

Document public



Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA Bassin Loire-Bretagne

Délimitation des entités hydrogéologiques
en région Pays de la Loire - Départements
du Maine-et-Loire et de la Sarthe

Rapport final
Mise à jour BDLISA Version 0

BRGM-62226-FR
Juin 2013



**Référentiel Hydrogéologique
Français BDLISA
Bassin Loire-Bretagne
Délimitation des entités hydrogéologiques
en région Pays de la Loire . Départements
du Maine-et-Loire et de la Sarthe
Rapport final
Mise à jour BDLISA Version 0**

BRGM/RP-62226-FR
Juin 2013

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

**V. Baudouin, B. Mougin, E. Rouxel,
V. Mardhel, S. Schomburgk**

Vérificateur

Original signé par: Jean-Jacques Seguin

Approbateur

Original signé par: Pierre Conil

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



Mots clés : Référentiel hydrogéologique, système aquifère, domaine hydrogéologique, Maine-et-Loire, Sarthe, Pays de la Loire, Loire-Bretagne.

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

V. Baudouin, B. Mougin, E. Rouxel, V. Mardhel, S. Schomburgk – Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe. Rapport d'étape. BRGM/RP-62226-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 2009 par V. Baudouin, B. Mougin et E. Rouxel (RP-56954-FR) pour les départements du Maine et de la Sarthe dans le cadre de la réalisation de BDRHF-V2.

Cette mise à jour permet d'intégrer les entités hydrogéologiques décrites en 2009 à la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères).

Suite à l'harmonisation nationale des entités BDLISA à l'échelle nationale le nombre d'entités BDLISA dans les bassins a changé (regroupement d'entités transrégionales, découpage par bassin etc.). Cependant le présent rapport ne fait état que des entités identifiées lors de la délimitation des entités en région (BRGM/RP-56951-FR).

L'élaboration d'un tableau multi-échelles (niveau local, niveau régional, niveau national) a permis d'identifier les entités hydrogéologiques suivantes :

- **45 unités de niveau local (NV3) dans le domaine sédimentaire et 91 entités de socle,**
- **15 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2) de type sédimentaire et 12 de type socle,**
- **13 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1) distinguant 8 entités sédimentaires et 5 entités de socle du Massif.**

A ces entités, il faut ajouter:

- **3 surcouches correspondant aux systèmes alluvionnaires.**

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://geotraitements.brgm.fr/viewer/bdlisa>. Cette interface cartographique permet différentes requêtes (recherche d'une entité par nom, code, départements...).

Avertissement

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

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

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

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

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

Sommaire

1. Introduction	9
2. Présentation du référentiel BDLISA.....	11
2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS.....	11
2.1.1.Principes de construction	11
2.1.2.Assemblage des entités	11
2.1.3.Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction	12
2.1.4.BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE.....	12
2.2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA.....	12
2.3. LES OBJETS DU RÉFÉRENTIEL	13
2.3.1. Les entités hydrogéologiques.....	13
2.3.2. Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques.....	15
2.3.3. Les "thèmes" des entités hydrogéologiques	15
2.3.4. L'attribut "Nature" des entités hydrogéologiques	15
2.3.5. L'attribut "Type de milieu" des entités hydrogéologiques	17
2.3.6. L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques.....	19
2.3.7. L'attribut "Origine de la construction" des entités hydrogéologiques	19
2.4. LE TABLEAU MULTI-EHELLES	20
2.5. LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS	20
2.5.1.Principes sous-jacents	21
2.5.2. Organisation des entités en 2 ensembles.....	22
2.5.3. Ordre absolu et ordre relatif.....	23
3. Méthodologie de délimitation des entités et assemblage par le modèle de gestion	25
3.1. PRINCIPES DIRECTEURS	25
3.1.1. Homogénéité du découpage	25
3.1.2. Emboîtement des niveaux.....	25
3.2. PRINCIPALES ÉTAPES DE LA DÉLIMITATION.....	26
3.2.1. Identification et cadrage hydrogéologique général	26
3.2.2. De l'analyse des cartes géologiques au tableau multi-échelles	26
3.2.3. Individualisation de l'alluvial	27
3.2.4. Découpage des entités.....	27
3.2.5. Passage au modèle de gestion du référentiel.....	27

3.2.6. Organigramme	28
4. Mise en œuvre du découpage dans les départements du Maine-et-Loire et de la Sarthe	29
4.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE	29
4.2. ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ÉCHELLES ET DÉCOUPAGE DES ENTITÉS	32
4.2.1. Domaine sédimentaire.....	32
4.2.2. Domaine de socle.....	35
4.3. CONSTITUTION DE LA SUR-COUCHE ALLUVIONNAIRE	39
4.3.1. Définition d'une surcouche	39
4.3.2. Surcouche des alluvions.....	39
4.3.3. Détail des formations retenues	39
4.4. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU SÉDIMENTAIRE	40
4.4.1. Grand système aquifère du Mio-Pliocène (104-F2)	40
4.4.2. Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien (113-F4) ...	41
4.4.3. Grand système multicouche du Paléocène du Bassin Parisien (119- F5)42	
4.4.4. Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) (121-F6)	42
4.4.5. Grand système multicouche du Cénomaniens à l'Albien supérieur du Bassin Parisien (123-F7)	44
4.4.6. Grand domaine hydrogéologique du Kimméridgien-Callovien (F10)	45
4.4.7. Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien (139- F11).....	46
4.4.8. Grand système aquifère du Lias (141-F12)	47
4.5. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DE SOCLE.....	47
5. Limites des entités	51
5.1. LIMITES HYDRAULIQUES.....	51
5.2. NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITES	51
6. Outil de construction du référentiel	54
6.1. GÉODATABASE	54
6.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS.....	59
7. Conclusion.....	63
8. Références bibliographiques	65

Liste des illustrations

Illustration 1 - Contexte géologique du Maine-et-Loire et de la Sarthe (extraction de la carte géologique au 1/250.000 des Pays de la Loire)	10
Illustration 2 – Types d'entités hydrogéologiques et codification	16
Illustration 3 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques	18
Illustration 4 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires.....	21
Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités	24
Illustration 6 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3	25
Illustration 7 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.	28
Illustration 8 - Carroyage des cartes géologiques avec leur numéro	30
Illustration 9 - Extraction des logs validés de la Banque de données du Sous-Sol pour le Maine-et-Loire et la Sarthe.....	31
Illustration 10 – Coupe schématique précisant les relations entre les formations du Cénomaniens de la Sarthe (P. Juignet, 1974).....	34
Illustration 11 - Entités de socle de niveau NV1- (Cette figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).....	36
Illustration 12 - Entités de Socle de niveau NV2- (Cette figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).....	37
Illustration 13 - Entités de Socle de niveau NV3, départements 49 et 72 - (Cette figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).....	38
Illustration 14 - Schéma des faciès du Cénomaniens (Mémoire BRGM n°101, 1980 d'après P. JUIGNET,1974)	45
Illustration 15 - Schéma conceptuel des aquifères de socle (Wyns, 1999)	48
Illustration 16 - Types de limites possibles entre entités.	52
Illustration 17 - Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques.	53
Illustration 19 - Tables non géométriques de la géodatabase.	55
Illustration 20 - Interface utilisateur de la géodatabase.	55
Illustration 21 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.	56
Illustration 22 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).	57
Illustration 23 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).	57
Illustration 24 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités.	58
Illustration 25 - Table des limites : natures des contacts entre entités.	58
Illustration 26 - Éditeur de cartes du modèle de gestion du référentiel.	59
Illustration 27 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).....	60

Illustration 28 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite) 61

Liste des annexes

Annexe 1 - Découpage des entités hydrogéologiques en domaine de socle – Note méthodologique 67

Annexe 2 Lexique de caractérisation des entités 85

Annexe 3 Tableau multi-échelles du bassin Loire Bretagne 91

1. Introduction

Le présent rapport est la mise à jour d'un travail réalisé en 2009 par V. Baudouin, B. Mougin et E. Rouxel (RP-56954-FR) pour les départements du Maine et de la Sarthe dans le cadre de la réalisation de BDRHF-V2.

En Pays-de-la-Loire, la construction du référentiel a débuté en 2007 par les départements du Maine-et-Loire et de la Sarthe.

Cette mise à jour permet d'intégrer les entités hydrogéologiques décrites en 2009 à la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères).

Suite à l'harmonisation nationale des entités BDLISA à l'échelle nationale le nombre d'entités BDLISA dans les bassins a changé (regroupement d'entités transrégionales, découpage par bassin etc.). Cependant le présent rapport ne fait état que des entités identifiées lors de la délimitation des entités en région (BRGM/RP-56951-FR).

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

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

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

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

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

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

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

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

Bassin Loire-Bretagne

Ce rapport rend compte de la réalisation du référentiel sur les départements du Maine-et-Loire et de la Sarthe. Ces départements s'étendent sur l'extrémité du Massif Armoricaïn et la bordure Sud-Ouest du Bassin parisien (Illustration 1).

Ce secteur comporte donc des zones de socle (extrémité du Massif Armoricaïn) et un empilement de formations sédimentaires allant du Jurassique inférieur jusqu'aux formations continentales du Tertiaire.

La délimitation des entités aux niveaux 1 et 2 s'inscrit dans le cadre d'une convention entre le BRGM et le MEEDDAT (année 2 du projet national) avec un soutien financier de celui-ci.

L'Agence de l'Eau Loire-Bretagne fournit quant à elle un appui financier pour les 3 niveaux de découpage dans le cadre d'une convention particulière avec le BRGM.

Ce travail a été réalisé conformément aux recommandations du guide méthodologique national édité en 2003 par le BRGM et aux propositions faites en 2007 dans le cadre de l'actualisation de ce guide demandée par le comité de pilotage du Référentiel. Il s'appuie aussi sur une concertation menée avec les régions voisines (Centre et Poitou-Charentes) afin d'obtenir une bonne homogénéité des travaux.

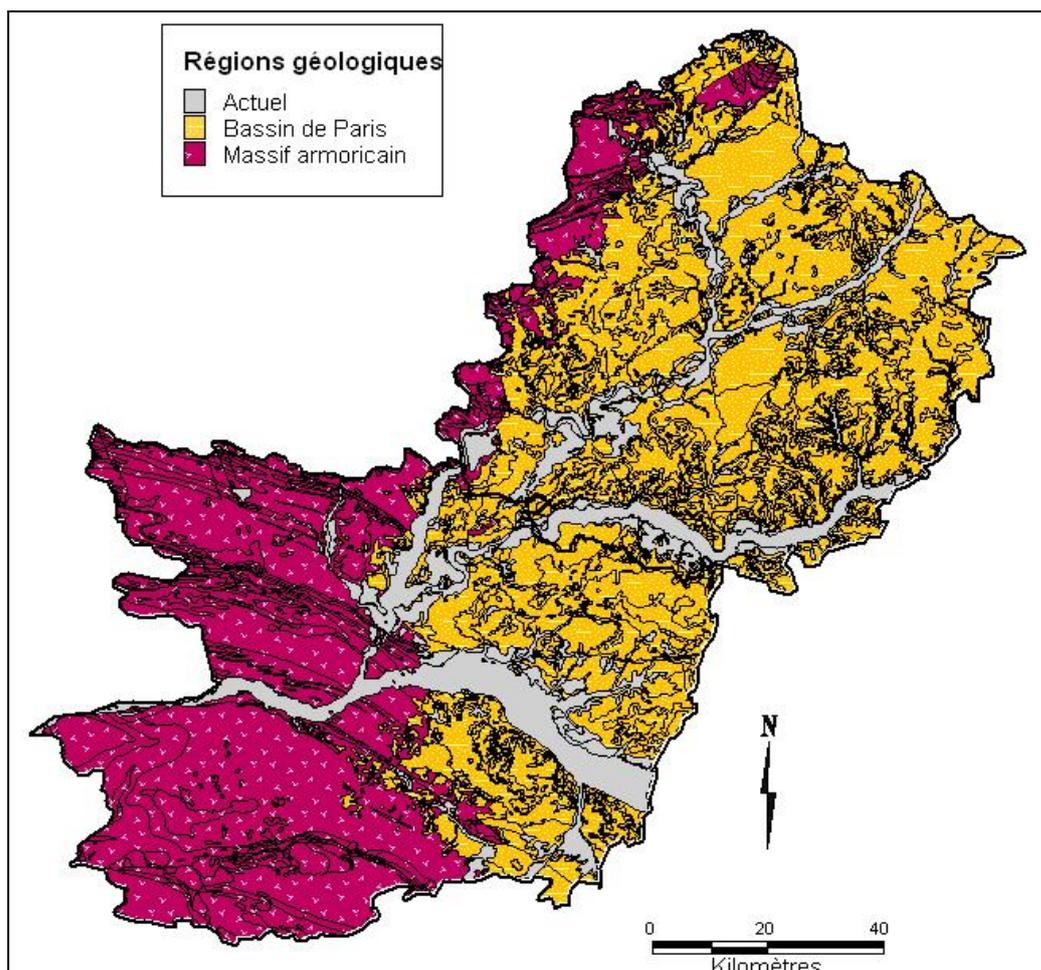


Illustration 1 - Contexte géologique du Maine-et-Loire et de la Sarthe (extraction de la carte géologique au 1/250.000 des Pays de la Loire)

2. Présentation du référentiel BDLISA

2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS

2.1.1. Principes de construction

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

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

2.1.2. Assemblage des entités

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

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

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

2.1.3. Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction

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

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

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

2.1.4. BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE

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

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

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

2.2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA

◆ Le référentiel est construit sur la base d'une subdivision du territoire (France métropolitaine et départements d'outre-mer) en **entités hydrogéologiques** (formations géologiques aquifères et non aquifères) délimitées suivant **3 niveaux de détail** (national, régional et local, cf. § 2.3.2) et regroupées dans **5 thèmes** (cf. § 2.3.3).

◆ A la différence du référentiel BDRHFV1, **les parties non affleurantes des entités sont prises en compte.**

Sur la verticale, les entités sont ordonnées suivant un ordre croissant (ordre 1 pour les entités affleurantes, ordre 2 pour les entités situées juste au-dessous, ...). En Aquitaine, par exemple, il y a jusqu'à 32 "couches" d'entités sur la verticale).

Le numéro d'ordre qui est affecté aux entités permet de suivre la "progression" de chacune d'elles en profondeur et de la localiser en un point dans la "pile" des entités hydrogéologiques.

◆ Dans le référentiel, les épaisseurs ne sont pas prises en compte mais pourraient l'être ultérieurement. **Le modèle de représentation des entités est dit "2D1/2"**.

◆ Le référentiel se présente sous la forme d'un **Système d'Information Géographique (SIG)** permettant :

- de visualiser les entités hydrogéologiques aux 3 niveaux de détail retenus pour le découpage ;
- d'obtenir des informations sur les entités grâce à la base de données associée.

Le système de projection cartographique est le **Lambert 93** (RGF93).

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

Les entités hydrogéologiques peuvent être multi-parties.

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

Codification de l'entité

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

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

Par exemple:

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

Dénomination de l'entité

En général, le libellé de l'entité hydrogéologique est construit en juxtaposant :

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

Par exemple :

Sables verts de l'Albien du Bassin Parisien.

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

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

Calcaires de Brie du Rupélien,

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

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

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

Illustration 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 2) en fonction des niveaux d'agrégation obéissent aux règles suivantes :

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

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

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

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

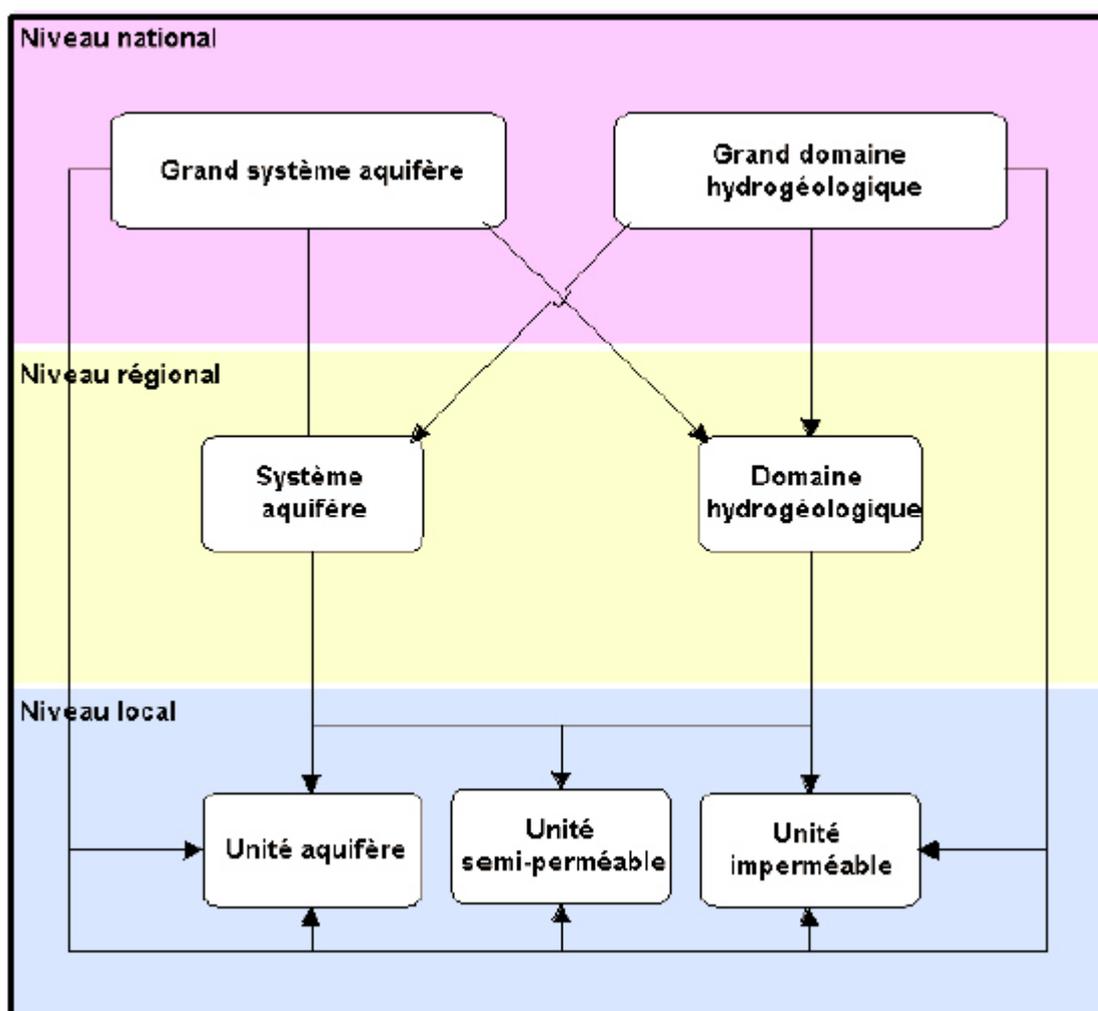


Illustration 3 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques

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

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

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

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

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

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

Remarque

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

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

2.3.6. L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques

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

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

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

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

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

2.4. LE TABLEAU MULTI-EHELLES

Dans un secteur donné, le tableau multi-échelles récapitule tous les types d'entités existant dans le secteur et les superpose verticalement suivant un ordre stratigraphique. C'est en quelque sorte l'équivalent, au plan hydrogéologique, d'un log géologique synthétique régional. Il constitue le support du découpage projeté aux trois échelles d'identification des entités. Le tableau multi-échelles du référentiel national est fourni dans l'Annexe 1.

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.

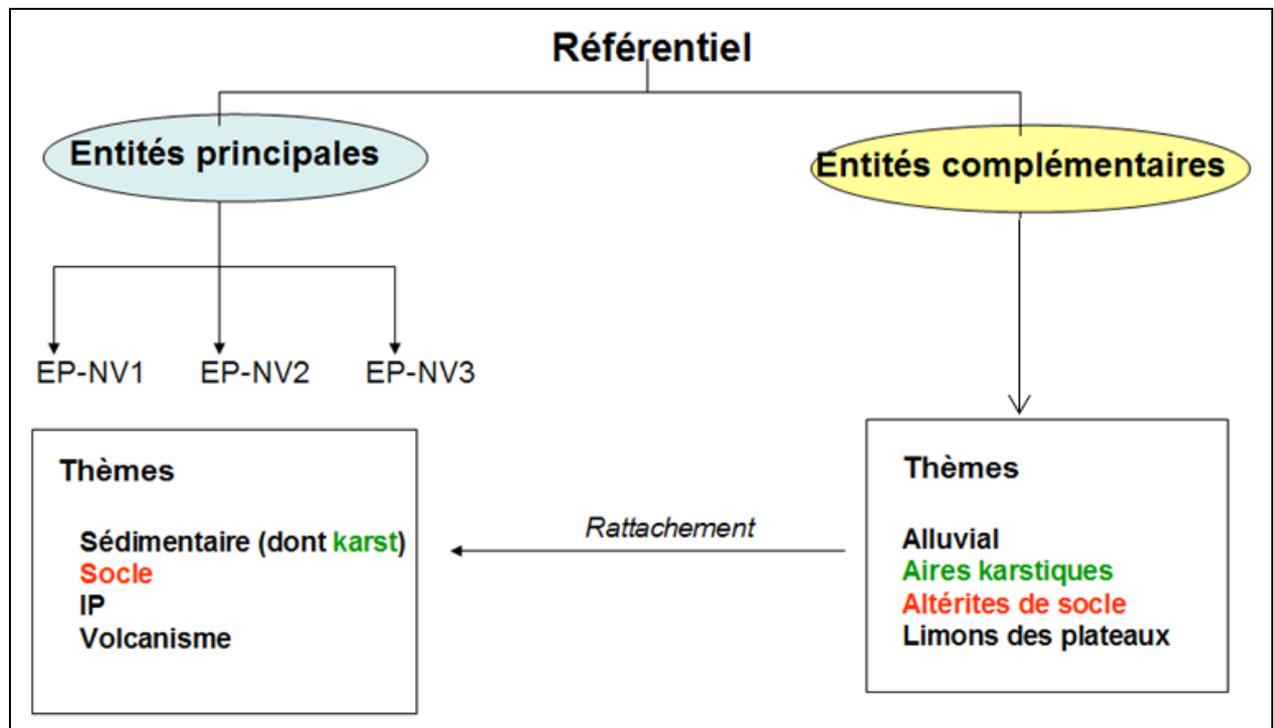


Illustration 4 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires

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. § 2.5.3).

3) Complétude

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

4) Filiation

Une entité NV3 est rattachée à une entité NV2 qui l'inclut et qui est-elle même rattachée et incluse dans une entité NV1.

5) Héritage

Il découle de 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 2.2).

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

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

2.5.3. Ordre absolu et ordre relatif

Dans la phase de construction du référentiel, un numéro d'ordre est affecté à chaque entité délimitée (Illustration 5a). Cet ordre est dit "absolu" (codé par exemple sous la forme 10, 20, 30, 40,...) et peut correspondre à un âge stratigraphique.

La délimitation des entités conduit à une "pile hydro-stratigraphique" d'entités (le tableau multi-échelles) qui sont ordonnées sur la verticale grâce au numéro d'ordre absolu (par exemple 10, 20, 30,Illustration 5a).

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

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

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

Remarque: dans l'exemple présenté par l'illustration 5, les entités sont constituées d'une partie affleurante et d'une partie sous couverture, réunies lors de la phase de délimitation. **Le modèle de gestion restitue automatiquement les parties sous couverture.**

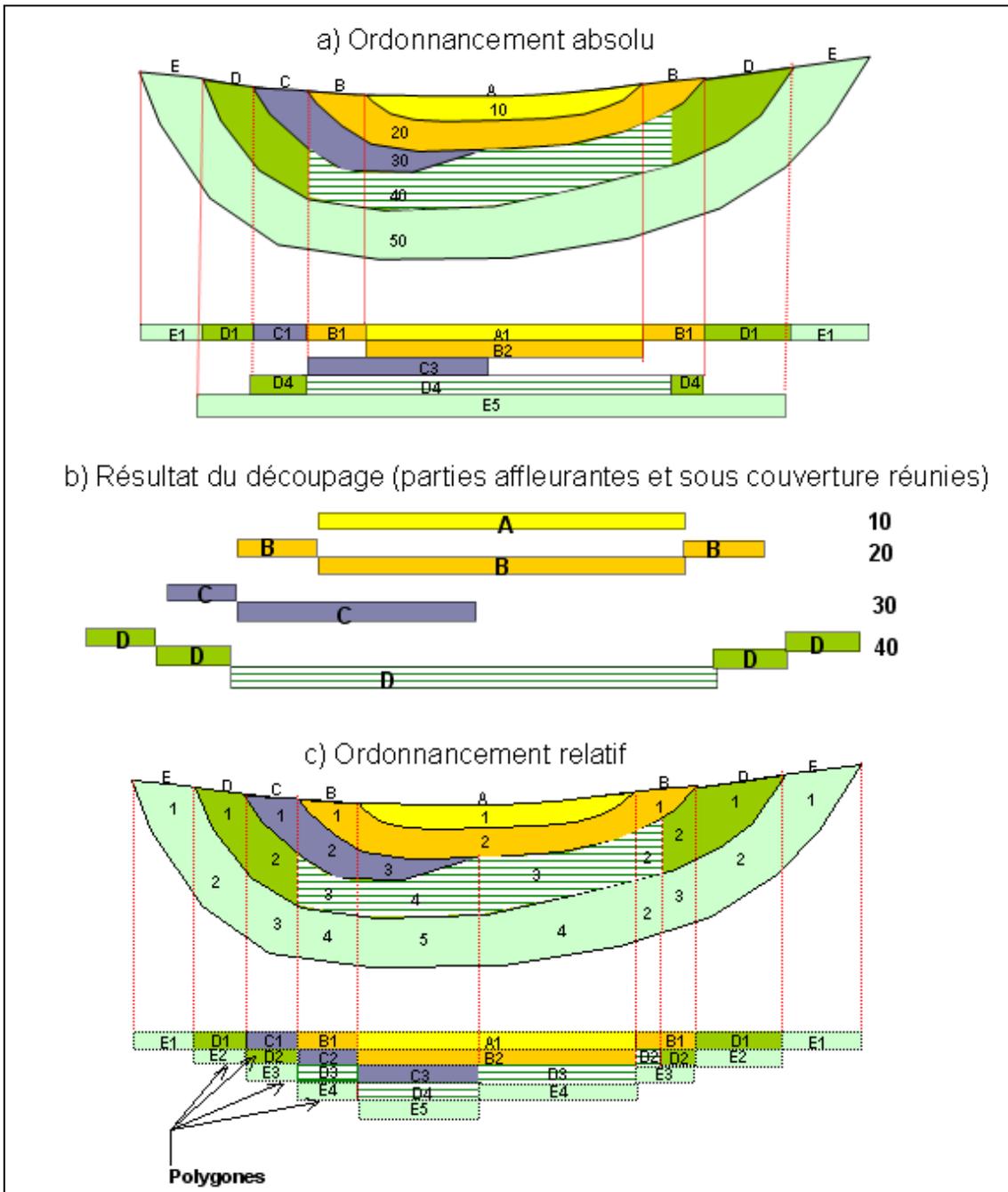


Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités

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

3.1. PRINCIPES DIRECTEURS

3.1.1. Homogénéité du découpage

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

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

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

3.1.2. Emboîtement des niveaux

Les entités du niveau 1 résultent de l'assemblage de celles du niveau 2, ces dernières résultant elles-mêmes d'un regroupement des entités du niveau 3 (Illustration 6). Cet assemblage est réalisé à partir du niveau 3 par le modèle de gestion du référentiel, qui contrôle aussi la cohérence de l'ensemble et signale les anomalies éventuelles.

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

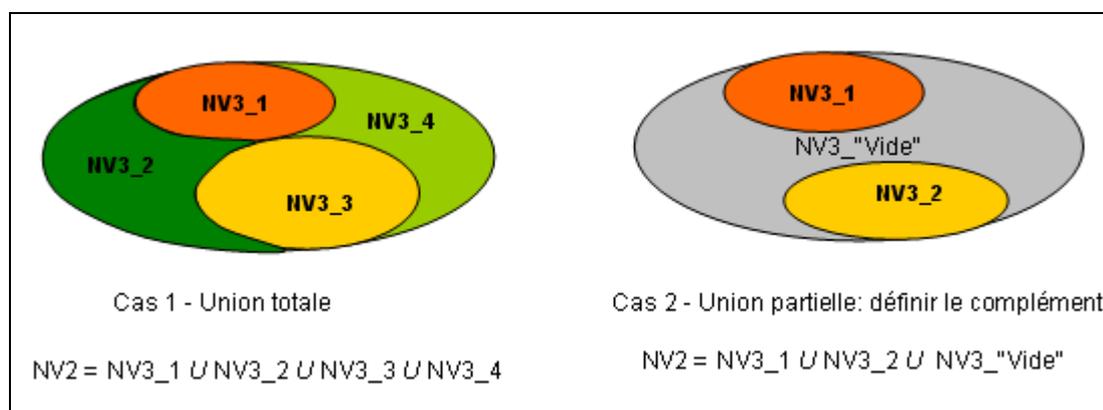


Illustration 6 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3

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. § 2.5.2).

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

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

Remarques :

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

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

3.2.4. Découpage des entités

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

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

3.2.5. Passage au modèle de gestion du référentiel

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

3.2.6. Organigramme

La démarche générale de délimitation des entités est résumée par Illustration 7.

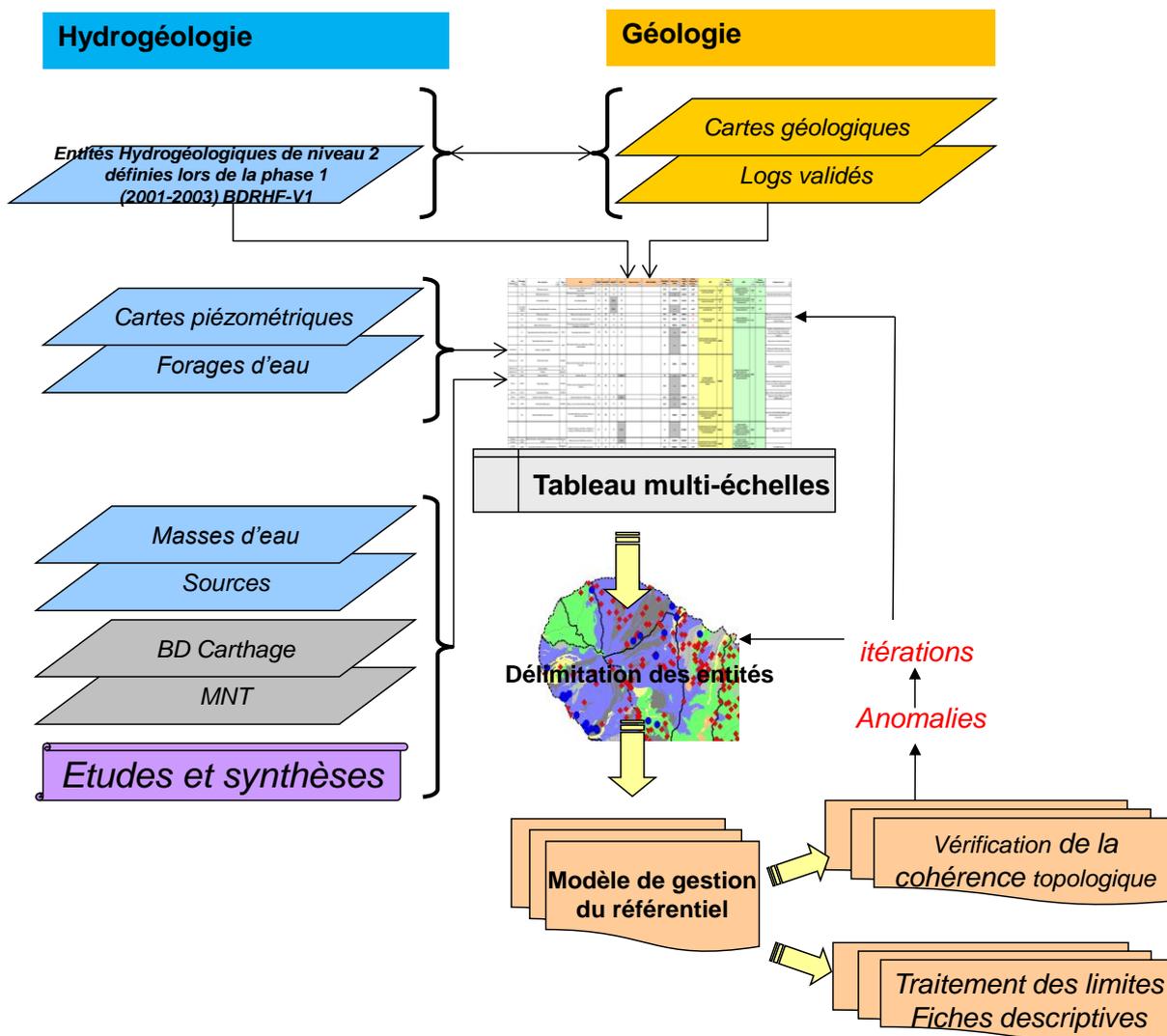


Illustration 7 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.

4. Mise en œuvre du découpage dans les départements du Maine-et-Loire et de la Sarthe

4.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE

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

- la carte géologique au 1/50 000 harmonisée du Maine-et-Loire ;
- la carte géologique au 1/50 000 harmonisée de la Sarthe ;
- les cartes géologiques au 1/50.000 en format raster (scans géoréférencés). Le tableau d'assemblage est indiqué par l'illustration 8;
- les notices des cartes géologiques au 1/50.000 (format pdf) ;
- les logs des forages validés du secteur d'étude extraits de la Banque de données du Sous-Sol : 2 135 logs ont ainsi été rapatriés totalisant 21 730 niveaux décrits (illustration 9) ;
- les polygones des entités issus du découpage indicatif effectué aux niveaux 1 et 2 lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel ;
- les polygones des masses d'eaux souterraines ;
- les informations collectées dans différents travaux, dont les plus importants sont mentionnés en référence bibliographique.

Spécifiquement pour le domaine de socle, les sources de données et d'informations suivantes ont été nécessaires :

- la BD Carthage (Base de Données sur la CARtographie Thématique des Agences de l'Eau et du ministère de l'Environnement) du bassin Loire-Bretagne. Edition 2008 ;
- une extraction de la Banque HYDRO des stations hydrométriques du Massif Armoricaïn (leurs caractéristiques sont reportées en annexe 1) ;
- la carte géologique synthétique au 1/250 000 (RABU D., CHANTRAINE J. et BECHENNEC F., 2001. Carte géologique du Massif Armoricaïn à 1/ 250 000. BRGM);
- les forages de la Banque du Sous-Sol (BSS) implantés sur la région Pays-de-la-Loire en zone de socle et renseignés par le débit instantané obtenu en fin de foration (4 136 forages).

- **Découpage des entités sédimentaires**

Dans les 2 départements concernés

Le thème "sédimentaire" regroupe, outre les grands ensembles sédimentaires identifiés du Jurassique inférieur (Pliensbachien) au Crétacé supérieur (Sénonien), les formations tertiaires comblant les bassins d'effondrement en domaine de socle (bassins tertiaires du Pliocène et du Miocène) et les formations superficielles quaternaires (et tertiaires) correspondant à des altérites des formations sous-jacentes secondaires (tuffeau du Turonien par exemple).

Les buttes témoins ont aussi été cartographiées et rattachées aux formations d'origine sur la base d'une analyse litho-stratigraphique.

Pour le Maine-et-Loire et la Sarthe, les cartes géologiques au 1/50.000 ayant fait l'objet d'une harmonisation départementale, le découpage a été réalisé en utilisant les contours vectorisés des cartes géologiques 1/50 000.

- **Découpage du socle**

Contrairement aux bassins sédimentaires, les territoires de socle ne présentent pas de découpage vertical complexe, de type multicouche. Le découpage est basé principalement sur des critères de bassins versants et de contrastes lithologiques (granites, schistes...).

Le découpage s'appuie donc à la fois sur la BD Carthage et sur les cartes géologiques 1/50 000 harmonisées pour le Maine-et-Loire et la Sarthe.

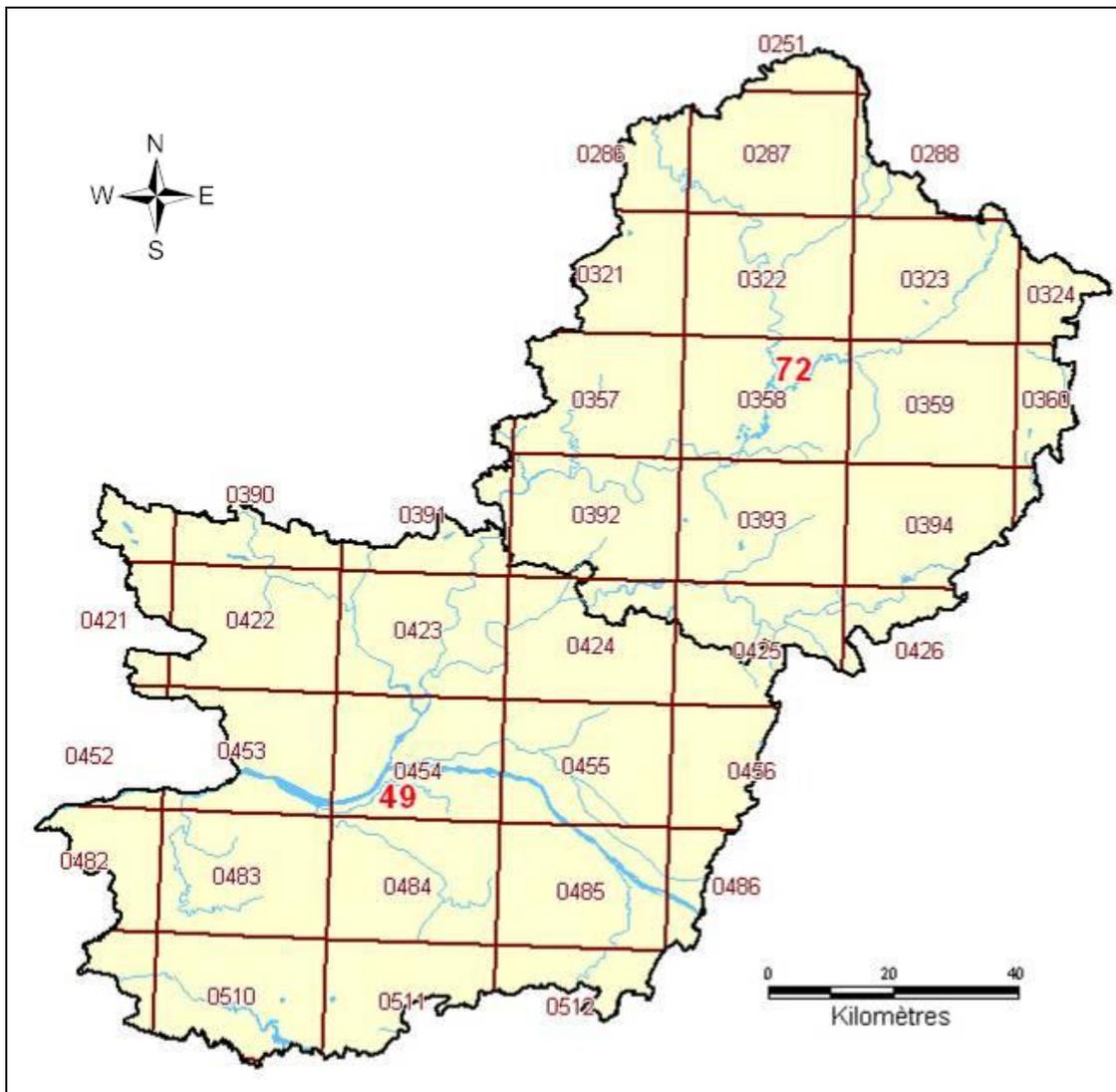


Illustration 8 - Carroyage des cartes géologiques avec leur numéro

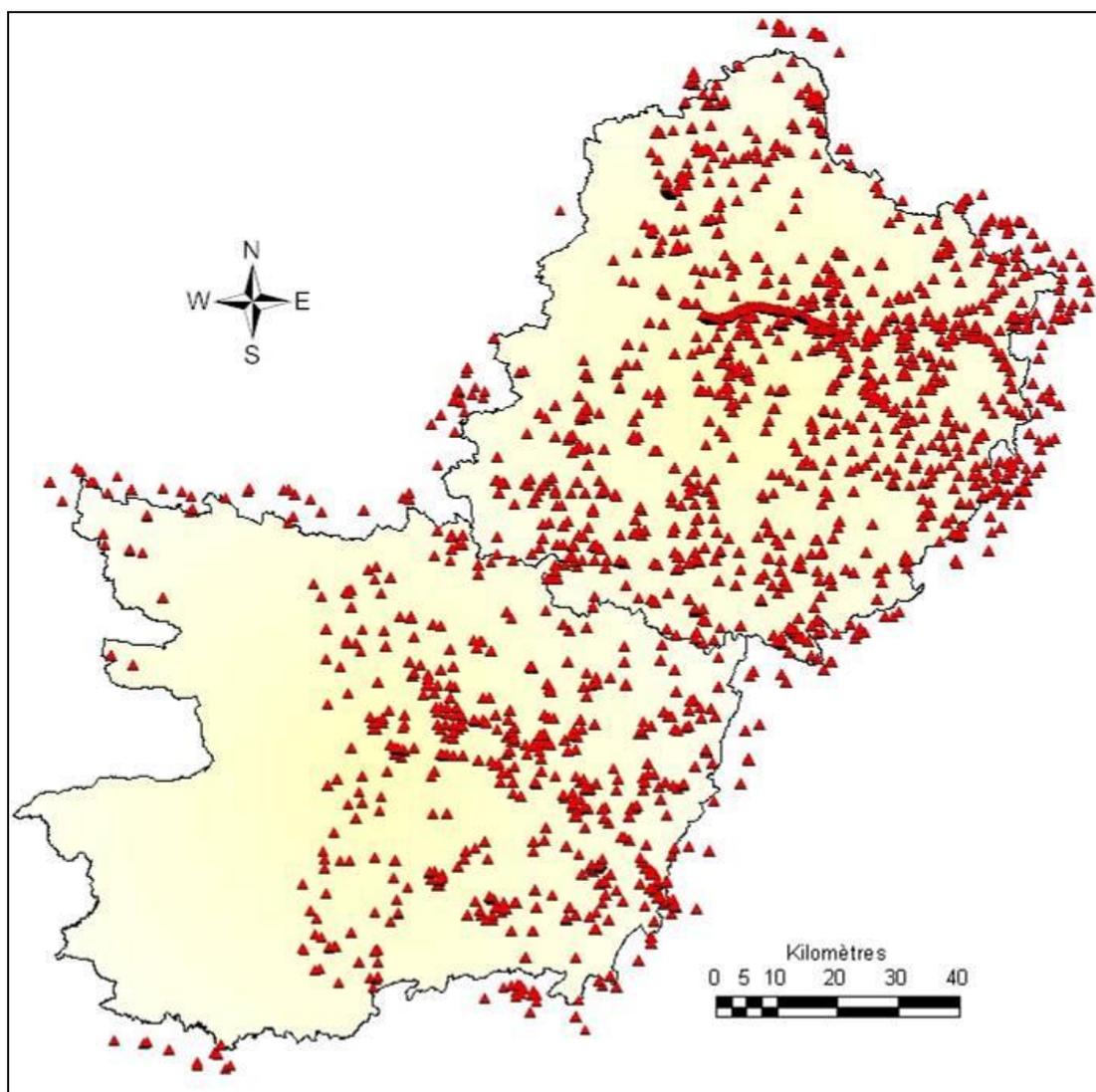


Illustration 9 - Extraction des logs validés de la Banque de données du Sous-Sol pour le Maine-et-Loire et la Sarthe

4.2. ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ÉCHELLES ET DÉCOUPAGE DES ENTITÉS

4.2.1. Domaine sédimentaire

Identification et découpage des entités

Le tableau multi-échelles de la zone étudiée a été élaboré à partir de l'inventaire des formations identifiées dans les cartes géologiques au 1/50 000 harmonisées et des sources d'informations listées au chapitre 4.1, en particulier les logs géologiques validés.

L'élaboration du référentiel a nécessité plusieurs étapes de travail :

- **1) Etablissement de la liste complète des "caissons" ¹ pour chaque département à partir des cartes harmonisées** et vérifications de la cohérence des formations présentes à la limite des deux départements.

Dans la carte harmonisée de la Sarthe, 121 formations sont différenciées en domaine sédimentaire (du Pliensbachien à l'Eocène). En Maine-et-Loire, la carte harmonisée en distingue 65, du Pliensbachien au Paléogène. La différence importante du nombre de terrains entre les deux départements s'explique principalement par :

- des formations sédimentaires plus développées en Sarthe et présentant souvent des variations de faciès notables puisque le département se situe en bordure du Bassin Parisien (contextes de dépôts variables dans l'espace et dans le temps selon le niveau des mers);
 - des cartes harmonisées ne présentant pas le même degré de synthèse. A la différence du Maine-et-Loire, quasiment toutes les variations de faciès sont préservées dans la carte harmonisée de la Sarthe avec parfois des formations décrites uniquement sur une seule feuille géologique et se distinguant uniquement par une appellation locale.
- **2) Parallèlement, l'ensemble des appellations des formations géologiques reconnues dans les logs validés a été compilé.** Il en ressort, toujours sous la forme d'un lexique, 253 appellations distinctes destinées à être rattachées aux entités géologiques des lexiques établis à partir des cartes harmonisées.

Les relations établies entre les cartes géologiques harmonisées et les niveaux reconnus des logs validés permettront de tracer les extensions sous couverture des entités hydrogéologiques.

- **3) Etablissement d'un tableau multi-échelle NV3 pour chaque département sur la base de la liste des "caissons" et définition des appellations de logs validés correspondantes.** Faire les regroupements pertinents de caissons nécessite de comprendre au mieux ce qui les différencie (ou non) sur le plan lithologique et comment les formations se succèdent les unes aux autres (verticalement et latéralement). Cette étape a donc nécessité la consultation des références bibliographiques, des cartes géologique harmonisées et des notices de toutes les cartes géologiques au 1/50 000.

¹ Dans une carte géologique harmonisée, un caisson correspond à un terrain identifié sur la carte.

Traiter les deux départements pour établir d'emblée un tableau multi-échelle unique n'était pas possible étant donné les différences entre les cartes harmonisées. A titre d'exemple, le Callovien (Jurassique moyen) correspond à 19 caissons différents dans la carte harmonisée de la Sarthe et à 1 seul caisson en Maine-et-Loire.

- **4) Tracé des contours pour chaque entité définie en commençant par les plus anciennes** (Jurassique inférieur). Ce travail s'est appuyé à la fois sur la carte harmonisée (partie affleurante des entités) et sur les logs validés (partie sous couverture).

Cette première étape de tracé des contours a permis de mieux visualiser les entités NV3 déjà définies. Elle a également fait ressortir des difficultés de délimitation liées aux variations de faciès (entités contiguës délicates à délimiter), au manque de logs validés pour tracer l'extension sous couverture ou - plus rarement - à un degré de précision différent d'une carte à une autre (limite ne pouvant être prolongée).

- **5) Révision du tableau multi-échelles NV3** sur la base du travail de traçage des contours (prise en compte des contours définis et des problèmes rencontrés) et avec la validation d'un géologue. Cette révision a permis d'améliorer le tableau multi-échelles en procédant aux regroupements utiles (formations semblables et contiguës).
- **6) Constitution d'un tableau multi-échelle unique pour la Sarthe et le Maine-et-Loire, vérification de la continuité des entités d'un département à l'autre** (prise en compte des travaux réalisés pour la BDRHFV2 en région Centre et Poitou-Charentes).
- **7) Reprise des contours tracés.** La carte harmonisée ainsi que les logs validés ont servi de base de référence.
- **8) Vérification de la cohérence cartographique des entités définies (en latéral et en vertical)** grâce aux logs validés extraits de la BSS.

Principales sources de difficultés

- **La carte harmonisée de la Sarthe**

La carte géologique harmonisée de la Sarthe s'est révélée trop détaillée et nécessaire à retravailler. Cet aspect est particulièrement ressorti pour :

- les calcaires du Dogger : la carte harmonisée de la Sarthe recensait 15 formations différentes
- les marnes du Callovien: 19 formations était différenciées dans la carte harmonisée de la Sarthe pour le Callovien.
- Les formations tertiaires : 16 formations, dont 5 étaient attribuées à des formations superficielles, ont été reprises pour établir les entités de la BDRHF.

Le nombre important de formations distinguées dans la carte harmonisée de la Sarthe trouve son origine dans les cartes géologiques au 1/50 000. Des formations de nature très semblable peuvent par exemple recevoir une appellation différente ou être l'objet d'une précision de description différente sur des cartes contiguës, selon l'auteur et l'époque de réalisation (évolution des connaissances).

Afin d'établir une liste des entités délimitables à l'échelle du département, il était nécessaire de vérifier la nature des formations et la stratigraphie pour effectuer les bons regroupements. Une réflexion sur les questions de continuité des contours en latéral (limites de cartes géologiques) et sous couverture a contribué aussi à la sélection des entités à délimiter.

• Les variations de faciès

Les départements de la Sarthe et du Maine-et-Loire se situent en bordure Sud-Ouest du Bassin Parisien. Dans ce contexte, la succession de cycles de transgression/régression parfois associés à des déformations tectoniques confère une relative complexité à certains ensembles de dépôts.

Les variations latérales et verticales de faciès des dépôts sédimentaires sont révélés complexes et difficiles à retranscrire dans le cadre de la BDRHF V2. Cette problématique concerne plus spécifiquement les niveaux du Callovien, du Cénomanién, du Séno-Turonien.

La coupe schématique du Cénomanién de la Sarthe (Illustration 10) permet de mieux comprendre les difficultés posées dont :

- compréhension et interprétation des logs de forages ;
- distinction entre des formations contiguës très semblables (Sables et grès du Maine et Sables et grès du Mans ; Argile glauconieuse à minerai de fer et Marnes de Ballon);
- définition d'une limite franche entre deux faciès juste alors que le passage de l'un à l'autre est en réalité progressif (Limite entre les Marnes de Nogent-le-Bernard et les sables et grès du Mans).

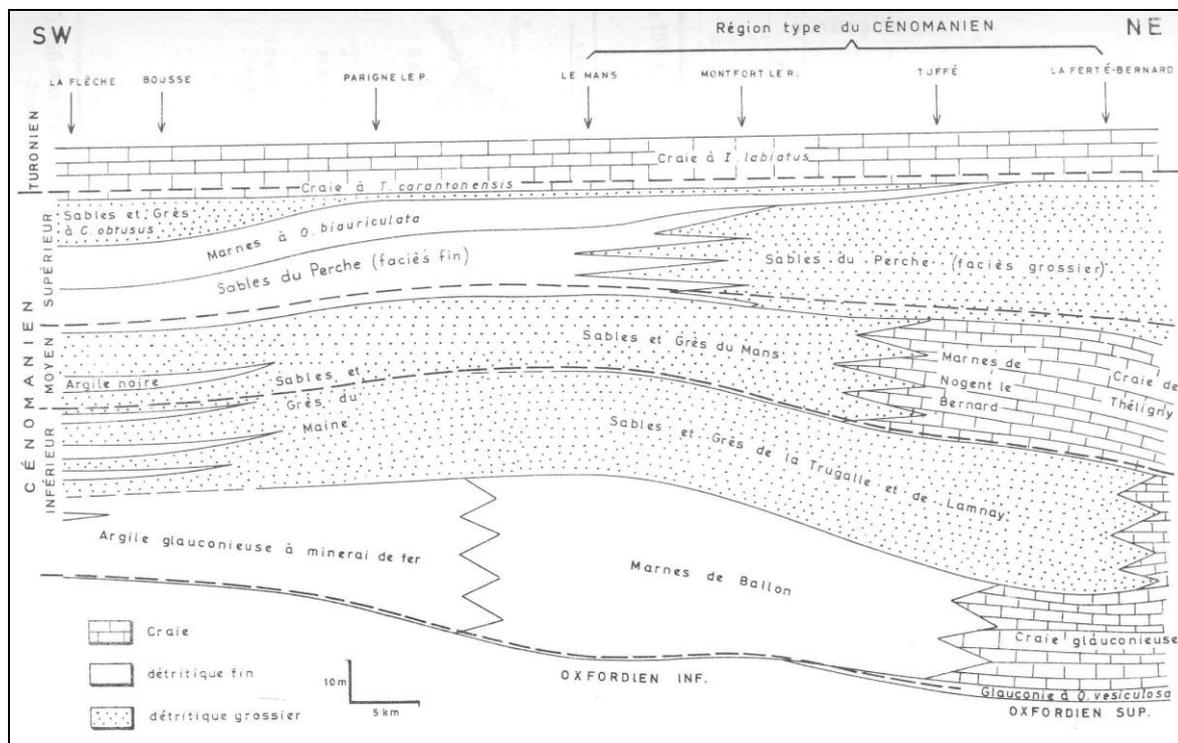


Illustration 10 – Coupe schématique précisant les relations entre les formations du Cénomanién de la Sarthe (P. Juignet, 1974)

• Les interprétations

La révision successive du tableau multi-échelles et des contours des entités, en vérifiant à chaque fois leur cohérence, a permis de recouper les informations entre elles pour **mieux s'affranchir des extrapolations ou interprétations liées à l'appréciation des auteurs** (au stade des logs, de la validation des logs, de l'établissement des cartes géologiques, de l'harmonisation des cartes). A l'usage, il est apparu que les informations liées à des appréciations peuvent être source de complexité inutile (même formation avec un libellé différent selon la carte) ou d'erreur (formation mal identifiée). Ceci est d'autant plus vrai dans un contexte comme celui de la Sarthe (faciès littoraux successifs associés à des déformations tectoniques).

Ce recouplement d'informations a aussi permis de **mieux apprécier les variations latérales de faciès** pour fixer des limites significatives dans des cas où les transitions sont diffuses (zones de transition où les logs validés font ressortir les différents faciès). La transition Marnes de Nogent-le-Bernard / Sables du Mans du Cénomaniens moyen en est un bon exemple.

3.2.1.3. Résultats

Le tableau multi-échelles établi pour les formations sédimentaires est consultable en annexe 4. Il intègre les 3 niveaux d'identification (NV1, NV2 et NV3).

Au total, pour le domaine sédimentaire, ont été identifiés :

- **45 unités de niveau local (NV3),**
- **15 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2),**
- **8 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1).**

A ces entités, il faut ajouter (cf. § 3.3) :

- **3 surcouches correspondant aux alluvions récentes, anciennes de basses et moyennes terrasses et anciennes de hautes et très hautes terrasses** (identiques pour les 3 échelles de travail).

4.2.2. Domaine de socle

Les travaux relatifs au découpage des entités hydrogéologiques de socle pour les départements du Maine-et-Loire et de la Sarthe sont détaillés dans la note placée en Annexe 1. Ce paragraphe reprend de façon résumée cette note.

3.2.2.1. Entités NV1 du socle

La recherche des entités NV1 a été faite à partir des secteurs hydrographiques de la BD Carthage.

5 entités NV1 de socle ont été définies (illustration 11). La bordure Est des contours de ces entités de socle a fait l'objet d'un découpage avec la limite du domaine sédimentaire.

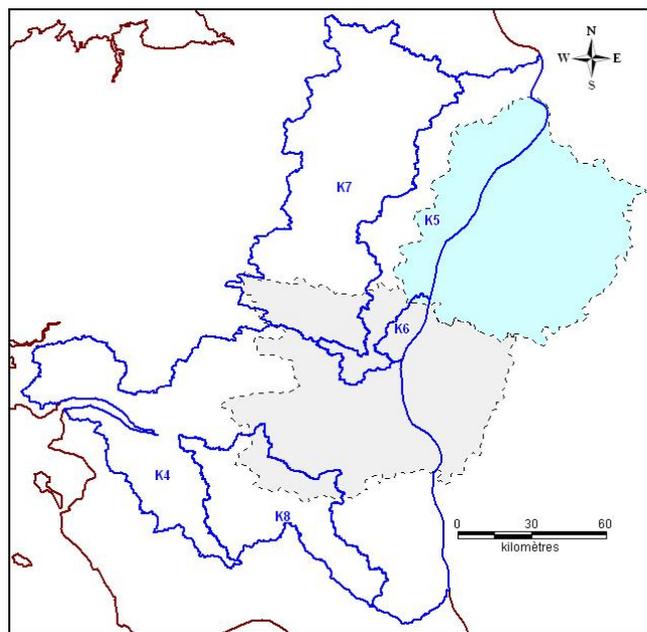


Illustration 11 - Entités de socle de niveau NV1- (Cette figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).

Entités NV2 du socle

La délimitation des entités NV2 a nécessité plusieurs étapes.

- Découpage des entités selon les contours des sous-secteurs hydrographiques de la BD Carthage inclus dans les entités NV1. Certains sous-secteurs ont été regroupés selon des critères de superficie et de similarité des cours d'eau. Dans d'autres bassins (superficie supérieure à 200 km²), certains affluents des principaux cours d'eau ont été séparés selon les contours des zones hydrographiques de la BD Carthage.
- Calcul du Débit d'étiage spécifique (cf. détail en annexe 1 : QES en l/s/km²) sur les stations hydrométriques situées le plus à l'aval des cours d'eau et, si possible, avec un historique de données d'au moins 10 ans pour affecter un QES à chaque entité précédemment définie.
- Regroupement des bassins contigus situés dans la même entité NV1 et de même classe de QES (cf. détail en annexe 1).

12 bassins versants ont été extraits (sur 17 examinés), dans lesquels sont inclus 12 entités NV2 de socle (illustration 12).

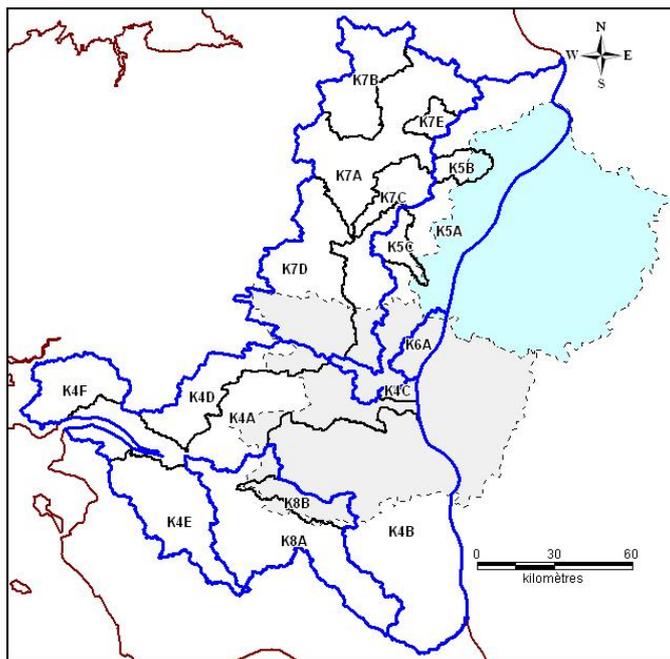


Illustration 12 - Entités de Socle de niveau NV2- (Cette figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).

Entités NV3 de socle

Une fois les entités de niveau NV2 identifiées, le niveau NV3 est précisé par la prise en compte des différentes formations géologiques et de leurs potentialités aquifères.

Le découpage des entités au niveau NV3 a nécessité 4 étapes de traitement.

- **1) Préparation des éléments de travail (sélection des bassins, des formations géologiques)**: Sélection des entités de niveau NV2 et découpage selon les limites départementale. Sélection des formations de socle dans les cartes géologiques harmonisées.
- **2) Analyse des données de forages (débits) pour déterminer les potentialités aquifères des formations géologiques (échelle de travail 1/250 000) :**

Caractérisation de chaque formation de socle (formations géologiques de la carte au 1/250 000) par un indice global défini par le produit entre le *pourcentage de forages avec un débit instantané d'au moins 10 m³/h* et le *débit moyen du quartile supérieur* (ou moyenne des débits des 25% "meilleurs forages").

Selon l'indice global, la potentialité aquifère de chaque formation a pu être déterminée (aquifère, semi-perméable, imperméable).

- **3) Etablissement des correspondances entre la carte géologique au 1/250 000 et les cartes géologiques harmonisées au 1/50 000 du Maine-et-Loire et de la Sarthe** : les entités de niveau NV3 devant être définies avec une précision au 1/50 000, la correspondance entre les formations géologiques définies et caractérisées à l'étape précédente et les formations des cartes géologiques harmonisées a permis d'acquérir la précision des contours.

- 4) Découpage des entités géologiques définies selon les contours des entités (bassins) NV2 (échelle de travail : 1/50 000).

91 entités de niveau 3 ont ainsi été obtenues (illustration 13).

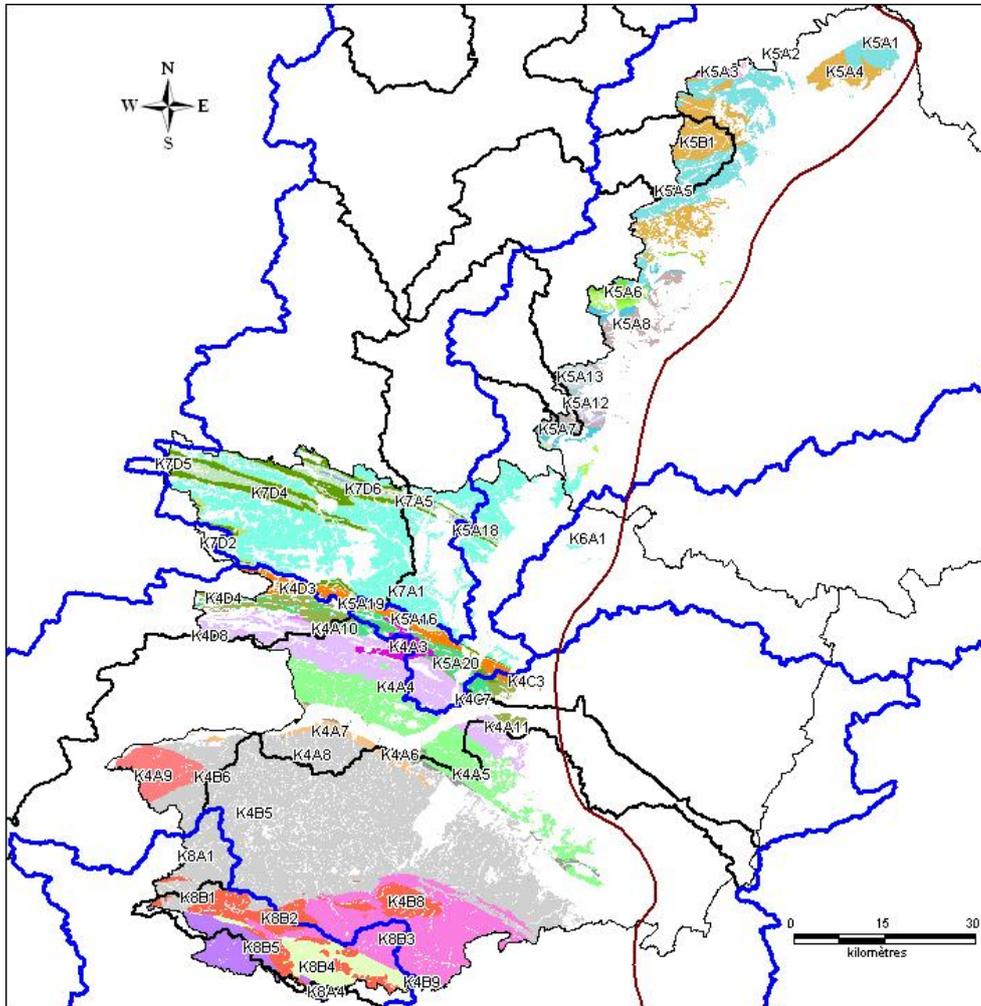


Illustration 13 - Entités de Socle de niveau NV3, départements 49 et 72 - (Cette figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).

4.3. CONSTITUTION DE LA SUR-COUCHE ALLUVIONNAIRE

4.3.1. Définition d'une surcouche

Dans le modèle de gestion du référentiel, on appelle "surcouche" une couche qui contient :

- des formations peu épaisses et/ou de faible extension spatiale, qui sont relativement indépendantes, hydrodynamiquement, des formations sous-jacentes.
- les systèmes alluvionnaires constitués de terrasses "récentes", hydrauliquement connectées aux cours d'eau.

Une surcouche peut se superposer aux 3 niveaux de découpage du référentiel. Les contours des entités (à la précision du 1/50 000) sont conservés aux trois niveaux de découpage.

Une surcouche est considérée dans le modèle de gestion comme un "**niveau 0**" (**NV0**).

Les surcouches peuvent aussi avoir un numéro d'ordre, permettant de les ordonner verticalement (comme les autres entités).

Les surcouches sont exclues des traitements topologiques. Leur intégration dans ces traitements conduirait en effet à la multiplication des polygones et des "arcs" limites.

La première formation rencontrée sous une surcouche sera d'ordre 1 dans le SIG comme les formations affleurantes.

4.3.2. Surcouche des alluvions

La surcouche des alluvions comprend l'ensemble des dépôts de plaine alluviale associés aux terrasses connectées hydrauliquement avec les rivières et relativement peu argileuses.

Les polygones correspondant à ces dépôts ont été extraits des cartes géologiques concernées en fonction de leur notation et regroupés comme suit:

- "*Alluvions actuelles et alluvions des basses terrasses*" assemble les polygones notés
 - Fz alluvions actuelles et subactuelles
 - Fy (avec Fy1, Fy2 et Fyz) alluvions anciennes et récentes de basses terrasses

"*Alluvions anciennes de moyennes terrasses*" assemble les polygones notés:

- Fx alluvions anciennes de moyennes terrasses
- Fwx alluvions anciennes de terrasses intermédiaires

"*Alluvions anciennes de hautes et très hautes terrasses*"

- Fw alluvions anciennes de hautes terrasses
- Fvw alluvions anciennes de hautes terrasses intermédiaires
- Fv alluvions anciennes de très hautes terrasses

4.3.3. Détail des formations retenues

Les alluvions fluviales anciennes (Fv ; Fw ; Fx et FvS), terrasses de la Loire ou de ses affluents, sont relativement rares sur le socle varisque. Elles occupent des surfaces importantes

au sein du domaine sédimentaire, dans les vallées de la Sarthe, du Loir et de l'Huisne ; elles recouvrent les hautes terrasses de ces cours d'eau et dessinent entre le Mans et Angers un ancien cours de la Sarthe.

Leurs ressources en eau sont généralement faibles. Les alluvions sont souvent argileuses (affluents de la Loire), où les terrasses n'existent plus que sous forme de lambeaux de faible extension.

D'une manière générale, les alluvions anciennes sont plus présentes en Maine-et-Loire qu'en Sarthe. Les terrasses quaternaires sont étagées de part et d'autre des vallées. Elles correspondent à une histoire géologique avec baisse progressive du niveau de base. Les terrasses les plus anciennes (et les plus argileuses) sont les plus hautes topographiquement. Ces terrasses anciennes sont souvent déconnectées des basses terrasses plus récentes par des affleurements du substratum.

Les alluvions fluviales récentes, des basses terrasses et des fonds de vallées, sont composées de limons et argiles ainsi que de nappes de cailloutis, d'extension et d'épaisseur variables.

Les alluvions de la Loire constituent une ressource en eau souterraine majeure en Maine-et-Loire. Dans une moindre mesure, en domaine sédimentaire, **les alluvions récentes des affluents de la Loire peuvent également constituer un réservoir notable** (niveaux de graviers). En revanche, en domaine de socle (Secteur des Mauges), les alluvions sont le plus souvent argileuses.

4.4. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU SÉDIMENTAIRE

4.4.1. Grand système aquifère du Mio-Pliocène (104-F2)

Au Miocène, la région connaît plusieurs transgressions. A la fin du Miocène, le Massif Armoricaïn est affecté par d'importants basculements consécutifs à la collision alpine, s'accompagnant du rejeu de nombreuses failles. Au cours du Pliocène, la sédimentation régressive est associée une succession d'ondulations tectoniques, entraînant une fluctuation des aires de dépôts.

• **L'entité NV2 "Sables et Argiles du Bourbonnais du Pliocène dans le bassin Loire-Bretagne– 104AC (F2B)"** englobe les dépôts du Miocène subsistant en lambeaux importants en Anjou et en Touraine (régions de Doué-la-Fontaine et de Baugé-Noyant en Maine-et-Loire). Ces formations ne se retrouvent pas en Sarthe.

Ce sont des sables coquilliers calcaires Faluns de Touraine et de du Blésois du Miocène inférieur (bassin Loire-Bretagne) – 104AC01 (F2B1)) déposés sur un niveau basal marneux ou argilo-sableux (Formations du Miocène inférieur (faciès laguno-marin) du Maine-et-Loire (bassin Loire-Bretagne) – 104AC03 (F2B2)). Leur épaisseur est très variable, de l'ordre de quelques mètres à plus d'une dizaine de mètres.

L'unité aquifère des "*Faluns de Touraine et de du Blésois du Miocène inférieur (bassin Loire-Bretagne)*" (104AC01-F2B1) peut localement représenter un appoint d'eau non négligeable pour une demande faible lorsqu'il est transgressif sur le socle. A Doué-la-Fontaine (Maine-et-Loire), la nappe des faluns constitue une ressource très utilisée (nombreux ouvrages domestiques, irrigation, industrie). Cependant, cet aquifère - d'après les documents consultés - n'a pas encore fait l'objet d'étude qui permettrait de bien le caractériser (caractéristiques géométriques et hydrodynamiques, conditions aux limites, conditions d'alimentation et de décharge).

- **L'entité NV2 " Sables du Pliocène en Bretagne et Pays de la Loire – 104AB (F2A) "** correspond aux nombreux placages résiduels, attribués classiquement au Pliocène. Ces dépôts seraient fluviatiles et estuariens d'âge Miocène supérieur-Pliocène. Ce sont en majeure partie des sables, connus sous le nom de "*Sables de Bretagne*". Leur épaisseur varie de quelques mètres à quelques dizaines de mètres.

L'unité aquifère des "*Sables du Pliocène en Bretagne et Pays-de-la-Loire (bassin Loire-Bretagne)*" (104AB01 - F2A1) peut constituer un excellent réservoir aquifère (selon l'extension et l'épaisseur du placage).

4.4.2. Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien (113-F4)

Pendant le Paléocène et l'Eocène, le domaine armoricain est soumis à une compression tectonique orientée N-S (compression pyrénéenne). Cette déformation se manifeste principalement par le jeu des failles.

En Maine-et-Loire et en Sarthe, les sédiments tertiaires du Paléocène et de l'Eocène constituent des placages discontinus résiduels couvrant les argiles à silex (F5) et comblent localement de petits bassins (Bassin de Fyé en Sarthe).

- **L'entité NV2 " Calcaires sableux, sables et argiles sableuses de l'Eocène inférieur dans le bassin Loire-Bretagne – 113AF F4G"** regroupe les **premiers sédiments tertiaires qui sont principalement des sédiments fluviatiles et des altérites remaniées** : sables et grès dont les «grès à sabalites» ou «grès à sabales», conglomérats polygéniques silicifiés, connus sous le nom de "*perrons*" et "*argiles bariolées*".

La difficulté de distinguer ces formations tertiaires des argiles à silex (F5) qu'elles recouvrent se traduit par des interprétations différentes entre les logs de forages, puis entre les cartes géologiques elles-mêmes reprises pour établir la carte harmonisée départementale.

La définition de ces entités et de leurs contours a donc nécessité de consulter plusieurs fois les logs validés et chaque notice pour déterminer des entités pertinentes et significatives au niveau 3 puis pour contrôler le descriptif détaillé de toutes les formations susceptibles de correspondre à un des niveaux définis afin de déterminer leur appartenance : "*Argiles sableuses de l'Eocène inférieur*" (F4G2), "*Sables de l'Yprésien en Ile et Vilaine, Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)*" (113AF03- F4G1) ou autre.

Les "*Sables de l'Yprésien en Ile et Vilaine, Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)*" (113AF05-F4G1) constituent un aquifère d'importance locale dont la nappe est supportée par les argiles sous-jacentes (Eocène ou Post-Crétacé). En Maine-et-Loire, cette formation est souvent absente et son épaisseur est variable mais souvent faible. Les sables et grès à sabales sont plus présents en Sarthe notamment à l'Est du Mans (épaisseur pouvant dépasser 20 m au Sud de la feuille de Bouloire – 359).

- **L'entité NV2 " Calcaires lacustres de l'Eocène supérieur dans le bassin Loire-Bretagne (majoritairement) et le bassin Seine-Normandie – 113AC F4D"** regroupe les sédiments lacustres, en majeure partie carbonatés (Eocène moyen et supérieur). Dans le sud de la Sarthe (Perche) et dans le Maine, les sables et calcaires contenant localement des marnes et calcaires lacustres, sont toujours très localisés, soit sous forme de placages peu épais (10 à 15 m sur le plateau au Nord de la Flèche) soit préservés en remplissage de fossé tectonique (30 à 80 m près de Fyé, dans la vallée de l'Huisne, ou à proximité du Mans). En Anjou (Nord-Est du Maine-et-Loire), de larges placages coiffent les buttes tertiaires dans le secteur de Noyant - Le Lude - Baugé (épaisseur pouvant atteindre quelques dizaines de mètres d'épaisseur).

Au niveau 3, les " *Calcaires lacustres de Touraine et d'Anjou de l'Eocène supérieur (bassin Loire-Bretagne)* " (113AC09-F4D1) qui contiennent une nappe perchée sont distingués des " *Marnes et calcaires marneux* " (F4D2) peu perméables, présents à leur base.

L'unité aquifère des " *Calcaires lacustres* " (F4D1) se caractérise par une perméabilité de fissures. Les intercalations sableuses contenues dans les calcaires sont en général plus productives. L'intérêt de cette nappe est très limité puisque les débits qu'elle autorise suffisent par exemple à l'alimentation d'exploitations fermières. Pour des débits supérieurs, les ouvrages exploitent plutôt les nappes sous-jacentes.

4.4.3. Grand système multicouche du Paléocène du Bassin Parisien (119- F5)

La limite Crétacé-Tertiaire correspond à une déformation généralisée du domaine armoricain, conséquence de la collision alpine. Pendant cette période, se développent érosion et altération en climat tropical.

• **Les Formations détritiques continentales, Sables et Argiles à silex post-Campanien du Bassin Parisien (119AE)** se retrouvent en Sarthe (pas en Maine-et-Loire) et correspondent à des argiles à silex résiduelles formées par la décalcification des faciès crayeux. Elles sont associées à des sables également résiduels. L'épaisseur de cette formation est très variable (de quelques mètres à plus d'une dizaine de mètres).

Au niveau 3, l'entité " *Formations détritiques continentales, sables, argiles à silex post-Campanien dans le bassin Loire-Bretagne* (119AE05) est définie

4.4.4. Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) (121-F6)

Au Séno-Turonien, la sédimentation carbonatée s'uniformise et s'installe au-dessus d'un niveau très typé, connu sur presque toute la bordure du Massif armoricain : les Marnes à huîtres (ou " *Marnes à Ostracées du Cénomanién supérieur en Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)* " – 123AA05 - F6X3) localement surmonté par un dernier niveau détritique sableux (" *Sables de Bousse et Sables et Grès à Catopygus du Cénomanién supérieur en Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)* " – 123AH01-" – F6X2).

Ce grand système se décompose en deux grands ensembles de niveau 2 :

- le domaine hydrogéologique des " *Marnes à Ostracées du Cénomanién supérieur au Turonien inférieur dans le bassin Loire-Bretagne* " (123AA- F6X),
- le système aquifère de la " *Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire de la Maine à la mer* (121AA -F6U).

• **Le domaine hydrogéologique des " *Marnes à Ostracées du Cénomanién supérieur au Turonien inférieur dans le bassin Loire-Bretagne* " (123AA-F6X)** englobe:

- les " *Marnes à Ostracées et Actinocamax plenus du Cénomanién supérieur en région Centre (bassin Loire-Bretagne)* " (123AA01-F6X3),
- les " *Sables de Bousse et Sables et Grès à Catopygus du Cénomanién supérieur en Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)* " (ou " *Sables de Bousse* " – 123AH01-F6X2),
- et la " *Craie à Terebratella carentonensis* " (ou " *Craie marneuse du Cénomanién-Turonien dans le bassin Loire-Bretagne* " -121AU03-F6X1).

Dans le Sud-Ouest de la Sarthe, les "*Sables de Bousse*" (123AH01-F6X2), en position stratigraphique intermédiaire entre les "*Marnes à Ostracées*" (ou "*Marnes à huîtres*" – 123AA01-F6X3) et la Craie turonienne, constituent un aquifère localement intéressant (débits de 15 à 50 m³/h) essentiellement utilisé pour l'irrigation.

• **Le système aquifère de la Craie du Séno-Turonien, bassin de la Loire de la Maine à la mer 121AA-F6U** est un ensemble très épais mais de composition verticale inégale. Les principales subdivisions sont :

- Turonien inférieur-moyen : craie sableuse, glauconieuse et micacée dite *Tuffeau blanc* ou *Craie tuffeau* ou encore *Craie micacée* puis calcaire à éléments détritiques (quartz, débris d'organismes...) dit *Tuffeau jaune* avec horizons sableux et niveaux à silex (formations regroupées sous l'appellation "*Tuffeau jaune du Turonien moyen à supérieur, bassin de la Loire de la Maine à la mer (bassin Loire-Bretagne)*" – 121AA05 F6U4)
- Turonien supérieur : sables quartzeux et glauconieux ou des sables orogéniques riches en bryozoaires et présentant aspect de faluns ("*Sables et Faluns du Turonien supérieur au Sénonien, bassin de la Loire de la Maine à la mer (bassin Loire-Bretagne)*" – 121AA11– F6U3) ;
- Sénonien : craie blanche à silex (Craie du Sénonien, bassin de la Loire de la Maine à la mer (bassin Loire-Bretagne)-121AA01-"F6U2)
- Sénonien : Sables fins ("*Sables du Sénonien*")

La limite inférieure de ce système aquifère est constituée par les formations imperméables du Cénomaniens supérieur ("*Marnes à Huîtres*" – 123AA01-F6X3) ou du Turonien inférieur ("*Craie marneuse du Cénomaniens-Turonien dans le bassin Loire-Bretagne*" -121AU03– F6X1), là où il est présent.

La craie sableuse du Sénonien au Turonien moyen constitue le meilleur réservoir de ce système. Cependant, bien que poreuse, la craie est intrinsèquement peu perméable ; elle n'est aquifère que par une perméabilité secondaire créée par la fissuration de la roche, condition rencontrée sur les structures faillées, ou par altération (fond des vallées sèches ou humides). La craie peut localement être karstique. Cet aquifère alimente de grosses sources (5 à 10 l/s) sur tout le pourtour des coteaux.

L'alimentation de la nappe du tuffeau (121AA05-F6U4) est assurée par les précipitations, soit directement, soit par l'intermédiaire des sables sénoniens sus-jacents.

Les dépôts sénoniens occupent une superficie importante mais l'extension de leur aire d'affleurement est souvent mal cernée (âge des formations imprécis, très souvent confondus avec les altérites sableuses de la craie turonienne). Les sables sénoniens sont épais de 25 à 35 mètres dans le Baugeois et le Saumurois (Maine-et-Loire) et constituent un aquifère en continuité hydraulique avec la craie du Turonien (121AA03).

4.4.5. Grand système multicouche du Cénomaniens à l'Albien supérieur du Bassin Parisien (123-F7)

Les sables du Cénomaniens occupent l'extrémité Sud-Ouest du Bassin de Paris, sur une surface de 25 000 km², dont seule une étroite frange affleure à l'Ouest et au Sud. Cette entité de niveau 1 comprend 2 entités de niveau 2:

- le système aquifère des "*Sables du Cénomaniens dans le bassin du Loir*" (123AC-F7A),
- le domaine des "*Argiles du Gault, Marnes et Gaizes du Cénomaniens inférieur et de l'Albien supérieur du Bassin Parisien*" (125AA-F7C)

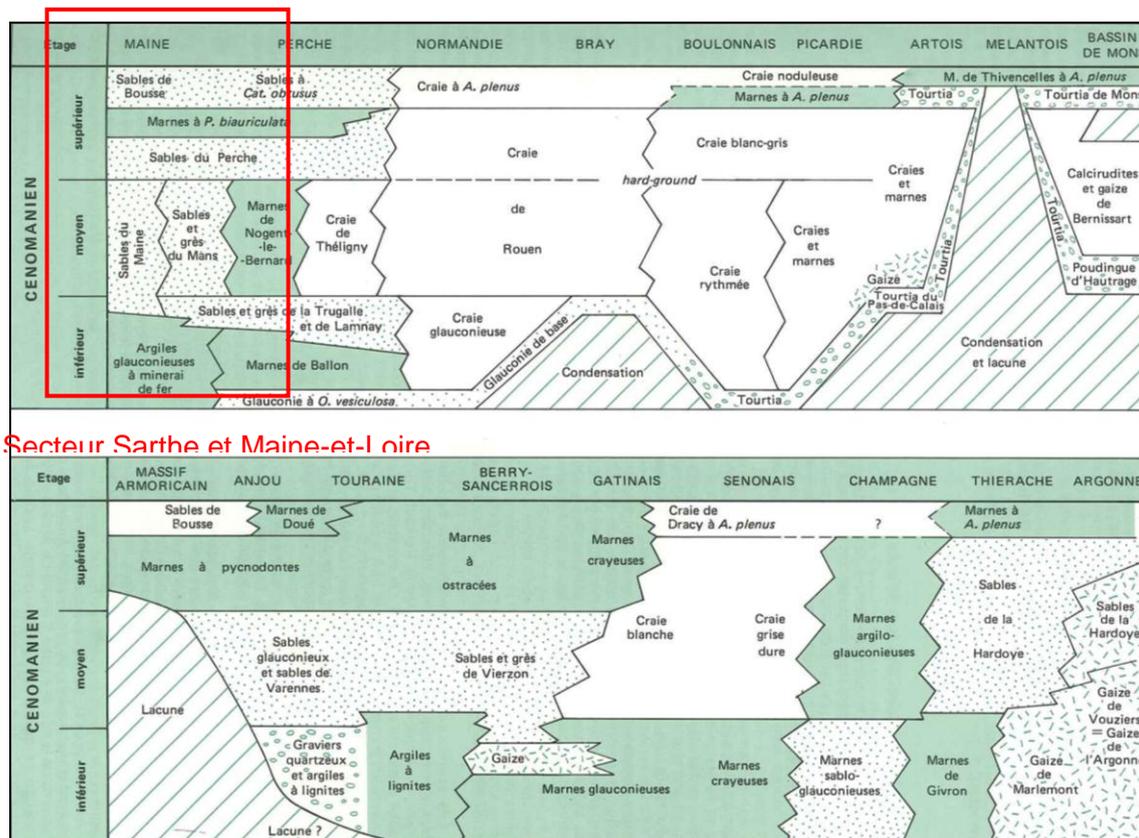
• **Le système aquifère des "*Sables du Cénomaniens*" (123AC-F7A). Ces faciès sableux forment le meilleur aquifère de la région tant par leur productivité que par la qualité actuelle des eaux.**

Au-dessus des argiles de la base du Crétacé (125AA-F7C), les sables cénomaniens correspondent à un ensemble de faciès littoraux terrigènes à l'Ouest, passant à des sédiments carbonatés à l'Est selon plusieurs cycles successifs de transgression/régression, conférant une relative complexité à l'ensemble. P. Juignet a dressé un tableau synthétique de ces dépôts cénomaniens (Illustration 14 page suivante). On distingue 3 subdivisions:

- le Cénomaniens inférieur (jusqu'à 30 m d'épaisseur); il est représenté par l'*Argile glauconieuse à Minerai de fer* passant latéralement à la "*Glauconie à O. vesiculosa* et aux *marnes de Ballon*" (125AA-F7C). Au-dessus apparaissent les "*Sables et Grès, Sables et Marnes glauconieux du Cénomaniens inférieur à moyen, bassin du Loir et de ses affluents (bassin Loire-Bretagne)*" (123AC05-(F7A5). En Maine-et-Loire, la base du Cénomaniens inférieur présente un niveau aquifère de Sables et graviers (0 à 15 m d'épaisseur) recouvert par des argiles noires feuilletées imperméables (0 à 15 m d'épaisseur).
- Le Cénomaniens moyen (plus de 30 m d'épaisseur); il correspond aux "*Sables et Grès, Sables et Marnes glauconieux du Cénomaniens inférieur à moyen, bassin du Loir et de ses affluents (bassin Loire-Bretagne)*" (123AC05-F7A4) ou à ses équivalents latéraux (successivement, en allant vers le Nord de la Sarthe) : les "*Marnes de Bouffry et de Nogent le Bernard du Cénomaniens moyen à supérieur, bassin du Loir et de ses affluents (bassin Loire-Bretagne)*" (123AC03-F7A3) et la "*Craie de Theligny du Cénomaniens moyen, bassin du Loir et de ses affluents (bassin Loire-Bretagne)*" (123AC07-F7A2). Les "Sables et grès du Mans" constituent un aquifère incontournable à l'échelle régionale pouvant être très hétérogène selon la présence de niveaux argileux, marneux (structure multicouches).
- Le Cénomaniens supérieur, comprenant les "*Sable du Perche du Cénomaniens supérieur, bassin du Loir et de ses affluents (bassin Loire-Bretagne)*" (123AC01-F7A1). Cette formation, de 15 à 40 m d'épaisseur, constitue un aquifère important à l'échelle locale (région du Perche, en Sarthe). Les Marnes à ostracées (F6X3), les Sables de Bousse et Sables et Grès à *Catopygus* du Cénomaniens supérieur en Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne) (123AH01– F6X2) et la Craie marneuse du Cénomaniens-Turonien dans le bassin Loire-Bretagne " (123AU03-F6X1) sont regroupées dans d'autre entités de niveau 2 (123AH et 123AU)

Le système aquifère des "*Sables du Cénomaniens*" (F7A) est recouvert par des marnes dites "*Marnes à Ostracées*" (F6X3).

• **Le domaine des " Argiles du Gault, Marnes et Gaizes du Cénomanien inférieur et de l'Albien supérieur du Bassin Parisien " (125AA-F7C) constitue le substratum de l'aquifère.** Ces formations reposent elles-mêmes presque partout sur l'Oxfordien marneux. Là où les calcaires de l'Oxfordien supérieur s'intercalent entre les marnes de l'Oxfordien et le Crétacé, des relations par drainance peuvent s'établir entre nappes de l'Oxfordien et nappes du Cénomanien.



Secteur Sarthe et Maine-et-Loire

Illustration 14 - Schéma des faciès du Cénomanien (Mémoire BRGM n°101, 1980 d'après P. JUIGNET, 1974)

4.4.6. Grand domaine hydrogéologique du Kimméridgien-Callovien (F10)

Au Callovien, la plateforme carbonatée du Dogger est envoyée par des apports argileux marins. Les dépôts du Callovien sont épais et essentiellement constitués de marnes, calcaires argileux et calcaires sableux à intercalations argilo-sableuses. Ce "grand domaine hydrogéologique" est subdivisé en deux domaines:

- le domaine des " Calcaires de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien dans le bassin Loire-Bretagne " (135AB-F10F),
- le domaine des " Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien (137AB-F10G).

Le domaine F10F contient 2 unités aquifères :

- les Calcaires coralliens de l'Oxfordien moyen en Pays de la Loire dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne) – 135AB05- F10F2 - (Corallien avec calcaires oolithiques),

- les " *Calcaires à Astartes du Perche de l'Oxfordien supérieur (bassin Loire-Bretagne)* " – 135AB03- F10F1 (avec intercalations sableuses ou marneuses").

L'aquifère superficiel des " *Calcaires coralliens de l'Oxfordien moyen en Pays de la Loire dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne)* " (**135AB05-F10F2**) donne localement de grosses sources et les forages peuvent fournir de bons débits. Les " *Calcaires à Astartes du Perche de l'Oxfordien supérieur (bassin Loire-Bretagne)* " (**135AB03-F10F1**) ont un comportement d'aquifère multicouche moins productif.

Ces formations n'existent que dans le quart Nord-Est de la Sarthe. Les affleurements sont rares (autour de Mortagne-au-Perche, Bellême ou à la faveur de structures anticlinales) car les calcaires sont le plus souvent recouverts par les argiles glauconieuses mises en place lors de la transgression crétacée. Ce toit peu perméable est à l'origine de l'aquifère de l'oxfordien captif dont la productivité (débits de 50 à 120 m³/h) devient faible à l'Est de la vallée de l'Huisne (Vibraye, Montmirail).

4.4.7. Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien (139- F11)

Au Jurassique moyen (Dogger), une plateforme carbonatée s'installe. **Les calcaires du Dogger (139-F11) sont séparés des calcaires du Lias (141-F12B)** qu'ils surmontent par l'écran quasi-imperméable formé par les ***Marnes et Argiles du Toarcien (Lias supérieur) dans le bassin Loire-Bretagne (141AB-F12A1)***. Ce "grand système aquifère" comprend un système aquifère:

- **le système aquifère des " *Calcaires du Bajocien et du Bathonien (Dogger), partie profonde dans le bassin Loire-Bretagne*" (139AD-F11T).**

La série calcaire du Jurassique moyen (Aalénien-Bajocien-Bathonien) affleure dans la Sarthe en bordure sud du massif de Perseigne (calcaires du Saosnois) ainsi que sur la bordure du socle armoricain entre Alençon et le Loir (champagne du Maine) en formant une auréole de 90 km de longueur sur 3 à 12 km de largeur. Dans le prolongement de cette auréole, les calcaires du Dogger affleurent plus ponctuellement en Maine-et-Loire (Durtal, Echemiré, Sermaise, Abbaye de Saint Maur, Brossay et Montreuil-Bellay).

Leur épaisseur est en moyenne d'une trentaine de mètres mais ils peuvent être réduits voir absents au niveau de paléo-reliefs du socle.

Il s'agit de calcaires graveleux à intercalations bioclastiques et oolithiques et à silex. **Les calcaires du Dogger constituent un important aquifère discontinu**, à perméabilité d'interstices moyenne à faible mais avec un degré de fissuration important dans les premiers mètres sous la surface. En zone d'affleurement, les phénomènes karstiques se manifestent (vallées sèches, ruisseaux « perdus », gouffres, etc.).

En fonction de la structure générale du bassin, les calcaires du Dogger plongent progressivement, avec un pendage de quelques degrés, vers le centre du Bassin parisien, sous les marnes callovo-oxfordiennes. De ce fait, l'aquifère devient captif.

Sur le plan de la productivité, cet aquifère peut donner d'excellents débits dans la zone d'affleurement. Des débits de l'ordre de 100 m³/h voir plus sont liés à la karstification ou à l'existence de niveau plus sableux, soit dans les vallées soit à la proximité d'accidents tectoniques. Sous couverture, la productivité décroît à mesure que l'on s'éloigne des zones d'affleurement.

Au sein de ce système aquifère, 5 "unités aquifères" ont été délimitées (cf. tableau multi-échelle de l'annexe 4).

4.4.8. Grand système aquifère du Lias (141-F12)

Au Lias moyen, la mer s'est avancée sur un Massif armoricain érodé, mais dont les reliefs ont joué le rôle d'îles, tout au moins en bordure ; puis ces îles ont à leur tour été recouvertes par les dépôts des mers transgressives (toarciennes, aaléniennes, etc.). Ainsi, il en résulte une variation de la nature des roches et de leur épaisseur (lacunes du Lias fréquemment observées sous le Dogger sur les zones hautes de socle).

Les faciès sableux (détritiques) puis calcaires (141AH01, 141AH05) associés à la transgression du Jurassique inférieur sur le socle hercynien peu perméable, peuvent constituer un réservoir aquifère intéressant.

En Sarthe, les formations du Lias déterminent de petits aquifères alimentant des sources diffuses en bordure de la cuesta du Dogger dans le Saosnois et la champagne mancelle. Traversés à une grande profondeur, sous le Dogger, ils peuvent fournir localement un complément de ressource appréciable. Dès que la couverture dépasse une trentaine de mètres, il est rare que le niveau soit exploité pour l'eau.

En Maine-et-Loire, l'intérêt du Lias moyen au point de vue ressource en eau est limité du fait des résultats souvent décevants dans les secteurs où il est proche de la surface (Durtal) et de la trop grande profondeur à laquelle on retrouve ces formations. Certaines conditions favorables (jeu de failles) pourraient néanmoins localement recéler des ressources en eau intéressantes.

4.5. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DE SOCLE

Les formations de socle affleurent sur plus de la moitié du département du Maine-et-Loire et sur toute la bordure Ouest de la Sarthe.

De façon générale, dans les roches dures du socle, sans porosité d'interstices, les eaux souterraines circulent à la faveur de cassures et de fractures. Pour permettre l'exploitation de l'eau souterraine, la fracturation doit être suffisamment importante et ne pas être le siège de développement intense d'altérites argileuses colmatant ces fractures. Par ailleurs, pour assurer la pérennité de la ressource exploitée, il faut qu'un réservoir existe.

Le modèle conceptuel d'aquifère en zone de socle retenu actuellement comporte deux horizons distincts (illustration 15) :

- un horizon superficiel altéré, de porosité relativement importante lui permettant de jouer le rôle de réservoir capacitif (infiltration des eaux de pluie), mais dont la conductivité hydraulique reste en général assez faible,
- un horizon inférieur fissuré et fracturé, dont la conductivité hydraulique peut être importante (elle dépend de la connexion et de l'ouverture des réseaux de fissures/fractures) et permettant ainsi la collecte et la distribution des eaux issues de l'horizon d'altération sus-jacent. Le modèle distingue très clairement des fissures (diaclasses) liées à l'altération et des fractures profondes (failles) générées par les contraintes tectoniques. Ces zones de fractures peuvent constituer des drains privilégiés mais les zones d'altération pouvant se développer le long d'autres discontinuités telles que les filons pegmatitiques en sont d'autres.

Ainsi, la productivité de ce type d'aquifère est liée à la conjonction de deux paramètres :

- la présence de couverture meuble (issue de l'altération météorique de la roche mère) faisant office de réservoir,
- un réseau de fissures suffisamment ouvertes et connectées qui permet de drainer les formations meubles sus-jacentes.

Ce modèle hydrogéologique explique l'hétérogénéité spatiale des productivités des forages implantés en zone de socle.

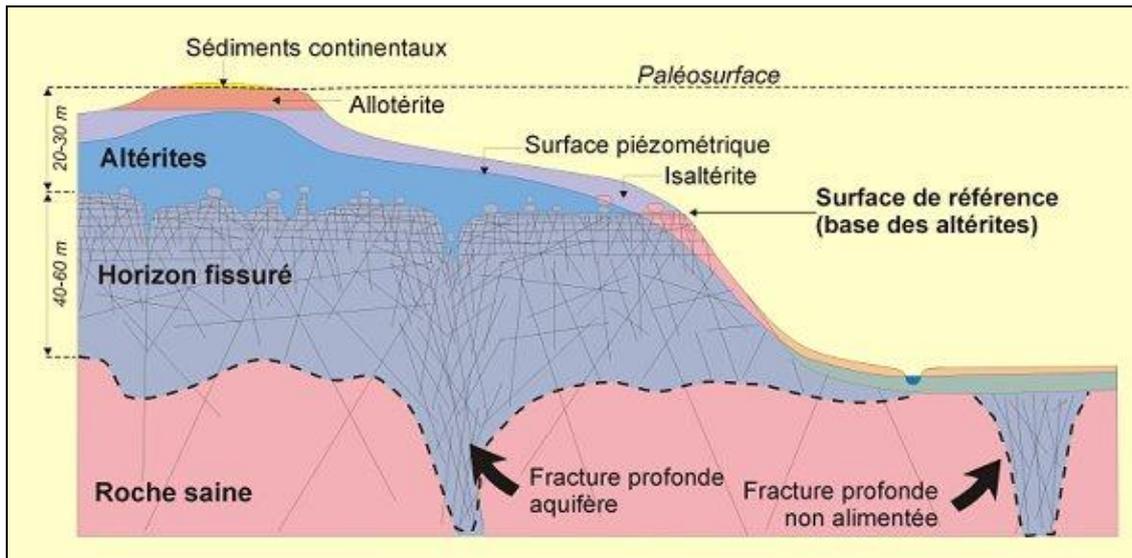


Illustration 15 - Schéma conceptuel des aquifères de socle (Wyns, 1999)

Les qualités aquifères de ces formations sont ainsi en général très inférieures à celles des formations sédimentaires. Néanmoins, si certains terrains sont considérés comme improductifs (dits "imperméables"), d'autres sont susceptibles de fournir des débits de quelques m³ à quelques dizaines de m³ par heure (dits "aquifères"). Ces ressources peuvent présenter un intérêt non négligeable selon les secteurs.

L'analyse statistique des débits de forages extrait de la Banque de données du Sous-Sol (BSS) a permis d'identifier des formations présentant des potentialités aquifères intéressantes :

- les grès armoricains;
- le gabbro de Louzes;
- le leucogranite d'Alençon ;
- les formations de Gahard et de Saint-Cénéry, d'Andouillé, de l'Huisserie, des schistes de Laval et des calcaires de Sablé de l'Unité de Laval;
- le Massif granitique d'Izé et de Saint Pierre des Nids;
- l'unité de Fougères (, au Nord de la Sarthe;
- l'unité du Maine, dans la moitié Nord de la Sarthe.

Dans le Maine-et-Loire, seule l'entité 179AE02-K7D3 présente dans le Nord-Ouest du département ressort comme étant aquifère. Cette entité correspond au grès armoricain (Unité du Sud de Rennes) dans le bassin de l'Oudon. Ceci corrobore les résultats d'analyse des forages réalisés en 1983 (SGR/PAL 83-20) qui mettaient en évidence ces séries schisto-gréseuses comme les seules formations de socle généralement productives sur le territoire du Maine-et-Loire.

Dans la Sarthe, la plupart des entités de socle définies sont considérées comme aquifères (bonne productivité). Ce sont essentiellement des grès, des schistes, des calcaires et des formations plutoniques (granites et leucogranites). Ces formations sont peu décrites dans les documents de synthèse consultés. En effet, les formations de socle, moins présentes et moins productives que les formations sédimentaires à l'échelle départementale, ont été considérées comme n'ayant qu'un intérêt à l'échelle locale. Seule une étude, réalisée en 1997 sur les mêmes formations géologiques traversant le département voisin de la Mayenne (Rapport BRGM R39643), notait de bons résultats de productivité dans ces formations de socle.

Néanmoins, d'après les notices des cartes géologiques au 1/50 000, les principales unités décrites comme étant productives ou aquifères sont (du Sud vers le Nord) :

- Dans l'extrémité du bassin de Laval (Unité de Laval), les réservoirs les plus intéressants sont les Calcaires de Sablé (177AA03-K5A12, K5C2) et les Grès de Gahard (177AA03-K5A8, K5C4). Les autres formations gréseuses sont également de bons réservoirs.

Les Calcaires de Sablé sont parcourus par une fissuration plus ou moins intense à partir de laquelle ont pu localement se développer des réseaux karstiques très favorables à la circulation et à l'emmagasinement des eaux souterraines. Bien qu'intéressant, la répartition aléatoire de la fissuration et de la karstification est un inconvénient et nécessite des études sérieuses avant l'implantation d'un ouvrage.

Les grès de Gahard, quand ils n'ont pas de faciès quartzite, peuvent avoir également de bonnes caractéristiques hydrauliques.

- Dans le synclinal de la Charnie, les calcaires cambriens et les calcaires dévoniens offrent de bonnes caractéristiques. **Les formations du synclinal de la Charnie sont intégrées dans l'unité du Maine (177AA01-K5A5, K5B2).**

Le principal faisceau calcaire (calcaires cambriens) de direction WNW-ESE passe par la commune de Torcé-Viviers-en-Charnie où il est exploité pour l'alimentation en eau potable (potentialité estimée à 2 000 m³/j). **Les calcaires cambriens sont karstifiés** et les sources issues de cet aquifère alimentent la rivière de l'Erve vers l'Ouest.

Les **calcaires dévoniens affleurent sur un petit secteur**. Ces calcaires en membres plus ou moins lenticulaires constituent les seuls aquifères locaux et sont exploités pour l'eau potable.

- Dans le synclinal des Coëvrons, seule la formation des schistes et calcaires du Cambrien présente des membres aquifères importants constitués par les calcaires dolomitiques massifs karstifiés et les siltites à nodules calcaires (faciès de siltites et de grès fins présentant des vides pluricentimétriques). **Les formations du synclinal des Coëvrons sont intégrées dans l'Unité du Maine (K5A5 et K5B2).**

- Le massif granitique d'Izé (177AA01-**K5A3**) constitue un aquifère intéressant. Les caractéristiques hydrodynamiques sont, dans ce type de formation, liées à la fracturation et au développement de l'arène granitique (lithologie et épaisseur).
- Les grès ordoviciens lorsqu'ils sont fracturés, notamment à proximité d'accidents importants, peuvent constituer des aquifères intéressants. Ces grès correspondent en grande partie aux entités des grès armoricains (175AG01 -K4C2 , K4D1 ; 177AA01-K5A6 , K5A16 ;179AE02- K7A2, K7D3) et de l'Unité de Fougères 177AA03-(K5A4 ; K5B1).

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 16.

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 17).

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

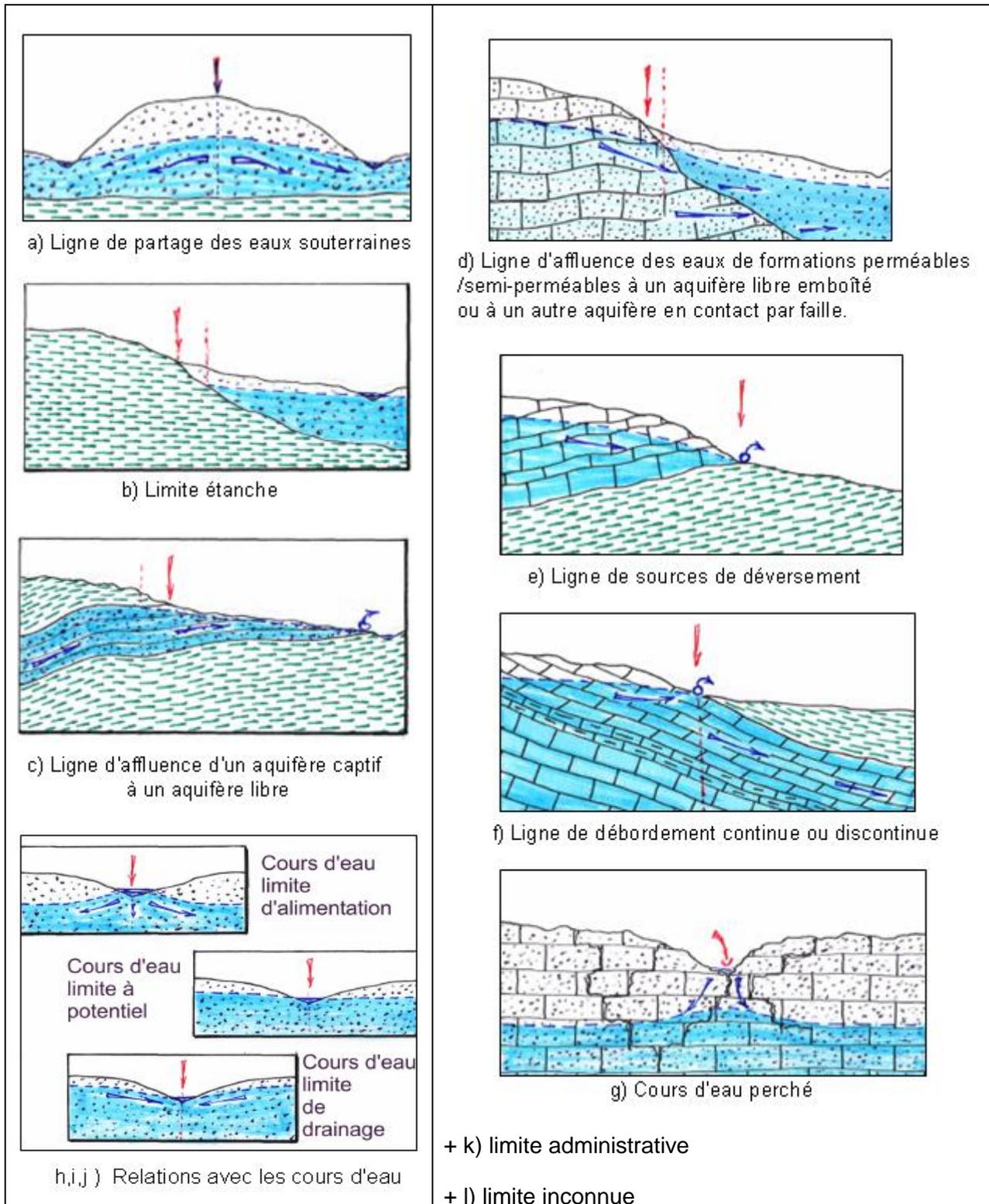


Illustration 16 - Types de limites possibles entre entités.

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

Illustration 17 - Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques.

6. Outil de construction du référentiel

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 18).

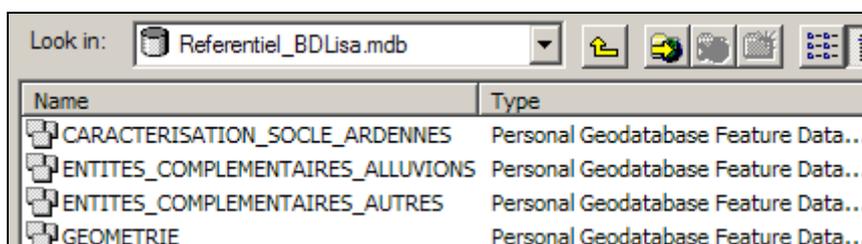
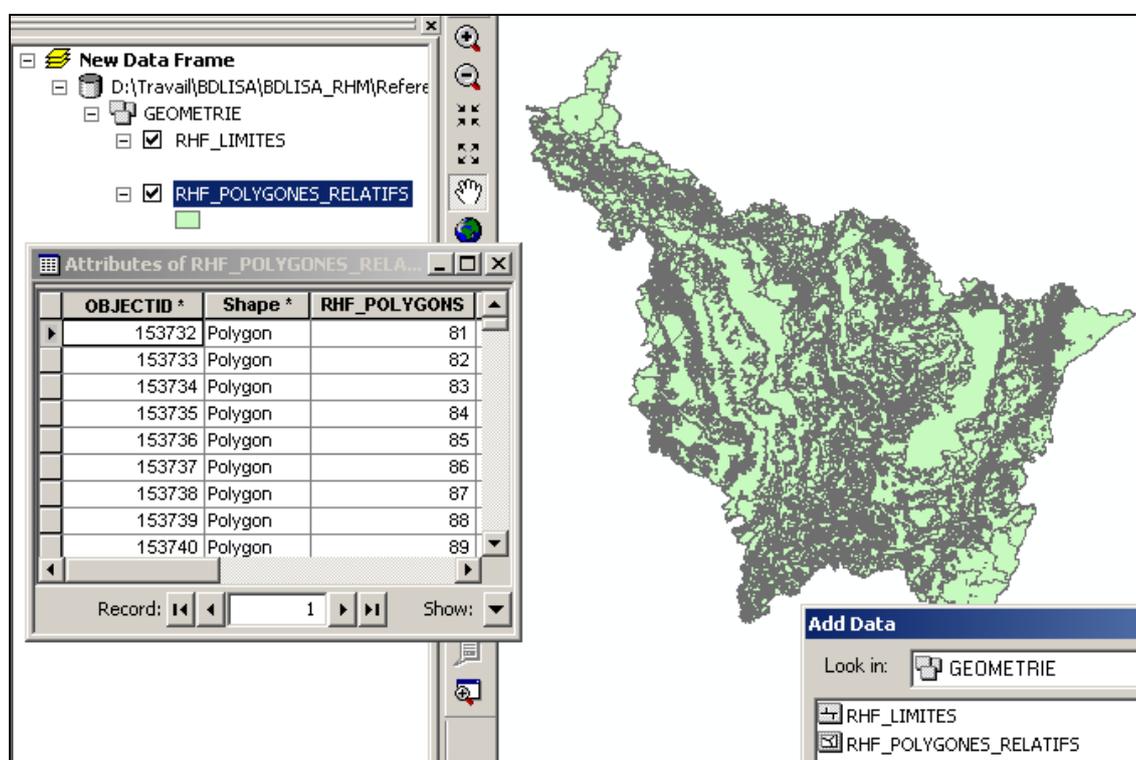


Illustration 18 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.

Outre les « Entités principales », la géodatabase comprend :

- les « **Entités complémentaires** » (partie inférieure de l'illustration 18) 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 19).

	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 19 - 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 20).

Illustration 20 - Interface utilisateur de la géodatabase.

L'illustration 21 présente un exemple de sélection d'entité effectuée à partir du menu de l'illustration 20 ci-dessus (« Représenter l'entité par son emprise »).

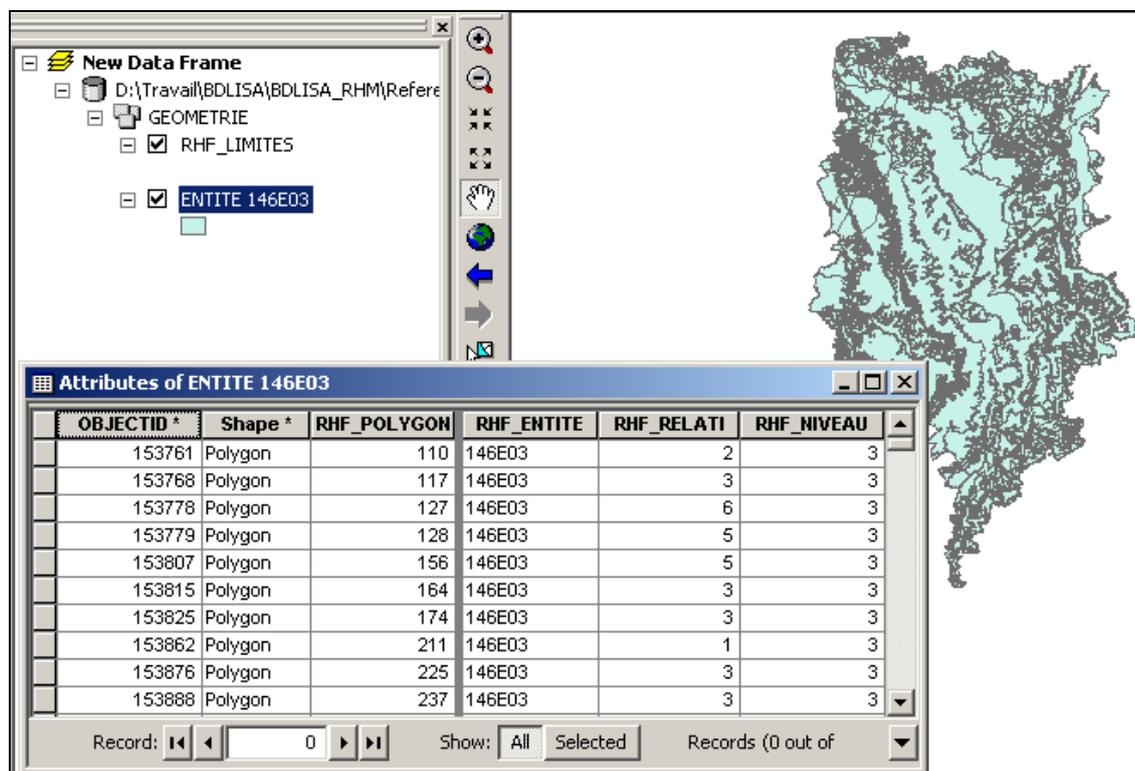


Illustration 21 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.

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 22).

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



L'illustration 23 présente une vue des entités de niveau 3 et d'ordre 1 (une couleur est affectée à chaque entité).

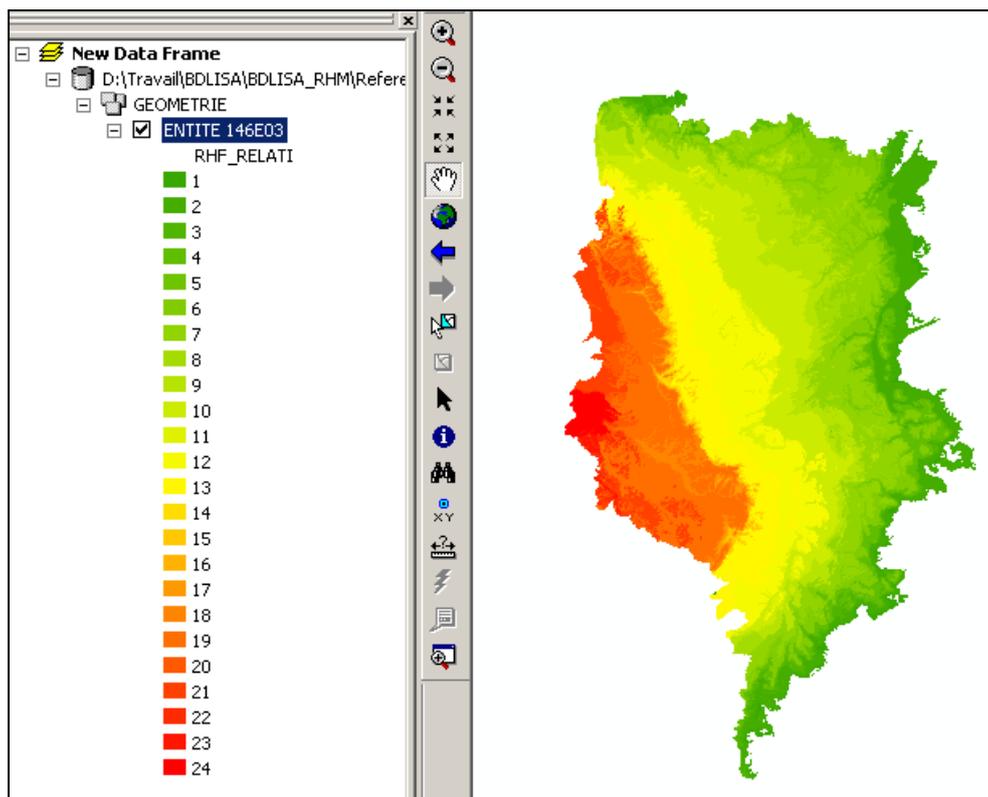


Illustration 22 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).

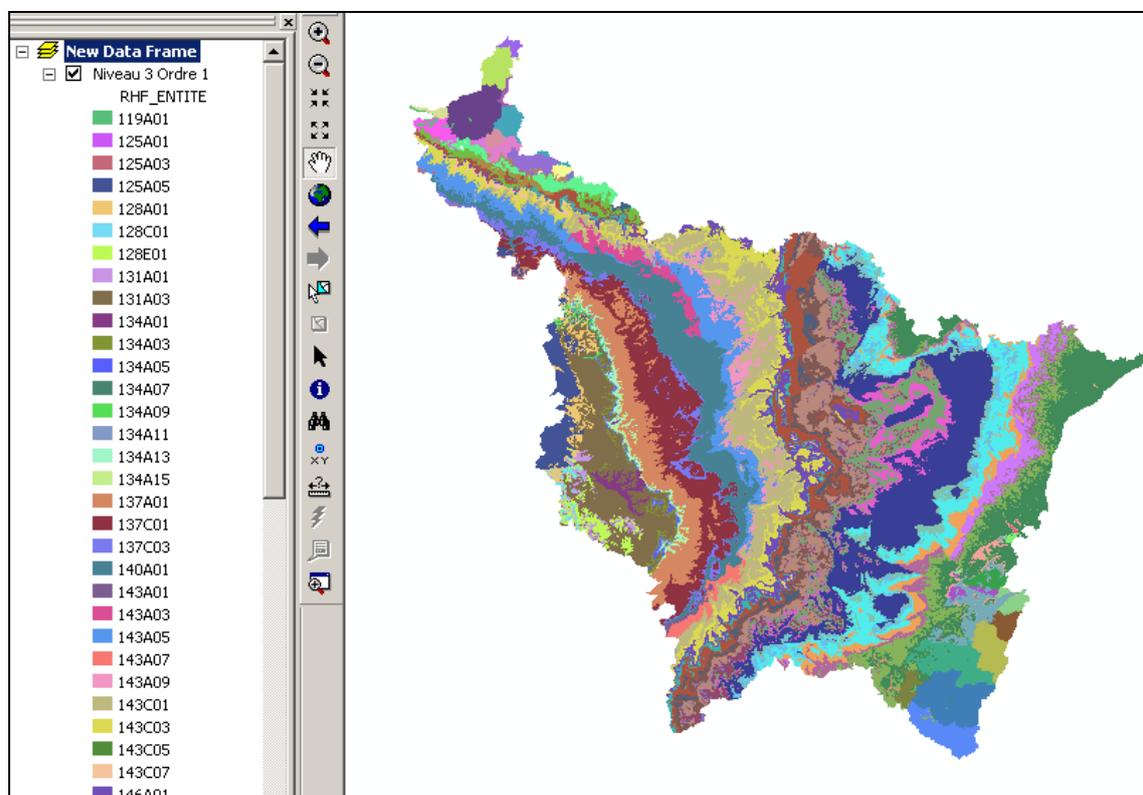


Illustration 23 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).

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 25).

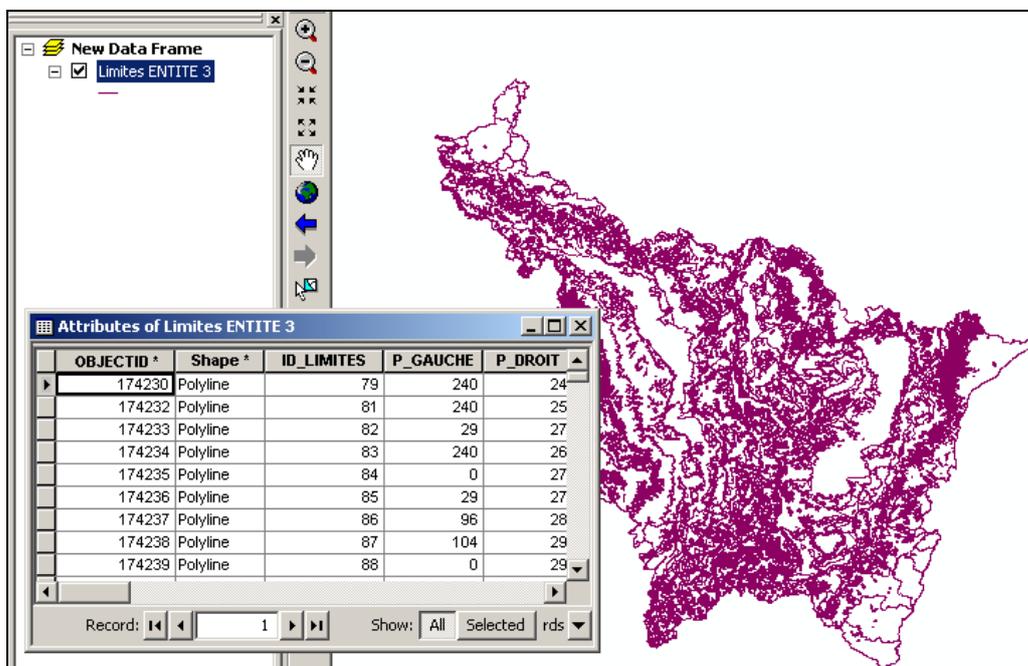


Illustration 24 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités.

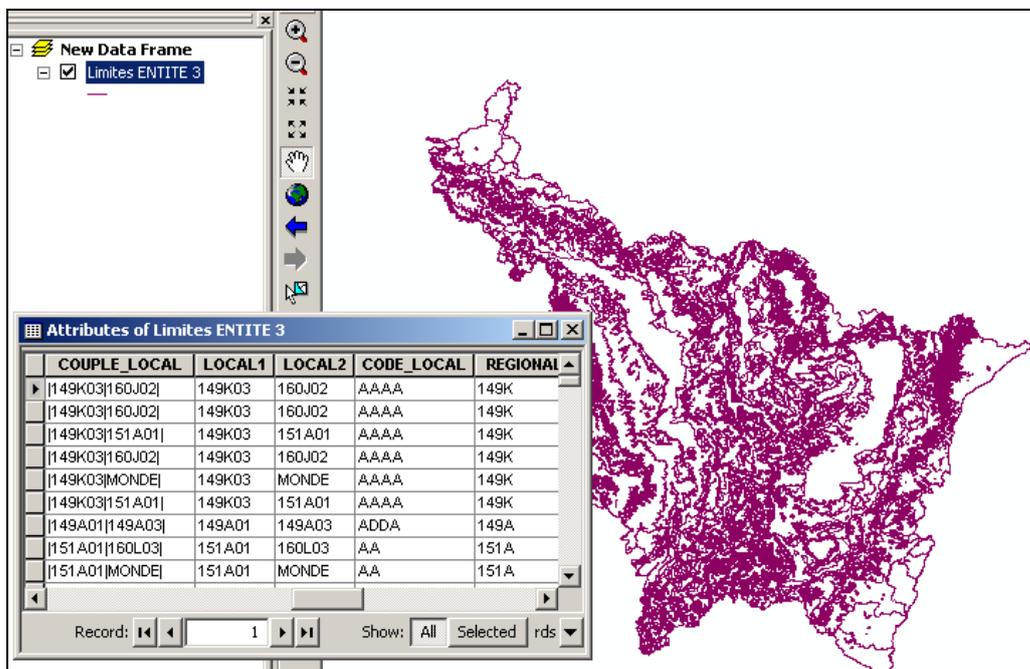


Illustration 25 - Table des limites : natures des contacts entre entités.

6.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS

Le modèle de gestion permet d'éditer automatiquement (illustration 26) pour chaque entité une fiche au format pdf permettant d'analyser les « relations » de l'entité avec ses voisines et de vérifier la cohérence de l'assemblage 3D effectué par le modèle de gestion.

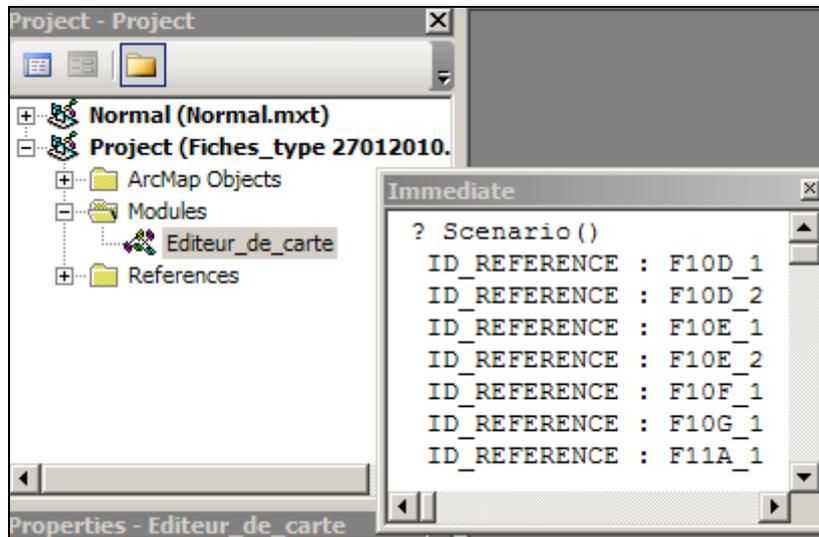


Illustration 26 - Éditeur de cartes du modèle de gestion du référentiel.

Une fiche d'analyse est constituée de plusieurs blocs d'informations. Les illustrations 27 et 28 fournissent un exemple pour une entité de niveau 3 (« Calcaires à *Productylioceras*, Marnes à *Zeilleria* et Calcaires ocreux du Lias inférieur », du bassin Rhin-Meuse).

Sur la partie droite de la fiche (illustration 28), 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 27) 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.

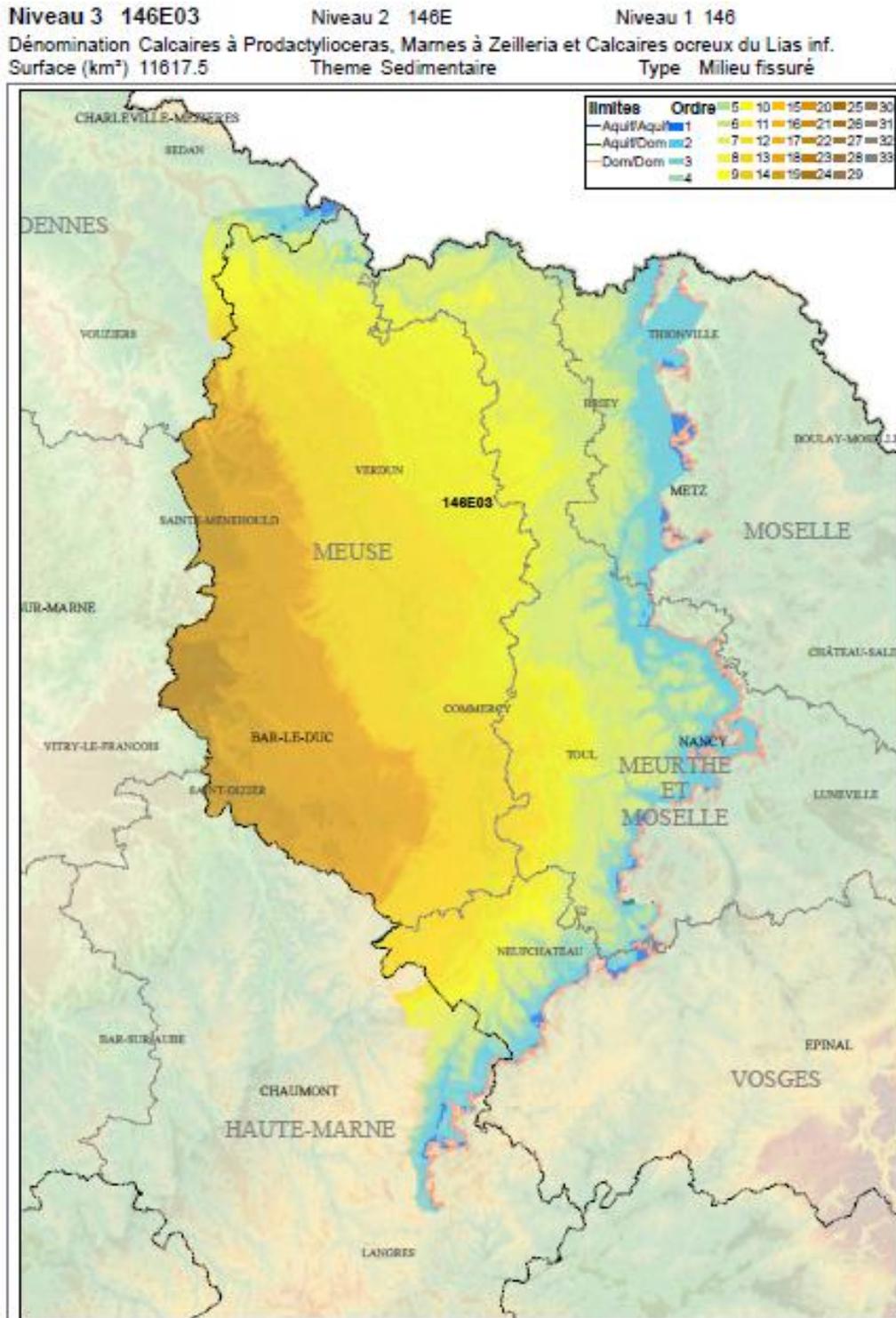


Illustration 27 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).

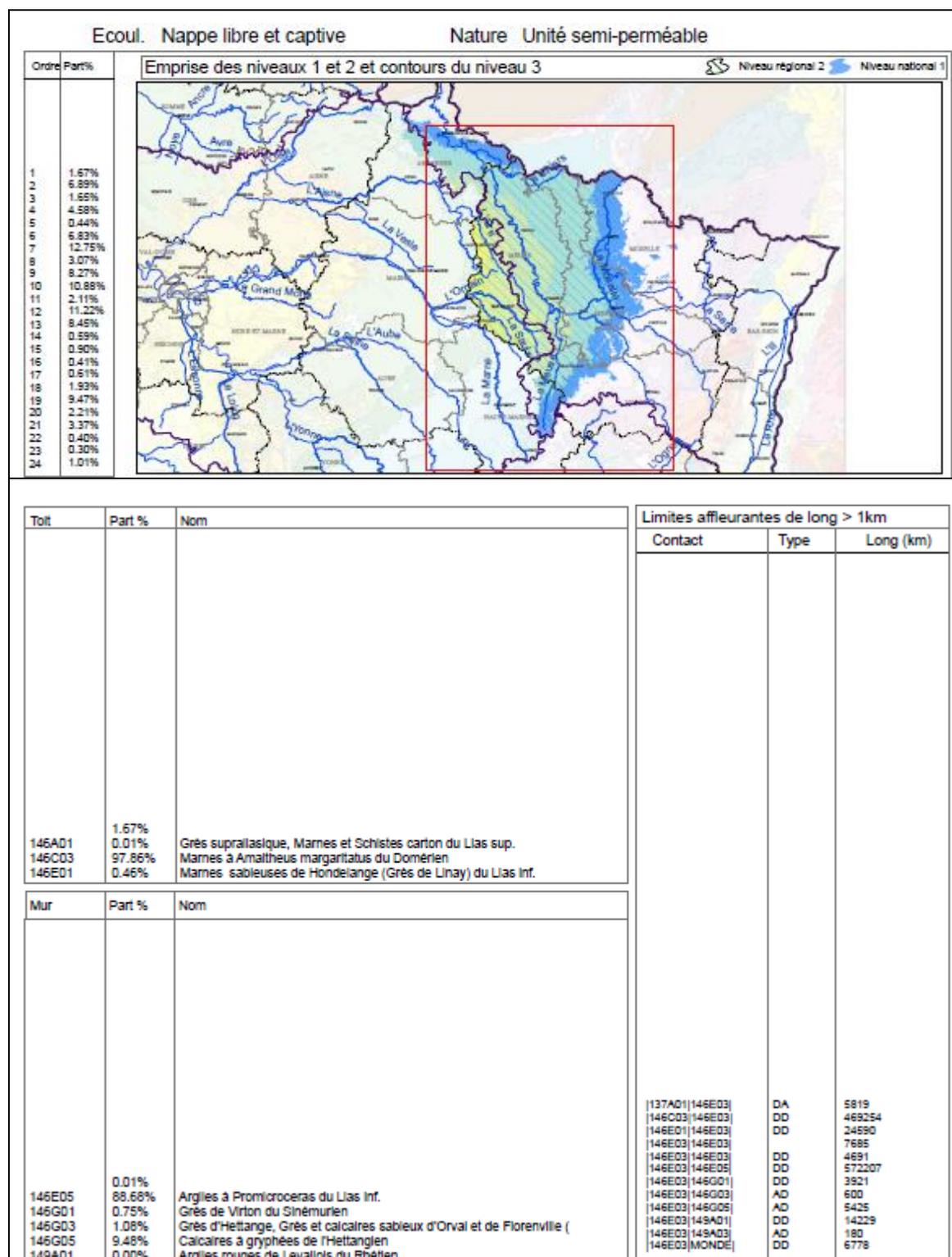


Illustration 28 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite).

7. Conclusion

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/>.

Cette année 2 de la construction du référentiel hydrogéologique dans le bassin Loire-Bretagne a permis de délimiter dans les départements du Maine-et-Loire et de la Sarthe (région Pays de la Loire):

- **45 unités de niveau local (NV3) dans le domaine sédimentaire et 91 entités de socle,**
- **15 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2) de type sédimentaire et 12 de type socle,**
- **13 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1) distinguant 8 entités sédimentaires et 5 entités de socle du Massif.**

A ces entités, il faut ajouter:

- **3 surcouches correspondant aux alluvions récentes et anciennes.**

Une géodatabase (sous ArcGis, version 9.2) rassemblant toutes ces entités, leurs limites et les informations associées a été constituée.

Suite à ce travail à l'échelle régionale, une harmonisation inter-régionale et nationale a été faite (en année 4 du projet, 2009). Elle a porté sur:

- les raccordements des entités d'une région à l'autre,
- la vérification de la cohérence 3D du référentiel à l'échelle du bassin,
- la nomenclature des entités (appellation et codification),
- l'homogénéisation des surcouches,
- la standardisation des fiches descriptives.

...

8. Références bibliographiques

1) Documents exploités pour l'identification et la délimitation des entités

Chantraine J., Béchenec F., Rabu D., Guillocheau F. (2005) – Notice de la carte à 1/250 000 des Pays de la Loire.

Chevrel S., Limasset O.(1983) – L'eau dans le socle du Maine-et-Loire. Examen des résultats d'une centaine de forages récoltés au titre du Code Minier en 1983 – Note BRGM SGR/PAL 83-20.

Collectif sous la direction de J.-C. Roux (2006) – Aquifères et eaux souterraines en France – Ed. BRGM-AIH, 956 p.

Duermael G. (1997) – Ressources en eau profonde de qualité et dénitrification naturelle en Mayenne - Rapport BRGM R39643. 65 p., 5 Ann.

Gimenez F., Grytten I., Perrin D. (1992) – Etude sur les problèmes de l'eau en Sarthe - Rapport D.D.A.F. 72, 126 p.,10 Ann.

Kuklan S., Limasset J.C., Limasset O. (1968) – Ressources en eaux souterraines du département de la Sarthe. Note préliminaire. Projet de programme d'étude - Rapport BRGM 69 SGL 020 BPL, 42 p., 7 fig., 1 pl.

Juignet P. (1974) – La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif armoricain : Aptien, Albien, Cénomaniens de Normandie et du Maine. Le stratotype du Cénomaniens. Thèse Doct. ès Sciences. Univ. Caen. 2 vol., 806p., 28 pl.

Mégny Cl. (1980) – Synthèse géologique du Bassin de Paris. Stratigraphie et paléogéographie. Mémoire BRGM n° 101

Mégny Cl. (1980) – Synthèse géologique du Bassin de Paris. Atlas. Mémoire BRGM n° 102

Mégny Cl. (1980) – Synthèse géologique du Bassin de Paris. Lexique des noms de formation. Mémoire BRGM n° 103

Limasset O., Talbo H. (1971) – Ressources en eaux souterraines dans le Maine-et-Loire. Synthèse documentaire – Rapport BRGM 71 SGN 134 BPL, 59 p.

Notices des cartes géologiques au 1/50 000 (251-286-287-321-322-323-356-357-358-359-389-390-391-392-393-394-421-422-423-424-425-452-453-454-455-456-482-483-484-485-509-510-512-537)

2) Documents généraux sur le référentiel

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

Sandre - Description des données sur le référentiel hydrogéologique - Version 08 du 03/05/2004.

Référentiel Hydrogéologique Français– BDLISA- Bassin Loire-Bretagne. - Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe.

V. Baudouin, B. Mougin, E. Rouxel – Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF Version 2. Bassin Loire-Bretagne Année 2. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe. Rapport d'étape. BRGM/RP-56954-FR.

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

Annexe 1 - Découpage des entités hydrogéologiques en domaine de socle – Note méthodologique

B. Mougin (BRGM – SGR Bretagne)

1. DONNÉES DISPONIBLES

- BDCarthage (Base de Données sur la CARTographie THématique des AGENces de l'eau et du ministère de l'Environnement) sur le bassin Loire-Bretagne. Edition 2008, version du 22/07/2008, téléchargée le 04/09/2008 sur le site du Sandre
- Données disponibles : région, secteur, sous-secteur et zone hydrographique (contours), et cours d'eau (linéaire)
- Extraction de la Banque HYDRO des stations hydrométriques du Massif Armoricaïn (nom, numéro, coordonnées, VCN10, date début et fin, superficie contrôlée) au 27/10/2008 (Quang-Hung NGO DIREN Bassin LB)
- Deux cartes géologiques harmonisées : une à l'échelle du département de la Maine-et-Loire (49) et l'autre à l'échelle du département de la Sarthe (72)
- Notices des cartes géologiques au 1/50 000 (251-286-287-321-322-356-357-389-390-391-392-421-422-423-424-452-453-454-482-483-484-485-509-510-511-512-537)
- Carte géologique synthétique au 1/250 000 (RABU D., CHANTRAINE J. et BECHENNEC F., 2001. Carte géologique du Massif Armoricaïn à 1/ 250 000. BRGM)
- Les polygones des entités hydrogéologiques de la BDRHF V1

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

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

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

2. ENTITÉS NV1 DU SOCLE

Les grands bassins hydrologiques (secteur hydrographique) de BD_Carthage LB:

- la Loire de la Vienne (c) à la Maine (nc)² : L8 et L9,
- la Loire de la Maine (c) à la mer : M0 à M8

ont été sélectionnés. Des regroupements de grands bassins ont été effectués selon des critères de similarité des cours d'eau (Sarthe : M0-2-4 et Loire : L8-9+M5-6-8).

² nc = non compris et c = compris (notations BD_Carthage)

Les 5 entités NV1 de socle ainsi obtenues ont été codifiées et renseignées dans le tableau multi-échelles.

Avant découpage avec la limite du domaine sédimentaire, la superficie des entités de niveau 1 varie de 2 350 à 12 090 km² (superficie de 282 à 8 993 km², après découpage grossier³ avec la limite du domaine sédimentaire).

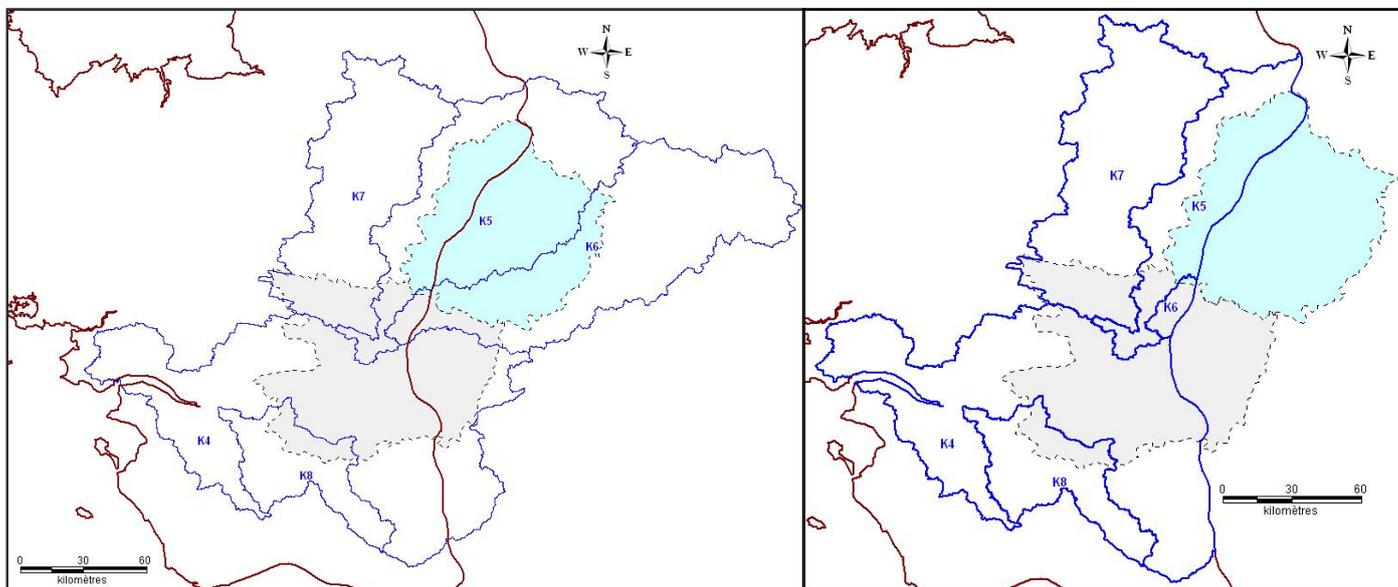


Illustration A1 - Entités de Socle de niveau NV1 - (Cette figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).

(avant et après découpage grossier avec la limite des formations sédimentaires)

3. ENTITÉS NV2 DU SOCLE (CF. ANNEXE 1)

3.1. Définition de bassins NV2 avec BD Carthage

Les sous-bassins hydrologiques situés dans les bassins NV1 (sous-secteur hydrographique BDCarthage) ont été sélectionnés.

Ces sous-bassins ont fait l'objet de regroupements selon des critères de superficie (exemple : la Vaudelle et l'Orthe forment l'entité K5C) et de cours d'eau identique (exemples : Sèvre Nantaise, Loir, Loire, Mayenne, Sarthe).

Dans les cas où la superficie des bassins versants excédait 200 km², certains affluents des principaux cours d'eau ont été séparés en utilisant les zones hydrographiques BDCarthage (exemples : de l'Ernée pour la Mayenne, et de la Sanguèze pour la Sèvre Nantaise).

³ Découpage grossier : découpage le long d'une limite socle/sédimentaire digitalisée à partir de la carte géologique à 1/250 000.

Certaines zones hydrographiques ont dû faire l'objet de corrections par digitalisation des contours des bassins versants au niveau des exutoires des affluents (exemples : du Vicoin et de la Colmont pour la Mayenne).

38 bassins NV2 de socle ont ainsi été obtenus (superficie de 87 à 2 165 km²).

3.2. Prise en compte des débits spécifiques

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

Deux colonnes ont été ajoutées au tableau de codification (QES, station) pour renseigner les valeurs du débit d'étiage spécifique et du nom de la station qui permet ce calcul.

Pour ce traitement, les stations hydrométriques sélectionnées sont celles situées le plus à l'aval des cours d'eau, et avec (dans la mesure du possible) au moins 10 années de mesures (illustration A2).

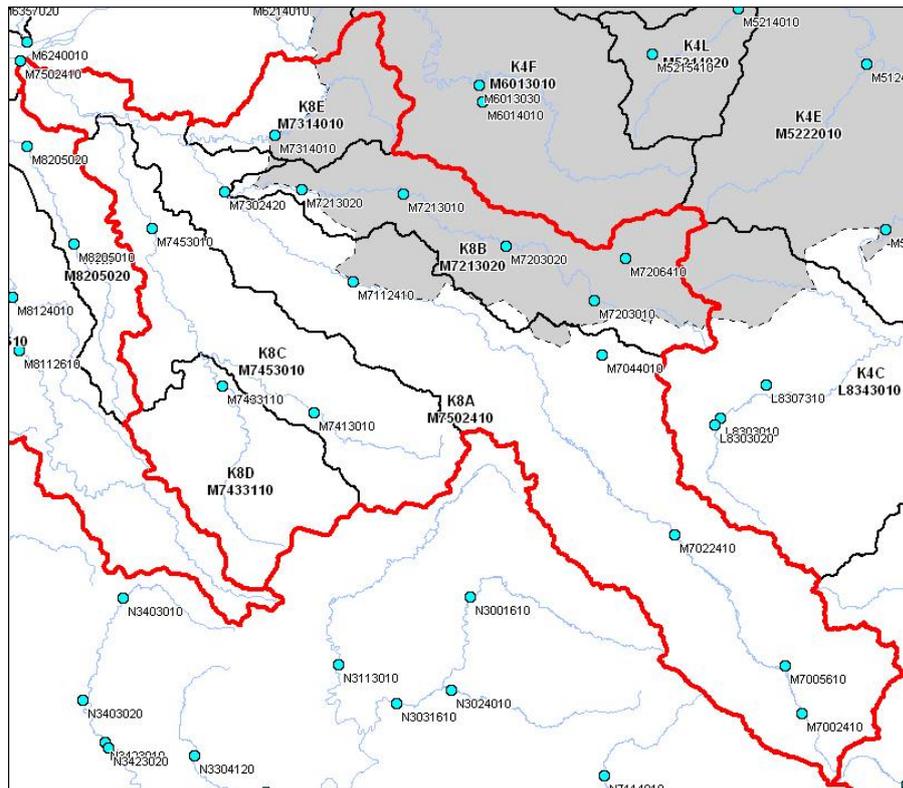


Illustration A2 - Choix des stations hydrométriques avec QES pour affectation aux bassins NV2 - (Cette figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).

(entité NV1 : K8 La Sèvre Nantaise & ses affluents)

Pour la détermination des seuils de QES, l'avis d'expert (J. RAFFY, DIREN Bretagne) a été pris en compte. Celui-ci a jugé de la pertinence des seuils définissant les quatre classes de QES, le premier seuil de QES étant fixé 0.7 l/s/km² pour isoler les bassins schisteux et/ou gréseux.

Un QES a pu être affecté aux 37 (sur 38) bassins NV2 renseignés (illustration A3): 29 stations situées vers l'exutoire caractérisent correctement les bassins versants, le reste correspondant à des stations situées au milieu du BV).

Référentiel Hydrogéologique Français–BDLISA- Bassin Loire-Bretagne. - Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe.

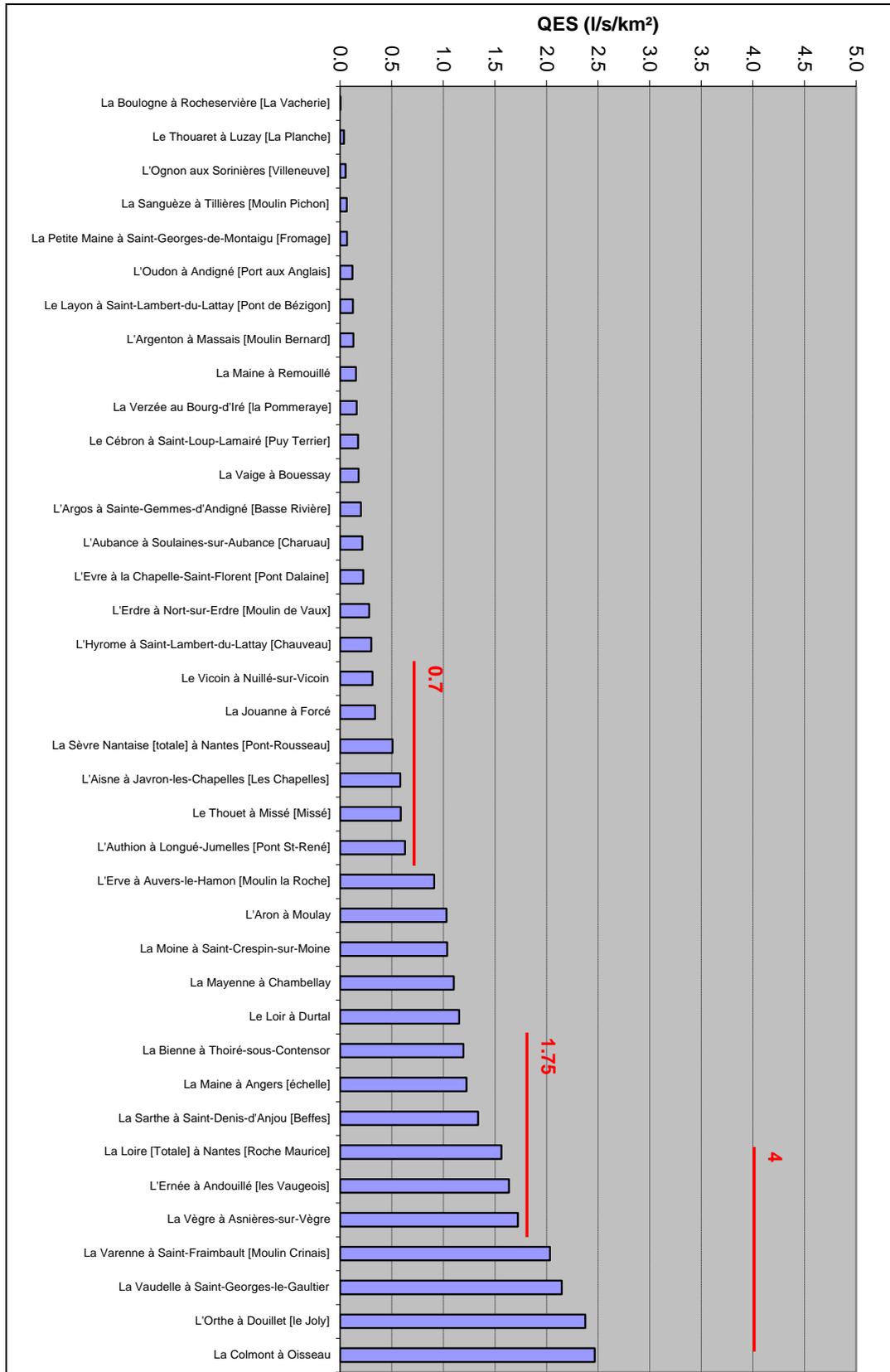


Illustration A3 - Classement des 37 entités en fonction du QES

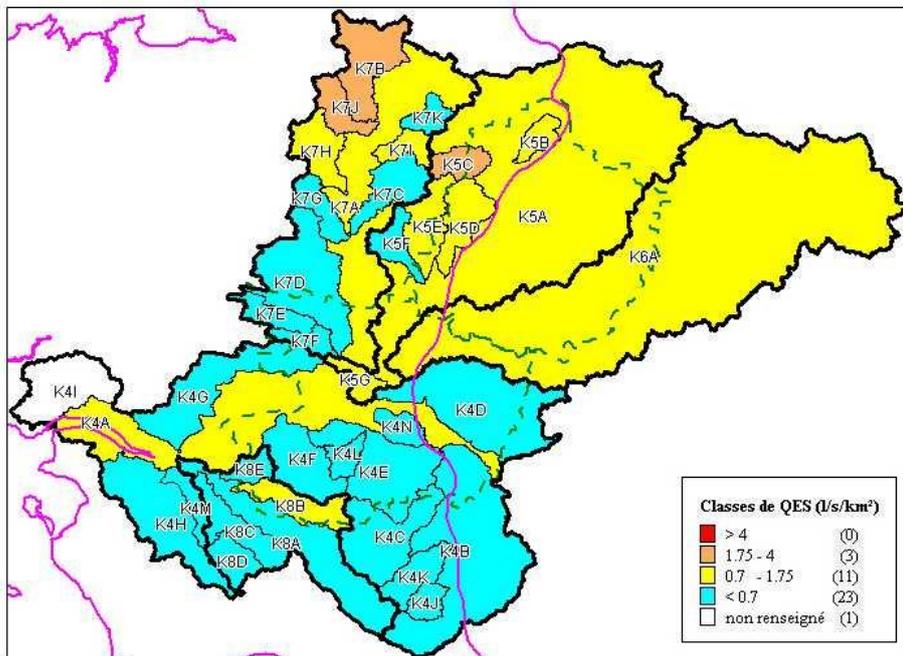


Illustration A4 - Classement des entités selon les valeurs de QES - (Cette figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).

(38 entités NV2 avant assemblage)

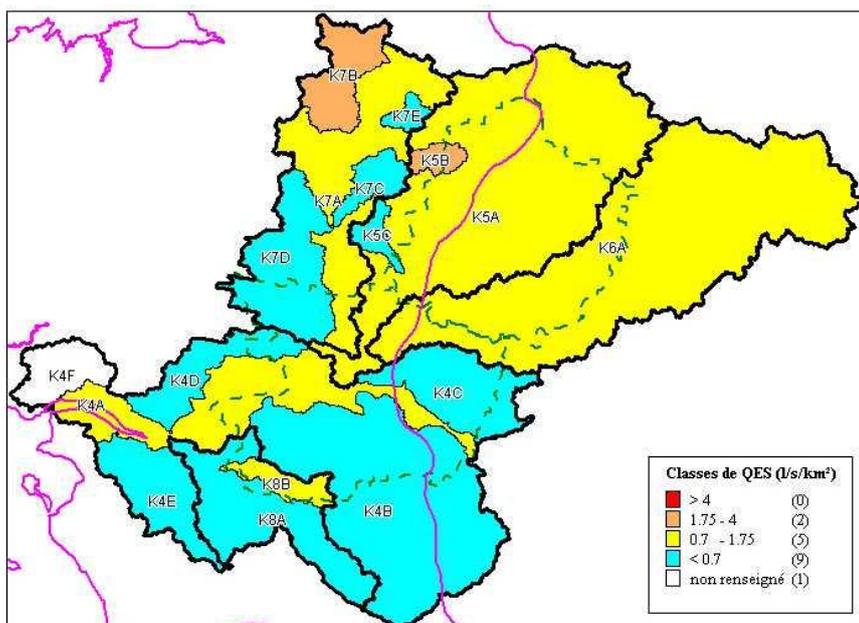


Illustration A5 - Classement des entités selon les valeurs de QES - (Cette figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).

(17 entités NV2 après assemblage)

Les bassins ont ainsi été classés selon 4 classes de QES (<0.7, (0.7-1.75), (1.75-4), >4 l/s/km²).

Les bassins contigus (avec limite géographique en commun) se situant dans la même classe et dans le même bassin NV1 ont été rassemblés.

17 entités NV2 de socle ont ainsi été obtenues (superficie de 87 à 3 858 km², après découpage grossier avec la limite du domaine sédimentaire). Ces entités ont été codifiées et les colonnes « QES » et « station » ont été renseignées (l'entité K4F n'étant pas renseignée par une station, la valeur du QES est mise à -1). Le tableau-multi-échelle a également été complété.

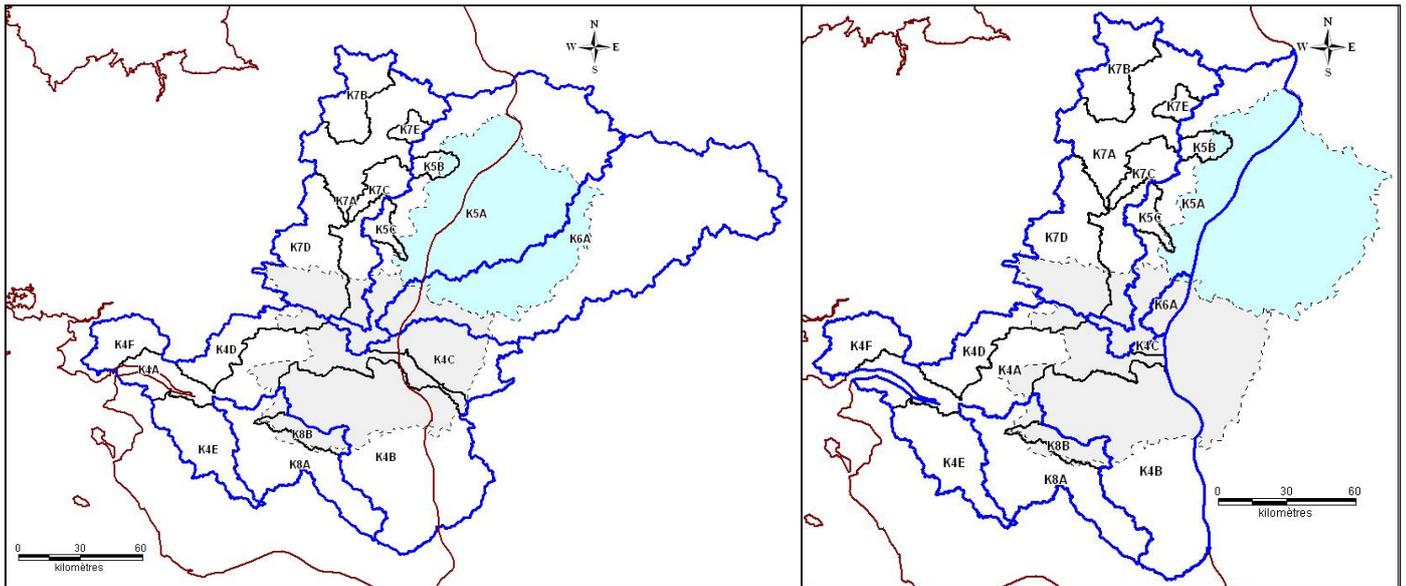


Illustration A6 - Entités de Socle de niveau NV2 - (Cette figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).

(avant et après découpage grossier avec la limite des formations sédimentaires)

Sur ces 17 entités, 12 s'étendent sur les 2 départements du Maine et Loire et de la Sarthe.

4. ENTITÉS NV3 DU SOCLE

4.1. Préparation des contours au 1/50 000

Seules les 12 entités de NV2 présentes dans les départements 49 et 72 ont été traitées au niveau NV3 (les 5 entités K4E-F et K7B-C-E ne sont donc pas traitées).

Les entités sélectionnées ont été découpées selon les limites des départements du 49 et du 72. Seules ces entités découpées de NV2 sont traitées en entités NV3.

A cette étape, les cartes géologiques harmonisées du Maine-et-Loire et de la Sarthe (contours précis à l'échelle du 1/50 000) et les notices des cartes géologiques au 1/50 000 ont été prises en compte.

Dans chaque carte harmonisée, tous les contours des formations de socle ont été sélectionnés (formations de socle : CODE>115 pour le 49 et CODE>204 pour le 72 ; altérites : CODE=37 à 44 pour le 49 et CODE=78 pour le 72). Les contours alluviaux et sédimentaires ne sont pas traités.

Au niveau des entités de niveau NV3, un recouvrement peut exister : quand elles existent, les altérites sont situées au-dessus de l'horizon fissuré des roches de socle (ces deux couches sont potentiellement aquifères). Comme les altérites n'ont été levées que sur certaines cartes géologiques et sur la base de connaissances anciennes hétérogènes, ces formations ne peuvent faire l'objet d'un traitement abouti au niveau NV3. Les placages importants cartographiés sont néanmoins pris en compte dans la partie « sédimentaire » du travail réalisé à ce stade de la BDRHF V2.

Les altérites présentent pourtant un intérêt non négligeable sur le plan hydrogéologique en domaine de socle. L'amélioration de la connaissance de ces formations (levé homogène à l'échelle départemental) permettrait de mettre à jour de la BD RHF V2 mais aussi de mieux appréhender les ressources en eau souterraine de socle.

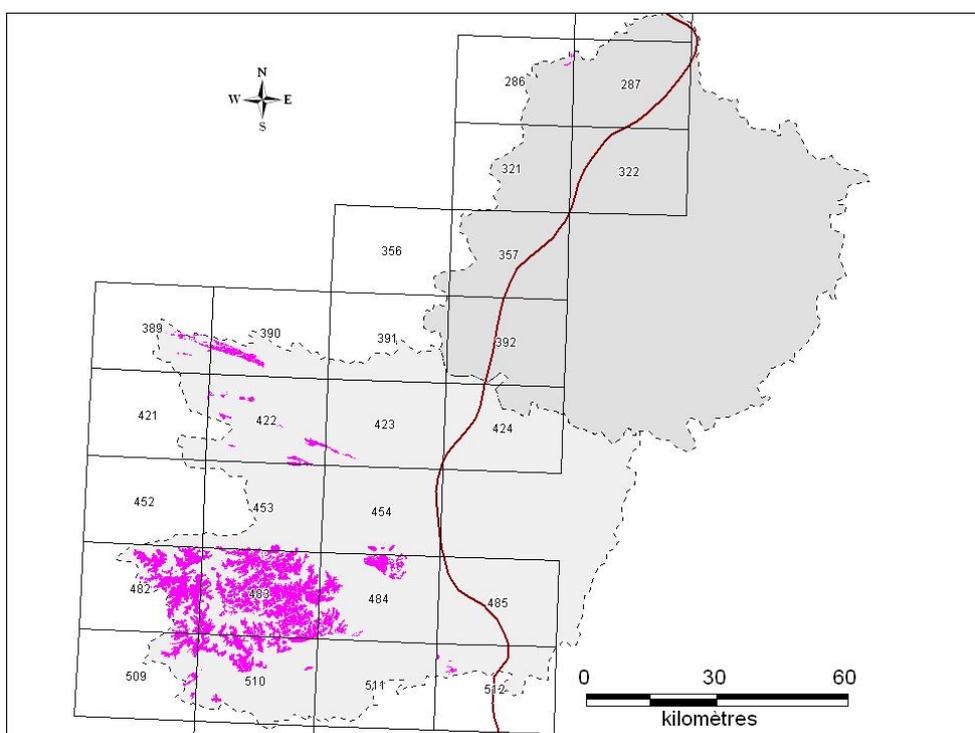


Illustration A7 - Cartographie des altérites sur les départements étudiés

4.2. Utilisation de la carte géologique synthétique au 1/250 000 et des données de forages pour la caractérisation de la nature aquifère des formations géologiques

70 formations géologiques de socle distinguées sur les départements 49 et 72 ont été sélectionnées.

Ces formations géologiques (champ FORMATION_MASSIF_SERIE) appartiennent à 21 ensembles lithostratigraphiques et tectono-métamorphiques, appelés « Unités ou

Référentiel Hydrogéologique Français–BDLISA- Bassin Loire-Bretagne. - Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe.

Batholites » (champ UNITE_BATHOLITE). Ces ensembles sont situés dans 5 segments de croûte terrestre, appelés « Domaines » (champ DOMAINE), qui ont suivi des évolutions paléogéographique et paléotectonique communes. Cet assemblage est visible dans le tableau ci-dessous.

Domaines (DOMAINE)	Unités (UNITE_BATHOLITE)	Formations (FORMATION MASSIF SERIE)	Codes carte harmonisée	
Domaine cadomien normano-breton (St Malo-Fougères)	sans nom	Massifs de Trégomar, Brée, Ernée et Louzes	329	
	sans nom	Massif d'Alençon	215	
	BATHOLITE MANCELLIEN	Massifs de Vire, Athis, Avranches, la Ferté-Macé,	308-309-310-312	
	UNITE DU MAINE	Formation de May		282
		Formation de Sainte-Suzanne		276-279-280-281-285 à 297
		Formation de Voutré		252-254 III
		Formation des Ampélites		304
		Formation des poudingues et arkoses		298-299-300-301-302-303
		Formation des schistes et calcaires		267-270 III
		Formation du Grès armoricain_MAINE		
		Formation du Pissot		257
		Formation du Pont-de-Caen		271-273-274-275
		Formations de Blandouët et de Sillé		259 et 260-263-264 III
	Formations de Pissot et de May			
	UNITE DE FOUGERES	Formations de Fougères et de Granville		313-316-319 à 325
	Formations de Fougères et Granville		315	
Domaine varisque médio-armoricain oriental (Laval)	UNITE DE LAVAL	Formation d'Andouillé	263-264 III	
		Formation de l'Huisserie	224-225-226-228-229	
		Formation de Laval	216-217	
		Formation de Saint-Germain-sur-Ille	260 III	
		Formation des Calcaires de Laval		
		Formation des Calcaires de Sablé	220	
		Formation du Grès armoricain_LAVAL	267-270 III-268	
		Formations de Gahard, Saint Cénére et Montguyon	235-236-237-238-239	
		Formations de la Lande-Murée et du Val	250-251 et 252-254 III	
	Domaine varisque de Bretagne centrale (Rennes)	UNITE DE BRETAGNE CENTRALE	Formation de la Mayenne	319-320-321 (carte 72)
UNITE DU SUD DE RENNES		Formation de Pont-Réan	316-318	
		Formation de Riadan-Renazé	305-306 / 258 (carte 72)	
		Formation de Traveusot	308-309	
		Formation du Grès armoricain_SUD_RENNES	310-311-312-313-314-315	
		Formations de la Chesnaie et de Poligné	299-301-302-303	
Domaine varisque ligéro-séan (Quimper-Angers)	UNITE DE SAINT-JULIEN DE VOUVANTES	Formation de la Pile et la Boserie		
		Formations d'Erbray, de Vern et d'Angers		
		Formations de Renac et de Bois-Neuf		
	UNITE DES LANDES DE LANVAUX	Formation de Bains-sur-Oust		265-266-267-268-269
		Formation du Grand Auvéme		270-271
		Formation du Houx		272-273
	UNITE DE SAINT MARS-LA-JAILLE	Formation de Saint-Perreux		
		UNITE DE SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE	Formation de Fégréac	
	sans nom	Formation de la Romme		
		Massifs de Bécon et de Saint-Clément		242-243-244
		Massif de Lanvaux		
	Domaine varisque nantais (Nantes-Cholet)	SILLON HOULLIER DE BASSE-LOIRE	Formation de la Minière	
		Formation de la Pierre-Carrée		
		Formation de Montjean-sur-Loire		
UNITE DU BASSIN D'ANCENIS		Formation d'Ancenis, faciès "Culm"		
		Formation de Châteaupanne		
		Formation du Tombeau-Leclerc		
UNITE DES MAUGES		Formation de Beaupréau		
		Massif de Chemillé		
		Formation de Drain		
		Formation des Mauges		
		Formation du Hâvre		
UNITE DE CHAMPTOCEAUX		Formation du Landreau		
		Formation du Cellier		
		Formation de Saint-Mars-du-Désert		
		Formation des Folies-Siffait		
UNITE DE CHOLET-THOUARS		Formation de Champtoceaux		
		Formation de Cléré-sur-Layon		
MASSIFS DU CHOLETAIS		Massif de Cholet		
		Massif de Thouars		
		Massif de Coron-Vezins		
		Massif de Moulins-les-Aubiers		
		Massifs de Saint-André et Saint-Christophe		
		Massifs de Saint-Léger et Montfaucou		
		Massifs de Trémentines et la Renaudière		
		Massifs du Pallet et du Châtillonnais		
		Formation de la Tessouale		
		UNITE DE LA TESSOUALLE	Formation de la Tessouale	
sans nom	Massif de Orvault-Mortagne-Châteaumur		132-133-134-135-136	
	Massif de Mortagne			

Illustration A8 - Domaines, Unités et Formations géologiques à 1/250 000
Départements 49 et 72

Au niveau de la délimitation des entités NV3, les Unités ou Batholites seront considérées comme les entités de base.

Les forages de la Banque du Sous-Sol (BSS) implantés sur la région Pays-de-la-Loire en zone de socle et renseignés par le débit instantané obtenu en fin de foration

(4 136 forages) ont été extraits. Ces forages ont été superposés sur les 70 formations géologiques de la carte au 1/250 000.

29 formations ont une superficie suffisante pour être renseignées par au moins 20 forages (1 801 forages sont utilisés).

A l'aide des informations des forages (profondeur et débit instantané de l'ouvrage), des statistiques simples sont établies et chaque formation est caractérisée par un indice global et un indice de productivité (débit instantané par mètre foré).

L'indice global est défini par le produit de deux paramètres :

- **pourcentage de forages ayant fourni un débit instantané au moins égal à 10 m³/h** (critère considéré comme une image des probabilités de succès),
- **débit moyen du quartile supérieur** (ou moyenne des débits des 25 % « meilleurs forages ») Ce paramètre est représentatif de la perméabilité des axes de drainage souterrain.

Cet indice est fréquemment utilisé pour déterminer l'intérêt hydrogéologique des formations de socle (cf. par exemple le rapport BRGM/RP-55001-FR).

Sur 10 formations d'extension interrégionale (régions Pays-de-la-Loire et Bretagne), les statistiques ont été approfondies grâce à 1 896 forages bretons.

Formation géologique 1:250 000	Lithologie 1:250 000	Statistiques sur la région Pays-de-la-Loire				Statistiques sur les régions Bretagne et Pays-de-la-Loire					
		Nombre de forages	% de forages > 10 m ³ /h	Débit moyen du meilleur quartile (m ³ /h)	Indice global	Q/P moyen (m ³ /h.m)	Nombre de forages	% de forages > 10 m ³ /h	Débit moyen du meilleur quartile (m ³ /h)	Indice global	Q/P moyen (m ³ /h.m)
Massifs de Vire, Athis, Avranches, la Ferté-Macé,	granodiorites	236	40.3%	38.6	15.6	0.247	394	34.5%	33.5	11.6	0.206
Formation des schistes et calcaires	schistes, grès, calcaires	36	63.9%	72.8	46.5	0.470	-	-	-	-	-
Formations de Fougères et de Granville	schistes, grès, wackes	32	12.5%	11.7	1.5	0.097	295	36.6%	25.1	9.2	0.208
Formations de Fougères et Granville	schistes tachetés, cornéennes	126	34.9%	28.3	9.9	0.168	371	44.7%	34.7	15.5	0.221
Formation de l'Huisserie	schistes, grès, wackes	24	37.5%	32.2	12.1	0.161	-	-	-	-	-
Formation de Laval	schistes, grès, charbons	25	36.8%	23.9	8.6	0.166	-	-	-	-	-
Formation de Saint-Germain-sur-Ille	grès à niveaux schisteux	14	-	-	-	-	70	22.9%	24.6	5.6	0.131
Formation des Calcaires de Laval	calcaires récifaux	21	52.4%	113.0	59.2	0.583	-	-	-	-	-
Formation des Calcaires de Sablé	calcaires bioclastiques	21	42.9%	52.7	22.6	0.340	-	-	-	-	-
Formations de Gahard, Saint-Cénéry et Montguyon	grès, schistes, calcaires	41	31.7%	31.7	10.0	0.174	-	-	-	-	-
Formations de la Lande-Murée et du Val	schistes, amphiboles, quartzites	32	9.4%	10.4	1.0	0.052	-	-	-	-	-
Formation de la Mayenne	schistes, grès, wackes	153	40.5%	35.8	14.5	0.241	932	31.4%	21.2	6.7	0.142
Formation de Travençot	schistes ardoisiers	10	-	-	-	-	81	21.0%	14.4	3.0	0.102
Formation du Grès armoricain_SUD_RENNES	grès quartzitiques	15	-	-	-	-	238	33.6%	33.0	11.1	0.210
Formation de Bains-sur-Oust	schistes, wackes, arkoses	29	24.1%	22.4	5.4	0.129	-	-	-	-	-
Formation du Grand Auvérné	schistes à bancs gréseux	19	-	-	-	-	90	17.5%	12.7	2.3	0.102
Formation de Saint-Pierreux	micaschistes, quartzites	16	-	-	-	-	40	20.0%	15.8	3.2	0.112
Formation de Fégréac	schistes, grès, tuffites	15	-	-	-	-	21	23.8%	16.4	3.9	0.105
Formation des Manges	métawackes, micaschistes	88	15.9%	13.2	2.1	0.097	-	-	-	-	-
Formation du Hâvre	micaschistes, paragneiss	64	14.1%	14.3	2.0	0.083	-	-	-	-	-
Formation du Landreau	paragneiss, orthogneiss	36	8.3%	13.2	1.1	0.096	-	-	-	-	-
Formation de Champtoceaux	orthogneiss amatectiques	51	11.8%	10.7	1.3	0.071	-	-	-	-	-
Massif de Cholet	laves et tufs rhyodacitiques	65	13.8%	12.8	1.8	0.116	-	-	-	-	-
Massif de Thouars	microgranites, granophyres	28	3.6%	4.2	0.2	0.036	-	-	-	-	-
Massif de Moulins-les-Ambiers	leucogranites	53	1.9%	9.2	0.2	0.065	-	-	-	-	-
Massifs du Fallet et du Châtillonais	gabros, diorites, tonalites	22	18.2%	10.0	1.8	0.084	-	-	-	-	-
Formation de la Tessoude	migmatites paradrivées	187	6.4%	12.7	0.5	0.103	-	-	-	-	-
Massif de Orvault-Mortagne-Châteaumur	leucogranites	305	6.2%	9.6	0.6	0.063	-	-	-	-	-
Massif de Mortagne	monzogranites	37	5.4%	18.3	1.0	0.111	-	-	-	-	-

Illustration A8 - Résultats de l'approche statistique

La nature aquifère (ou pas) des formations a été déterminée en fonction de l'indice global. Le tableau ci-dessous précise les gammes retenues.

	Classes	Indice global	Nature entité
	1	≥ 10	Unité aquifère
	2	7.5 à 10	Unité aquifère
	3	5 à 7.5	Unité semi-perméable
	4	2.5 à 5	Unité semi-perméable
	5	< 2.5	Unité imperméable

Illustration A9 - Indice global et nature des entités

Les résultats des formations renseignées par les forages (en bleu dans le tableau des Domaines, Unités et Formations, illustration A10) montrent que :

- le comportement aquifère semble homogène au sein de 5 Unités (Unités de Fougères, des Mauges, de Cholet-Thouars, et Massifs du Choletais et d'Orvault-Mortagne).
- sur 3 Unités (de Laval, du Sud de Rennes et des Landes de Lanvaux), les différences de comportement amènent à utiliser les formations géologiques comme entités NV3.
- 4 Unités sont renseignées par une seule formation
- Pour les 9 Unités restantes, la nature aquifère (ou pas) est estimée soit à partir de la seule formation renseignant l'Unité (souvent la plus importante en superficie) soit par ressemblance lithologique avec une Unité voisine.

A l'issue de cette étape, **34 entités géologiques à 1/250 000 (18 Unités/Batholites et 16 formations) sont caractérisées par leur nature aquifère (ou pas).**

Les résultats obtenus ont été comparés avec plusieurs études bibliographiques (Rapport BRGM 71 SGN 134 BPL, note BRGM SGR/PAL 83-20, Rapport BRGM R39643, Rapport final BRGM/RP-53676-FR et notices des cartes géologiques à 1/50 000).

4.3. Création des entités géologiques à 1/50 000

Le traitement s'appuie jusqu'ici sur des contours géologiques au 1/250 000. En effet, seule cette carte synthétique permet d'avoir des formations géologiques interrégionales au format vecteur et de faire des sélections de forage sous SIG.

Or, les entités hydrogéologiques de niveau NV3 devant être réalisées au 1/50 000, **une correspondance entre les cartes géologiques (harmonisées au 1/50 000 et synthétique au 1/250 000) a dû être établie.**

Dans la carte harmonisée du 49, le champ LITHOTEC permet de rassembler les contours en Unités ou Batholites. Ce champ n'existe pas sur la carte harmonisée du 72, il faut donc rechercher un par un les codes associés à chaque Unité ou Batholite.

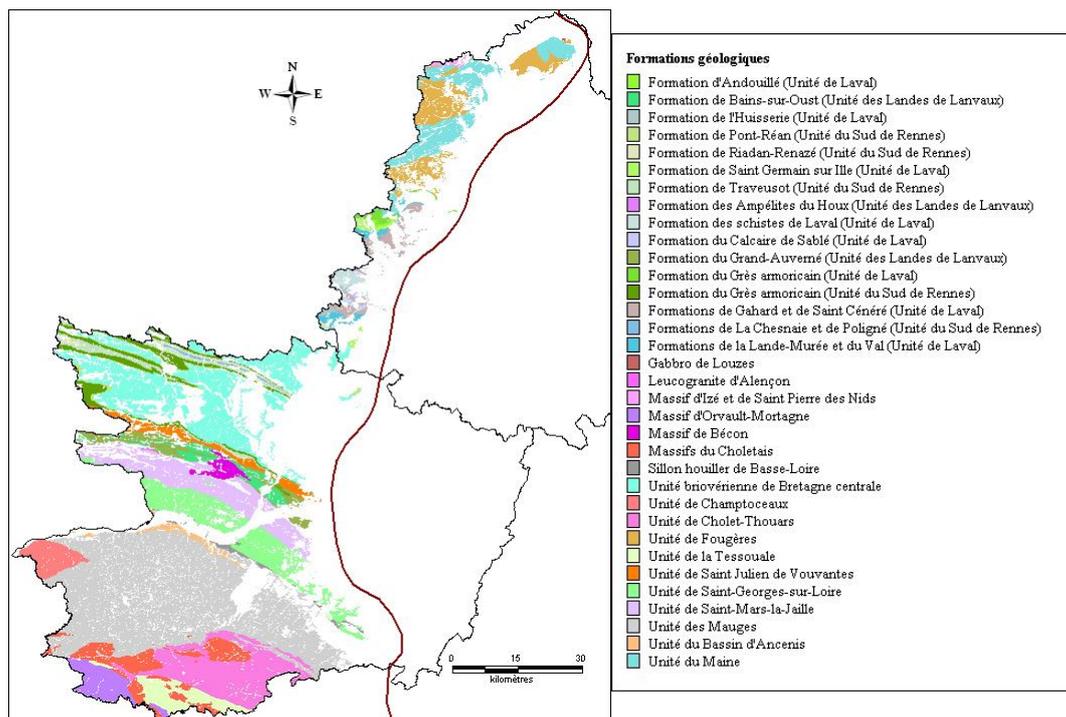
Les formations des Unités de Laval, du Sud de Rennes et des Landes de Lanvaux, sont détaillées en recherchant leurs codes (champ CODE). Les filons et les altérites sont rattachés à chaque entité dans laquelle ils se trouvent.

Pour finir, les entités des 2 départements ont été assemblées.

De ce traitement résultent 34 entités géologiques à 1/50 000 (illustration A11).

Référentiel Hydrogéologique Français–BDLISA- Bassin Loire-Bretagne. - Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe.

Formation géologique 1:250 000	Lithologie 1:250 000	Statistiques sur la région Pays-de-la-Loire					Statistiques sur les régions Bretagne et Pays-de-la-Loire				
		Nombre de forages	% de forages > 10 m3/h	Débit moyen du meilleur quartile (m3/h)	Indice global	Q/P moyen (m3/h/m)	Nombre de forages	% de forages > 10 m3/h	Débit moyen du meilleur quartile (m3/h)	Indice global	Q/P moyen (m3/h/m)
Massifs de Vire, Athis, Avranches, la Ferté-Macé,	granodiorites	236	40.3%	38.6	15.6	0.247	394	34.5%	33.5	11.6	0.206
Formation des schistes et calcaires	schistes, grès, calcaires	36	63.9%	72.8	46.5	0.470	-	-	-	-	-
Formations de Fongères et de Granville	schistes, grès, wackes	32	12.5%	11.7	1.5	0.097	295	36.6%	25.1	9.2	0.208
Formations de Fongères et Granville	schistes tachetés, conglomères	126	34.9%	28.3	9.9	0.168	371	44.7%	34.7	15.5	0.221
Formation de l'Huisserie	schistes, grès, wackes	24	37.5%	32.2	12.1	0.161	-	-	-	-	-
Formation de Laval	schistes, grès, charbons	25	36.0%	23.9	8.6	0.166	-	-	-	-	-
Formation de Saint-Germain-sur-Ille	grès à niveaux schisteux	14	-	-	-	-	70	22.9%	24.6	5.6	0.131
Formation des Calcaires de Laval	calcaires récifaux	21	52.4%	113.0	59.2	0.583	-	-	-	-	-
Formation des Calcaires de Sablé	calcaires biohermiques	21	42.9%	52.7	22.6	0.340	-	-	-	-	-
Formations de Gallard, Saint-Génére et Monguignon	grès, schistes, calcaires	41	31.7%	31.7	10.0	0.174	-	-	-	-	-
Formations de la Lande-Murée et du Val	schistes, amphibolites, quartzites	32	9.4%	10.4	1.0	0.052	-	-	-	-	-
Formation de la Mayenne	schistes, grès, wackes	153	40.5%	35.8	14.5	0.241	932	31.4%	21.2	6.7	0.142
Formation de Travençot	schistes ardoisiers	10	-	-	-	-	81	21.0%	14.4	3.0	0.102
Formation du Grès armoricain_SUD_RENNES	grès quartzitiques	15	-	-	-	-	238	33.6%	33.0	11.1	0.210
Formation de Bains-sur-Orne	schistes, wackes, arkoses	29	24.1%	22.4	5.4	0.129	-	-	-	-	-
Formation du Grand-Abré	schistes à bancs gréseux	19	-	-	-	-	90	17.8%	12.7	2.3	0.102
Formation de Saint-Pierre	micaschistes, quartzites	16	-	-	-	-	40	20.0%	15.8	3.2	0.112
Formation de Figréac	schistes, grès, tuffes	15	-	-	-	-	21	23.8%	16.4	3.9	0.105
Formation des Manges	métawackes, micaschistes	88	15.9%	13.2	2.1	0.097	-	-	-	-	-
Formation du Hâvre	micaschistes, paragneiss	64	14.1%	14.3	2.0	0.083	-	-	-	-	-
Formation du Landreau	paragneiss, orthogneiss	36	8.3%	13.2	1.1	0.096	-	-	-	-	-
Formation de Champtocéaux	orthogneiss anatectiques	51	11.8%	10.7	1.3	0.071	-	-	-	-	-
Massif de Cholet	laves et tufs rhyodacitiques	65	13.8%	12.8	1.5	0.116	-	-	-	-	-
Massif de Thouars	microgranites, granophyres	28	3.6%	4.2	0.2	0.036	-	-	-	-	-
Massif de Monthléz-Authiers	leucogranites	53	1.9%	9.2	0.2	0.065	-	-	-	-	-
Massifs du Pallet et du Châtillonais	gabros, diorites, tonalites	22	18.2%	10.0	1.5	0.084	-	-	-	-	-
Formation de la Tessonaie	minéralites paradiabases	187	6.4%	12.7	0.5	0.103	-	-	-	-	-
Massif de Orvault-Mortagne-Châteaumur	leucogranites	305	6.2%	9.6	0.6	0.063	-	-	-	-	-
Massif de Mortagne	monzogranites	37	5.4%	18.3	1.0	0.111	-	-	-	-	-



4.4. Entités NV3 finalisées

Pour cette étape, les 34 entités géologiques à 1/50 000 et les 12 bassins versants issus des entités NV2 (bassins dans les départements 49 et 72) ont été utilisés.

Toutes les entités géologiques précédemment définies ont été sélectionnées et découpées selon les limites des bassins établies au niveau NV2. 91 entités NV3 délimitant une formation géologique présente sur un bassin versant ont été obtenues (exemple : K5B1 La Vaudelle et l'Orthe sur Unité de Fougères).

Les éventuelles cohérences avec le découpage BD RHF V1 ont été regardées.

Les entités ont ensuite été codifiées (notamment le champ "nature de l'entité" : unité perméable, semi-perméable ou imperméable) et le tableau multi-échelles renseigné.

De ce traitement résultent 91 entités NV3 de socle (illustrations A12 et A13).

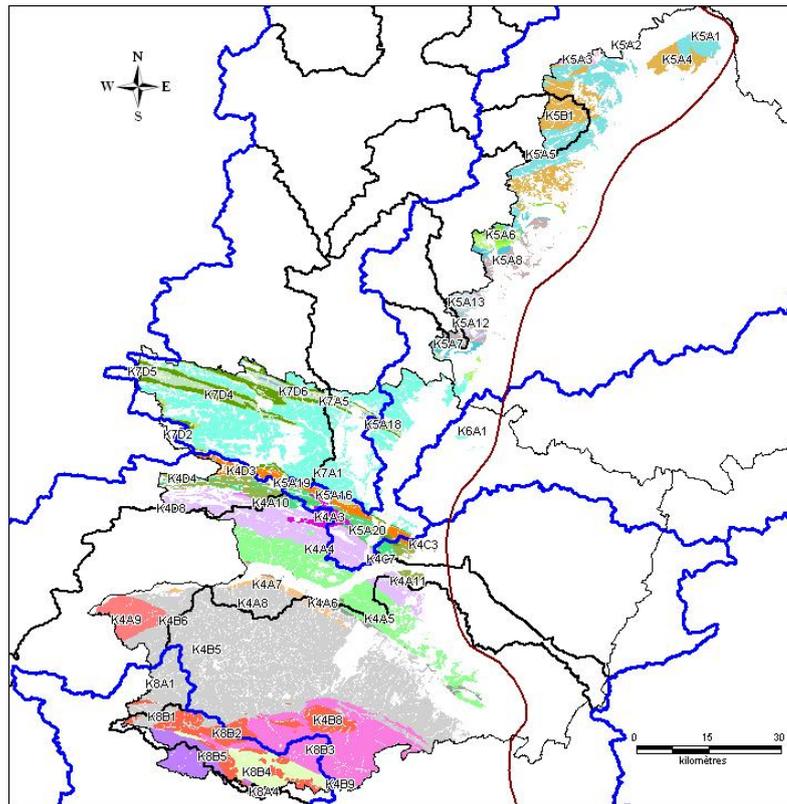


Illustration A12 - Entités de Socle de niveau NV3, départements 49 et 72

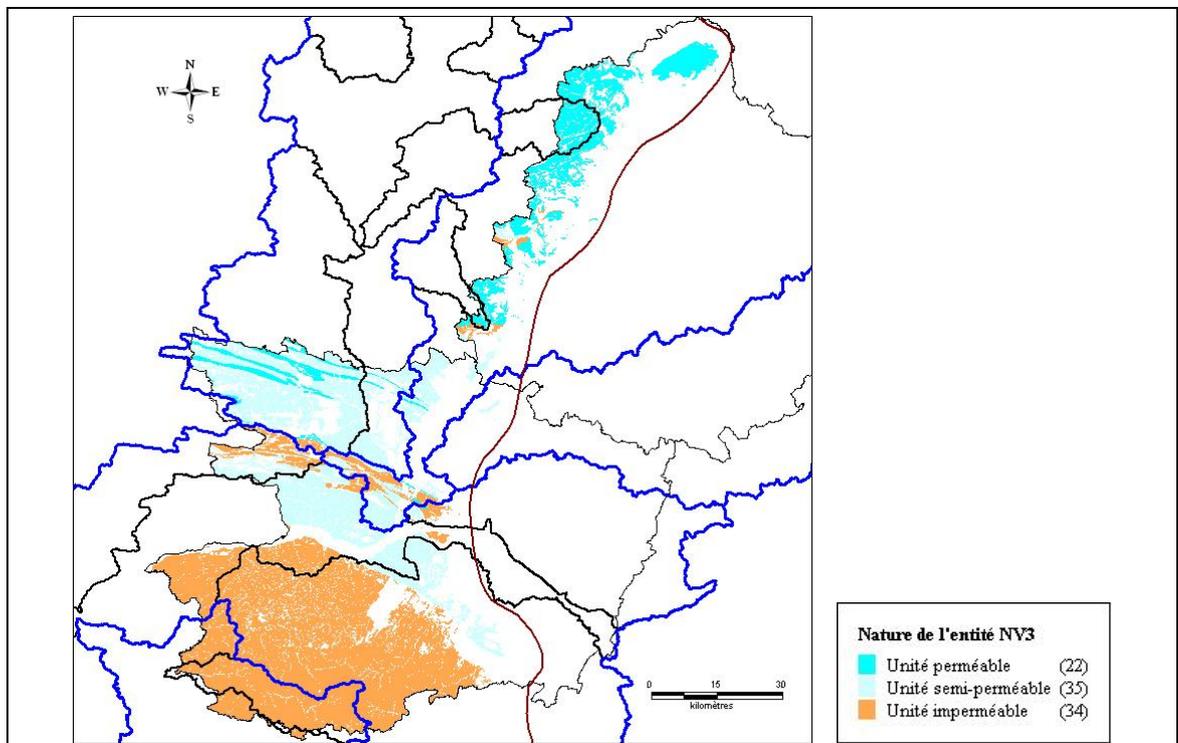


Illustration A13 - Cartographie de la nature des entités de Socle de niveau NV3, départements 49 et 72.

Références bibliographiques

S. CHEVREL et O. LIMASSET - 1983 - L'EAU DANS LE SOCLE DU MAINE-ET-LOIRE. Examen des résultats d'une centaine de forages récoltés au titre du Code minier en 1983. Note BRGM SGR/PAL 83-20

G. DUERMAEL – 1997 – Ressources en eau profonde de qualité et dénitrification naturelle en Mayenne – Rapport BRGM R39643

LIMASSET O. et TALBO H. (1971) - Ressources en eaux souterraines dans le Maine-et-Loire. Synthèse documentaire. Rapp. BRGM 71 SGN 134 BPL

MOUGIN B., collaboration : CARN A., JEGOU J-P. et QUEMENER G. (2006) - SILURES Bretagne - Rapport d'avancement de l'année 4 - BRGM/RP-55001-FR - 61 p., 23 ill., 5 ann.

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

WYNS R., QUESNEL F., LACQUEMENT F., BOURGINE B., MATHIEU F., LEBERT F., BALTASSAT J.M., BITRI A., MATHON D. (2005) – Contrat de Plan État-Région Pays de la Loire - Projet de Recherche - Cartographie quantitative des propriétés du sol et du sous-sol. Rapport final BRGM/RP-53676-FR

Annexe 2

Lexique de caractérisation des entités et des limites

. Caractérisation des entités

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

- **l'ordre d'apparition absolu** de l'entité, qui est l'ordre du tableau multi-échelles ;
- **le thème d'appartenance de l'entité**, parmi 5 possibilités (cf. tableau) ;
- **la nature** de l'entité, parmi 7 possibilités (cf. tableau ci-dessous) ;
- **le type de milieu caractérisant l'entité**: poreux, fissuré, karstique, double porosité ;
- **l'état hydrodynamique de la nappe** contenue dans le réservoir: libre, captive, libre et captive, alternativement libre et captive.

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

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

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

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

Annexe 3 - Tableau multi-échelles du bassin Loire Bretagne

Référentiel Hydrogéologique Français- BDLISA- Bassin Loire-Bretagne. - Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe.

Niveau localisation		Niveau régional										Niveau national	
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	RHF_NATURE
101AA01	Sables dunaires en Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)	100	3	2	5	1	2	101AA	Dépôts holocènes en Pays de la Loire et en Poitou-Charentes	4	101	Grand domaine hydrogéologique des formations sableuses du littoral en Artois Picardie et dépôts holocènes du Quaternaire en Loire-Atlantique et Vendée	2
101AA03	Vases Handriennes de Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)	150	3	X	6	1	2	101AA	Dépôts holocènes en Pays de la Loire et en Poitou-Charentes	4	101	Grand domaine hydrogéologique des formations sableuses du littoral en Artois Picardie et dépôts holocènes du Quaternaire en Loire-Atlantique et Vendée	2
101AA13	Vases Handriennes en Charente-Maritime et (bassin Loire-Bretagne)	250	3	X	6	1	2	101AA	Dépôts holocènes en Pays de la Loire et en Poitou-Charentes	4	101	Grand domaine hydrogéologique des formations sableuses du littoral en Artois Picardie et dépôts holocènes du Quaternaire en Loire-Atlantique et Vendée	2
104AB01	Sables du Pliocène en Bretagne et Pays-de-la-Loire (bassin Loire-Bretagne)	1500	3	2	5	1	2	104AB	Sables du Pliocène en Bretagne et Pays-de-la-Loire	3	104	Grand domaine hydrogéologique du Mou-Pliocène du Bassin Parisien	2
104AC01	Faluns de Touraine et de l'Alsace du Miocène inférieur (bassin Loire-Bretagne)	2000	3	2	5	1	2	104AC	Faluns du Miocène en région Centre, Pays de la Loire et Bretagne	4	104	Grand domaine hydrogéologique du Mou-Pliocène du Bassin Parisien	2
104AC03	Formations du Miocène (facès laguno-marins) du Maine-et-Loire (bassin Loire-Bretagne)	2050	3	X	6	1	2	104AC	Faluns du Miocène en région Centre, Pays de la Loire et Bretagne	4	104	Grand domaine hydrogéologique du Mou-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 Miocène en région Centre, Pays de la Loire et Bretagne	4	104	Grand domaine hydrogéologique du Mou-Pliocène du Bassin Parisien	2
139AF03	Marnes de Bourg (le Ro) du Bathonien supérieur dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne)	3320	3	X	6	1	2	139AF	Calcaires du Bathonien-Gallovien 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 molleux à siles, du Bathonien-Bathonien dans le Maine-et-Loire (bassin Loire-Bretagne)	33840	3	3	5	2	2	139AF	Calcaires du Bathonien-Gallovien inférieur (Dogger) dans le Maine-et-Loire et la Sarthe	3	139	Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien	12
139AP12	Arkoses d'Alençon, Sables et Grès de Tessé de l'Alaërien (bassin Loire-Bretagne)	37100	3	3	5	1	2	139AP	Calcaires de l'Alaërien-Bajocien du Bassin Parisien	3	139	Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien	12
139AP14	Calcaires graveleux de la Champagne, de Contlé de l'Alaërien moyen au Bathonien (bassin Loire-Bretagne)	37510	3	3	5	3	2	139AP	Calcaires de l'Alaërien-Bajocien du Bassin Parisien	3	139	Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien	12
139AP99	Calcaires de l'Alaërien-Bajocien du Bassin Parisien	37500	3	3	5	4	2	139AP	Calcaires de l'Alaërien-Bajocien du Bassin Parisien	3	139	Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien	12
141AB03	Marnes et Argiles du Tortonien (Lias sup.) dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne)	38900	3	X	7	1	2	141AB	Marnes du Tortonien (Lias sup.) du Bassin Parisien	4	141	Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien	2
141AB99	Marnes du Tortonien (Lias sup.) du Bassin Parisien	38900	3	X	7	1	2	141AB	Marnes du Tortonien (Lias sup.) du Bassin Parisien	4	141	Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien	2
141AC01	Grès mésoalpin du Domerien, 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
141AB04	Calcaires, grès, calcaires argileux et argiles de l'Hettangien-Sinemurien (Lias inf.) au contact du massif armoricain	41120	3	3	5	4	2	141AB	Calcaires, Grès, Calcaires argileux et Argiles de l'Hettangien-Sinemurien (Lias inf.) au contact du Bassin Parisien	4	141	Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien	2
141AB01	Calcaires et Dolomites et Calcaires à Collobes de l'Hettangien au Pliensbachien dans le bassin de la Loire (de la Vienne à l'Authon) (bassin Loire-Bretagne)	41300	3	3	5	2	2	141AB	Calcaires, Dolomites et Calcaires à Collobes de l'Hettangien au Pliensbachien (Infra-tortonien) dans les bassins de la Gartempse, de la Vienne et de la Dive (bassin Loire-Bretagne)	3	141	Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien	2
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
163AA02	Granites ou roches apparentées du Massif Armoricain dans le bassin versant de l'Orne de sa source à l'em bouchure en Normandie	50000	3	2	5	4	3	163AA	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de l'Orne de sa source à l'em bouchure en Normandie	4	163	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de l'Orne de sa source à l'em bouchure ainsi que ses bassins côtiers	2
171AC02	Granites ou roches apparentées du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sélune de sa source à l'em bouchure en Normandie	50000	3	2	5	4	3	171AC	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sélune de sa source à l'em bouchure en Normandie	4	171	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sée et la Sélune de leurs sources à leurs embouchures	2
171AC03	Roches métamorphiques du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sélune de sa source à l'em bouchure en Normandie	50000	3	2	5	4	3	171AC	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sélune de sa source à l'em bouchure en Normandie	4	171	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sée et la Sélune de leurs sources à leurs embouchures	2
173AA01	Socle plutonique et sédimentaire dans le bassin versant du Couesnon de sa source à la mer	50000	3	2	5	2	3	173AA	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant du Couesnon de sa source à la mer	4	173	Socle du Massif Armoricain dans les bassins versants côtiers du Couesnon (inclus) à la France (inclus)	2
174AA01	Socle métamorphique dans les bassins versants de la Vilaine, la Saïche et le Don de leurs sources à la mer	50000	3	2	5	2	3	174AA	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Vilaine de sa source à la mer et côtiers de la Vilaine à la Loire (inclus)	4	174	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Vilaine de sa source à la mer et côtiers de la Vilaine à la Loire (inclus)	2
174AA04	Socle sédimentaire ancien dans le bassin versant du Semnon et ses affluents	50000	3	2	6	2	3	174AA	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Vilaine de sa source à la mer et côtiers de la Vilaine à la Loire (inclus)	4	174	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Vilaine de sa source à la mer et côtiers de la Vilaine à la Loire (inclus)	2
174AA05	Socle sédimentaire ancien dans le bassin versant de la Chère et ses affluents	50000	3	2	6	2	3	174AA	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Vilaine de sa source à la mer et côtiers de la Vilaine à la Loire (inclus)	4	174	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Vilaine de sa source à la mer et côtiers de la Vilaine à la Loire (inclus)	2
174AA06	Socle métamorphique dans le bassin versant de l'Isac de sa source à la Vilaine (non inclus)	50000	3	2	6	2	3	174AA	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Vilaine de sa source à la mer et côtiers de la Vilaine à la Loire (inclus)	4	174	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Vilaine de sa source à la mer et côtiers de la Vilaine à la Loire (inclus)	2
174AA07	Socle métamorphique dans le bassin versant des côtes de la Vilaine (non inclus)	50000	3	2	6	2	3	174AA	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Vilaine de sa source à la mer et côtiers de la Vilaine à la Loire (inclus)	4	174	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Vilaine de sa source à la mer et côtiers de la Vilaine à la Loire (inclus)	2
175AA01	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (non inclus) à la mer (bassin versant aval du contact Socle métamorphique - sédimentaire)	50000	3	2	6	2	3	175AA	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la mer (bassin versant aval du contact socle-sédimentaire)	4	175	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la mer (bassin versant aval du contact socle-sédimentaire)	2
175AC01	Socle métamorphique dans les bassins versants l'Eure et ses affluents et du Layon de sa source à la Loire (non inclus)	50000	3	2	6	2	3	175AC	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de l'Eure et ses affluents et du Layon de sa source à la Loire (inclus)	4	175	Socle du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la mer (bassin versant aval du contact socle-sédimentaire)	2

Référentiel Hydrogéologique Français–BDLISA- Bassin Loire-Bretagne. - Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe.

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	N1_RHF_NATURE
175AC4	Solde métamorphique dans le bassin versant de l'Aubance et ses affluents (bassin versant en amont du contact.Solde métamorphique -sédimentaire)	50001	3	2	6	2	3	175AC	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de L'Evre et ses affluents et le Layon de sa source à la Loire (exclus)	4	175	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (exclus) à la mer (bassin versant en aval du contact.	2
175AC6	Solde métamorphique dans le bassin versant de l'Evre et ses affluents	50002	3	2	6	2	3	175AC	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de L'Evre et ses affluents et le Layon de sa source à la Loire (exclus)	4	175	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (exclus) à la mer (bassin versant en aval du contact.	2
175AE01	Solde sédimentaire ancien dans le bassin versant de l'Aubion du Changeon (Inclus à la Loire (non inclus) (bassin versant en aval du contact Solde sédimentaire ancien-sédimentaire)	50000	3	2	6	2	3	175AE	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Mayenne et la Sarthe de la Vieille Maine (Inclus) à la Maine et la Maine jusqu'à la Loire (exclus) associé au bassin de l'Aubion (Inclus) à la Maine (exclus) (aval du contact solde-sédimentaire)	4	175	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (exclus) à la mer (bassin versant en aval du contact.	2
175AE03	Solde métamorphique dans les bassins versants de la Mayenne et de la Sarthe de la Vieille Maine (Inclus) à la Maine et de la Maine jusqu'à la Loire (non inclus)	50000	3	2	6	2	3	175AE	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Mayenne et la Sarthe de la Vieille Maine (Inclus) à la Maine et la Maine jusqu'à la Loire (exclus) associé au bassin de l'Aubion (Inclus) à la Maine (exclus) (aval du contact solde-sédimentaire)	4	175	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (exclus) à la mer (bassin versant en aval du contact.	2
175AE01	Solde métamorphique dans le bassin versant l'Erdre et ses affluents	50000	3	2	6	2	3	175AG	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de L'Erdre et ses affluents	4	175	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (exclus) à la mer (bassin versant en aval du contact.	2
175AE01	Solde métamorphique dans les bassins versants de la Boulogne de sa source au lac de Grand-Lieu (Inclus), l'Acheneau de sa source à la Loire (non inclus), l'Ognon	50000	3	2	7	2	3	175AI	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Boulogne de sa source au lac de Grand-Lieu (Inclus), l'Acheneau de sa source à la Loire (exclus), l'Ognon	4	175	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (exclus) à la mer (bassin versant en aval du contact.	2
175AK01	Solde métamorphique dans le bassin versant du Brivet et ses affluents	50000	3	2	6	2	3	175AK	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de Le Brivet et ses affluents	4	175	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (exclus) à la mer (bassin versant en aval du contact.	2
177AA01	Solde plutonique et sédimentaire dans le bassin versant amont de la Sarthe de la Vegre (non inclus) à la Vouronne (Inclus) et de l'uisre (non inclus) à la Vegre (Inclus) (au contact du sédimentaire)	50000	3	2	5	2	3	177AA	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Sarthe de sa source au Lor (exclus) au contact du sédimentaire associés aux affleurements disjointes dans le sédimentaire proche	4	177	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (exclus) à la mer (bassin versant en aval du contact solde-sédimentaire)B	2
179AA01	Solde plutonique dans les bassins versants de la Mayenne de sa source à la Vieille Maine (non inclus), l'Ernée, l'Axon	50000	3	2	5	2	3	179AA	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Sarthe de sa source au Lor (exclus) au contact du sédimentaire associés aux affleurements disjointes dans le sédimentaire proche	4	177	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (exclus) à la mer (bassin versant en aval du contact solde-sédimentaire)B	2
179AA03	Solde plutonique dans le bassin versant de la Jouanne et ses affluents	50000	3	2	5	2	3	179AA	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Mayenne de sa source à la Vieille Maine (exclus)	4	179	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Mayenne de sa source à la Vieille Maine (exclus)	2
179AA05	Solde plutonique dans le bassin versant de la Mayenne de sa source à la Varenne	50000	3	2	5	2	3	179AA	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Mayenne de sa source à la Vieille Maine (exclus)	4	179	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Mayenne de sa source à la Vieille Maine (exclus)	2
179AC01	Solde plutonique dans le bassin versant de la Varenne et ses affluents	50000	3	2	5	2	3	179AC	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Varenne et ses affluents, la Colmont	4	179	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Mayenne de sa source à la Vieille Maine (exclus)	2
179AC02	Solde plutonique dans le bassin versant de la Colmont et ses affluents	50000	3	2	5	2	3	179AC	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Varenne et ses affluents, la Colmont	4	179	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Mayenne de sa source à la Vieille Maine (exclus)	2
179AE01	Solde sédimentaire ancien dans le bassin versant du Vicoin et ses affluents	50000	3	2	5	2	3	179AE	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de l'Oudon de sa source à la Mayenne (exclus), le Vicoin, la Verzee, l'Argos	4	179	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Mayenne de sa source à la Vieille Maine (exclus)	2
179AE02	Solde plutonique dans les bassins versants de l'Oudon de sa source à la Mayenne (non inclus), de la Verzee, l'Argos	50000	3	2	5	2	3	179AE	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de l'Oudon de sa source à la Mayenne (exclus), le Vicoin, la Verzee, l'Argos	4	179	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Mayenne de sa source à la Vieille Maine (exclus)	2
113AC09	Calcaires lacustres de Touraine et d'Anjou de l'Éocène supérieur (bassin Loire-Bretagne)	8120	3	2	5	2	2	113AC	Calcaires de l'Éocène-Oligocène inf., majoritairement lacustres, du Bassin Parisien	3	113	Grand système multicoûche de l'Éocène du Bassin Parisien	12
113AC15	Calcaires du Rupélien supérieur en Bretagne	7590	3	2	5	3	2	113AC	Calcaires de l'Éocène-Oligocène inf., majoritairement lacustres, du Bassin Parisien	3	113	Grand système multicoûche de l'Éocène du Bassin Parisien	12
113AD01	Grès du Bartonien dans le Maine et Loire (bassin Loire-Bretagne)	8590	3	2	5	1	2	113AD	Grès du Bartonien dans le Maine et Loire (bassin Loire-Bretagne)	3	113	Grand système multicoûche de l'Éocène du Bassin Parisien	12
113AF01	Calcaires sableux du Lutétien supérieur de Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)	12000	3	2	5	1	2	113AF	Calcaires sableux, sables et argiles sabuleuses de l'Éocène inférieur dans le bassin Loire-Bretagne	4	113	Grand système multicoûche de l'Éocène du Bassin Parisien	12
113AF03	Argiles sabuleuses du Lutétien en Bretagne et Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)	12100	3	X	6	1	2	113AF	Calcaires sableux, sables et argiles sabuleuses de l'Éocène inférieur dans le bassin Loire-Bretagne	4	113	Grand système multicoûche de l'Éocène du Bassin Parisien	12
113AF05	Sables de l'orésien en Ile et Vilaine, Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)	12300	3	2	6	1	2	113AF	Calcaires sableux, sables et argiles sabuleuses de l'Éocène inférieur dans le bassin Loire-Bretagne	4	113	Grand système multicoûche de l'Éocène du Bassin Parisien	12
113A01	Argiles sabuleuses du Bartonien-Rupélien en Bretagne et Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)	7020	3	X	7	1	2	113AI	Argiles sabuleuses du Bartonien (Éocène sup.) et du Rupélien (Oligocène inf.) dans le bassin Loire-Bretagne	4	113	Grand système multicoûche de l'Éocène du Bassin Parisien	12
119AE01	Formations détritiques continentales, sables, argiles à silex post-Camparien dans le bassin Loire-Bretagne	16810	3	X	7	1	2	119AE	Formations détritiques continentales, Sables et Argiles à silex post-Camparien du Bassin Parisien	4	119	Grand système multicoûche du Paléocène du Bassin Parisien	12
121AA01	Crâle du Séno-Turonien, bassin de la Maine (bassin Loire-Bretagne)	18000	3	3	5	4	2	121AA	Crâle du Séno-Turonien, bassin de la Maine	3	121	Grand système multicoûche 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	Crâle du Séno-Turonien, bassin de la Maine	3	121	Grand système multicoûche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien	12
121AA07	Crâle mi-lacé et tuffeau du Turonien moyen à inférieur, bassin de la Maine (bassin Loire-Bretagne)	18030	3	3	5	4	2	121AA	Crâle du Séno-Turonien, bassin de la Maine	3	121	Grand système multicoûche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien	12

Référentiel Hydrogéologique Français- BDLISA- Bassin Loire-Bretagne. - Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe.

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	N_RHF_NATURE
121AA11	Sables et faluns du Turonien supérieur au Sénonien, bassin de la Maine (bassin Loire-Bretagne)	18040	3	3	5	4	2	121AA	Grès 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	19000	3	2	5	8	2	121AA	Grès du Séno-Turonien, bassin de 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'Ailler au Cher (bassin Loire-Bretagne)	18080	3	3	5	4	2	121AB	Grès 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'Aillon à la Maine (bassin Loire-Bretagne)	18100	3	3	5	4	2	121AB	Grès 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'Aillon à la Maine (bassin Loire-Bretagne)	18120	3	3	5	4	2	121AB	Grès 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	Grès 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
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	Grès 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	Marnes à Ostracées du Cénozoïque du Cénozoïque du Cénozoïque de Loire-Atlantique et Vendée (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'Aillon (bassin Loire-Bretagne)	18160	3	3	5	4	2	121AD	Marnes à Ostracées du Cénozoïque du Cénozoïque du Cénozoïque de Loire-Atlantique et Vendée (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	Grès 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	Grès 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
121AE01	Sables du Sénonien en Vendée (bassin Loire-Bretagne)	17000	3	3	5	1	2	121AE	Sables du Séno-Turonien et argiles sableuses du Cénozoïque du Cénozoïque de Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)	3	121	Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien	12
121AF03	Argiles sableuses du Cénozoïque du Cénozoïque de Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)	17500	3	X	6	1	2	121AF	Sables du Séno-Turonien et argiles sableuses du Cénozoïque du Cénozoïque de Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)	3	121	Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien	12
123AA01	Marnes à Ostracées et Acinocoma de plenus du Cénozoïque supérieur en Région Centre (bassin Loire-Bretagne)	20110	3	X	7	1	2	123AA	Marnes à Ostracées du Cénozoïque du Cénozoïque du Cénozoïque de Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)	4	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AA03	Marnes à Ostracées du Cénozoïque supérieur dans les bassins de la Loire de la Vienne à l'Aillon et de la Vienne (de la Creuse à la Loire) (bassin Loire-Bretagne)	2020	3	X	7	1	2	123AA	Marnes à Ostracées du Cénozoïque du Cénozoïque du Cénozoïque de Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)	4	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AA05	Marnes à Ostracées du Cénozoïque supérieur en Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)	2030	3	X	7	1	2	123AA	Marnes à Ostracées du Cénozoïque du Cénozoïque du Cénozoïque de Loire-Atlantique et Vendée (bassin Loire-Bretagne)	4	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AB01	Sable du Perche du Cénozoïque supérieur, bassin de la Sarthe de sa source au Loir (bassin Loire-Bretagne)	23000	3	3	5	2	2	123AB	Sables du Cénozoïque ancien dans le bassin de la Sarthe	3	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AB03	Marnes de Bouffry et de Nogent le Bernard du Cénozoïque moyen à supérieur, bassin de la Sarthe de sa source au Loir (bassin Loire-Bretagne)	23010	3	X	7	2	2	123AB	Sables du Cénozoïque ancien dans le bassin de la Sarthe	3	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AB05	Sables et Grès, Sables et Marnes glauconieuses du Cénozoïque inférieur à moyen, bassin de la Sarthe de sa source au Loir (bassin Loire-Bretagne)	23020	3	3	5	2	2	123AB	Sables du Cénozoïque ancien dans le bassin de la Sarthe	3	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AC01	Sables du Cénozoïque ancien du Bassin Parisien	23030	3	3	5	2	2	123AC	Sables du Cénozoïque ancien dans le bassin de la Sarthe	3	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AC03	Marnes de Bouffry et de Nogent le Bernard du Cénozoïque moyen à supérieur, bassin de la Sarthe de sa source au Loir (bassin Loire-Bretagne)	23040	3	X	7	2	2	123AC	Sables du Cénozoïque ancien du Bassin Parisien	3	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AC05	Sables et grès, sables et marnes glauconieuses du Cénozoïque inf. à moyen du sud du Bassin Parisien	23050	3	3	5	1	2	123AC	Sables du Cénozoïque ancien du Bassin Parisien	3	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AD07	Craie de Théligny du Cénozoïque moyen, bassin du Loir et de ses affluents (bassin Loire-Bretagne)	23060	3	3	5	2	2	123AC	Sables du Cénozoïque ancien du Bassin Parisien	3	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AE05	Marnes et Grès, Sables et Marnes glauconieuses du Cénozoïque inférieur à moyen, bassins du Cher, de l'Indre et de la Loire de l'Aillon à la Maine (bassin Loire-Bretagne)	23080	3	3	5	2	2	123AE	Sables du Cénozoïque ancien dans les bassins de l'Indre et du Cher (bassin Loire-Bretagne)	3	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AG05	Sables et Grès, Sables et Marnes glauconieuses du Cénozoïque inférieur à moyen, bassins de la Creuse et de la Vienne (bassin Loire-Bretagne)	23090	3	3	5	2	2	123AG	Sables du Cénozoïque ancien du bassin de la Vienne (bassin Loire-Bretagne)	3	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123AH03	Sables de Bousse et Sables et Grès à Catopogus du Cénozoïque supérieur en Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)	23100	3	3	5	1	2	123AH	Sables du Cénozoïque ancien en Pays de la Loire (bassin Loire-Bretagne)	3	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
123BA01	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénozoïque ancien, bassin de la Maine (bassin Seine-Normandie)	23500	3	2	5	5	2	123BA	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénozoïque ancien, bassin de la Maine (bassin Seine-Normandie)	0	123	Grand système multicouche du Cénozoïque à l'Abien supérieur du Bassin Parisien	12
125FA01	Argiles du Gault, marnes et grès du Cénozoïque inférieur à moyen et de l'Abien supérieur du Bassin Parisien	24900	3	X	7	1	2	125FA	Argiles du Gault, marnes et grès du Cénozoïque inférieur à moyen et de l'Abien supérieur du Bassin Parisien	4	125	Grand domaine hydrogéologique des Argiles, Marnes et Grès du Cénozoïque inf. et de l'Abien sup. du Bassin Parisien	12

Référentiel Hydrogéologique Français– BDLISA- Bassin Loire-Bretagne. - Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe.

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	RHF_NATURE	M1_RHF_NATURE
135AA51	Calcaires de l'Orfordien supérieur et du Kimmeridgien inférieur du Bassin Parisien, calcaires coquilleux à pétrifiés, Calcaires à Actéates, Oolithe de Lamotte, Calcaires sublithographiques et Anglès à Ostrea	31100	3	3	5	4	2	135AA	Calcaires de l'Orfordien supérieur au Kimmeridgien du Bassin Parisien	3	135	Grand système aquifère du Kimmeridgien à l'Orfordien sup. du Bassin Parisien	3	1
135AA57	Marnes et calcaires crayeux de l'Orfordien et du Kimmeridgien inférieur du Bassin Parisien	31800	3	3	6	4	2	135AA	Calcaires de l'Orfordien supérieur au Kimmeridgien du Bassin Parisien	3	135	Grand système aquifère du Kimmeridgien à l'Orfordien sup. du Bassin Parisien	3	1
135AA61	Calcaire corallien de l'Orfordien moyen à supérieur du Bassin Parisien	31900	3	3	5	4	2	135AA	Calcaires de l'Orfordien supérieur au Kimmeridgien du Bassin Parisien	3	135	Grand système aquifère du Kimmeridgien à l'Orfordien sup. du Bassin Parisien	3	1
135AA65	Roussier de Gacé, sables ferrugineux du Perche et de Mortagne et sables de Vairais de l'Orfordien inférieur à moyen du Bassin Parisien	31950	3	3	5	1	2	135AA	Calcaires de l'Orfordien supérieur au Kimmeridgien du Bassin Parisien	3	135	Grand système aquifère du Kimmeridgien à l'Orfordien sup. du Bassin Parisien	3	1
137AB03	Calcaires argileux du Callovo-Oxfordien dans le bassin Loire-Bretagne	33120	3	X	7	1	2	137AB	Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien	4	137	Grand dom aine hydrogéologique des Marnes du Callovoien du Bassin Parisien	2	2
137AB05	Marnes à Pernes et des marnes sableuses de la Vacherie et de la Bursalaire (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 dom aine hydrogéologique des Marnes du Callovoien du Bassin Parisien	2	2
137AB09	Sables de Saint-Fulgent-des-Ormes et du Callovien supérieur dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne)	33160	3	3	5	1	2	137AB	Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien	4	137	Grand dom aine hydrogéologique des Marnes du Callovoien du Bassin Parisien	2	2
137AB11	Marnes de Montarlot et de Montbizot du Callovien supérieur dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne)	33180	3	X	7	1	2	137AB	Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien	4	137	Grand dom aine hydrogéologique des Marnes du Callovoien du Bassin Parisien	2	2
137AB13	Calcaires sableux de Teilil du Callovien moyen dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne)	33200	3	3	5	1	2	137AB	Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien	4	137	Grand dom aine hydrogéologique des Marnes du Callovoien du Bassin Parisien	2	2
137AB15	Marnes de Maresché et de Saint-Calez-en-Saonnais du Callovien moyen dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne)	33220	3	X	7	1	2	137AB	Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien	4	137	Grand dom aine hydrogéologique des Marnes du Callovoien du Bassin Parisien	2	2
137AB17	Marnes d'Assé le Riboul et des oolithes du Callovien inférieur et moyen dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne)	33240	3	X	6	1	2	137AB	Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien	4	137	Grand dom aine hydrogéologique des Marnes du Callovoien du Bassin Parisien	2	2
137AB19	Marnes de Donfront en Cham pagne, du Chevain et des oolithes de Suré du Callovien inférieur dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne)	33260	3	X	6	1	2	137AB	Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien	4	137	Grand dom aine hydrogéologique des Marnes du Callovoien du Bassin Parisien	2	2
137AB21	Calcaires à anneaux à bréchopodes du Callovien inférieur dans la Sarthe (bassin Loire-Bretagne)	33280	3	X	6	1	2	137AB	Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien	4	137	Grand dom aine hydrogéologique des Marnes du Callovoien du Bassin Parisien	2	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 dom aine hydrogéologique des Marnes du Callovoien du Bassin Parisien	2	2
139AD01	Calcaires du Bajouien et du Bathonien (Dogger), partie profonde du Bassin Parisien	33800	3	X	6	4	2	139AD	Calcaires du Bajouien et du Bathonien (Dogger), partie profonde du Bassin Parisien	3	139	Grand système mi ultracouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien	12	12
139AD01	Calcaires et Oolithes du Bajouien-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 mi ultracouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien	12	12
181AA01	Solde métamorphique dans le bassin versant de la Sèvre Nantaise et l'Ouin à la Grande Maine	50000	3	2	6	2	3	181AA	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sèvre Nantaise - de la Grande Maine (exclus) à la Loire (exclus), de l'Ouin (exclus) au Moine (exclus), du Moine (exclus) à la Grande Maine (exclus) et la Grande Maine	4	181	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sèvre Nantaise et ses affluents	2	2
181AA02	Solde métamorphique dans les bassins versants de la Grande Maine, de la Petite Maine et leurs affluents	50000	3	2	7	2	3	181AA	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sèvre Nantaise - de la Grande Maine (exclus) à la Loire (exclus), de l'Ouin (exclus) au Moine (exclus), du Moine (exclus) à la Grande Maine (exclus) et la Grande Maine	4	181	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sèvre Nantaise et ses affluents	2	2
181AA03	Solde métamorphique dans le bassin versant du Moine et ses affluents	50000	3	2	7	2	3	181AC	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant du Moine et ses affluents	4	181	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sèvre Nantaise et ses affluents	2	2
181AA04	Solde métamorphique dans le bassin versant de la Sèvre nantaise de sa source à l'Ouin (inclus)	50000	3	2	6	2	3	181AE	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sèvre nantaise de sa source à l'Ouin (inclus)	4	181	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant de la Sèvre Nantaise et ses affluents	2	2
183AA01	Solde métamorphique dans les bassins versants du Boivre et le Canal de Haute Perche et leurs affluents	50000	3	2	7	2	3	183AA	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant des Côtières de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, l'Is d'Yeu et de Noirmoutier	4	183	Solde du Massif Armoricain dans les bassins versants côtiers de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, l'Is d'Yeu et de Noirmoutier	2	2
183AA02	Solde métamorphique dans les bassins versants côtiers (dont le Falleron) et marais du Canal de Haute Perche (non inclus) au Bignon (inclus)	50000	3	2	7	2	3	183AA	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant des Côtières de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, l'Is d'Yeu et de Noirmoutier	4	183	Solde du Massif Armoricain dans les bassins versants côtiers de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, l'Is d'Yeu et de Noirmoutier	2	2
183AA03	Solde métamorphique dans les bassins versants côtiers et marais du Grand Eber de Sallertaine (inclus) à la Vie (non inclus), l'Is d'Yeu et de Noirmoutier	50000	3	2	7	2	3	183AA	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant des Côtières de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, l'Is d'Yeu et de Noirmoutier	4	183	Solde du Massif Armoricain dans les bassins versants côtiers de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, l'Is d'Yeu et de Noirmoutier	2	2
183AA04	Solde métamorphique dans le bassin versant de la Vie de sa source à la mer (dont le Jaunay)	50000	3	2	7	2	3	183AA	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant des Côtières de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, l'Is d'Yeu et de Noirmoutier	4	183	Solde du Massif Armoricain dans les bassins versants côtiers de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, l'Is d'Yeu et de Noirmoutier	2	2
183AA05	Solde métamorphique dans les bassins versants côtiers de la Vie (non inclus) aux Sables d'Orlonne (dont l'Auzames), la Clouette et la Vertonne	50000	3	2	6	2	3	183AA	Solde du Massif Armoricain dans le bassin versant des Côtières de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, l'Is d'Yeu et de Noirmoutier	4	183	Solde du Massif Armoricain dans les bassins versants côtiers de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, l'Is d'Yeu et de Noirmoutier	2	2

Référentiel Hydrogéologique Français– BDLISA- Bassin Loire-Bretagne. - Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe.

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	N_RHF_NATURE
183AA06	Solde m'étam orphique dans les bassins versants côtiers des Sablès d'Orléane à la rivière du Goulet (inclus)	50000	3	2	6	2	3	183AA	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant des Côtiers de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, îles d'Yeu et de Noirmoutier	4	183	Solde du Massif Armoricaïn dans les bassins versants côtiers de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, îles d'Yeu et de Noirmoutier	2
183AC01	Solde m'étam orphique dans les bassins versants de l'île d'Yeu, rattachée aux bassins côtiers et marais du Grand Eter de Sallertaine (inclus) à la Vie (non inclus)	50000	3	2	7	2	3	183AC	Solde du Massif Armoricaïn de l'île d'Yeu, rattachée aux bassins côtiers et marais du Grand Eter de Sallertaine (inclus) à la Vie (exclus), et de Noirmoutier	4	183	Solde du Massif Armoricaïn dans les bassins versants côtiers de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, îles d'Yeu et de Noirmoutier	2
183AE01	Solde m'étam orphique dans les bassins versants de l'île d'Yeu, rattachée aux bassins côtiers et marais du Grand Eter de Sallertaine (inclus) à la Vie (non inclus), et de Noirmoutier	50000	3	2	7	2	3	183AE	Solde du Massif Armoricaïn de l'île d'Yeu, rattachée aux bassins côtiers et marais du Grand Eter de Sallertaine (inclus) à la Vie (exclus), et de Noirmoutier	4	183	Solde du Massif Armoricaïn dans les bassins versants côtiers de la Loire (exclus) à la rivière du Goulet (inclus), la Vie et ses affluents, îles d'Yeu et de Noirmoutier	2
185AA01	Solde m'étam orphique dans le bassin versant du Grand Lay puis du Lay de sa source à la mer (dont le Sinagre et l'Yon) (bassin versant en amont du contact Solde m'étam orphique - sédimentaire)	50000	3	2	7	2	3	185AA	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant du Grand Lay puis le Lay de sa source à la mer, le Petit Lay et ses affluents, la Sinagne de sa source au Lay (exclus), l'Yon de sa source au Lay (exclus)	4	185	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant du Lay et ses affluents (bassin versant en amont du contact socle-sédimentaire)	2
185AA02	Solde m'étam orphique dans le bassin versant du Petit de Lay et ses affluents	50000	3	2	7	2	3	185AA	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant du Grand Lay puis le Lay de sa source à la mer, le Petit Lay et ses affluents, la Sinagne de sa source au Lay (exclus), l'Yon de sa source au Lay (exclus)	4	185	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant du Lay et ses affluents (bassin versant en amont du contact socle-sédimentaire)	2
186AA01	Solde m'étam orphique dans les bassins versants de la Vendée de sa source au ruisseau Longeuses, de l'Autre de sa source au Saumont et de la Sèvre Niortaise du Chambon (inclus) au ruisseau du Lambon (non inclus)	50000	3	2	7	2	3	186AA	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Vendée de sa source au ruisseau Longeuses, de l'Autre de sa source au Saumont, la Sèvre Niortaise du Chambon (inclus) au ruisseau du Lambon (exclus)	4	186	Solde du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Sèvre Niortaise, la Vendée, l'Autise (bassin versant en amont du contact socle-sédimentaire)	2
201AM01	Solde m'étam orphique dans le bassin versants de l'Argenton et ses affluents et du Thouet de sa source à l'Argenton (non inclus) associé au Clain de la Dive (non inclus) à la Clouère (non inclus) et aux affluents dans le sédimentaire proche	50000	3	2	7	2	3	201AM	Solde du Massif Central dans le bassin versant de l'Argenton et ses affluents: le Thouet de sa source à l'Argenton (exclus) associé au Clain de la Dive (exclus) à la Clouère (exclus) et aux affluents dans le sédimentaire proche	4	201	Solde du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Vienne (inclus) à la Maine (exclus)	2
352AC01	Calcaires argileux fracturés du Jurassique supérieur du nord du bassin aquitain	24020100	3	2	5	5	2	352AC	Calcaires argileux fracturés du Jurassique supérieur du nord du Bassin Aquitain	3	352	Grand système aquifère des calcaires et dolomies du Triénonien du Bassin Aquitain	1
356AA01	Marno-calcaires du Kiméridgien supérieur du nord du bassin aquitain	26910100	3	X	7	1	2	356AA	Marno-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du Bassin Aquitain	4	356	Grand domaine hydrogéologique des marno-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du Bassin Aquitain	2
358AD01	Calcaires du Dogger dans le bassin de la Sèvre Niortaise (bassin Loire-Bretagne), nord du bassin aquitain	27930100	3	2	5	2	2	358AD	Calcaires du Dogger dans le bassin de la Sèvre Niortaise, nord du Bassin aquitain	3	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du Bassin Aquitain	12
358AE01	Calcaires du Dogger parties profondes captives du bassin aquitain	27940100	3	1	5	5	2	358AE	Calcaires du Dogger du Bassin Aquitain, au sud de la faille d'Affrès-Boutonne	3	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du Bassin Aquitain	12
360AA01	Marnes du Toarcien du bassin aquitain	28910100	3	X	7	1	2	360AA	Marnes du Toarcien du Bassin Aquitain	4	360	Grand domaine hydrogéologique des marnes du Lias supérieur du Bassin Aquitain	2
362AF01	Calcaires et dolomies et calcaires à dolinites de l'Infra-Toarcien dans le bassin versant de la Sèvre Niortaise, nord du bassin aquitain	29031950	3	3	5	1	2	362AF	Calcaires et dolomies et calcaires à dolinites de l'Infra-Toarcien dans le bassin versant de la Sèvre Niortaise, nord du Bassin aquitain	3	362	Grand système aquifère des calcaires, grès, dolomies et anhydrite de l'Infra-Toarcien du Bassin Aquitain	1
362AG01	Grès et dolomies infra-Toarcien - parties profondes captives	29050100	3	1	5	4	2	362AG	Grès et dolomies de l'Infra-toarcien du Bassin Aquitain, au sud de la faille d'Affrès-boutonne	3	362	Grand système aquifère des calcaires, grès, dolomies et anhydrite de l'Infra-Toarcien du Bassin Aquitain	1



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

Service géologique régional Pays de la Loire
1, rue des saumonières
BP 92342
44323 – Nantes Cedex 3 - France
Tél. : 02.51.86.01.51