



# Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA Bassin Loire-Bretagne

## Délimitation des entités hydrogéologiques de niveau 3 en région Centre

### Rapport Final Mise à jour BDLISA Version 0

BRGM/RP- 62231 -FR

Décembre 2013



Établissement public du ministère  
chargé du développement durable





# Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA Bassin Loire-Bretagne

## Délimitation des entités hydrogéologiques de niveau 3 en région Centre Rapport Final Mise à jour BDLISA Version 0

BRGM/RP- 62231 -FR

Décembre 2013



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

**S. Schomburgk,**

**E. Lalot, Ph. Maget, V. Mardhel,  
J. C. Martin, C. Robelin, N. Surdyk**

### Vérificateur

Original signé par: Jean-Jacques Seguin

### Approbateur

Original signé par: M. Leclercq

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



Établissement public du ministère  
chargé du développement durable



**Mots clés** : Référentiel hydrogéologique, système aquifère, domaine hydrogéologique, Région Centre, Loire-Bretagne.

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

**S. Schomburgk, E. Lalot, Ph. Maget, V. Mardhel, J. C. Martin, C. Robelin, N. Surdyk** - 2010. Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveau 3 en région Centre. Rapport final. Mise à jour BDLISA Version0. BRGM/RP-62231-FR.

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

## Synthèse

Le présent rapport est la mise à jour d'un travail réalisé en 2010 par Schomburgk S. (RP-58257-FR) dans le cadre de la réalisation de BDRHF-V2. Cette mise à jour permet d'intégrer les entités hydrogéologiques décrites en 2010 à la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères). Elle concerne les formations sédimentaires de la région Centre. L'extrémité sud de la région (environ 1000 km<sup>2</sup>), située en domaine de socle, a été traitée en continuité avec les entités de socle de la région Limousin (rapport BRGM RP-57837-FR). Au nord, la totalité de la Beauce a été prise en compte (donc y compris la partie située dans le bassin Seine-Normandie): le "Référentiel Centre" intègre ainsi le sud des départements de l'Essonne et des Yvelines de la région Ile-de-France (environ 1500 km<sup>2</sup>).

Les entités hydrogéologiques ont été délimitées aux trois niveaux de détail du référentiel (national, régional et local) en domaine de socle et dans les formations du sédimentaire, qui couvrent la plus grande partie du secteur d'étude. Suite à l'harmonisation nationale des entités BDLISA à l'échelle nationale le nombre d'entités BDLISA a changé (regroupement d'entités transrégionales, découpage par bassin etc.) Cependant le présent rapport ne fait état que des entités identifiées lors de la délimitation des entités en 2010.

Une analyse des cartes géologiques harmonisées (échelle du 1/50 000) et des logs validés des forages a permis de construire un tableau multi-échelles comprenant et caractérisant:

- **69 entités de niveau local (NV3)**, différenciées en "*unités aquifères*", "*unités semi-perméables*" et "*unités imperméables*" (selon la terminologie du guide méthodologique national);
- **38 entités de niveau régional (NV2)**, différenciées en "*systèmes aquifères*" et "*domaines hydrogéologiques*";
- **16 grands systèmes ou grands domaines de niveau national (NV1)**

Les entités de niveau 1 ont été définies sur la base du travail déjà réalisé en région Centre en année 1 du projet national (délimitation des entités de niveau 1 et 2, rapport BRGM RP-56055-FR). Mais, pour être en cohérence avec les regroupements faits par ailleurs dans le Bassin Parisien, un regroupement différent des entités de niveau 2 de la région est proposé, conduisant à 15 grands ensembles NV1.

A ces entités, s'ajoutent **4 ensembles d'entités "complémentaires"**, identiques aux trois niveaux de découpage, constituant une "**surcouche**" du référentiel :

- les systèmes alluvionnaires,
- les altérites superficielles du socle,
- les « pointements » de socle,
- les secteurs karstiques connus.

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

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

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

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

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.

...

## 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. Introduction .....</b>                                                                    | <b>11</b> |
| <b>2. 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 .....                                   | 19        |
| 2.3.5. L'attribut "Type de milieu" des entités hydrogéologiques .....                           | 21        |
| 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 .....                                                             | 24        |
| 2.5.2. Organisation des entités en 2 ensembles.....                                             | 25        |
| 2.5.3. Ordre absolu et ordre relatif.....                                                       | 25        |
| <b>3. 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.....                                                     | 28        |
| 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. Mise en œuvre du découpage des entités .....</b>                                          | <b>31</b> |
| 4.1. BASE DE DONNÉES .....                                                                      | 31        |
| 4.1.1. Données de référence .....                                                               | 31        |
| 4.1.2. Constitution d'une base de données géologiques (ArcGis).....                             | 31        |
| 4.2. ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ÉCHELLES.....                                                 | 34        |
| 4.2.1. Etape 1: utilisation des cartes géologiques harmonisées.....                             | 34        |
| 4.2.2. Etape 2: utilisation des logs géologiques .....                                          | 36        |
| 4.2.3. Utilisation des forages AEP .....                                                        | 38        |
| 4.2.4. Le tableau multi-échelles.....                                                           | 39        |
| 4.3. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE.....                                           | 40        |
| 4.3.1. Construction des entités .....                                                           | 40        |
| 4.3.2. Principales sources de difficultés.....                                                  | 42        |
| 4.4. DESCRIPTION DES ENTITES HYDROGEOLOGIQUES .....                                             | 43        |
| 4.5. ENTITÉS HYDROGÉOLOGIQUES DU TERTIAIRE.....                                                 | 43        |
| 4.5.1. Les sables et argiles du Bourbonnais 104A.....                                           | 43        |
| 4.5.2. Les formations calcaires "superficielles" du Tertiaire .....                             | 44        |
| 4.5.3. Les formations de Sologne 104AE (F2C) .....                                              | 45        |
| 4.5.4. Les Calcaires de Beauce.....                                                             | 46        |
| 4.5.5. Les Sables de Fontainebleau et les Calcaires de Brie .....                               | 48        |
| 4.5.6. Marnes vertes et Marnes supra-gypseuses du Rupélien .....                                | 49        |
| 4.5.7. Calcaires de Champigny, Calcaires de Saint Ouen, Sables de Monceau<br>du Bartonien ..... | 50        |
| 4.5.8. Sables et argiles de Brenne du Bartonien.....                                            | 50        |
| 4.5.9. Poudingues, Calcaires, Marnes et Caillasses du l'Eocène moyen et<br>inférieur .....      | 50        |
| 4.5.10. Formations résiduelles post-campanien.....                                              | 51        |

|                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.6. ENTITÉS DU SECONDAIRE: LE CRÉTACÉ .....                                                                         | 52        |
| 4.6.1. La Craie et les Sables du Séno-Turonien .....                                                                 | 52        |
| 4.6.2. Craies marneuses et Marnes cénomaniennes et turoniennes .....                                                 | 54        |
| 4.6.3. Les Sables du Cénomaniens .....                                                                               | 55        |
| 4.6.4. Marnes et Craies marneuses du Cénomaniens.....                                                                | 57        |
| 4.6.5. Argiles du Gault, Marnes et Gaizes du Cénomaniens inférieur et de l'Albien supérieur du Bassin Parisien. .... | 57        |
| 4.6.6. Les sables de l'Albien.....                                                                                   | 58        |
| 4.6.7. Argiles de l'Aptien-Barrémien .....                                                                           | 59        |
| 4.6.8. Sables et Calcaires du Néocomien.....                                                                         | 59        |
| 4.7. ENTITÉS DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR.....                                                                            | 60        |
| 4.7.1. Les Calcaires du Tithonien (anc. Portlandien/faciès Purbeckien) .....                                         | 60        |
| 4.7.2. Marnes du Kimméridgien.....                                                                                   | 61        |
| 4.7.3. Calcaires du Kimméridgien inférieur et de l'Oxfordien .....                                                   | 61        |
| 4.7.4. Marnes Callovo-Oxfordiennes .....                                                                             | 62        |
| 4.8. ENTITÉS DU JURASSIQUE MOYEN (DOGGER) .....                                                                      | 62        |
| 4.8.1. Calcaires et sillon marneux du Dogger (Bathonien).....                                                        | 63        |
| 4.8.2. Marnes du Bajocien.....                                                                                       | 65        |
| 4.8.3. Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien).....                                                                  | 65        |
| 4.9. ENTITÉS DU JURASSIQUE INFÉRIEUR (LIAS) .....                                                                    | 65        |
| 4.9.1. Marnes du Lias supérieur .....                                                                                | 65        |
| 4.9.2. Argiles et Calcaires argileux du Lias inférieur .....                                                         | 66        |
| 4.10. ENTITÉS DU TRIAS .....                                                                                         | 66        |
| 4.10.1. Dolomies et Marnes du Keuper (Trias supérieur) dans le bassin Loire-Bretagne) .....                          | 66        |
| 4.10.2. Argiles, dolomie et grès du trias moyen à supérieur .....                                                    | 67        |
| 4.11. ENTITÉS HYDROGÉOLOGIQUES COMPLÉMENTAIRES .....                                                                 | 67        |
| 4.11.1. Alluvions .....                                                                                              | 67        |
| 4.11.2. Aires productives des alluvions.....                                                                         | 68        |
| 4.11.3. Les argiles à silex (cf. entité 119AE).....                                                                  | 69        |
| 4.11.4. Les Karsts de la Loire (cf. entité 107) .....                                                                | 70        |
| <b>5. Limites des entités .....</b>                                                                                  | <b>71</b> |
| 5.1. LIMITES HYDRAULIQUES .....                                                                                      | 71        |

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| 5.2. NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITES .....         | 71        |
| <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. Références bibliographiques .....</b>          | <b>85</b> |

## Liste des illustrations

|                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Illustration 1 – Zone d'étude sur fond géologique (carte géologique au 1/1000 000) .....                                                                                                                                                             | 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 - Liste des systèmes aquifères et des domaines hydrogéologiques de niveaux NV1 et NV2 identifiés en année 1 du projet (Ce tableau intègre les dénominations et les codes tles qu'ils étaient lors de l'élaboration de BDRHV-V2) ..... | 32 |
| Illustration 9 - Extraction des logs validés de la Banque de données du Sous-Sol pour la région Centre: exemple logs validés des Calcaires de Beauce .....                                                                                           | 33 |
| Illustration 10 - Base de données géologiques et entités hydrogéologiques associées.....                                                                                                                                                             | 35 |
| Illustration 11 – Exemple de correspondance entre formations géologiques de la carte géologique harmonisée et entités hydrogéologiques. ....                                                                                                         | 36 |
| Illustration 12 - Exemple de correspondance entre formations géologiques décrites dans les "logs" de forages validés et entités hydrogéologiques.....                                                                                                | 36 |
| Illustration 13 - Autre exemple de correspondance entre formations géologiques décrites dans les "logs" de forages et entités hydrogéologiques. ....                                                                                                 | 37 |
| Illustration 14 – Forages AEP de la Région Centre distingués par leur appartenance à une entité de niveau 2.....                                                                                                                                     | 38 |
| Illustration 15 – Entités hydrogéologiques du thème sédimentaire .....                                                                                                                                                                               | 39 |
| Illustration 16 – Exemple d'entité limitée par des failles .....                                                                                                                                                                                     | 41 |
| Illustration 17 – Exemple des sables du Cénomanién avec 4 entités NV3 distinguées par analyse des logs de forages (points de différentes couleurs pour chaque entité, affleurements (en orange) .....                                                | 41 |
| Illustration 18 – Le Sénonien-Turonien en région Centre et région Pays-de-la-Loire .....                                                                                                                                                             | 53 |

|                                                                                                                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Illustration 19 – Schéma des unités du céno-manien et turonien avec leurs limites latérales et verticales .....</b>                                        | <b>55</b>  |
| <b>Illustration 20 - Le Céno-manien en région Centre et région Pays-de-la-Loire .....</b>                                                                     | <b>56</b>  |
| <b>Illustration 21 – Répartition des niveaux calcaires dans le Jurassique.....</b>                                                                            | <b>60</b>  |
| <b>Illustration 22 - Répartition des faciès du Dogger dans le Bassin Parisien .....</b>                                                                       | <b>64</b>  |
| <b>Illustration 23 - Lithofaciès du Lias dans l'Indre et le Cher (Rapport BRGM/RP-51887-FR – 2002) .....</b>                                                  | <b>65</b>  |
| <b>Illustration 24 - Types de limites possibles entre entités. ....</b>                                                                                       | <b>72</b>  |
| <b>Illustration 25 - Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques. ....</b>                                                              | <b>73</b>  |
| <b>Illustration 26 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.....</b>                                                                                | <b>75</b>  |
| <b>Illustration 27 - Tables non géométriques de la géodatabase. ....</b>                                                                                      | <b>76</b>  |
| <b>Illustration 28 - Interface utilisateur de la géodatabase.....</b>                                                                                         | <b>77</b>  |
| <b>Illustration 29 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.....</b>                                                               | <b>77</b>  |
| <b>Illustration 30 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).....</b>                                         | <b>78</b>  |
| <b>Illustration 31 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1). ....</b>                                                                        | <b>78</b>  |
| <b>Illustration 32 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités. ....</b>                                                                        | <b>79</b>  |
| <b>Illustration 33 - Table des limites : natures des contacts entre entités. ....</b>                                                                         | <b>79</b>  |
| <b>Illustration 34 - Éditeur de cartes du modèle de construction du référentiel. ....</b>                                                                     | <b>80</b>  |
| <b>Illustration 35 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche). ....</b>                                                                        | <b>81</b>  |
| <b>Illustration 36 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite) .....</b>                                                                        | <b>82</b>  |
| <b>Illustration 37 – Log géologique synthétique avec les principales couches réservoirs dans le Bassin de Paris (extrait du rapport BRGM RP56463-FR).....</b> | <b>109</b> |

## Liste des annexes

|                                                                                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Annexe 1- Tableau Multi-échelles du bassin Loire Bretagne et tableau de correspondance avec les premiers codes régionaux .....</b> | <b>87</b>  |
| <b>Annexe 2 – Aperçus géologiques .....</b>                                                                                           | <b>103</b> |
| <b>Annexe 3 Lexique de caractérisation des entités.....</b>                                                                           | <b>111</b> |
| <b>Annexe 4- Mode opératoire pour la délimitation des entités (logiciel ArcGis 9.31).....</b>                                         | <b>117</b> |



# 1. Introduction

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

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

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

Un premier travail de type méthodologique, mené sur la période 2001-2003, a permis :

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

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

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

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

Il tient compte aussi de l'évolution des connaissances géologiques et hydrogéologiques, en particulier de l'harmonisation des cartes géologiques à l'échelle du 1/50 000<sup>ème</sup>.

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).

### Le référentiel en Région Centre

En région Centre, la construction du référentiel a débuté par les niveaux 1 et 2 (2006-2007, année 1 du projet national). Elle s'est poursuivie en 2008-2009 (année 3 du projet national) par le niveau 3 dans le cadre d'une convention particulière entre le BRGM et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, avec un financement à parts égales.

Le présent rapport rend compte de la réalisation de ce niveau 3. Comme pour les niveaux 1 et 2, la zone d'étude (illustration 2) correspond à l'ensemble de la région Centre (dont une partie est située dans le bassin Seine-Normandie) mais aussi, pour assurer la continuité de quelques entités hydrogéologiques (Calcaires de Beauce, Sables de Fontainebleau, Marnes et Calcaires de l'Eocène moyen et inférieur), à la partie sud des départements de l'Essonne et des Yvelines de la région Ile-de-France (environ 1500 km<sup>2</sup>)

L'emprise de la zone d'étude représente une superficie totale d'environ 41 000 km<sup>2</sup> (dont 39 500 km<sup>2</sup> pour la région Centre).

Ce secteur comporte toute la série sédimentaire du Trias au Quaternaire, le Trias affleurant au sud de la région.

Le travail a été mené en concertation avec les régions voisines (Pays de Loire et Poitou-Charentes) engagées aussi sur la même période (année 3) dans la construction du référentiel. Il tient compte aussi bien sûr du travail réalisé en année 2 dans les régions Bourgogne et Île-de-France.

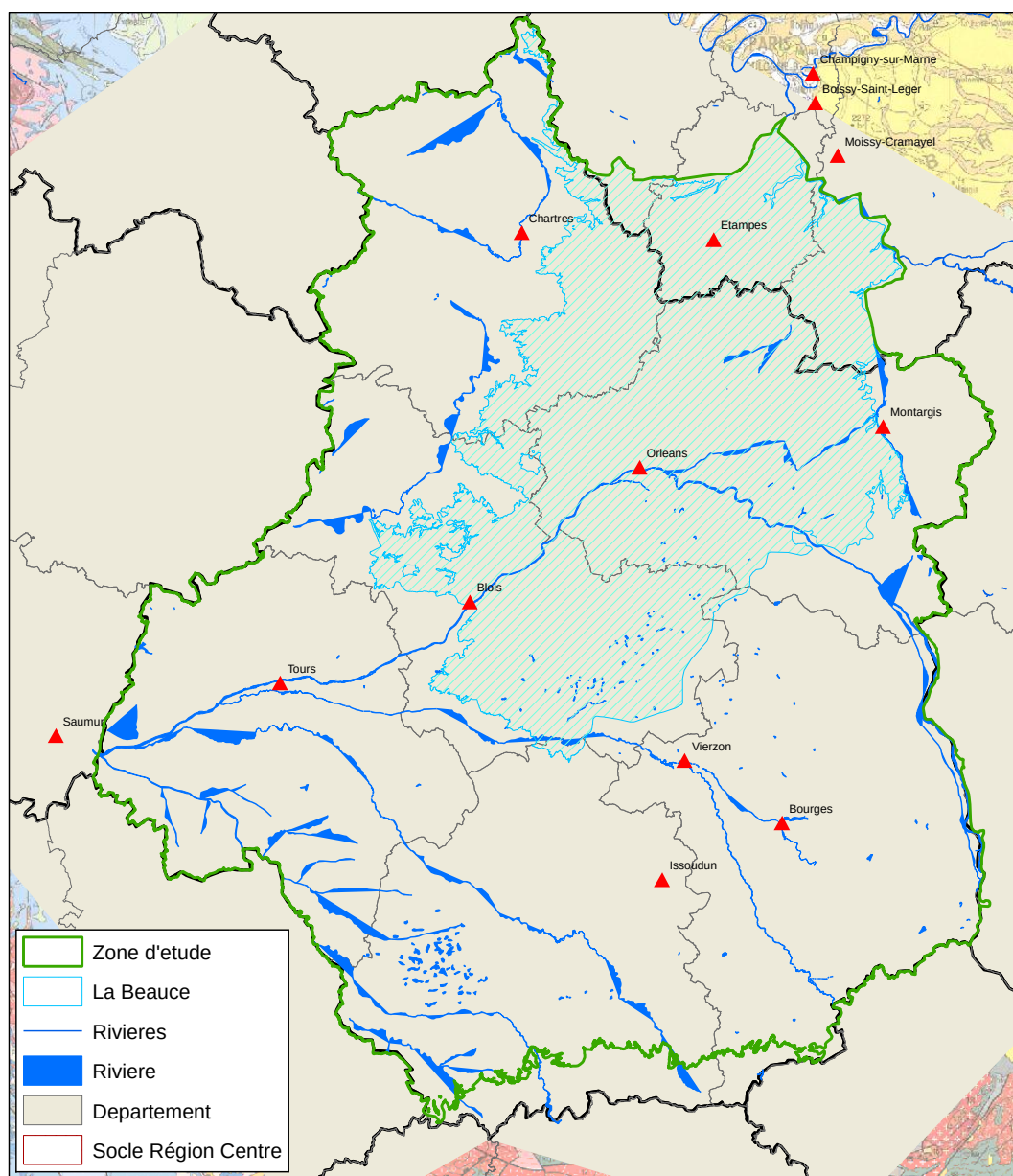


Illustration 1 – Zone d'étude sur fond géologique (carte géologique au 1/1000 000)



## 2. Présentation du référentiel BDLISA

### 2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS

#### 2.1.1. Principes de construction

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

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

#### 2.1.2. Assemblage des entités

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

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

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

#### 2.1.3. Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction

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

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

- les "**Entités principales**", qui ont fait l'objet d'un traitement topologique garantissant la cohérence de leur assemblage 3D ;
- les "**Entités complémentaires**", regroupant différents types d'entités qui ne permettent pas de respecter l'homogénéité du référentiel ou qui constituent des cas particuliers difficilement intégrables dans le cadre général du référentiel au stade actuel de son

avancement (cf. § 2.5 **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. § 2.3.2) et regroupées dans **5 thèmes** (cf. § 2.3.3 **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'Aquitainen,  
Calcaires d'Etampes du Rupélien.*

### 2.3.2. Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques

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

- le **niveau national (NV1)** fournit une représentation nationale des grands ensembles hydrogéologiques dont il montre la distribution spatiale et l'importance en tant que ressource quantitative. C'est le support d'études d'orientation à l'échelle nationale. La gamme d'échelle d'utilisation cartographique est comprise entre le 1/500 000 et le 1/1 000 000.
- Le **niveau régional (NV2)** fournit une représentation régionale ou par bassin des entités hydrogéologiques (échelle de visualisation de l'ordre du 1/250 000). Il permet de caractériser les systèmes aquifères au regard de leur importance en tant que ressource régionale, de leur vulnérabilité (à la sécheresse, aux pollutions).
- Le **niveau local (NV3)** correspond à la représentation la plus détaillée du référentiel, à une échelle de l'ordre du 1/50 000. Il identifie l'ensemble des entités connues au sein des deux niveaux précédents. Il constitue le support d'études ponctuelles permettant d'améliorer les connaissances hydrogéologiques (carte piézométrique, carte de vulnérabilité, modélisation,...).

Ces niveaux d'utilisation reflètent les besoins très différents des futurs utilisateurs du référentiel. Ils ne définissent pas les échelles de numérisation (précision du contour) mais correspondent à des échelles d'utilisation et de représentation de l'information.

### 2.3.3. Les "thèmes" des entités hydrogéologiques

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

- **thème "Alluvial"** (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 métamorphisées 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>ème</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)<br>Code = 1     |                                | Grand Domaine Hydrogéologique (GDH)<br>Code = 2 |
|                              | Grand Système Multicouche (GSM)<br>Code = 12 |                                |                                                 |
| <b>Niveau régional (NV2)</b> | Système Aquifère<br>Code = 3                 |                                | Domaine Hydrogéologique<br>Code = 4             |
| <b>Niveau local (NV3)</b>    | Unité aquifère<br>Code=5                     | Unité semi-perméable<br>Code=6 | Unité imperméable<br>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 des 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    |

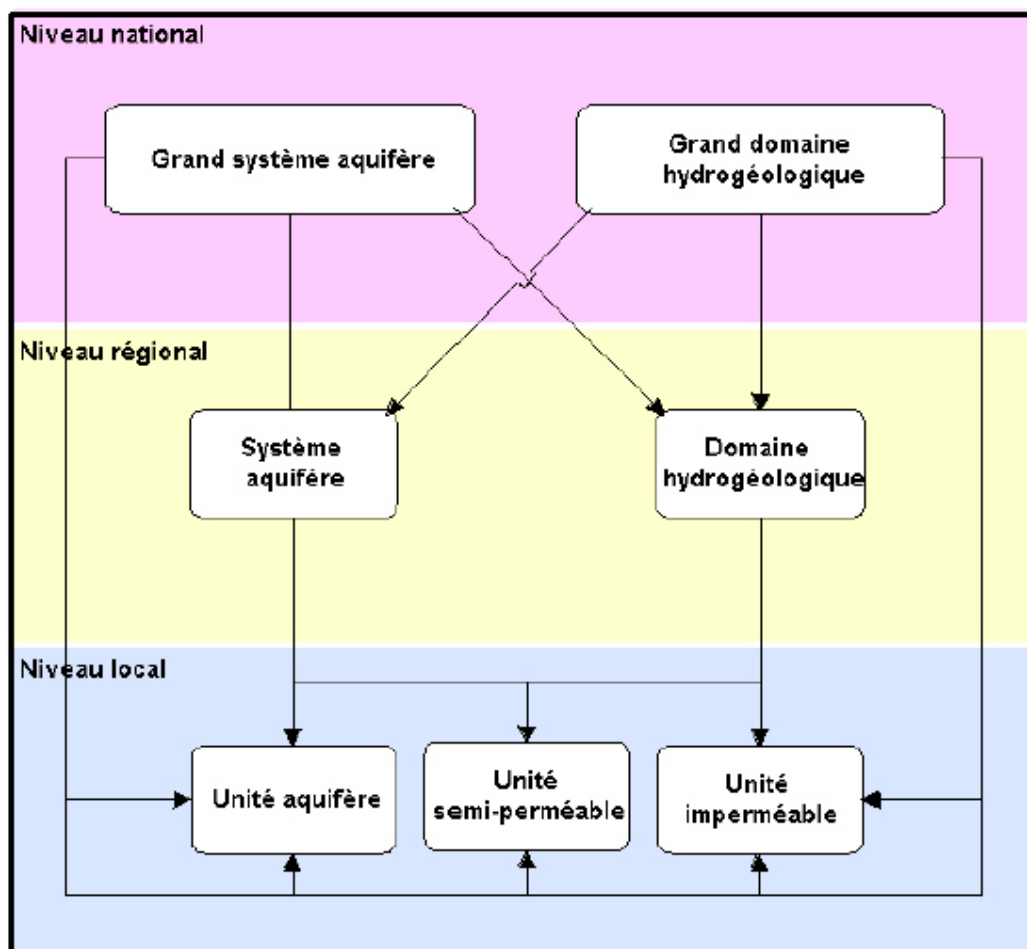


Illustration 3 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques

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 "chaînon" 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 (Annexe 1). 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.

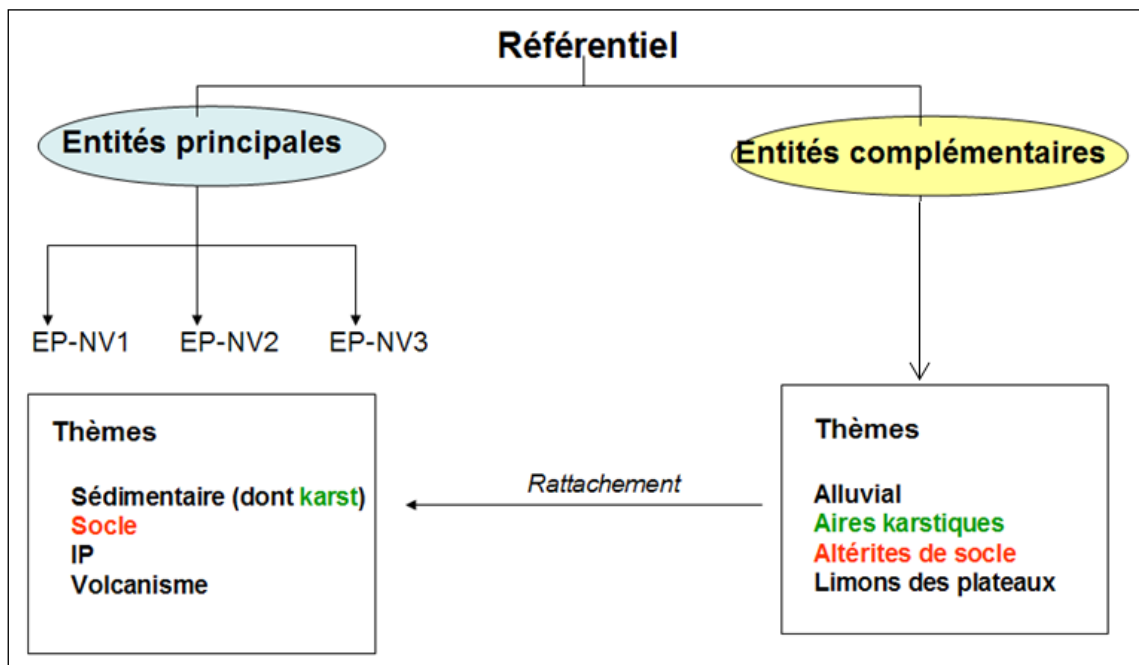


Illustration 4 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires

#### 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 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.a**). 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, ....**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 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, 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.**

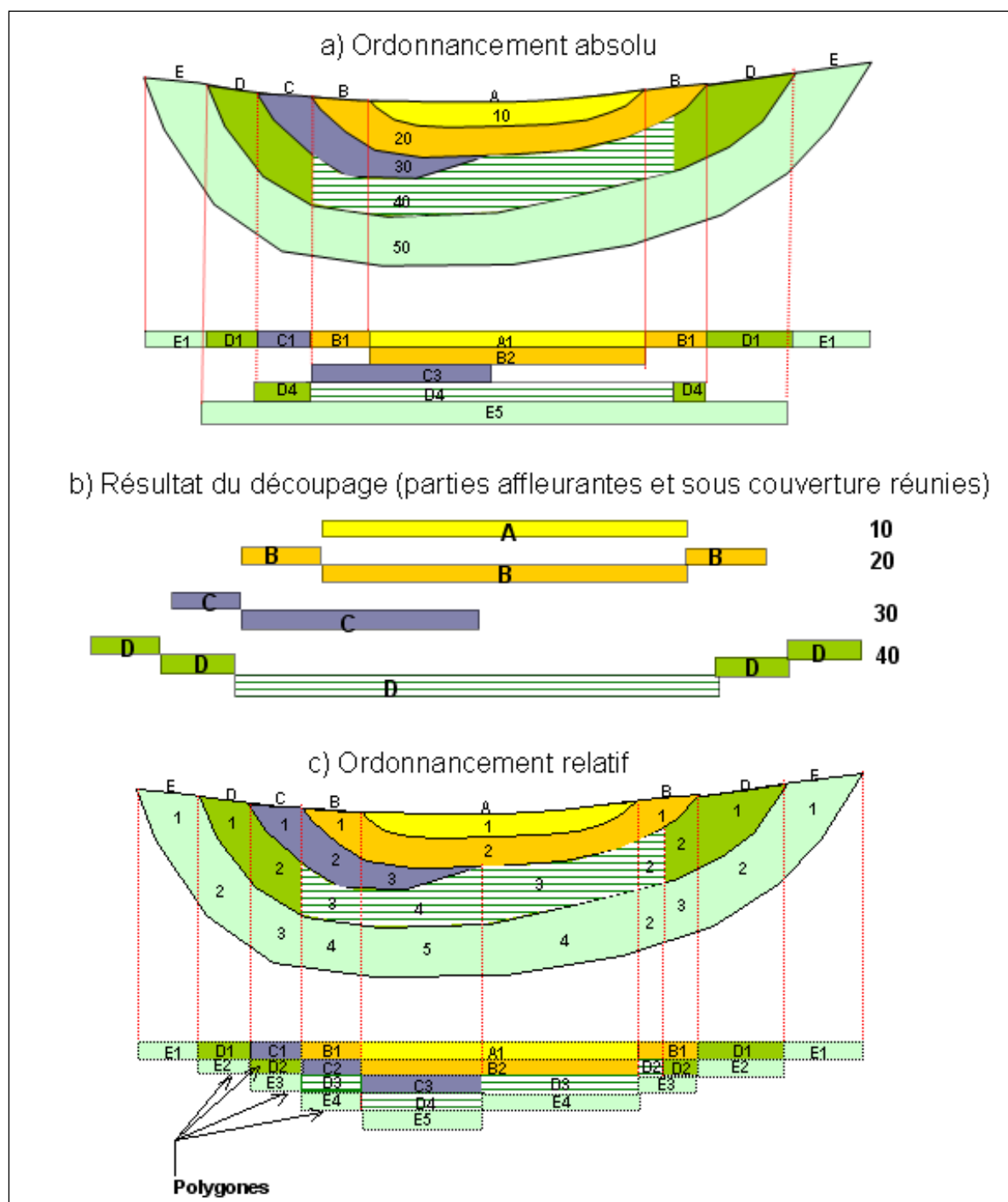


Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités



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

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

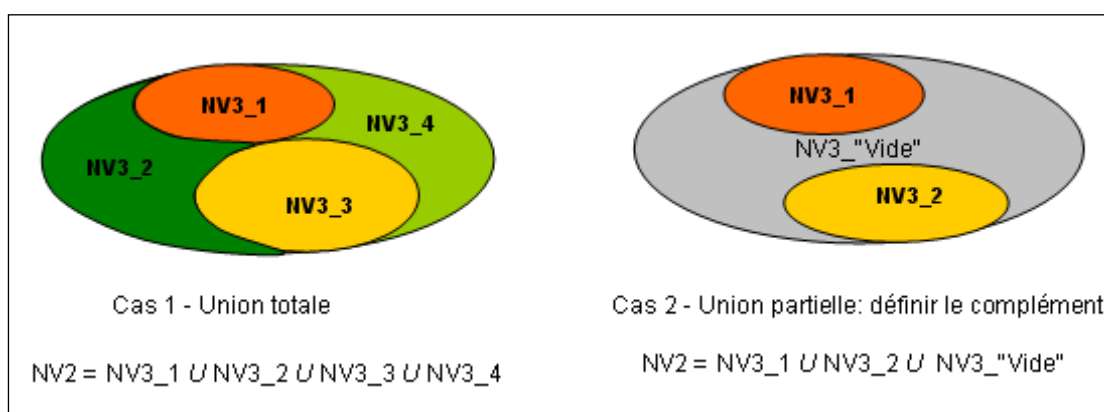


Illustration 6 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3

## 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 l'illustration 7.

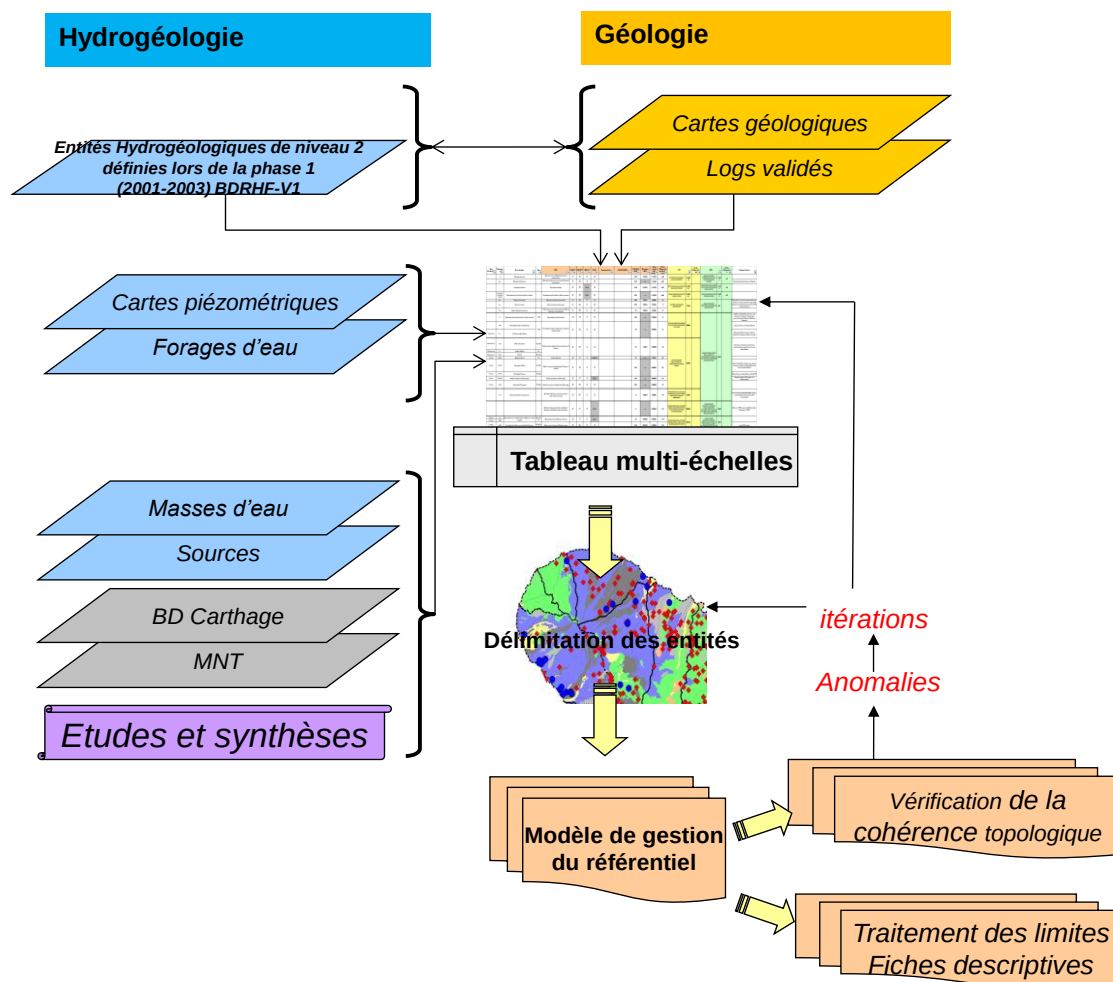


Illustration 7 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.

## 4. Mise en œuvre du découpage des entités

En année 1 du projet national, ont été identifiées en région Centre les entités suivantes (tableau de l'illustration 8 et rapport BRGM RP-56055-FR) :

- 12 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1)
- 32 entités de niveau régional NV2 dont 17 systèmes aquifères et 15 domaines.

Cette phase de la construction du référentiel au niveau 3 s'appuie bien sûr sur ce travail mais il a fallu néanmoins reprendre toutes les étapes de la construction faite au niveau 2, étapes détaillées dans ce qui suit.

Remarque: les zones de socle présentes à l'extrémité Sud de la région Centre (environ 1000 km<sup>2</sup>) ont été traitées lors du travail de construction du référentiel de la région Limousin et seront intégrées dans le référentiel de cette région.

### 4.1. BASE DE DONNÉES

#### 4.1.1. Données de référence

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

- la carte géologique harmonisée de la région Centre au 1/50 000 et celle de la région voisine Île-de-France à la même échelle;
- les cartes géologiques au 1/50 000 en format raster (scans géoréférencés);
- les notices des cartes géologiques au 1/50000 (format PDF) ;
- la carte géologique 1/1000 000 de la France;
- les "logs" des forages validés du secteur d'étude extraits de la Banque de données du Sous-sol (BSS): 14 000 logs ont été extraits (illustration 9).
- les contours des entités délimitées au niveau 2 en année 1 du projet;
- les bases de données des AEP de la région Centre;
- le modèle numérique de terrain de la zone traitée;
- les informations collectées dans différents travaux, notamment géophysiques et pétroliers, dont les plus importants sont mentionnés en référence bibliographique.

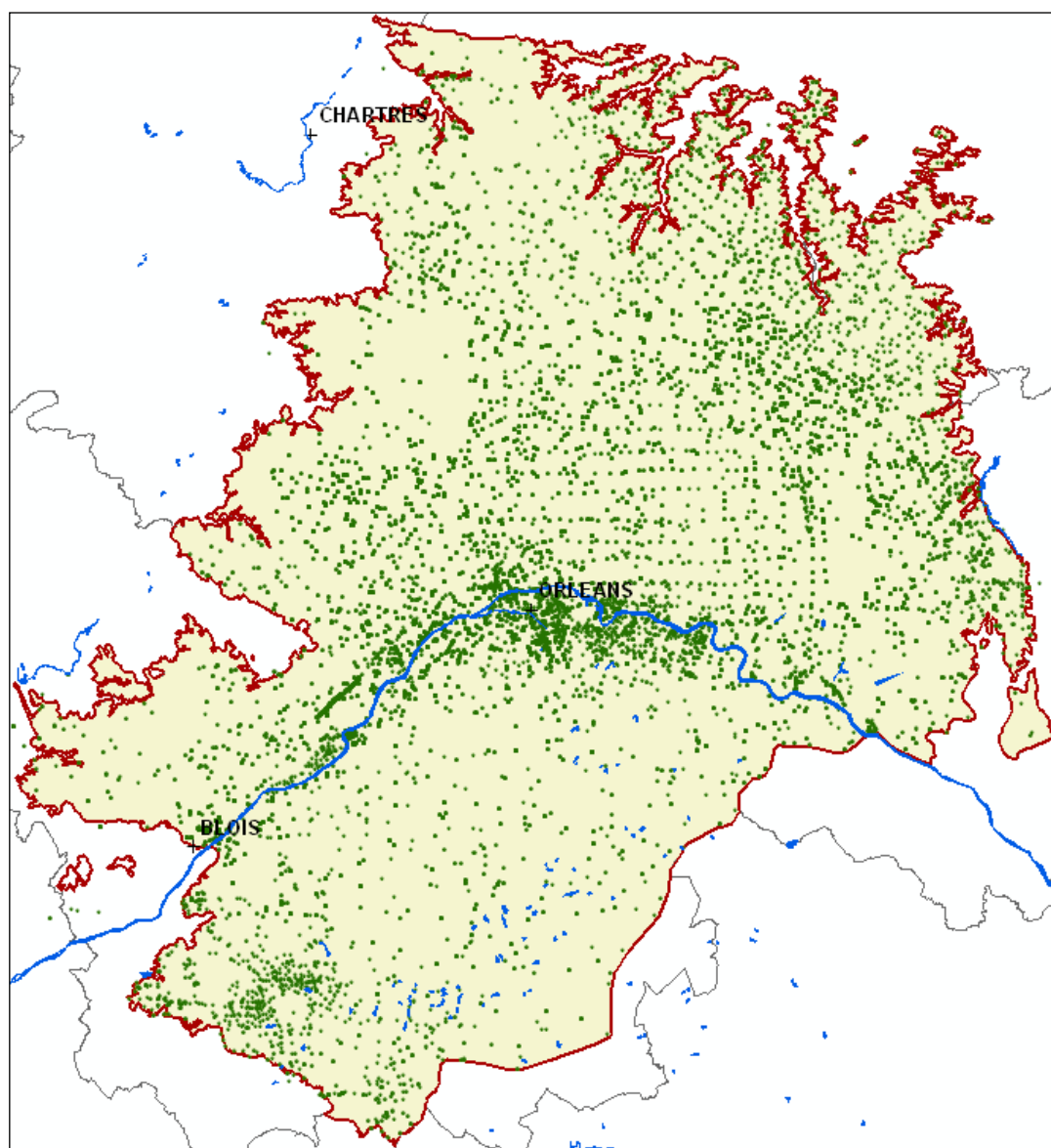
#### 4.1.2. Constitution d'une base de données géologiques (ArcGis)

Il s'agit d'une étape indispensable, non seulement comme complément de la base des entités, mais aussi comme outil de travail facilitant les multiples croisements d'informations et les extractions de données nécessaires à la délimitation des entités.

Cette base de données comprend les logs de forages extraits de la BSS et les cartes géologiques harmonisées (régions Centre et IDF). A chaque forage est associé un "log" avec, entre autres informations, un descriptif des horizons géologiques traversés.

| Code NIV1 | Code NIV2 | Age               | Nom de l'entité de niveau 2                                 | Nature entité NV2 |
|-----------|-----------|-------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------|
| F2        | F2A       | Mio-Pliocène      | Sables et argiles du Bourbonnais                            | Domaine           |
| F2        | F2B       | Mio-Pliocène      | Faluns de Touraine et d'Anjou                               | Domaine           |
| F2        | F2C       | Mio-Pliocène      | Formations de Sologne                                       | Domaine           |
| F3        | F3C       | Oligo-Mioène      | Calcaires de Beauce                                         | Système aquifère  |
| F3        | F3D       | Oligo-Mioène      | Calcaires de Touraine                                       | Système aquifère  |
| F3        | F3A       | Oligo-Mioène      | Sables de Fontainebleau                                     | Système aquifère  |
| F3        | F3F       | Oligocène-Eocène  | Marnes vertes et supra-gypseuses Eocène (Sannoisien-Ludien) | Domaine           |
| F4        | F4C       | Eocène            | Calcaires du Berry                                          | Système aquifère  |
| F4        | F4D       | Eocène            | Calcaires d'Anjou                                           | Système aquifère  |
| F4        | F4E       | Eocène            | Calcaires de Saint-Ouen, sables de Monceau                  | Système aquifère  |
| F4        | F4F       | Eocène            | Sidérolithique et formations de Brenne Substrat Eocène      | Domaine           |
| F4        | F4G       | Eocène            | Marnes et calcaires de l'Eocène moyen et inférieur          | Système aquifère  |
| F5        | F5B       | Paléocène         | Argile à Silex                                              | Domaine           |
| F6        | F6U       | Crétacé supérieur | Craie séno-turonienne                                       | Système aquifère  |
| F6        | F6X       | Crétacé supérieur | Marnes à Ostracées cénomaniennes                            | Domaine           |
| F7        | F7A       | Crétacé supérieur | Sable du Cénomanien (Perche-Vierzon)                        | Système aquifère  |
| F7        | F7C       | Crétacé supérieur | Craie du Cénomanien                                         | Domaine           |
| F7        | F7D       | Crétacé supérieur | Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanien inférieur  | Domaine           |
| F8        | F8HIM     | Crétacé inférieur | Sables de l'Albien                                          | Système aquifère  |
| F8        | F8JKN     | Crétacé inférieur | Argiles de l'Aptien-Barrémien                               | Domaine           |
| F8        | F8O       | Crétacé inférieur | Sables du Néocomien                                         | Système aquifère  |
| F9        | F9KL      | Jurassique sup.   | Calcaires tithoniens (Portlandien)                          | Système aquifère  |
| F9        | F9M       | Jurassique sup.   | Marnes du Kimméridgien                                      | Domaine           |
| F10       | F10F      | Jurassique sup.   | Calcaires du Kimmeridgien inférieur et de l'Oxfordien       | Système aquifère  |
| F10       | F10G      | Jurassique moyen  | Marnes callovo-oxfordiennes                                 | Domaine           |
| F11       | F11KLMOR  | Jurassique moyen  | Calcaires du Dogger (Bathonien - Callovien)                 | Système aquifère  |
| F11       | F11S      | Jurassique moyen  | Marnes du Dogger (Bajocien)                                 | Domaine           |
| F11       | F11T      | Jurassique moyen  | Calcaires du Dogger (Aalénien - Bajocien) - partie Nord     | Système aquifère  |
| F12       | F12A      | Jurassique inf.   | Marnes du Lias supérieur                                    | Domaine           |
| F12       | F12B      | Jurassique inf.   | Calcaires argileux et grès du Lias inférieur                | Domaine           |
| F13       | F13       | Trias             | Argiles et grès du Keuper                                   | Domaine           |
| F15       | F15B      | Trias             | Sables et grès du Trias moyen à supérieur (sud)             | Système aquifère  |

Illustration 8 - Liste des systèmes aquifères et des domaines hydrogéologiques de niveaux NV1 et NV2 identifiés en année 1 du projet (Ce tableau intègre les dénominations et les codes tles qu'ils étaient lors de l'élaboration de BDRHV-V2)



*Illustration 9 - Extraction des logs validés de la Banque de données du Sous-Sol pour la région Centre: exemple logs validés des Calcaires de Beauce*

Au fur et à mesure de l'avancement de l'analyse géologique (§4.2 ci-après), une correspondance est établie entre entités hydrogéologiques de niveau 3 et formations géologiques (celles décrites dans les logs et celles des cartes harmonisées). A chaque forage on peut donc rattacher une entité hydrogéologique (ou plusieurs si le forage en rencontre plusieurs).

Une requête par l'intermédiaire du "code entité", permet donc de visualiser, avant délimitation proprement dite de l'entité, son extension, parties affleurantes et sous couvertures (dans la limite bien sûr du nombre de forages disponibles qui, s'ils sont peu nombreux, rend incertain le tracé des limites de l'entité en profondeur).

Cette base de données peut être aisément mise à jour, facilitant ainsi les retouches éventuelles de contours.

L'illustration 10 fournit 2 images de cette base.

## 4.2. ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ÉCHELLES

Le tableau multi-échelles de niveau 3 a été élaboré à partir de l'inventaire des formations identifiées dans les cartes géologiques au 1/50 000 harmonisées et des sources d'informations listées ci-dessus (§ 3.1), en particulier les logs géologiques validés et les cartes harmonisées.

La construction de ce tableau est décrite de façon séquentielle ci-après, mais elle est largement itérative et plusieurs versions se succèdent durant la phase de délimitation des entités.

Le premier travail a consisté à établir une correspondance entre entités hydrogéologiques et formations géologiques.

Cette correspondance est réalisée en 2 étapes :

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

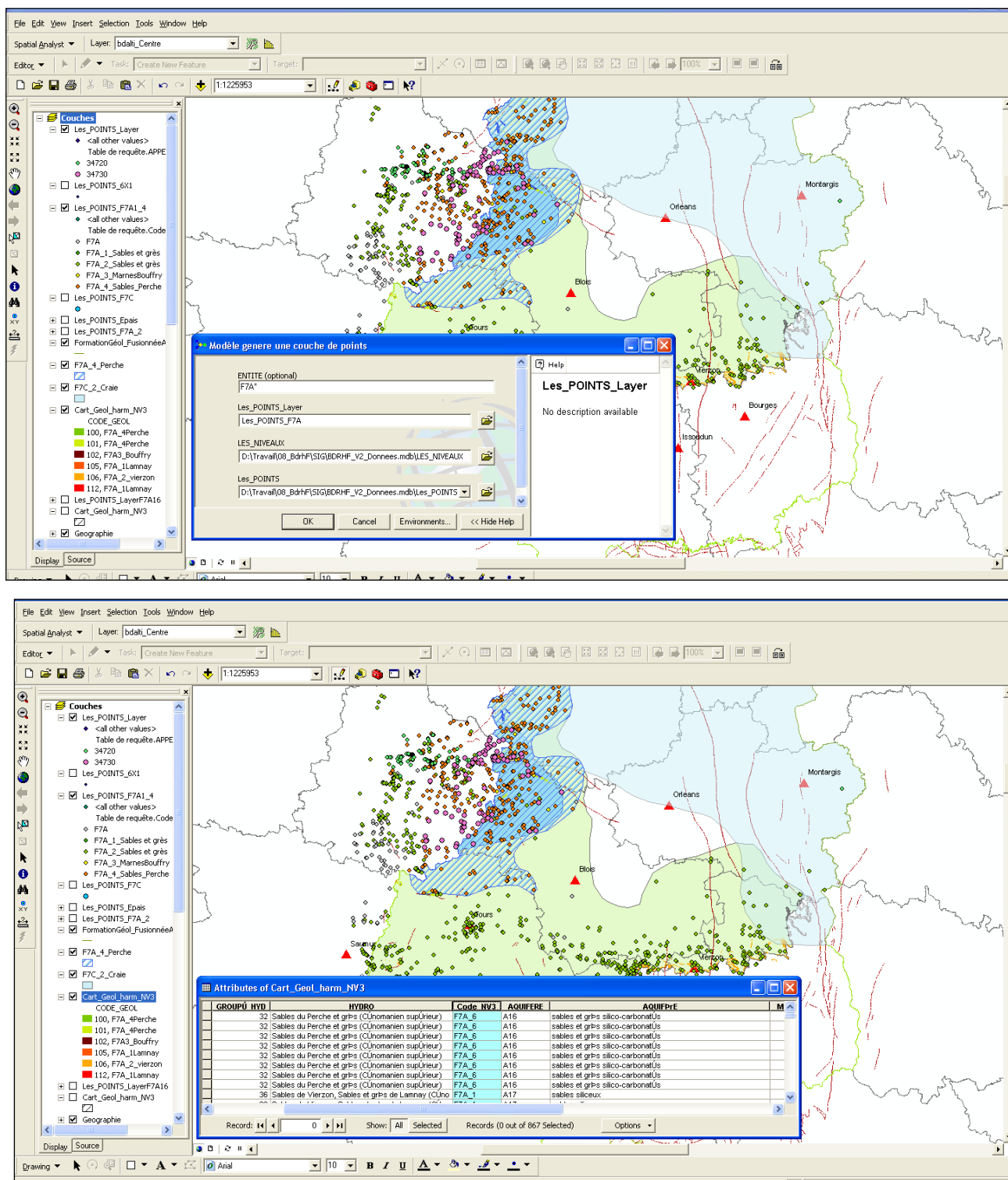
Une entité hydrogéologique de niveau régional peut être rattachée à une ou plusieurs formations géologiques cartographiées.

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

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

### 4.2.1. Etape 1: utilisation des cartes géologiques harmonisées

Dans la zone d'étude (Centre et Sud Île-de-France), les cartes harmonisées permettent d'identifier **196 formations géologiques** allant du Quaternaire au Trias. Les formations les plus anciennes affleurent au sud de la région, marquant la limite du Bassin de Paris.



*Illustration 10 - Base de données géologiques et entités hydrogéologiques associées*

Le tableau de l'illustration 11 fournit un exemple de 2 entités hydrogéologiques de niveau 3, différenciées au sein d'une même formation géologique de la carte à l'aide des logs de forages.

| Formations de la carte géologique harmonisée |                                                     | Entités hydrogéologiques  |                                     |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| CODE GEOL                                    | NOM                                                 | Code NV3                  | NOM                                 |
| j6MS-D                                       | Calcaires fins et Marnes (Kimméridgien à Tithonien) | <b>134A03</b><br>(F10D_1) | Calcaires et Marnes du Kimméridgien |
|                                              |                                                     | <b>134A01</b><br>(F10D_2) | Marnes et Calcaires du Kimméridgien |

*Illustration 11 – Exemple de correspondance entre formations géologiques de la carte géologique harmonisée et entités hydrogéologiques.*

#### 4.2.2. Etape 2: utilisation des logs géologiques

Dans une deuxième étape, on recherche une correspondance entre les formations géologiques locales (traversées en forages) et celles cartographiées dans les cartes géologiques harmonisées.

Le nombre de forages utilisé est de 14000 totalisant, dans la zone d'étude, 108000 "passes" géologiques décrivant **280 horizons géologiques** (appellations locales).

Ces formations géologiques ont été ensuite regroupées stratigraphiquement et rattachées à des entités hydrogéologiques:

- soit par connexion horizontale, plusieurs appellations locales renvoyant en fait à la même formation géologique régionale (illustration 12);
- soit par connexion verticale, par exemple dans le cas d'intercalations de plusieurs niveaux de sables et d'argiles (exemple des Sables et Argiles de Sologne), ou bien dans le cas d'une continuité hydraulique entre 2 formations.

Les illustrations 12 et 13 fournissent un exemple de correspondance entre entités hydrogéologiques et formations géologiques décrites dans les "logs" de forages.

| Formations géologiques traversées par les forages validés |                                        | Unités hydrogéologiques    |                                                      |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|
| CODE                                                      | NOM                                    | CODE                       | NOM                                                  |
| 35410                                                     | Graviers à Opis (hugardiana, glareosa) | <b>128A01</b><br>(F8HIM_3) | Sables de la Puisaye, de Frécambault et des Drillons |
| 35480                                                     | Sables et grès de Frécambault          |                            |                                                      |
| 35440                                                     | Grès et sables des Drillons            |                            |                                                      |
| 35300                                                     | Sables de la Puisaye                   |                            |                                                      |

*Illustration 12 - Exemple de correspondance entre formations géologiques décrites dans les "logs" de forages validés et entités hydrogéologiques.*

| Nom de l'entité hydrogéologique NV3 | code NV3 | code géologique | Formations géologiques traversées par les forages | Nombre de forages traversant la formation | Mise en relation avec formations géologiques de la carte harmonisée                                                                                                         |
|-------------------------------------|----------|-----------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Calcaire de Saint-Ouen              | F4E_2    | 22540           | Calcaire de Noisy-le-sec                          | 24                                        | [DESCRIPTIO] LIKE 'Calcaires et marnes de Saint-Ouen (Marinésien). Calcaires marins, saumâtres ou lacustres, Sables et grès de Beauchamp, Sépiolite inférieure (Auversien)' |
| Calcaire de Saint-Ouen              | F4E_2    | 22590           | Sables du Marinésien                              | 5                                         | [DESCRIPTIO] LIKE 'Calcaires et marnes de Saint-Ouen (Marinésien). Calcaires marins, saumâtres ou lacustres, Sables et grès de Beauchamp, Sépiolite inférieure (Auversien)' |
| Calcaire de Saint-Ouen              | F4E_2    | 22680           | Calcaire de Saint-Ouen                            | 3343                                      | [DESCRIPTIO] LIKE 'Calcaires et marnes de Saint-Ouen (Marinésien). Calcaires marins, saumâtres ou lacustres, Sables et grès de Beauchamp, Sépiolite inférieure (Auversien)' |
| Calcaire de Saint-Ouen              | F4E_2    | 22678           | Calcaire marneux de Saint-Ouen                    | 7                                         | [DESCRIPTIO] LIKE 'Calcaires et marnes de Saint-Ouen (Marinésien). Calcaires marins, saumâtres ou lacustres, Sables et grès de Beauchamp, Sépiolite inférieure (Auversien)' |
| Calcaire de Saint-Ouen              | F4E_2    | 22651           | Marnes de Saint-Ouen                              | 47                                        | [DESCRIPTIO] LIKE 'Calcaires et marnes de Saint-Ouen (Marinésien). Calcaires marins, saumâtres ou lacustres, Sables et grès de Beauchamp, Sépiolite inférieure (Auversien)' |

Illustration 13 - Autre exemple de correspondance entre formations géologiques décrites dans les "logs" de forages et entités hydrogéologiques.

(F4E\_2 est recodé en **113AK03**)

### 4.2.3. Utilisation des forages AEP

Les informations fournies par les forages AEP ont permis notamment de préciser la nature aquifère de certaines entités. Plus de 600 ouvrages ont été extraits de la base de données (illustration 14) et analysés.

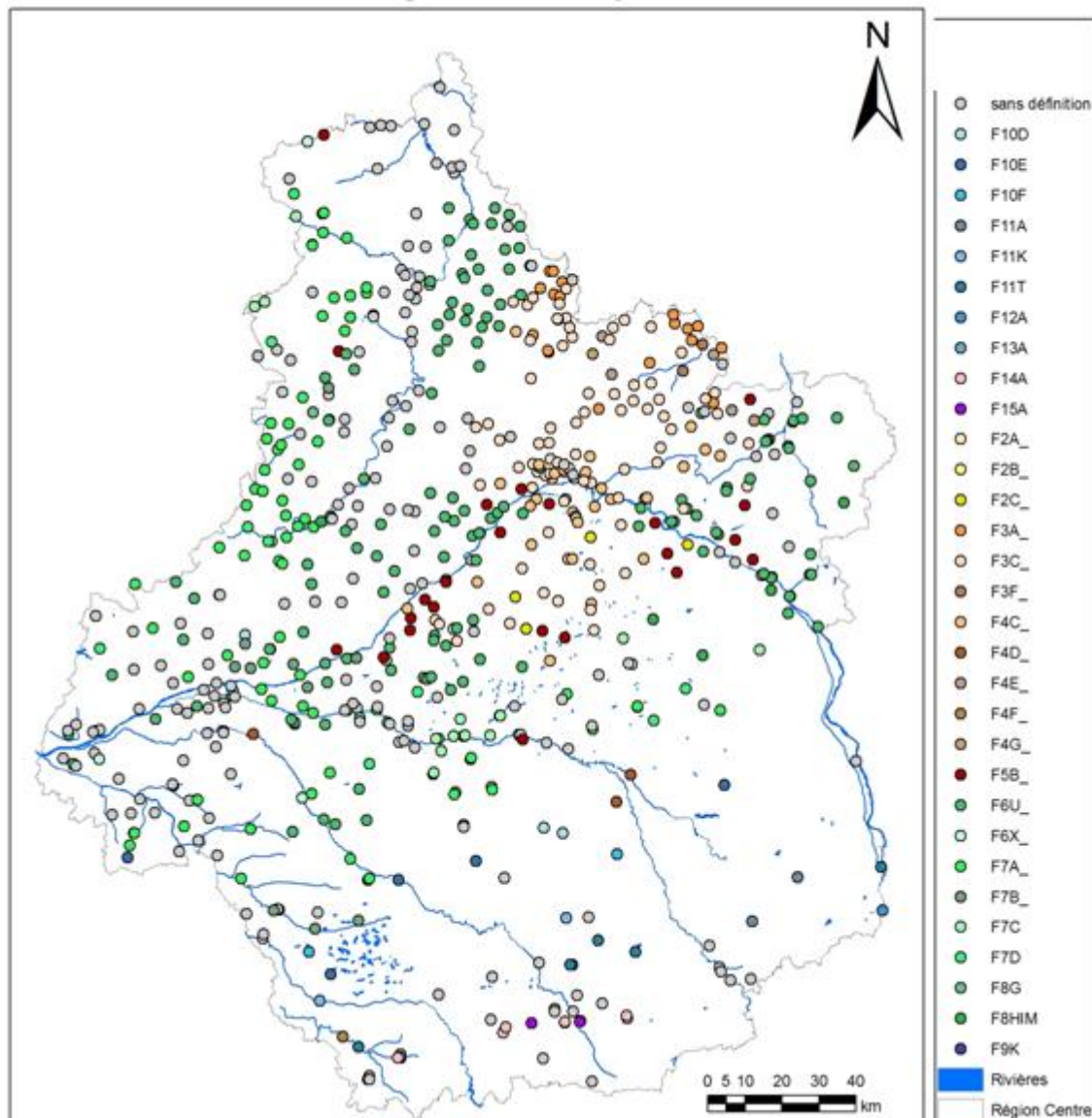


Illustration 14 – Forages AEP de la Région Centre distingués par leur appartenance à une entité de niveau 2

#### 4.2.4. Le tableau multi-échelles

Les étapes décrites ci-dessus ont permis d'identifier et de caractériser **70 unités de niveau local (NV3)**, se répartissant en:

- 33 unités aquifères,
- 17 unités semi-perméables,
- 20 unités imperméables.

Ces unités ont été regroupées en **34 systèmes ou domaines de niveau régional (NV2)**, elles-mêmes regroupées en **14 grands systèmes ou grands domaines de niveau national (NV1)**.

L'illustration 15 résume cette hiérarchie.

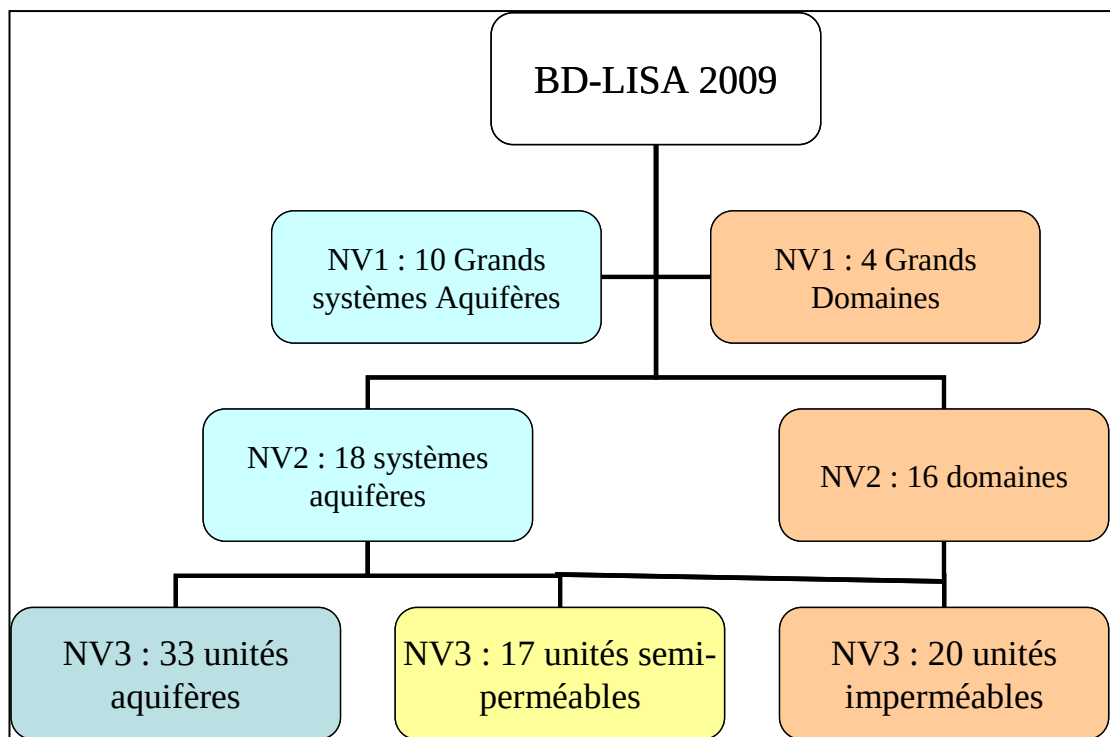


Illustration 15 – Entités hydrogéologiques du thème sédimentaire

A ces entités ont été ajoutées dans le "niveau thématique" (cf. § 2.2.3) 9 autres entités (se reporter au § 5.5 pour leur description):

- 7 secteurs alluvionnaires distingués comme unités aquifères, compte tenu de leur importance en tant que réservoirs productifs,
- 4 systèmes alluvionnaires,
- les aires karstifiées de la vallée de la Loire,
- une zone d'argile à silex intéressante au plan aquifère.

Le tableau multi-échelles établi pour les formations sédimentaires de la région Centre est reporté en annexe 1. Il intègre les 3 niveaux d'identification (NV1, NV2 et NV3).

La caractérisation de l'entité (type de porosité en particulier) a parfois nécessité une simplification, les caractéristiques de l'entité variant spatialement. Par exemple:

- une formation calcaire peut présenter un caractère karstique avec circulations préférentielles dans des zones affleurantes ou sub-affleurantes et devenir pratiquement compacte en profondeur;
- le rattachement à un seul type de milieu, fissuré ou poreux, n'est pas toujours possible, un grand nombre d'entités de niveau 3 et surtout d'entités de niveau 2 étant composites (par exemple autant de marnes/sables que de calcaires ou de craie). Pour les entités où ces deux types de porosité existent l'introduction du type "double porosité" (porosité matricielle et porosité de fissures) permet de mieux préciser.

D'une façon générale, l'information est portée par les entités de niveau 3. Elle n'est reconduite au niveau 2 que si l'entité NV2 issue du regroupement d'entités NV3 n'est pas trop hétérogène (ce qui est rarement le cas).

### **4.3. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE**

#### **4.3.1. Construction des entités**

Ce travail a été effectué en utilisant le mode "Editeur" du logiciel ArcGis. Un mode opératoire est fourni en annexe 4.

##### Parties affleurantes

Pour chaque entité hydrogéologique, les polygones correspondant aux formations affleurantes ont été extraits de la carte géologique harmonisée. Les limites d'affleurements de l'entité sont ensuite tracées à partir des contours des polygones affleurants, contours préalablement sélectionnés puis extraits (superficie > 0.5 km<sup>2</sup>).

Le tracé des limites d'affleurements est une opération qui peut être longue compte tenu du morcellement des polygones, des discontinuités et des placages superficiels masquant la formation. Le contour a souvent été précisé en s'aidant de la topographie (pour les couches considérées comme subhorizontales) et des logs validés lorsqu'ils existaient.

Les contours ainsi construits pour les parties affleurantes ont toujours été vérifiés en les positionnant par rapport aux affleurements des formations plus anciennes (pour ne pas obtenir un croisement des couches).

Ces couches sont entrecoupées par de nombreux bras de rivières et leurs alluvions. Un travail manuel important a dû être réalisé pour ôter de tels recouvrements et "fermer" les polygones des entités sous-jacentes.

##### 1) Parties sous couvertures

La délimitation se fait dans la couche SIG des parties affleurantes délimitées comme indiqué ci-dessus. Le tracé des limites se fait à partir:

- du report des forages ou sondages ayant traversé, totalement ou partiellement les formations géologiques constitutives de l'entité hydrogéologique concernée;
- du positionnement des affleurements de formations plus anciennes que celle étudiée et des forages des formations plus anciennes;
- des informations provenant d'études sectorielles;
- des cartes numérisées précisant les limites d'extension des paléo-mers.

Certaines entités ont pu être délimitées par des failles comme la limite ouest des Sables du Néocomien (illustration 16) :

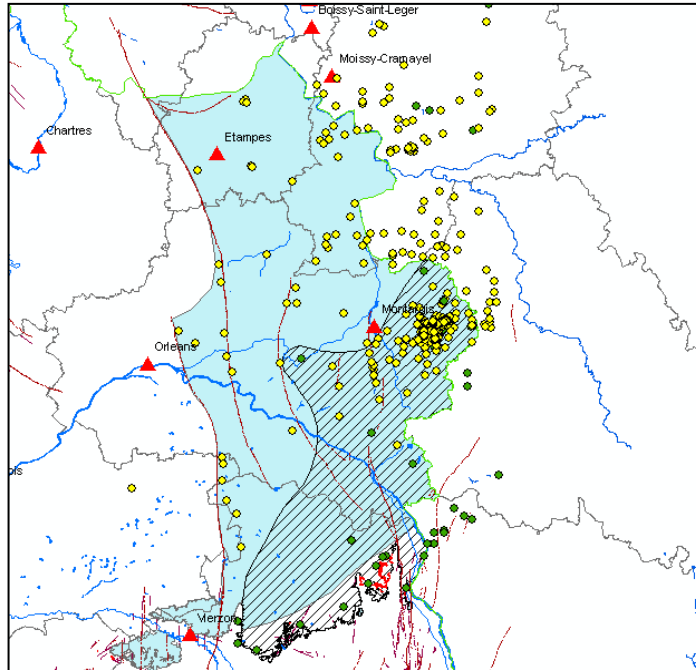


Illustration 16 – Exemple d'entité limitée par des failles

## 2) Polygone global de l'entité

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

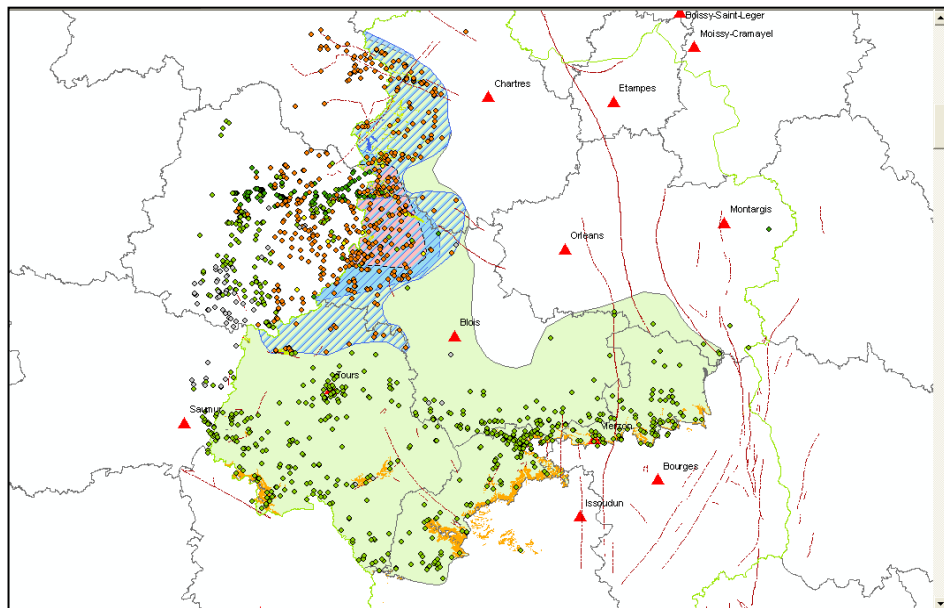


Illustration 17 – Exemple des sables du Cénomaniens avec 4 entités NV3 distinguées par analyse des logs de forages (points de différentes couleurs pour chaque entité, affleurements (en orange))

## Remarques

1) L'analyse des logs de forages ne permet pas toujours de faire une délimitation précise en raison de variations progressives de faciès (cf. § 4.3.2); la frontière entre entités contiguës est parfois difficile à positionner.

2) La délimitation sous couverture peut aussi être imprécise par manque de logs validés.

#### **4.3.2. Principales sources de difficultés**

- **Les variations de faciès**

La région Centre se situe en bordure Sud du Bassin Parisien, et sa géologie a été autant influencée par les apports sédimentaires venant des anciens massifs que par les sédimentations d'origine marine. Les nombreux cycles de transgression et de régression parfois associés à des déformations tectoniques confèrent une relative complexité à certaines formations caractérisées par de nombreux changements de faciès (calcaire, craie, marnes ....).

Les craies sont a priori relativement perméables à proximité de la surface (double porosité), mais souvent il s'agit plutôt de marnes crayeuses, semi-perméables à imperméables. Pour mieux caractériser ces entités, une analyse plus poussée a dû alors être faite, montrant des variations importantes de faciès, latérales et/ou verticales.

- **Dénomination des formations géologiques**

Les noms attribués aux formations peuvent parfois prêter à confusion, notamment pour les craies.

Dans les logs de forages, des appellations (ou descriptions) distinctes renvoient souvent à une seule et même formation géologique spatialement continue (regroupements opérés d'après les études existantes et les coupes géologiques).

- **Regroupement d'entités géologiquement différenciées, mais hydrauliquement connectées**

Certaines formations différenciables au plan géologique, ont été regroupées verticalement (multicouches) ou latéralement, la distinction n'étant plus pertinente sur le plan hydrodynamique (continuité hydraulique).

- **Délimitation en présence d'un changement progressif de la lithologie**

Certaines formations montrent une variation progressive de leur lithologie et de perméables deviennent progressivement imperméables. Pour respecter notamment les classes de perméabilité, le positionnement d'une limite franche n'a pas toujours été évident. Par exemple, les Sables et Argiles d'Orléans montrent des zones plus ou moins argileuses et des zones plutôt sableuses et donc a priori aquifères mais leur délimitation n'a pas été possible.

- **Délimitation sous couverture, notamment à proximité de la surface.**

La cartographie des limites a souvent été rendue complexe par l'existence de nombreux placages superficiels (alluvions, limons); cela a nécessité une réflexion sur l'existence d'une "paléo-surface". Pour les formations proches de la surface, lorsque cela était possible (nombreux points de repères) une surface subhorizontale a été restituée en s'aidant de la topographie.

Pour les couches plus profondes, quand les forages étaient rares, seules les cartes montrant l'extension des paléo-mers ont permis de tracer une limite (sans considération de possibles lacunes par des "paléo-érosions").

- **Délimitation des entités sous les systèmes alluvionnaires.**

Un grand nombre d'affleurements des entités, sur les cartes géologiques harmonisées, sont entrecoupés par les systèmes alluvionnaires. Pour restituer les parties

manquantes des entités sous ces formations de recouvrement, un long travail de comblement des "vides", laissés suite à leur extraction des cartes géologiques, a été nécessaire, pas toujours automatisable.

#### 4.4. DESCRIPTION DES ENTITES HYDROGEOLOGIQUES

Dans ce chapitre, on décrit succinctement les entités de niveau 3 qui ont été délimitées. Chaque paragraphe descriptif débute par un tableau listant les entités décrites avec un code couleur qui permet de préciser leur nature, conformément à la terminologie du guide méthodologique national.

|                      |
|----------------------|
| Unité aquifère       |
| Unité semi-perméable |
| Unité imperméable    |

Une précision supplémentaire est apportée en introduisant pour quelques entités les expressions: "*unité aquifère multicouche*" (alternance sur la verticale d'horizons perméables et moins perméables) et "*unité aquifère capacitive mais peu transmissive*".

|                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|
| Unité aquifère multicouche                                                   |
| Unité aquifère capacitive mais peu transmissive sauf à proximité des failles |

Dans cette mise à jour du rapport d'Avril 2010, l'ancienne codification est gardée comme repère possible. Dans ce qui suit, elle figure entre ( ) après le code national.

#### 4.5. ENTITÉS HYDROGÉOLOGIQUES DU TERTIAIRE

##### 4.5.1. Les sables et argiles du Bourbonnais 104A

Ce domaine hydrogéologique du niveau 2, codée **104A** (F2A) a été subdivisé en **3 entités, puis en 2 entités semi-perméables** :

| Nom                                              | Code NV3               |
|--------------------------------------------------|------------------------|
| Sables argileux d'Ardentes du Pliocène           | <b>104AA01</b> (F2A_3) |
| Sables et argiles du Bourbonnais du Mio-Pliocène | <b>104AA03</b> (F2A_2) |
| Sables de Lozère du Mio-Pliocène                 | <b>104AA03</b> (F2A_1) |

Ces entités sont situées au nord et au sud-est de la région Centre. Elles correspondent à des placages de quelques mètres de sables inclus dans une matrice assez argileuse. De ce fait elles sont globalement peu productives mais peuvent contenir localement des nappes perchées, exploitées par des puits domestiques. Un forage AEP existe dans la formation d'Ardentes.

##### Remarque :

Ces entités, très morcelées, correspondent à des recouvrements de plateaux. Les contours issus de la carte géologique harmonisée ont été précisés par les informations des forages.

Un grand nombre de placages de très faible extension (superficie inférieure à 0.5 km<sup>2</sup>) n'ont pas été cartographiés, ces surfaces très restreintes ne présentant pas d'intérêt hydrogéologique, ni en tant que réservoir ni en tant que couverture protectrice d'un aquifère sous-jacent.

#### 4.5.2. Les formations calcaires "superficielles" du Tertiaire

Les entités NV3 identifiées sont au nombre de 4 (puis de 3):

|                                                                  |                        |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Faluns de Touraine et du Blésois du Miocène                      | <b>104AC01</b> (F2B_1) |
| Calcaires lacustres de l'Eocène en région Centre                 | <b>113AC01</b> (F4C_1) |
| Calcaires lacustres du Berry du Priabonien                       | <b>113AC07</b> (F4D_2) |
| Calcaires lacustres de Touraine et d'Anjou de l'Eocène supérieur | <b>113AC09</b> (F4D_1) |

Ces 4 entités calcaires du Tertiaire se répartissent en de nombreuses unités correspondant morphologiquement à des plateaux séparés par des cours d'eau. Elles ont une épaisseur maximale de 20 à 30 m, mais la partie saturée ne dépasse rarement que 10 à 15 m d'épaisseur. Un grand nombre de ces unités ne constituent que des placages, peu importants en tant que réservoirs aquifères. Le substratum est formé par les Argiles du Sparnacien ou par les Argiles à Silex qui recouvrent la craie. De nombreuses sources naissent à ce contact.

Ces calcaires, lorsqu'ils sont fissurés, sont le siège de circulation localement importante à traits karstiques avec des axes de drainage préférentiels donnant naissance à des résurgences en bordure de vallées (Gutierrez et al., 2003).

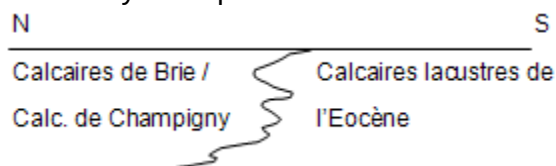
La productivité des aquifères est en général faible, les débits variant de 1 à 10 m<sup>3</sup>/h. Cependant, lorsque les calcaires sont traversés par des failles, les débits peuvent être très élevés, comme à Bléré (110 m<sup>3</sup>/h). De même, on connaît plusieurs sources dont les débits atteignent 100 à 300 m<sup>3</sup>/h (Esves, Truyes, Courçay).

Très superficielles, les nappes renferment une eau de qualité médiocre. La teneur en nitrates, par exemple, dépasse souvent 100 mg/l.

##### 1) Calcaires lacustres de l'Eocène en région Centre **113AC01** (F4C\_1)

Ces calcaires (Priabonien, ou Ludien dans le Bassin parisien, et Lutétien) correspondent à une entité qui a été considérée comme semi-perméable. Ils s'étendent très largement dans toutes les directions du bassin de Beauce, probablement au-delà des limites d'érosion actuelles avec des épaisseurs de quelques mètres sur les bordures, où ils affleurent, et jusqu'à 50 mètres dans la partie centrale.

A cette entité, localisée dans la partie centre-nord de la région, se rattachent des formations locales comme les Calcaires de Morancez et les Marnes de Villeau. Vers le nord, l'entité est en continuité hydraulique avec les calcaires de Brie/Champigny.



Les calcaires lacustres peuvent être le siège d'une intense activité de karstification. Les valeurs de débit spécifique disponibles sont très variables, avec une valeur médiane supérieure à 20 m<sup>3</sup>/h/m.

Ces réservoirs du Tertiaire sont atteints par de nombreux puits particuliers qui, le plus souvent, ne servent qu'à l'arrosage de jardins. Les forages agricoles sont peu nombreux en raison du débit d'exhaure trop souvent faible. Plusieurs sources sont encore utilisées pour l'alimentation en eau potable, mais la qualité médiocre de l'eau et la difficulté de protéger ces captages sont un obstacle à leur pérennité.

## 2) Calcaires lacustres du Berry du Priabonien **113AC07** (F4D\_2)

Ils sont répartis en plusieurs "incrustations" dans les paléo-reliefs du Secondaire, de part et d'autre de la vallée moyenne du Cher, en amont de Vierzon. Ils sont en général fissurés, fracturés et souvent reconnus comme aquifères, lorsque le réseau de fissures n'est pas colmaté par de l'argile.

On distingue deux unités principales :

- L'unité de Lury-sur-Arnon/Sainte-Thorette : profondément inséré dans les terrains du Secondaire, ce réservoir est en liaison avec les cours d'eau de l'Arnon, du Cher et de l'Yèvre qui assurent ainsi une ressource renouvelable. Ce n'est que très récemment que des études ont été entreprises pour déterminer les potentialités de cette formation. La nappe, libre dans un milieu non filtrant, est relativement contaminée par les activités de surface et reste très vulnérable. Elle est exploitée par quelques forages agricoles et fait l'objet de recherches pour l'alimentation en eau potable.
- L'unité de Châteauneuf-sur-Cher forme un réservoir perché sur un substratum imperméable. Elle est relativement peu épaisse et la ressource en eau y est limitée. Les piézomètres de contrôle montrent une vidange accentuée de ce réservoir en période estivale.

Mis à part quelques forages, la productivité est modeste et très variable dans l'année.

La nappe libre est très vulnérable et contaminée par les activités agricoles.

## 3) Calcaires lacustres de Touraine et d'Anjou de l'Eocène supérieur **113AC09** (F4D\_1)

Les calcaires de Touraine et d'Anjou s'étendent sur les plateaux situés au sud et au nord de la Loire. Ces unités sont pour la plupart affleurantes et ont à peu près les mêmes caractéristiques que les calcaires lacustres du Berry (ci-dessus). Plusieurs forages AEP captent ces aquifères.

## 4) Les Faluns de Touraine et du Blésois (ou d'Anjou) du Miocène inférieur **104AC01** (F2B\_1)

Ces formations sont peu étendues. La ressource est faible et les fluctuations piézométriques saisonnières sont fortes.

### 4.5.3. Les formations de Sologne **104AE** (F2C)

Cette entité est considérée comme un domaine au niveau 2; au niveau 3 elle est constituée d'une unité aquifère **104AE01** (F2C\_3), d'une unité semi-perméable **104AE03** (F2C\_2) et d'une unité imperméable **104AE05** (F2C\_1).

|                                             |                        |
|---------------------------------------------|------------------------|
| Sables de Montreuil du Serravallien         | <b>104AE01</b> (F2C_3) |
| Sables et Argiles de Sologne du Burdigalien | <b>104AE03</b> (F2C_2) |

|                                                                       |                 |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Marnes, Argiles et Sables de l'Orléanais et du Blésois du Burdigalien | 104AE05 (F2C_1) |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|

L'unité aquifère des "*Sables de Montreuil*" forme des placages à l'ouest de la Sologne; d'une épaisseur inférieure à 5 m en général, elle se confond avec les formations détritiques éocènes quand elle recouvre celles-ci.

Les deux autres entités, **104AE03** (F2C\_2) et **104AE01** (F2C\_3), regroupent les alluvions anciennes en terrasses et les sables et argiles du Mio-Pliocène. Elles définissent la région naturelle de la Sologne, mais s'étendent aussi au nord de la Loire sous la forêt d'Orléans.

Dans l'unité semi-perméable des "*Sables et argiles de Sologne*", le réservoir correspond à des chenaux sableux divaguant dans une matrice argileuse. (On parle parfois d'aquifère en "mille feuilles").

La ressource est en général faible (débits maximaux de l'ordre de 10 m<sup>3</sup>/h) et la rencontre de chenaux sableux est le plus souvent aléatoire, à l'exception de l'extrémité sud-est de la Sologne où un niveau sableux de base semble permanent. En Sologne, la présence de nappes perchées pérennes ou temporaires se traduit par des sources.

L'eau est souvent acide, ferrugineuse et, de ce fait, impropre à la consommation humaine. Elle n'est atteinte que par les puits traditionnels des particuliers, le plus souvent abandonnés ou seulement utilisés pour des arrosages modestes. Les débits de cette nappe sont insuffisants pour répondre aux besoins de l'agriculture. Cependant, le réservoir de base repéré au sud-est est capté par plusieurs forages agricoles et participe même à l'alimentation en eau potable (Clémont par exemple).

#### 4.5.4. Les Calcaires de Beauce

Les **Calcaires de Beauce**, correspondant à un système aquifère multicouches ont été subdivisés verticalement en **3 entités de niveau 3 et redécoupés par bassin, reconduites à l'identique au niveau 2**.

| Nom                                                                                                                                 | NV3     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitaniien, bassin Seine Normandie</b>                                           | 107AA01 |
| Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitaniien, <b>secteur de la Beauce et du Val d'Orléans</b> (bassin Loire-Bretagne) | 107AA02 |
| Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitaniien, bassin du Cosson (bassin Loire-Bretagne)                                | 107AA03 |
| Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitaniien, bassin du Beuvron (bassin Loire-Bretagne)                               | 107AA05 |
| Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitaniien, bassin du Cher et de la Sauldre (bassin Loire-Bretagne)                 | 107AA07 |

|                                                                                                           |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Molasse du Gâtinais de l'Oligo-Miocène (bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie)                        | 107AE01 |
| <b>Calcaires d'Etampes du Rupélien, bassin Seine-Normandie</b>                                            | 107AF01 |
| Calcaires d'Etampes du Rupélien, <b>secteur de la Beauce et du Val d'Orléans</b> (bassins Loire-Bretagne) | 107AF02 |
| Calcaires d'Etampes du Rupélien, bassin du Cosson (bassin Loire-Bretagne)                                 | 107AF03 |
| Calcaires d'Etampes du Rupélien, bassin du Beuvron (bassin Loire-Bretagne)                                | 107AF05 |
| Calcaires d'Etampes du Rupélien, bassin du Cher et de la Sauldre (bassin Loire-Bretagne)                  | 107AF07 |

L'aquifère de Beauce est le principal réservoir d'eau souterraine de la région Centre et l'un des plus importants de France avec des débits spécifiques souvent très importants. D'après une analyse faite sur 1416 forages (rapport BRGM R-40571), 23 % ont une valeur de débit spécifique supérieure à 80 m<sup>3</sup>/h/m et 9 % une valeur supérieure à 200 m<sup>3</sup>/h/m (dans les secteurs karstifiés).

Dans la région, les calcaires affleurent dans le quart nord-est, à cheval sur les départements du Loiret, du Loir-et-Cher et de l'Eure-et-Loir; ils se poursuivent sous la Forêt d'Orléans ainsi que sous les formations de Sologne, au sud de la Loire.

La Beauce s'étend sur les deux bassins de la Seine et de la Loire, ces deux fleuves drainant la nappe, l'un vers le nord, l'autre vers le sud.

Les calcaires lacustres de Beauce comprennent deux assises calcaires principales : les "*Calcaires de l'Orléanais et de Pithiviers*" et le "*Calcaire d'Etampes*", séparés par un banc marneux (la "*Molasse du Gâtinais*") qui joue un rôle primordial pour la protection du Calcaire d'Etampes sous-jacent. Les calcaires sont intensément fissurés; cette fissuration est accentuée par une karstification d'autant plus développée que l'on s'approche de la Loire.

La nappe est libre sous tout le plateau, sauf localement sous la Forêt d'Orléans. Au nord de la Loire la formation des "*Marnes de Blamont*" s'intercale entre les "*Calcaires de l'Orléanais et de Pithiviers*"; mais cette formation intercalaire est de faible épaisseur et parfois traversée par des gouffres qui mettent en relation hydraulique les deux entités. Au sud de la Loire, cette distinction n'est plus possible et les 2 formations sont regroupées sous l'appellation "*Calcaires de Beauce*".



L'unité imperméable de la "*Molasse du Gâtinais*" est pratiquement partout présente au-dessus du calcaire d'Etampes mais son rôle d'aquitard a seulement été constaté au niveau du Gâtinais. La molasse constitue par contre un filtre chimique.

La nappe de Beauce est caractérisée par de longs cycles pluriannuels et par une forte inertie. L'épaisseur du réservoir, faible en bordure des affleurements, notamment vers l'est, augmente vers le sud (une cinquantaine de mètres) où les forages peuvent fournir jusqu'à plus de 500 m<sup>3</sup>/h avec des rabattements de l'ordre du mètre. Les valeurs de transmissivités sont souvent supérieures à 10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s.

L'eau des calcaires de Beauce est bicarbonatée calcique, avec un pH supérieur à 7, une dureté moyenne de 20 à 30°. La teneur en nitrates est partout élevée pour le réservoir qui affleure, les maximums étant mesurés dans les secteurs où l'aquifère est peu épais, c'est à dire en bordure du plateau. Mais les nitrates ne sont qu'un indicateur et sont accompagnés de tout un cortège de produits polluants résultant des activités humaines. La nappe de Beauce est très vulnérable dans la partie affleurante du calcaire, qui absorbe rapidement toutes les eaux de surface, le ruissellement étant peu important.

La nappe de Beauce est très intensément exploitée par plus de 4 000 forages, à très forte majorité agricole. De plus, de nombreux ouvrages sont utilisés pour l'absorption des rejets de drainage et de stations d'épuration. La nappe est cependant utilisée pour l'AEP dans les deux contextes mentionnés précédemment: dans le Calcaire d'Etampes lorsqu'il est recouvert par la Molasse du Gâtinais et sous les formations de Sologne (Forêt d'Orléans et Sologne).

#### 4.5.5. Les Sables de Fontainebleau et les Calcaires de Brie

Ces formations constituent une entité de niveau 2 codée **107AC** (F3A) sous la dénomination de **Sables et Grès de Fontainebleau de l'Oligo-Miocène** et correspondent à un système aquifère multi-couches. Cette entité a été subdivisée au niveau 3 en deux unités aquifères, séparées par une unité imperméable.

|                                                                                 |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Sables et Grès de Fontainebleau de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien en Beauce | <b>107AC01</b> (F3A_3) |
| Molasse d'Etréchy du Stampien (Rupélien, Oligocène inf.) du Bassin Parisien     | <b>107AJ01</b> (F3A_2) |
| Calcaires de Brie du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien               | <b>107AK01</b> (F3A_1) |

Les sables marins de l'entité "*Sables et Grès de Fontainebleau*" du Rupélien (ou Stampien, selon la charte stratigraphique du bassin de Paris) contiennent une nappe perchée en bordure nord-est du département de l'Eure-et-Loir, drainée vers les vallées. Dans le quart nord-est de la Beauce, ils s'intercalent dans une série calcaire et font partie intégrante du système aquifère de Beauce.

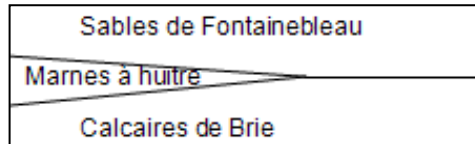
Cet aquifère est peu épais en Eure-et-Loir et ses caractéristiques hydrodynamiques sont inconnues mais probablement peu favorables à l'exploitation. Par contre, l'aquifère est bien développé dans les Yvelines.

L'eau est peu minéralisée (conductivité inférieure à 300 µS) et relativement dure.

La nappe des Sables de Fontainebleau est captée pour des besoins individuels par puits. Le captage par forage est techniquement difficile en raison de la finesse des sables, qui peuvent détruire les ouvrages et se révèle donc trop coûteux. La nappe est exploitée dans les Yvelines pour l'alimentation en eau potable.

En continuité avec les Sables de Fontainebleau au nord-est de l'Eure-et-Loir, on trouve une succession de couches calcaires et sableuses aquifères. Elles sont peu développées en Eure-et-Loir à l'extrême nord du département et ne peuvent constituer une ressource économiquement intéressante. Ces formations se développent au nord et à l'est dans les départements des Yvelines et de l'Eure, où le réservoir est exploité aussi bien pour l'eau potable que pour l'agriculture.

Dans la zone centrale, les sables sont séparés de l'aquifère sous-jacent par la formation des "*Marnes à huîtres et Molasses d'Etrecy*". Mais sur les bordures, les "*Sables et Grès de Fontainebleau*" reposent directement sur les "*Calcaires de Brie*". Ces deux aquifères sont ainsi en contact hydraulique direct.



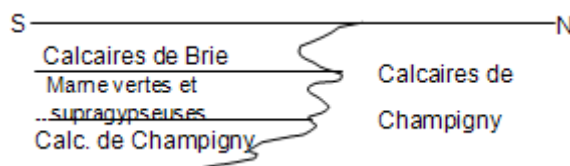
Vers l'ouest et au sud-ouest du Bassin de Paris, l'entité calcaire de Brie devient plus argileuse et peu aquifère. La nappe des calcaires est une ressource importante en eau souterraine. Dans la zone carbonatée, un grand nombre d'AEP exploitent les calcaires de Brie (en continuité avec les calcaires de Champigny en l'absence des marnes vertes). Néanmoins, cet aquifère, peu capacitif, de faible coefficient d'emménagement, est très irrégulièrement productif.

Dans les zones de contact direct des Calcaires de Brie avec les sables fins de Fontainebleau, les ouvrages sont exposés au risque d'ensablement.

N'étant pas entièrement protégée par la couche imperméable de marnes à huîtres, la nappe est aujourd'hui contaminée par les nitrates et des pesticides.

#### 4.5.6. Marnes vertes et Marnes supra-gypseuses du Rupélien

Ce domaine de niveau 2, codée **110AA** (F3F) est reconduit au niveau 3 comme unité imperméable, codée **110AA01** (F3F\_1). Cette entité est constituée d'une épaisseur très variable de marnes et d'argiles : une couche d'argile verte (niveau supérieur) recouvre les marnes supra-gypseuses ainsi qu'un autre niveau marneux et sépare les calcaires de l'Eocène (St. Ouen/Calcaires de Champigny) de ceux de l'Oligocène (Calcaire de Brie) au nord-est de la région Centre.



Ces formations couronnent l'Eocène supérieur et recouvrent les fonds de vallées; elles sont toujours masquées par une mince couche d'éboulis. Elles sont constituées dans leur partie supérieure par les Marnes blanches de Pantin (jusqu'à 4 m d'épaisseur) et les Marnes bleues d'Argenteuil (atteignant 8 à 9 m d'épaisseur). Mais vers le nord, la formation est moins épaisse et non continue et met en communication les Calcaires de Champigny avec les Calcaires de Brie, pour former une couche unique: les Calcaires de Champigny.

#### 4.5.7. Calcaires de Champigny, Calcaires de Saint Ouen, Sables de Monceau du Bartonien

Cet ensemble constitue un système aquifère de niveau 2 codé **113AK et 113AA** (F4E), subdivisé en 2 unités aquifères :

|                                                              |                        |
|--------------------------------------------------------------|------------------------|
| Calcaire Ludien de l'Eocène sup. du Bassin Parisien          | <b>113AA01</b> (F4E_3) |
| Calcaires de Saint-Ouen du Bartonien inf. du Bassin Parisien | <b>113AK03</b> (F4E_2) |

Les *Calcaires de Champigny* forment un aquifère très important pour la région mais très vulnérable aux pollutions d'origine agricole. Vers le sud, ils sont en continuité avec les *Calcaires lacustres de l'Eocène*.

Les *Sables, Calcaires et Grès du Bartonien* forme un aquifère multicouche et renferme une fraction gypseuse dont la puissance totale est très variable sont intégrés dans ces entités. La plupart des sables se trouvent au nord-est de la région sous les calcaires

L'alternance de marnes et d'argiles, sous les sables, est à l'origine de nombreuses sources temporaires.

La nappe des calcaires de Champigny est la principale ressource régionale en eau souterraine, principalement destinée à la production d'eau potable. En raison de sa proximité de la surface et de l'absence d'une protection par des couches imperméables continues, cette ressource est aujourd'hui contaminée par les nitrates et les pesticides. La nappe est en connexion hydraulique avec les eaux de surface, elles-mêmes contaminées par des pollutions d'origine agricole.

Les calcaires de Brie (Oligocène), de Briare et de Saint Ouen sont regroupés sous l'appellation Calcaires de Château-Landon (qui apparaît également sur les cartes géologiques dans le département du Loiret).

#### 4.5.8. Sables et argiles de Brenne du Bartonien

Ce domaine de niveau 2 codé **113AE** (F4F) est reconduit au niveau 3 comme unité semi-perméable (113AE01). Il correspond à un multicouche constitué de sables, grès, argiles et comprend aussi un complexe détritique fluviatile au sud de la région, en contact avec la région Poitou-Charentes. Ces formations affleurent en grande partie et ont une épaisseur de l'ordre de 5 m, rarement supérieure à 10 m. Seules les zones supérieures à 1 km<sup>2</sup> ont été retenues.

Les bancs sableux constituent de petits réservoirs aquifères, mais la formation étant néanmoins essentiellement argileuse, la ressource est très réduite. Les ouvrages de captage sont les puits traditionnels, abandonnés maintenant pour la plupart, et quelques forages agricoles de faible débit. Pour l'alimentation en eau potable, la ressource est recherchée à plus grande profondeur dans d'autres formations géologiques (Sable du Cénomani, Calcaire du Jurassique).

#### 4.5.9. Poudingues, Calcaires, Marnes et Caillasses du l'Eocène moyen et inférieur

Dans cet ensemble, situé au-dessus de la formation des argiles à silex (qui sépare le Tertiaire du Crétacé) 3 entités de niveau 2 ont été distinguées : **113AO (Marnes et**

**Caillasses du Lutétien supérieur dans le bassin Seine-Normandie)** (un domaine), **113AQ1 (Calcaires et sables du Lutétien du Bassin Parisien et du Bassin des Flandres)** et **113AX00 (Calcaires et Poudingues de l'Eocène dans le bassin Seine-Normandie)** (un domaine, subdivisé en 3 unités).

| Nom                                                                                                                                                                                  | NV3                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Marnes et caillasses du Lutétien supérieur du Bassin Parisien                                                                                                                        | <b>113AO01</b> (F4G_5) |
| Calcaires et sables du Lutétien du sud du Bassin Parisien                                                                                                                            | <b>113AQ11</b> (F4G_4) |
| Sables et Grès de Breuillet de l'Yprésien inférieur du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie)                                                                                      | <b>117AC01</b> (F4G_3) |
| (Argiles de Lignièrès et Cailloutis à Chailles de l'Eocène, Sud région Centre), Argiles de Lignièrès et Cailloutis à Chailles de l'Eocène, Sud région Centre (bassin Loire-Bretagne) | <b>113AG01</b> (F4G_6) |
| (Argiles de Lignièrès et Cailloutis à Chailles de l'Eocène, Sud région Centre) Argiles de Lignièrès et Cailloutis à Chailles de l'Eocène, Sud région Centre (bassin Loire-Bretagne)  | <b>113AG01</b> (F4G_2) |
| Calcaires et Poudingue de Gien de l'Eocène inférieur dans le Loiret                                                                                                                  | <b>113AH01</b> (F4G_1) |

Ces 6 unités sont très localisées et ne dépassent pas les 2000 km<sup>2</sup>.

Les *Poudingues de Gien* (113Q05), appelés également Perrons, correspondent à une formation fluviatile détritique d'argiles, sables, conglomérats, notamment les silex du Crétacé. Cette unité, coupée par la Loire, atteint une épaisseur d'une trentaine de mètres et affleure vers Gien. La composante fine, ou argileuse de la matrice la rend peu perméable et non intéressante en termes de ressource en eau.

La *Formation à Chailles du Loing et les Poudingues de Nemours* constituent une unité semi-perméable (113Q03). En continuité avec les Sables et Grès de Breuillet au nord, elle s'étend à l'ouest de Montargis jusqu'en Seine-et-Marne.

L'unité aquifère des *Sables et Grès du Breuillet* (113R03), aussi appelée "*Arkose du Breuillet*", s'étend à l'extrémité nord-est du bassin de la Beauce. Cette formation fluviatile est constituée de niveaux de sables et d'argiles. Quand elle est sableuse elle peut mettre en connexion (par des corps chenalisés perméables) la craie du Crétacé et les calcaires éocènes.

Les *Calcaires grossiers* (113R01) sont localisés à l'extrémité nord de la zone d'étude, au sud de l'Île de France. Ces calcaires, largement exploités en Île-de-France, sont en général intégrés dans la série des Calcaires de Champigny, Saint-Ouen et Calcaires grossiers. Vers le sud-est, les formations de type continental prédominent et l'on constate un accroissement des faciès marneux et argileux.

L'unité semi-perméable des *Marnes et Caillasses* (113P01), qui affleure à l'extrémité nord de la région Centre et qui s'étend vers la région de l'Île de France, est constituée par une alternance de bancs de marnes plus ou moins calcaires. Il peut y avoir localement des bancs calcaires plus perméables.

Les *Argiles de Lignièrès et cailloutis à chailles*(F4G\_6) forment une unité imperméable au sud du département.

#### 4.5.10. Formations résiduelles post-campanien

Elles sont rassemblées dans une entité de niveau 2, appelée **Argiles à Silex**, codée **119AE (Formations détritiques continentales, Sables et Argiles à silex post-Campanien du Bassin Parisien)** (F5B), subdivisée en une unité semi-perméable, et une unité imperméable :

|                                                                                                            |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Formations détritiques continentales, Sables et Argiles à silex post-campanien                             | <b>119AE01</b> (F5B_2) |
| Formations détritiques continentales, sables, argiles à silex post-Campanien dans le bassin Loire-Bretagne | <b>119AE01</b> (F5B_1) |

Ces deux unités sont issues de la décalcification de la craie et forment une couverture sur toute l'étendue de la craie lorsqu'elle affleure. L'unité argilo-siliceuse (119C03) apparaît plus au sud-ouest du département et se prolonge avec des formations plus argileuses et imperméables dans tout le nord de la région (119AE01).

Les affleurements sont localisés sur les bordures Ouest, Sud et Est. Vers le nord, ces unités sont recouvertes par les formations du tertiaire.

L'unité 119C03 sous-jacente peut être localement aquifère, notamment au nord du département du Cher, en bordure de la Sologne.

Par le jeu de plusieurs facteurs tectoniques et hydrauliques, les silex ont été localement lessivés le long de la Nère, avant d'être recouverts par les formations de Sologne. Sans la gaine d'argile, la productivité de cette formation peut être très élevée, mais sur une surface restreinte.

## 4.6. ENTITÉS DU SECONDAIRE: LE CRÉTACÉ

### 4.6.1. La Craie et les Sables du Séno-Turonien

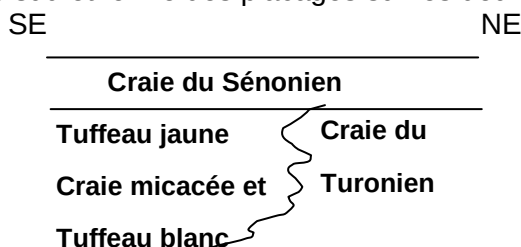
Ces formations sont rassemblées dans une entité aquifère de niveau 2, appelée **Craie du Séno-Turonien**, codée **121AB** et **121AC** (F6U) et subdivisée en 4 unités aquifères superposées et redécoupées en bassins versants :

|                        |                                                                                                                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>121AB01</b> (F6U_3) | Craie du Sénonien, bassin de la Loire de sa source à la Vienne (bassin Loire-Bretagne)                                                             |
| 121AB02 (F6U_3)        | Craie du Sénonien, bassin du Cher (bassin Loire-Bretagne)                                                                                          |
| 121AB03 (F6U_X)        | Craie du Turonien, bassin de la Loire à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                                                           |
| 121AB05 (F6U_5)        | Tuffeau jaune du Turonien moyen à supérieur, bassin de la Loire de l'Allier au Cher (bassin Loire-Bretagne)                                        |
| 121AB06 (F6U_5)        | Tuffeau jaune du Turonien moyen à supérieur, bassin du Cher de l'Arnon à la Loire et la Loire du Cher à l'Indre (bassin Loire-Bretagne)            |
| 121AB07 (F6U_8)        | Craie micacée et Tuffeau du Turonien moyen à inférieur, bassin de la Loire de l'Allier au Cher (bassin Loire-Bretagne)                             |
| 121AB08 (F6U_8)        | Craie micacée et Tuffeau du Turonien moyen à inférieur, bassin du Cher de l'Arnon à la Loire et la Loire du Cher à l'Indre (bassin Loire-Bretagne) |
| 121AC01 (F6U_3)        | Craie du Sénonien, bassin de l'Indre de sa source à la Loire et la Loire de l'Indre à la Vienne (bassin Loire-Bretagne)                            |

|                 |                                                                                                                                                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 121AC05 (F6U_5) | Tuffeau jaune du Turonien moyen à supérieur, bassin de l'Indre de sa source à la Loire et la Loire de l'Indre à la Vienne (bassin Loire-Bretagne)            |
| 121AC07 (F6U_8) | Craie micacée et Tuffeau du Turonien moyen à inférieur, bassin de l'Indre de sa source à la Loire et la Loire de l'Indre à la Vienne (bassin Loire-Bretagne) |

De la même manière, autres bassin avec les mêmes entités superposées sont définies comme celui de la Maine (121AA), bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (121DD), etc.

Les deux unités "*Tuffeau blanc*" et "*Tuffeau jaune*" s'étendent au sud-ouest de la région Centre. La craie du Turonien (121AB03) apparaît sur toute la partie nord de la région en continuité latérale avec le Tuffeau jaune. La craie sénonienne (121AB01) se rencontre dans la partie sud et forme des placages sur les deux unités de Tuffeau.



Ces unités se poursuivent en Pays-de-la-Loire (illustration 18).

|                             | PAL (49 et 72)                            |                                | Région Centre                  |                         |
|-----------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Sénonien F6U                | Sables du Sénonien                        | Craie de Villedieu du Sénonien | Craie du Sénonien              |                         |
| Turonien supérieur F6U      | Sables glauconieux et faluns de Contivoir |                                | Tuffeau jaune du Turonien      | Craie du Turonien sup.  |
| Turonien moyen et inférieur | Craie et Tuffeau d'Anjou et de Touraine   |                                | Craie micacée et Tuffeau blanc | Craie du Turonien moyen |

Illustration 18 – Le Sénonien-Turonien en région Centre et région Pays-de-la-Loire

Globalement, cette série du Sénonien et du Turonien est représentée par une puissante assise de craie qui affleure très largement sur tout le pourtour Ouest, Est et Sud de la région et dont la partie supérieure est constituée, jusqu'au Turonien moyen, par une craie dure et une craie sableuse à l'ouest, pouvant être aquifère. Les couches constituant cette craie s'enfoncent vers le centre du Bassin Parisien (fosse de Sologne, fosse de Pithiviers). La base de la craie que l'on rencontre sur la bordure extérieure des affleurements devient marneuse et imperméable.

Poreuse, la craie n'est cependant pas perméable intrinsèquement. Elle ne contient de l'eau mobilisable que lorsqu'elle est fracturée, situation rencontrée le long des failles ou sur les bombements anticlinaux, ou bien lorsqu'elle est altérée, sous les plaines alluviales des grands cours d'eau.

Dans certains secteurs, il existe de véritables réseaux karstiques, comme la rivière souterraine d'Orchaise, près de la rivière Cisse.

La craie est recouverte par une couche d'argile (notamment l'Argile à silex, 119AE00), produit de décalcification de la craie; celle-ci peut former localement un écran protecteur, mais elle est souvent lacunaire, notamment le long de talwegs, et "percée" en de multiples lieux (bétoires), ce qui rend cette protection peu efficace à grande échelle.

La nappe est libre au niveau des affleurements et s'écoule vers les vallées où de nombreuses sources se déversent. La surface piézométrique présente un gradient généralement fort, ce qui traduit une perméabilité médiocre.

Sous les formations de Beauce, la nappe est captive et sa surface piézométrique se situe souvent très au-dessous de celui de la nappe de Beauce, déterminant une drainance de la nappe de Beauce vers la nappe de la Craie (d'où un risque de contamination progressive de celle-ci).

La productivité des ouvrages souterrains est extrêmement variable, fonction du développement des fractures ou de l'altération : la craie est un réservoir discontinu. Lorsque la nappe est libre, les débits peuvent parfois dépasser 150 m<sup>3</sup>/h, comme dans la vallée du Cher. Sur les plateaux, les débits sont modestes (autour de 20 m<sup>3</sup>/h en général) et les échecs en forage sont nombreux. Dès que l'on pénètre sous couverture, la productivité diminue ; en domaine profond, la craie n'est plus considérée comme aquifère.

Au plan de la qualité de l'eau, sur toute la zone des affleurements, la nappe est fortement contaminée par les activités de surface, essentiellement par les produits de traitement agricoles. Les teneurs en nitrates n'ont cessé de croître jusqu'à des valeurs dépassant souvent 50 mg/l ; l'argile à silex qui recouvre la craie ne remplit donc pas un rôle d'écran protecteur. Par ailleurs le pH varie de 7,2 à 8,6 et la dureté est élevée (20 à 33°). En domaine captif, sous les Calcaires de Beauce ou sous la Sologne, l'eau est peu ou pas affectée par les pollutions.

La nappe de la Craie est fortement sollicitée pour tous les usages (agriculture, eau potable,...) car elle constitue souvent l'unique ressource économiquement exploitable. Là où la nappe de la craie est libre, les puits traditionnels sont nombreux ; de par leur conception, ils doivent contribuer au transfert des eaux superficielles polluées vers la nappe. Plusieurs captages d'eau potable ont été abandonnés en raison de la mauvaise qualité de l'eau et de l'impossibilité de les protéger efficacement. Vers l'ouest, on recherche de préférence une ressource mieux protégée : la nappe du Cénomaniens.

En bordure de la Beauce, de nombreux forages agricoles captent à la fois la nappe de Beauce (dont la tranche d'eau est trop faible pour fournir de forts débits) et celle de la Craie, mais ces forages mal conçus entraînent une invasion progressive de la Craie par les eaux, riches en nitrates, de la nappe de Beauce.

#### 4.6.2. Craies marneuses et Marnes cénomaniennes et turoniennes

Deux domaines de niveau 2 ont été définis, codés 121AU (Turonien) et 123AA (Cénomaniens)

| Nom                                                          | NV3                            | NV2   |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|
| Craie marneuse du Turonien inférieur                         | <b>121AB30-AC30</b><br>(F6X_1) | 121AU |
| Marnes à Ostracées et Actinocamax plenus du Cénomaniens sup. | <b>123AA01</b> (F7B_X)         | 123AA |

Le schéma de l'illustration 19 permet de situer ces formations dans l'ensemble complexe des formations du Cénomanien-Turonien.

| OUEST                                                                          |  | EST                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------|
| <b>Craie marneuse du Turonien inférieur</b>                                    |  |                                                             |
| <b>Marnes à Ostracées et Actinocamax plenus au dessus des Sables de Perche</b> |  |                                                             |
| <b>Sables du Perche</b>                                                        |  | <b>Marnes à Ostracées laterale aux Sables de Perche</b>     |
| <b>Marnes de Bouffry</b>                                                       |  |                                                             |
| <b>Sables et grès de Vierzon, Lamnay, Trugalle, Maine, Mans, Varenne</b>       |  | <b>Craie du cénom. laterale aux sables et marnes à ost.</b> |
| <b>Craie du cénomanien sous les sables cénom et marnes à ost.</b>              |  | <b>Craie du cénom. sous les sables et marnes à ost.</b>     |
| <b>Marnes et gaize cénomaniennes</b>                                           |  |                                                             |
| <b>Argiles de l'Albien moyen à supérieur</b>                                   |  |                                                             |

Illustration 19 – Schéma des unités du cénomanien et turonien avec leurs limites latérales et verticales

La craie plus ou moins marneuse du Turonien inférieur forme le mur de la Craie du Turonien 121AA03, cf ci-dessus) et du Tuffeau blanc. Elle s'étend de ses affleurements au sud de la région jusqu'au nord du Bassin de Paris. Cette unité semi-perméable ne constitue que rarement une ressource aquifère; elle peut néanmoins contenir localement des nappes dans des zones plus perméable car plus crayeuses et proche de la surface. Par exemple, la craie de Ligueil est exploitée avec les Sables et Grès de Vierzon.

L'unité imperméable des Marnes à Ostracées et Actinocamax plenus du Cénomanien supérieur s'étend au Sud et à l'Est de la région. Cette couche est très imperméable, avec des épaisseurs de 10 m et plus sauf dans la région de Montargis (de 5 à 10 m).

Ces marnes séparent les sables du Cénomanien de la Craie du Turonien.

#### 4.6.3. Les Sables du Cénomanien

Ce système aquifère, codé **122AE** (F7A) a été subdivisé au niveau 3 en 2 unités aquifères et 1 unité semi-perméable.

|                                                                                                                     |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Sable du Perche du Cénomanien supérieur, bassin du Cher, de l'Indre et de la Loire de l'Authion à la Maine          | <b>123AE01</b> (F7A_3)   |
| Marnes de Bouffry et de Nogent le Bernard du Cénomanien moyen à supérieur, bassin de la Sarthe de sa source au Loir | <b>123AB03</b> (F7A_7)   |
| Sables et grès, sables et marnes glauconieux du Cénomanien inf. à moyen du sud du Bassin Parisien                   | <b>123AC05</b> (F7A_8/9) |

Le toit de cette formation aquifère est constitué notamment par les *Sables du Perche* (123AE01) et les *Sables de Vierzon/ Sables et grès, sables et marnes glauconieux* du Cénomanien inf. à moyen du sud du Bassin Parisien (123AC05), le mur correspond aux horizons sableux du Cénomanien inférieur (*Sables et Grès de la Trugalle ou de Lamnay*, 123AC05). Souvent la notation *Sables du Cénomanien* désigne l'ensemble du Cénomanien moyen à inférieur.

Les Sables peuvent inclure des horizons inférieurs plus marneux, notamment les *Marnes de Bouffry* (123AB03) ou gréseux.

Les Sables du Cénomanien s'étendent sur les deux tiers sud-ouest de la région. Ils affleurent en un arc fin en limite occidentale de la région et au sud; ils s'enfoncent sous les formations crayeuses et marneuses autour de la fosse de Sologne. En région Centre, ils sont désignés par les termes de "*Sables du Perche*" à l'ouest et "*Sables de Vierzon*" au sud. L'épaisseur de ces sables est de plus de 30 m aux affleurements à l'ouest ;elle se réduit rapidement en profondeur et au sud.

Au nord, on passe à un faciès dominant de craie marneuse; la limite nord d'extension des sables qui a été retenue correspond à celle qui borne le modèle hydrodynamique des Sables du Cénomanien réalisé par la SOGREAH (cf. bibliographie).

Les *Sables et Grès de Lamnay* (123AC05) se trouvent en limite ouest de la région avec une extension principale dans la région Pays-de-la-Loire. Cette couche forme un aquifère d'extension limitée, mais qui peut atteindre une épaisseur d'environ 10 m.

Les *Sables et Grès de Vierzon, Maine, Mans, Varenne* du Cénomanien inférieur à moyen (123AE01) ont l'extension la plus importante, s'étendant des affleurements au sud-est vers Vierzon jusqu'à la limite de la sédimentation continentale à laquelle a succédé une sédimentation plus marine. L'épaisseur de l'aquifère est de 100 m et plus dans sa partie centrale (vers Tours, elle peut atteindre plus de 200 m).

Les *Marnes de Bouffry* (123AB03) apparaissent à ouest de la région et n'affleurent que dans le nord-ouest de la région en contact avec les affleurements des *Sables du Perche*. Cette formation, dont l'épaisseur peut atteindre plus de 40 m, est constituée d'une épaisse couche de marnes grises plastiques faiblement détritiques. Des intercalations de bancs de sable et des faciès de marnes micacées sont également citées. Ces marnes apparaissent en général au-dessus des *Sables de Vierzon*.

Les *Sables du Perche* (123AE01) s'étendent sur toute la partie nord-est du système aquifère. Ils sont proches de la surface et leur épaisseur est très variable, comprise entre quelques mètres vers les vallées et 30 m sous les palataux.

Ces entités se prolongent vers la région voisine Pays de la Loire (illustration 20).

|                         | PAL (49 et 72)                                 |                             |                   | Région Centre                                 |  |            |                                          |
|-------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|--|------------|------------------------------------------|
| Turonien inférieur F6X  | F6X1 - Craie marneuse à Inocerames             |                             |                   | F6X1 - Craie marneuse à Inocerames            |  |            |                                          |
| Cénomanien sup. F7A     | Sables de Bousse et Sables et Grès à Catopygus |                             |                   | Marnes à Ostracées et Actinocamax plenus      |  |            | Marnes à Ostracées et Actinocamax plenus |
|                         | Marnes à Huîtres<br>(Ostrea biauriculata)      |                             |                   |                                               |  |            |                                          |
|                         | Sables du Perche                               |                             |                   | Sables du Perche                              |  |            | Marnes à Ostracées                       |
| Cénomanien moyen F7A    | Sables et Grès du Mans                         | Marnes de Nogent le Bernard | Craie de Theligny | Marnes de Bouffry                             |  |            |                                          |
|                         |                                                |                             |                   | Sables de Varennes, Sables et Grès de Vierzon |  |            |                                          |
| Cénomanien F7A inf. FC2 | Sables et Grès de la Trugalle et de Lamnay     |                             |                   | Sables et Grès de la Trugalle et de Lamnay    |  |            |                                          |
|                         |                                                |                             |                   | F7 C2 Craie                                   |  | F7C2 Craie |                                          |
|                         | F7D1 - Craie glauconieuse                      |                             |                   | F7D1 - Marnes glauconieuses et Gaize          |  |            |                                          |

Illustration 20 - Le Cénomanien en région Centre et région Pays-de-la-Loire

La nappe du Cénomaniens s'étend sur une superficie d'environ 29 000 km<sup>2</sup> et constitue une réserve stratégique dans le bassin Loire-Bretagne. Une baisse régulière des niveaux dans certaines parties de la zone captive est observée depuis une trentaine d'année notamment en Touraine. Cette fragilisation de la nappe se traduit par une baisse de productivité des ouvrages, et un risque de "dénoyage" de la nappe dans certaines zones d'exploitation.

Pour ces raisons, un comité de gestion de la nappe a été mis en place et un modèle hydrodynamique a été construit (SOGRAH, 2004-2007, cf. bibliographie).

La nappe, captive hors des affleurements, est drainée par la Loire. L'eau est artésienne et jaillissante sur quelques forages profonds. Cependant, suite à une exploitation relativement importante au regard de son alimentation, on assiste à un abaissement progressif de la nappe en domaine captif profond (région de Tours, vallées du Cher et de la Vienne, Sologne, ...).

La productivité de l'aquifère est très importante dans la Sarthe et le Maine-et-Loire où les sables affleurent sur une grande épaisseur (plus de 100 m<sup>3</sup>/h); elle est plus modeste dans la région, au fur et à mesure que l'on s'enfonce vers le centre de la fosse où les bancs de sable s'amincissent, se chargent en argile ou se cimentent (grès) ; elle se réduit également rapidement vers l'est et le sud. Des débits de l'ordre de 100 m<sup>3</sup>/h peuvent être obtenus sous la ville de Tours, mais ils ne sont plus que de 10 à 20 m<sup>3</sup>/h sous la Sologne ou en Eure-et-Loir.

Les principales caractéristiques chimiques sont une résistivité élevée (eau bien filtrée), un pH à tendance acide et une faible dureté (10°F environ). En domaine captif, la teneur en nitrates est nulle. De par la lithologie du réservoir et la couverture marneuse très épaisse, la nappe est peu vulnérable aux activités humaines de surface.

La nappe est exploitée pour des besoins divers à proximité des affleurements occidentaux (eau potable, agriculture ne demandant pas de gros débits). En domaine captif, les débits d'exhaure sont trop faibles et le coût des captages trop élevé pour permettre une exploitation à des fins agricoles. La nappe du Cénomaniens est presque exclusivement captée pour l'alimentation humaine et des mesures de protection sont prévues par son classement en "zone de répartition", après qu'elle ait été soumise à une réglementation très restrictive en Indre-et-Loire (décret-loi de 1935).

#### 4.6.4. Marnes et Craies marneuses du Cénomaniens

Une entité de niveau 2 a été définie, codée **123AK** (F7C\_Y) reconduite au niveau 3 comme unité semi-perméable **123BY01** (F7C\_Y).

|                                                                                                             |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomaniens, bassin de la Loire, du cher à la Sauldre | <b>123BY01</b> (F7C_Y) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|

La craie du Cénomaniens en région Centre est une craie de plus en plus marneuse et glauconieuse en allant vers le sud. L'entité est surmontée au nord-est de la région par une couche de marnes à Actinocamax plenus. Le faciès crayeux se développe vers le nord et l'est du Bassin parisien, comme la Craie de Rouen qui peut être plus aquifère.

#### 4.6.5. Argiles du Gault, Marnes et Gaizes du Cénomaniens inférieur et de l'Albien supérieur du Bassin Parisien.

Ces formations constituent un domaine au niveau 2, codé 125AA, 125AA01 en niveau 3, considérées peu perméables:

|                                                                                                                |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanien inférieur à moyen et de l'Albien supérieur du Bassin Parisien | <b>125AA01</b> (F8G_1/F7D_1) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|

Les formations des Marnes et Gaizes sont considérées comme une unité imperméable. Elles correspondent dans leur ensemble à une couche a priori continue allant des affleurements vers Vierzon jusqu'au nord de la région. Leur épaisseur ne dépasse que rarement les 10 m au nord-ouest de la région. Cette unité s'étend sur la moitié nord du département avec une épaisseur de l'ordre de 20 mètres, sauf dans le paléo-fossé à l'ouest d'Orléans, où les épaisseurs dépassent les 50 mètres.

Les Argiles de l'Albien ou "*Argiles du Gault et Marnes de Brienne*" constituent le substratum imperméable (notamment les argiles du Gault) des formations aquifères du Crétacé inférieur (Sables du Cénomanien, Craie du Séno-Turonien) qu'elles séparent des niveaux sableux de l'Albien.

#### 4.6.6. Les sables de l'Albien

Ce système aquifère codé **127AA** (F8HIM), a été subdivisé au niveau 3 en 2 unités aquifères et 1 unité imperméable. Les Sables verts s'étendent sur pratiquement toute la région sauf au sud. La couche imperméable des Argiles (F8HIM2) s'étend sur tout la moitié est du département et s'intercale entre les deux unités aquifères.

|                                                                                                      |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Sables de la Puisaye, de Frécambault et des Drillons de l'Albien moyen du sud-est du Bassin Parisien | <b>127AA01</b> (F8HIM_3) |
| Argiles de Myennes et de l'Armanche de l'Albien inférieur du sud-est du Bassin Parisien              | <b>127AA03</b> (F8HIM_2) |
| Sables verts de l'Apto-Albien du sud-est du Bassin Parisien                                          | <b>127AA05</b> (F8HIM_1) |

Les nombreux forages réalisés témoignent de la séquence ci-dessus, qui couvre tout le nord-est du département du Cher jusqu'aux affleurements représentés par un fin liseré où la formation est connue sous le nom de "*Sables de la Puisaye*". Au nord-ouest d'Orléans, l'épaisseur devient inférieure à 25 mètres sauf au niveau d'un paléo-fossé à l'ouest d'Orléans.

En bordure du Pays-Fort, de nombreuses sources apparaissent au contact des terrains sous-jacents imperméables.

La productivité est de quelques dizaines de m<sup>3</sup>/h, les débits pouvant atteindre 100 m<sup>3</sup>/h au nord du Loiret.

L'eau est de bonne qualité, malgré une teneur en fer souvent excessive. Recouverte par d'épaisses couches argileuses, cette nappe est bien protégée des activités de surface.

Profonde, coûteuse à capter, mais bien protégée naturellement, cette nappe ne peut répondre qu'aux besoins en eau potable (Montbouy, Dordives, Courtenay, Vendôme, Yèvres, Nançay, ...) ou l'industrie alimentaire (Saint-Martin d'Abbat, Bazoches-sur-le-Betz, ...).

Du fait de la qualité de l'eau et de sa bonne protection naturelle, l'exploitation de cette nappe est très strictement réglementée, avec des prélèvements annuels limités sur toute la région qui interdisent pratiquement tout nouveau captage.

#### 4.6.7. Argiles de l'Aptien-Barrémien

Ce domaine de niveau 2, codé **127AC** (F8JKN), n'a pas fait l'objet d'une subdivision. Il sépare les deux systèmes aquifères sableux de l'Albien et du Néocomien et s'étend sur presque toute la région (Ouest excepté) jusqu'au niveau de Vierzon [Rusciadelli, 1996].

Les niveaux de l'Aptien peuvent être sableux ou argileux; ils renferment une nappe importante dans le nord-est du bassin de Paris (Sables blancs et Sables et Argiles bariolées du Barrémien), mais en région Centre, le Barrémien et l'Aptien inférieur sont principalement argileux.

#### 4.6.8. Sables et Calcaires du Néocomien

Les **Sables et Grès du Crétacé inférieur (Néocomien) du Bassin Parisien** constituent un système aquifère au niveau 2, codé **127AG** (F8O). Cette entité a été subdivisée en 2 unités aquifères de niveau 3:

|                                                                      |                        |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Sables et grès de l'Hauterivien du Bassin Parisien                   | <b>127AG01</b> (F8O_2) |
| Calcaires du Néocomien de l'Hauterivien-Barrémien du Bassin Parisien | <b>127AG03</b> (F8O_1) |

A l'est de la région, les calcaires sont séparés, au moins localement, par une couche de marnes imperméables, sans que celle-ci puisse être précisément cartographiée.

Le Néocomien regroupe en région Centre les formations de l'Hauterivien et du Barrémien. Ces formations s'étendent sur toute la partie est de la région et constituent l'un des objectifs de recherche pétrolière dans la région. L'épaisseur dépasse rarement les 20 mètres. La profondeur de 700 m et plus ne permet pas de limiter d'une façon sûre la limite ouest, car très peu d'ouvrages existent à cette profondeur.

#### 4.7. ENTITÉS DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR

Les différents niveaux calcaires du Jurassique sont précisés dans le tableau ci-dessous (illustration 21). Le Jurassique supérieur est constitué par les formations du Tithonien, du Kimméridgien et de l'Oxfordien.

| Etage géologique     |        |               |                        |           | Calcaire |        |
|----------------------|--------|---------------|------------------------|-----------|----------|--------|
|                      |        |               |                        |           | compact  | poreux |
| Jurassique supérieur | Malm   | Tithonien     | Tithonien supérieur    |           |          |        |
|                      |        |               | Tithonien moyen        |           |          |        |
|                      |        |               | Tithonien inférieur    |           |          |        |
|                      |        | Kimméridgien  | Kimméridgien supérieur |           |          |        |
|                      |        |               | Kimméridgien inférieur | Séquanien |          |        |
|                      |        | Oxfordien     | Oxfordien supérieur    | Rauracien |          |        |
|                      |        |               | Oxfordien moyen        | Argovien  |          |        |
|                      |        |               | Oxfordien inférieur    |           |          |        |
| Jurassique moyen     | Dogger | Callovien     | Callovien supérieur    |           |          |        |
|                      |        |               | Callovien moyen        |           |          |        |
|                      |        |               | Callovien inférieur    |           |          |        |
|                      |        | Bathonien     | Bathonien supérieur    |           |          |        |
|                      |        |               | Bathonien moyen        |           |          |        |
|                      |        |               | Bathonien inférieur    |           |          |        |
|                      |        | Bajocien      | Bajocien supérieur     |           |          |        |
|                      |        |               | Bajocien inférieur     |           |          |        |
| Jurassique inférieur | Lias   | Aalénien      |                        |           |          |        |
|                      |        | Toarcien      |                        |           |          |        |
|                      |        |               |                        |           |          |        |
|                      |        | Pliensbachien | Domérien               |           |          |        |
|                      |        |               | Carixien               |           |          |        |
|                      |        | Sinnémurien   |                        |           |          |        |
|                      |        | Hettangien    |                        |           |          |        |

Illustration 21 – Répartition des niveaux calcaires dans le Jurassique.  
Rapport BRGM/RP-51887-FR (2002)

##### 4.7.1. Les Calcaires du Tithonien (anc. Portlandien/faciès Purbeckien)

Ces calcaires constituent au niveau 1 le *Grand Système Aquifère des Calcaires du Tithonien*, codé **131**.

**Au niveau 2**, il s'agit des Calcaires du Tithonien du Bassin Parisien, codée 131AA.

|                                                         |                                 |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Dolomies du Tithonien du Bassin Parisien                | <b>131AA94</b> (F9K_3)          |
| Calcaires marneux du Tithonien en Lorraine et Champagne | <b>131AA95</b> (F9K_1)          |
| Calcaires du Tithonien inférieur du Bassin Parisien     | <b>131AA97</b><br>(F9K_2/F9L_1) |

Les deux unités aquifères *Dolomies du Tithonien supérieur* et *Calcaires et Oolithes du Tithonien supérieur* s'étendent au nord-ouest de la région, au nord de Montargis. Autour de Montargis, l'unité semi-perméable des *Facies marneux et barre lithographique* (131A95) peut atteindre plus de 20 m d'épaisseur et former ainsi une éponte séparant les unités aquifères.

Les Calcaires du Tithonien inférieur (131AA97) couvrent la moitié de la région Centre du nord-est jusqu'aux affleurements au niveau de Vierzon. De nombreux forages sont exploités comme AEP autour de Montargis.

Les Calcaires du Tithonien, qui forment la côte du Pays-Fort dans le Cher, sont compacts et ne constituent pas un réservoir capacitif. Les quelques sources qui y naissent ne sont que les exutoires du réservoir sableux du Crétacé sus-jacent et des zones fracturées.

#### 4.7.2. Marnes du Kimméridgien

Au niveau 1, ces Marnes constituent le *Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien*, codé **133**.

Au niveau 2, il s'agit d'un domaine codé **133AA** (F10D).

Au niveau 3, ces Marnes ont été subdivisées en deux unités : une unité imperméable, présente au sud de la région (133AA21) et une unité semi-perméable (133AA23) qui s'étend sur le centre et le nord de la région.

|                                                           |                         |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------|
| Marnes et Calcaires du Kimméridgien (Sud région Centre)   | <b>133AA21</b> (F10D_2) |
| Marnes indifférenciées du Kimméridgien du Bassin Parisien | <b>133AA99</b> (F10D_1) |

Les Marnes du Kimméridgien constituent la couverture de l'assise des calcaires du Kimméridgien. Elles ne constituent pas une ressource en eau connue. Néanmoins, les couches intercalées de calcaires (calcaires blancs supérieurs et inférieurs) pourraient constituer un réservoir aquifère.

#### 4.7.3. Calcaires du Kimméridgien inférieur et de l'Oxfordien

Au niveau 1, ces Calcaires constituent le *Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien supérieur du Bassin Parisien*, codé **135**.

Au niveau 2, ils constituent deux systèmes aquifères codés **135AC-AE** (F10E).

Au niveau 3, ils sont subdivisés selon les bassins hydrogéologiques.

|                                                                                                                      |                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Calcaires affleurants du Kimméridgien et de l'Oxfordien (Sud région Centre)                                          | <b>135AC01/03/05/09</b><br>(F10E_2) |
| Calcaires non affleurants du Kimméridgien et de l'Oxfordien                                                          | <b>135AC07</b> (F10E_1)             |
| Marnes et calcaires de l'Oxfordien/ Calcaires argileux de l'Oxfordien et Calcaires altérés du Kimméridgien inférieur | <b>137AE01/03/05</b><br>(F10F_1)    |

Les deux premières unités sont constituées par la superposition de couches de calcaires de différents types (calcaires de Tonnerre, calcaires crayeux, calcaires oolithiques, calcaires compacts).

Les réservoirs aquifères correspondent aux bancs calcaires, qui sont en général compacts et non capacitifs, sauf dans les zones fracturées et fissurées. Celles-ci peuvent même se révéler karstiques [Maget et al, 2002]. Par contre, les calcaires oolithiques et récifaux, ainsi que des zones érodées résiduelles, peuvent être localement capacitifs. En dehors de ces zones, les calcaires sont seulement exploitables à proximité de la surface. Sous couverture, ils sont compacts et imperméables.

Les Calcaires de l'Oxfordien, forment le vaste platier qui caractérise au sud la Champagne berrichonne, dans les départements de l'Indre et du Cher. Ils renferment dans leur partie supérieure des horizons aquifères, mais d'une façon discontinue, le long de fractures ou d'axes d'altération. Très localement, ces calcaires peuvent avoir une bonne porosité (Calcaires de Morthomiers près de Bourges, calcaires récifaux près de Le Blanc). Leurs parties inférieures (calcaires lités inférieurs) ne sont plus

aquifères. Les bancs calcaires aquifères sont très peu épais, donc peu capacitifs, mais très transmissifs, la circulation se faisant le long des failles. La nappe est alimentée par les pluies sur les plateaux et elle est drainée par les rivières. Les fluctuations saisonnières de la nappe sont très fortes au centre des plateaux.

Sans couverture protectrice, dans un milieu non filtrant, cette nappe est très vulnérable aux activités de surface et très contaminée.

Dans cette région, l'aquifère de l'Oxfordien est l'unique ressource accessible pour les différents usages (eau potable, agriculture, industrie). En raison de sa pollution presque généralisée, le seul recours pour l'alimentation en eau potable est "l'importation" de l'eau de la nappe alluviale de la Loire à plus de 50 km de Bourges.

A l'ouest de la région Centre, les calcaires du Jurassique n'apparaissent que très localement à la faveur de structures anticlinales faillées. On y trouve quelques captages, mais ce réservoir très discontinu est mal connu.

Les débits spécifiques des calcaires du kimméridgien inférieur (Astartien) peuvent dépasser 4 m<sup>3</sup>/h/m et atteindre 15 m<sup>3</sup>/h/m et sont utilisés comme AEP. Ceux des calcaires de l'Oxfordien supérieur ("Rauracien") peuvent atteindre 7 m<sup>3</sup>/hm.

Ce réservoir est limité à son toit par les marnes du Kimméridgien et à son mur par les marnes de l'Oxfordien inférieur.

Les Calcaires argileux de l'Oxfordien ou Calcaires argileux de l'Oxfordien et Calcaires altérés du Kimméridgien inférieur (137AE) affleurent au sud des calcaires de l'Oxfordien. Il s'agit d'une zone de transition entre l'aquifère sus-jacent et l'unité imperméable des marnes Callovo-Oxfordiennes. En raison de faciès variés, avec argiles et marnes intercalées entre les bancs de calcaire, on peut considérer qu'il s'agit d'un aquifère multicouche. Son extension est comparable à l'aquifère des calcaires.

#### 4.7.4. Marnes Callovo-Oxfordiennes

Au niveau 1, elles constituent le *Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovien du Bassin Parisien*, codé 137.

Aux niveaux 2 et 3, elles sont reconduites sans subdivision, respectivement comme domaine codé **137AB** (F10G) et comme unité imperméable codée **137AB03** (F10G\_1) et ayant pour dénomination : *Calcaires argileux du Callovien- Oxfordien dans le bassin Loire-Bretagne*.

Elles forment le mur de l'aquifère calcaire de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien. et s'étendent sur toute la région jusqu'aux affleurements au sud de la région.

#### 4.8. ENTITÉS DU JURASSIQUE MOYEN (DOGGER)

Il s'agit des entités du Jurassique moyen situées sous les Marnes du Callovo-Oxfordien. Elles constituent un Grand Système Multicouche (*Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien* ) codé **139** (F11), subdivisé en 4 entités de niveau 2 :

- 2 systèmes aquifères:
  - Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) à l'ouest du sillon marneux du Bathonien-Callovien **139AD** (F11KLMOR),
  - Calcaires de l'Aalénien-Bajocien du Bassin Parisien **139AP** (F11T),
- 2 domaines :
  - Sillon marneux du Bathonien-Callovien dans le bassin Seine-Normandie **139AL** (F11A),

- Marnes du Bajocien-Bathonien du Bassin parisien (Marnes et calcaires marneux indifférenciés, Marnes de Longwy en Lorraine et Marnes à *Liostrea acuminata* en Champagne du Bajocien supérieur-Bathonien du Bassin Parisien) 139AN (F11S), Ces entités de niveau 2 sont reconduites au niveau 3.

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| Calcaires du Bathonien-Callovien      | 139AD01 (F11KLMOR_1) |
| Sillon marneux du Bathonien-Callovien | 139AL01 (F11A_1)     |
| Marnes du Bajocien (NE région Centre) | 139AN99 (F11S_1)     |
| Calcaires de l'Aalénien-Bajocien      | 139AP14/99 (F11T_1)  |

Les différents faciès du Dogger sont précisés par l'illustration 34 ci-après.

A l'approche du Massif Central, les couches géologiques se redressent: la carte géologique montre une double barre en arc de cercle correspondant aux calcaires du Bathonien et ceux du Bajocien.

Dans le Cher, ces calcaires sont intrinsèquement compacts mais renferment de l'eau dans les secteurs fracturés; c'est donc un aquifère discontinu et peu capacitif. A l'ouest de la rivière du Cher, la barre supérieure calcaire renferme des bancs oolithiques et récifaux, formant ainsi un réservoir plus homogène. Le calcaire peut être karstifié (secteur de Saint-Gautier par exemple), même sous la couverture détritique de la Brenne; le karst est alors envahi par du sable et de l'argile.

Alimentée aux affleurements, la nappe s'écoule vers le nord ; lorsqu'elle est profonde, l'eau peut jaillir par artésianisme (Saint-Ambroix, Dun-sur-Auron, ...).

La productivité est extrêmement variable, du fait du caractère discontinu de ce réservoir: les débits peuvent être très faibles mais peuvent aussi dépasser 100 m<sup>3</sup>/h. La recherche d'une ressource nécessite le repérage d'axes fracturés, à l'aide de méthodes géophysiques. Les débits peuvent être très élevés lorsque le calcaire est plus poreux, comme à Lureuil (400 m<sup>3</sup>/h).

La qualité de l'eau dépend de la profondeur de la nappe, de la karstification et de sa protection. Près des affleurements, à Argenton-sur-Creuse, l'eau est peu calcaire avec un pH neutre ; en domaine profond, comme à Luant (36), l'eau est dure, avec un pH basique. En domaine très profond, l'eau s'est révélée trop minéralisée (Saint-Florent-sur-Cher, Bourges).

L'eau du Dogger constitue la principale ressource dans l'Indre au sud de Châteauroux, pour tous les usages. Dans le Cher, les captages par forage sont peu nombreux même près des affleurements et le risque d'échec relativement élevé ; en domaine profond, l'eau est utilisée presque exclusivement pour l'eau potable (Dun-sur-Auron, Saint-Ambroix, ...).

#### 4.8.1. Calcaires et sillon marneux du Dogger (Bathonien)

Cette unité aquifère Calcaires du Bajocien et du Bathonien (Dogger), partie profonde du Bassin Parisien (139AD) et Calcaires, Marnes et Sables du Bajocien-Bathonien dans le bassin Loire-Bretagne (139AE) sont constituées de différentes formations calcaires du Bathonien (une dalle calcaire, des oolithes et des calcaires graveleux) qui sont en communication hydraulique et constituent donc un aquifère unique.

Cet aquifère est "traversé" par un sillon marneux (139AL01), où seuls des matériaux argileux imperméables se sont accumulés. Quelques forages à l'extrémité sud de la région ont rencontré cette formation dont les contours ont été repris de travaux anciens

[MAGET, 1976, et BRGM, 1980] exploitant l'information apportée par des forages pétroliers.

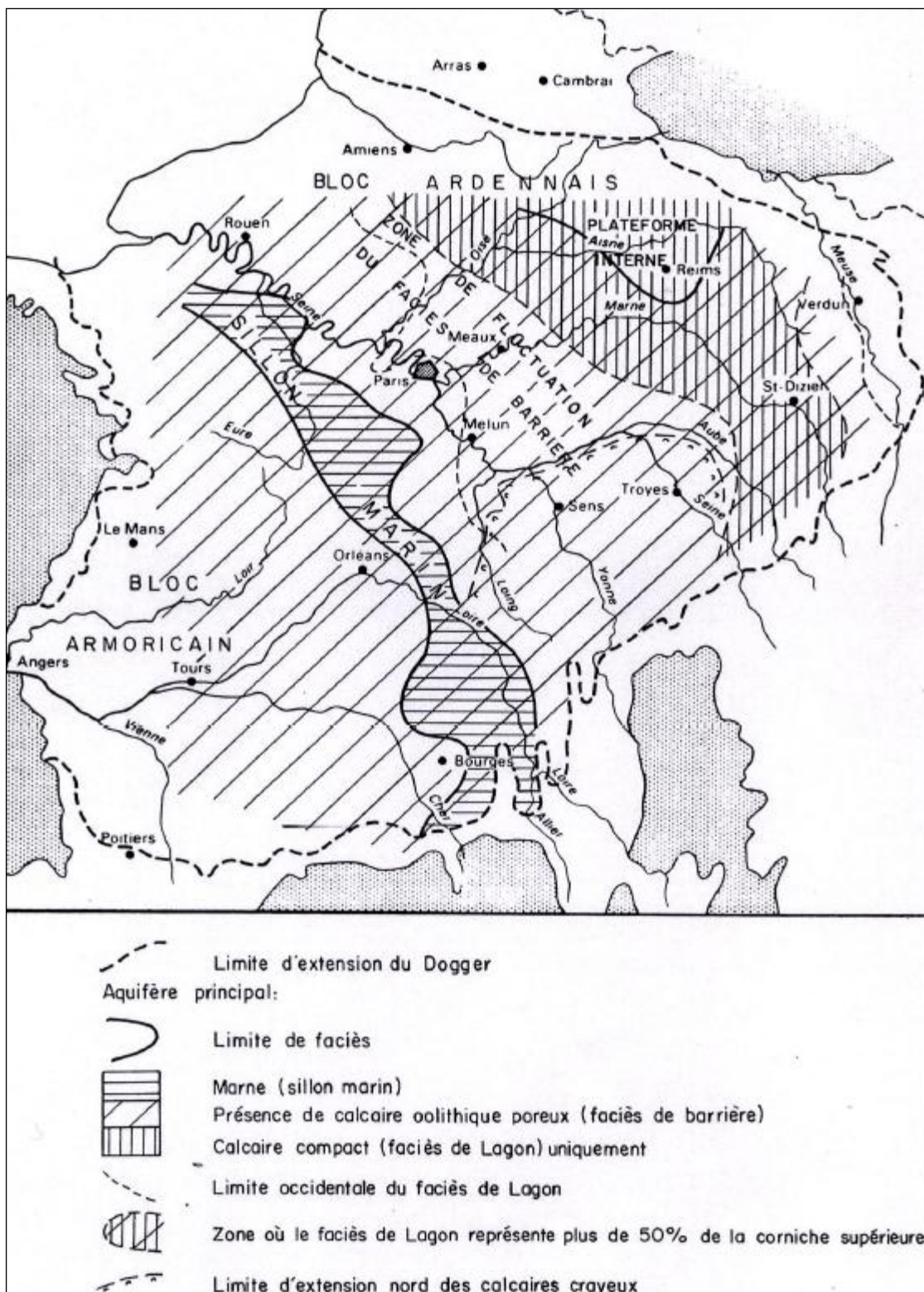


Illustration 22 - Répartition des faciès du Dogger dans le Bassin Parisien  
(Rapport BRGM/RP-51887-FR - 2002)

#### 4.8.2. Marnes du Bajocien

Les Marnes du Bajocien-Bathonien du Bassin parisien (139AN) s'étendent à l'est du département, où elles séparent les deux unités aquifères des calcaires du Dogger

Ces marnes du Bajocien constituent l'assise des calcaires sus-jacents du Bathonien-Bajocien et sont vers le sud remplacées par les marnes du sillon du Bathonien.

#### 4.8.3. Calcaires du Dogger (Aalénien-Bajocien)

Ces Calcaires de l'Aalénien-Bajocien du Bassin Parisien (139AP) sont aquifères et s'étendent dans toute la région jusqu'aux affleurements au sud. Les épaisseurs se réduisent fortement à l'ouest de Tours (inférieures à 20 m).

### 4.9. ENTITÉS DU JURASSIQUE INFÉRIEUR (LIAS)

L'illustration 23 précise les différents faciès rencontrés dans le Lias.

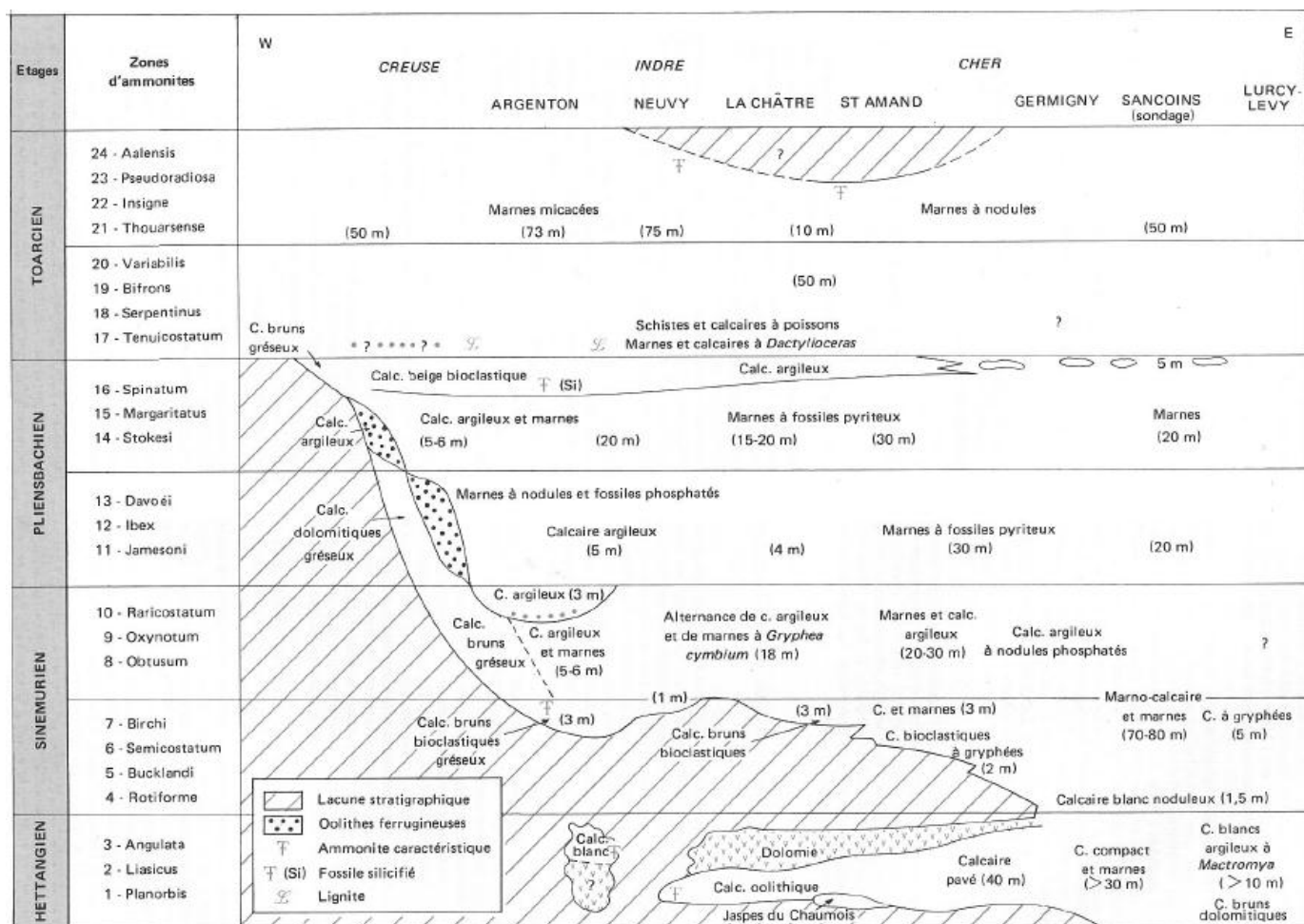


Illustration 23 - Lithofaciès du Lias dans l'Indre et le Cher (Rapport BRGM/RP-51887-FR – 2002)

#### 4.9.1. Marnes du Lias supérieur

Cette entité de niveau 2 du Jurassique, codée **141CA** (F12A) comprend différentes couches de marnes, argiles et schistes (schistes cartons), connus pour leur

imperméabilité et constituant une excellente protection des aquifères sous-jacents. Sa dénomination est : Marnes du Toarcien (Lias supérieur) du Bassin Parisien, bassins Rhin-Meuse et Seine-Normandie. Elle s'étend dans toute la région Centre. Elle a été reconduite à l'identique au niveau 3, codée **141CA01** (F12A\_1).

#### 4.9.2. Argiles et Calcaires argileux du Lias inférieur

Les formations du Lias inférieur forment une entité de niveau 2, codée **141AG** (F13A). Sa dénomination est : Calcaires, Grès, Calcaires argileux et Argiles de l'Hettangien-Sinemurien (Lias inf.) du Bassin Parisien.

L'entité semi-perméable est constituée de différentes formations calcaires: calcaires bioclastiques, calcaires argileux, calcaires et dolomies. Ces formations affleurent sur une fine bande entre les formations du Trias au sud et les marnes du Lias supérieur au nord.

La barre calcaire s'est révélée aquifère seulement près du Châtelet, au sud-ouest de Saint-Amand-Montrond dans le Cher. Ailleurs, elle n'est atteinte que par des puits anciens aux affleurements. Cette formation, compacte et d'épaisseur très réduite (environ 5 mètres) ne peut que constituer un très médiocre réservoir aquifère.

Vers l'est de la région, les calcaires deviennent de plus en plus argileux et laissent place à des argiles à l'extrémité est. Ces argiles ont été délimitées en tant qu'entité imperméable.

### 4.10. ENTITÉS DU TRIAS

Tout au sud, contre le "Socle" du Massif Central, affleurent les Sables et Grès du Trias. Dans l'Indre, ils apparaissent à l'est de Chaillac et affleurent en un fin liseré très peu épais, constituant un médiocre aquifère ; mais cette formation devient de plus en plus sableuse et s'épaissit en plongeant vers le nord où elle constitue un excellent réservoir (Maillet, Châteauroux, Contres dans le Loir-et-Cher). Dans le Cher, les sables se révèlent trop cimentés ou trop argileux pour constituer un réservoir [Bouchot et al. 2008].

Les entités du Trias ont été regroupées dans un Grand Système Multicouche (GSM) nommé *GSM du Trias* subdivisé en 2 entités de niveau 2.

#### 4.10.1. Dolomies et Marnes du Keuper (Trias supérieur) dans le bassin Loire-Bretagne)

Ces formations constituent un système aquifère au niveau 2 codé **143AB** (F14A) :

|                                                                   |                         |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Grès rhétiens en Lorraine et Champagne à l'est du Bassin Parisien | <b>143AB01</b> (F14A_1) |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|

L'entité aquifère des *Grès rhétien* correspond à des faciès détritiques grossiers. Elle s'étend sur pratiquement toute la région jusqu'à la limite sud des affleurements, où se trouvent les seuls forages qui la captent.

Au nord-ouest des dépôts argileux s'intercalent entre les Grès, mais leur limite est peu connue [BRGM, 1980]. Les seuls forages qui attestent leur présence sont situés à l'extrême sud.

#### 4.10.2. Argiles, dolomie et grès du trias moyen à supérieur

Le système aquifère du Trias moyen à supérieur codé **143AM** (F15A) était subdivisé en deux unités, mais dans le cadre de l'harmonisation regroupé en une entité aquifère:

- l'unité imperméable des *Argiles bariolées du Trias moyen à supérieur en région Centre (bassin Loire-Bretagne)*, **143M01** (F15A\_2),
- l'unité aquifère des *Dolomies et Grès du Trias moyen à supérieur* **149M03** (F15A\_1).

|         |                                                                                                   |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 143AD99 | Argiles et grès indifférenciés du Keuper (Trias supérieur) à l'ouest et au sud du Bassin Parisien |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|

Les Argiles du Keuper à l'est de la région séparent les couches des Grès triasiques des Grès et Dolomies du Muschelkalk. Des forages attestent la présence de cette couche de plusieurs dizaines de mètres au nord-est de la région (argiles bariolées).

Dans les Grès, la nappe s'écoule vers le nord; captive, elle est artésienne sur la plupart des captages profonds. Elle s'abaisse localement sous l'effet de pompages intenses (baisse de 7 m en 30 ans à Cluis dans le département de l'Indre).

La productivité est faible aux affleurements où l'épaisseur des sables est réduite ; mais elle augmente progressivement avec la profondeur : à Maillet, les débits atteignent 70 m<sup>3</sup>/h - avec un débit spécifique de 2 m<sup>3</sup>/h/m - et le forage de Châteauroux a fourni 160 m<sup>3</sup>/h.

La composition chimique de l'eau est très variable, traduisant la complexité des circulations : pH de 6,5 à 7,8, dureté de 13 à 30°. La qualité de l'eau est bonne, sauf au nord de Chaillac où s'étend un panache à forte teneur en fluor. A grande profondeur, l'eau devient salée et chaude.

En raison de la bonne protection de l'aquifère, mais hors du panache fluoré, l'eau du Trias est exploitée pour l'AEP dans le département de l'Indre (région de Maillet). La nappe n'est pas sollicitée pour l'agriculture, en raison de sa trop faible productivité près des affleurements et du coût trop élevé des captages à plus grande profondeur. A Châteauroux, l'eau à 31° est captée pour le chauffage urbain.

### 4.11. ENTITÉS HYDROGÉOLOGIQUES COMPLÉMENTAIRES

#### 4.11.1. Alluvions

##### • Les alluvions modernes de l'Holocène (Fz-Fy)

Elles sont composées de graviers, sables, limons, tourbes, travertins. L'épaisseur des alluvions récents peut localement atteindre ou dépasser 10 m au niveau de la Loire, du Loir, de la Grande Sauldre et du Cher, mais est le plus souvent réduite à quelques mètres. Les alluvions des autres cours d'eau de la région ne dépassent en général pas les 5 mètres. Les aquifères de faible profondeur sont alimentés par les cours d'eau.

##### • Les alluvions anciennes du Pléistocène (Fx-Fy)

Elles sont composées de graviers, sables, limon ou argile, l'épaisseur des alluvions de moyennes terrasses est généralement de quelques mètres (i.e. 3 à 5 m dans la vallée du Loir et 4 m le long du Cher).

• **Les alluvions des hautes terrasses (Pléistocène) (Ftuw) :**

Elles ont une composition comparable à celle des alluvions anciennes; l'épaisseur de ces dépôts, dont une partie a été reprise par l'érosion, est faible (quelques décimètres à quelques mètres en général). On distingue 4 classes suivant leurs hauteurs par rapport à la rivière actuelle :

- Ft : alluvions anciennes, terrasses supérieures à 60 m
- Fu : alluvions anciennes, terrasses supérieures à 40 m
- Fv : alluvions des très hautes terrasses, 30 à 40 m
- Fw : alluvions des hautes terrasses, 10 à 30 m

• **Autres types d'alluvions (F-Fm) :**

- Certaines alluvions anciennes du Pléistocène ne sont pas déterminées (F).
- Les alluvions fluvio-lacustres de la Marmande (Fm) sont situées en amont de la vallée du Cher au sud de la région. En plus des sables, graviers et limons, elles ont en plus une composition de tourbe et de travertin.

**4.11.2. Aires productives des alluvions**

Les alluvions peuvent former des réservoirs aquifères si la granulométrie est assez grossière (sables et graviers). En région centre, ces aires productives se localisent dans:

- les Alluvions modernes de l'Holocène (Fz-Fy),
- les Alluvions anciens du Pléistocène (Fx-Fy),
- certaines alluvions des hautes terrasses (Pléistocène) (+10-+30 m, Fw)

Sept corps alluvionnaires aquifères ont été délimités (code 900AB)

|                                                              |
|--------------------------------------------------------------|
| Alluvions de la Loire en contact avec la roche du substratum |
| Alluvions de la Loire non connectés au substratum            |
| Alluvions du Cher                                            |
| Alluvions de l'Indre                                         |
| Alluvions de la Vienne                                       |
| Alluvions du Loir                                            |
| Alluvions de l'Eure                                          |
| Alluvions de l'ancienne vallée de la Loire (Montargis)       |

Remarque:

Ce travail a nécessité une importante analyse: cartes géologiques, cartographie des possibilités d'Exploitation de l'Eau souterraine par pompe à chaleur (MAGET et al, 1987) et divers autres rapports sur les alluvions (TALBOT, 1970). Les limites se basent également sur la carte géologique harmonisée, tous les bras secondaires des alluvions ont été généralement découpés afin de ne garder que les corps alluvionnaires principaux, qui sont les plus perméables (les bras plus fins, plus proches de la source d'érosion étant plus chargés de sédiments fins et donc moins perméables et exploitables).

## **Alluvions de la Loire**

Ces alluvions sont les plus étendues de la région avec une superficie de plus de 2000 km<sup>2</sup>.

Elles reposent en presque totalité sur les calcaires et la craie (de la Beauce dans la partie centrale, les calcaires de l'Oxfordien à l'est et sur la craie Séno-Turonienne à l'ouest), avec en général une épaisseur relativement faible, de 4 à 12 m. Pour cette raison, les forages les traversent fréquemment pour renforcer leur productivité en sollicitant la formation sous-jacente, qui est en générale plus perméable que les alluvions (transmissivité des alluvions de 1 à  $5 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s ou moins). Les pompages d'essais fournissent donc des valeurs de transmissivité qui intègrent à la fois les alluvions et la roche sous-jacente.

A l'est d'Orléans, les alluvions sont séparées sur toute la largeur des roches calcaires par une couche d'argile imperméable de plusieurs mètres. Dans cette zone, seul le réservoir alluvionnaire est exploité sans atteindre la roche sous-jacente. La plupart des captages dans les alluvions de la Loire sont ainsi situés en amont d'Orléans.

Entre Orléans et Sully, les alluvions sont en communication avec un réseau karstique bien développé favorisant des circulations relativement rapides alimentées aussi par des pertes de la Loire. La source du Loiret est ainsi une résurgence.

### **Autres réservoirs alluvionnaires de la région**

Six autres secteurs alluvionnaires ont des potentialités aquifères significatives: les alluvions du Cher, de l'Indre, de la Vienne, du Loire, de l'Eure et, à proximité de Montargis, les alluvions anciennes de la Loire avant changement du lit actuel.

La majorité des forages ont des débits spécifiques compris entre 10 et 50 m<sup>3</sup>/h/m.

Lorsque les alluvions reposent sur les formations calcaires de Beauce ou sur la Craie, (cas général), les débits spécifiques sont compris entre 30 et 160 m<sup>3</sup>/h/m. Lorsque les alluvions reposent sur des formations argileuses, les débits spécifiques ne dépassent pas 10 m<sup>3</sup>/h/m [MAGET, 1987].

La transmissivité de ces systèmes alluviaux est estimée entre  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s [MARTIN et al., 2007 et BRGM, notices géologiques].

Les alluvions du Cher, au niveau de Saint Amand Montrond, forment un aquifère avec une transmissivité comprise entre 20 et 30 m<sup>3</sup>/h/m et jusqu'à 90 m<sup>3</sup>/h/m pour les forages situés dans les alluvions les plus grossiers. La profondeur de la zone saturée est d'environ 4 m en moyenne.

Les pompages dans les alluvions récentes sont assez nombreux surtout dans la nappe alluviale de la Loire mais aussi dans celle de l'Indre et du Cher et de leurs affluents. Les alluvions de l'Eure et du Loir sont par contre peu exploitées. Les puits situés dans ces alluvions fournissent une eau peu minéralisée.

### **4.11.3. Les argiles à silex (cf. entité 119AE)**

Certaines zones des argiles à Silex, normalement imperméables ou semi-perméables, peuvent être lessivées si bien qu'il ne reste plus que les silex sans l'argile.

A l'est de la Sologne, près d'Aubigny-sur-Nère, cette formation constitue un très bon aquifère avec des débits qui peuvent dépasser les 100 m<sup>3</sup>/h. Par contre, l'extension de cet aquifère est très limitée (environ 100 km<sup>2</sup>) et mal connue [MAGET, 1987].

#### **4.11.4. Les Karsts de la Loire (cf. entité 107)**

Les Karsts de la Loire influencent fortement l'écoulement

- de l'aquifère calcaire sous-jacente des alluvions de la Loire et
- de la connexion entre l'aquifère et la Loire (pertes dans la Loire et sources)

L'étude de la sensibilité des terrains vis-à-vis du phénomène karstique [DONSIMONI, 2008] a permis de cartographier ces zones. Les entités a priori karstiques retenues sont celles considérées dans l'étude de Donsimoni comme ayant une sensibilité moyenne à forte à la dissolution du substratum, critère combiné avec celui d'une faible épaisseur des recouvrements.

## 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 24.

### 5.2. NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITES

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

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

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

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

Par ailleurs, à une nature de contact, il est possible dans certains cas de rattacher un type de limite (exemples fournis dans le tableau de l'illustration 25).

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

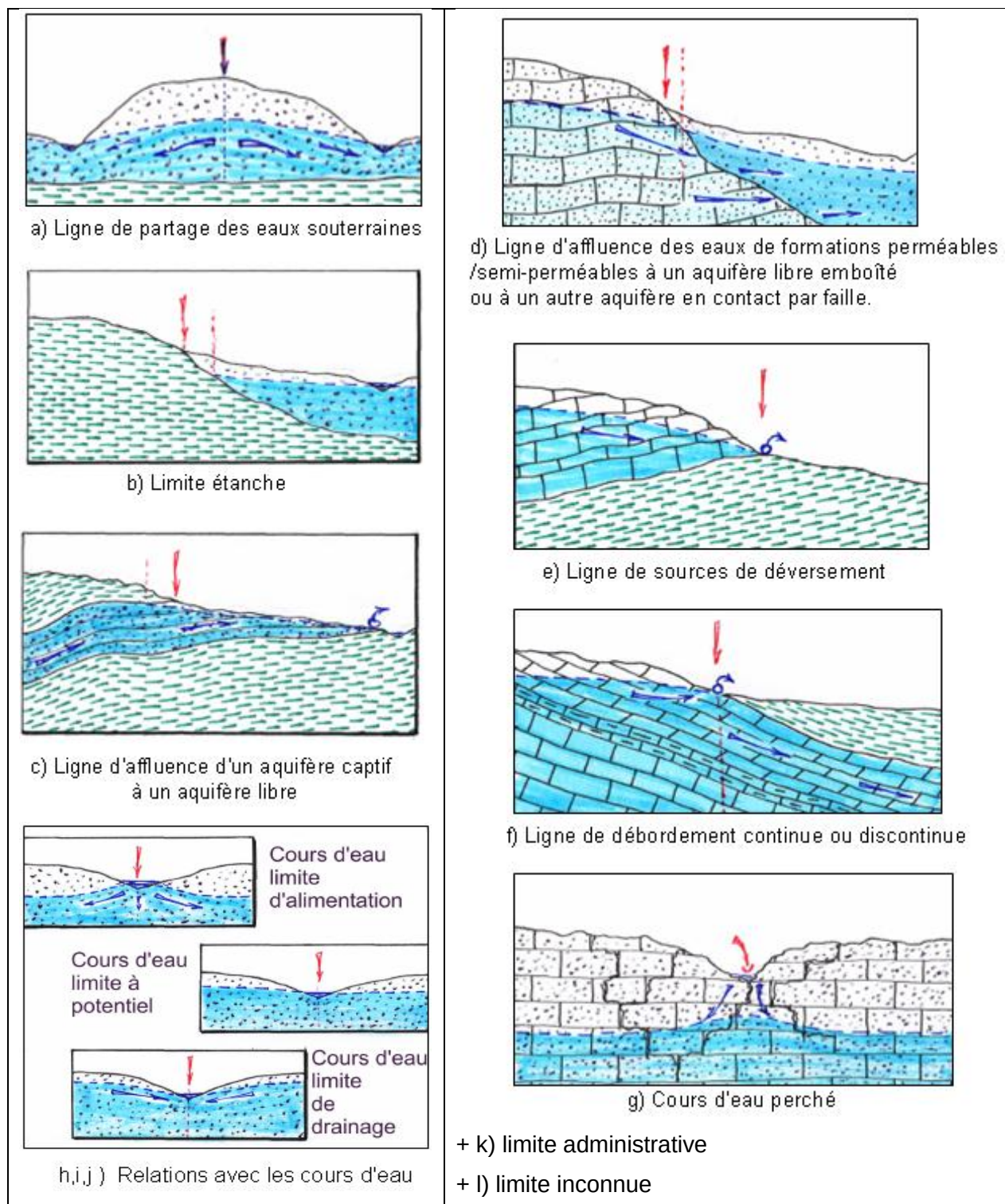


Illustration 24 - Types de limites possibles entre entités.

| 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)<br>= Limite à flux nul                                                                                                                                               |
| Aquifère/ domaine     | Limite « étanche » (cas b) = Limite à flux nul                                                                                                                                                                      |
| Aquifère sur domaine  | Limite « étanche » (cas b) = Limite à flux nul<br>Ligne de sources de déversement (cas e)                                                                                                                           |
| Aquifère sous domaine | Ligne d'affluence d'un aquifère captif à un aquifère libre (cas c)<br>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 deux formations peu perméables en contact (limite « étanche »)                                                                                                                                   |

*Illustration 25 - 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 deux tables (**RHF\_Polygones\_relatifs** et **RHF\_Limites**) sont rangées dans un « jeu de classes d'entités » (dans le langage ArcGis) appelé « **GEOMETRIE** » (illustration 26).

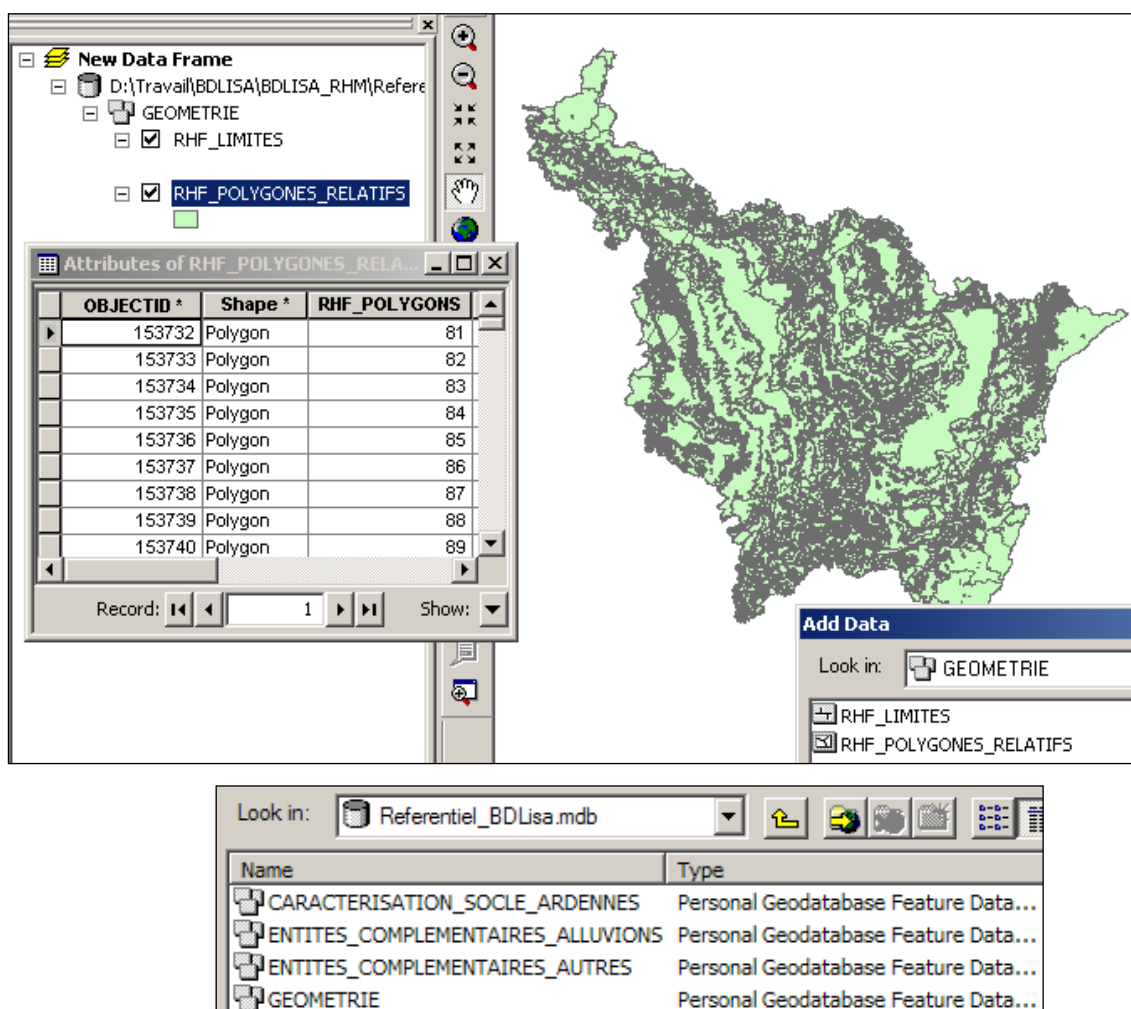
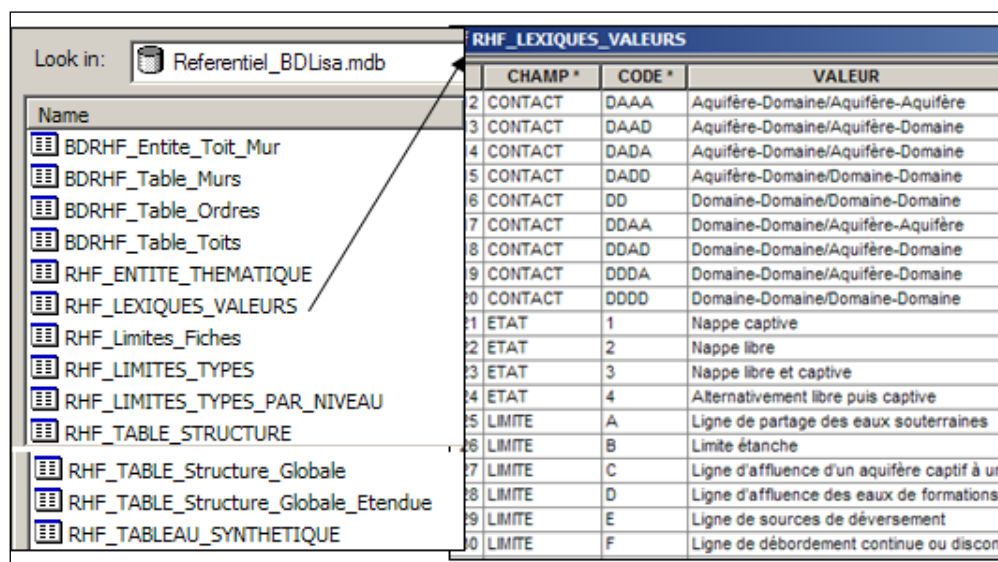


Illustration 26 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.

Outre les « Entités principales », la géodatabase comprend :

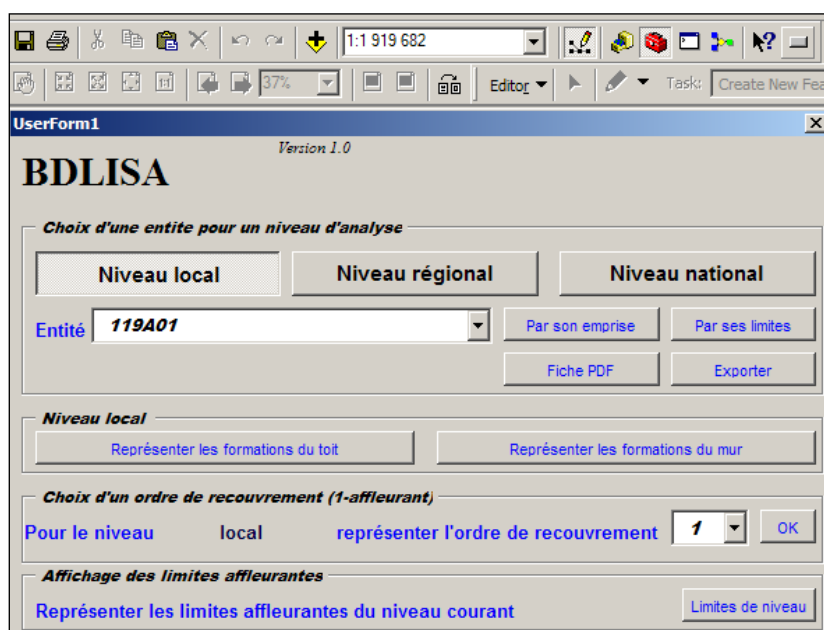
- les « **Entités complémentaires** » (partie inférieure de l'illustration 26) scindées en deux classes, pour séparer les systèmes alluvionnaires des autres « entités complémentaires » (disjointes, morcelées et/ou locales) ;
  - la caractérisation lithologique des entités du socle des Ardennes.
- Elle contient aussi d'autres tables, sans géométrie associée (BDRHF\_Table\_Murs, BDRHF\_Table\_Toits, BDRHF\_Table\_Ordres,...illustration 27).



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

Illustration 27 - Tables non géométriques de la géodatabase.

La structure de la géodatabase est conforme à celle d'un Système de Gestion de Base de Données Relationnelle (SGBDR). Son exploitation est facilitée par une boîte à outils pilotée par un menu général (illustration 27).



**BDLISA** Version 1.0

Choix d'une entité pour un niveau d'analyse

Niveau local    Niveau régional    Niveau national

Entité: **119A01**    Par son emprise    Par ses limites

Fiche PDF    Exporter

Niveau local

Représenter les formations du toit    Représenter les formations du mur

Choix d'un ordre de recouvrement (1-affleurant)

Pour le niveau local    représenter l'ordre de recouvrement **1**    OK

Affichage des limites affleurantes

Représenter les limites affleurantes du niveau courant    Limites de niveau

Illustration 28 - Interface utilisateur de la géodatabase.

L'illustration 29 présente un exemple de sélection d'entité effectuée à partir du menu de l'illustration 28 ci-dessus (« Représenter l'entité par son empreinte »).

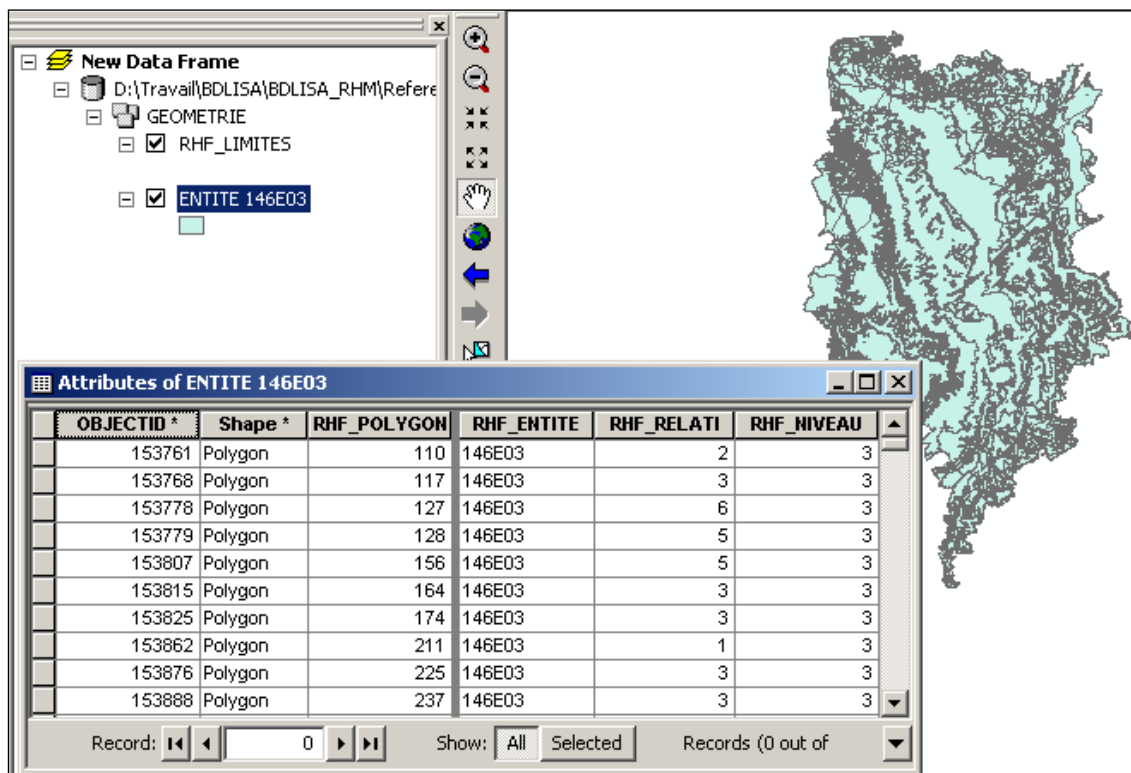
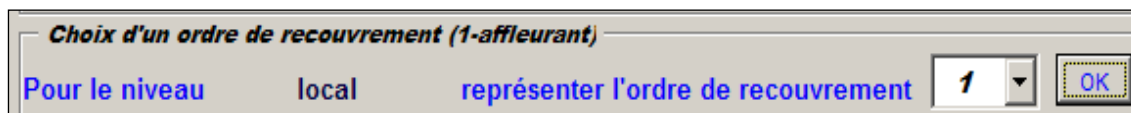


Illustration 29 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.

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 29).

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



L'illustration 30 présente une vue des entités de niveau 3 et d'ordre 1 (une couleur est affectée à chaque entité).

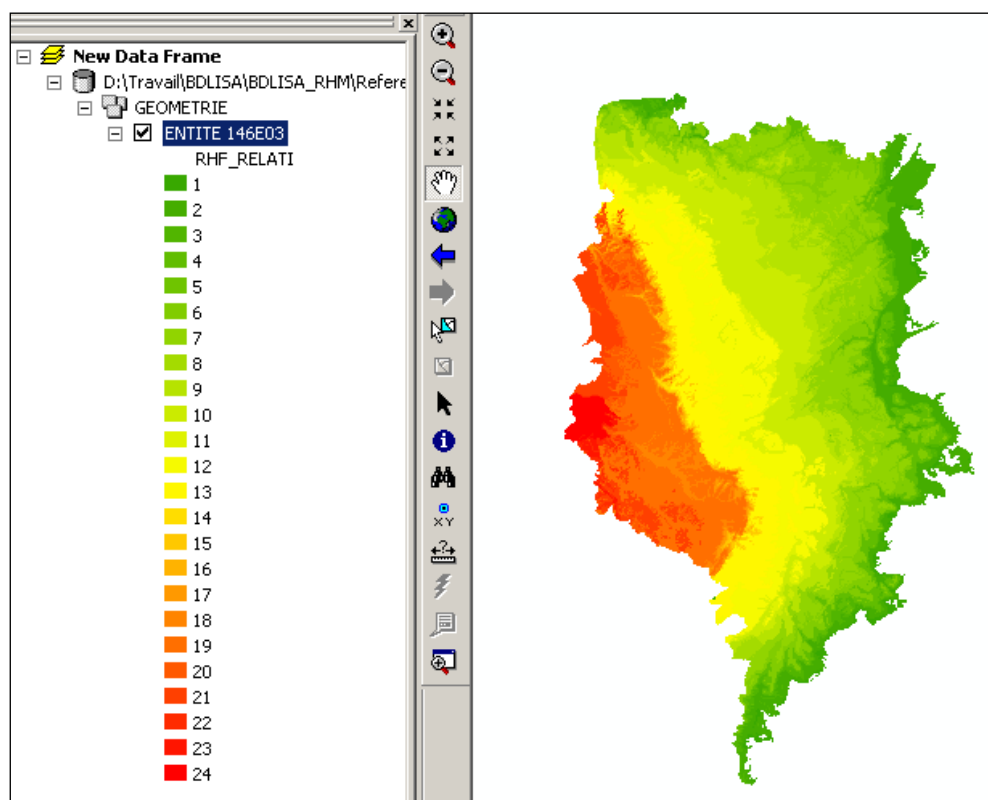


Illustration 30 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).

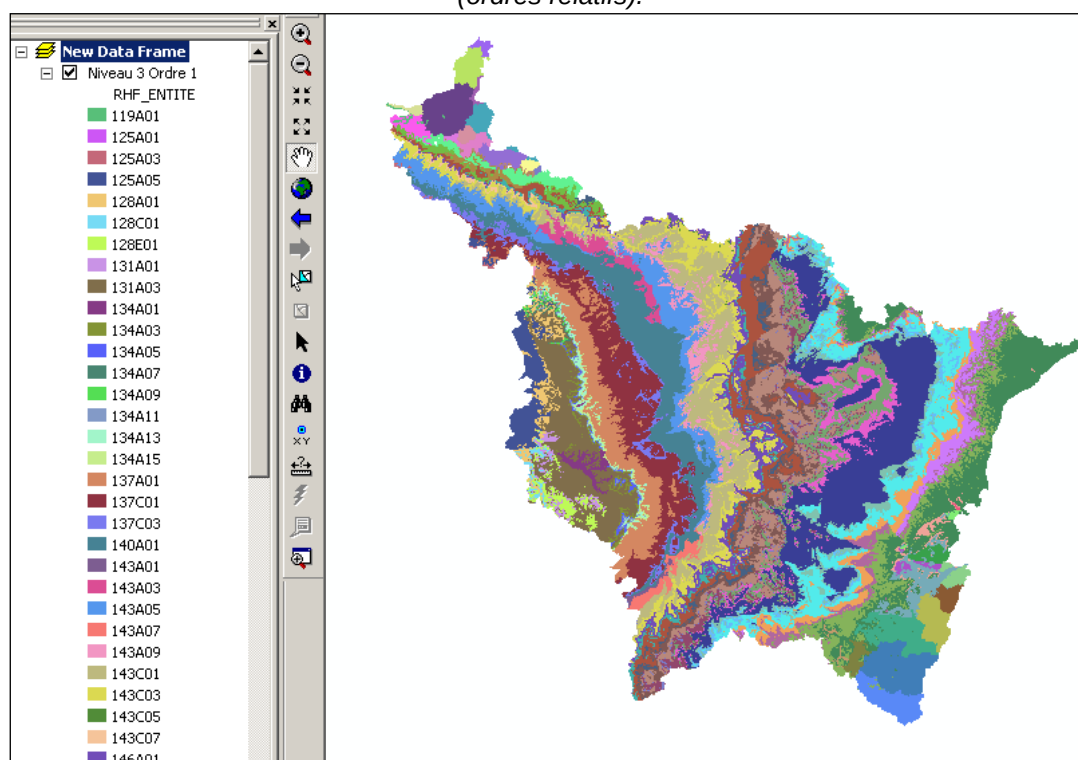
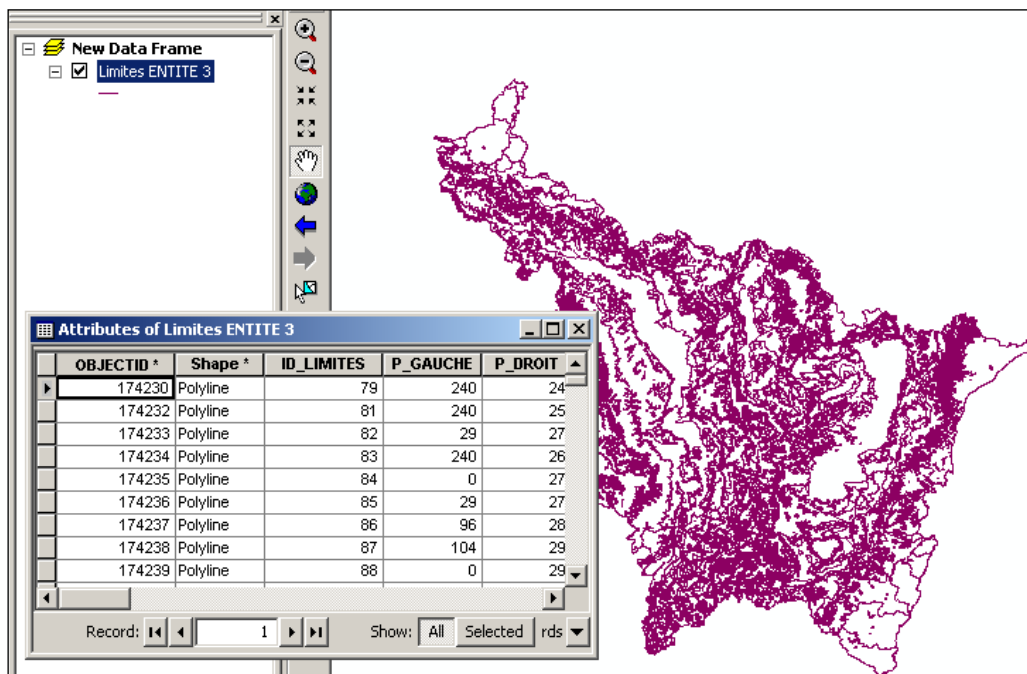


Illustration 31 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).

## Limites et table de la nature des contacts

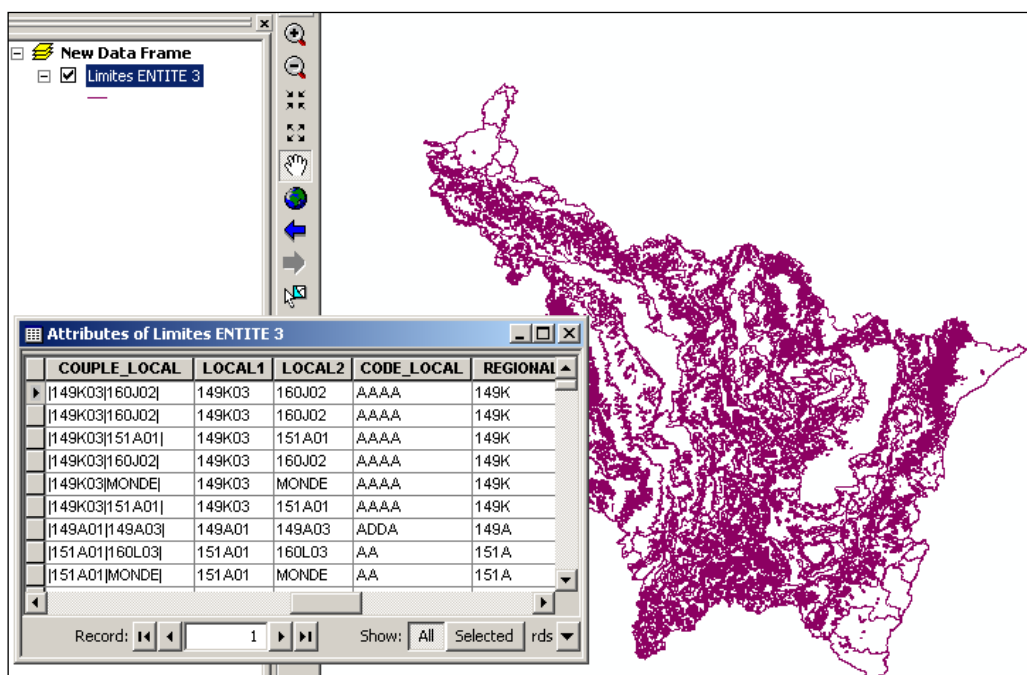
Elles sont aussi accessibles par le menu général. La table des limites contient l'identifiant des limites (champ ID\_LIMITES) et l'identification des polygones situés de part et d'autre d'une limite (champs P\_GAUCHE et P\_DROIT).

Cette table contient aussi la nature des contacts entre entités (illustration 32).



| OBJECTID * | Shape *  | ID_LIMITES | P_GAUCHE | P_DROIT |
|------------|----------|------------|----------|---------|
| 174230     | Polyline | 79         | 240      | 24      |
| 174232     | Polyline | 81         | 240      | 25      |
| 174233     | Polyline | 82         | 29       | 27      |
| 174234     | Polyline | 83         | 240      | 26      |
| 174235     | Polyline | 84         | 0        | 27      |
| 174236     | Polyline | 85         | 29       | 27      |
| 174237     | Polyline | 86         | 96       | 28      |
| 174238     | Polyline | 87         | 104      | 29      |
| 174239     | Polyline | 88         | 0        | 29      |

Illustration 32 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités.



| COUPLE_LOCAL    | LOCAL1 | LOCAL2 | CODE_LOCAL | REGIONAL |
|-----------------|--------|--------|------------|----------|
| [149K03 160J02] | 149K03 | 160J02 | A.A.A.A    | 149K     |
| [149K03 160J02] | 149K03 | 160J02 | A.A.A.A    | 149K     |
| [149K03 151A01] | 149K03 | 151A01 | A.A.A.A    | 149K     |
| [149K03 160J02] | 149K03 | 160J02 | A.A.A.A    | 149K     |
| [149K03 MONDE]  | 149K03 | MONDE  | A.A.A.A    | 149K     |
| [149K03 151A01] | 149K03 | 151A01 | A.A.A.A    | 149K     |
| [149A01 149A03] | 149A01 | 149A03 | A.D.D.A    | 149A     |
| [151A01 160L03] | 151A01 | 160L03 | A.A        | 151A     |
| [151A01 MONDE]  | 151A01 | MONDE  | A.A        | 151A     |

Illustration 33 - Table des limites : natures des contacts entre entités.

## 6.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS

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

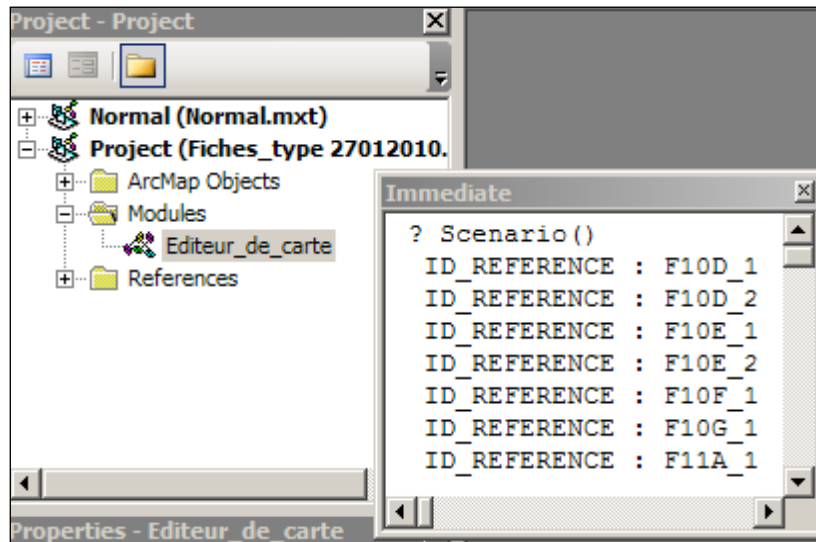


Illustration 34 - Éditeur de cartes du modèle de construction du référentiel.

Une fiche d'analyse est constituée de plusieurs blocs d'informations. Les illustrations 42 et 43 fournissent un exemple pour une entité de niveau 3 (« Calcaires à *Prodactylioceras*, Marnes à *Zeilleria* et Calcaires ocreux du Lias inférieur », du bassin Rhin-Meuse).

Sur la partie droite de la fiche (illustration 35), l'entité est représentée par une gamme de couleurs qui permet de la repérer verticalement dans la succession des couches qui la recouvrent, chaque couleur correspondant à un ordre de recouvrement.

La carte du haut de la fiche (illustration 36) représente l'emprise de l'entité de niveau 2 (et celle de niveau 1) à laquelle appartient l'entité de niveau 3

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

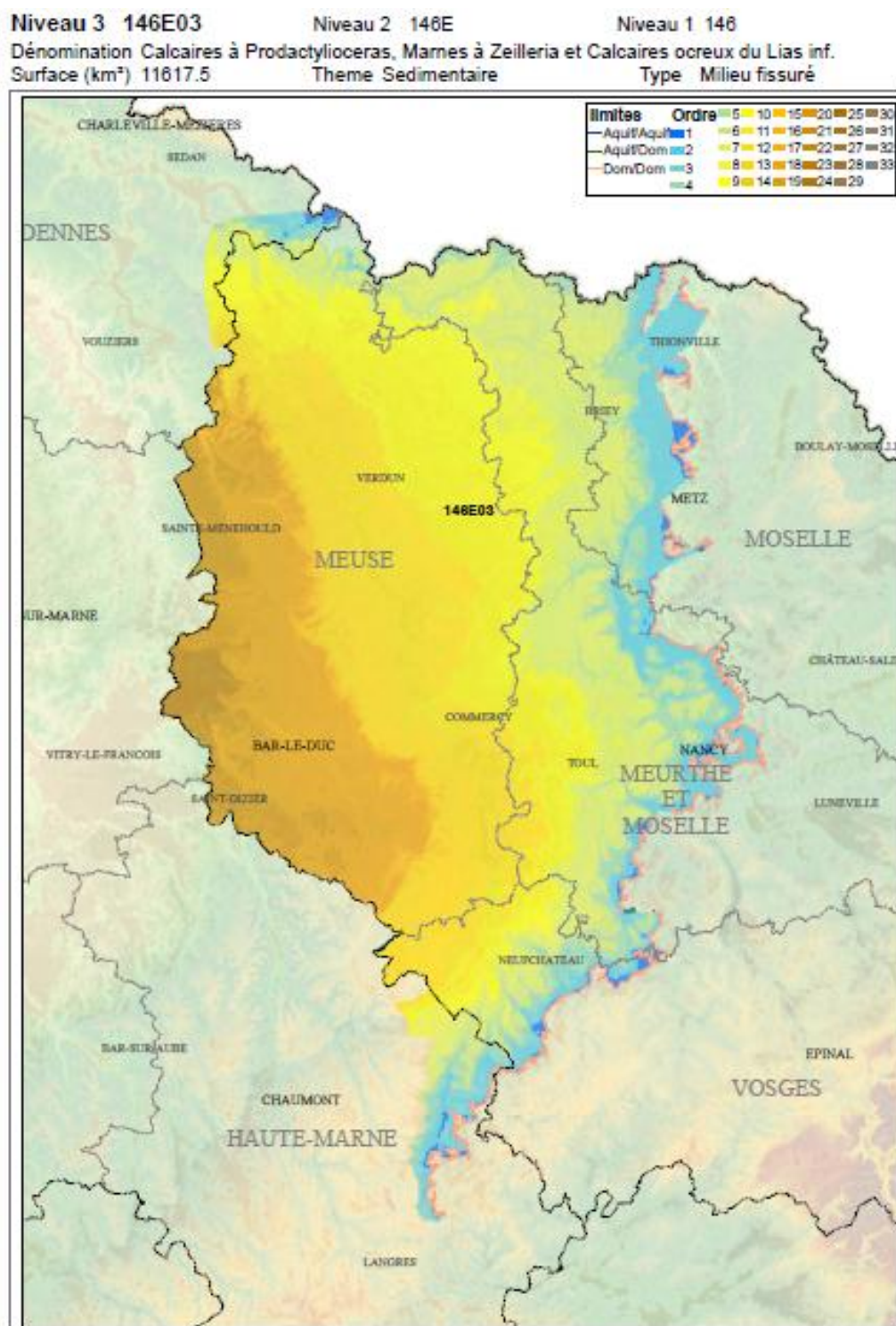


Illustration 35 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).

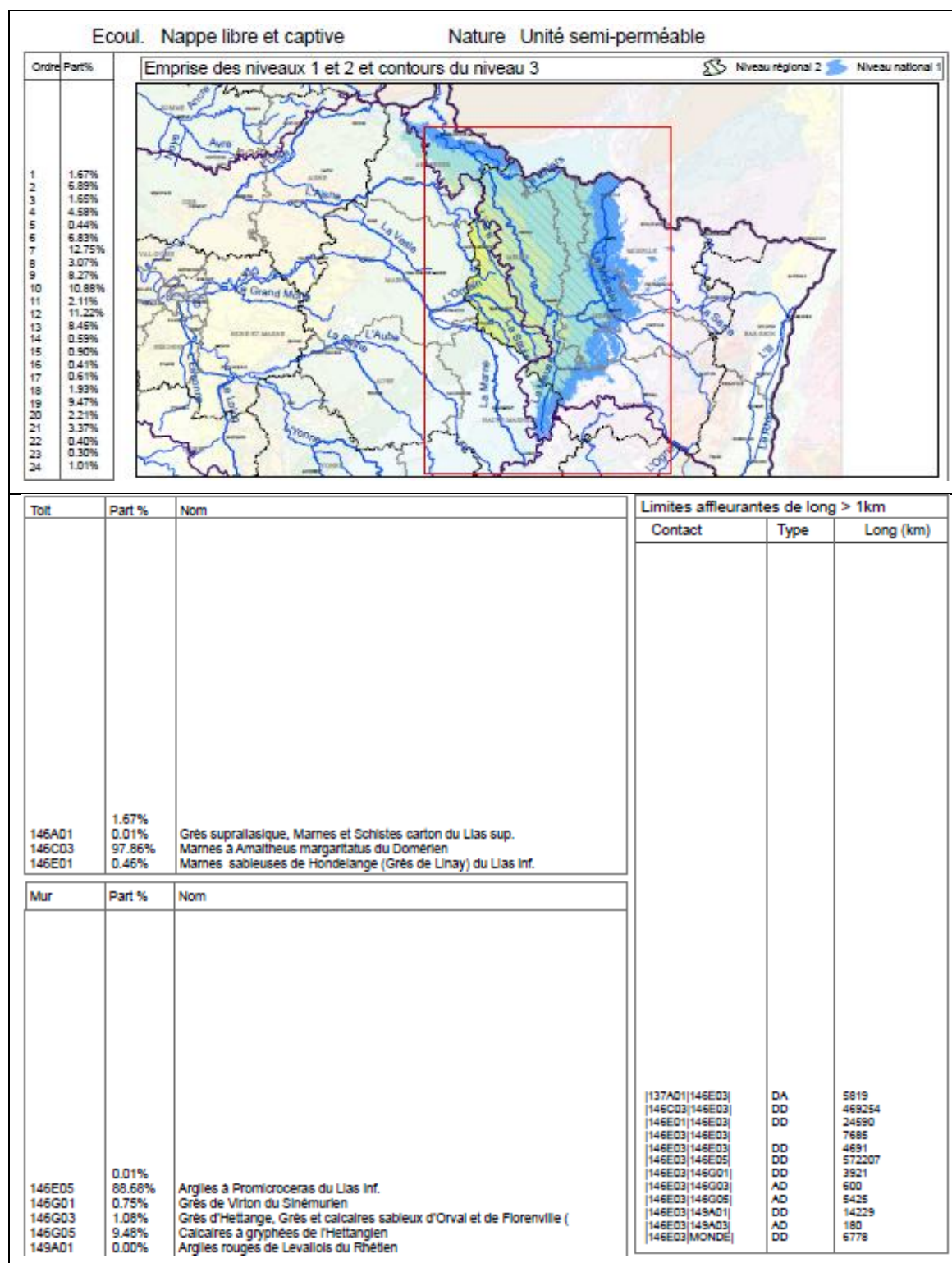


Illustration 36 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite)

## 7. Conclusion

Le référentiel hydrogéologique présenté dans ce rapport concerne les formations sédimentaires de la région Centre dans les bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie, mais il se prolonge aussi, pour des raisons de continuité des entités hydrogéologiques, sur une petite partie de la région Ile-de-France. Il est constitué de :

- **69 entités de niveau local (NV3) ;**
- **38 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2) ;**
- **16 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1).**

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. Dans le référentiel Centre sont notamment rangées dans ce groupe:

- les aires productives de ces alluvions,
- les aires karstiques de la vallée de la Loire.
- les systèmes alluvionnaires (transverses par rapport aux entités principales),

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

L'extrémité sud de la région (environ 1000 km<sup>2</sup>), située en domaine de socle, a été traitée en continuité avec les entités de socle de la région Limousin.

### Remarque

Les entités de niveau 1 ont été définies sur la base du travail déjà réalisé en région Centre en année 1 du projet national (délimitation des entités de niveau 1 et 2, rapport BRGM RP-56055-FR). Mais, pour être en cohérence avec les regroupements faits par ailleurs dans le Bassin Parisien, un regroupement légèrement différent des entités de niveau 2 de la région est proposé, conduisant à 15 ensembles NV1 (cf. tableau multi-échelles en annexe 1).

Une harmonisation inter-régionale (régions du bassin Loire-Bretagne) et nationale a été réalisée suite à la première version de ce rapport, qui portait en particulier sur :

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

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. Références bibliographiques

### Documents généraux sur le référentiel

Petit V., Hanot F., Pointet T. – 2003 - Référentiel hydrogéologique BDRHF-V2. Guide méthodologique de découpage des entités. Rapport BRGM RP-52261-FR

Petit V. Rapport BRGM/RP-52967 - 2004 - BDRHF - Découpage préalable et global. CDROM des documents. Présentation du contenu. Rapport BRGM/RP-53127

Sandre - 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.

Le présent rapport est issu du rapport régional de 2010 :

**S. Schomburgk, E. Lalot, Ph. Maget, V. Mardhel, J. C. Martin, C. Robelin (2010).** Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne Année 3. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveau 3 en région Centre. Rapport d'étape. BRGM/RP-58257-FR.

### Synthèses et atlas

Collectif – 1980 - Synthèse géologique du Bassin de Paris. Mémoire BRGM n° 102

Maget Ph. – 1976 - Potentiel géothermique du Bassin Parisien. Atlas et Compte Rendu BRGM/ELF Aquitaine

Martin J.C., Bacquet I., Tourliere B., Gomez E., Gateau C – 2007 - Atlas sur la géothermie très basse énergie en région Centre. Rapport BRGM/RP-55088-FR.

Mégnyen C. – 1979 - Hydrogéologie du Centre du bassin de Paris. Mémoire BRGM n° 98.

### Rapports BRGM

Bouchot V., Bialkowski A., Lopez S. Ossi A. - 2008 – Evaluation du potentiel géothermique des réservoirs clastiques du Trias du Bassin de Paris. Rapport BRGM/RP-56463-FR

Bouchot V., Giot D., Cruz Mermy D. – 2004 – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Loir-et-Cher. Rapport BRGM/RP-52950-FR

BRGM – 1996 – Bassin Seine-Normandie – Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur- Rapport BRGM R38827 SGR/IDF

Donsimoni M., Berthier H., Martin, J.-C., Nachbaur A. – 2008 – Détermination de la présence de karsts sous les levées domaniales du bassin de la Loire et réduction du risque d'effondrement de la digue lié à la présence de ces conduits souterrains naturels. Rapport BRGM RP-55711-FR

Gutierrez A., Rabier M. – 2003 – Détermination du bassin d'alimentation des captages du SIPTEC aux calcaires de Touraine. Rapport BRGM/RP-52501-FR

Maget Ph. – 1987- Cartographie des possibilités d'exploitation de l'eau souterraine par pompe à chaleur – BRGM

Maget Ph. - 2002 – Etude des nappes du Jurassique dans les départements du Cher et de l'Indre. Phase 1. Acquisition des données. Rapport BRGM RP-51887-FR

Maget Ph., Herrouin J.P., Ferec Y., Colleau A., Le Boucher E., Baudouin V., Bailly Compte V., Afzali H. - 2002 – Etude des nappes du Jurassique dans les départements du Cher et de l'Indre. Rapport BRGM RP-51887-FR

Martin J.C., Giot D., Le Nindre Y.M. – 1999 – Etudes préalables à la réalisation d'un modèle de gestion de la nappe de Beauce. Géométrie du réservoir et limites de la nappe de Beauce – Rapport BRGM R40571 avec Atlas.

Martin J.C., Robelin C., Zammit C. - 2007 – Référentiel Hydrogéologique Français - BD RHF Version 2 – Bassin Loire Bretagne. Année 1 - Délimitation des entités hydrogéologiques en région Centre. BRGM/RP-56055-FR

SOGREAH – 2004 – *Programme d'études et de modélisation pour la gestion de la nappe du Cénomanien*. Rapport de fin de phase 1.

SOGREAH – 2007 – Programme d'étude et de modélisation pour la gestion de la nappe du Cénomanien. Rapport définitif N°2730117

Talbo H. – 1970 – Formations aquifères en relation avec la Loire de Nevers à Nantes – Rapport BRGM 70 SGN294HYD

Rusciadelli G. – 1996 – Stratigraphie séquentielle et modélisation de l'espace disponible du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur du Bassin de Paris. Thèse de l'Université de Paris Sud, UFR scientifique d'Orsay.

Vernoux J.F., Maget Ph., Donsimoni M., Blanchin R., Afzali H., Vairon J. – 1997 – Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris. Rapport BRGM/R39702

Vernoux J.F., Neol Y. – 2003 – Aquifère des Calcaires de Champigny – Synthèse des connaissances relatives aux écoulements de la nappe et aux relations nappe-rivière – Rapport BRGM RP-52366-FR

## **Cartes**

BRGM – Carte géologique harmonisée 1/50 000 de la région Centre et la région IDF

BRGM - Notices des cartes géologiques 1/50 000 de la région

## **Annexe 1- Tableau Multi-échelles de la région Centre et tableau de correspondance avec les premiers codes régionaux**



Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveau 3 en région Centre. Rapport final

| Niveau local-NV3 |                                                                                                                                                                |            |            |          |            |           | Niveau régional-NV2 |            |                                                                                                                                                    |            |            | Niveau national-NV1                                                                                         |               |  |  |  |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------|------------|-----------|---------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--|--|--|
| RHF_ENTITE       | RHF_DENOMINATION                                                                                                                                               | RHF_ABSOLU | RHF_NIVEAU | RHF_ETAT | RHF_NATURE | RHF_MLIEU | RHF_THEME           | RHF_ENTITE | RHF_DENOMINATION                                                                                                                                   | RHF_NATURE | RHF_ENTITE | RHF_DENOMINATION                                                                                            | NT_RHF_NATURE |  |  |  |
| 104AA01          | Sables argileux d'Ardentes du Pliocène en région Centre (bassin Loire-Bretagne)                                                                                | 1000       | 3          | X        | 6          | 1         | 2                   | 104AA      | Sables et argiles du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                                                                               | 4          | 104        | Grand domaine hydrogéologique du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                            | 2             |  |  |  |
| 104AA03          | Sables et Argiles du Bourbonnais du Mio-Pliocène en région Centre (bassin Loire-Bretagne)                                                                      | 1010       | 3          | X        | 6          | 1         | 2                   | 104AA      | Sables et argiles du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                                                                               | 4          | 104        | Grand domaine hydrogéologique du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                            | 2             |  |  |  |
| 104AA04          | Sables et argiles du Mio-Pliocène du Bassin Parisien (Bassin Seine-Normandie)                                                                                  | 1010       | 3          | X        | 6          | 1         | 2                   | 104AA      | Sables et argiles du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                                                                               | 4          | 104        | Grand domaine hydrogéologique du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                            | 2             |  |  |  |
| 104AA05          | Argiles à meulieres et meulieres de Montmorency du Mio-Pliocène du Bassin Parisien (bassin Loire-Bretagne)                                                     | 1020       | 3          | X        | 7          | 1         | 2                   | 104AA      | Sables et argiles du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                                                                               | 4          | 104        | Grand domaine hydrogéologique du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                            | 2             |  |  |  |
| 104AA09          | Sables et Argiles du Bourbonnais du Mio-Pliocène en Auvergne (bassin Loire-Bretagne)                                                                           | 1030       | 3          | X        | 6          | 1         | 2                   | 104AA      | Sables et argiles du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                                                                               | 4          | 104        | Grand domaine hydrogéologique du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                            | 2             |  |  |  |
| 104AC01          | Faluns de Touraine et de du Blésois du Miocène inférieur (bassin Loire-Bretagne)                                                                               | 2000       | 3          | 2        | 5          | 1         | 2                   | 104AC      | Faluns du Mio-Pliocène en région Centre, Pays de la Loire et Bretagne                                                                              | 4          | 104        | Grand domaine hydrogéologique du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                            | 2             |  |  |  |
| 104AC03          | Formations du Miocène (faciès laguno-marin) du Maine-et-Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                                          | 2050       | 3          | X        | 6          | 1         | 2                   | 104AC      | Faluns du Mio-Pliocène en région Centre, Pays de la Loire et Bretagne                                                                              | 4          | 104        | Grand domaine hydrogéologique du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                            | 2             |  |  |  |
| 104AC05          | Faluns du Miocène moyen en Bretagne et Pays-de-la-Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                                                | 2100       | 3          | 2        | 5          | 1         | 2                   | 104AC      | Faluns du Mio-Pliocène en région Centre, Pays de la Loire et Bretagne                                                                              | 4          | 104        | Grand domaine hydrogéologique du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                            | 2             |  |  |  |
| 104AE01          | Sabes de Montreuil du Serravallien (Miocène moyen) en Indre et Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                                   | 2400       | 3          | 2        | 5          | 1         | 2                   | 104AE      | Sables et argiles du Burdigalien (Miocène inférieur) du Bassin Parisien                                                                            | 4          | 104        | Grand domaine hydrogéologique du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                            | 2             |  |  |  |
| 104AE03          | Sables et Argiles de Sologne du Burdigalien (Miocène inférieur) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Loire-Bretagne)                           | 2410       | 3          | X        | 6          | 1         | 2                   | 104AE      | Sables et argiles du Burdigalien (Miocène inférieur) du Bassin Parisien                                                                            | 4          | 104        | Grand domaine hydrogéologique du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                            | 2             |  |  |  |
| 104AE05          | Marnes, Argiles et Sables de l'Orléanais et du Blésois du Burdigalien (Miocène inf.) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Loire-Bretagne)      | 2420       | 3          | X        | 7          | 1         | 2                   | 104AE      | Sables et argiles du Burdigalien (Miocène inférieur) du Bassin Parisien                                                                            | 4          | 104        | Grand domaine hydrogéologique du Mio-Pliocène du Bassin Parisien                                            | 2             |  |  |  |
| 107AA01          | Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitainien (Miocène inf.) du Bassin Parisien, bassin de la Seine (bassin Seine-Normandie)                      | 3000       | 3          | 3        | 5          | 4         | 2                   | 107AA      | Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitainien (Miocène inf.) du Bassin Parisien                                                       | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AA02          | Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitainien (Miocène inf.) du Bassin Parisien, secteur de la Beauce et du Val d'Orléans (bassin Loire-Bretagne) | 3000       | 3          | 3        | 5          | 4         | 2                   | 107AA      | Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitainien (Miocène inf.) du Bassin Parisien                                                       | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AA03          | Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitainien, bassin du Cosson (bassin Loire-Bretagne)                                                           | 3010       | 3          | 1        | 5          | 2         | 2                   | 107AA      | Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitainien (Miocène inf.) du Bassin Parisien                                                       | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AA05          | Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitainien, bassin du Beuvron (bassin Loire-Bretagne)                                                          | 3020       | 3          | 1        | 5          | 2         | 2                   | 107AA      | Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitainien (Miocène inf.) du Bassin Parisien                                                       | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AA07          | Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitainien, bassin du Cher et de de la Saultdre (bassin Loire-Bretagne)                                        | 3030       | 3          | 1        | 5          | 2         | 2                   | 107AA      | Calcaires de Pithiviers et de l'Orléanais de l'Aquitainien (Miocène inf.) du Bassin Parisien                                                       | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AC01          | Sables et Grés de Fontainebleau de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien en Beauce (bassin Seine-Normandie et Loire-Bretagne)                                     | 4000       | 3          | 3        | 3          | 1         | 2                   | 107AC      | Sables et Grés de Fontainebleau de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et Loire-Bretagne)                                   | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AC03          | Sables et Grés de Fontainebleau de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien de l'Hurepoix au Mantois (bassin Seine-Normandie)                                        | 4000       | 3          | 3        | 3          | 1         | 2                   | 107AC      | Sables et Grés de Fontainebleau de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et Loire-Bretagne)                                   | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AE01          | Molasse du Gâtinais de l'Oligo-Miocène (bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie)                                                                             | 3100       | 3          | X        | 7          | 1         | 2                   | 107AE      | Molasse du Gâtinais de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                                                                          | 4          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AF01          | Calcaires d'Etampes du Rupélien secteurs de la Beauce et du Val d'Orléans                                                                                      | 3500       | 3          | 3        | 5          | 4         | 2                   | 107AF      | Calcaires d'Etampes du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien                                                                                | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AF02          | Calcaires d'Etampes du Rupélien (Oligocène inférieur) du Bassin Parisien, secteur de la Beauce et du Val d'Orléans (bassin Loire-Bretagne)                     | 3500       | 3          | 3        | 5          | 1         | 2                   | 107AF      | Calcaires d'Etampes du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien                                                                                | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AF03          | Calcaires d'Etampes du Rupélien, bassin du Cosson (bassin Loire-Bretagne)                                                                                      | 3510       | 3          | 1        | 5          | 1         | 2                   | 107AF      | Calcaires d'Etampes du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien                                                                                | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AF05          | Calcaires d'Etampes du Rupélien, bassin du Beuvron (bassin Loire-Bretagne)                                                                                     | 3520       | 3          | 1        | 5          | 1         | 2                   | 107AF      | Calcaires d'Etampes du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien                                                                                | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AF07          | Calcaires d'Etampes du Rupélien, bassin du Cher et de la Saultdre (bassin Loire-Bretagne)                                                                      | 3530       | 3          | 1        | 5          | 1         | 2                   | 107AF      | Calcaires d'Etampes du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien                                                                                | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AJ01          | Marnes à Huîtres du Stampien (Rupélien, Oligocène inf.) du Bassin Parisien                                                                                     | 5000       | 3          | X        | 6          | 1         | 2                   | 107AJ      | Marnes à Huîtres du Stampien (Rupélien, Oligocène inf.) du Bassin Parisien                                                                         | 4          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AJ01          | Marnes à Huîtres ou Molasse d'Etrechy du Stampien (Rupélien, Oligocène inf.) du Bassin Parisien                                                                | 5000       | 3          | X        | 7          | 1         | 2                   | 107AJ      | Marnes à Huîtres ou Molasse d'Etrechy du Stampien (Rupélien, Oligocène inf.) du Bassin Parisien                                                    | 4          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 107AK01          | Calcaires de Brie du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et Loire-Bretagne)                                                   | 6000       | 3          | 3        | 5          | 4         | 2                   | 107AK      | Calcaires de Brie du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et Loire-Bretagne)                                       | 3          | 107        | Grand système multicouche de l'Oligo-Miocène du Bassin Parisien                                             | 12            |  |  |  |
| 110AA01          | Marnes vertes et supra-gypseuses du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie majoritairement et bassin Loire-Bretagne)             | 7000       | 3          | X        | 7          | 1         | 2                   | 110AA      | Marnes vertes et supra-gypseuses du Rupélien (Oligocène inf.) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie majoritairement et bassin Loire-Bretagne) | 4          | 110        | Grand domaine hydrogéologique de l'Oligocène inf. À l'Eocène sup. (Sannoisien au Ludien) du Bassin Parisien | 2             |  |  |  |
| 113AA01          | Calcaire Ludien de l'Eocène sup. du Bassin Parisien                                                                                                            | 8000       | 3          | 3        | 5          | 4         | 2                   | 113AA      | Calcaire Ludien de l'Eocène sup. du Bassin Parisien                                                                                                | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                                    | 12            |  |  |  |
| 113AC01          | Calcaires lacustres de l'Eocène en région Centre (bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie)                                                                   | 8010       | 3          | X        | 6          | 2         | 2                   | 113AC      | Calcaires de l'Eocène-Oligocène inf., majoritairement lacustres, du Bassin Parisien                                                                | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                                    | 12            |  |  |  |

| RHF_ENTITE | RHF_DENOMINATION                                                                                                                                           | RHF_ABSOLU | RHF_NIVEAU | RHF_ETAT | RHF_MATURE | RHF_MILIEU | RHF_THEME | RHF_ENTITE | RHF_DENOMINATION                                                                                                            | RHF_MATURE | RHF_ENTITE | RHF_DENOMINATION                                                                             | N° RHF_MATURE |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------|------------|------------|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 113AC03    | Calcaires de Briare de l'Eocène supérieur dans le Loiret (bassin Loire-Bretagne)                                                                           | 8020       | 3          | X        | 6          | 2          | 2         | 113AC      | Calcaires de l'Eocène-Oligocène inf., majoritairement lacustres, du Bassin Parisien                                         | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AC05    | Calcaires lacustres de l'Eocène en Bourgogne (Nièvre et Yonne) (bassin Loire-Bretagne)                                                                     | 8060       | 3          | X        | 6          | 2          | 2         | 113AC      | Calcaires de l'Eocène-Oligocène inf., majoritairement lacustres, du Bassin Parisien                                         | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AC07    | Calcaires lacustres du Berry du Priabonien (bassin Loire-Bretagne)                                                                                         | 8100       | 3          | 2        | 5          | 2          | 2         | 113AC      | Calcaires de l'Eocène-Oligocène inf., majoritairement lacustres, du Bassin Parisien                                         | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AC09    | Calcaires lacustres de Touraine et d'Anjou de l'Eocène supérieur (bassin Loire-Bretagne)                                                                   | 8120       | 3          | 2        | 5          | 2          | 2         | 113AC      | Calcaires de l'Eocène-Oligocène inf., majoritairement lacustres, du Bassin Parisien                                         | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AD01    | Grès du Bartonien dans le Maine et Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                                                           | 8500       | 3          | 2        | 5          | 1          | 2         | 113AD      | Grès du Bartonien dans le Maine et Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                            | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AE01    | Sables et Argiles de Brenne du Bartonien en régions Centre et SE Poitou-Charentes (bassin Loire-Bretagne)                                                  | 9000       | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 113AE      | Sables et argiles de Brenne du Bartonien dans le bassin Loire-Bretagne                                                      | 4          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AF03    | Argiles sableuses du Lutétien en Bretagne et Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                                      | 12100      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 113AF      | Calcaires sableux, sables et argiles sableuses de l'Eocène inférieur dans le bassin Loire-Bretagne                          | 4          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AG01    | Argiles de Lignières et Cailloutis à Chailles de l'Eocène, Sud région Centre (bassin Loire-Bretagne)                                                       | 12400      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 113AG      | Masses et marnes du gypse de l'Eocène du Bassin Parisien                                                                    | 4          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AH01    | Calcaires et Poudingue de Glen de l'Eocène inf. dans le Loiret (bassin Loire-Bretagne)                                                                     | 12500      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 113AH      | Calcaires et Poudingue de Glen de l'Eocène inf. dans le Loiret (bassin Loire-Bretagne)                                      | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AI01    | Marnes infra-gypseuses de l'Eocène du Bassin Parisien                                                                                                      | 9005       | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 113AI      | Marnes infra-gypseuses de l'Eocène du Bassin Parisien                                                                       | 4          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AI01    | Argiles sableuses du Bartonien-Rupélien en Bretagne et Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                            | 7020       | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 113AI      | Argiles sableuses du Bartonien (Eocène sup.) et du Rupélien (Oligocène inf.) dans le bassin Loire-Bretagne                  | 4          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AK03    | Calcaires de Saint-Ouen du Bartonien inf. du Bassin Parisien                                                                                               | 10010      | 3          | 3        | 6          | 1          | 3         | 113AK      | Sables, Calcaires et Grès du Bartonien (Eocène) du Bassin Parisien                                                          | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AK05    | Sables du Maraisien (sables de Montefontaine, Calcaire de Ducey, Sables d'Ezanville) et de l'Auversien (Sables de Beauchamps, d'Auvers) du Bassin Parisien | 10020      | 3          | 3        | 6          | 1          | 3         | 113AK      | Sables, Calcaires et Grès du Bartonien (Eocène) du Bassin Parisien                                                          | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AL09    | Formations des sables et argiles de type Limagne et calcaires lacustres de l'Eocène-Oligocène dans le bassin du Cher de sa source à l'Arnon                | 12140      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 113AL      | Formations des sables et argiles de type Limagne et calcaires lacustres de l'Eocène-Oligocène dans le bassin Loire-Bretagne | 4          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AO01    | Marnes et caillasses du Lutétien sup. du Bassin Parisien                                                                                                   | 11000      | 3          | X        | 6          | 4          | 2         | 113AO      | Marnes et caillasses du Lutétien sup. du Bassin Parisien                                                                    | 4          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AQ11    | Calcaires et sables du Lutétien du sud du Bassin Parisien                                                                                                  | 12000      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 113AQ      | Calcaires et sables du Lutétien du Bassin Parisien et du Bassin des Flandres                                                | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113AV03    | Sables de Cuisse de l'Yprésien sup. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie)                                                                            | 13100      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 113AV      | Sables de Cuisse de l'Yprésien sup. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et le sud du bassin Artois-Picardie)         | 3          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 113BA01    | Facès marneux du Ludien moyen de l'Eocène sup. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie)                                                                 | 8000       | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 113BA      | Facès marneux du Ludien moyen de l'Eocène sup. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie)                                  | 4          | 113        | Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien                                     | 12            |
| 117AC01    | Sables et grès de Breuille de l'Yprésien inf. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie)                                                                  | 16000      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 117AC      | Argiles de l'Yprésien inf. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et sud du bassin Artois-Picardie)                     | 4          | 117        | Grand domaine hydrogéologique des Argiles de l'Yprésien inf. (Spornacien) du Bassin Parisien | 2             |
| 117AC03    | Argiles, sables et lignites de l'Yprésien inf. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et sud du bassin Artois-Picardie)                                | 16010      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 117AC      | Argiles de l'Yprésien inf. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et sud du bassin Artois-Picardie)                     | 4          | 117        | Grand domaine hydrogéologique des Argiles de l'Yprésien inf. (Spornacien) du Bassin Parisien | 2             |
| 117AC05    | Argiles plastiques de l'Yprésien inf. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie)                                                                          | 16020      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 117AC      | Argiles de l'Yprésien inf. du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et sud du bassin Artois-Picardie)                     | 4          | 117        | Grand domaine hydrogéologique des Argiles de l'Yprésien inf. (Spornacien) du Bassin Parisien | 2             |
| 117AX01    | Calcaires et poudingues de l'Eocène du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie)                                                                            | 16100      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 117AX      | Calcaires et poudingues de l'Eocène du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie)                                             | 117        | 117        | Grand domaine hydrogéologique des Argiles de l'Yprésien inf. (Spornacien) du Bassin Parisien | 2             |
| 119AC01    | Sables, marnes et calcaires de l'Yprésien basal et du Paléocène du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et sud du bassin Artois-Picardie)               | 16700      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 119AC      | Sables et calcaires du Paléocène du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et sud du bassin Artois-Picardie)               | 3          | 119        | Grand système multicouche du Paléocène du Bassin Parisien                                    | 12            |
| 119AE01    | Formations détritiques continentales, sables, argiles à silex post-Campanien dans le bassin Loire-Bretagne                                                 | 16810      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 119AE      | Formations détritiques continentales, Sables et Argiles à silex post-Campanien du Bassin Parisien                           | 4          | 119        | Grand système multicouche du Paléocène du Bassin Parisien                                    | 12            |
| 119AE03    | Formations tertiaires indifférenciées de Poitou-Charentes                                                                                                  | 16800      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 119AE      | Formations détritiques continentales, Sables et Argiles à silex post-Campanien du Bassin Parisien                           | 4          | 119        | Grand système multicouche du Paléocène du Bassin Parisien                                    | 12            |
| 119AE05    | Formations résiduelles à silex de Normandie d'épaisseur supérieure à 5 m                                                                                   | 16810      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 119AE      | Formations détritiques continentales, Sables et Argiles à silex post-Campanien du Bassin Parisien                           | 4          | 119        | Grand système multicouche du Paléocène du Bassin Parisien                                    | 12            |
| 119AE07    | Formations résiduelles à silex de Normandie d'épaisseur comprise entre 15 et 2 m                                                                           | 16810      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 119AE      | Formations détritiques continentales, Sables et Argiles à silex post-Campanien du Bassin Parisien                           | 4          | 119        | Grand système multicouche du Paléocène du Bassin Parisien                                    | 12            |
| 119AE11    | Formations résiduelles à silex de Bourgogne                                                                                                                | 16810      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 119AE      | Formations détritiques continentales, Sables et Argiles à silex post-Campanien du Bassin Parisien                           | 4          | 119        | Grand système multicouche du Paléocène du Bassin Parisien                                    | 12            |
| 119AE15    | Formations résiduelles à silex couverture Cénozoïque au centre du Bassin Parisien                                                                          | 16809      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 119AE      | Formations détritiques continentales, Sables et Argiles à silex post-Campanien du Bassin Parisien                           | 4          | 119        | Grand système multicouche du Paléocène du Bassin Parisien                                    | 12            |
| 121AA01    | Craie du Sénomien, bassin de la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                                                                              | 18000      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AA      | Craie du Sénomien-Turonien, bassin de la Maine                                                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien        | 12            |
| 121AA03    | Craie du Turonien, bassin de la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                                                                              | 18010      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AA      | Craie du Sénomien-Turonien, bassin de la Maine                                                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien        | 12            |
| 121AA05    | Tuffeau jaune du Turonien moyen à supérieur, bassin de la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                                                    | 18020      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AA      | Craie du Sénomien-Turonien, bassin de la Maine                                                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien        | 12            |

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveau 3 en région Centre. Rapport final

| 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                                                                      | NT RHF_NATURE |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------|------------|------------|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 121AA07    | Craie micacée et tuffeau du Turonien moyen à inférieur, bassin de la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                                 | 18090      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AA      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Maine                                                                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AA11    | Sables et faluns du Turonien supérieur au Sénonien, bassin de la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                                     | 18040      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AA      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Maine                                                                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AA30    | Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur, bassin de la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                                         | 19000      | 3          | 2        | 5          | 8          | 2         | 121AA      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Maine                                                                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AB01    | Craie du Sénonien, bassin de la Loire du Cosson à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                                                 | 18050      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AB      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire du Cosson à la Maine                                                                         | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AB02    | Craie du Sénonien, bassin de la Loire du Cosson à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                                                 | 18060      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AB      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire du Cosson à la Maine                                                                         | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AB03    | Craie du Turonien, bassin de la Loire à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                                                           | 18070      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AB      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire du Cosson à la Maine                                                                         | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AB05    | Tuffeau jaune du Turonien moyen à supérieur, bassin de la Loire de l'Allier au Cher (bassin Loire-Bretagne)                                        | 18080      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AB      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire du Cosson à la Maine                                                                         | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AB06    | Tuffeau jaune du Turonien moyen à supérieur, bassin du Cher de l'Arnon à la Loire et la Loire du Cher à l'Indre (bassin Loire-Bretagne)            | 18090      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AB      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire du Cosson à la Maine                                                                         | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AB07    | Craie micacée et Tuffeau du Turonien moyen à inférieur, bassin de la Loire de l'Allier au Cher (bassin Loire-Bretagne)                             | 18100      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AB      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire du Cosson à la Maine                                                                         | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AB08    | Craie micacée et Tuffeau du Turonien moyen à inférieur, bassin du Cher de l'Arnon à la Loire et la Loire du Cher à l'Indre (bassin Loire-Bretagne) | 18110      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AB      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire du Cosson à la Maine                                                                         | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AB11    | Sables et Faluns du Turonien supérieur au Sénonien, bassin de la Loire de l'Aurhion à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                             | 18120      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AB      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire du Cosson à la Maine                                                                         | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AB30    | Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur, bassin de la Loire de sa source à la Vienne (bassin Loire-Bretagne)                                | 19001      | 3          | 2        | 5          | 8          | 2         | 121AB      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire du Cosson à la Maine                                                                         | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AC01    | Craie du Sénonien, bassin de l'Indre et bassin de la Loire, du Cher à la Vienne (bassin Loire-Bretagne)                                            | 18130      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AC      | Craie du Séno-Turonien, bassin de l'Indre et la Loire du Cher à la Vienne                                                               | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AC05    | Tuffeau jaune du Turonien moyen à supérieur, bassin de l'Indre et bassin de la Loire, du Cher à la Vienne (bassin Loire-Bretagne)                  | 18140      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AC      | Craie du Séno-Turonien, bassin de l'Indre et la Loire du Cher à la Vienne                                                               | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AC07    | Craie micacée et Tuffeau du Turonien moyen à inférieur, bassin de l'Indre et bassin de la Loire, du Cher à la Vienne (bassin Loire-Bretagne)       | 18150      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AC      | Craie du Séno-Turonien, bassin de l'Indre et la Loire du Cher à la Vienne                                                               | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AC30    | Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur, bassin de l'Indre et bassin de la Loire, du Cher à la Vienne (bassin Loire-Bretagne)               | 19000      | 3          | 2        | 5          | 8          | 2         | 121AC      | Craie du Séno-Turonien, bassin de l'Indre et la Loire du Cher à la Vienne                                                               | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AD01    | Craie du Sénonien, bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                                              | 18170      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AD      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AD05    | Tuffeau jaune du Turonien moyen à supérieur, bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                    | 18180      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AD      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AD07    | Craie micacée et Tuffeau du Turonien moyen à inférieur, bassin de la Creuse de la Gartempe à la Vienne (bassin Loire-Bretagne)                     | 18190      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AD      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AD08    | Craie micacée et Tuffeau du Turonien moyen à inférieur, bassin de la Creuse de la Vienne à la Loire (bassin Loire-Bretagne)                        | 18200      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AD      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AD11    | Sables et Faluns du Turonien supérieur au Sénonien, bassin de la Loire de la Vienne à l'Aurhion (bassin Loire-Bretagne)                            | 18160      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AD      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AD19    | Craie et Argile sableuse du Séno-Turonien, bassin de la Creuse de la Gartempe à la Vienne (bassin Loire-Bretagne)                                  | 18210      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AD      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AD20    | Craie et Argile sableuse du Séno-Turonien, bassin de la Vienne (bassin Loire-Bretagne)                                                             | 18220      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AD      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AD30    | Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur, bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                 | 19000      | 3          | 2        | 5          | 8          | 2         | 121AD      | Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire de la Vienne à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                              | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AP01    | Craie affleurante ou sous faible recouvrement à l'ouest de la région Ile-de-France (bassin Seine-Normandie)                                        | 18800      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 121AP      | Craie du Sénonien au Turonien inférieur, partie profonde au centre du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Loire-Bretagne) | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AP03    | Craie du Sénonien au Turonien inférieur, partie sous recouvrement au centre du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Loire-Bretagne)   | 18801      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 121AP      | Craie du Sénonien au Turonien inférieur, partie profonde au centre du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Loire-Bretagne) | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AQ01    | Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien du bassin versant de l'Yonne (bassin Seine-Normandie)                                                    | 18800      | 3          | 2        | 5          | 4          | 2         | 121AQ      | Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du bassin versant de l'Yonne (bassin Seine-Normandie)                        | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AQ30    | Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien du bassin versant de l'Yonne (bassin Seine-Normandie)                            | 19000      | 3          | 2        | 5          | 4          | 2         | 121AQ      | Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du bassin versant de l'Yonne (bassin Seine-Normandie)                        | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AR01    | Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien du bassin versant du Loing (bassin Seine-Normandie)                                                      | 18800      | 3          | 2        | 5          | 4          | 2         | 121AR      | Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du bassin versant du Loing (bassin Seine-Normandie)                          | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |
| 121AR30    | Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien du bassin versant du Loing (bassin Seine-Normandie)                              | 19000      | 3          | 2        | 5          | 4          | 2         | 121AR      | Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du bassin versant du Loing (bassin Seine-Normandie)                          | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien | 12            |

| 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                                                                                                      | NL_RHF_NATURE |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------|------------|------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 121AS01    | Craie du Séno-Turonien du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre (bassin Seine-Normandie)                                           | 18800      | 3          | 2        | 5          | 8          | 2         | 121AS      | Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre (bassin Seine-Normandie)                          | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien                                 | 12            |
| 121AS30    | Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre (bassin Seine-Normandie)                   | 19000      | 3          | 2        | 5          | 8          | 2         | 121AS      | Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre (bassin Seine-Normandie)                          | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien                                 | 12            |
| 121AY01    | Craie marneuse aquifère du Turonien, bassin de la Saultre et du Cher (bassin Loire-Bretagne)                                                                                   | 18610      | 3          | 2        | 5          | 1          | 2         | 121AY      | Craie marneuse aquifère du Turonien, bassin de la Loire, du cher à la Saultre (bassin Loire-Bretagne)                                                                          | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien                                 | 12            |
| 121AY05    | Craie marneuse aquifère du Turonien, bassin de la Loire au Cher (bassin Loire-Bretagne)                                                                                        | 18620      | 3          | 2        | 5          | 1          | 2         | 121AY      | Craie marneuse aquifère du Turonien, bassin de la Loire, du cher à la Saultre (bassin Loire-Bretagne)                                                                          | 3          | 121        | Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien                                 | 12            |
| 123AA01    | Marnes à Ostracées et Actinocamax plenus du Cénomanién supérieur en région Centre (bassin Loire-Bretagne)                                                                      | 20110      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 123AA      | Marnes à Ostracées du Cénomanién supérieur au Turonien inférieur (bassin Loire-Bretagne)                                                                                       | 4          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AA03    | Marnes à Ostracées du Cénomanién supérieur dans les bassins de la Loire (de la Vienne à l'Authion) et de la Vienne (de la Creuse à la Loire) (bassin Loire-Bretagne)           | 20120      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 123AA      | Marnes à Ostracées du Cénomanién supérieur au Turonien inférieur (bassin Loire-Bretagne)                                                                                       | 4          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AA05    | Marnes à Ostracées du Cénomanién supérieur en Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                                                         | 20130      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 123AA      | Marnes à Ostracées du Cénomanién supérieur au Turonien inférieur (bassin Loire-Bretagne)                                                                                       | 4          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AA07    | Marnes à Ostracées du Cénomanién supérieur dans les bassins de la Creuse (de la Gartempe à la Vienne) et de la Vienne (du Clain à la Creuse) (bassin Loire-Bretagne)           | 20140      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 123AA      | Marnes à Ostracées du Cénomanién supérieur au Turonien inférieur (bassin Loire-Bretagne)                                                                                       | 4          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AB01    | Sable du Perche du Cénomanién supérieur, bassin de la Sarthe de sa source au Loir (bassin Loire-Bretagne)                                                                      | 23000      | 3          | 3        | 5          | 2          | 2         | 123AB      | Sables du Cénomanién dans le bassin de la Sarthe                                                                                                                               | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AC01    | Sables du Cénomanién du Bassin Parisien                                                                                                                                        | 23030      | 3          | 3        | 5          | 2          | 2         | 123AC      | Sables du Cénomanién du Bassin Parisien                                                                                                                                        | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AC03    | Marnes de Bouffry et de Nogent le Bernard du Cénomanién moyen à supérieur, bassin de la Sarthe de sa source au Loir (bassin Loire-Bretagne)                                    | 23040      | 3          | X        | 7          | 2          | 2         | 123AC      | Sables du Cénomanién du Bassin Parisien                                                                                                                                        | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AC05    | Sables et grès, sables et marnes glauconieux du Cénomanién inf. à moyen du sud du Bassin Parisien                                                                              | 23050      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 123AC      | Sables du Cénomanién du Bassin Parisien                                                                                                                                        | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AC07    | Craie de Thelligny du Cénomanién moyen, bassin du Loir et de ses affluents (bassin Loire-Bretagne)                                                                             | 23060      | 3          | 3        | 5          | 2          | 2         | 123AC      | Sables du Cénomanién du Bassin Parisien                                                                                                                                        | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AE01    | Sable du Perche du Cénomanién supérieur, bassin du Cher, de l'Indre et de la Loire de l'Aauthion à la Maine (bassin Loire-Bretagne)                                            | 23070      | 3          | 3        | 5          | 2          | 2         | 123AE      | Sables du Cénomanién dans les bassins de l'Indre et du Cher (bassin Loire-Bretagne)                                                                                            | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AE05    | Sables et Grès, Sables et Marnes glauconieux du Cénomanién inférieur à moyen, bassins du Cher, de l'Indre et de la Loire de l'Aauthion à la Maine (bassin Loire-Bretagne)      | 23080      | 3          | 3        | 5          | 2          | 2         | 123AE      | Sables du Cénomanién dans les bassins de l'Indre et du Cher (bassin Loire-Bretagne)                                                                                            | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AG05    | Sables et Grès, Sables et Marnes glauconieux du Cénomanién inférieur à moyen, bassins de la Creuse et de la Vienne (bassin Loire-Bretagne)                                     | 23090      | 3          | 3        | 5          | 2          | 2         | 123AG      | Sables du Cénomanién du bassin de la Vienne (bassin Loire-Bretagne)                                                                                                            | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123AH01    | Sables de Bousse et Sables et Grès à Catapygus du Cénomanién supérieur en Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                             | 23100      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 123AH      | Sables du Cénomanién en Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                                                                               | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123BA01    | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién, bassin de la Maine (bassin Seine-Normandie)                                                                  | 23500      | 3          | 2        | 5          | 5          | 2         | 123BA      | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién, bassin de la Maine (bassin Seine-Normandie)                                                                  | 0          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123BP01    | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién, partie profonde au centre du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Loire-Bretagne)               | 23500      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 123BP      | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién, partie profonde au centre du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Loire-Bretagne)               | 0          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123BQ01    | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién du Bassin Parisien du bassin versant de l'Yonne (bassin Seine-Normandie)                                      | 23500      | 3          | 2        | 5          | 4          | 2         | 123BQ      | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién du Bassin Parisien du bassin versant de l'Yonne (bassin Seine-Normandie)                                      | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123BR01    | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién du Bassin Parisien du bassin versant du Loing (bassin Seine-Normandie)                                        | 23500      | 3          | 2        | 5          | 4          | 2         | 123BR      | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién du Bassin Parisien du bassin versant du Loing (bassin Seine-Normandie)                                        | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123BS01    | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre (bassin Seine-Normandie) | 23500      | 3          | 2        | 5          | 8          | 2         | 123BS      | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién du Bassin Parisien du Neubourg au Saint-André - bassin versant de l'Eure, Iton, Avre (bassin Seine-Normandie) | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 123BY01    | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién, bassin de la Loire, du cher à la Saultre (bassin Seine-Normandie)                                            | 23500      | 3          | 2        | 5          | 5          | 2         | 123BY      | Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién, bassin de la Loire, du cher à la Saultre (bassin Seine-Normandie)                                            | 3          | 123        | Grand système multicouche du Cénomanién à l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                       | 12            |
| 125AA01    | Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanién inférieur à moyen et de l'Albien supérieur du Bassin Parisien                                                                 | 24900      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 125AA      | Argiles du Gault, marnes et gaizes du Cénomanién inférieur à moyen et de l'Albien supérieur du Bassin parisien                                                                 | 4          | 125        | Grand domaine hydrogéologique des Argiles, Marnes et Gaizes du Cénomanién inf. et de l'Albien sup. du Bassin Parisien | 12            |
| 127AA01    | Sables de la Puisaye, de Frécaumont et des Drillons de l'Albien moyen du sud-est du Bassin Parisien                                                                            | 26910      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 127AA      | Sables verts de l'Aptien-Albien du Bassin parisien                                                                                                                             | 3          | 127        | Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien                                                          | 12            |
| 127AA03    | Argiles de Myennes et de l'Armanche de l'Albien inférieur du sud-est du Bassin Parisien                                                                                        | 26920      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 127AA      | Sables verts de l'Aptien-Albien du Bassin parisien                                                                                                                             | 3          | 127        | Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien                                                          | 12            |

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveau 3 en région Centre. Rapport final

| 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                                                             | RHF_NATURE |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------|------------|------------|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 127AA05    | Sables verts de l'Aptio-Albien du sud-est du Bassin Parisien                                                                                                                                                               | 26930      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 127AA      | Sables verts de l'Aptien-Albien du Bassin parisien                                                                                                        | 3          | 127        | Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien                 | 12         |
| 127AA09    | Sables indifférenciés et argiles de l'Aptio-Albien du Bassin Parisien                                                                                                                                                      | 26900      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 127AA      | Sables verts de l'Aptien-Albien du Bassin parisien                                                                                                        | 3          | 127        | Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien                 | 12         |
| 127AC01    | Argiles de l'Aptien-Barrémien du Bassin Parisien                                                                                                                                                                           | 27910      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 127AC      | Argiles de l'Albien inférieur au Barrémien (Aptien-Barrémien) du Bassin Parisien                                                                          | 4          | 127        | Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien                 | 12         |
| 127AC03    | Sables argileux du Barrémien supérieur du Bassin Parisien                                                                                                                                                                  | 27920      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 127AC      | Argiles de l'Albien inférieur au Barrémien (Aptien-Barrémien) du Bassin Parisien                                                                          | 4          | 127        | Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien                 | 12         |
| 127AC05    | Lumachelles, argiles et marnes ostréennes du Barrémien inférieur du Bassin Parisien                                                                                                                                        | 27930      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 127AC      | Argiles de l'Albien inférieur au Barrémien (Aptien-Barrémien) du Bassin Parisien                                                                          | 4          | 127        | Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien                 | 12         |
| 127AC09    | Argiles et sables indifférenciés de l'Aptien-Barrémien du Bassin Parisien                                                                                                                                                  | 27900      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 127AC      | Argiles de l'Albien inférieur au Barrémien (Aptien-Barrémien) du Bassin Parisien                                                                          | 4          | 127        | Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien                 | 12         |
| 127AG01    | Sables et grès de l'Hauteriviens du Bassin Parisien                                                                                                                                                                        | 28910      | 3          | 1        | 5          | 1          | 2         | 127AG      | Sables, grès et calcaires du Crétacé inférieur (Néocomien) dans les bassins Seine-Normandie (majoritairement), nord-Loire Bretagne et sud Artois-Picardie | 3          | 127        | Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien                 | 12         |
| 127AG03    | Calcaires du Néocomien de l'Hauteriviens-Barrémien du Bassin Parisien                                                                                                                                                      | 28920      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 127AG      | Sables, grès et calcaires du Crétacé inférieur (Néocomien) dans les bassins Seine-Normandie (majoritairement), nord-Loire Bretagne et sud Artois-Picardie | 3          | 127        | Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien                 | 12         |
| 127AG05    | Sables et argiles du Wealdien (Néocomien), sables blancs, grès ferrugineux et marnes du Valanginien calcaires marneux (Hauteriviens) du Bassin Parisien                                                                    | 28930      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 127AG      | Sables, grès et calcaires du Crétacé inférieur (Néocomien) dans les bassins Seine-Normandie (majoritairement), nord-Loire Bretagne et sud Artois-Picardie | 3          | 127        | Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien                 | 12         |
| 131AA04    | Dolomies du Tithonien du Bassin Parisien                                                                                                                                                                                   | 30015      | 3          | 0        | 5          |            |           | 131AA      | Calcaires du Tithonien du Bassin Parisien                                                                                                                 | 3          | 131        | Grand système aquifère du Tithonien du Bassin Parisien                       | 1          |
| 131AA07    | Calcaires du Tithonien inférieur du Bassin Parisien                                                                                                                                                                        | 30030      | 3          | 3        | 5          | 5          | 2         | 131AA      | Calcaires du Tithonien du Bassin Parisien                                                                                                                 | 3          | 131        | Grand système aquifère du Tithonien du Bassin Parisien                       | 1          |
| 133AA01    | Marnes à exogyres supérieures et marnes et calcaires indifférenciés du Kimméridgien en Lorraine (bassin Seine-Normandie)                                                                                                   | 31010      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 133AA      | Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                                                 | 4          | 133        | Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien  | 2          |
| 133AA04    | Marnes à exogyres moyennes et marnes et calcaires indifférenciés du Kimméridgien en Lorraine (bassin Seine-Normandie)                                                                                                      | 31030      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 133AA      | Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                                                 | 4          | 133        | Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien  | 2          |
| 133AA05    | Calcaires blancs supérieurs du Kimméridgien en Lorraine (bassin Seine-Normandie)                                                                                                                                           | 31020      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 133AA      | Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                                                 | 4          | 133        | Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien  | 2          |
| 133AA08    | Marnes à exogyres inférieures et marnes et calcaires indifférenciés du Kimméridgien en Lorraine (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)                                                                              | 31050      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 133AA      | Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                                                 | 4          | 133        | Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien  | 2          |
| 133AA13    | Calcaires blancs inférieurs du Kimméridgien en Lorraine (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)                                                                                                                      | 31040      | 3          | 3        | 5          | 2          | 2         | 133AA      | Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                                                 | 4          | 133        | Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien  | 2          |
| 133AA21    | Marnes et calcaires du Kimméridgien du sud de la région Centre (bassin Loire-Bretagne)                                                                                                                                     | 31060      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 133AA      | Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                                                 | 4          | 133        | Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien  | 2          |
| 133AA09    | Marnes indifférenciées du Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                                                                                                  | 31000      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 133AA      | Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                                                 | 4          | 133        | Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Kimméridgien du Bassin Parisien  | 2          |
| 135AA51    | Calcaires de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien inférieur du Bassin Parisien, calcaires rocaillieux à ptérocères, Calcaires à Astartes, Oolithe de Lamotte, Calcaires sublithographiques et Argiles à Ostrea         | 31100      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 135AA      | Calcaires de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                     | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |
| 135AA57    | Marnes et calcaires crayeux de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur du Bassin Parisien                                                                                                                                 | 31800      | 3          | 3        | 6          | 4          | 2         | 135AA      | Calcaires de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                     | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |
| 135AA59    | Sables et grès de l'Oxfordien supérieur du Bassin Parisien                                                                                                                                                                 | 31850      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 135AA      | Calcaires de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                     | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |
| 135AA61    | Calcaire corallien de l'Oxfordien moyen à supérieur du Bassin Parisien                                                                                                                                                     | 31900      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 135AA      | Calcaires de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                     | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |
| 135AA65    | Roussier de Gacé, sables ferrugineux du Perche et de Mortagne et sables de Valrais de l'Oxfordien inférieur à moyen du Bassin Parisien                                                                                     | 31950      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 135AA      | Calcaires de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien du Bassin Parisien                                                                                     | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |
| 135AC01    | Calcaires affleurants du Kimméridgien et de l'Oxfordien, bassin de l'Indre (bassin Loire-Bretagne)                                                                                                                         | 31800      | 3          | 2        | 5          | 1          | 2         | 135AC      | Calcaires affleurants de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien du sud du bassin Loire-Bretagne (Indre et Cher)                                            | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |
| 135AC03    | Calcaires affleurants du Kimméridgien et de l'Oxfordien, bassin de l'Arnon et du Cher (de l'Aumance à l'Yèvre) (bassin Loire-Bretagne)                                                                                     | 31840      | 3          | 2        | 5          | 1          | 2         | 135AC      | Calcaires affleurants de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien du sud du bassin Loire-Bretagne (Indre et Cher)                                            | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |
| 135AC05    | Calcaires affleurants du Kimméridgien et de l'Oxfordien, bassin de l'Yèvre-Auron (bassin Loire-Bretagne)                                                                                                                   | 31860      | 3          | 2        | 5          | 1          | 2         | 135AC      | Calcaires affleurants de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien du sud du bassin Loire-Bretagne (Indre et Cher)                                            | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |
| 135AC07    | Calcaires non aquifères du Kimméridgien et de l'Oxfordien dans l'Indre et du Cher (bassin Loire-Bretagne)                                                                                                                  | 31880      | 3          | 3        | 6          | 1          | 2         | 135AC      | Calcaires affleurants de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien du sud du bassin Loire-Bretagne (Indre et Cher)                                            | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |
| 135AC09    | Calcaires affleurants du Kimméridgien et de l'Oxfordien, bassin de la Loire entre l'Yonne et le Loiret (bassin Loire-Bretagne)                                                                                             | 31890      | 3          | 2        | 5          | 1          | 2         | 135AC      | Calcaires affleurants de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien du sud du bassin Loire-Bretagne (Indre et Cher)                                            | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |
| 135AE01    | Calcaires argileux de l'Oxfordien et Calcaires altérés du Kimméridgien inférieur (formation de Villedoux), bassin de la Loire (de la Vienne à l'Aurhion) et de la Vienne (de la Creuse à la Loire) (bassin Loire-Bretagne) | 32100      | 3          | 3        | 6          | 2          | 2         | 135AE      | Calcaires argileux et fracturés du Jurassique supérieur dans le bassin de la Vienne au nord de Poitiers                                                   | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |
| 135AE03    | Calcaires argileux de l'Oxfordien et Calcaires altérés du Kimméridgien inférieur (formation de Villedoux) bassin de la Vienne (du Clain à la Creuse) (bassin Loire-Bretagne)                                               | 32120      | 3          | 3        | 6          | 4          | 2         | 135AE      | Calcaires argileux et fracturés du Jurassique supérieur dans le bassin de la Vienne au nord de Poitiers                                                   | 3          | 135        | Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | 1          |

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveau 3 en région Centre. Rapport final

| 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                                                           | NT_RHF_NATURE |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------|------------|------------|-----------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 137AB03    | Calcaires argileux du Callovien - Oxfordien dans le bassin Loire-Bretagne                                                                                                  | 33120      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 137AB      | Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien                                                                                                                                   | 4          | 137        | Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovien du Bassin Parisien   | 2             |
| 137AB05    | Marnes à Pernes et des marnes sableuses de la Vacherie et de la Buraissière (Callovien supérieur - Oxfordien inférieur) dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne)             | 33140      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 137AB      | Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien                                                                                                                                   | 4          | 137        | Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovien du Bassin Parisien   | 2             |
| 137AB99    | Marnes indifférenciées du Callovo-Oxfordien du Bassin parisien                                                                                                             | 32920      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 137AB      | Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien                                                                                                                                   | 4          | 137        | Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovien du Bassin Parisien   | 2             |
| 139AD01    | Calcaires du Bajocien et du Bathonien (Dogger), partie profonde du Bassin Parisien                                                                                         | 33800      | 3          | X        | 6          | 4          | 2         | 139AD      | Calcaires du Bajocien et du Bathonien (Dogger), partie profonde du Bassin Parisien                                                                                               | 3          | 139        | Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien  | 12            |
| 139AE03    | Calcaires du Bajocien et du Bathonien du bassin de la Vienne (bassin Loire-Bretagne)                                                                                       | 33740      | 3          | 3        | 5          | 3          | 2         | 139AE      | Calcaires, Marnes et Sables du Bajocien-Bathonien dans le bassin Loire-Bretagne                                                                                                  | 3          | 139        | Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien  | 12            |
| 139AF01    | Calcaires et Oolites du Bajocien-Bathonien dans le Maine et Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                                                  | 33800      | 3          | 3        | 5          | 3          | 2         | 139AF      | Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) dans le Maine-et-Loire et la Sarthe                                                                                          | 3          | 139        | Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien  | 12            |
| 139AF05    | Calcaires noduleux à silex du Bajocien-Bathonien dans le Maine-et-Loire (bassin Loire-Bretagne)                                                                            | 33840      | 3          | 3        | 5          | 2          | 2         | 139AF      | Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) dans le Maine-et-Loire et la Sarthe                                                                                          | 3          | 139        | Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien  | 12            |
| 139AL01    | Sillon marneux du Bathonien-Callovien dans le bassin Seine-Normandie                                                                                                       | 33880      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 139AL      | Sillon marneux du Bathonien-Callovien dans le bassin Seine-Normandie                                                                                                             | 4          | 139        | Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien  | 12            |
| 139AM01    | Dalle nacrée du Callovien inférieur et calcaires marneux et oolitiques du Bathonien supérieur à l'est du Bassin Parisien                                                   | 34000      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 139AM      | Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) du Bassin parisien, à l'est du sillon marneux du Bathonien-Callovien                                                         | 3          | 139        | Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien  | 12            |
| 139AM05    | Calcaires blancs, dalle d'étain, marnes à Rhynchonelles du Bathonien moyen à l'est du Bassin Parisien                                                                      | 34200      | 3          | 3        | 6          | 1          | 2         | 139AM      | Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) du Bassin parisien, à l'est du sillon marneux du Bathonien-Callovien                                                         | 3          | 139        | Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien  | 12            |
| 139AM13    | Oolites avec passées marneuses, Oolithe miliaire, Oolithe de Jaumont, Oolithe de Doncourt, Oolithe blanche et Grande Oolithe du Bathonien inférieur et Bajocien supérieur  | 34400      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 139AM      | Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) du Bassin parisien, à l'est du sillon marneux du Bathonien-Callovien                                                         | 3          | 139        | Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien  | 12            |
| 139AN99    | Marnes et calcaires marneux indifférenciés, Marnes de Longwy en Lorraine et Marnes à Liostrea acuminata en Champagne du Bajocien supérieur-Bathonien du Bassin Parisien    | 36900      | 3          | X        | 6          | 1          | 2         | 139AN      | Marnes du Bajocien-Bathonien du Bassin parisien                                                                                                                                  | 4          | 139        | Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien  | 12            |
| 139AP99    | Calcaires de l'Aalénien-Bajocien du Bassin Parisien                                                                                                                        | 37500      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 139AP      | Calcaires de l'Aalénien-Bajocien du Bassin Parisien                                                                                                                              | 3          | 139        | Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien  | 12            |
| 141AB01    | Grès supraliasiques, marnes et schistes carton du Lias sup. du Bassin Parisien                                                                                             | 38890      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 141AB      | Marnes du Toarcien (Lias sup.) du Bassin Parisien                                                                                                                                | 4          | 141        | Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien | 2             |
| 141AB99    | Marnes du Toarcien (Lias sup.) du Bassin Parisien                                                                                                                          | 38900      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 141AB      | Marnes du Toarcien (Lias sup.) du Bassin Parisien                                                                                                                                | 4          | 141        | Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien | 2             |
| 141AC01    | Grès médioliasique du Domérien, grès et calcaire gréseux et marnes du Pliensbachien du Bassin Parisien                                                                     | 39500      | 3          | 3        | 6          | 1          | 2         | 141AC      | Grès, marnes et calcaires du Pliensbachien (Lias moyen) du Bassin Parisien                                                                                                       | 4          | 141        | Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien | 2             |
| 141AC03    | Marnes à Amaltheus margaritatus du Domérien en Lorraine, Marnes et argiles du Pliensbachien du Bassin Parisien                                                             | 39600      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 141AC      | Grès, marnes et calcaires du Pliensbachien (Lias moyen) du Bassin Parisien                                                                                                       | 4          | 141        | Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien | 2             |
| 141AE05    | Argiles à Promicroceras du Lias inf. du Bassin Parisien                                                                                                                    | 40000      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 141AE      | Marnes et Calcaires argileux du Lias inf. du Bassin Parisien                                                                                                                     | 4          | 141        | Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien | 2             |
| 141AG03    | Grès d'Hettange, Grès et calcaires sableux d'Orval et de Florenville (Hettangien) au nord de la Champagne et de la Lorraine (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)  | 41100      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 141AG      | Calcaires, Grès, Calcaires argileux et Argiles de l'Hettangien-Sinemurien (Lias inf.) du Bassin Parisien                                                                         | 4          | 141        | Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien | 2             |
| 141AG05    | Calcaires, grès, calcaires argileux et argiles de l'Hettangien-Sinemurien (Lias inf.) du Bassin Parisien                                                                   | 41120      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 141AG      | Calcaires, Grès, Calcaires argileux et Argiles de l'Hettangien-Sinemurien (Lias inf.) du Bassin Parisien                                                                         | 4          | 141        | Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien | 2             |
| 141AI03    | Calcaires et Dolomies et Calcaires à Oolites de l'Hettangien au Pliensbachien dans le bassin de la Vienne, partie superficielle (bassin Loire-Bretagne)                    | 41320      | 3          | 3        | 5          | 2          | 2         | 141AI      | Calcaires, Dolomies et Calcaires à oolites de l'Hettangien au Pliensbachien (infra-Toarcien) dans les bassins de la Gartempe, de la Vienne et de la Dive (bassin Loire-Bretagne) | 3          | 141        | Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien | 2             |
| 141AI05    | Calcaires et Dolomies et des Calcaires à Oolites de l'Hettangien au Pliensbachien (infra-Toarcien) dans le bassin de la Vienne, partie profonde (bassin Loire-Bretagne)    | 41340      | 3          | 3        | 5          | 2          | 2         | 141AI      | Calcaires, Dolomies et Calcaires à oolites de l'Hettangien au Pliensbachien (infra-Toarcien) dans les bassins de la Gartempe, de la Vienne et de la Dive (bassin Loire-Bretagne) | 3          | 141        | Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien | 2             |
| 143AB01    | Argiles rouges de Levallois du Rhétien en Lorraine et Champagne à l'est du Bassin Parisien (bassin Rhin-Meuse, majoritairement)                                            | 41450      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 143AB      | Grès rhétiens et argiles rouges (Trias supérieur) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)                                                               | 4          | 143        | Grand système multicouche du Trias du bassin Parisien                      | 12            |
| 143AB03    | Grès rhétiens en Lorraine et Champagne à l'est du Bassin Parisien (bassin Rhin-Meuse, majoritairement)                                                                     | 41451      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 143AB      | Grès rhétiens et argiles rouges (Trias supérieur) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)                                                               | 4          | 143        | Grand système multicouche du Trias du bassin Parisien                      | 12            |
| 143AB99    | Grès et argiles indifférenciés du Rhétien (Trias sup.) du Bassin Parisien                                                                                                  | 41450      | 3          | 3        | 6          | 1          | 2         | 143AB      | Grès rhétiens et argiles rouges (Trias supérieur) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)                                                               | 4          | 143        | Grand système multicouche du Trias du bassin Parisien                      | 12            |
| 143AD01    | Marnes irisées supérieures et Argiles de Chanville du Keuper en Lorraine et Champagne à l'est du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)             | 41800      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 143AD      | Dolomies et Marnes du Keuper (Trias sup.) du Bassin parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)                                                                       | 4          | 143        | Grand système multicouche du Trias du bassin Parisien                      | 12            |
| 143AD03    | Dolomie de Beaumont, Marnes irisées moyennes et Grès à roseaux du Keuper en Lorraine et Champagne à l'est du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse) | 41850      | 3          | 3        | 5          | 4          | 2         | 143AD      | Dolomies et Marnes du Keuper (Trias sup.) du Bassin parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)                                                                       | 4          | 143        | Grand système multicouche du Trias du bassin Parisien                      | 12            |
| 143AD05    | Marnes irisées inférieures du Keuper de Lorraine et d'Alsace en Lorraine et Champagne à l'est du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)             | 41900      | 3          | X        | 7          | 1          | 2         | 143AD      | Dolomies et Marnes du Keuper (Trias sup.) du Bassin parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)                                                                       | 4          | 143        | Grand système multicouche du Trias du bassin Parisien                      | 12            |
| 143AD99    | Argiles et grès indifférenciés du Keuper (Trias supérieur) à l'ouest et au sud du Bassin Parisien                                                                          | 41440      | 3          | 3        | 5          | 1          | 2         | 143AD      | Dolomies et Marnes du Keuper (Trias sup.) du Bassin parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)                                                                       | 4          | 143        | Grand système multicouche du Trias du bassin Parisien                      | 12            |

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques de niveau 3 en région Centre. Rapport final

| 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                                                                                                      | NT_RHF_NATURE |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------|------------|------------|-----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 151AA01    | Formations gréseuses, Schistes et Conglomérats du Permien du Bec d'Allier et du Massif Central (bassin Loire-Bretagne)                                                                                  | 49000      | 3          | X        | 6          | 2          | 2         | 151AA      | Formations gréseuses, Schistes et Conglomérats du Permien du Bec d'Allier et du Massif Central                                                 | 4          | 151        | Formations du Carbonifère au Permien (grès,schistes, niveaux houillers) dans le Massif Central                        | 2             |
| 151AC01    | Formations schisto-géseuses et niveaux houillers du Carbonifère du Massif Central (bassin Loire-Bretagne)                                                                                               | 49500      | 3          | X        | 6          | 2          | 2         | 151AC      | Formations schisto-géseuses et niveaux houillers du Carbonifère du Massif Central                                                              | 4          | 151        | Formations du Carbonifère au Permien (grès,schistes, niveaux houillers) dans le Massif Central                        | 2             |
| 201AE12    | Socle plutonique dans les bassins versants de la Benalze et du Glevvert de la source au confluent (granites du Barne-Saint Sylvestre)                                                                   | 50000      | 3          | 2        | 5          | 2          | 3         | 201AE      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Gartempe et ses affluents                                                                 | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AE13    | Socle métamorphique dans le bassin versant de la Benalze du confluent du Glevvert à la fin du socle du Massif central                                                                                   | 50000      | 3          | 2        | 5          | 2          | 3         | 201AE      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Gartempe et ses affluents                                                                 | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AE17    | Socle métamorphique dans le bassin versant l'Anglin et ses affluents de leurs sources à la fin du socle du Massif central (Unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 201AE      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Gartempe et ses affluents                                                                 | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AE18    | Socle métamorphique dans le bassin versant de l'Abloux de sa source à la fin du socle du Massif central (Unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                                  | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 201AE      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Gartempe et ses affluents                                                                 | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AE19    | Socle métamorphique dans le bassin versant de l'Almette et ses affluents de sa source à la fin du socle du Massif central (Unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 201AE      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Gartempe et ses affluents                                                                 | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AG05    | Socle métamorphique dans le bassin versant de la Petite Creuse de sa source au Verraux                                                                                                                  | 50000      | 3          | 2        | 5          | 2          | 3         | 201AG      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Creuse de sa source à la Gartempe                                                         | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AG06    | Socle métamorphique dans le bassin versant de la Petite Creuse du Verraux à la Creuse (Unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                                                    | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 201AG      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Creuse de sa source à la Gartempe                                                         | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AG10    | Socle métamorphique dans le bassin versant de la Creuse du Chantadoux au confluent de la Sedelle (Unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                                         | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 201AG      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Creuse de sa source à la Gartempe                                                         | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AG11    | Socle métamorphique dans le bassin versant de la Sedelle de sa source à la Creuse                                                                                                                       | 50000      | 3          | 2        | 5          | 2          | 3         | 201AG      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Creuse de sa source à la Gartempe                                                         | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AG12    | Socle métamorphique dans le bassin versant de la Creuse de la Sedelle à la fin du socle du Massif central                                                                                               | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 201AG      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Creuse de sa source à la Gartempe                                                         | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AG13    | Socle métamorphique dans le bassin versant de la Bouzaine de sa source à la fin du socle du Massif central (Unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                               | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 201AG      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Creuse de sa source à la Gartempe                                                         | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AG14    | Socle métamorphique dans le bassin versant de l'Auzon de sa source à la fin du socle du Massif central (Unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                                   | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 201AG      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Creuse de sa source à la Gartempe                                                         | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 201AG15    | Socle métamorphique dans le bassin versant du Gourdon de sa source à la fin du socle du Massif central (Unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                                   | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 201AG      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Creuse de sa source à la Gartempe                                                         | 4          | 201        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)                  | 2             |
| 203AA07    | Socle métamorphique dans le bassin versant du Cher de la Tardes (non inclus) à l'Aumance(non inclus)                                                                                                    | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 203AA      | Socle du Massif Central dans le bassin versant du Cher de sa source à l'Amon (exclus) (jusqu'au contact avec le sédimentaire)                  | 4          | 203        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier | 2             |
| 203AA09    | Socle métamorphique dans le bassin versant de l'Aumance et ses affluents                                                                                                                                | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 203AA      | Socle du Massif Central dans le bassin versant du Cher de sa source à l'Amon (exclus) (jusqu'au contact avec le sédimentaire)                  | 4          | 203        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier | 2             |
| 203AC01    | Socle métamorphique dans le bassin versant l'Arnon et ses affluents de sa source à la fin du socle du Massif central (Unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                     | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 203AC      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de L'indre de sa source à l'igneraie et l'Arnon de sa source au ruisseau de l'étang de Villiers | 4          | 203        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier | 2             |
| 203AC02    | Socle métamorphique dans le bassin versant du Portefeuille et ses affluents de sa source à la fin du socle (Unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                               | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 203AC      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de L'indre de sa source à l'igneraie et l'Arnon de sa source au ruisseau de l'étang de Villiers | 4          | 203        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier | 2             |
| 203AC03    | Socle métamorphique dans le bassin versant de la Sinaide de sa source à la fin du socle du Massif central (Unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                                | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 203AC      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de L'indre de sa source à l'igneraie et l'Arnon de sa source au ruisseau de l'étang de Villiers | 4          | 203        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier | 2             |
| 203AC04    | Socle métamorphique dans le bassin versant de L'indre de sa source au des Palles (Paragneiss des unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                                                          | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 203AC      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de L'indre de sa source à l'igneraie et l'Arnon de sa source au ruisseau de l'étang de Villiers | 4          | 203        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier | 2             |
| 203AC05    | Socle métamorphique dans le bassin versant du Rau des Palles et ses affluents de sa source au confluent de l'indre (Micaschiste des unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde)                       | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 203AC      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de L'indre de sa source à l'igneraie et l'Arnon de sa source au ruisseau de l'étang de Villiers | 4          | 203        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier | 2             |
| 203AC06    | Socle métamorphique dans le bassin versant de l'indre du Rau des Palles à la fin du socle de l'indre du Rau des Palles à la fin du socle du Massif Central (Unité métamorphique du Plateau d'Aligourde) | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 203AC      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de L'indre de sa source à l'igneraie et l'Arnon de sa source au ruisseau de l'étang de Villiers | 4          | 203        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier | 2             |
| 203AC07    | Socle métamorphique dans le bassin versant de l'igneraie de sa source à la fin du Massif central (Gneiss des unités métamorphiques du Plateau d'Aligourde(USG))                                         | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 203AC      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de L'indre de sa source à l'igneraie et l'Arnon de sa source au ruisseau de l'étang de Villiers | 4          | 203        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier | 2             |

| 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                                                                                                      | NI_RHF_NATURE |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------|------------|------------|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 203AC08    | Socle métamorphique dans le bassin versant de la Vauvre de sa source à la fin du socle Vauvre de sa source à la fin du socle du Massif central (Unités métamorphiques du Plateau d'Aigurande) | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 203AC      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de L'indre de sa source à l'igneraie et l'Arnon de sa source au ruissau de l'étang de Villiers | 4          | 203        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier | 2             |
| 203AC09    | Socle métamorphique dans le bassin versant de la Couarde et ses affluents de sa source à la fin du Massif central (Unités métamorphiques du Plateau d'Aigurande)                              | 50000      | 3          | 2        | 6          | 2          | 3         | 203AC      | Socle du Massif Central dans le bassin versant de L'indre de sa source à l'igneraie et l'Arnon de sa source au ruissau de l'étang de Villiers | 4          | 203        | Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier | 2             |

| NV1                                                                     |       |       |        |      |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------|------|
| Libellé Provisoire Entité                                               | Ordre | Thème | Nature | code |
| GDH du Mio-Pliocène                                                     | 100   | 2     | 2      | 104  |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
| GSM de l'Oligo-Miocène                                                  | 500   | 2     | 12     | 107  |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
| GDH des Marnes du Rupélien (Oligocène inf.) au Priabonien (Eocène sup.) | 1100  | 2     | 2      | 110  |
| GSM de l'Eocène                                                         | 1200  | 2     | 12     | 113  |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |
|                                                                         |       |       |        |      |

| NV2  |       |                                                           |       |        |
|------|-------|-----------------------------------------------------------|-------|--------|
| Code | Ordre | Libellé Provisoire Entité                                 | Thème | Nature |
| 104A | 100   | Sables et Argiles du Bourbonnais du Mio-Pliocène          | 2     | 4      |
| 104C | 200   | Faluns de Touraine et du Blesois du Mio-Pliocène          | 2     | 3      |
| 104E | 300   | Formations de Sologne du Mio-Pliocène                     | 2     | 4      |
| 107A | 500   | Calcaires de l'Orléanais et de Pithiviers de l'Aquitanien | 2     | 3      |
| 107X | 600   | Molasse du Gâtinais de l'Aquitanien                       | 2     | 4      |
| 107Y | 700   | Calcaires d'Etampes du Rupélien                           | 2     | 3      |
| 107C | 800   | Sables de Fontainebleau du Rupélien                       | 2     | 3      |
| 110A | 1100  | Marnes vertes et Marnes supra-gypseuses du Rupélien       | 2     | 4      |
| 113A | 1200  | Calcaires de Champigny de l'Eocène sup.                   | 2     | 4      |
| 113C | 1200  | Calcaires lacustres de l'Eocène                           | 2     | 4      |
| 113G | 1300  | Calcaires d'Anjou, de Berry et de Touraine de l'Eocène    | 2     | 3      |
| 113K | 1400  | Calcaires de Saint-Ouen et Sables de Monceau du Bartonien | 2     | 3      |
| 113M | 1700  | Sidérolithique et formations de Brenne à substrat Eocène  | 2     | 4      |
| 113P | 1800  | Marnes et Caillasses de l'Eocène                          | 2     | 4      |
| 113R | 2000  | Calcaires grossiers du Lutétien                           | 2     | 3      |
| 113Q | 2100  | Calcaires et Poudingues de l'Eocène                       | 2     | 4      |

| NV3    |       |                                                                       |       |        |      |        |       |
|--------|-------|-----------------------------------------------------------------------|-------|--------|------|--------|-------|
| Code   | Old   | Libellé Provisoire Entité                                             | Thème | Nature | Etat | Milieu | Ordre |
| 104A01 | F2A_3 | Sables argileux d'Ardentes du Pliocène                                | 2     | 6      | 2    | 1      | 100   |
| 104A03 | F2A_2 | Sables et Argiles du Bourbonnais du Mio-Pliocène                      | 2     | 6      | 2    | 1      | 100   |
| 104A05 | F2A_1 | Sables de Lozère du Mio-Pliocène                                      | 2     | 6      | 2    | 1      | 100   |
| 104C01 | F2B_1 | Faluns de Touraine et de du Blésois du Miocène inférieur              | 2     | 5      | 2    | 1      | 200   |
| 104E01 | F2C_3 | Sable de Montreuil du Serravallien                                    | 2     | 5      | 2    | 1      | 300   |
| 104E03 | F2C_2 | Sables et Argiles de Sologne du Burdigalien                           | 2     | 6      | 2    | 1      | 300   |
| 104E05 | F2C_1 | Marnes, Argiles et Sables de l'Orléanais et du Blésois du Burdigalien | 2     | 7      | 3    | 1      | 400   |
| 107A01 | F3C_3 | Calcaires de l'Orléanais et de Pithiviers de l'Aquitanien             | 2     | 5      | 3    | 2      | 500   |
| 107X01 | F3C_2 | Molasse du Gâtinais de l'Oligo-Miocène                                | 2     | 7      | 1    | 1      | 600   |
| 107Y01 | F3C_1 | Calcaires d'Etampes (Calcaires du Gâtinais) de l'Oligocène            | 2     | 5      | 3    | 2      | 700   |
| 107C01 | F3A_3 | Sables et Grès de Fontainebleau du Rupélien                           | 2     | 5      | 3    | 1      | 800   |
| 107C03 | F3A_2 | Marnes à huitres et Molasse d'Etrechy du Rupélien                     | 2     | 7      | 1    | 1      | 900   |
| 107C05 | F3A_1 | Calcaires de Brie du Rupélien                                         | 2     | 5      | 3    | 2      | 1000  |
| 110A01 | F3F_1 | Marnes vertes et supragypseuses du Rupélien                           | 2     | 7      | 3    | 1      | 1100  |
| 113A01 | F4E_3 | Calcaires de Champigny du Priabonien                                  | 2     | 5      | 3    | 2      | 1400  |
| 113C01 | F4C_2 | Calcaires de Briare de l'Eocène supérieur                             | 2     | 6      | 2    | 2      | 1200  |
| 113C03 | F4C_1 | Calcaires lacustres de l'Eocène                                       | 2     | 6      | 3    | 2      | 1200  |
| 113G01 | F4D_2 | Calcaires lacustres du Berry du Priabonien                            | 2     | 5      | 2    | 2      | 1300  |
| 113G03 | F4D_1 | Calcaires lacustres de Touraine et d'Anjou de l'Eocène supérieur      | 2     | 5      | 2    | 2      | 1300  |
| 113K03 | F4E_2 | Calcaires de Saint-Ouen du Bartonien                                  | 2     | 5      | 3    | 2      | 1500  |
| 113K05 | F4E_1 | Sables de Monceau et de Beauchamp du Bartonien                        | 2     | 5      | 1    | 1      | 1600  |
| 113M01 | F4F_1 | Sables et Argiles de Brenne du Bartonien                              | 2     | 6      | 2    | 1      | 1700  |
| 113P01 | F4G_5 | Marnes et Caillasses du Lutétien au nord de la Beauce                 | 2     | 6      | 3    | 1      | 1800  |
| 113R01 | F4G_4 | Calcaires grossiers du nord de la Beauce                              | 2     | 5      | 1    | 1      | 1900  |
| 113R03 | F4G_3 | Sables et Grès du Breuillet (Arkose du Breuillet) du Lutétien         | 2     | 5      | 1    | 1      | 2000  |
| 113Q01 | F4G_6 | Argiles de Lignières et Cailloutis à Chailles de l'Eocène             | 2     | 7      | 2    | 1      | 2100  |
| 113Q03 | F4G_2 | Formation à Chailles du Loing et Poudingue de Nemours de l'Eocène     | 2     | 6      | 2    | 1      | 2100  |
| 113Q05 | F4G_1 | Poudingue de Gien de l'Eocène inférieur                               | 2     | 6      | 3    | 1      | 2100  |



| NV1                                                                   |       |       |        |      |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------|------|
| Libellé Provisoire Entité                                             | Ordre | Thème | Nature | code |
| GDH du Paléocène                                                      | 2200  | 2     | 2      | 119  |
| GSM du Campanien au Turonien (Séno-Turonien)                          | 2400  | 2     | 12     | 121  |
| GSM des Sables et Grès du Cénomani                                    | 2800  | 2     | 1      | 122  |
| GD des Argiles, Marnes et Gaizes du Cénomani inf. et de l'Albien sup. | 3400  | 2     | 2      | 125  |
| GSM du Crétacé inf. (Albien à Néocomien)                              | 3600  | 2     | 12     | 128  |

| NV2  |       |                                                                            |       |        |
|------|-------|----------------------------------------------------------------------------|-------|--------|
| Code | Ordre | Libellé Provisoire Entité                                                  | Thème | Nature |
| 119C | 2200  | Argiles à Silex post Campanien                                             | 2     | 4      |
| 121A | 2400  | Craie du Séno-Turonien                                                     | 2     | 3      |
| 121E | 2700  | Craie marneuse du Turonien inférieur                                       | 2     | 4      |
| 122A | 2800  | Marnes à Ostracées et Actinocamax plenus sus-jacentes aux Sables du Perche | 2     | 4      |
| 122C | 2900  | Sables du Cénomani                                                         | 2     | 3      |
| 122E | 3300  | Marnes et Craies marneuses du Cénomani                                     | 2     | 4      |
| 125A | 3400  | Marnes et Gaize du Cénomani inf. et de l'Albien sup.                       | 2     | 4      |
| 128A | 3600  | Sables de l'Albien                                                         | 2     | 3      |
| 128C | 3900  | Argiles de l'Aptien-Barrémien                                              | 2     | 4      |
| 128E | 4000  | Sables et Calcaires du Néocomien                                           | 2     | 3      |

| NV3    |         |                                                                                                                |       |        |      |        |       |
|--------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|------|--------|-------|
| Code   | Old     | Libellé Provisoire Entité                                                                                      | Thème | Nature | Etat | Milieu | Ordre |
| 119C01 | F5B_2   | Formations détritiques continentales, sables et argiles à silex post-Campanien                                 | 2     | 7      | 2    | 1      | 2200  |
| 119C03 | F5B_1   | Marnes et formations argilo-siliceuses post Campanien (SO région Centre)                                       | 2     | 6      | 2    | 1      | 2300  |
| 121A01 | F6U_3   | Craie du Sénonien                                                                                              | 2     | 5      | 3    | 4      | 2400  |
| 121A03 | F6U_X   | Craie du Turonien                                                                                              | 2     | 5      | 1    | 4      | 2500  |
| 121A05 | F6U_5   | Tuffeau jaune du Turonien moyen à supérieur (SO région Centre)                                                 | 2     | 5      | 3    | 4      | 2500  |
| 121A07 | F6U_8   | Craie micacée et Tuffeau blanc du Turonien moyen (SO région Centre)                                            | 2     | 5      | 3    | 4      | 2600  |
| 121E01 | F6X_1   | Craie marneuse du Turonien inférieur                                                                           | 2     | 6      | 1    | 4      | 2700  |
| 122A01 | F7B_X   | Marnes à Ostracées et Actinocamax plenus du Cénomani supérieur                                                 | 2     | 7      | 1    | 1      | 2800  |
| 122C01 | F7A_3   | Sables du Perche du Cénomani supérieur (Ouest région Centre)                                                   | 2     | 5      | 2    | 1      | 2900  |
| 122C03 | F7A_7   | Marnes de Bouffry du Cénomani supérieur (Ouest région Centre)                                                  | 2     | 6      | 1    | 1      | 3000  |
| 122C05 | F7A_8   | Sables et grès de Vierzon, Maine, Mans, Varenne du Cénomani inférieur à moyen                                  | 2     | 5      | 3    | 1      | 3100  |
| 122C07 | F7A_9   | Sables et Grès de Lamnay et Trugalle du Cénomani inférieur (Ouest région Centre)                               | 2     | 5      | 1    | 1      | 3200  |
| 122E01 | F7C_Y   | Craie du Cénomani (Nord région Centre)                                                                         | 2     | 5      | 1    | 4      | 3300  |
| 125A01 | F7D_1   | Marnes glauconieuses et Gaize du Cénomani                                                                      | 2     | 7      | 1    | 1      | 3400  |
| 125A03 | F8G_1   | Argiles de l'Albien moyen à supérieur (Nord région Centre)                                                     | 2     | 7      | 1    | 1      | 3500  |
| 128A01 | F8HIM_3 | Sables de la Puisaye, de Frécambault et des Drillons de l'Albien moyen à supérieur à l'est de la région Centre | 2     | 5      | 1    | 1      | 3600  |
| 128A03 | F8HIM_2 | Argiles de Myennes et de l'Armanche de l'Albien inférieur (Est région Centre)                                  | 2     | 7      | 1    | 1      | 3700  |
| 128A05 | F8HIM_1 | Sables verts de l'Albien inférieur                                                                             | 2     | 5      | 1    | 1      | 3800  |
| 128C01 | F8JKN_1 | Argiles de l'Aptien-Barrémien                                                                                  | 2     | 7      | 1    | 1      | 3900  |
| 128E01 | F8O_2   | Sables du Néocomien de l'Hauterivien/Barrémien (Est région Centre)                                             | 2     | 5      | 1    | 1      | 4000  |
| 128E03 | F8O_1   | Calcaires du Néocomien de l'Hauterivien/Barrémien (SE région Centre)                                           | 2     | 5      | 1    | 2      | 4100  |



|                                                                      |             |          |           |            |             |      |                                                                 |   |   |               |            |                                                                                  |   |   |   |   |      |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-----------|------------|-------------|------|-----------------------------------------------------------------|---|---|---------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|------|
| <b>GSA des Calcaires du Tithonien</b>                                | <b>4200</b> | <b>2</b> | <b>1</b>  | <b>131</b> | <b>131A</b> | 4200 | Calcaires du Tithonien                                          | 2 | 3 | <b>131A01</b> | F9K_3      | Dolomies du Tithonien supérieur (NE région Centre)                               | 2 | 5 | 3 | 2 | 4200 |
| <b>GDH des Marnes du Kimméridgien</b>                                | <b>4600</b> | <b>2</b> | <b>2</b>  | <b>134</b> | <b>134A</b> | 4600 | Marnes du Kimméridgien                                          | 2 | 4 | <b>131A03</b> | F9K_2      | Calcaires et Oolites du Tithonien (NE région Centre)                             | 2 | 5 | 1 | 2 | 4300 |
| <b>GSA des Calcaires du Kimmeridgien inf. et de l'Oxfordien sup.</b> | <b>4700</b> | <b>2</b> | <b>1</b>  | <b>137</b> | <b>137A</b> | 4700 | Calcaires du Kimméridgien inférieur et de l'Oxfordien supérieur | 2 | 3 | <b>131A05</b> | F9K_1      | Facies marneux et barre lithographique du Tithonien inférieur (NE région Centre) | 2 | 6 | 1 | 1 | 4400 |
| <b>GDH des Marnes callovo-oxfordiennes</b>                           |             | <b>2</b> | <b>2</b>  | <b>140</b> | <b>140A</b> | 4900 | Marnes callovo-oxfordiennes                                     | 2 | 4 | <b>131A07</b> | F9L_1      | <b>Calcaires du Tithonien inférieur</b>                                          | 2 | 5 | 1 | 2 | 4500 |
| <b>GSM du Jurassique moyen (Dogger)</b>                              | <b>5000</b> | <b>2</b> | <b>12</b> | <b>143</b> | <b>143A</b> | 5000 | Calcaires du Bathonien - Callovien                              | 2 | 3 | <b>134A01</b> | F10D_2     | Marnes et Calcaires du Kimméridgien (Sud région Centre)                          | 2 | 7 | 2 | 1 | 4600 |
| <b>GDH du Jurassique inf. (Lias)</b>                                 | <b>5400</b> | <b>2</b> | <b>2</b>  | <b>146</b> | <b>143Z</b> | 5000 | Sillon marneux du Bathonien - Callovien                         | 2 | 4 | <b>134A03</b> | F10D_1     | Calcaires et Marnes du Kimméridgien                                              | 2 | 6 | 1 | 4 | 4600 |
| <b>GSM du Trias inf.</b>                                             | <b>5700</b> | <b>2</b> | <b>12</b> | <b>149</b> | <b>143B</b> | 5200 | Marnes du Bajocien                                              | 2 | 4 | <b>137A01</b> | F10E_2     | Calcaires affleurants du Kimméridgien et de l'Oxfordien (Sud région Centre)      | 2 | 5 | 2 | 2 | 4700 |
|                                                                      |             |          |           |            | <b>143C</b> | 5300 | Calcaires de l'Aalénien - Bajocien                              | 2 | 3 | <b>137A03</b> | F10E_1     | Calcaires non affleurants du Kimméridgien et de l'Oxfordien                      | 2 | 6 | 1 | 2 | 4700 |
|                                                                      |             |          |           |            | <b>146A</b> | 5400 | Marnes du Lias supérieur                                        | 2 | 4 | <b>137A05</b> | F10F_1     | Marnes et Calcaires de l'Oxfordien                                               | 2 | 6 | 1 | 2 | 4800 |
|                                                                      |             |          |           |            | <b>146G</b> | 5500 | Argiles et Calcaires argileux du Lias inf. et du Keuper         | 2 | 4 | <b>140A01</b> | F10G_1     | Marnes callovo-oxfordiennes                                                      | 2 | 7 | 1 | 1 | 4900 |
|                                                                      |             |          |           |            | <b>149A</b> | 5700 | Grès et Argiles du Trias sup. (Keuper)                          | 2 | 3 | <b>143A01</b> | F11KLMOR_1 | Calcaires du Bathonien-Callovien                                                 | 2 | 5 | 3 | 2 | 5000 |
|                                                                      |             |          |           |            | <b>149M</b> | 5900 | Sables et Grès du Trias inf. à sup.                             | 2 | 3 | <b>143Z01</b> | F11A_1     | Sillon marneux du Bathonien-Callovien                                            | 2 | 7 | 1 | 1 | 5000 |
|                                                                      |             |          |           |            |             |      |                                                                 |   |   | <b>143B01</b> | F11S_1     | Marnes du Bajocien (NE région Centre)                                            | 2 | 7 | 1 | 1 | 5200 |
|                                                                      |             |          |           |            |             |      |                                                                 |   |   | <b>143C01</b> | F11T_1     | Calcaires de l'Aalénien-Bajocien                                                 | 2 | 5 | 1 | 2 | 5300 |
|                                                                      |             |          |           |            |             |      |                                                                 |   |   | <b>146A01</b> | F12A_1     | Marnes du Lias supérieur                                                         | 2 | 7 | 3 | 1 | 5400 |
|                                                                      |             |          |           |            |             |      |                                                                 |   |   | <b>146G01</b> | F13A_2     | Argiles du Lias inférieur (Est région Centre)                                    | 2 | 7 | 1 | 1 | 5500 |
|                                                                      |             |          |           |            |             |      |                                                                 |   |   | <b>146G03</b> | F13A_1     | Calcaires argileux et bioclastiques du Lias de Sologne, du Berry et de Bourgogne | 2 | 6 | 1 | 4 | 5500 |
|                                                                      |             |          |           |            |             |      |                                                                 |   |   | <b>149A01</b> | F14A_2     | Dépôts argileux du Rhétien (Eure-et-Loire)                                       | 2 | 7 | 1 | 1 | 5700 |
|                                                                      |             |          |           |            |             |      |                                                                 |   |   | <b>149A03</b> | F14A_1     | Grès du Trias sup. (Keuper)                                                      | 2 | 5 | 1 | 1 | 5800 |
|                                                                      |             |          |           |            |             |      |                                                                 |   |   | <b>149M01</b> | F15A_2     | Argiles bariolées du Trias moyen à sup. (Est région Centre)                      | 2 | 7 | 1 | 1 | 5900 |
|                                                                      |             |          |           |            |             |      |                                                                 |   |   | <b>149M03</b> | F15A_1     | Dolomies et Grès du Trias moyen à sup.                                           | 2 | 5 | 3 | 1 | 6000 |



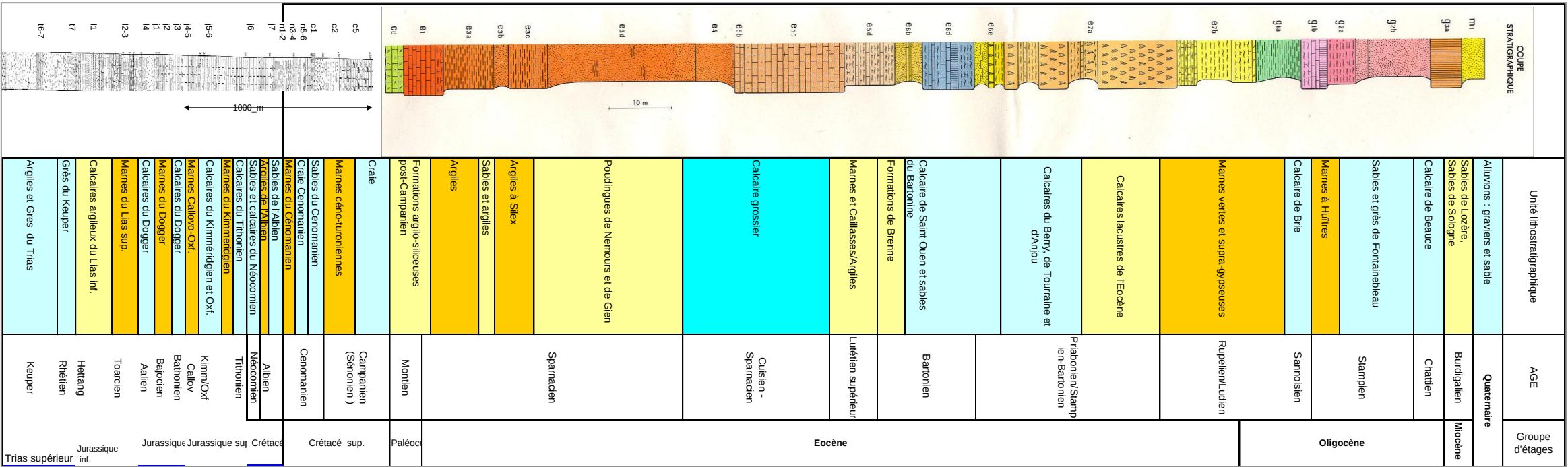
## **Annexe 2 – Aperçus géologiques**





Esquisse géologique de la région Centre  
source: rapport BRGM/RP- 54542-FR (2006)







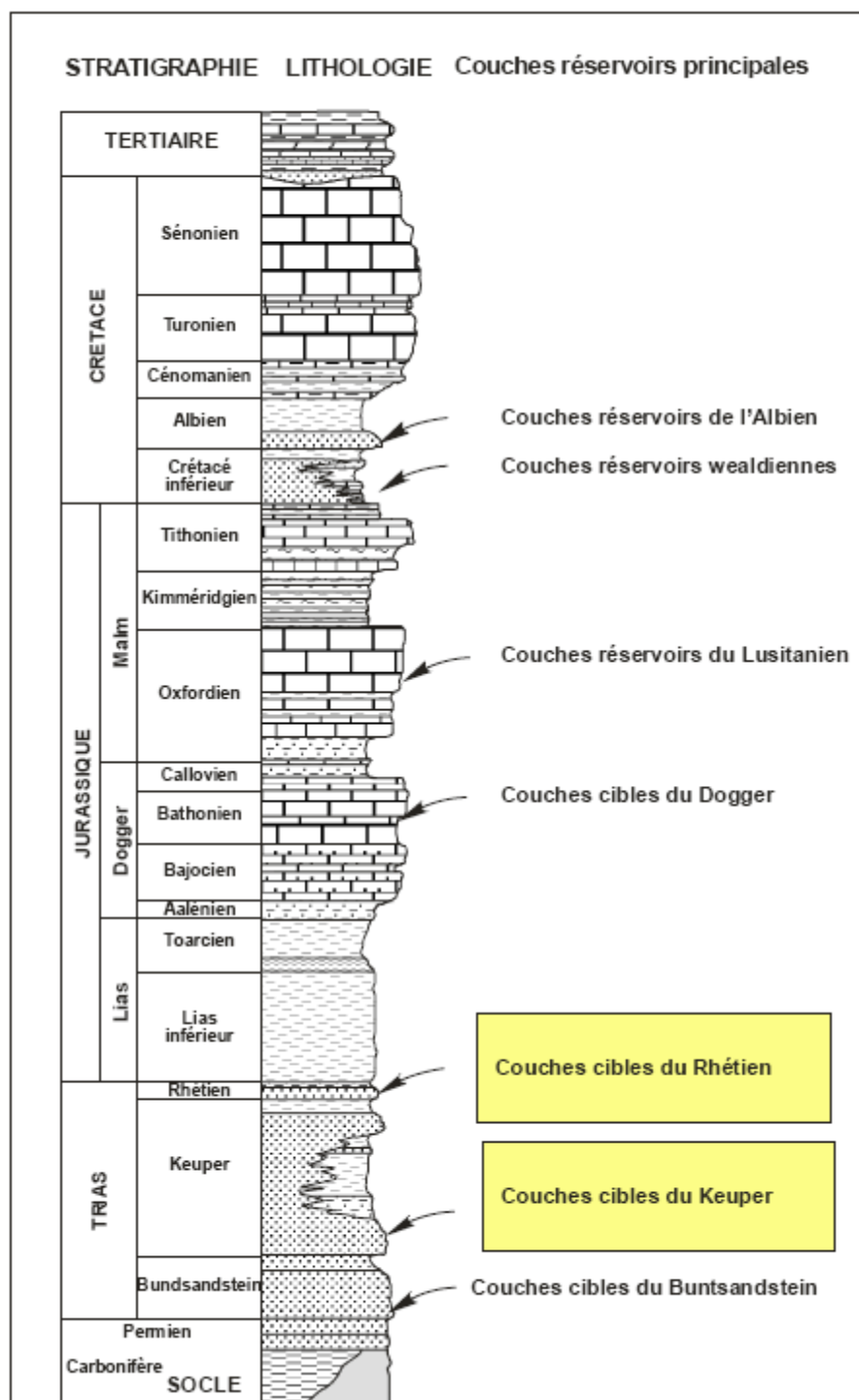


Illustration 37 – Log géologique synthétique avec les principales couches réservoirs dans le Bassin de Paris (extrait du rapport BRGM RP56463-FR)



## **Annexe 3**

# **Lexique de caractérisation des entités**

(d'après le guide méthodologique: rapport BRGM RP- 62261 -FR)



## 1. Caractérisation des entités

### 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<br>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<br>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 - géochimie – 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 - géochimie – hydraulique. Le domaine hydrogéologique est une entité du second niveau.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>SA</b><br><b>DH</b><br><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 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 hydrogéologique et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).                                                                                                                                                                                |
| <b>UIP</b>                          | 7    | Unité imperméable       | L'unité imperméable est un système physique élémentaire présentant des faibles circulations d'eau. Une unité imperméable est une entité hydrogéologique présentant une perméabilité moyenne réputée inférieure à 10 <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] L'unité imperméable est une entité du 3ème niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologiques et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères). |

| Notation Milieu | Code | Libellé                                          | Définition                                                                                                                                                                             |
|-----------------|------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PM              | 1    | Milieu poreux                                    | Milieu doté d'une porosité significative                                                                                                                                               |
| PF              | 2    | Milieu fissuré                                   | Milieu discontinu affecté de surfaces de séparation, ne traversant pas le massif rendu perméable.                                                                                      |
| PK              | 3    | Milieu karstique                                 | Milieu caractérisé par la présence dominante de roches carbonatées, par la rareté des écoulements superficiels, la présence de formes karstiques et par des sources à débit important. |
| DP              | 4    | Double porosité : matricielle et de fissures     | Milieu caractérisé à la fois par une matrice poreuse et par un réseau de fissures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.                                                    |
| DP              | 5    | Double porosité : Karstique /fissures            | Milieu caractérisé à la fois par un réseau karstique et par un réseau de fissures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.                                                    |
| DP              | 6    | Double porosité : de fractures et/ou de fissures | Milieu caractérisé à la fois par un réseau de fractures et/ou par un réseau de fissures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.                                              |
| DP              | 7    | Double porosité : matricielle et de fractures    | Milieu caractérisé à la fois par une matrice poreuse et par un réseau de fractures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.                                                   |
| DP              | 8    | Double porosité : matricielle et karstique       | Milieu caractérisé à la fois par une matrice poreuse et par un réseau de karstique ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.                                                   |

| Notation Etat | Code | Libellé                                             | Définition                                                                                                                                                                                            |
|---------------|------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C             | 1    | Entité hydrogéologique à nappe captive              | Une entité hydrogéologique est captive lorsqu'elle est confinée entre deux terrains peut ou pas perméables.                                                                                           |
| L             | 2    | Entité hydrogéologique à nappe libre                | Une entité hydrogéologique est libre lorsqu'elle n'est pas limitée vers le haut par des terrains imperméables.                                                                                        |
| LC<br>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. |



...

## **Annexe 4- Mode opératoire pour la délimitation des entités (logiciel ArcGis 9.31)**

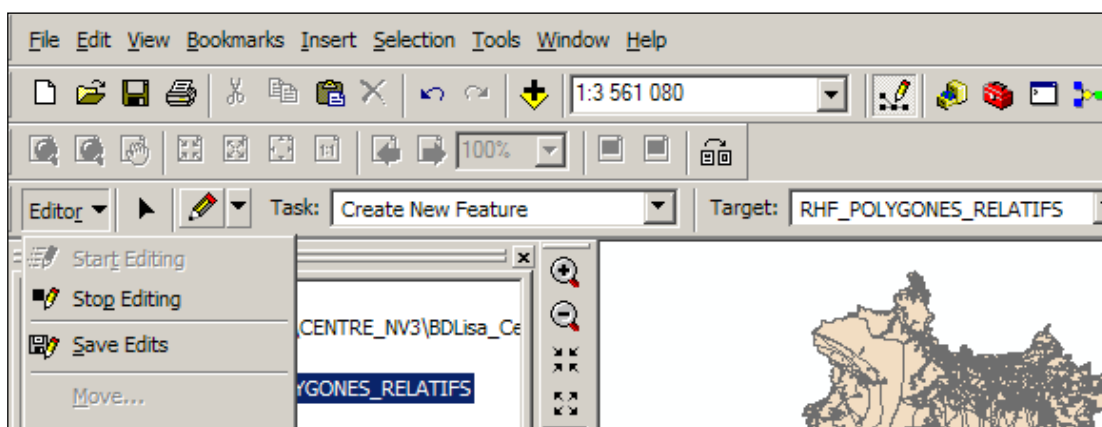


Les différentes opérations sont décrites avec les termes techniques anglais et français. (notés de la façon suivante: [ anglais/français ]). En fin de cette annexe, un glossaire récapitule ces termes techniques.

## 1. Opérations de base

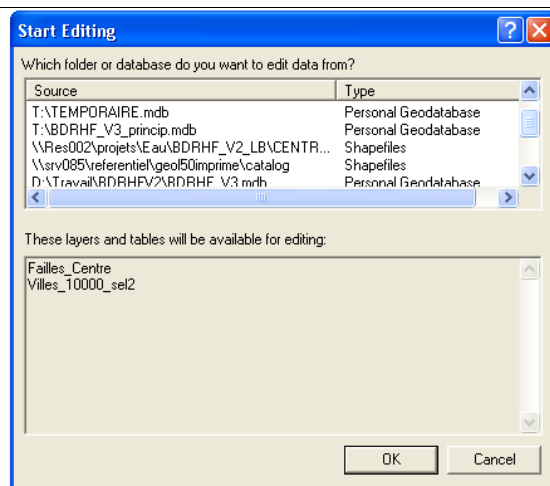
Pour modifier, ou créer une entité, ARCGIS, utiliser le mode éditeur. Pour rendre visible ce mode, cliquer avec le bouton droit de la souris dans la partie grise de la fenêtre ARCGIS puis cocher [Editor/Editeur].

Autre solution: aller dans [Tools/Outils] et cliquer sur [ Customize/Personnaliser ], puis sur [Editor/Editeur]. La barre d'édition s'affiche alors.



Pour modifier une couche, la charger dans le projet ARCGIS.

Utiliser le mode éditeur sur cette couche en cliquant sur [Editor/Editeur] puis [Start editing/Ouvrir une session de mise à jour].



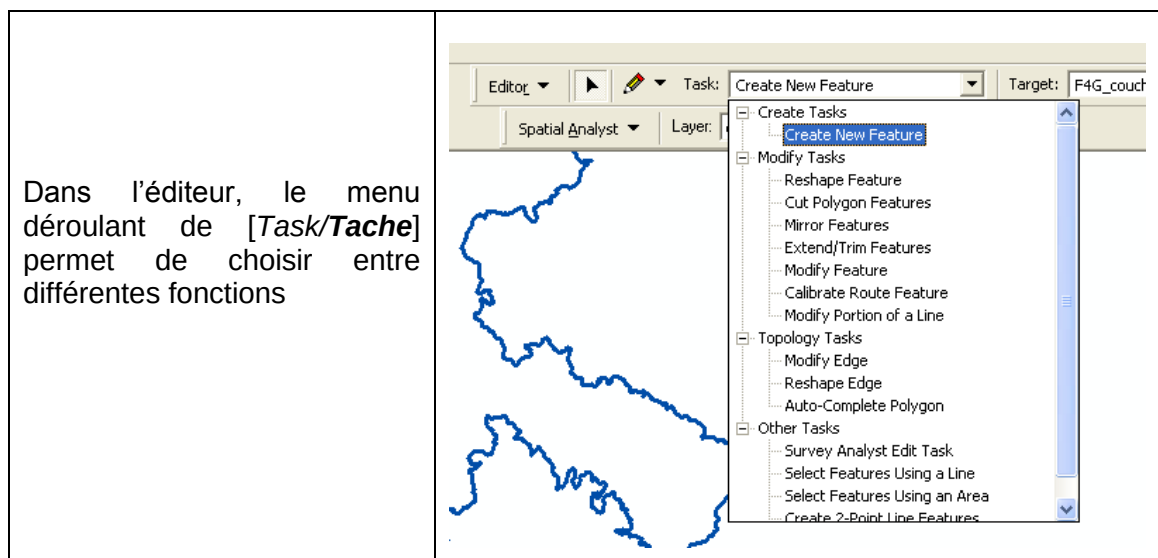
Dans [Source], on sélectionne le dossier ou la base de données qui contient la couche à modifier.

Toutes les couches placées dans le même dossier peuvent alors être choisies dans le menu déroulant de l'éditeur [Target/Cible].



**Attention, vérifier que la bonne couche est affichée dans la fenêtre de l'éditeur, car celui-ci choisit automatiquement la dernière couche modifiée.**

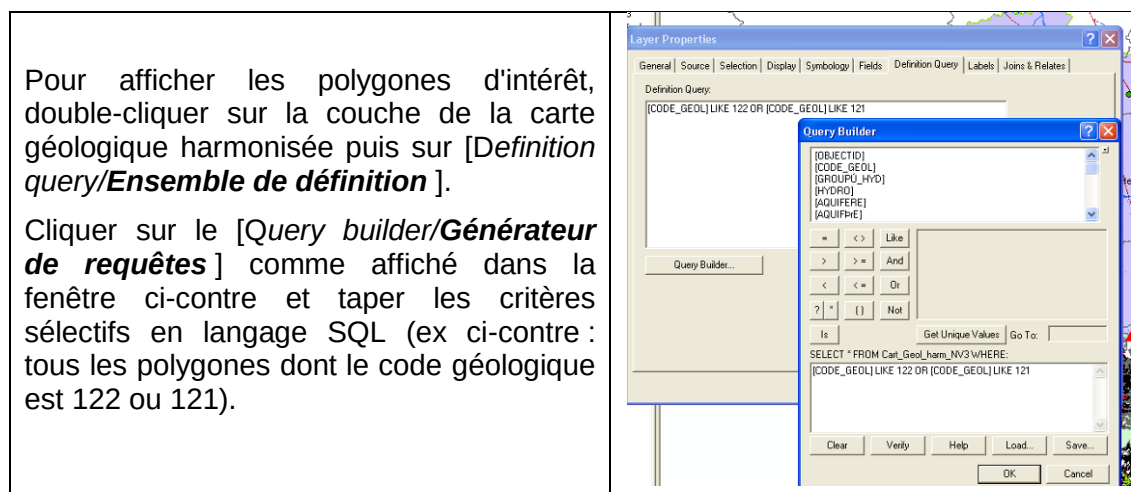
Si ce n'est pas le cas, sélectionner sous [Target/Cible] la couche souhaitée.



Les quatre fonctions les plus utiles pour les traitements sont :

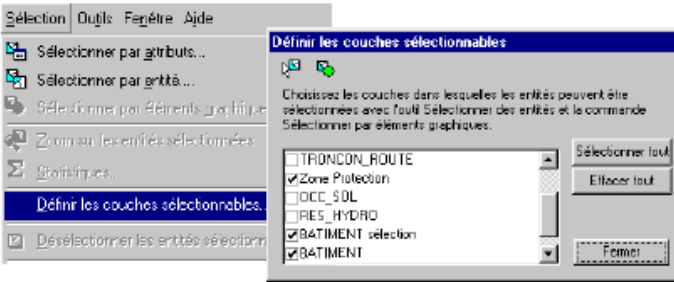
- 1) [Create new feature/**Créer une nouvelle entité**] qui permet de créer des polygones;
- 2) [Reshape feature/**Remodeler l'entité**] qui permet de changer une partie du polygone par le tracé d'une ligne qui coupe le polygone (cf. chapitre 2.2);
- 3) [Cut polygon feature/**Découper des entités surfaciques**] qui permet de découper un polygone en plusieurs parties, afin de supprimer une partie superflue (cf. chapitre 2.3);
- 4) [Modify feature/**Modifier l'entité**] qui permet d'insérer et de déplacer des [Vertex/**Sommets**] directement sur un polygone (cf. chapitre 2.4)

Pour commencer à cartographier l'entité, la première étape est la sélection des polygones de la carte géologique qui correspondent à l'entité que l'on veut cartographier. Pour cette sélection, cliquer sur [Select by attributes/**Sélection par attributs**]



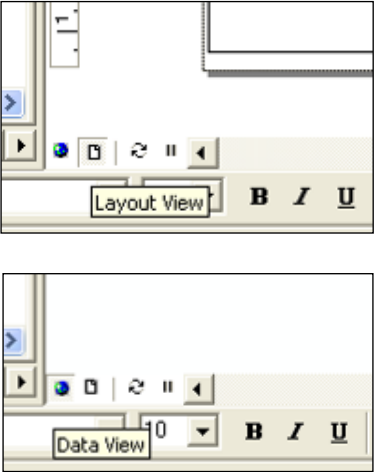
Ensuite, aller dans la barre de menu d'ARCGIS sous [selection, set selectable layers/**sélection, Définir les couches sélectionnables**], et choisir la couche souhaitée, par exemple la carte géologique harmonisée.

 **Décocher d'abord toutes les couches par sécurité [Clear all/Effacer tout]. Cette limitation de la sélection est une sécurité pour restreindre la sélection uniquement à la couche souhaitée.**



Cliquer ensuite avec le bouton droit de la souris sur la couche de la géologie harmonisée, puis faire [**Select all/Sélectionner tout**]. A ce stade, tous les polygones de la carte géologique harmonisée définis préalablement sont sélectionnés. Il est alors possible de copier la sélection et de coller ces polygones dans la couche modifiable (celle que l'on a précédemment ouverte dans la session d'édition).

 **Attention : on ne peut copier des entités que si l'on est en [Data View/Mode données] il ne faut pas être en [Layout View/Mode mise en page].**



Deux solutions existent pour copier :

- CTRL+C (copie les entités sélectionnés qui ne sont pas nécessairement dans la couche éditée) puis CTRL+V (colle ces entités dans la couche en cours d'édition).
- Aller dans [**Edit/Edition**] dans le menu en haut à gauche puis [**Copy/Copier**], puis faire [**Paste/Coller**] :

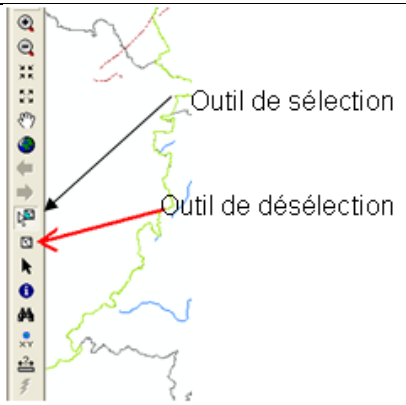


Cette fonction peut être utile car le CTRL+C et CTRL+V peuvent ne pas fonctionner !

On peut vérifier le résultat en ouvrant la table attributaire de la couche en cours d'édition. Les polygones ajoutés se repèrent facilement car ils restent sélectionnés (lignes colorées).

Pour les désélectionner, le plus rapide est d'utiliser l'outil [Deselection/Désélectionner].

Un autre moyen est la sélection d'un polygone particulier ou d'un ensemble directement sur la carte avec l'outil de [Selection/Sélectionner] situé juste au dessus de celui de la désélection.





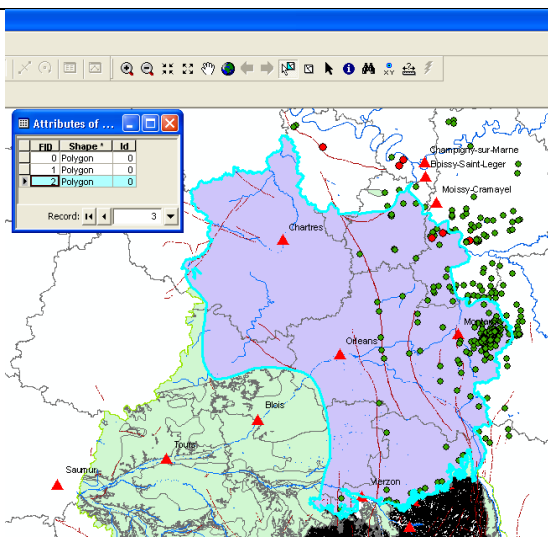
Vérifier que l'entité est sélectionnable (sous [selection, Set selectable layers/sélection, Définir les couches sélectionnables]).

En gardant la touche **MAJ** enfoncé, il est aussi possible de sélectionner **plusieurs entités à la suite**.

Pour supprimer des polygones:  
[Delete /Supprimer.

Sélectionner les polygones dans la carte ou dans la table attributaire [Attribute table/Table attributaire], puis clic droit de la souris en se positionnant à gauche de la ligne, puis [Delete selected/Supprimer les enregis-trements sélectionnés] ou la touche **SUPPR** directement.

Il faut être en mode édition de la couche pour que la suppression fonctionne.

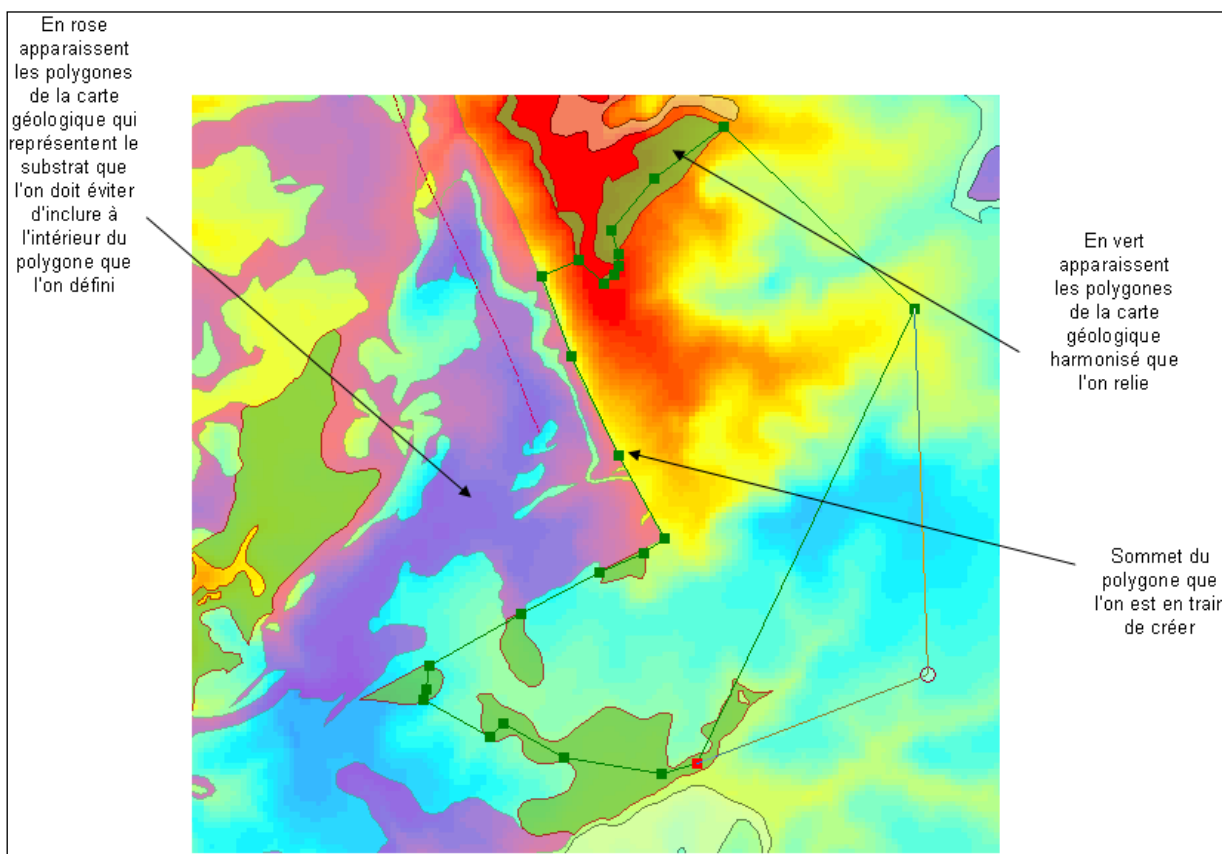


## 2. Délimitation des unités au niveau des affleurements

On décrit ci-après les opérations possibles

### 2.1. Tracé d'un polygone "englobant"

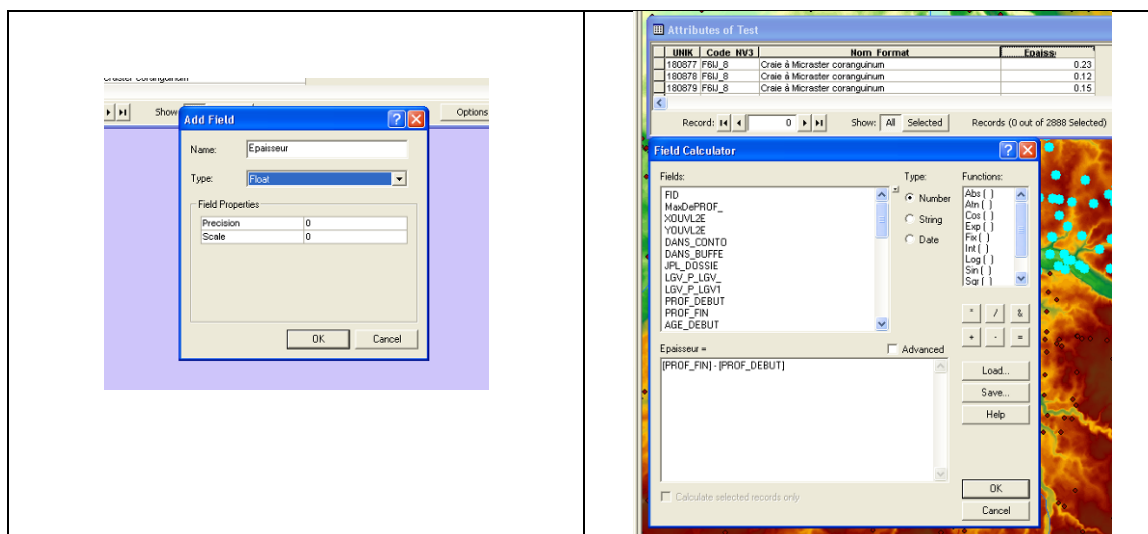
Le principe de base de cette méthode est la création d'un polygone qui intègre les différents affleurements et les relie entre eux comme le montre l'illustration ci-dessous.



#### 2.1.1. Données pour la délimitation

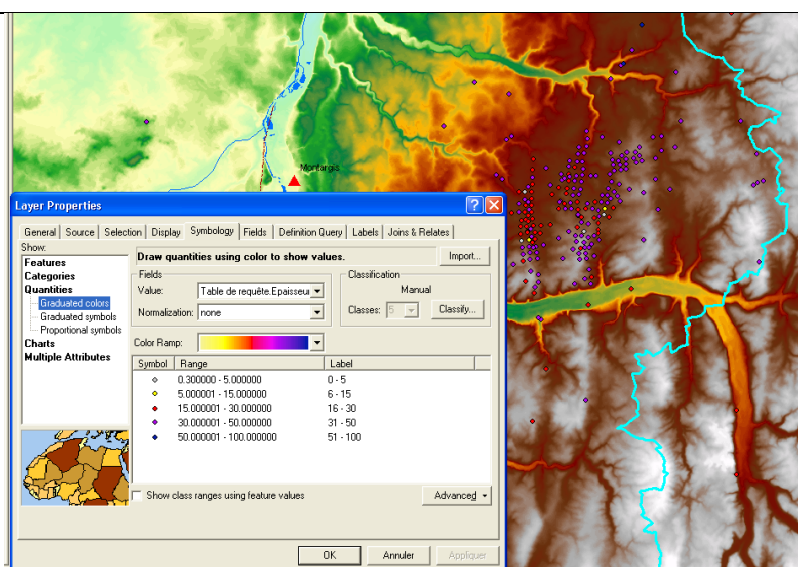
Pour la délimitation de l'entité considérée, il faut faire intervenir:

- les affleurements de la formation que l'on cartographie et ceux de la formation plus ancienne sous-jacente (le "substrat");
- les forages correspondants à la formation (avec visualisation des épaisseurs). Pour obtenir l'épaisseur des couches, ajouter un champ [Add Field/Ajouter champs]. Clic droit avec la souris droite dans le nom du champ en haut de la colonne (ici : épaisseur) et choisir [Field Calculator/Calculer les valeurs] (cf. illustration).



Double-cliquer sur la couche pour afficher les propriétés de la couche:  
[Layer Properties/Propriétés de la couche].

Dans [Symbology/Symbologie] le mode [Quantities/Quantités] permet de distinguer les forages selon l'épaisseur de la formation recoupée.

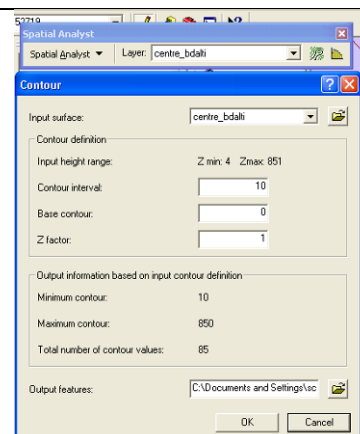


L'utilisation du MNT fournit une information supplémentaire en permettant de visualiser le relief et de reconstituer dans certains cas le contour d'une formation sous recouvrement superficiel à l'aide des courbes de niveaux.

Pour que les reliefs soient bien visibles à toutes les échelles, le choix des couleurs peut être réadapté automatiquement. Dans les propriétés de la couche, cliquer sur l'onglet [Symbology/Symbologie].

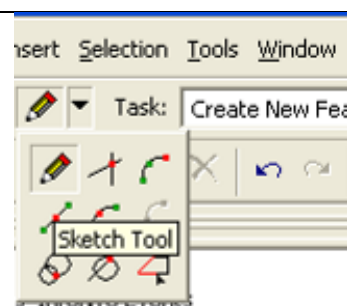
En mode « Stretched », faire défiler jusqu'en en bas pour sélectionner le mode de statistique : [From the current display extent/A partir de l'étendue actuellement affichée].

Pour tracer des courbes de niveau du MNT (polygones), on peut utiliser dans Spatial Analyst l'outil de [Contour/*Isoligne*], qu'on peut suivre ensuite avec un outil [Trace tool/*Outil traçage*] décrit dans la suite.

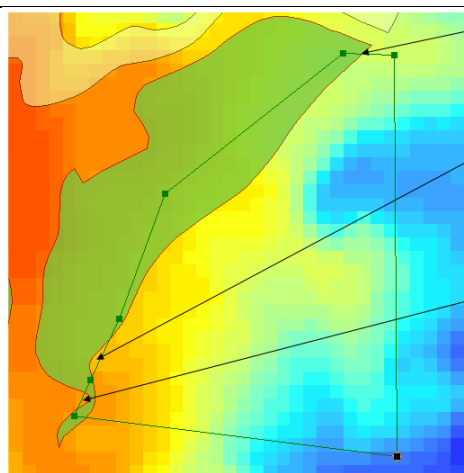


### 2.1.2. Création d'un polygone par tracé "libre"

Pour tracer un polygone, aller dans la barre d'édition : sélectionner la tâche [Create new feature/*Créer une nouvelle entité*], puis prendre l'outil [Sketch Tool/*Outil Construction*].

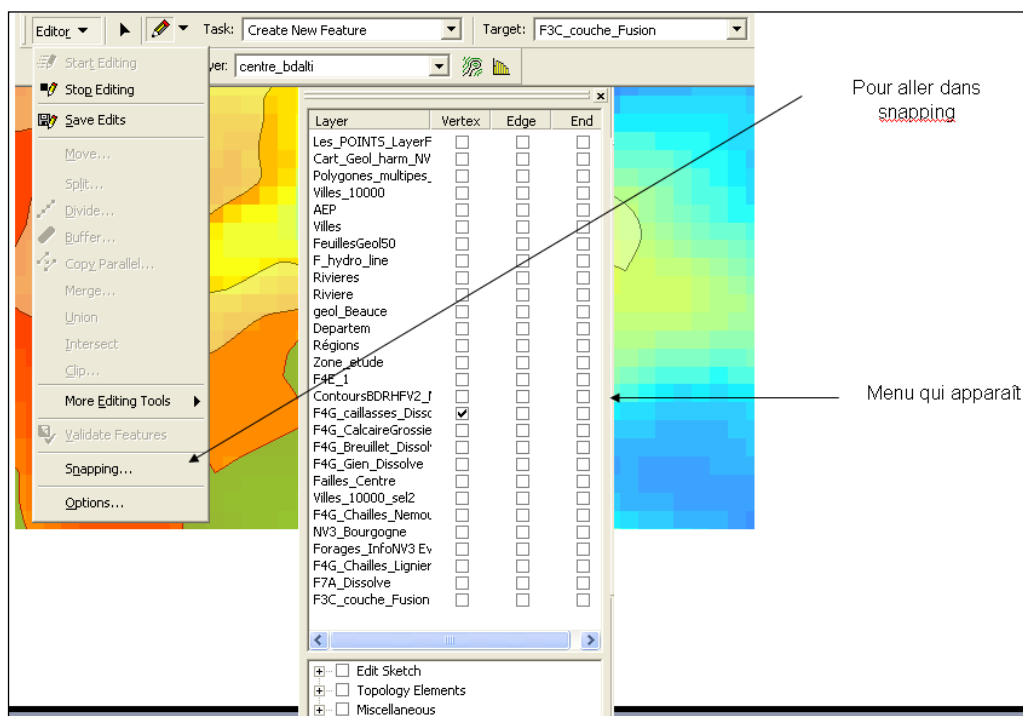


Cet outil permet de dessiner un polygone. Cliquer sur la carte pour dessiner un contour. Terminer le polygone par un double clic. Le polygone créé s'insère dans la couche qui est en mode édition. On peut, pendant le tracé, zoomer, dézoomer, interroger une couche,... et reprendre le traçage au même point. Si l'on veut supprimer un sommet que l'on vient juste de créer, utiliser les touches **CTRL+Z**.



Cette opération peut générer des artefacts: il est alors recommandé d'utiliser l'outil de [Snapping/*Capture*]. Cet outil permet de positionner les sommets du polygone que l'on trace sur une couche de données définie. Ainsi les sommets créés se positionneront sur la ligne existante de la couche de polygones définie.

Pour cela, aller dans la barre d'édition dans le premier menu déroulant :

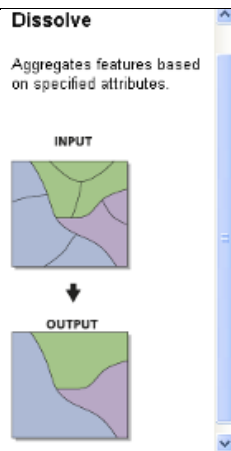


Régler la tolérance du [*Snapping/Capture*], en nombre de pixels, pour définir la distance de la souris à une ligne à laquelle on s'accroche, sous [*Option/Options*] situé au-dessous de la fonction du snapping (cf. Illustration). Plus la valeur est haute, plus l'accrochage est facile, mais des valeurs trop hautes diminuent la finesse du traçage. (Des valeurs de 7 à 10 pixels donnent des résultats satisfaisants).

On peut changer la couche d'accrochage en cours de construction, si l'on souhaite par exemple d'abord suivre les contours de la géologie harmonisée, puis ensuite une isoligne du MNT.

**Le résultat de la création d'une unité superficielle est un ensemble de polygones de la carte harmonisée et de polygones de liaisons.**

Pour fusionner ces polygones en un seul, utiliser l'outil [*Dissolve/Fusionner*].

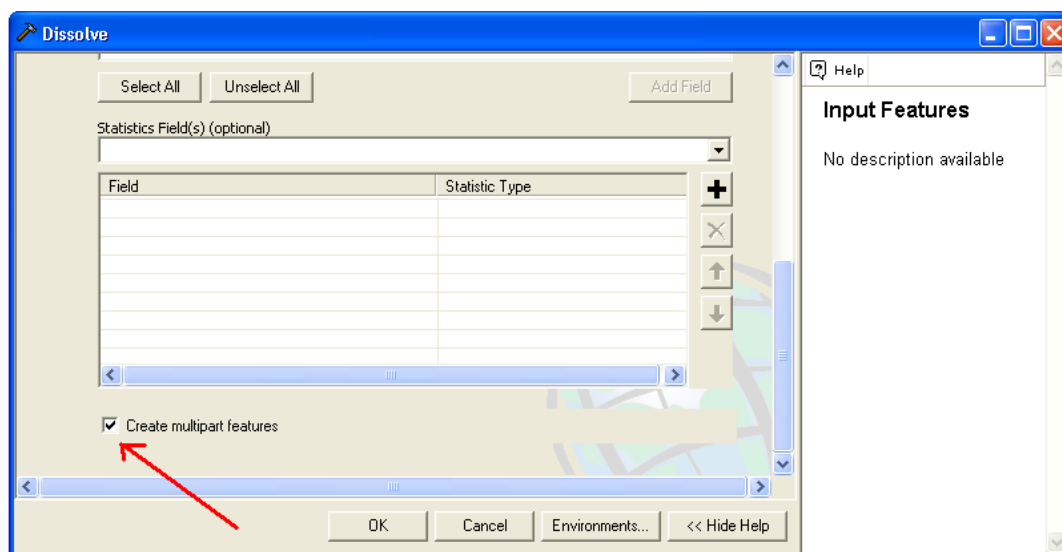


Cet outil est situé dans les [Toolbox/**Boîtes à outils**]



Cette fusion peut s'opérer de deux manières différentes selon que la case [Create multipart features/**Créer des entités multi-parties**] en bas du menu déroulant est cochée ou décochée :

- cochée (ce qui est le cas par défaut), la fusion ne fournira à la fin qu'un polygone qui incluant plusieurs polygones
- non cochée, il y aura autant de polygones qu'il y a d'entités disjointes. C'est cette deuxième option qu'il faut choisir pour cette fonction.



La fusion est une opération qui peut être effectuée à la fin des opérations de création des entités hors mode éditeur.

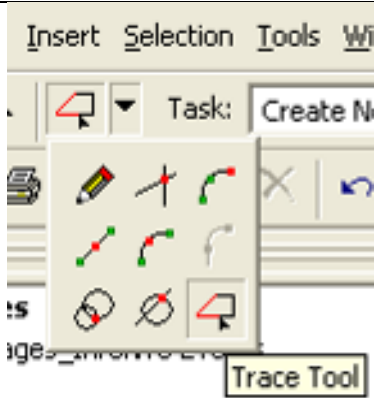
Plusieurs polygones d'une même couche peuvent être enregistrés disjoints et apparaître dans la table attributaire sous la forme "un polygone = une ligne". Dès lors, il est possible de sélectionner un polygone indépendamment des autres.

Ou bien ils peuvent être rassemblés, ne former plus qu'une entité et apparaître dans la table attributaire sous la forme d'une ligne unique.

Une couche avec plusieurs polygones par ligne peut être séparée en plusieurs polygones disjoints avec la fonction [Multipart to single part/**Multi-parties vers une partie**].

### 2.1.3. Création d'un polygone en s'appuyant sur d'autres entités

La deuxième méthode permet de suivre les lignes d'un polygone, par exemple de la carte géologique harmonisée. **Sélectionner d'abord l'entité sur laquelle vous souhaitez accrocher le nouveau polygone.**

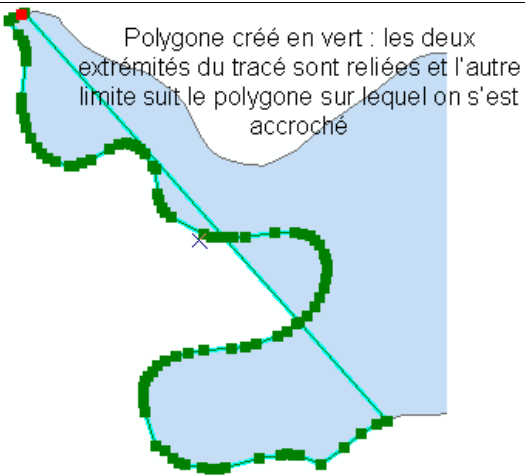
|                                                                                                                                                                         |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Prendre l'outil [Trace tool/<b>Outil traçage</b>] (pour que cet outil apparaisse, mettez vous en mode de [Create new feature/<b>Créer une nouvelle entité</b>]).</p> |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

Le nouveau polygone prend appui sur les sommets de l'entité préalablement sélectionnée. Pointer le début du tracé sur la ligne du polygone sélectionné, puis suivre la limite du polygone sélectionné et finir la construction du polygone en double-cliquant.

On peut changer en cours de parcours le mode de tracé et poursuivre la construction du polygone avec par exemple [Sketch Tool/**Outil de construction**]

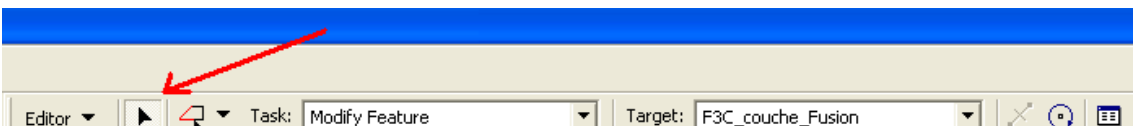


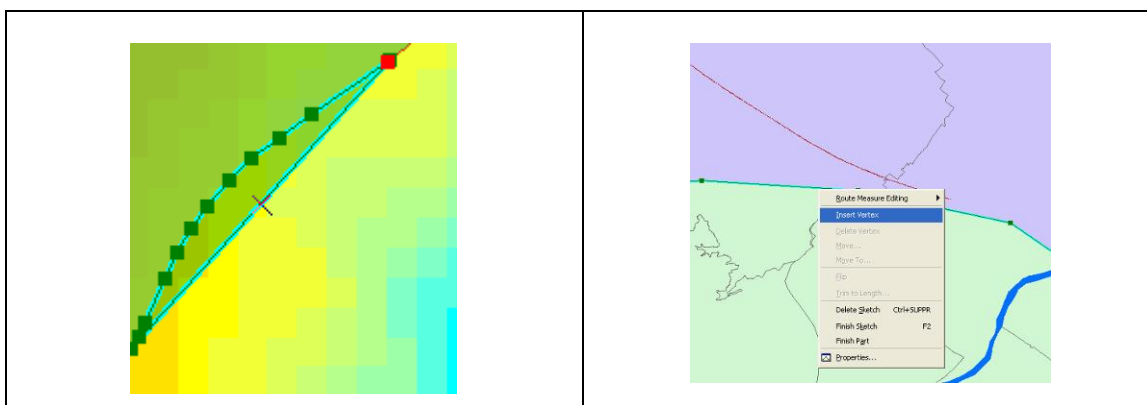
Il est plus prudent d'enregistrer avant d'utiliser cet outil.

|                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Il est possible de modifier directement l'entité ainsi créé en utilisant la tâche [Modify feature/<b>Modifier l'entité</b>]. Cette option permet de faire apparaître les sommets du polygone que l'on a préalablement sélectionné.</p> |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

## 2.2. Modification des sommets des polygones

On peut **modifier l'entité** après avoir l'avoir préalablement sélectionnée. Prendre pour cela le curseur [Edit tool/**Outil mise à jour**] de la barre d'édition :

|                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |
|--------------------------------------------------------------------------------------|



En cliquant sur le contour du polygone, on peut :

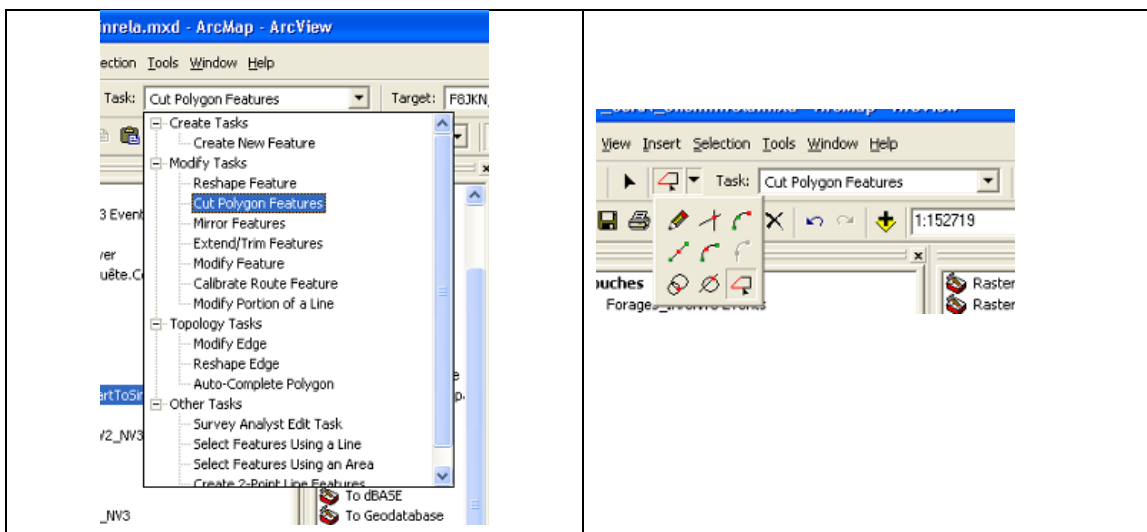
- insérer des sommets (clic droit puis [*Insert vertex/Insérer des sommets*] ;
- supprimer des vertex (clic droit puis [*Delete vertex/Supprimer un sommet*] ;
- déplacer les sommets existants (cliquer dessus et déplacer le vertex en restant "cliqué").



Attention de ne pas déplacer le polygone involontairement lors des manipulations. Cela est possible lorsqu'un polygone est sélectionné par le curseur et qu'une forme en croix apparaît.

### 2.3. Découpage de polygones par un trait de coupe

La méthode [*Cut polygon feature/Découper des entités surfaciques*] peut être appliquée pour préparer l'opération décrite au § 2.1.2., en créant des ensembles de polygones plus grands qu'il est ensuite plus facile de relier entre eux.



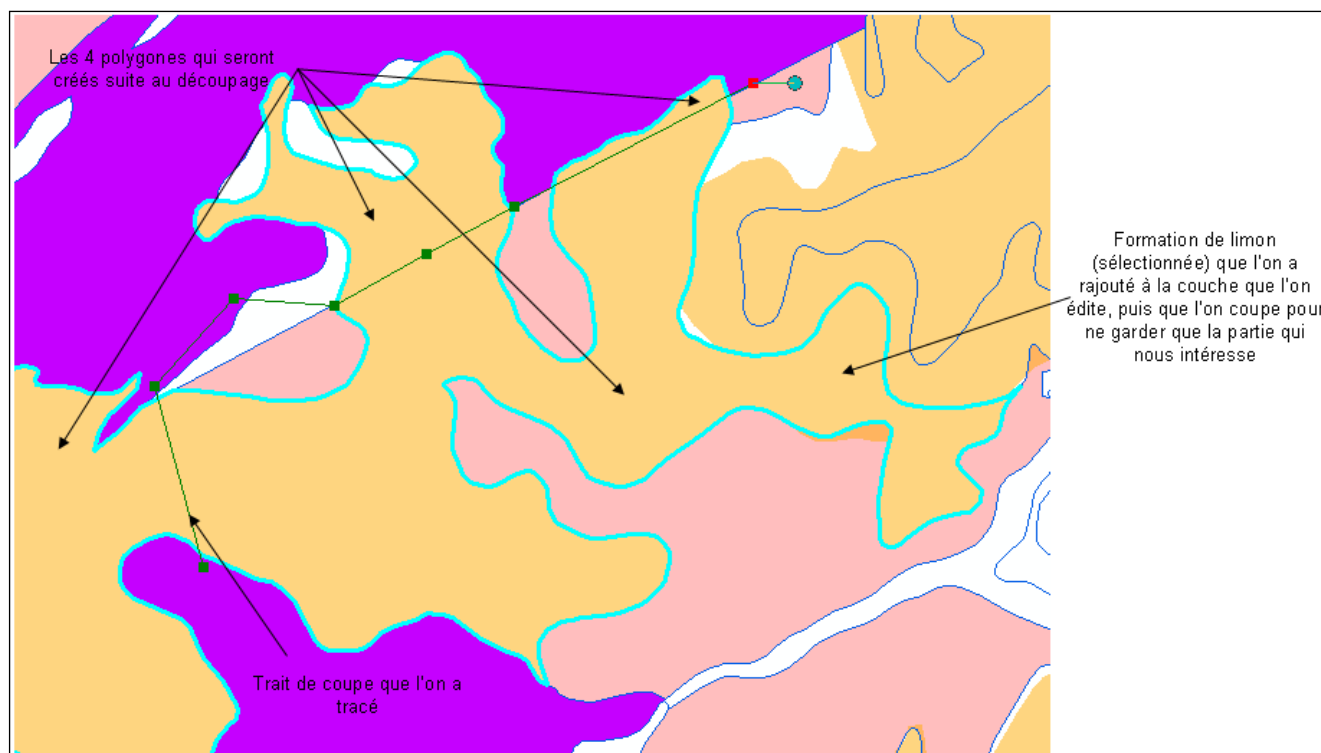
Ajouter d'abord dans la couche éditée la ou les formations géologiques qui recouvrent partiellement l'entité que l'on veut délimiter (de type limon, colluvions ou alluvions par exemple).

Il peut être nécessaire ensuite de couper ces polygones, couvrant également d'autres formations.

Sélectionner les polygones à découper et choisir la tâche [Cut polygon feature/**Découper des entités surfaciques**] (cf. illustration). Choisir ensuite l'un des outils de tracé (cf. § 2.1) pour tracer le contour suivant lequel la coupe doit s'effectuer.



Le premier et le dernier point doivent être en dehors du polygone que l'on coupe. Il suffit de double cliquer à la fin du tracé pour déclencher l'opération de coupe. Si l'opération n'est pas prise en compte, enregistrez les opérations au fur et à mesure (menu déroulant de gauche [Save edits/**Enregistrer les mises à jour**]).



A l'issue du découpage, visible ci-dessus, il suffira de supprimer, parmi les quatre polygones que l'on vient de former, ceux que l'on estime être en dehors de l'emprise de l'entité à délimiter.

Cette opération de coupe peut être réalisée directement sur plusieurs polygones si ceux-ci sont sélectionnés en même temps.

## 2.4 Opération de "clipping": découpage par polygone

Cette quatrième méthode est bien adaptée si l'on souhaite enlever une zone qui est entièrement incluse dans un ou plusieurs des polygones de la couche modifiable, par exemple lorsque le substrat affleure au centre d'une formation.

Importer d'abord le polygone avec lequel on veut découper la couche ou bien le créer.

Si l'on souhaite découper la couche éditée selon plusieurs polygones, il est nécessaire de fusionner dans un premier temps ces polygones afin qu'ils n'en forment plus qu'un seul (« multipart »), car le découpage ne fonctionne que par ligne.

Il peut ainsi être nécessaire de créer des couches intermédiaires. On importe ensuite (par copier – coller) ce polygone fusionné dans la couche à découper.

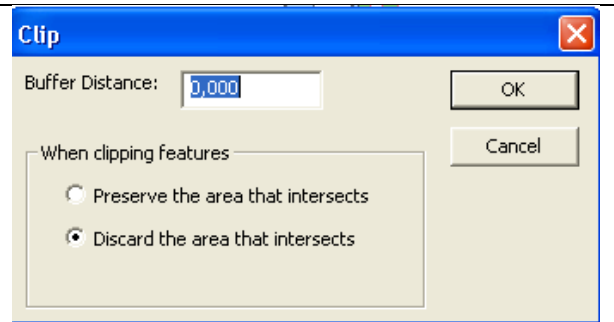


**Attention** car l'opération de découpage est susceptible d'agir sur des formations que l'on ne veut pas découper ! Il faut absolument ne laisser, dans les couches sélectionnables, que celle que l'on est en train de découper et pour cela d'abord désélectionner toutes les entités sélectionnées. Il est conseillé de créer un fichier temporaire pour cette opération.

On sélectionne ensuite le polygone qui sert pour le découpage. Puis, dans le menu déroulant de gauche de la barre d'édition, sélectionnez [*Clip/Découper*].

Deux options sont possibles : on peut

- éliminer la zone d'intersection entre le polygone sélectionné et le reste de la couche (valable dans le cas défini dans l'exemple) ou
- éliminer la zone qui n'intersecte pas les deux polygones (utile lorsque l'on a fait déborder les contours des polygones créés de la zone d'étude).



L'utilisation d'un buffer est aussi possible pour le découpage.

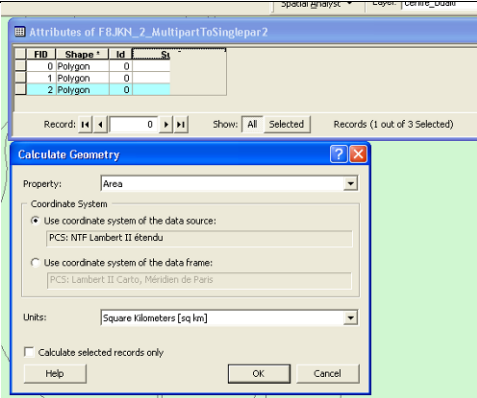
## 2.5 Finalisation des couches

A l'issue de la fusion de la couche, les polygones de surfaces trop petites et qui ne présentent pas d'intérêts hydrogéologiques peuvent être supprimés.

La surface des polygones se calcule, en dehors du mode d'édition (menu déroulant de gauche sélectionnez [*Stop editing/Quitter la session de mise à jour*]).

Ouvrez la table attributaire de la couche, dans option cliquez sur [**Add field/Ajouter un champ**] et sélectionnez le type « float/réel double ».

Une fois le champ créé, cliquez droit en haut de la colonne, puis [**Calculate geometry/Calculer la géométrie**] et sélectionner « **surface** ».



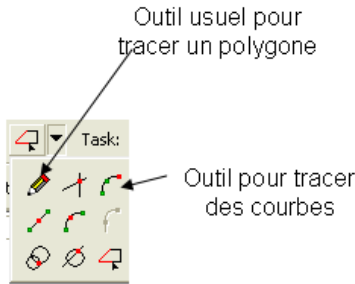
De manière général, le temps de traitement est fonction de la quantité de polygones de la carte harmonisée. Plus cette quantité est importante, plus le temps de traitement est long.

### 3. Délimitation des parties sous couverture

En profondeur, le positionnement des limites de l'entité est plus délicat qu'en surface, par manque d'information. Par contre, une fois le choix fait, le tracé des contours est plus facile qu'au niveau des affleurements, les contours étant plus "simples".

#### 3.1. Tracé manuel

En général, le tracé doit être effectué à la main. Pour obtenir un résultat lisse, utiliser l'outil de tracé des polygones sous forme de courbes [**Arc Tool/Outil Arc**]



On peut, au cours du traçage, changer d'outil (illustration ci-dessus).

Il existe un autre moyen de lissage des contours qui est la fonction [*Neighbourhood statistics/Statistiques de voisinage*] sous [**Spatial Analyst**], (cliquer avec le bouton droit de la souris dans la barre grise du haut d'ARCGIS et cochez Spatial Analyst).

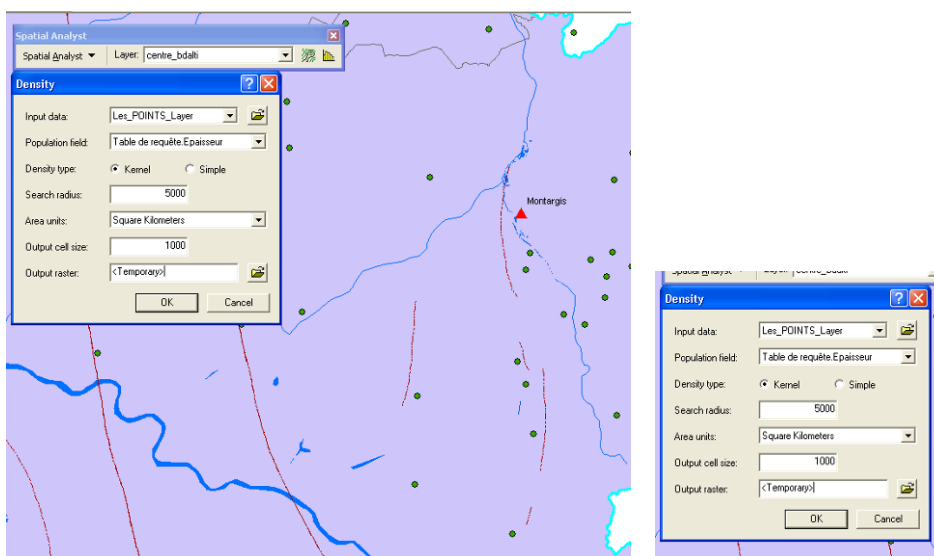


**Mais cette méthode risque de lisser des zones non souhaitées, le tracé manuel direct à l'aide de polygones reste le meilleur moyen.**

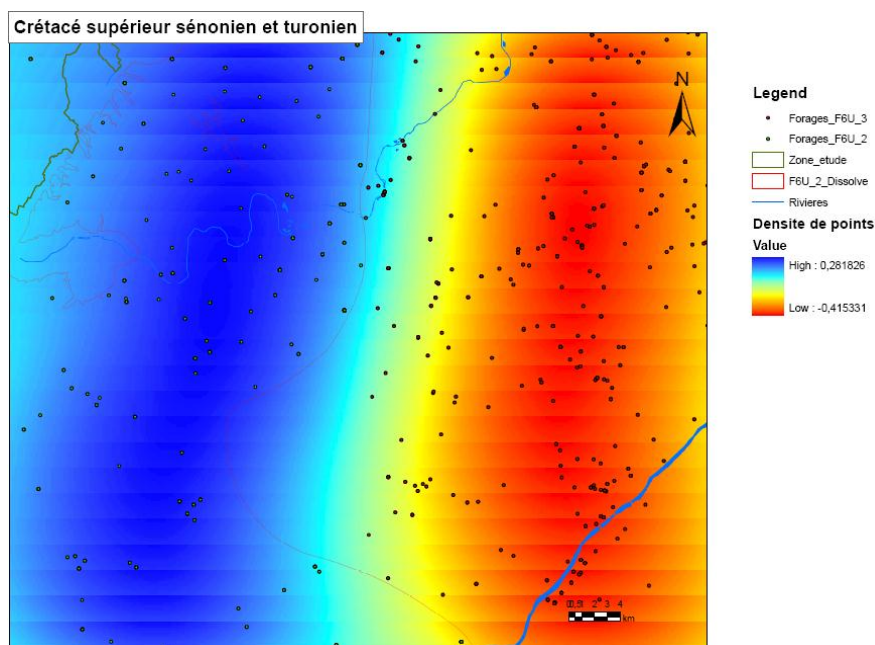
#### 3.2. Tracé à l'aide de la densité des forages

Il est possible d'utiliser certaines fonctions de calcul de [**Density/Densité**] dans ARCGIS. Pour cela, on sélectionne les forages correspondant à la formation, tout en évitant ceux qui sont proches de la surface. En effet, la densité de forages augmente en général lorsque la couche se rapproche de la surface. Une fois les forages sélectionnés, aller dans [**Spatial Analyst**], puis cliquer sur [**Density/Densité**].

Sélectionner parmi les couches proposées le fichier des forages. Préciser le rayon de recherche : plus le rayon est grand, plus les courbes seront lissées.



Exemple de carte en densité que l'on peut obtenir :



La densité ne peut généralement être utilisée qu'en appoint. En effet il faudrait un véritable travail d'élimination de forages, probablement également changer le type d'interpolation... pour affiner les courbes. Et, les limites réelles ne sont pas forcément régulières. Ces fonctions ne sont utiles que dans certains cas.

## Récapitulatif des termes techniques

Add field/**Ajouter un champ**  
Arc Tool/**Outil Arc**  
Attribute table/**Table attributaire**  
Calculate geometry/**Calculer la géométrie**  
Clear all/**Effacer tout**  
Clip/**Découper**  
Contour/**Isoligne**  
Copy/**Copier**  
Create multipart features/**Créer des entités multi-parties**  
Create new feature/**Créer une nouvelle entité**  
Customize/**Personnaliser**  
Cut polygon feature/**Découper des entités surfaciques**  
Data View/**Mode données**  
Definition query/Ensemble de définition  
Delete /**Supprimer**  
Delete selected/**Supprimer les enregistrements sélectionnés**  
Delete vertex/**Supprimer un sommet**  
Density/**Densité**  
Deselection/**Désélectionner**  
Dissolve/**Fusionner**  
Edit tool/**Outil mise à jour**  
Edit/**Edition**  
Editor/**Editeur**  
*Field Calculator/Calculer les valeurs*  
From the current display extent/**A partir de l'étendue actuellement affichée**  
Insert vertex/**Insérer des sommets**  
Layer Properties/**Propriétés de la couche**  
Layout View/**Mode mise en page**  
Modify feature/**Modifier l'entité**  
Multipart to single part/Multi-parties vers une partie  
Neighbourhood statistics/**Statistiques de voisinage**  
Option/**Options**  
Paste/**Coller**  
population field/**champs ??**  
Query builder/**Générateur de requêtes**  
Reshape feature/**Remodeler l'entité**  
Save edits/**Enregistrer les mises à jour**  
Select all/**Sélectionner tout**  
Select by attributes/**Sélection par attributs**  
Selection/**Sélectionner**  
Set selectable layers/Définir les couches sélectionnables  
Sketch Tool/**Outil Construction**  
Sketch Tool/**Outil de construction**  
Snapping/**Capture**  
**Source**  
**Spatial Analyst**  
Start editing/**Ouvrir une session de mise à jour**  
Stop editing/**Quitter la session de mise à jour**  
Symbolology/**Symbologie**  
*Target/Cible*  
Task/**Tache**  
Toolbox/**Boîtes à outils**  
Tools/**Outils**  
Trace tool/**Outil traçage**  
Vertex/**Sommets**



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