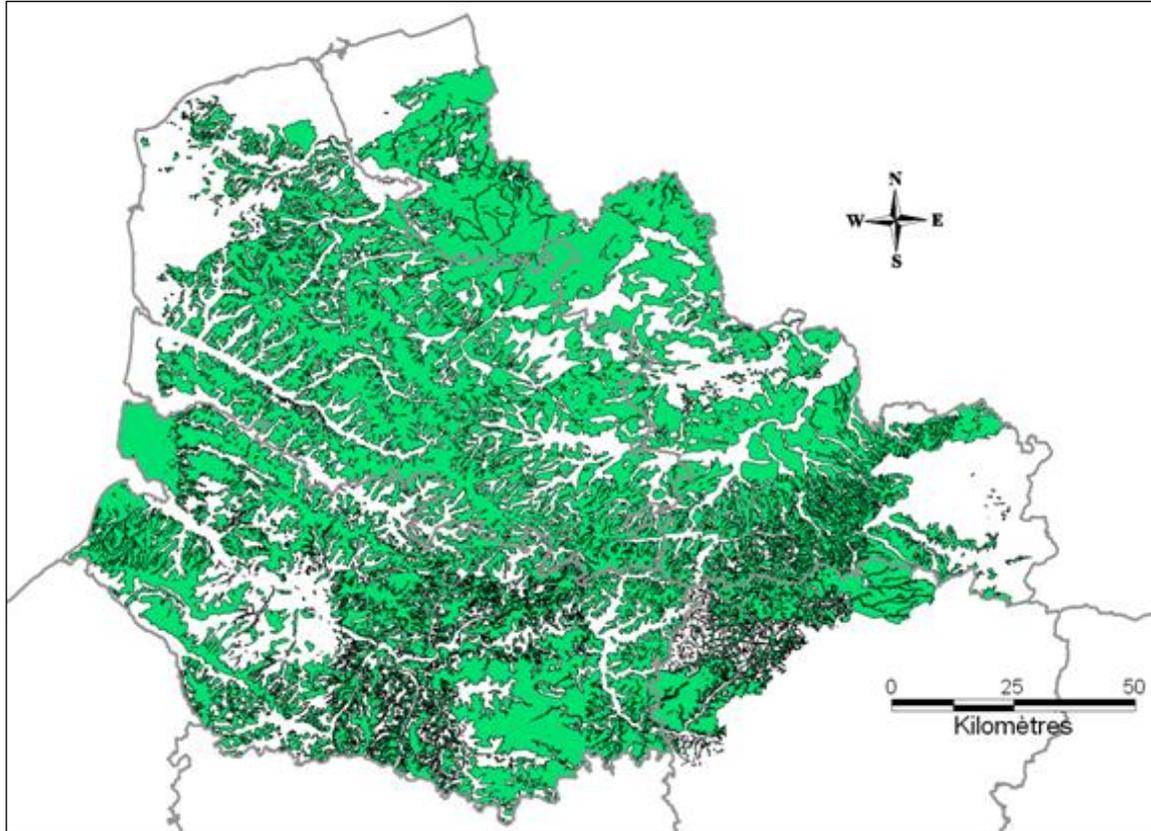


Illustration 39 - Formations superficielles peu aquifères en Artois-Picardie

#### 4.8.5 Formations "résiduelles"

Ces formations ont été extraites des cartes géologiques en retenant les 2 critères suivants:

- dimension restreinte (aire <0.5 Km<sup>2</sup>),
- faible influence hydrogéologique vis-à-vis des formations sous-jacentes.

Le libellé des polygones de cette couche permet de les rattacher à l'entité dont ils sont issus (exemple fourni par l'illustration 40).

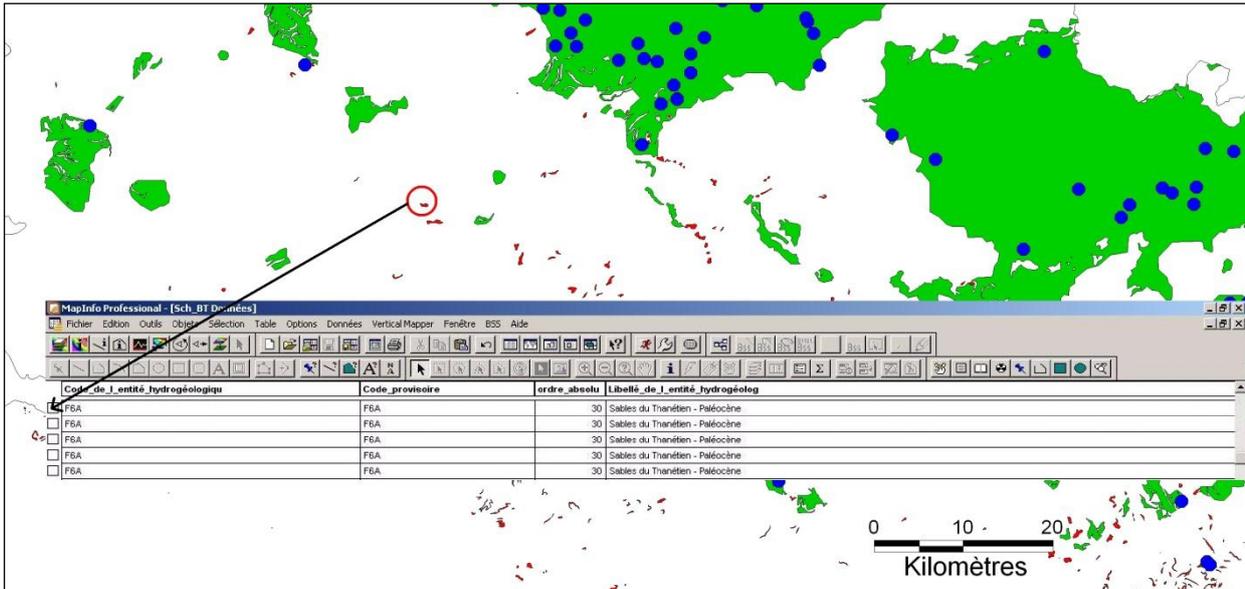


Illustration 40 - Exemple d'identification de "formations témoins"

(en rouge, unités déconnectées de l'entité proprement dite et de surface inférieures à 0,5 Km<sup>2</sup>)  
(Rattachées au "Sables d'Ostricourt", entité codée F6A01 dans le tableau multi-échelles)

#### 4.8.6 Les placages

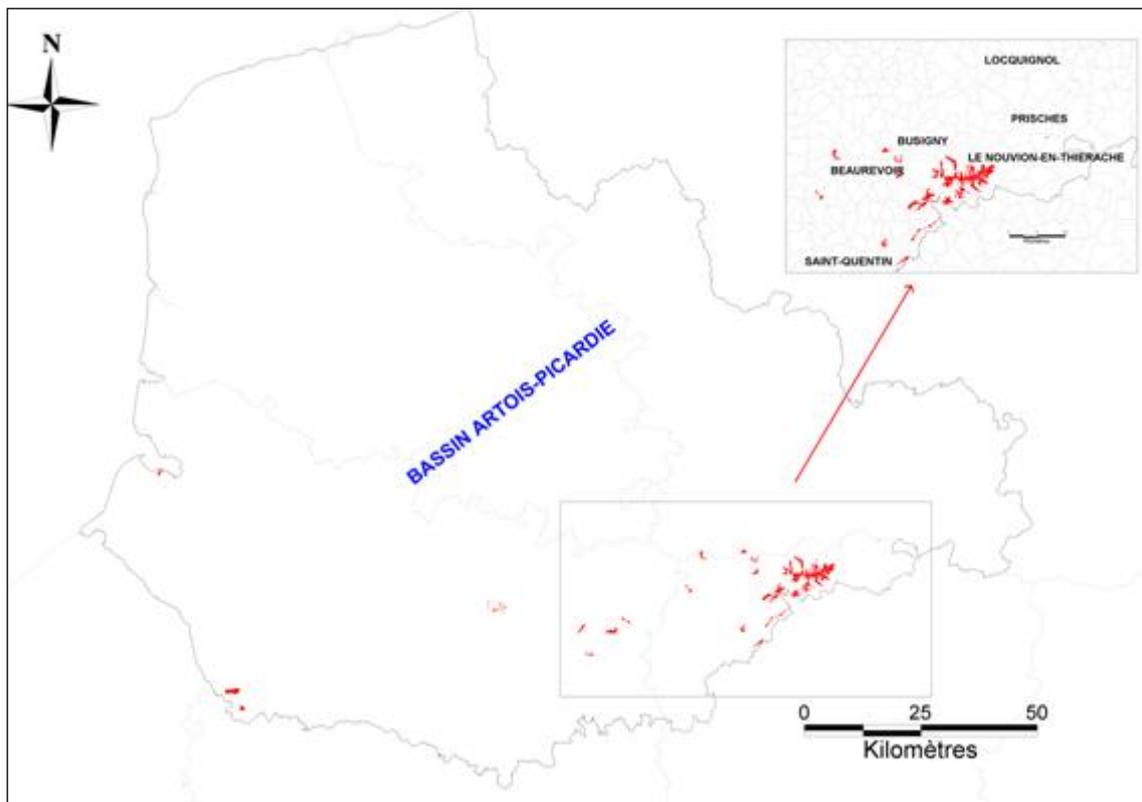
La couche des placages a été constituée en retenant 2 critères:

- faible extension et faible épaisseur,
- teneur en argiles ne permettant pas la formation d'une nappe.

Ces placages ne concernent, dans le bassin Artois-Picardie, que la formation des Sables du Thanétien (illustration 41).

Au Paléocène, dans tout le Nord de la France, une transgression marine du Landénien (Thanétien) est à l'origine de dépôts de sables glauconieux verts plus ou moins argileux et de granulométrie très fine. Ces dépôts sont accompagnés de dépôts de sables d'origine continentale.

Les sables Thanétien sont généralement associés à la craie pour constituer un aquifère bicouche, soit à nappe libre, ce qui est le cas dans la zone intermédiaire entre le Crétacé et le Tertiaire, soit à nappe captive comme c'est le cas sous le Sparnacien. Cependant, dans certains secteurs comme le Nord de l'Aisne notamment, où l'on observe des placages et des buttes témoins de Thanétien, les deux formations sont séparées par des couches argileuses (argiles de Vaux-sous-Laon) qui isolent les réservoirs sableux du réservoir crayeux. Dans ce cas, les sables Thanétien referment une petite nappe généralement permanente mais de faible importance donnant naissance à quelques petites sources qui se déversent assez rapidement dans le réservoir crayeux.



*Illustration 41 – Localisation des placages de sables du Thanétien.*

## 5 Limites des entités

### 5.1 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 42.

### 5.2 NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITÉS

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 43).

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

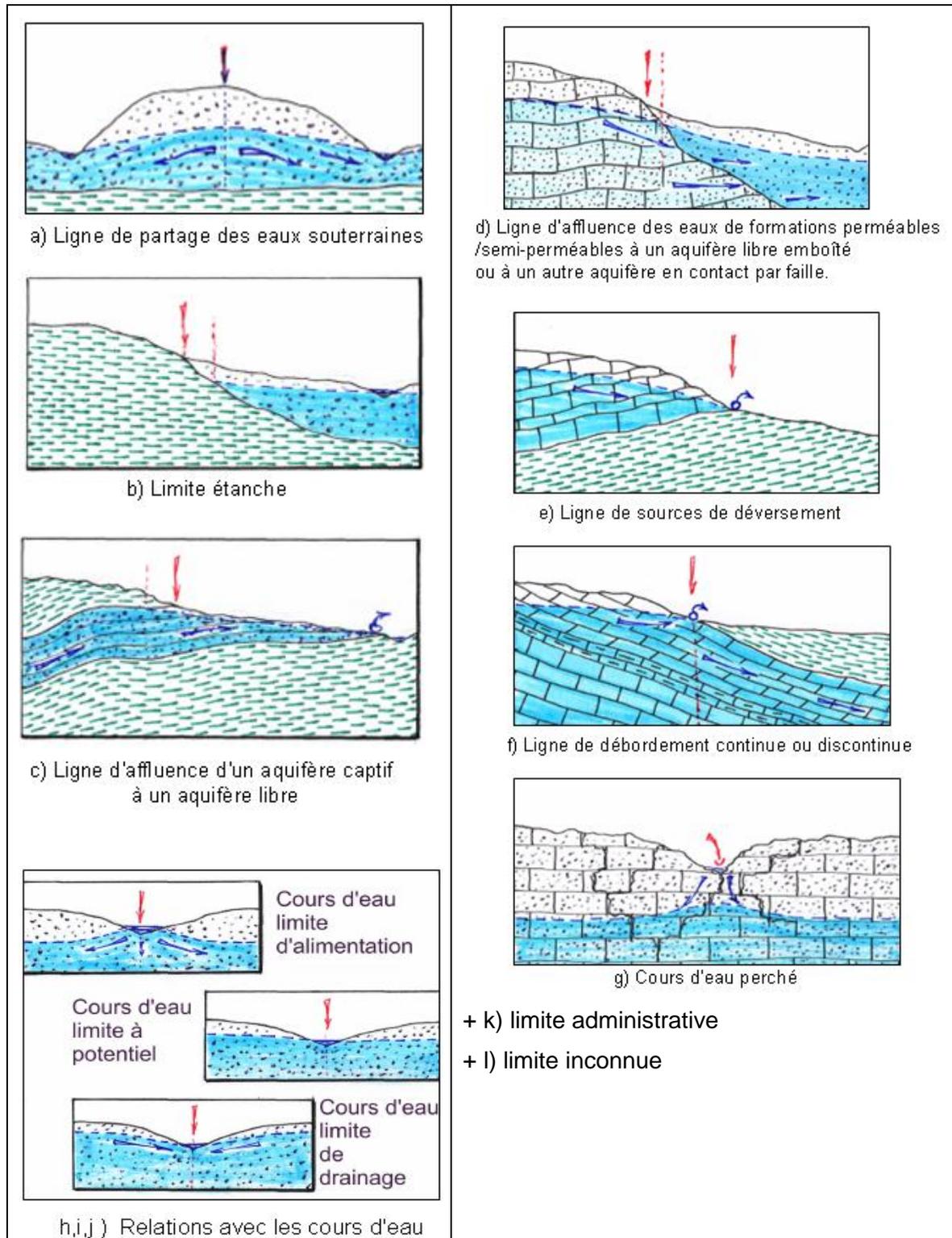


Illustration 42 – Types de limites possibles entre entités

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) = <b>Limite à flux nul</b>
Aquifère sur domaine	Limite "étanche" (cas b) = <b>Limite à flux nul</b> 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 " <b>Limite de recouvrement</b> " (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 2 formations peu perméables en contact (limite "étanche")

*Illustration 43 – Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques*

## 6 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 construction 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 construction. 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.

### 6.1 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 2 tables (**RHF\_Polygones relatifs** et **RHF\_Limites**) sont rangées dans un « jeu de classes d'entités » (dans le langage ArcGis) appelé « **GEOMETRIE** » (Illustration 44).

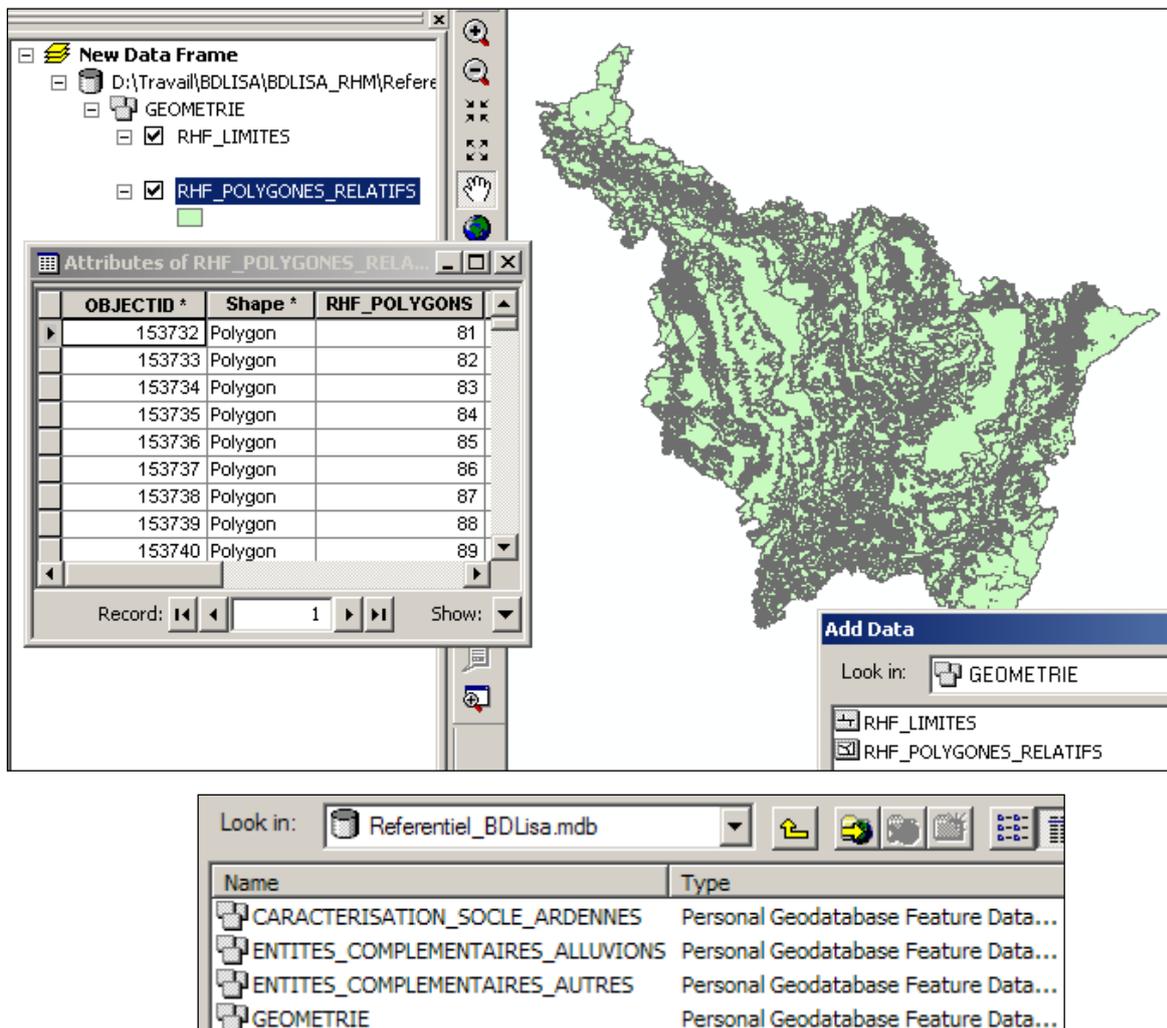


Illustration 44 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.

Outre les « Entités principales », la géodatabase comprend :

- les « **Entités complémentaires** » (partie inférieure de l'illustration 44) scindées en 2 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 45).

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

Illustration 45 - 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 46).

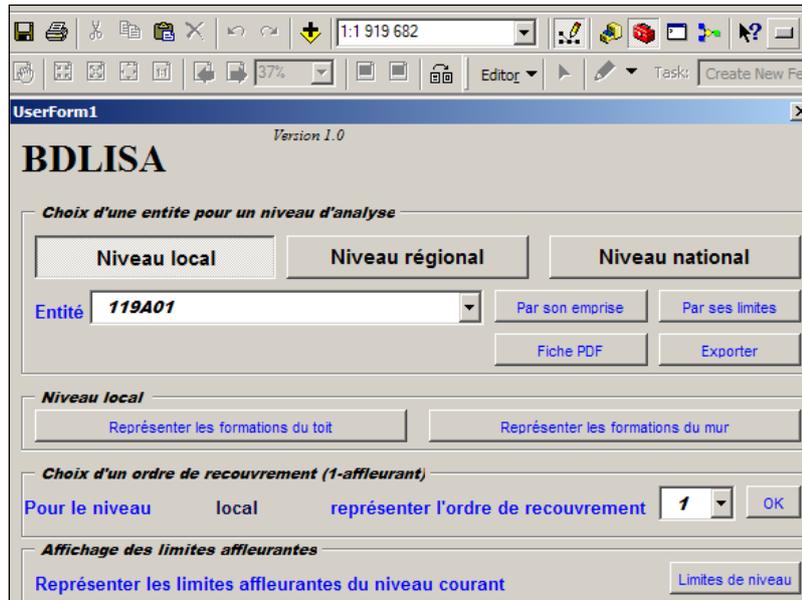


Illustration 46 - Interface utilisateur de la géodatabase.

L'illustration 47 présente un exemple de sélection d'entité effectuée à partir du menu de l'illustration 46 ci-dessus ("Représenter l'entité par son emprise").

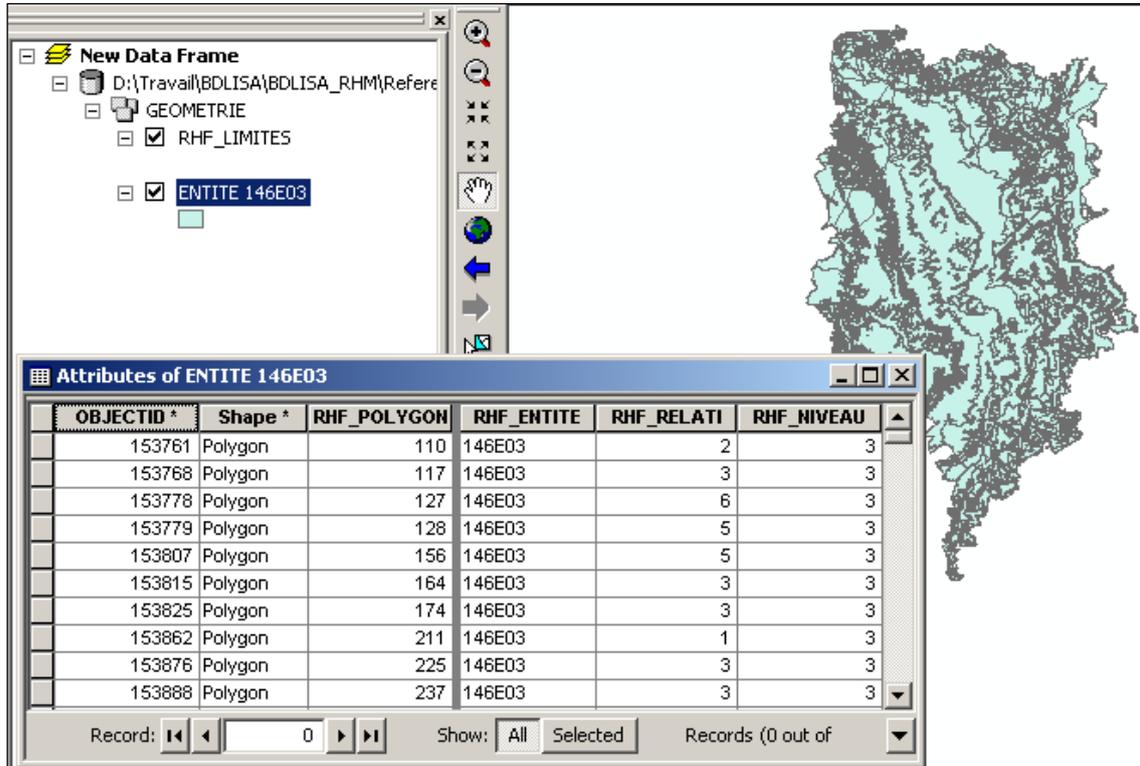


Illustration 47 : Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.

La table attributaire correspondante contient le numéro d'ordre relatif de chaque polygone constitutif de l'entité, ce qui permet de représenter celle-ci en affectant une couleur à chaque numéro d'ordre et de connaître ainsi le nombre d'entités situées au-dessus d'elle, des affleurements jusqu'à sa limite d'extension en profondeur (Illustration 48).

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



L'illustration 49 présente une vue des entités de niveau 3 et d'ordre 1 (une couleur est affectée à chaque entité).

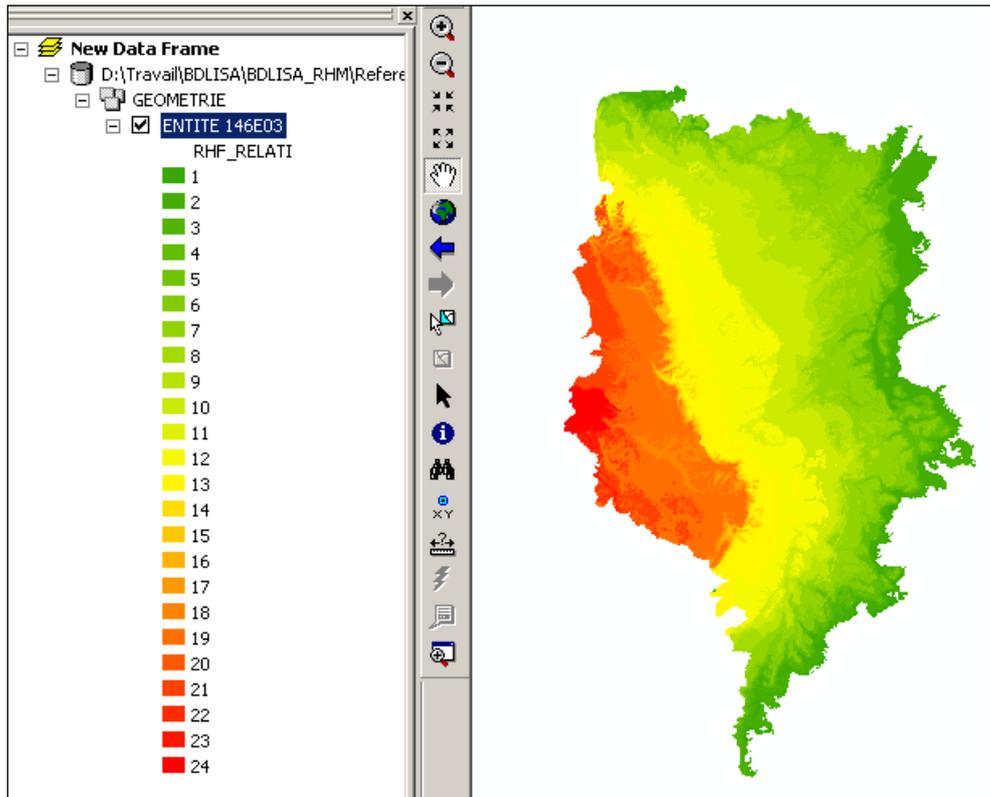


Illustration 48 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).

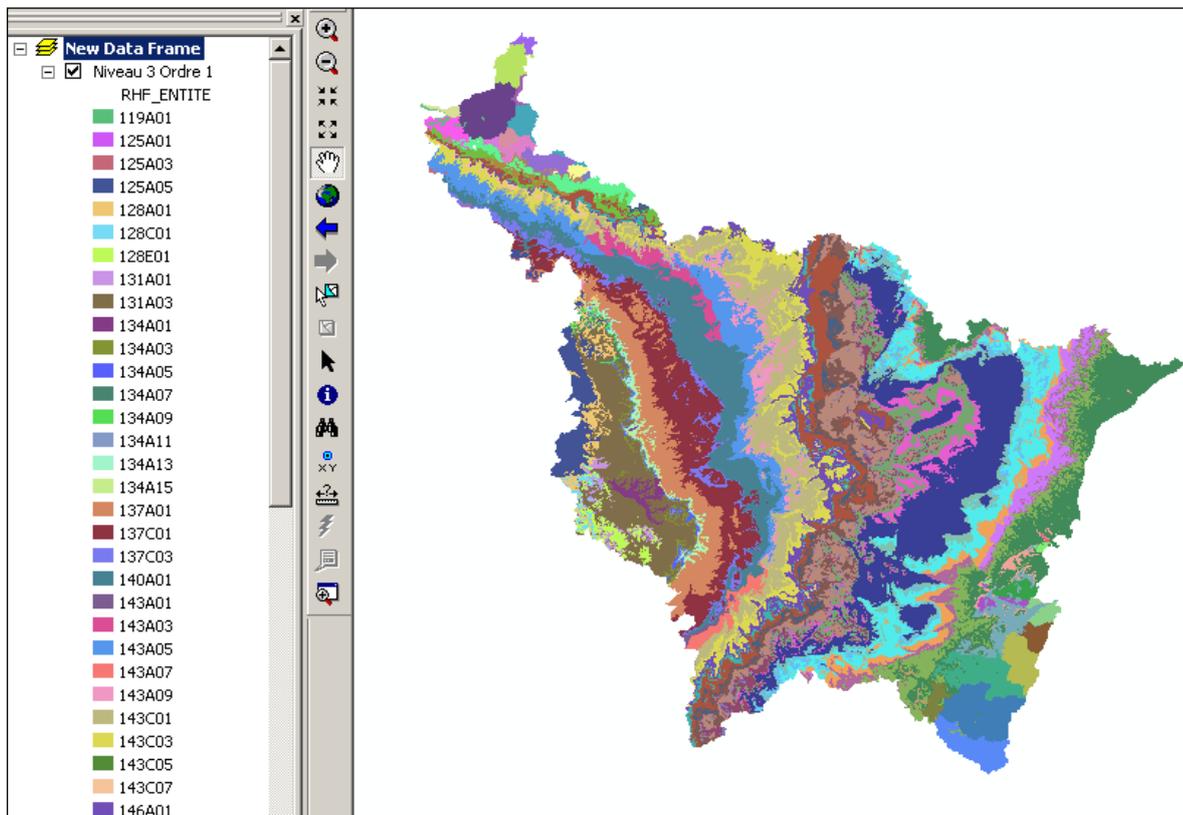


Illustration 49 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).

## 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).

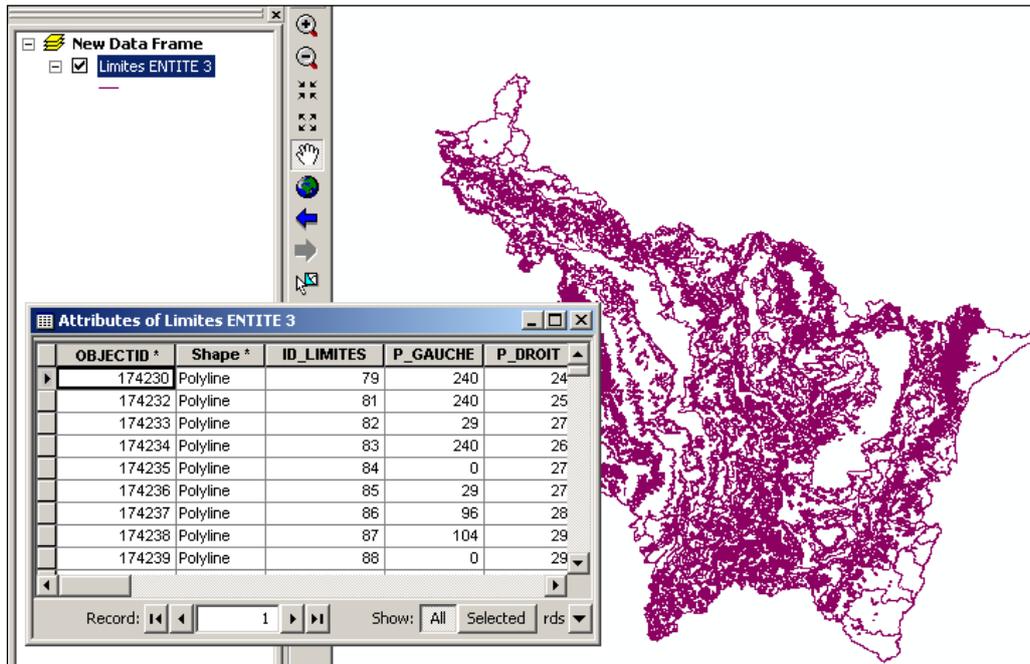


Illustration 50 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités

Cette table contient aussi la nature des contacts entre entités (illustration 51).

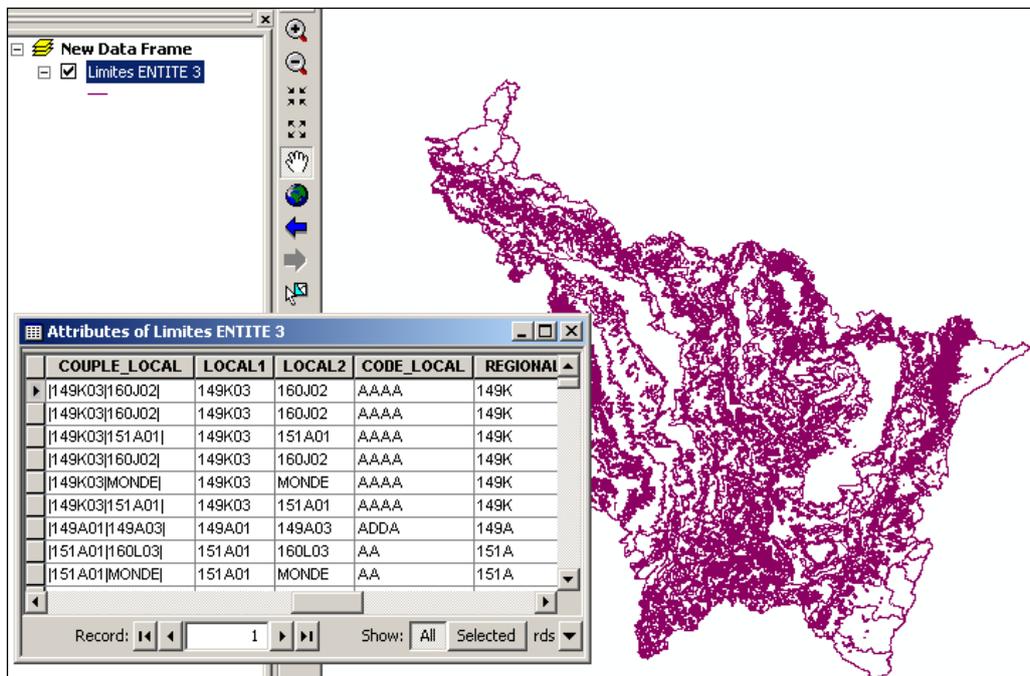


Illustration 51 - Table des limites: natures des contacts entre entités.

## 6.2 FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS

Le modèle de construction permet d'éditer automatiquement (Illustration 52) 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 construction.

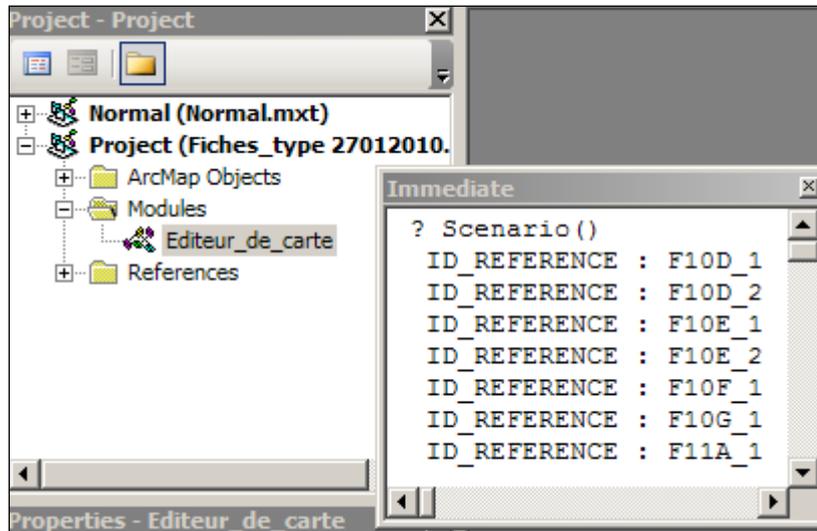


Illustration 52 : Editeur de cartes du modèle de construction du référentiel.

Une fiche d'analyse est constituée de plusieurs blocs d'informations. L'illustration 53 et l'illustration 54 fournissent un exemple pour une entité de niveau 3 (« Calcaires à *Productylioceras*, Marnes à *Zeilleria* et Calcaires ocreux du Lias inférieur », du bassin Rhin-Meuse).

- Sur la partie droite de la fiche (Illustration 53), 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 du haut de la fiche (Illustration 54) 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 (il en est de même pour l'emprise NV1).

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

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

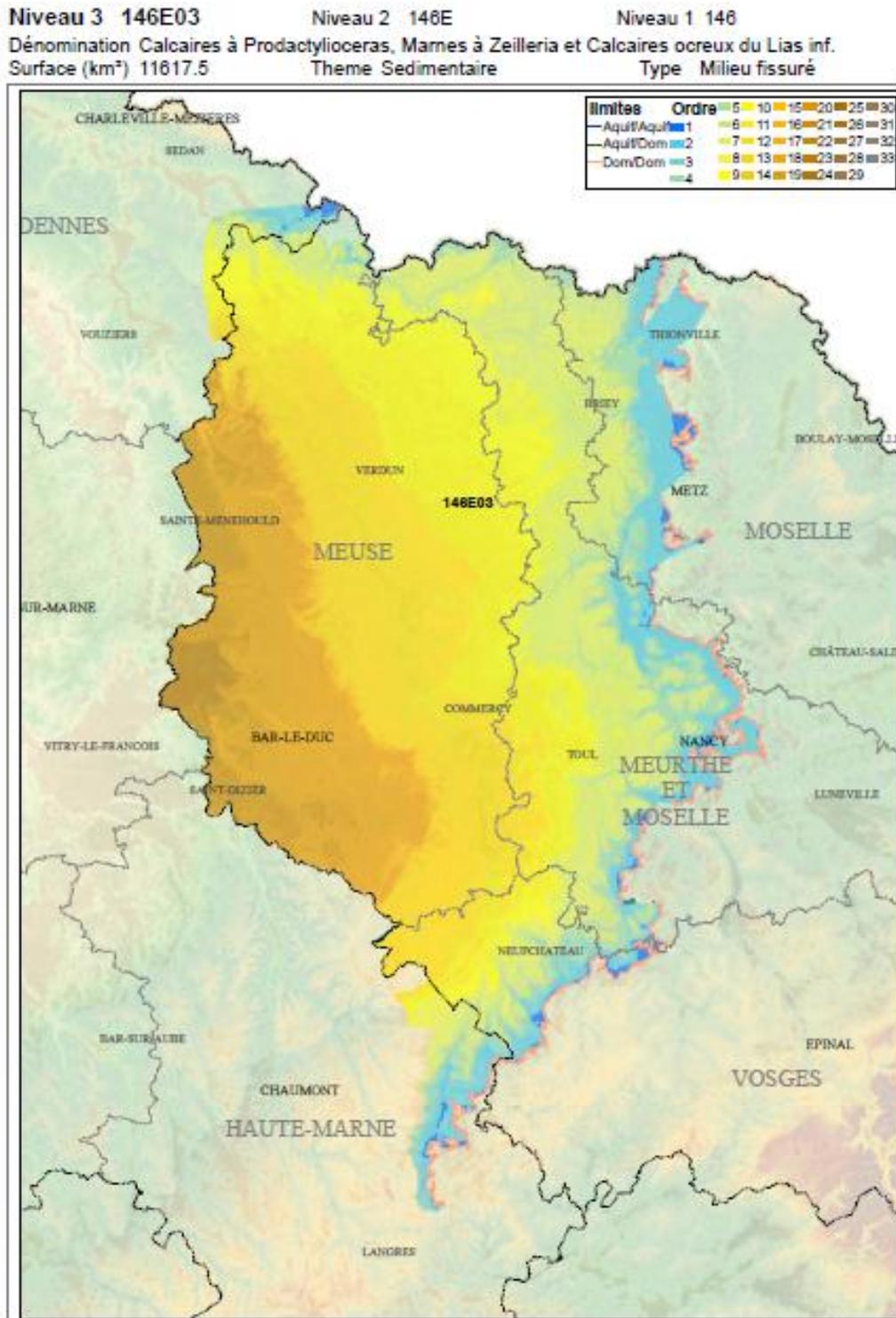


Illustration 53 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).

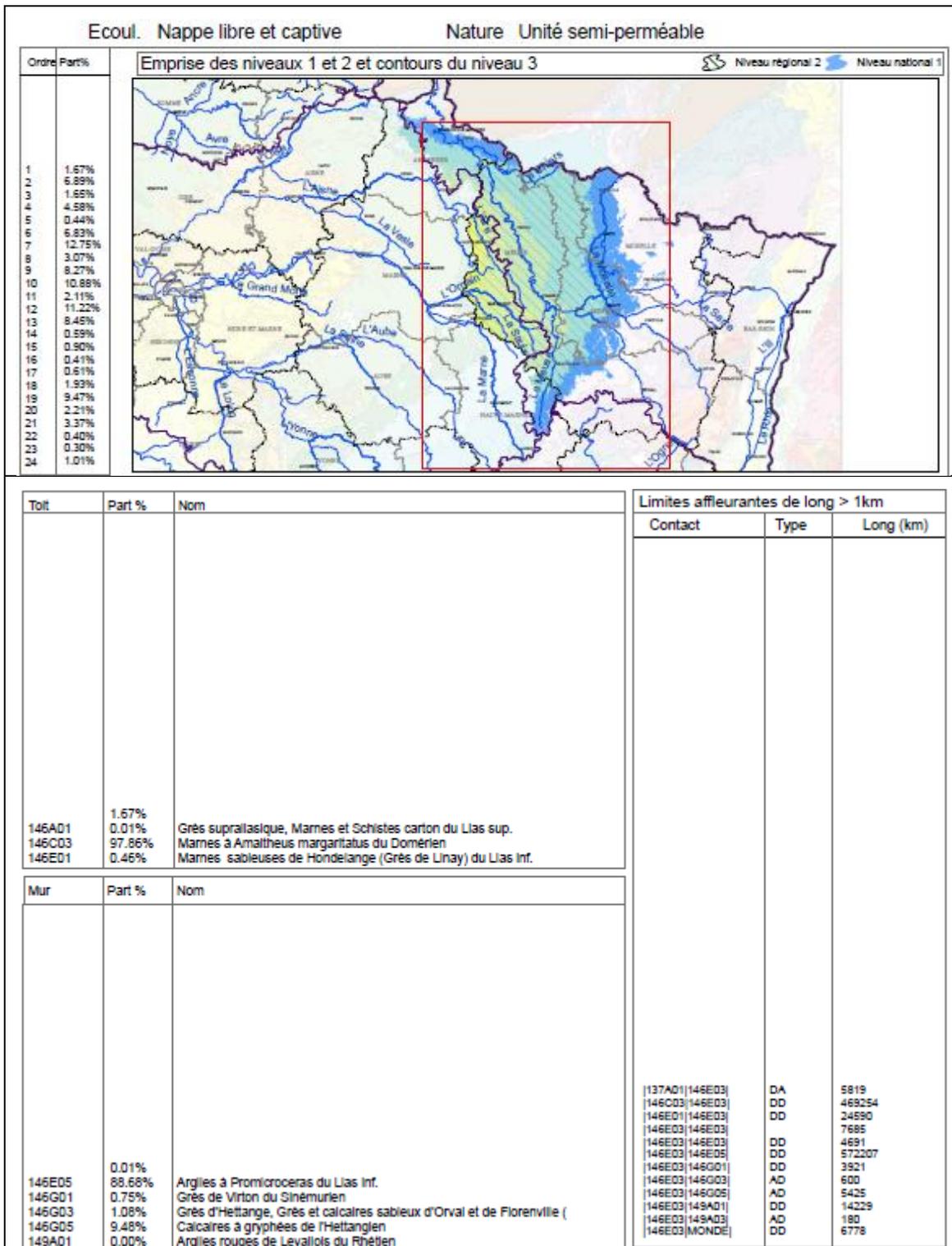


Illustration 54 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite)

## 7 Conclusion

Dans le bassin Artois-Picardie, à partir des cartes géologiques harmonisées (échelle du 1/50 000), des logs validés de forages et de critères hydrogéologiques, ont été identifiées et délimitées:

- 50 entités hydrogéologiques de niveau local (NV3), dont 7 entités de socle,
- 37 entités de niveau régional (NV2), systèmes aquifères ou domaines, dont 4 entités de socle
- 16 entités de niveau national (NV1), grands systèmes multicouches, grands systèmes aquifères ou grands domaines, dont 1 entité de socle.

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 colluvions,
- les altérites,
- les formations résiduelles,
- les placages de sable du Thanétien,
- des formations superficielles diverses, autres que les précédentes.

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.

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/>.



## 8 Bibliographie

**Dufrenoy R., avec la collaboration de Petit V., Mardhel V., Xu D. (2010) - Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Artois-Picardie. Années 3 et 4. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 et 3 en régions Nord-Pas de Calais et Picardie. Rapport d'étape. BRGM/RP-57520-FR**

**B. Minguely**, Thèse 2007, Caractérisation géométrique 3-D de la couverture sédimentaire méso-cénozoïque et du substratum varisque dans le Nord de la France : apports des données de sondages et des données géophysiques.

**C. Mégnien, F. Mégnien**, Synthèse géologique du Bassin de Paris, Mémoires du B.R.G.M. n° 101, 102, 103.

**BDRHF** - Découpage préalable et global. CDROM des documents. Présentation du contenu. Rapport BRGM/RP-53127-FR.

**Dufrenoy R., Petit V.** avec la collaboration de **MARDHEL V. et XU D.** - 2010 - Référentiel Hydrogéologique Français - BDLISA. Bassin Artois-Picardie. Années 3 et 4. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1, 2 et 3 en régions Nord-Pas de Calais et Picardie. Rapport d'étape. BRGM/RP-57520-FR.

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

**Géologues**, revue officielle de l'Union Française des Géologues (U.F.G.), n°133/134 – Spécial Belgique et Nord de la France – Septembre 2002 – ISSN 0016.7916 p : 98-99.

**H. Youssouf**, Thèse 1973, Hydrologie karstique du calcaire carbonifère de la Belgique et du nord de la France – Synthèse des données acquises en 1972 – 126 pages, 17 annexes.

**J.L. Mansy, P. Guennoc, F. Robaszynski, F. Amédéo, J.-P. Auffret, J.-P. Vidier, J. Lamarche, D. Lefèvre, J. Sommé, D. Brice, B. Mistiaen, A. Prud'homme, J.-C. Rohart, D. Vachard**, Notice explicative, Carte géol. France (1/50000), feuille Marquise (seconde édition) (5). Orléans : BRGM, 213 p. Carte géologique par J.-L. Mansy *et al.* (2007)

**J-F. Becq-Giraudon**, Synthèse structurale et paléogéographique du bassin houiller du Nord. Mémoire B.R.G.M. n° 123.

**N. Pedron, JP. Platel, K. Bidzana, B. Labarthe, JB. Loiseau, F. Lucassou** - 2009 Référentiel Hydrogéologique Français - BD RHF Version 2 – Bassin Adour-Garonne. Années 2 et 3. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Aquitaine. Rapport d'étape. BRGM/RP-56949-FR. 64 pages, 5 annexes.

**P. Caulier** (1974), Etude des faciès de la craie et de leurs caractéristiques hydrauliques dans la région du Nord, Université des Science et technologies de Lille 1.

**Petit V.** (2004). Rapports de fin de phase 1

**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.



## **Annexe 1 – Tableau multi-échelles**





RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_ETAT	RHF_NATURE	RHF_MILIEU	RHF_THEME	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	N1_RHF_NATURE
135A15	Calcaire de Brequevaque, Callasses d'Heudignul, Oulite d'Heudignul, Gres de Brunembert et Boulonnais dans le bassin Artois-Picardie	31880	3	2	5	2	2	135A4	Calcaires de l'Ordovicien supérieur au kimméridgien du Bassin Parisien	3	135	Grand système aquifère du kimméridgien à l'Ordovicien sup. du Bassin Parisien	1
135A49	Sables et grès de l'Ordovicien supérieur du Bassin Parisien	31950	3	3	5	1	2	135A4	Calcaires de l'Ordovicien supérieur au kimméridgien du Bassin Parisien	3	135	Grand système aquifère du kimméridgien à l'Ordovicien sup. du Bassin Parisien	1
137A205	Argiles du Mont des Boucardes du Boulonnais dans le bassin Artois-Picardie	32950	3	X	7	1	2	137A8	Marnes du Callovo-Ordovicien du Bassin Parisien	4	137	Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovoen du Bassin Parisien	2
137A227	Calcaire du Mont des Boucardes du Boulonnais dans le bassin Artois-Picardie	32970	3	2	5	2	2	137A8	Marnes du Callovo-Ordovicien du Bassin Parisien	4	137	Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovoen du Bassin Parisien	2
137A239	Argiles de sables et calcaire d'Heudignul, Marnes et Argiles du Coquilhot Artois-Picardie	32980	3	X	7	1	2	137A8	Marnes du Callovo-Ordovicien du Bassin Parisien	4	137	Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovoen du Bassin Parisien	2
137A699	Marnes indifférenciées du Callovo-Ordovicien du Bassin Parisien	32920	3	X	7	1	2	137A8	Marnes du Callovo-Ordovicien du Bassin Parisien	4	137	Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovoen du Bassin Parisien	2
211A01	Socle des Ardennes dans le bassin versant du Grand et de l'Osse de sa source au confluent du Ton (Gard)	50000	3	2	6	2	3	211A1	Socle des Ardennes dans le bv du Grand de sa source au confluent de l'Osse (G) et le bv de l'Osse de sa source (G) au confluent du Ton (G)	4	211	Socle des Ardennes	2







Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA – Bassin Artois-Picardie

RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_ETAT	RHF_NATURE	RHF_MILIEU	RHF_THEME	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	N1_RHF_NATURE
127A05	Sables verts de l'Aquo-Albien du sud-est du Bassin Parisien	26930	3	3	5	1	2	127A	Sables verts de l'Aquo-Albien du Bassin Parisien	3	127	Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien	12
127A06	Sables indifférenciés et argiles de l'Aquo-Albien du Bassin Parisien	26800	3	3	5	1	2	127A	Sables verts de l'Aquo-Albien du Bassin Parisien	3	127	Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien	12
127A08	Argiles de l'Aquo-Barrémien du Bassin Parisien	27910	3	X	7	1	2	127A	Argiles de l'Aquo-Albien inférieure au Barrémien (Aquo-Barrémien) du Bassin Parisien	4	127	Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien	12
127A09	Sables argileux du Barrémien supérieur du Bassin Parisien	27920	3	3	5	1	2	127A	Argiles de l'Aquo-Albien inférieure au Barrémien (Aquo-Barrémien) du Bassin Parisien	4	127	Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien	12
127A09	Lumachelles, argiles et marnes ostéernes du Barrémien inférieur du Bassin Parisien	27930	3	X	7	1	2	127A	Argiles de l'Aquo-Albien inférieure au Barrémien (Aquo-Barrémien) du Bassin Parisien	4	127	Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien	12
127A09	Argiles et sables indifférenciés de l'Aquo-Barrémien du Bassin Parisien	27900	3	X	6	1	2	127A	Sables, grès et calcaires du Crétacé inférieur (Neocomien) dans les bassins Seine-Normandie (nord-ouest Bretagne et sud Artois-Picardie)	4	127	Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien	12
127A09	Sables et argiles du Wealdien (Neocomien), sables blancs, grès ferrugineux et marnes du Valangien calcaires marneux (Hauteriviens) du Bassin Parisien	26930	3	X	6	1	2	127A	Sables, grès et calcaires du Crétacé inférieur (Neocomien) dans les bassins Seine-Normandie (nord-ouest Bretagne et sud Artois-Picardie)	3	127	Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien	12
131A01	Sables du Triobien supérieur du Pays de Bray	30000	3	3	5	4	2	131A	Calcaires du Triobien du Bassin Parisien	3	131	Grand système aquifère du Triobien du Bassin Parisien	1
131A03	Argiles du Triobien supérieur et moyen du Pays de Bray	30010	3	X	7	4	2	131A	Calcaires du Triobien du Bassin Parisien	3	131	Grand système aquifère du Triobien du Bassin Parisien	1
131A04	Dolomies du Triobien du Bassin Parisien	30015	3	0	5			131A	Calcaires du Triobien du Bassin Parisien	3	131	Grand système aquifère du Triobien du Bassin Parisien	1
131A07	Calcaires du Triobien inférieur du Bassin Parisien	30030	3	3	5	5	2	131A	Calcaires du Triobien du Bassin Parisien	3	131	Grand système aquifère du Triobien du Bassin Parisien	1
133A09	Marnes indifférenciées du Kimérigien du Bassin Parisien	31000	3	X	7	1	2	133A	Marnes du Kimérigien du Bassin Parisien	4	133	Grand dom aine hydrogéologique des Marnes du Kimérigien du Bassin Parisien	2
135A05	Calcaire de Brequebecque, Callasses d'Heudicourt, Oolithe d'Heudicourt, Grès de Brunembert du Boudonnais dans le Bassin Artois-Picardie	31880	3	2	5	2	2	135A	Calcaires de l'Orfordien supérieur au Kimérigien du Bassin Parisien	3	135	Grand système aquifère du Kimérigien à l'Orfordien sup. du Bassin Parisien	1
135M01	Calcaires de l'Orfordien supérieur et du Kimérigien inférieur du Bassin Parisien, calcaires rocailliers à péroxydes, Calcaires à Actarès, Oolithe de Lamotte, Calcaires subthorogéniques et Argiles à Orfres	31100	3	3	5	4	2	135A	Calcaires de l'Orfordien supérieur au Kimérigien du Bassin Parisien	3	135	Grand système aquifère du Kimérigien à l'Orfordien sup. du Bassin Parisien	1
135M09	Sables et grès de l'Orfordien supérieur du Bassin Parisien	31880	3	3	5	1	2	135A	Calcaires de l'Orfordien supérieur au Kimérigien du Bassin Parisien	3	135	Grand système aquifère du Kimérigien à l'Orfordien sup. du Bassin Parisien	1
135M61	Calcaire corallien de l'Orfordien moyen à supérieur du Bassin Parisien	31900	3	3	5	4	2	135A	Calcaires de l'Orfordien supérieur au Kimérigien du Bassin Parisien	3	135	Grand système aquifère du Kimérigien à l'Orfordien sup. du Bassin Parisien	1
137A09	Marnes indifférenciées du Callivo-Orfordien du Bassin Parisien	32920	3	X	7	1	2	137A	Marnes du Callivo-Orfordien du Bassin Parisien	4	137	Grand dom aine hydrogéologique des Marnes du Callivo du Bassin Parisien	2
144A08	Marnes à lambeaux marbrés du Domerien en Lorraine, Marnes et argiles du Pliensbachien du Bassin Parisien	30600	3	X	7	1	2	144A	Marnes et calcaires argileux du Lusarnif du Bassin Parisien	4	144	Grand dom aine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lus) du Bassin Parisien	2
144A09	Argiles à Pliensbachien du Lusarnif du Bassin Parisien	40000	3	X	7	1	2	144A	Marnes et calcaires argileux du Lusarnif du Bassin Parisien	4	144	Grand dom aine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lus) du Bassin Parisien	2
211A01	Socle des Ardennes dans le Bassin versant du Grand et de l'oise de sa source au confluent du Ton (encl)	50000	3	2	6	2	3	211A	Socle des Ardennes dans le br du Grand et de sa source au confluent de l'oise (no) et le br de l'oise de sa source (no) au confluent du Ton (no)	4	211	Socle des Ardennes	2

**Annexe 2 -  
Brefs rappels de l'histoire géologique de la  
région Nord-Pas-de-Calais (Nord du Bassin de  
Paris)**



L'histoire géologique de la région Nord-Pas-de-Calais s'inscrit dans celle du Nord du Bassin de Paris, qui s'inscrit lui-même dans les deux grands cycles orogénique qui ont façonné l'Europe de l'Ouest.

A la fin du Paléozoïque :

Une importante chaîne de montagne (Hercynienne) qui occupait la région subit l'érosion et des matériaux détritiques, des argiles, des sables et des graviers s'accumulent dans les vallées et les lacs. Leur enfouissement donnera les schistes et les grès du socle. Le bassin de Paris n'est alors pas encore formé. Une période de climat chaud et humide profite à la densification de la végétation dont les débris constitueront le charbon. Ces formations constituent le socle du Bassin de Paris.

Le Trias est lacunaire dans la région.

Au Jurassique :

Une montée du niveau marin et un affaissement du socle de la France profite à une transgression venant du Sud-est, le bloc des Ardennes reste émergé (sud-est de la région nord-pas-de-calais) (ainsi que le Massif Armoricain), les dépôts, de nature calcaire et marneuses sont donc totalement absents dans la région.

Ce n'est qu'au jurassique moyen et supérieur, qu'une transgression venant une nouvelle fois du sud-est, parvient jusqu'à la région et y dépose calcaires et marnes, que l'on retrouve au sud et au niveau de la boutonnière du Boulonnais.

Comme le pays de Braie en région Picardie, le Boulonnais est qualifiable de « boutonnière » et correspond à un anticlinal d'axe Artois-Ardennes et dont le cœur érodé laisse apparaître des terrains jurassiques et du socle hercynien.

Au Crétacé supérieur :

Une transgression venant du nord-est envahit tout le Bassin de Paris ainsi qu'une partie de la Belgique. Cette transgression est d'autant plus permise que due aux phénomènes combinés de montée du niveau de la mer et de la subsidence du Bassin de Paris (abaissement progressif du fond du bassin). Celle-ci dépose la craie épaisse qui s'étend de la mer du Nord à l'Angleterre. La fin du Crétacé est marquée par une régression marine d'ampleur ayant fait diminuer le niveau de la mer de 200 à 300 mètres.

Au début du Cénozoïque :

Une mer ouverte au nord permet le dépôt de sables et d'argiles. (Sables et Argiles du Thanétien/Yprésien).

Au Quaternaire :

Les glaciations ne toucheront pas directement la région mais les sols subissent alors des gélifractions et le dépôt de sédiment éolien : le Löss.



## **Annexe 3 - Echelle stratigraphique du bassin de Paris**

(M. Donsimoni – 1999-2001 – BRGM)



Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA – Bassin Artois-Picardie

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		
					Eboulis				
			1.629 700	1.64			Sables à silex		
NEOGENE			14.66	16.3	Lacune d'émerision du Miocène et du Pliocène		[ formation des Argiles à silex, Argiles à meulière, Meulières d		
	Miocène (basal)	<i>Burdigalien</i>	5.2	21.5			Sables de Lozère, Sables de Sologne		
		<i>Aquitainien</i>	1.8	23.3			Calcaire de Beauce		
PALEOGENE ou NUMMULITIQUE	Oligocène	<i>Stampien ou Rupélien</i>			<i>Stampien s.s.</i>		Calcaire d'Etampes		
							Sables et Grès de Fontainebleau supérieur		
							Sables et Grès de Fontainebleau inférieur		
							Falun de Jeurre, Arg. à Corbules, Marnes à Huîtres, Calc. d'Etréchy		
							<i>Sannoisien</i>		Calcaire de Sannois
					12.1	35.4			Caillasse d'Orgemont
							Argile verte de Romainville		
							Glaïses à Cyrènes		
	Eocène	<i>Priabonien</i>				<i>Ludien</i>	<i>Supérieur</i>	Marnes blanches de Pantin, Gypse Marabet	
							<i>Moyen</i>	Marnes bleues d'Argenteuil	
								Gypse 1° masse	
								Marnes d'entre deux masses	
							Gypse 2° masse		
				3.2	38.6			Marnes à Lucines	
					<i>Inférieur</i>	Gypse 3° masse			
						Marnes à <i>Pholadomia ludensis</i>			
	<i>Bartonien (s.s.)</i>				<i>Marinésien</i>	<i>Marinésien sup.</i>	Gypse 4° masse = Calc. de Noisy-le-Sec ou Marnes à Paludines		
						Sables de Monceau, Sables de Cresnes, Sables de Marines			
						Calcaire de Saint-Duen s.s.			
					<i>Auverisien</i>	<i>Auverisien sup.</i>	Sables de Morte-fontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ezanville		
						<i>Auverisien inf.</i>	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers		
		3.5	42.1				Calcaire de Montagny		
	<i>Lutétien</i>				<i>Supérieur</i>		Marnes et caillasses, Calcaire à Cérites		
					<i>Moyen</i>		Calcaire grossier supérieur		
						<i>Inférieur</i>	Calcaire grossier moyen		
							Calcaire grossier inférieur		
			7.9	50			Glaucanie grossière		



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



JURASSIQUE	Malm	<i>Tithonien = Portlandien</i> <i>Kimméridgien</i>	14	154.7	
		<i>Oxfordien</i>			<i>Séquanien</i>
			2.4	157.1	<i>Fauracien</i> <i>Argovien</i>
	Dogger	<i>Callovien</i>	4.2	161.3	
		<i>Bathonien</i>	4.8	166.1	
		<i>Bajocien</i>	7.4	173.5	
		<i>Aalénien</i>	4.5	178	
	Lias	<i>Toarcién</i>	9	187	
		<i>Pliensbachien</i>			<i>Domézien</i> <i>Carnien</i>
			7.5	194.5	
		<i>Sinemurien</i>	9	203.5	<i>Lotharingien</i> <i>Sinemunien</i>
		<i>Hettangien</i>	4.5	208	
	TRIAS	Supérieur	<i>Rhétien</i>	1.5	209.5
<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>Lettenkohl</i>
		<i>Anisien</i>	1.6	241.1	<i>Muschelkalk</i>
Inférieur		<i>Werfénien</i>	3.9	245	<i>Buntsandstein</i>

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

Notation Nature	Code	Libellé	Définition
<b>SA</b>	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.
<b>DH</b>	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.
<b>SA</b> <b>DH</b> <b>UA</b>	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 <sup>-6</sup> 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).
<b>USP</b>	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 <sup>-9</sup> m/s et 10 <sup>-6</sup> 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).

<b>UIP</b>	7	Unité imperméable	<p>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<sup>-9</sup> 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]</p> <p>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).</p>
------------	---	-------------------	--

<b>Notation Milieu</b>	<b>Code</b>	<b>Libellé</b>	<b>Définition</b>
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.

<b>Notation Etat</b>	<b>Code</b>	<b>Libellé</b>	<b>Définition</b>
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.



**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 6009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service Géologique Régional Nord-Pas de Calais**  
Synergie Park  
6 ter, Rue Pierre et Marie Curie  
59260 – Lezennes - France  
Tél. : 03 20 19 15 40