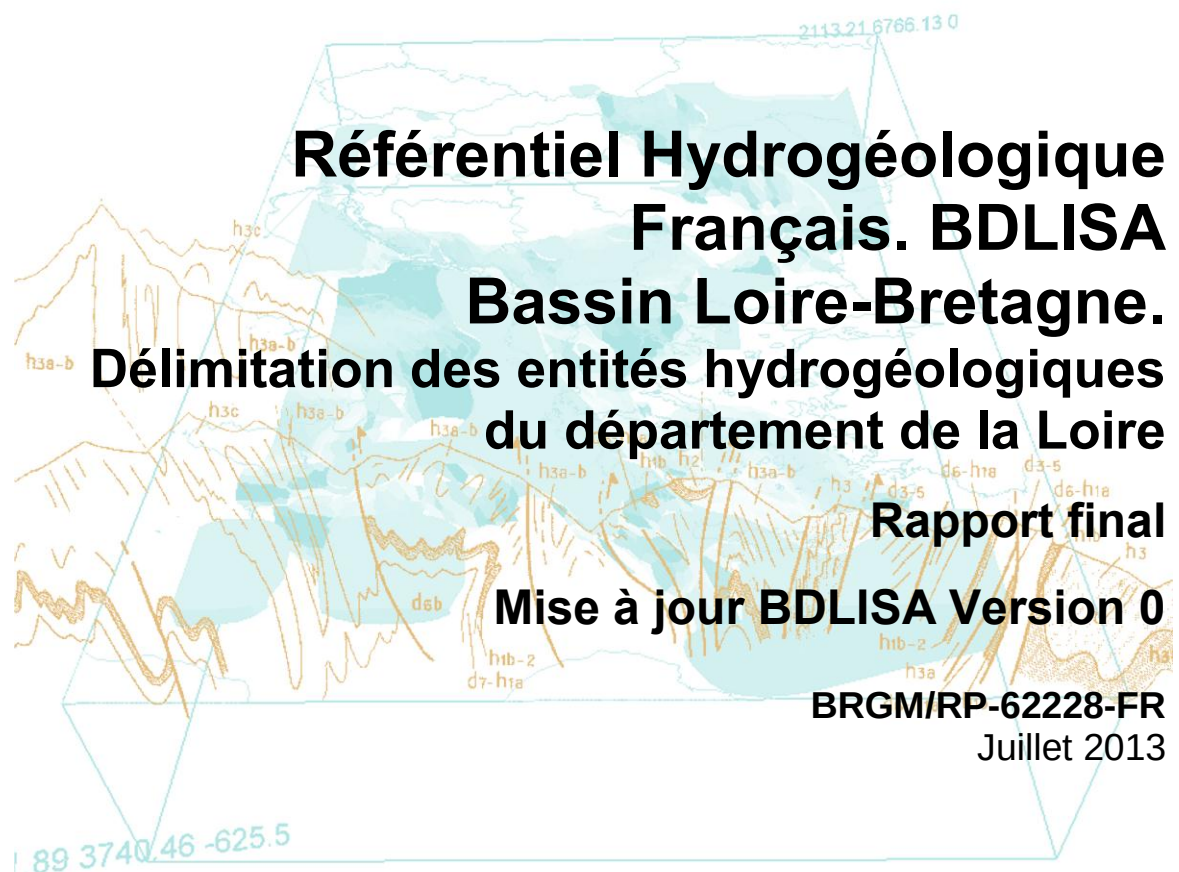




Référentiel Hydrogéologique Français. BDLISA Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques du département de la Loire

Rapport final
Mise à jour BDLISA Version 0

BRGM/RP-62228-FR

Juillet 2012

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 07EAU108

**C. Bertin,
V. Mardhel et S. Schomburgk**

Vérificateur

Original signé par :

Approbateur

Original signé par :

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 : BDLISA, Référentiel hydrogéologique, Entités hydrogéologiques, Système aquifère, Loire.

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

Bertin C., Mardhel V. et Schomburgk S. (2013) - Référentiel hydrogéologique français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques du département de la Loire. Rapport final. Mise à jour BDLISA Version 0. Rapport BRGM RP-62228-FR,

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

Synthèse

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la construction de la version 2 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (anciennement BDRHF-V2). Elle concerne le département de la Loire situé en grande partie dans le bassin Loire-Bretagne et, pour son secteur Sud-Est, dans le bassin Rhône-Méditerranée et Corse.

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.

Dans sa version 2012, dans le département de la Loire, le référentiel BDLISA compte:

- **6 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1) ;**
- **11 systèmes ou domaines (NV2) ;**
- **16 unités aquifères ou unités semi-imperméables de niveau local (NV3).**

Ces entités sont rattachées au "thème socle", au "thème sédimentaire" Dans sa version initiale les alluvions étaient rattachées à des entités de niveau local (NV3) de thème alluvial, mais par soucis de cohérence celles-ci sont rattachés à l'ensemble des entités complémentaires à l'échelle nationale.

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

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

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

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

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	7
2. Présentation du référentiel BDLISA.....	9
2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS	9
2.1.1. Principes de construction	9
2.1.2. Assemblage des entités	9
2.1.3. Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction	9
2.1.4. BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE	10
2.2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA.....	10
2.3. LES OBJETS DU RÉFÉRENTIEL	11
2.3.1. Les entités hydrogéologiques	11
2.3.2. Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques	12
2.3.3. Les "thèmes" des entités hydrogéologiques	12
2.3.4. L'attribut "Nature" des entités hydrogéologiques	12
2.3.5. L'attribut "Type de milieu" des entités hydrogéologiques	14
2.3.6. L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques	16
2.3.7. L'attribut "Origine de la construction" des entités hydrogéologiques	16
2.4. LE TABLEAU MULTI-ECHELLES	17
2.5. LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS	17
2.5.1. Principes sous-jacents	17
2.5.2. Organisation des entités en 2 ensembles	18
2.5.3. Ordre absolu et ordre relatif	19
3. Méthodologie de délimitation des entités et assemblage par le modèle de gestion	21
3.1. PRINCIPES DIRECTEURS	21
3.1.1. Homogénéité du découpage	21
3.1.2. Emboîtement des niveaux	21
3.2. PRINCIPALES ÉTAPES DE LA DÉLIMITATION.....	22
3.2.1. Identification et cadrage hydrogéologique général	22
3.2.2. De l'analyse des cartes géologiques au tableau multi-échelles	22
3.2.3. Individualisation de l'alluvial	22

3.2.4. Découpage des entités	23
3.2.5. Passage au modèle de gestion du référentiel	23
3.2.6. Organigramme	23
4. Mise en œuvre du découpage	25
4.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE	25
4.1.1. Cartes géologiques.....	25
4.1.2. Logs géologiques	25
4.2. ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ÉCHELLES.....	27
4.3. CONSTITUTION DE LA SURCOUCHE ALLUVIONNAIRE.....	27
4.3.1. Définition d'une surcouche	27
4.4. DÉLIMITATION DES ENTITÉS	31
4.4.1. Construction du polygone global représentant une entité	33
4.5. ASSEMBLAGE DES ENTITÉS ET CONTROLES	33
4.5.1. Traitements topologiques des entités	33
4.5.2. Restitution par le modèle de gestion des parties sous couverture	33
4.5.3. Identification et cartographie des entités au niveau régional (NV2) et national (NV1)	34
4.6. LES FORMATIONS DU SOCLE	34
4.7. LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES DU PRIMAIRE	36
4.7.1. Formations du bassin carbonifère stéphanois.....	36
4.8. LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES DU SECONDAIRE.....	37
4.8.1. Formations du jurassique moyen et jurassique inférieur.	37
4.9. LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES DU TERTIAIRE.....	37
4.9.1. Formations sédimentaires tertiaires de type Limagne.....	37
4.10. LES FORMATIONS ALLUVIALES.....	38
4.10.1. Les alluvions de la Curaize	39
4.10.2. Les alluvions du Renaison	39
4.10.3. Les alluvions du Sornin.....	39
4.10.4. Les alluvions du Lignon	39
4.10.5. Les alluvions de la Loire dans le bassin Roannais	39
4.10.6. Les alluvions de la Loire dans le bassin de Montbrison	40
4.10.7. Les alluvions du Rhône.....	40
4.11. COMPLÉMENTS.....	41

5. Limites des entités	43
5.1. LIMITES HYDRAULIQUES	43
5.2. NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITES	43
6. Outil de construction du référentiel	47
6.1. GÉODATABASE	47
6.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS	52
7. Conclusion	55
8. Références bibliographiques	57

Liste des illustrations

Illustration 1 - Zone d'étude et emprise des bassins Loire-Bretagne	8
Illustration 2 – Types d'entités hydrogéologiques et codification	13
Illustration 3 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques	15
Illustration 4 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires.....	18
Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités	20
Illustration 6 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3	21
Illustration 7 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.	24
Illustration 8 - Couverture du département de la Loire par les cartes géologiques à l'échelle du 1/50 000	26
Illustration 9 - Liste des entités hydrogéologiques délimitées dans le département de la Loire Surcouche des alluvions du département de la Loire	29
Illustration 10 - Systèmes alluvionnaires du département de la Loire	32
Illustration 11 - Constitution d'un niveau 2 à partir de niveaux 3	34
Illustration 12 - Entités de niveau 2 du département de la Loire)- (la figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).	36
Illustration 13 - Types de limites possibles entre entités.	44
Illustration 14 - Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques.	45
Illustration 15 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.	47
Illustration 16 - Tables non géométriques de la géodatabase.	48
Illustration 17 - Interface utilisateur de la géodatabase.	48
Illustration 18 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.	49
Illustration 19 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).	50
Illustration 20 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).	50
Illustration 21 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités.	51
Illustration 22 - Table des limites : natures des contacts entre entités.	51
Illustration 23 - Éditeur de cartes du modèle de gestion du référentiel.	52
Illustration 24 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).	53
Illustration 25 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite).	54

Liste des annexes

Annexe 1 : Tableau Multi-Echelles	59
Annexe 2 : Lexique de caractérisation des entités	70

1. Introduction

Le présent rapport est la mise à jour d'un travail réalisé en 2009 par C. Bertin (RP-56950-FR) sur l'ensemble du département de la Loire dans le cadre de la réalisation de BDRHF-V2. Cette mise à jour permet d'intégrer les entités hydrogéologiques décrites en 2009 à la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (*Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères*) dans le département de la Loire. La présentation générale du référentiel, de ses principes de construction et de mise en œuvre est faite dans le rapport BRGM/RP-62261-FR, cité en bibliographie.

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

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

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

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

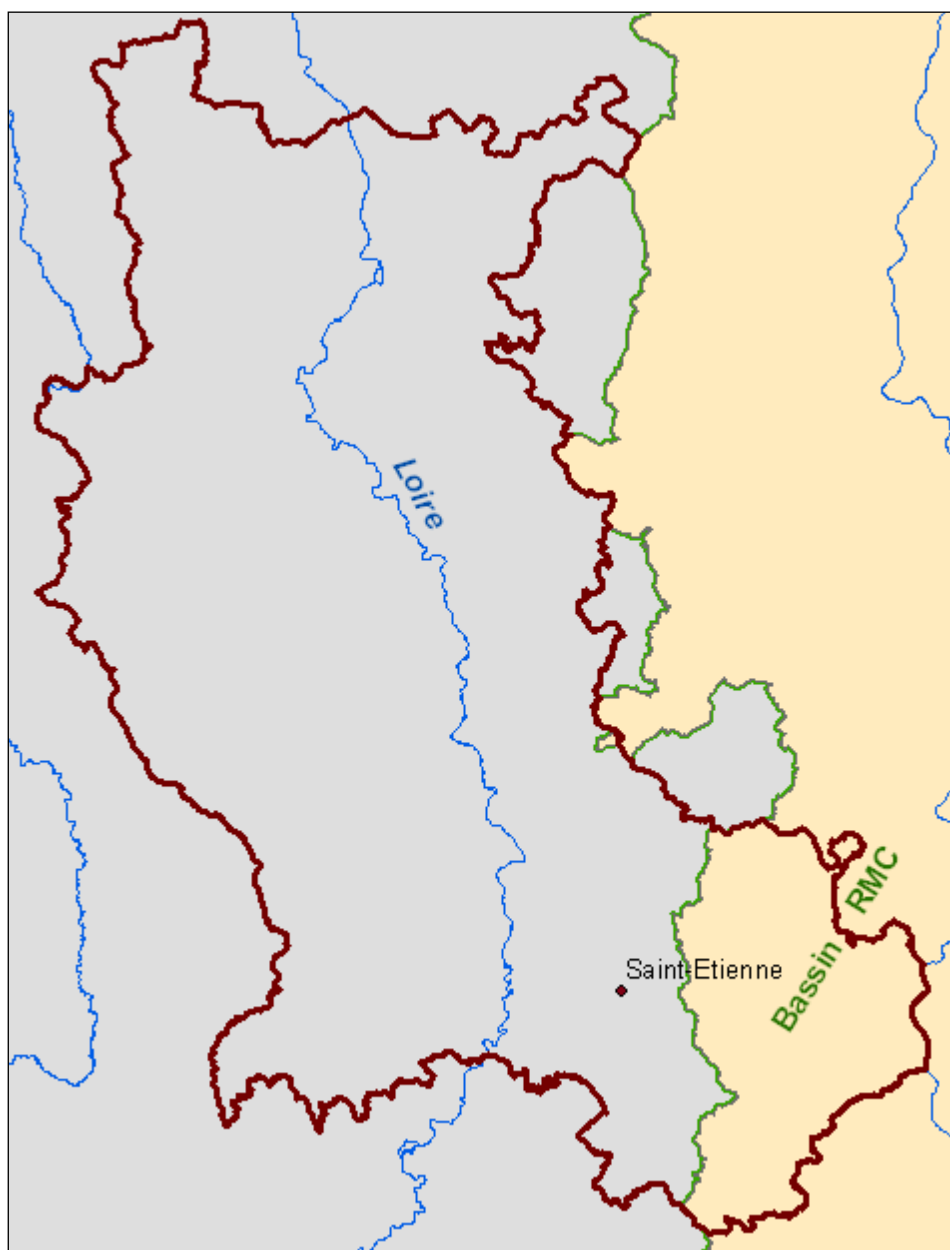


Illustration 1 - Zone d'étude et emprise des bassins Loire-Bretagne et Rhône Méditerranée et Corse

2. Présentation du référentiel BDLISA

2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS

2.1.1. Principes de construction

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

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

2.1.2. Assemblage des entités

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

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

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

2.1.3. Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction

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

La différence majeure par rapport au guide de 2003 réside dans la distinction faite entre deux catégories d'entités (cf. §**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

- les "**Entités principales**", qui ont fait l'objet d'un traitement topologique garantissant la cohérence de leur assemblage 3D ;
- les "**Entités complémentaires**", regroupant différents types d'entités qui ne permettent pas de respecter l'homogénéité du référentiel ou qui constituent des cas particuliers difficilement intégrables dans le cadre général du référentiel au stade actuel de son avancement (cf. §**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Il en est ainsi des systèmes alluvionnaires des 5 bassins du "projet national" pour lesquels il n'existe pas

actuellement de différenciation entre parties productives et non productives. Ces systèmes très ramifiés sont extraits des cartes géologiques ; ils sont transverses par rapport aux entités principales qu'ils recouvrent et n'entrent pas dans les possibilités de traitements topologiques offerts par le modèle de gestion.

2.1.4. BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE

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

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

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

2.2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA

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

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

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

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

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

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

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

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

♦ La gestion du référentiel, à savoir :

- la vérification de la cohérence topologique de l'assemblage des entités,
- la mise en évidence et les corrections des anomalies éventuelles de découpage,
- les mises à jour, est assurée grâce à un ensemble de fonctionnalités développées en liaison avec ArcGis (version 9.2) et constituant le "**Modèle de gestion du Référentiel**".

♦ Le découpage des entités est réalisé sur la base des connaissances géologiques et hydrogéologiques actuelles. Des mises à jour (nouvelles entités de niveau 3, modifications des contours) sont donc susceptibles d'être effectuées pour tenir compte de la progression des connaissances.

2.3. LES OBJETS DU RÉFÉRENTIEL

2.3.1. Les entités hydrogéologiques

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

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

Les entités hydrogéologiques peuvent être multi-parties.

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

Codification de l'entité

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

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

Par exemple :

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

Dénomination de l'entité

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

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

Par exemple :

Sables verts de l'Albien du Bassin Parisien.

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

*Sables et Grès de Fontainebleau de l'Oligo-Miocène,
Calcaires de Brie du Rupélien,
Calcaires de l'Orléanais et de Pithiviers de l'Aquitainien,
Calcaires d'Etampes du Rupélien.*

2.3.2. Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques

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

- le **niveau national (NV1)** fournit une représentation nationale des grands ensembles hydrogéologiques dont il montre la distribution spatiale et l'importance en tant que ressource quantitative. C'est le support d'études d'orientation à l'échelle nationale. La gamme d'échelle d'utilisation cartographique est comprise entre le 1/500 000 et le 1/1 000 000.
- 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 critères suivants : *lithologie, structure, stratigraphie, piézométrie, géochimie, hydraulique*.

Le domaine hydrogéologique est une entité de niveau régional NV2.

• L'unité aquifère

L'unité aquifère est un système physique élémentaire présentant des conditions hydrodynamiques homogènes, suffisamment conductrice pour permettre la circulation de l'eau souterraine. Une unité aquifère est une entité hydrogéologique de niveau local présentant une

perméabilité moyenne supérieure (ou supposée supérieure) à 10^{-6} m/s présentant des ressources en eau suffisante pour être exploitée.

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

• L'unité semi-perméable

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

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

• L'unité imperméable

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

La définition du dictionnaire hydrogéologique français est la suivante : qualifie un milieu théoriquement impénétrable et non traversable par un fluide et en pratique ne laissant passer aucun flux significatif sous un gradient de potentiel hydraulique donné.

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

Remarque : les unités du niveau local correspondent à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national.

Liaisons entre les entités

Les liens de filiation (illustration 3) en fonction des niveaux d'agrégation obéissent aux règles suivantes :

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

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

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

Type de milieu	Code
Poreux	1
Fissuré	2
Karstique	3
Double porosité : matricielle et de fissures	4
Double porosité : karstique et de fissures	5

Double porosité : fractures et fissures	6
Double porosité : matricielle et de fractures	7
Double porosité : matricielle et karstique	8
Inconnu	0

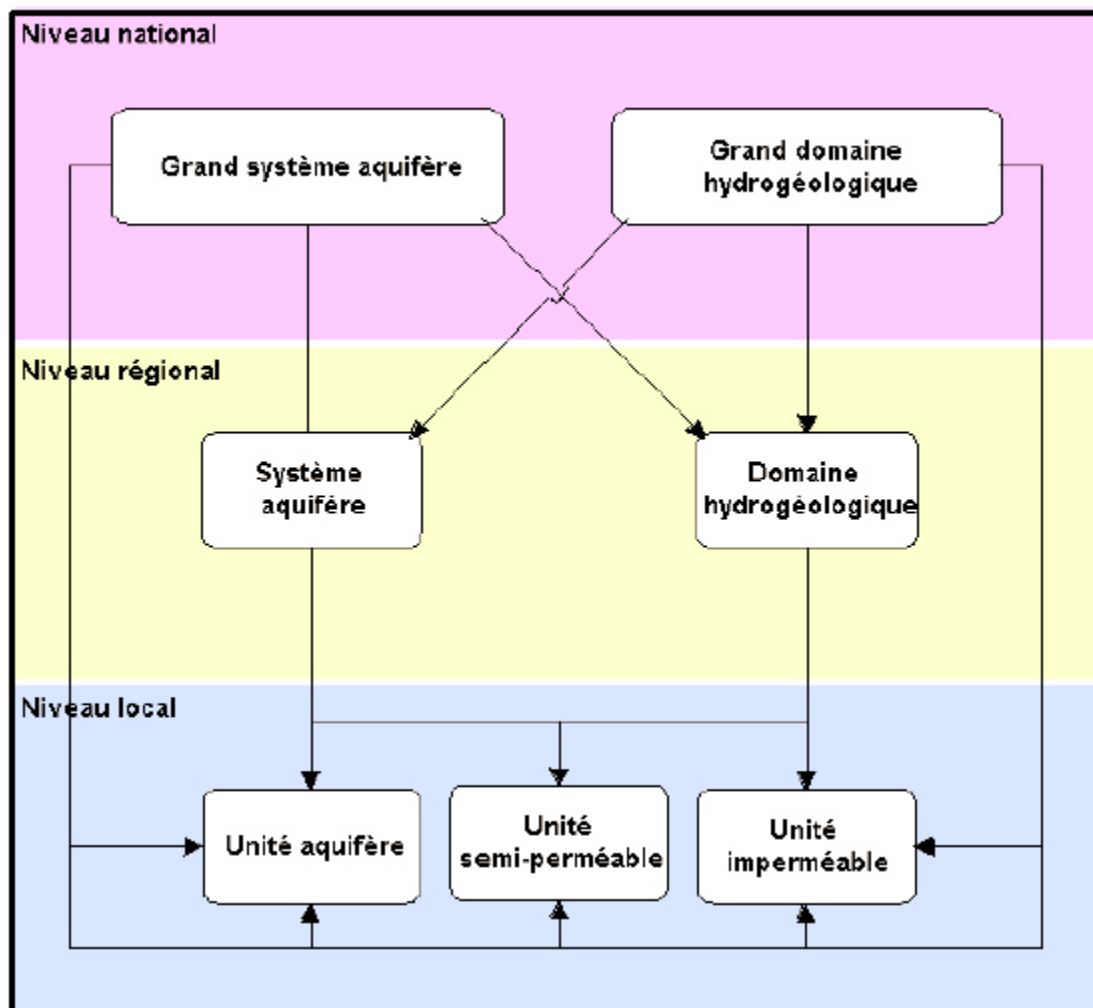


Illustration 3 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques

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

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

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

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

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

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

Remarque

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

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

2.3.6. L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques

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

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

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

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

Code	Libellé	Définition
1	Carte géologique ou hydrogéologique	L'ensemble des limites de l'entité hydrogéologique ont été créées en réutilisant les contours définis dans une ou plusieurs cartes géologiques ou hydrogéologiques ou documents de synthèse.
2	Complétude totale	Entité construite pour complétude topologique totale (l'ensemble des limites de l'entité du niveau d'utilisation n sont projetées vers un niveau n+1) pour combler un déficit de connaissance à la

		création de l'entité.
3	Complétude partielle	Entité construite pour complétude topologique complémentaire (une partie des limites de l'entité du niveau d'utilisation n sont projetées vers un niveau n+1 par déficit de la connaissance à la création de l'entité.
4	Agrégation par héritage	L'ensemble des limites de l'entité hydrogéologique ont été héritées par agrégation des niveaux les plus fins la constituant.

2.4. LE TABLEAU MULTI-ECHELLES

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

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

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

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

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

2.5. LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS

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

2.5.1. Principes sous-jacents

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

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

Les « **Entités principales** » font l'objet d'un traitement topologique qui garantit la cohérence de leur assemblage à trois dimensions (3D).

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

- systèmes alluvionnaires (transverses par rapport aux entités principales),

- formations superficielles, hétérogènes et morcelées,
- altérites cartographiées des zones de socle,
- systèmes karstifiés délimités par des traçages...

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

Cette structure du référentiel est résumée par l'illustration 4 ci-après.

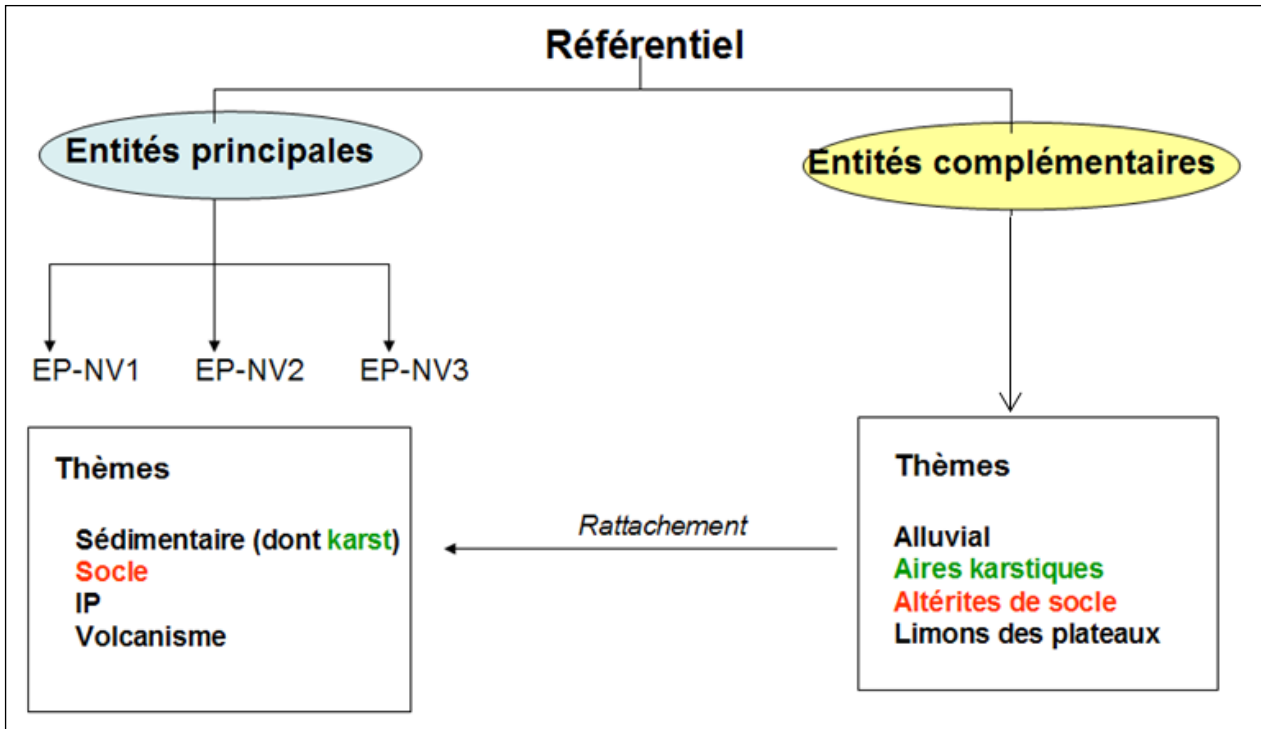


Illustration 4 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires

2) Ordonnement vertical des entités en définissant un ordre de superposition

Le modèle de gestion permet de passer d'un ordre dit absolu à un ordre dit relatif (cf. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

3) Complétude

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

4) Filiation

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

5) Héritage

Il découle de 4) : c'est l'héritage des limites (et des attributs si cela est pertinent) du niveau 3 vers le niveau 2 puis vers le niveau 1.

2.5.2. Organisation des entités en 2 ensembles

1) Entités principales

Elles constituent l'essentiel du référentiel. Elles sont :

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

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

2) Entités complémentaires

Elles constituent une « surcouche » du référentiel. Elles regroupent différents types d'entités qui sont telles qu'elles ne permettent pas de respecter l'homogénéité du référentiel ou qui constituent des cas particuliers difficilement intégrables dans le cadre général du référentiel (voir la liste du paragraphe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

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

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

2.5.3. Ordre absolu et ordre relatif

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

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

Le modèle de gestion du référentiel permet de passer automatiquement du mode de représentation des entités par ordonnancement absolu (illustration 5b) à un mode de représentation des entités par ordonnancement relatif (illustration 5c), **qui est celui de la représentation des entités dans le SIG** et qui correspond à l'ordre réel de superposition des entités dans une coupe verticale qui pourrait être réalisée dans le référentiel.

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

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

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

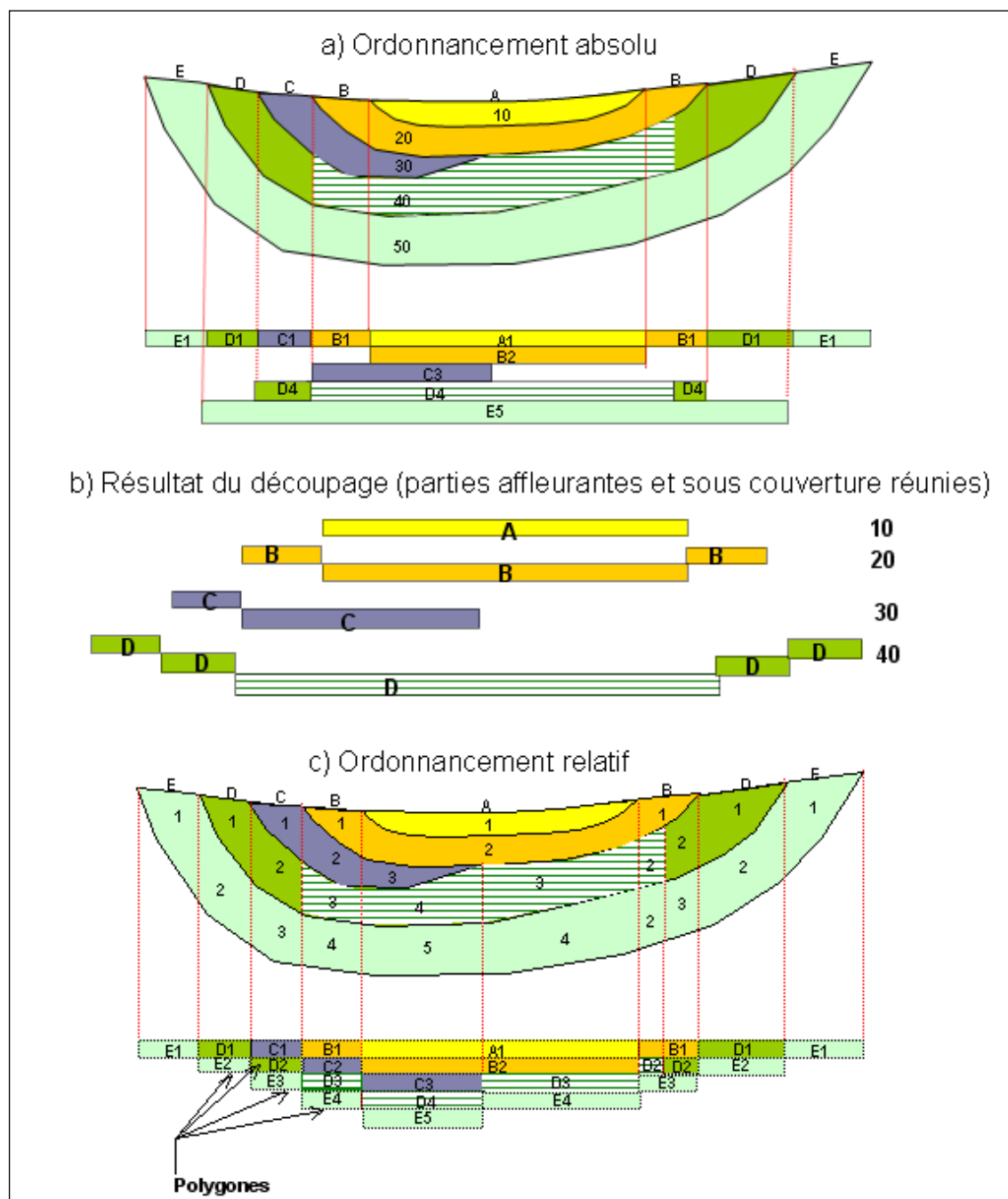


Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités

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

3.1. PRINCIPES DIRECTEURS

3.1.1. Homogénéité du découpage

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

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

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

3.1.2. Emboîtement des niveaux

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

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

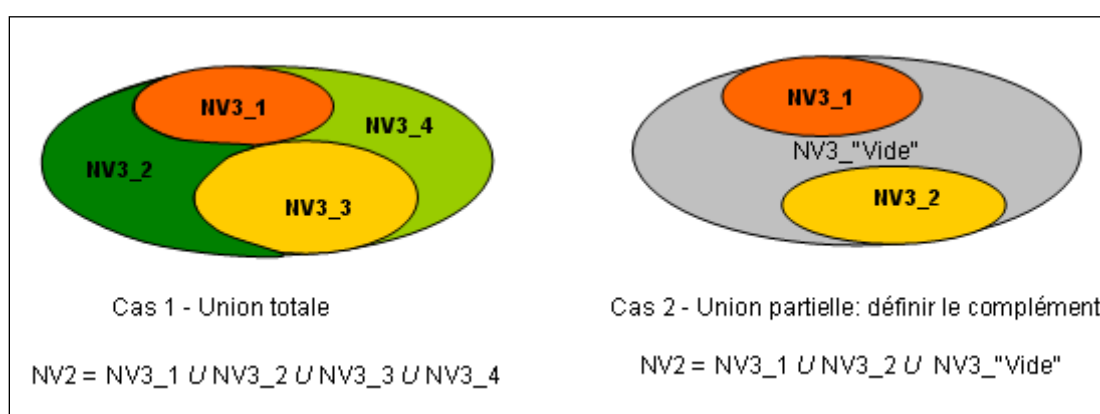


Illustration 6 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3

3.2. PRINCIPALES ÉTAPES DE LA DÉLIMITATION

3.2.1. Identification et cadrage hydrogéologique général

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

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

1) Analyse des cartes géologiques

Le découpage des entités hydrogéologiques **nécessite d'abord un recours aux cartes géologiques au 1/50000**. Lors de la construction du référentiel, celles-ci n'étaient pas toutes harmonisées (les formations géologiques ne sont pas toujours "jointives" d'une carte à une autre et peuvent être identifiées par des noms différents), un important travail d'harmonisation préalable a parfois été nécessaire (Aquitaine, Pays de Loire). **La délimitation proprement dite (création de contours) s'effectue ensuite sur des critères lithologiques et hydrogéologiques.**

2) Constitution de la base de données associée au référentiel

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

3) Rattachement des entités hydrogéologiques aux formations géologiques affleurantes

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

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

Cette étape nécessite l'extraction des logs géologiques de la Banque de Données du Sous-Sol et leur analyse. Elle est nécessaire à la délimitation des entités sous couverture.

La difficulté est de parvenir à une correspondance stricte entre les formations géologiques des cartes et les formations nommées dans les logs géologiques (appellation locale).

Dans les cas d'absence de correspondance stricte, il faut rechercher la solution hydrogéologiquement et stratigraphiquement la plus acceptable.

5) Construction du tableau multi-échelles

Une trentaine de tableaux multi-échelles (TME) ont été construits (par région, parfois par département). Le TME est l'aboutissement des étapes précédentes : il hiérarchise les découpages réalisés aux trois échelles, nationale, régionale et locale.

3.2.3. Individualisation de l'alluvial

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

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

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

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

Remarques :

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

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

3.2.4. Découpage des entités

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

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

3.2.5. Passage au modèle de gestion du référentiel

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

3.2.6. Organigramme

La démarche générale de délimitation des entités est résumée par **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

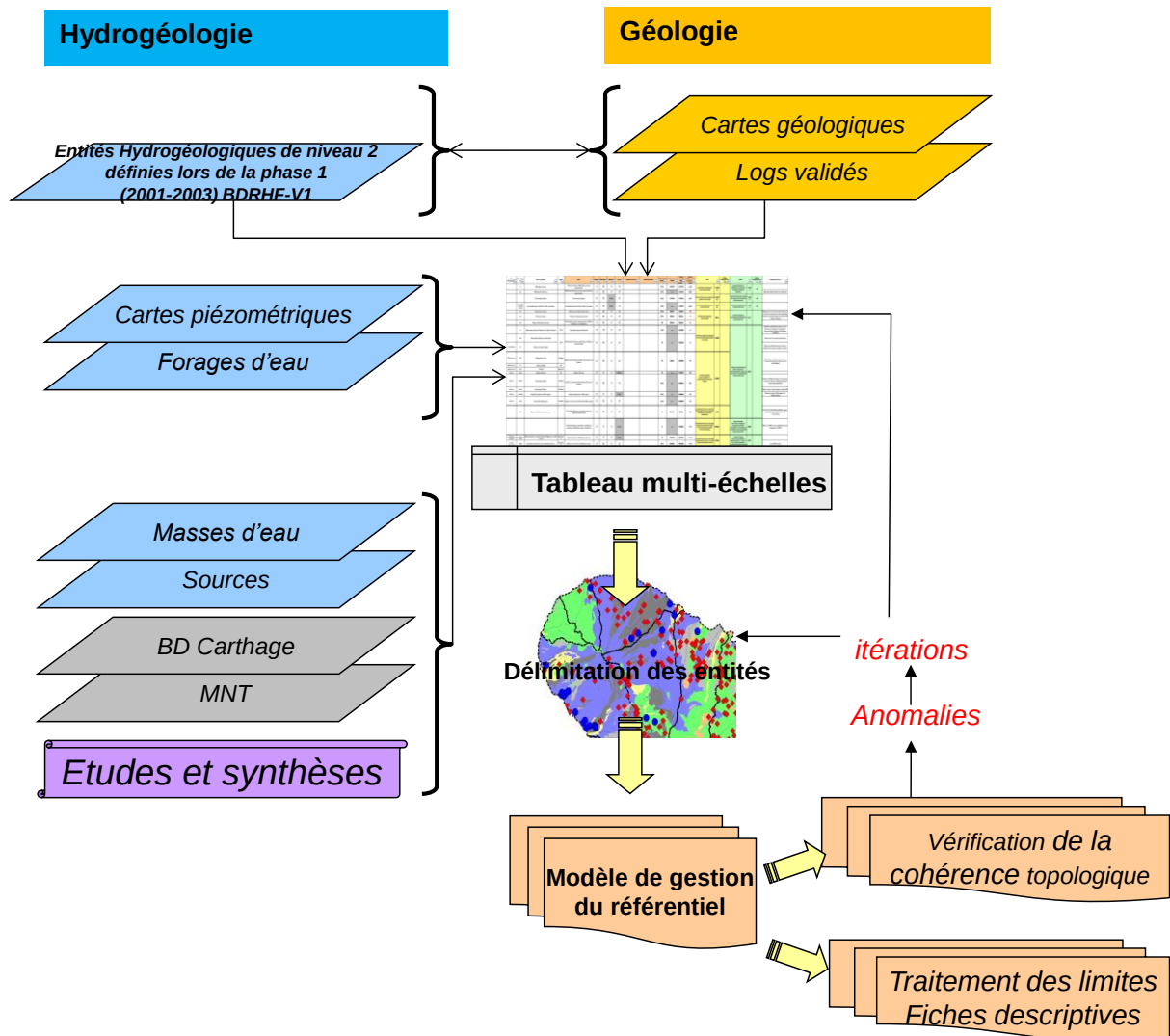


Illustration 7 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.

4. Mise en œuvre du découpage

4.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE

Pour la mise en œuvre du découpage ont été utilisés :

- les cartes géologiques vectorisées couvrant le département de la Loire à l'échelle du 1/50 000 ;
- la carte géologique de la France à l'échelle du 1/ 1 100 000 ;
- les logs validés des forages extraits de la Banque de données du Sous-Sol ;
- les polygones des entités issus du découpage indicatif effectué aux niveaux 1 et 2 lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel ;
- les informations et cartes issues de différents rapports d'études (cf. références bibliographiques).

4.1.1. Cartes géologiques

Le département de la Loire est couvert par **22 cartes géologiques** à l'échelle du 1/50 000 (illustration 8).

Les superficies concernées sont très variables selon les cartes : parmi ces 22 cartes, seules 11 d'entre elles intéressent pour plus de 50 % de leur territoire, le département de la Loire.

Parmi ces 11 cartes, deux ne sont pas encore éditées : carte n° 647 et carte n° 744. Le découpage des entités s'est donc appuyé sur la carte géologique de la France à l'échelle du 1/ 1 100 000 dans les secteurs concernés.

4.1.2. Logs géologiques

Sur les 3 580 points de la Banque de données du Sous-Sol situés dans le département de la Loire, **482** comportent une description des formations géologiques.

Parmi les 482 points recensés :

- 97 sont rattachés aux formations du socle (seuls 27 ont un log géologique validé) ;
- 86 sont rattachés aux formations alluviales (24 logs validés) ;
- 300 sont rattachés aux formations sédimentaires, essentiellement tertiaires (150 logs validés).

Près de 45 % des ouvrages n'atteignent pas 10 m de profondeur.

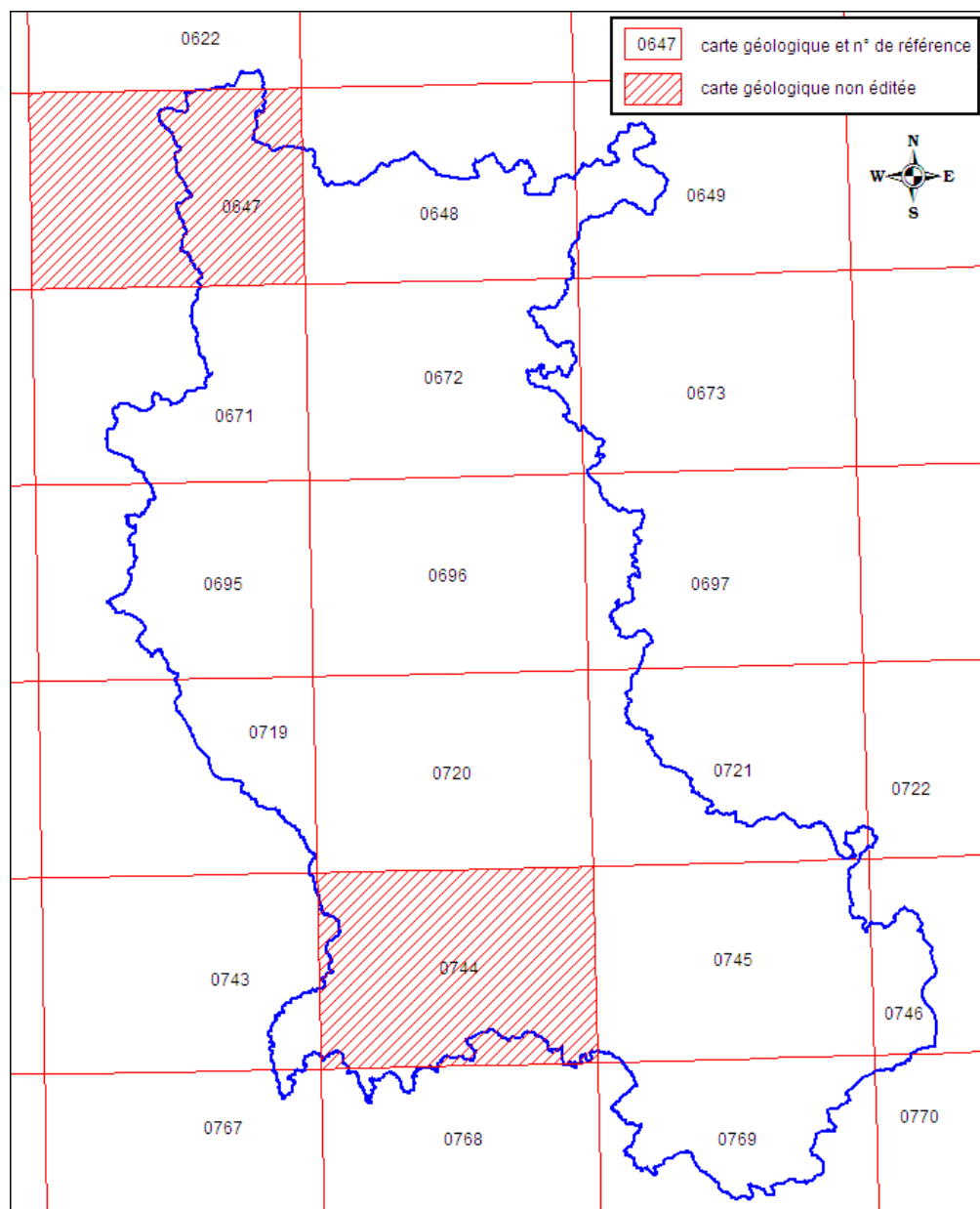


Illustration 8 - Couverture du département de la Loire par les cartes géologiques à l'échelle du 1/50 000

4.2. ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ÉCHELLES

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

Après analyse des données existantes, un nouveau tableau multi-échelles a été construit (tableau de l'illustration 9).

Au total, ont été identifiées :

- **8 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1) ;**
- **24 entités de niveau régional**, dont 7 systèmes aquifères et 17 domaines
- **29 entités de niveau local (NV3)** dont 7 unités aquifères

4.3. CONSTITUTION DE LA SURCOUCHE 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.

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.

I

V1		NV2		NV3	
code provisoire	libellé	code provisoire	libellé	code provisoire	libellé
205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier (anciennement B45 et B46) (anciennement B45 et B46)	205AI	Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Loire du Rhins à l'Allier à l'est des formations sédimentaires de type Limagne du département de la Loire (anciennement B45B et B45C)	205AI03	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Loire de la Teissonne (non inclus) à l'Arroux (non inclus)
				205AI05	Socle plutonique dans le bassin versant de la Loire du Rhins (non inclus) à la Teissonne (inclus)
		205AC	Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Loire du barrage de Grangent au Rhins à l'est de la Loire (anciennement B46A et B46B)	205AC01	Socle plutonique dans le bassin versant de la Loire de l'Aix (non inclus) au Rhins (inclus)
				205AC03	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Loire du Gand (non inclus) à l'Aix (non inclus)
				205AC05	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Loire du barrage de grangent au gand (inclus)
		205AA	Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Loire de la Méjeanne au barrage de Grangent (anciennement B46D et B46E)	205AA01	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Loire du Lignon (non inclus) au barrage de Grangent
				205AA05	Socle métamorphique dans le bassin versant du Lignon et ses affluents
203	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier (anciennement B47)	203AI	Socle du Massif Central dans le bassin versant de L'Allier de sa source à la Dore (inclus) à l'Est des formations sédimentaires de Limagne en Auvergne, rive droite de l'Allier (anciennement B47A)	203AI07	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Dore de sa source à la Faye (inclus)
				203AI03	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Dore de la Faye (non inclus) à l'Allier (non inclus)
527	Socle du Massif Central oriental dans le bassin Rhône Méditerranée (anciennement B51 et B52)	527AN	Formations primaires cristallines du bassin versant du Gier (anciennement B51A)	527AN00	Id NV2

Référentiel hydrogéologique français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques du département de la Loire.

	grand domaine hydrogéologique des formations de socle du bassin versant de la Saône dans le massif central	527AB	Formations primaires cristallophylliennes et magmatiques (gneiss, granites) entre Givors et Beausemblant (anciennement B51B)	527AB00	Id NV2
		527AC	Formations primaires cristallophylliennes et magmatiques (gneiss, granites) dans le bassin versant de la Cance et de l'Ay (anciennement B51C)	527AC00	Id NV2
		527AL	Formations primaires cristallines des bassins versants Azergues-Brévenne-Ardière (anciennement B52A)	527AL00	Id NV2
151 (B11)	Formations du Carbonifère au Permien (grès, schistes, niveaux houillers) dans le Massif Central	151AE	Grès, schistes et charbons du Carbonifère du bassin stéphanois (Massif Central) (anciennement B11 A)	151AE01	Grès, schistes et charbons du Carbonifère du bassin stéphanois du Massif Central (bassin Loire-Bretagne)
139 (B11)	Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien	139AZ	Formations jurassiques (Calcaires à Entroques, Marnes) du Charolais en Bourgogne (bassin Loire-Bretagne) (anciennement B11F)	139AZ01	Formations jurassiques (Calcaires à Entroques, Marnes) du Charolais en Bourgogne (bassin Loire-Bretagne)
113 (B11)	Grand système multicouche de l'Eocène du Bassin Parisien	113AL	Formations des sables et argiles de type Limagne et calcaires lacustres de l'Eocène-Oligocène dans le bassin Loire-Bretagne (anciennement B11B)	113AL03	Formations des sables et argiles de type Limagne et calcaires lacustres de l'Eocène-Oligocène dans le bassin de la Loire du Rhins à l'Allier

Illustration 9 - Liste des entités hydrogéologiques délimitées dans le département de la Loire Surcouche des alluvions du département de la Loire

Elle comprend (illustration 10) les formations suivantes (notation et description de la carte géologique) :

- Fz : alluvions actuelles et subactuelles : limons, sables, graviers et galets ;
- Fy-z : formations alluviales (sables et graviers) : alluvions actuelles et anciennes indifférenciées ;
- Fy : Formations alluviales (sables et graviers) : alluvions anciennes indifférenciées distinguées suivant des critères essentiellement altimétriques ;
- Fx : Formations alluviales (sables et graviers) : alluvions anciennes indifférenciées distinguées suivant des critères essentiellement altimétriques ;
- Fw : Formations alluviales (sables et graviers) : alluvions anciennes indifférenciées distinguées suivant des critères essentiellement altimétriques ;
- Fv : Alluvions anciennes (distinguées suivant des critères essentiellement altimétriques)
- F(r) : Alluvions anciennes ; nappes très dégradées ou résiduelles : sables et graviers

S'y ajoutent :

- les alluvions fluvio-glaciaires récentes (FGy) ;
- les formations alluviales (sables et graviers) : remblaiements fluviaux divers (F) ;
- les zones de tourbe (Fzt).

Outre cette surcouche regroupant l'ensemble des formations alluviales "actuelles" et "anciennes", les alluvions ont fait l'objet d'un découpage en tant qu'entités intégrées aux "couches" proprement dites du référentiel. Ont été ainsi distinguées au niveau 3, parmi les formations alluviales, des unités aquifères et des unités semi-perméables (illustration 10).

4.4. DÉLIMITATION DES ENTITÉS

La mise au point d'un modèle de gestion du référentiel sous ArcGis (cf. annexe 2) a permis de simplifier les opérations de découpage, le modèle de gestion se chargeant d'identifier automatiquement les parties sous couvertures d'après l'ordre de superposition des entités mentionné dans le tableau multi-échelles (numéro d'ordre correspondant à un âge stratigraphique).

Le travail sous SIG consiste essentiellement à délimiter globalement chaque entité à partir des limites des parties affleurantes extraites des cartes géologiques, des informations disponibles dans la bibliographie, et des limites en profondeur tracées, en particulier, à partir des logs de forages.

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

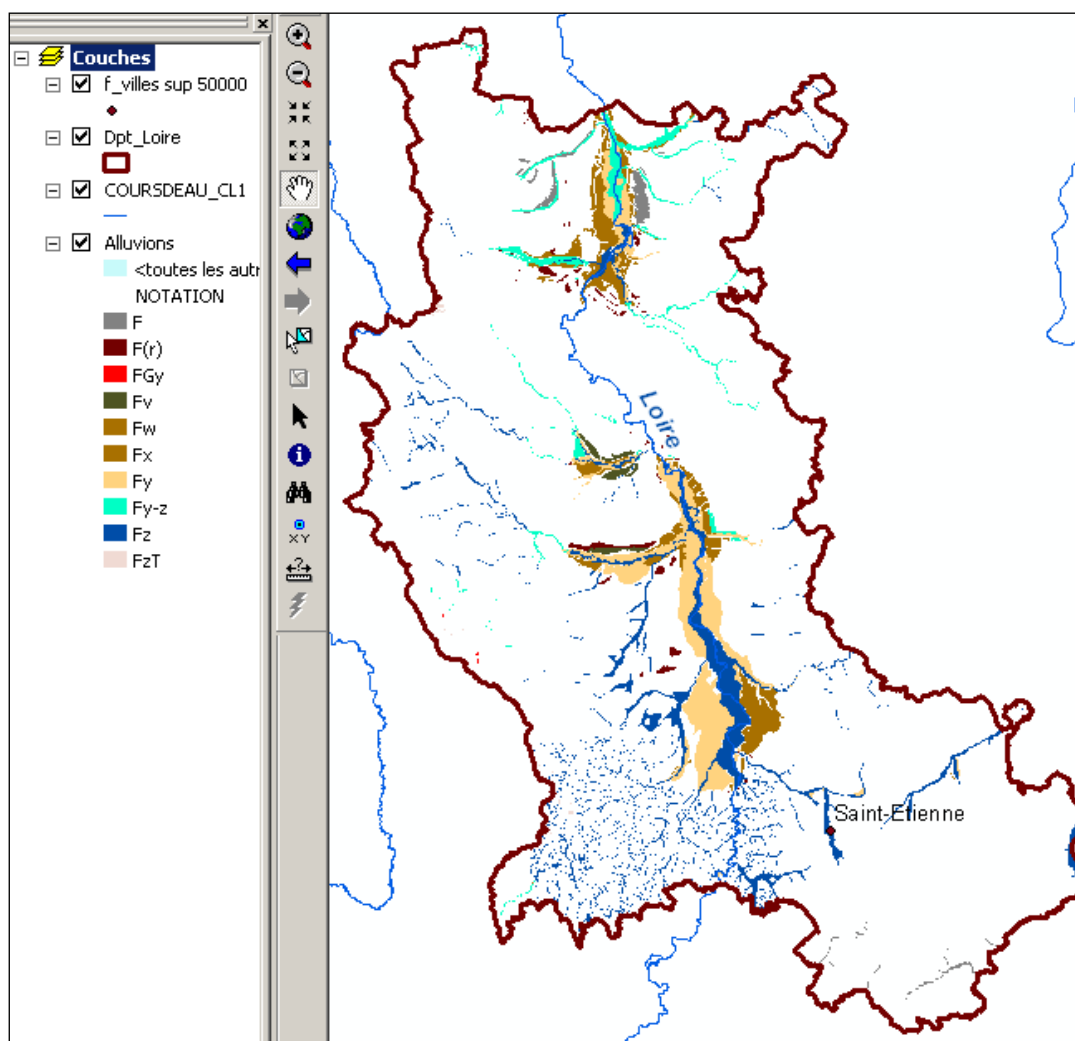


Illustration 10 - Systèmes alluvionnaires du département de la Loire

4.4.1. Construction du polygone global représentant une entité

Parties affleurantes

Le découpage préalable en entités de niveaux 1 et 2 réalisé lors de la phase méthodologique, bien qu'approximatif, a servi de point de départ, mais l'essentiel du travail a porté sur l'examen des cartes géologiques.

Pour chaque entité hydrogéologique, les polygones correspondant aux formations affleurantes ont été extraits des cartes géologiques vectorisées lorsqu'elles existaient. Dans les secteurs non couverts au 1/50 000, les contours des formations affleurantes ont été tracés à partir de la carte de la France à l'échelle du 1/1 000 000.

Les polygones constituant l'entité sont ensuite regroupés dans une couche SIG propre à l'entité considérée. Les limites d'affleurements de l'entité sont ensuite tracées à partir des contours des polygones affleurants (contours préalablement sélectionnés puis extraits).

Parties sous couvertures

Celles-ci sont tracées:

- à l'aide du report, dans la couche SIG mentionnée ci-dessus, des forages ou sondages ayant traversé, totalement ou partiellement les formations géologiques constitutives de l'entité hydrogéologique concernée. Pour le département de la Loire, les données disponibles sont fragmentaires. En effet, beaucoup de forages ne sont pas très profonds et/ou ils ne concernent essentiellement que les formations sédimentaires tertiaires ;
- du positionnement des affleurements de formations plus anciennes que celle étudiée ;
- des informations provenant d'études sectorielles.

Polygone global de l'entité

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

4.5. ASSEMBLAGE DES ENTITÉS ET CONTROLES

4.5.1. Traitements topologiques des entités

Les entités ont été délimitées au niveau 3 en utilisant les fonds cartographiques numériques existants. Le tableau multi-échelles initial a été précisé et modifié au fur et à mesure de l'avancement de cette délimitation. En particulier, l'ordre "absolu" des entités a été ajouté.

La cohérence topologique de l'ensemble des entités, une fois assemblées, a été vérifiée : relations de voisinage non seulement latéralement (limites) mais aussi verticalement (recouvrements).

Cette vérification a porté sur le niveau 3 du découpage (les niveaux 2 et 1 se déduisant du niveau 3 par agrégations). Elle a été effectuée à l'aide des fonctionnalités topologiques du logiciel ArcInfo.

Cette opération a permis de repérer des artefacts de découpages (petits polygones sans signification physique qui doivent être rattachés à une entité) ou bien des incohérences dans les recouvrements d'entités (par exemple entités de même âge qui se recouvrent).

4.5.2. Restitution par le modèle de gestion des parties sous couverture

Le modèle de gestion du référentiel permet de passer de la superposition stratigraphique des entités, définie dans le tableau multi-échelles par un numéro d'ordre dit "absolu", à une superposition définie par un numéro d'ordre dit "relatif" (annexe 2). Cette superposition identifie

totale des 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.

4.5.3. Identification et cartographie des entités au niveau régional (NV2) et national (NV1)

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

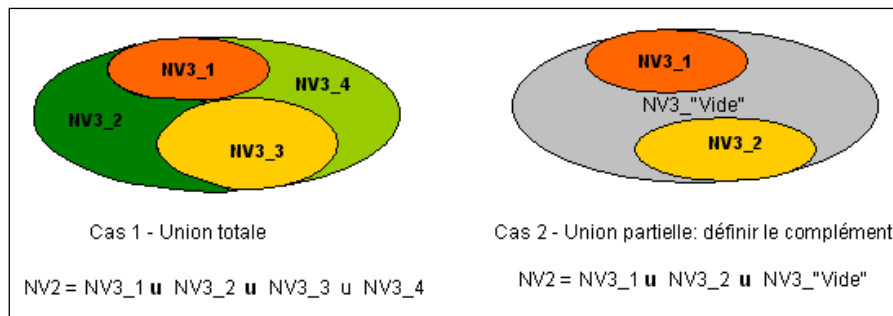


Illustration 11 - Constitution d'un niveau 2 à partir de niveaux 3

Remarque: il est possible de traiter aussi le cas d'une entité de niveau 3 s'étendant sur 2 entités de niveau 2

4.6. LES FORMATIONS DU SOCLE

Les formations de socle englobent les formations magmatiques et métamorphiques. Elles affleurent sur 68 % du territoire du département de la Loire.

La ressource en eau est principalement contenue dans la couche d'altérites qui surmonte les formations pas ou peu altérées (milieu poreux). Ce sont les précipitations qui alimentent les réservoirs. Les nappes sont généralement libres.

Les ouvrages de prélèvement d'eau sont principalement des captages de type gravitaire qui interceptent des aquifères de faible extension souvent circonscrits aux limites de petits bassins versants topographiques. Des puits domestiques peu profonds (inférieurs à 10 m) sont encore utilisés souvent pour l'arrosage dans certains secteurs.

L'essentiel des forages recensés dans ces formations (très peu nombreux) exploitent des circulations d'eau fissurale profonde (eau minérale). L'exploitation pour l'alimentation en eau potable (AEP), pour l'agriculture ou pour l'industrie des circulations d'eau dans les fractures du socle n'est pas répandue.

La qualité de l'eau peut être médiocre localement : bactériologie non-conforme aux exigences de qualité due essentiellement à la faible profondeur des niveaux aquifères et/ou présence d'éléments indésirables d'origine naturelle (arsenic par exemple). L'absence de carte géologique harmonisée, de cartes d'épaisseur des altérites, de stations de jaugeages favorables, ainsi que

des informations hydrogéologiques limitées n'ont pas permis de découper ces formations jusqu'au niveau local. Le découpage s'est basé sur les bassins versants de la BD-Carthage et a abouti à la délimitation de 14 domaines hydrogéologiques rattachés à 5 grands domaines.

Dans le département de la Loire on dénombre trois entités NV1 de Socle :

- Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier (205 anciennement B45 et B46), subdivisée en 3 entités de niveau régional (205AI, 205AC, 205AA), et 7 entités de niveau local (205AI03, 205AI05, 205AC01, 205AC03, 205AC05, 205AA01, 205AA05)
- Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier (entité 203 anciennement B47) : constitué d'une NV2 (203AI) et de deux NV3 (203AI07, et 203AI03)
- Socle du Massif Central oriental dans le bassin Rhône Méditerranée (527 anciennement B51 et B52), comprends les formations de socle des bassins versants du Rhône et de la Saône. Elle est constituée de 4 entités NV2 (527AN, 527AB, 527AV, 527AL), et de 4 entités NV3 qui sont des duplicatas des entités NV2.

Cas des formations du Viséen :

Ces formations volcano-sédimentaires anciennes ont été rattachées aux formations du socle en raison d'une certaine analogie dans le fonctionnement hydrogéologique

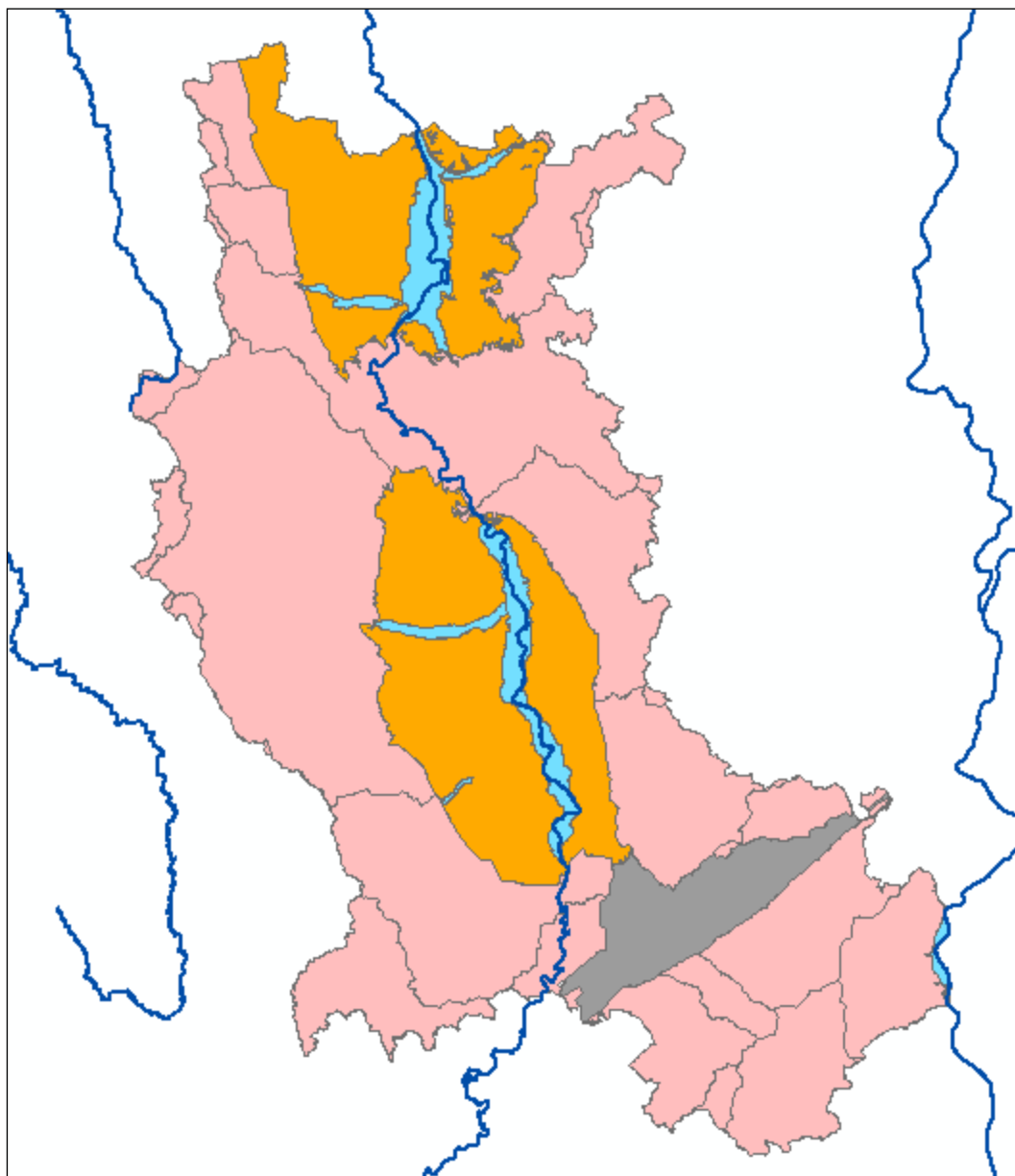


Illustration 12 - Entités de niveau 2 du département de la Loire - (la figure a été réalisée avec les anciens noms et codes d'entités).

4.7. LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES DU PRIMAIRE

4.7.1. Formations du bassin carbonifère stéphanois

Il s'agit d'un domaine hydrogéologique (**codé 151AE-anciennement B11A**).

Les terrains houillers du bassin carbonifère stéphanois se présentent comme une accumulation de terrains sédimentaires (alternance de grès, schistes et charbon pour l'essentiel) sur une épaisseur de 2 500 à 3 000 m. Ils reposent directement sur le socle cristallin.

Le bassin houiller stéphanois a été affecté par plusieurs phases tectoniques. Les failles majeures ont une orientation SW-NE à WSW-ENE.

Au-delà de 30 m de profondeur, les terrains du houiller présentent, lorsqu'ils n'ont pas fait l'objet d'exploitation minière, des perméabilités très faibles, de l'ordre de 10^{-7} à 10^{-6} m/s. Ils ne sont pas aquifères.

A proximité de la surface, leur décompression les rend plus perméables et ils peuvent constituer des aquifères superficiels de faible capacité.

Lors de l'exploitation minière, des fracturations supplémentaires des terrains du houiller apparaissent à l'aplomb des zones exploitées. Ces fractures néogènes se surimposent aux fractures naturelles préexistantes. Mais contrairement à ces dernières, ce sont des fractures ouvertes qui ont un rôle de drains et confèrent aux terrains des zones exploitées une conductivité hydraulique forte.

L'arrêt de l'exhaure minière allant de paire avec l'arrêt des exploitations, ces zones font l'objet d'un remplissage progressif par les eaux d'infiltration. Ces zones constituent les principaux magasins aquifères du secteur d'étude.

Ces nappes sont discontinues, libres ou captives et de perméabilités moyennes : 10^{-4} à 10^{-5} m/s. Elles sont alimentées par les précipitations météoriques et par les apports des versants cristallins.

Compte tenu de la qualité chimique intrinsèque de ses eaux (teneurs en sulfates, fer et manganèse supérieures aux exigences de qualité) et de sa faible productivité, l'aquifère du houiller n'est pas exploité actuellement.

4.8. LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES DU SECONDAIRE

4.8.1. Formations du jurassique moyen et jurassique inférieur.

Il s'agit d'un domaine hydrogéologique (codé 139AZ-anciennement **B11F**).

Ces formations ne sont que très peu représentées : elles n'affleurent qu'en petits lambeaux sur la bordure orientale du bassin de Roanne.

Compte-tenu de leur faible extension et de leurs similitudes, le Dogger et le Lias ont été regroupés dans la même entité. En effet, ces séries sont constituées de calcaires, marnes ou calcaires marneux qui ne sont pas exploités, d'une part à cause de leur faible puissance et d'autre part du fait de la composante marneuse qui ne constitue pas une ressource aquifère.

Remarque : plus au Nord dans la région Centre, les calcaires du Dogger constituent un système aquifère. Dans le Cher, ces calcaires sont intrinsèquement compacts mais renferment de l'eau dans les secteurs fracturés. C'est un aquifère discontinu et peu capacitif. A l'Ouest du cours d'eau du Cher, la barre supérieure calcaire renferme des bancs oolithiques et récifaux, formant ainsi un réservoir plus régulier.

4.9. LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES DU TERTIAIRE

4.9.1. Formations sédimentaires tertiaires de type Limagne

Il s'agit d'un domaine hydrogéologique (codé **113AL**-anciennement **B11B**).

La Limagne de Loire ou plaine du Forez est un fossé d'effondrement orienté NNO-SSE. Elle est composée de deux sous-bassins tertiaires séparés par des formations carbonifères : bassin de

Roanne au Nord et bassin de Montbrison au Sud. Ces sous-bassins à remplissage d'âge oligo-miocène sont ceinturés par des reliefs constitués essentiellement de terrains cristallins du Paléozoïque limités par des failles bordières.

Ces grabens résultent de la réactivation de systèmes de fractures tardi-heryniennes de direction NE-SO. Ce dispositif en bassin est le siège d'une importante subsidence à l'Oligocène. On observe la mise en place de dépôts clastiques près des bordures et de sédiments argilo-carbonatés dans la partie plus centrale de la fosse. Les différents cycles de sédimentation peuvent localement être absents ou incomplets, ce qui a pour corollaire des niveaux aquifères discontinus.

Dans le bassin Roannais, les formations rencontrées sont des marnes et argiles sableuses datées de l'Oligocène. L'eau circule dans les niveaux sableux ou graveleux où elle est captive. Ces aquifères sont peu productifs et les possibilités d'exploitation sont restreintes. De petites nappes, proches de la surface du sol, peuvent être exploitées mais elles ne subviennent qu'à des besoins limités (puits domestiques traditionnels essentiellement). Les alluvions anciennes (à partir de la moyenne terrasse), de faibles perméabilités, sont rattachées à cette entité.

Pour le bassin de Montbrison, les formations intégrées à l'entité regroupent les alluvions anciennes en terrasses et les formations sédimentaires tertiaires.

En rive droite, les formations sédimentaires à prédominance argileuse ou argilo-sableuse ne sont pas réputées aquifères. Surmontant ces formations tertiaires, il subsiste des formations fluviales (terrasses anciennes) constituées de sables, galets et graviers qui peuvent, dans certaines conditions, constituer un aquifère productif. L'hétérogénéité spatiale et verticale de ces formations donnent un système hydrogéologique complexe dans lequel les niveaux d'eau peuvent alternativement se situer dans les alluvions anciennes ou dans le substratum peu perméable. Ces nappes sont sollicitées essentiellement pour des besoins agricoles (irrigation).

En rive gauche, les formations tertiaires présentent localement un faciès sableux perméable susceptible de renfermer une nappe caractérisée assez souvent par un léger artésianisme. L'extension latérale de ces niveaux sableux, allant de quelques cm à plusieurs m d'épaisseur, n'est pas entièrement définie. Un forage profond (750 m) réalisé par la COGEMA a rencontré ce faciès sableux aquifère entre -10 et -180 m. La transmissivité de la formation est comprise entre 10^{-3} et 10^{-4} m²/s. La qualité des eaux est bonne.

Les alluvions anciennes (sables, graviers, galets), en forme d'auréole entre les dépôts tertiaires et les alluvions récentes ou en lambeaux, présentent une grande hétérogénéité et une perméabilité d'ensemble assez faible. Elles peuvent néanmoins constituer localement un réservoir aquifère. L'eau est plus minéralisée que celle de l'aquifère des formations tertiaires.

4.10. LES FORMATIONS ALLUVIALES

Les aquifères contenus dans les formations alluviales sont les principaux réservoirs d'eau souterraine du département de la Loire. Ils constituent la principale ressource utilisée pour l'alimentation en eau potable.

De par leur nature, la qualité de ces ressources est en étroite dépendance avec celle du cours d'eau qui les accompagne. Dans la version initiale du référentiel les alluvions étaient considérées comme des entités, mais dans la version actuelle de BD-LISA celle-ci appartient aux entités complémentaires.

La plupart de ces formations alluviales sont intégrées aux entités complémentaires.

Ces ressources aisément mobilisables sont celles qui sont le plus étudiées, et par conséquent celles pour lesquelles il a été possible de découper les entités jusqu'au niveau local (NV3).

4.10.1. Les alluvions de la Curaize

Il s'agit d'un système aquifère (anciennement codé **N14E**).

Les alluvions récentes constituent le réservoir aquifère. Leur épaisseur varie de 4 à 8 m et la puissance de la nappe croît de l'amont vers l'aval (de 2 à 5,5 m) au fur et à mesure de l'approfondissement du substratum argileux (tertiaire).

Les alluvions sont hétérogènes. Les perméabilités varient de 5.10^{-4} à 5.10^{-3} m/s.

Vers l'aval, il apparaît un niveau argileux et la porosité d'ensemble des matériaux va en diminuant.

Cette ressource est utilisée pour l'AEP.

4.10.2. Les alluvions du Renaison

Il s'agit d'un système aquifère (anciennement codé **N14F**)

Les formations alluviales s'allongent d'Ouest en Est jusqu'à la confluence avec le fleuve Loire sur une largeur assez constante de 1 km. Elles reposent sur des dépôts essentiellement argileux d'âge oligocène.

Il a été possible de différencier les alluvions actuelles et subactuelles qui constituent une unité aquifère de niveau local (codée **N14F1**), des alluvions plus anciennes classées comme unité semi-perméable (codé **N14F0**).

4.10.3. Les alluvions du Sornin

Il s'agit d'un système aquifère (anciennement codé **N14G**).

La plaine alluviale est bien développée de l'amont de Charlieu jusqu'à la confluence avec la Loire.

Il a été distingué les alluvions récentes et subactuelles sollicitées pour l'AEP (unité aquifère **N14G1**) des alluvions plus anciennes qui constituent une unité semi-perméable (**N14G0**).

4.10.4. Les alluvions du Lignon

Il s'agit d'un système aquifère (anciennement codé **N14H**).

La plaine alluviale du Lignon entre Boën et la Loire a une largeur comprise entre 800 et 1200 m.

Seule la zone centrale (200 à 500 m de large) présente des potentialités hydrogéologiques favorables : elle est classée unité aquifère (code **N14H1**). Les alluvions sablo-graveleuses reposent sur un substratum argileux ou argilo-sableux. Elles présentent des variations de faciès brutales et de nombreuses hétérogénéités. L'épaisseur de l'aquifère est généralement inférieure à 4 m. La perméabilité moyenne de l'aquifère est de l'ordre de 10^{-3} m/s à 4.10^{-3} m/s. Cette nappe est utilisée pour l'alimentation en eau potable. Les alluvions plus anciennes constituent une unité semi-perméable (**N14H0**).

4.10.5. Les alluvions de la Loire dans le bassin Roannais

Il s'agit d'un système aquifère (anciennement codé **N14D**).

La partie aquifère est constituée des alluvions récentes et des alluvions anciennes de la basse terrasse (anciennement codée **N14D1**). En effet, cette dernière est en continuité horizontale avec les alluvions modernes et leur nappe n'en forme qu'une. Dans le secteur de la ville de Roanne, une partie des formations du marais de Roanne est également intégrée au système aquifère.

Les alluvions sont gravelo-sableuses avec présence fréquente de passages argileux et d'un recouvrement limoneux. En amont de Roanne, l'épaisseur des alluvions est variable et faible (de l'ordre de 4 m), tandis que vers l'aval elles s'épaississent avec une moyenne de 5 à 6 m.

L'épaisseur de la zone saturée est également assez variable et peu importante : de 2 à 4 m en moyenne.

Dans les environs de Roanne, les perméabilités élevées de l'aquifère (supérieures à 1.10^{-3} m/s) et les transmissivités intéressantes (4 à 30.10^{-3} m²/s), permettent d'obtenir des débits pouvant excéder 100 m³/h. Plus en aval, les valeurs de transmissivités varient de 1 à 10.10^{-3} m²/s.

Cet aquifère est exploité pour l'alimentation en eau potable, pour des besoins industriels et dans une moindre mesure pour des besoins domestiques à travers des puits traditionnels.

Les alluvions anciennes, autres que celle de la basse terrasse constituent une unité semi-perméable (N14D0)

4.10.6. Les alluvions de la Loire dans le bassin de Montbrison

Il s'agit d'un système aquifère (anciennement codé N14B).

Le magasin aquifère est constitué par les alluvions récentes de la Loire qui s'étalent sur 15 km de longueur et 1 km de largeur environ.

Les alluvions sont constituées de sables, galets et graviers et reposent sur le substratum tertiaire à prédominance argileuse.

L'épaisseur des dépôts n'excède pas 8 m et varie tout au long du fleuve. Quant à l'épaisseur de la nappe, elle atteint au mieux 7 à 8 m mais est souvent comprise entre 2 et 5 m.

La perméabilité de l'aquifère est très variable : dans certains secteurs, les alluvions sont colmatées et présentent des perméabilités inférieures à 10^{-4} m/s, dans d'autres secteurs les perméabilités sont de l'ordre de 10^{-3} m/s.

Cette ressource est principalement utilisée pour l'alimentation en eau potable.

4.10.7. Les alluvions du Rhône

Il s'agit d'un système aquifère (anciennement codé E8R).

Les alluvions du Rhône constituant cette entité s'étendent sur environ 75 km (du Sud de l'agglomération lyonnaise à Tain l'Hermitage). L'entité englobe également les alluvions récentes et fluvio-glaciaires des affluents du fleuve.

Cette entité ne concerne qu'une petite partie du département de la Loire : rive droite du Rhône au Sud-Est du département et alluvions du Giers.

Les alluvions de la rive droite du Rhône sont intégrées dans une unité aquifère de niveau local (anciennement E8R1).

Les nappes de la plaine du Rhône sont constituées par les alluvions fluviales modernes et par les terrasses glaciaires (Würm) et postglaciaires. Les terrasses des alluvions anciennes sont dans l'ensemble peu développées et n'ont qu'une importance hydrogéologique mineure. En bordure du Rhône, les eaux souterraines contenues dans les alluvions récentes et modernes présentes quant à elles un potentiel intéressant, bénéficiant de l'alimentation induite par le fleuve.

L'épaisseur moyenne des alluvions perméables est variable le long du Rhône : de 10 à 15 m en amont et de 20 à 30 m à l'aval. Elle peut atteindre 40 à 50 m, à la verticale des terrasses würmiennes. La profondeur de la nappe est liée à la hauteur des terrasses par rapport au niveau du Rhône. Elle est de 1 à 5 m en basse plaine mais passe à 10 m ou plus près des coteaux. La perméabilité moyenne des alluvions est élevée, de l'ordre de 10^{-3} à 10^{-2} m/s. Les

alluvions reposent, selon les secteurs, sur les argiles pliocènes ou sur le socle du Massif Central.

Dans le département de la Loire, l'unité aquifère de niveau local correspond à la plaine alluviale de Chavanay. Elle comporte plusieurs champs captant utilisés pour l'AEP.

La vulnérabilité de l'aquifère est importante du fait de la présence de zones urbanisées, de zones d'activités industrielles, d'une forte activité agricole (arbres fruitiers), de voies de communication importantes.

Les alluvions du Giers constituent une unité semi-perméable (anciennement E8R0)

4.11. COMPLÉMENTS

L'absence de deux cartes géologiques sur des zones importantes du département de la Loire, et à fortiori l'absence d'une carte géologique harmonisée, n'ont pas permis de découper le territoire de manière idéale. Il sera donc nécessaire, lorsque les informations manquantes seront disponibles, de revoir ou d'affiner le découpage dans certains secteurs.

Certaines formations pourront à cette occasion être ajoutées aux entités hydrogéologiques de la Loire :

- Les sables et argiles du Bourbonnais

Ces formations datées du Plio-Quaternaire peuvent être classées comme domaine hydrogéologique. Ces dépôts fluviatiles et fluvio-lacustres sont constitués de galets, graviers, sables argileux et argiles. Cet ensemble est constitué de sous-ensembles caractérisés par leur dominance argileuse ou sableuse, la présence ou non de galets.

Il en résulte un système aquifère discontinu et hétérogène avec de petites nappes isolées, parfois superposées et irrégulièrement réparties. Elles sont pour la plupart exploitées par des puits domestiques.

- Les placages fluvio-glaciaires.

Les monts du Forez ont été largement recouverts de glace (Quaternaire moyen et Würm). Il en subsiste aujourd'hui des dépôts qui se présentent en placages sur les versants ou en fonds de vallées.

Les moraines du Forez sont caractérisées par un faciès d'argile à blocs : blocs de forme arrondie ou anguleuse, cailloux et galets dans une matrice constituée de graviers, sables et limons.

Les moraines de fond sont souvent imperméables car très compactes et argileuses.

Localement, les moraines situées en tête de vallée peuvent contenir un petit niveau aquifère lorsque la part argileuse n'est pas trop importante. Elles donnent souvent naissance à de petits rus.

Suivant le guide méthodologique, ces dépôts seront considérés comme une unité aquifère au niveau local (NV3) et classés dans le thème "sédimentaire".

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 13.

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 14).

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

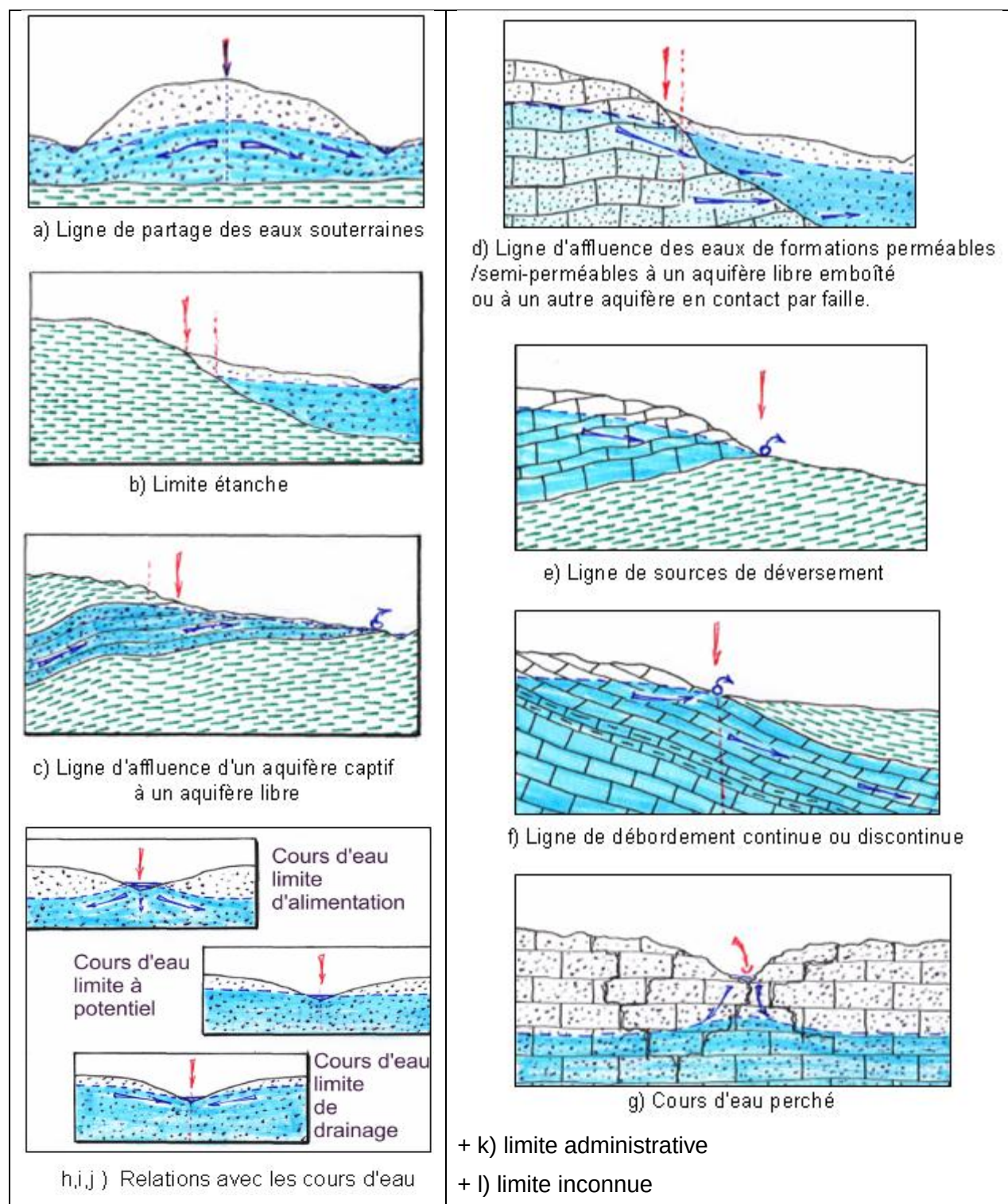


Illustration 13 - Types de limites possibles entre entités.

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 14 - Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques.

6. Outil de construction du référentiel

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

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

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 15).

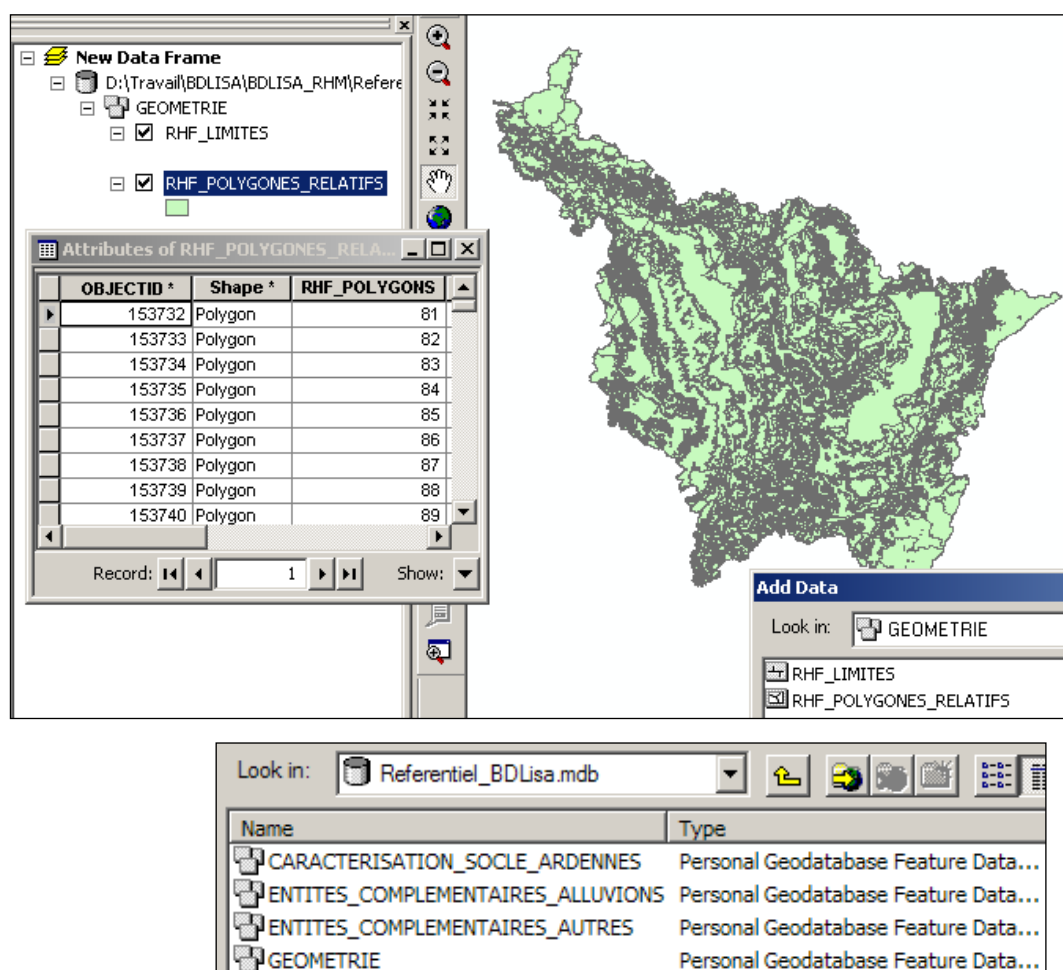


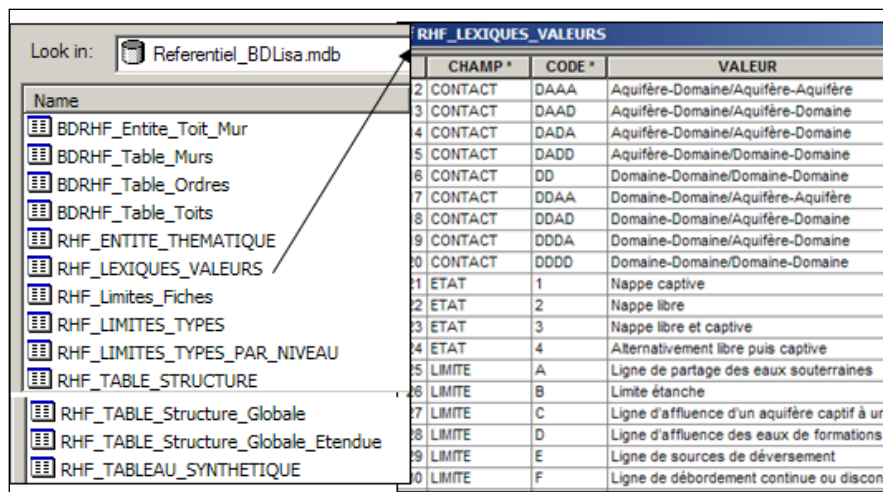
Illustration 15 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.

Outre les « Entités principales », la géodatabase comprend :

- les « **Entités complémentaires** » (partie inférieure de l'illustration 15) 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 16).



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

Illustration 16 - 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 17).

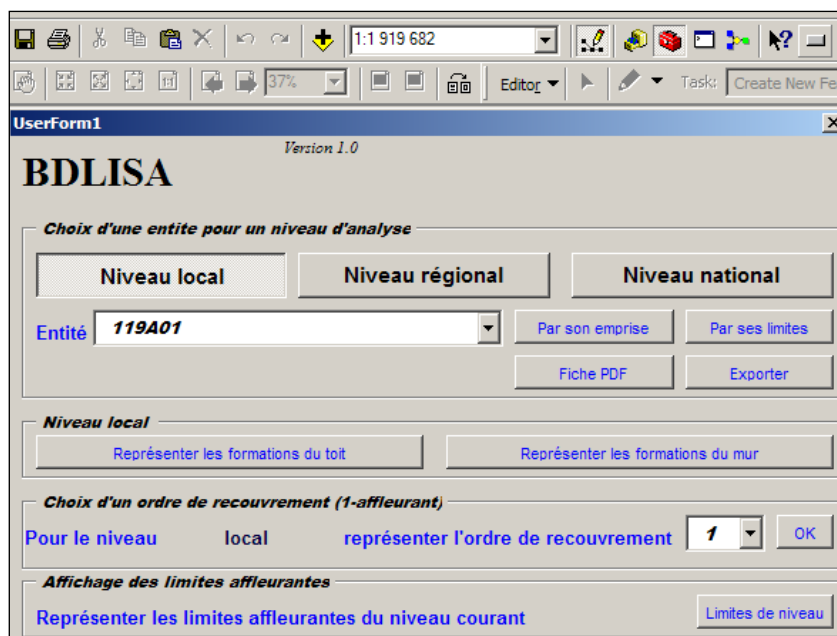


Illustration 17 - Interface utilisateur de la géodatabase.

L'illustration 18 présente un exemple de sélection d'entité effectuée à partir du menu de l'illustration 17 ci-dessus (« Représenter l'entité par son emprise »).

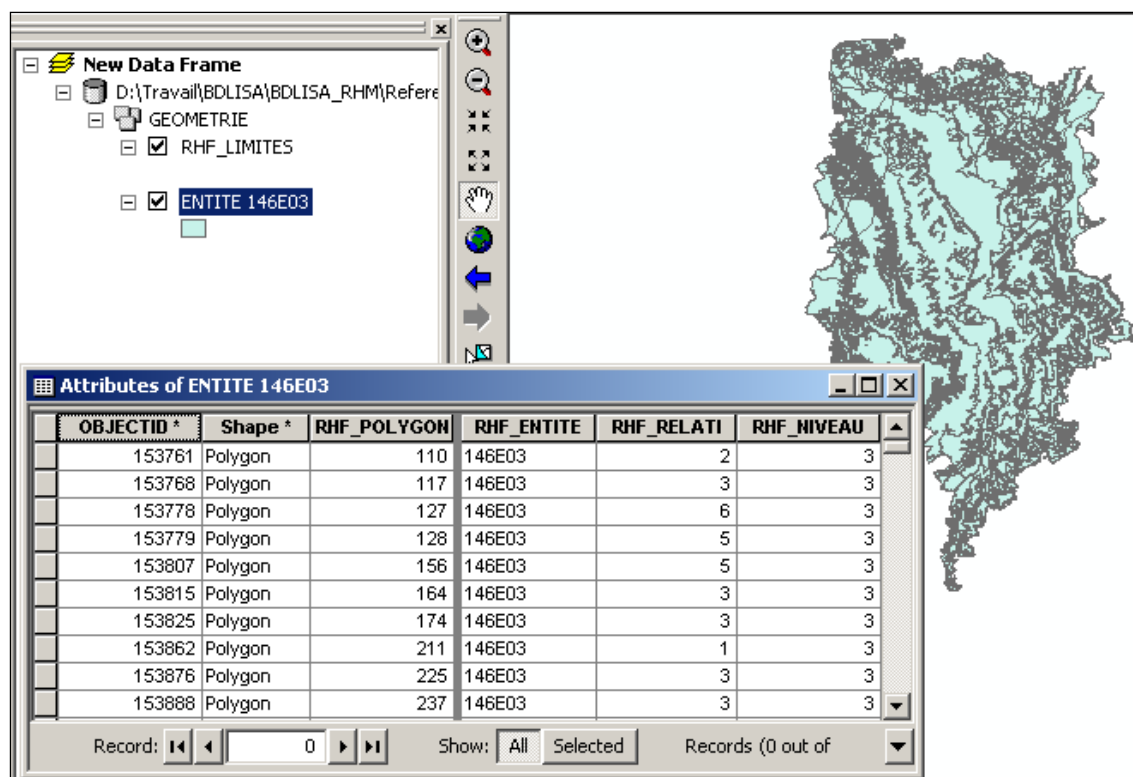
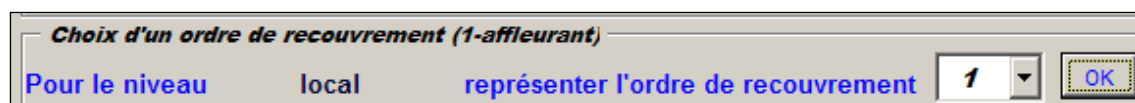


Illustration 18 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.

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 19).

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



L'illustration 20 présente une vue des entités de niveau 3 et d'ordre 1 (une couleur est affectée à chaque entité).

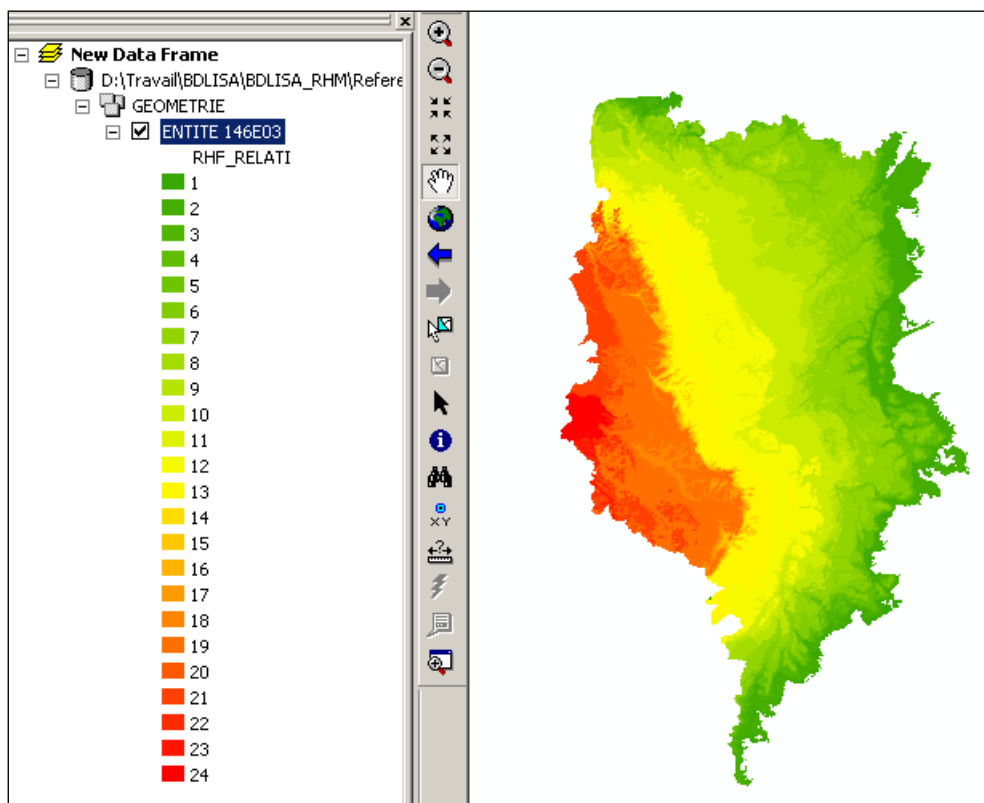


Illustration 19 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).

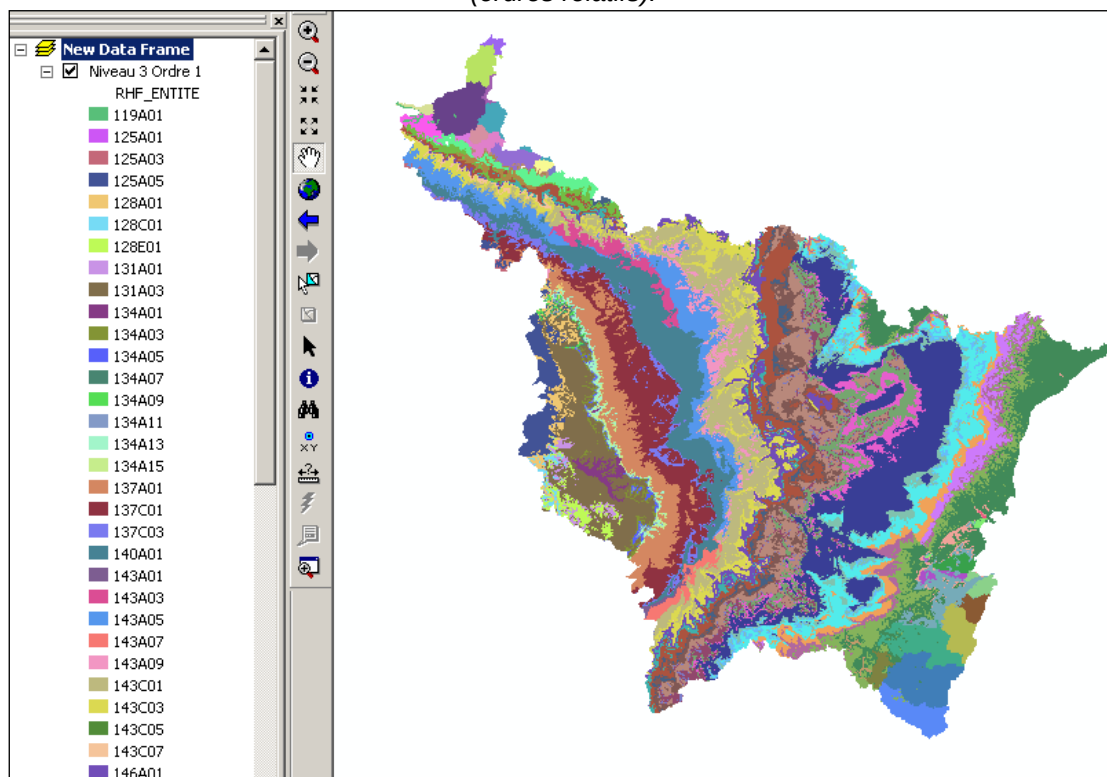
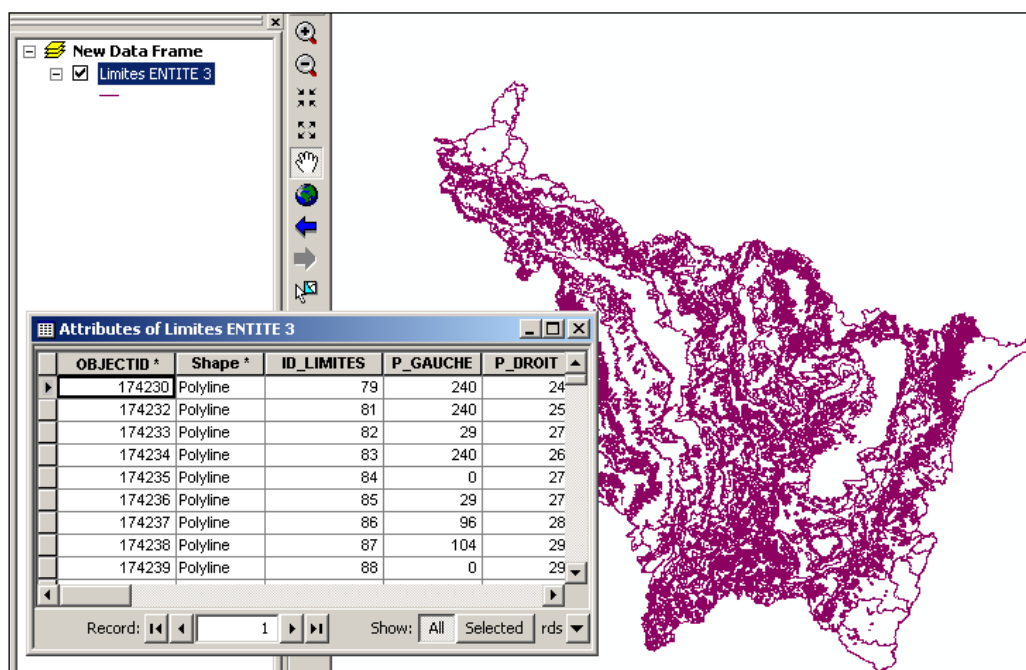


Illustration 20 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).

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).

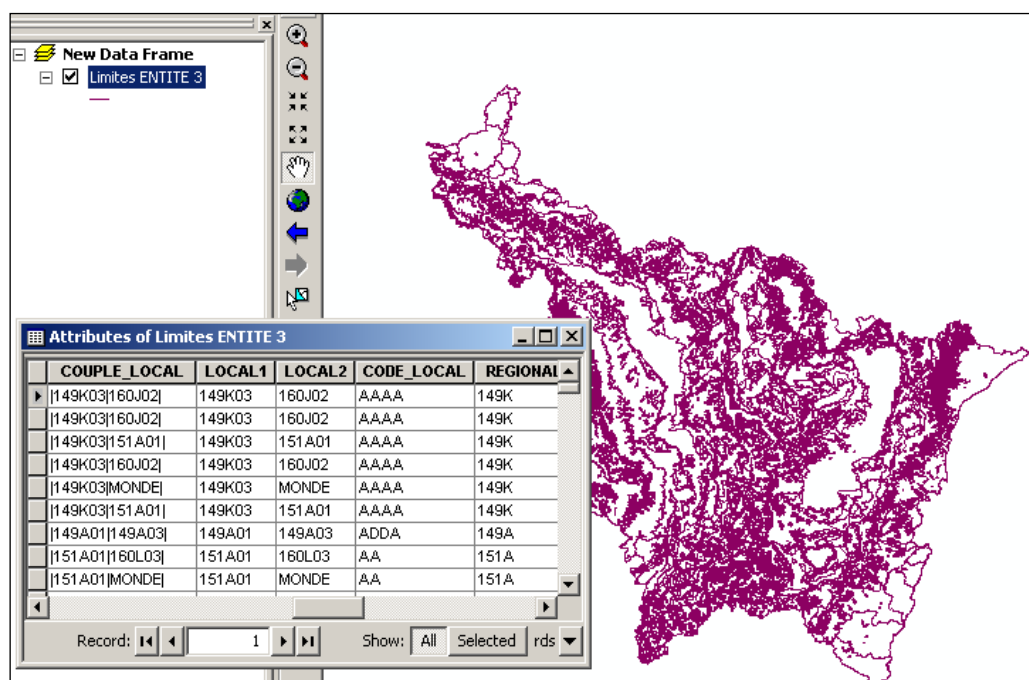
Cette table contient aussi la nature des contacts entre entités (illustration 22).



Attributes of Limites ENTITE 3

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

Illustration 21 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités.



Attributes of Limites ENTITE 3

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

Illustration 22 - Table des limites : natures des contacts entre entités.

6.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS

Le modèle de gestion permet d'éditer automatiquement (illustration 23) 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.

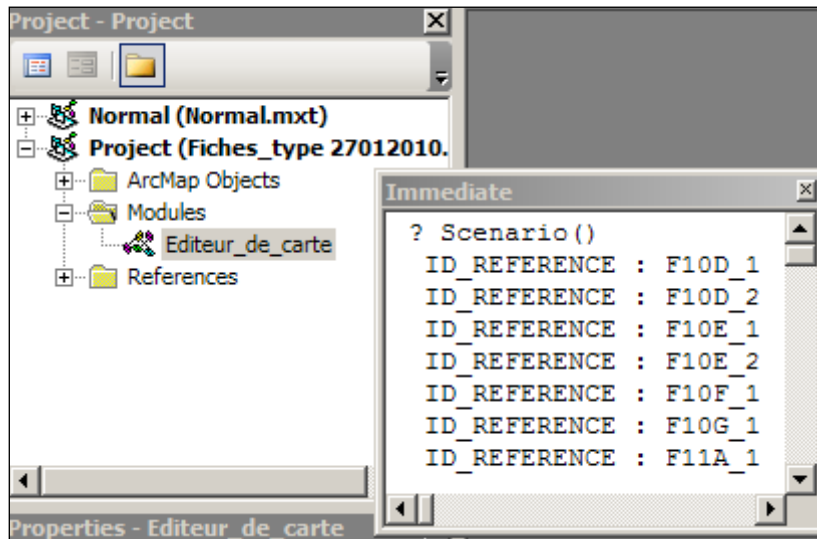


Illustration 23 - Éditeur de cartes du modèle de gestion du référentiel.

Une fiche d'analyse est constituée de plusieurs blocs d'informations. Les illustrations 24 et 25 fournissent un exemple pour une entité de niveau 3 (« *Calcaires à Prodactylioceras, Marnes à Zeilleria et Calcaires ocreux du Lias inférieur* », du bassin Rhin-Meuse).

Sur la partie droite de la fiche (illustration 24), 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 25) 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.

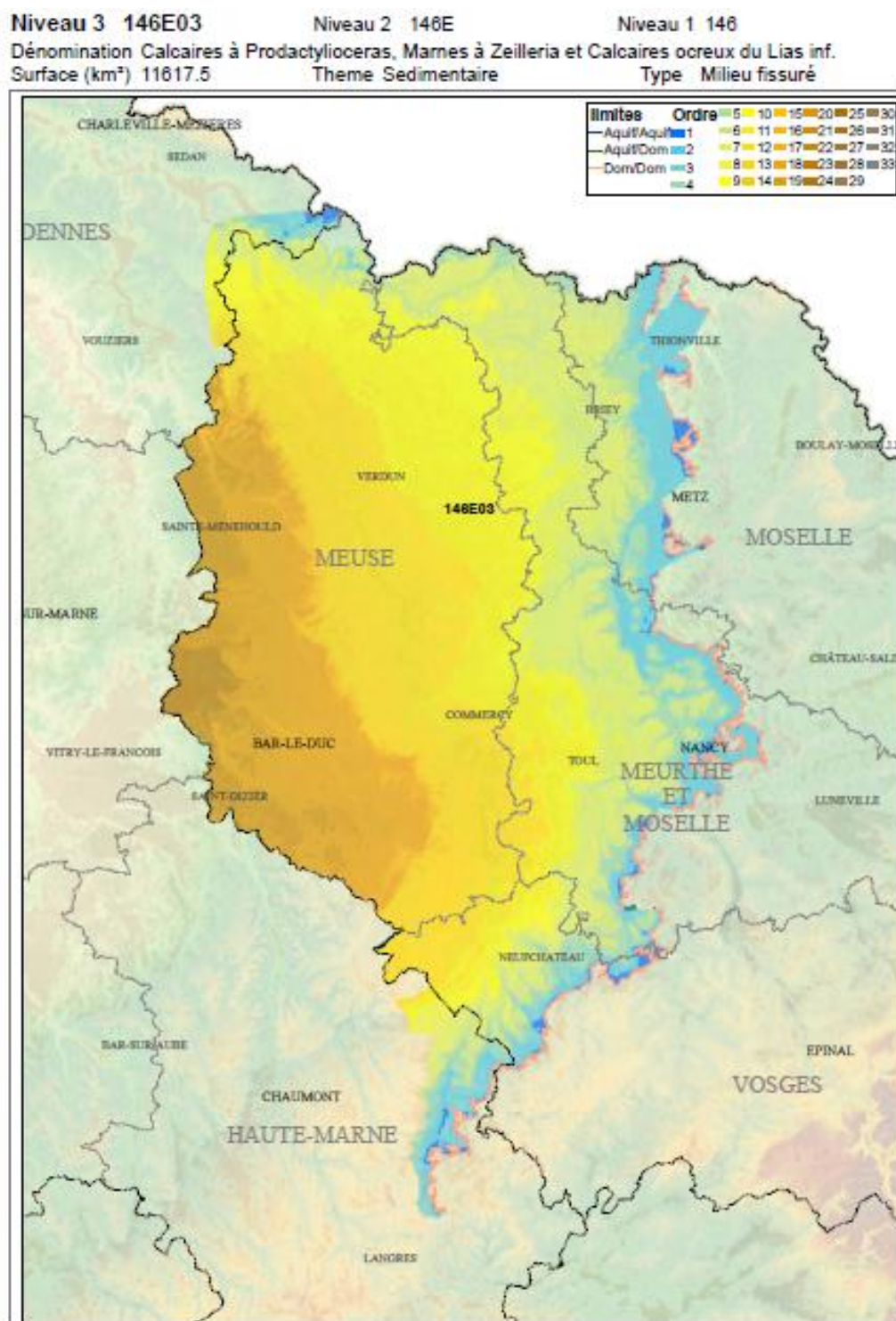


Illustration 24 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).

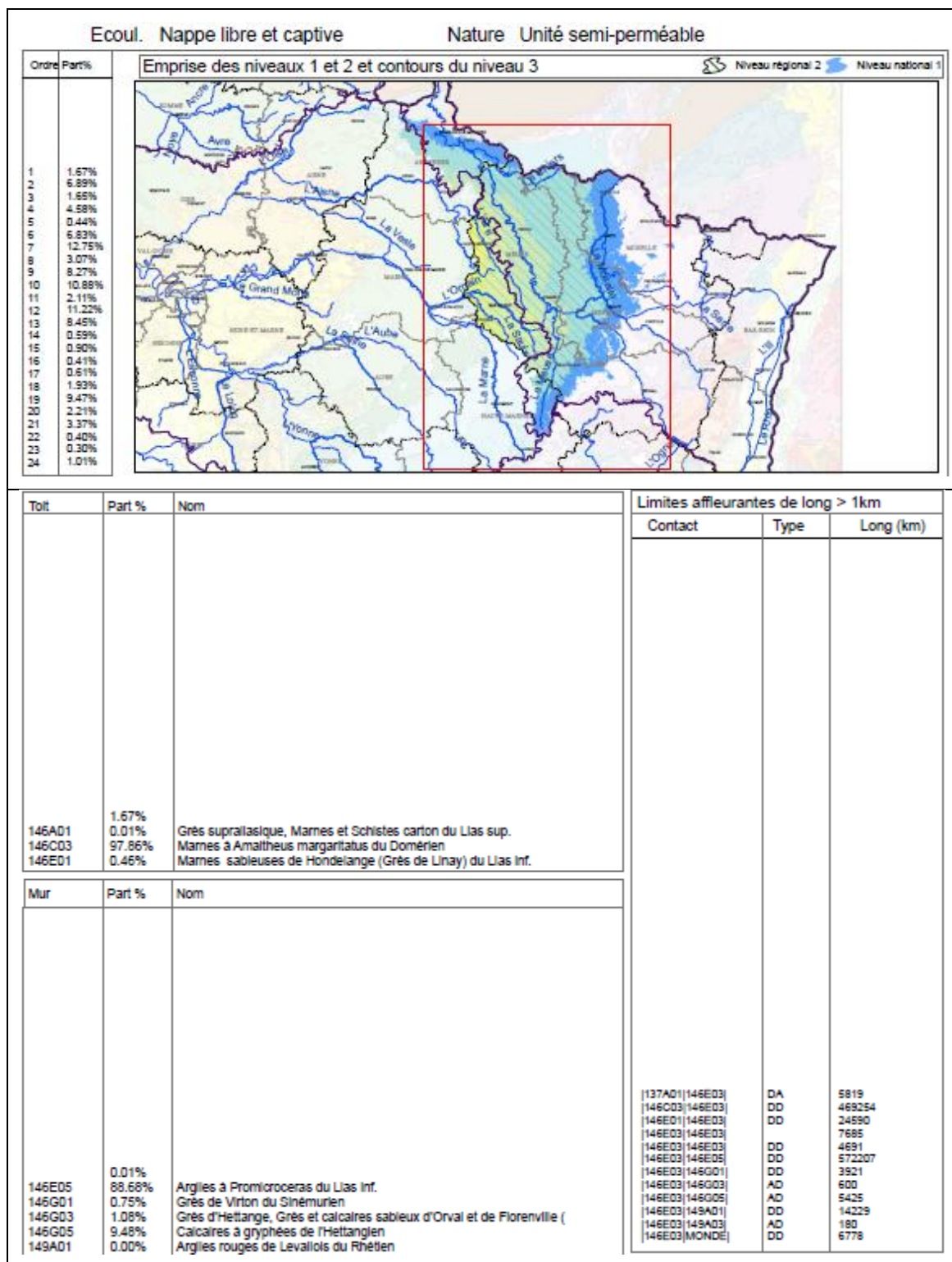


Illustration 25 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite).

7. Conclusion

Le travail réalisé dans le département de la Loire dans le cadre de l'année 2 du programme de construction du Référentiel Hydrogéologique Français (BDRHF-V2) a permis, après élaboration d'un tableau multi-échelles (aux 3 niveaux de détail du référentiel, national, régional et local) de délimiter :

- **8 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1) ;**
- **24 systèmes ou domaines (NV2) ;**
- **29 de niveau local (NV3).**

Ces entités sont rattachées au "thème socle", au "thème sédimentaire" et au. Les unités aquifères du niveau local ne concernent que le "thème alluvial". Les données de ce référentiel pourront être téléchargées et exportées depuis :

- le site du SANDRE (Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) : <http://www.sandre.eaufrance.fr/>
- les Systèmes d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines (SIGES) : SIGES Seine Normandie, Midi Pyrénées, Aquitaine
- le portail ADES <http://www.ades.eaufrance.fr>
- le site Eaufrance <http://www.eaufrance.fr>

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

...

8. Références bibliographiques

Beauduc P. (1986) - Possibilités d'exploitation énergétique de l'eau souterraine. Agglomération Roannaise. Rapport BRGM 86SGN 11 RHA.

Bertin C. (2007) - Etude préalable à l'actualisation de la synthèse hydrogéologique du département de la Loire. Rapport BRGM RP-55068-FR.

Bertin C. (2009) – Référentiel hydrogéologique français BDRHF-V2. Bassin Loire-Bretagne. Année 2. Délimitation des entités hydrogéologiques du département de la Loire. Rapport d'étape. Rapport BRGM RP-56950-FR

Davoine, P. (1994) - Étude hydrogéologique du bassin Houiller de la Loire.

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.

Rapports généraux sur le référentiel (phase 1)

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

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

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

Annexe 1 : Tableau Multi-Echelles

Référentiel hydrogéologique français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques du département de la Loire.

[illegible]

RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_ETAT	RHF_NATURE	RHF_MILIEU	RHF_THEME	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	N1_RHF_NATURE
52ZAC00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations primaires cristallines et magmatiques (grès) dans le bassin versant de la Cance et de l'ay	50000	3	2	4	4	3	52ZAC	Formations primaires cristallines et magmatiques (grès) dans le bassin versant de la Cance et de l'ay	4	527	Socle du Massif Central dans le bassin Rhône Méditerranée (dénomination provisoire)	2
52ZAD00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations primaires cristallines et magmatiques (grès) dans le bassin versant du Doux	50000	3	2	4	4	3	52ZAD	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
52ZAE00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations primaires cristallines et magmatiques (grès) dans le sous-bassin versant amont de l'Ardèche	50000	3	2	4	4	3	52ZAE	Formations primaires cristallines et magmatiques (grès) dans le sous-bassin versant amont de l'Ardèche	4	527	Socle du Massif Central dans le bassin Rhône Méditerranée (dénomination provisoire)	2
52ZAH00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations primaires cristallines et magmatiques (grès) dans les bassins versants de l'Eyreux et de l'Ouvèze	50000	3	2	4	4	3	52ZAH	Formations primaires cristallines et magmatiques (grès) dans les bassins versants de l'Eyreux et de l'Ouvèze	4	527	Socle du Massif Central dans le bassin Rhône Méditerranée (dénomination provisoire)	2
52ZAG00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations primaires cristallines et magmatiques (grès) dans le sous-bassin versant Pléomort du Tarn et Garonne (Besane et Ligne)	50000	3	2	4	4	3	52ZAG	Formations primaires cristallines et magmatiques (grès) dans le sous-bassin versant Pléomort du Tarn et Garonne (Besane et Ligne)	4	527	Socle du Massif Central dans le bassin Rhône Méditerranée (dénomination provisoire)	2
52ZAJ00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations primaires et plutoniques affleurantes ou sub-affleurantes dans l'ouest lyonnais	50000	3	2	4	4	3	52ZAJ	Formations primaires et plutoniques affleurantes ou sub-affleurantes dans l'ouest lyonnais	4	527	Socle du Massif Central dans le bassin Rhône Méditerranée (dénomination provisoire)	2
52ZAK00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations primaires et plutoniques affleurantes ou sub-affleurantes entre Neuville-Sur-Saône et Lyon en rive gauche de la Saône	50000	3	3	4	4	3	52ZAK	Formations primaires et plutoniques affleurantes ou sub-affleurantes entre Neuville-Sur-Saône et Lyon en rive gauche de la Saône	4	527	Socle du Massif Central dans le bassin Rhône Méditerranée (dénomination provisoire)	2
52ZAL00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations primaires cristallines des bassins versants Avergues-Bièvre-Ardèche	50000	3	2	4	4	3	52ZAL	Formations primaires cristallines des bassins versants Avergues-Bièvre-Ardèche	4	527	Socle du Massif Central dans le bassin Rhône Méditerranée (dénomination provisoire)	2
52ZAM00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations primaires cristallines du bassin versant du Garon	50000	3	2	4	4	3	52ZAM	Formations primaires cristallines du bassin versant du Garon	4	527	Socle du Massif Central dans le bassin Rhône Méditerranée (dénomination provisoire)	2
52ZAN00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations primaires cristallines du bassin versant du Gier	50000	3	2	4	4	3	52ZAN	Formations primaires cristallines du bassin versant du Gier	4	527	Socle du Massif Central dans le bassin Rhône Méditerranée (dénomination provisoire)	2
203A001	Socle plutonique dans le bassin versant de l'Allier de la Dore (non inclus) au Bérion (non inclus)	50000	3	2	6	2	3	203A	Socle du Massif Central dans le bassin versant de l'Allier de sa source à la Dore (inclus) à l'Est des formations sédimentaires de Limagne en Auvergne, rive droite de l'Allier	4	203	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier	2
203A003	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Dore de la Fave (non inclus) à l'Allier (non inclus)	50000	3	2	6	2	3	203A	Socle du Massif Central dans le bassin versant de l'Allier de sa source à la rive droite de l'Allier	4	203	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier	2
203A007	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Dore de sa source à la Fave (inclus)	50000	3	2	6	2	3	203A	Socle du Massif Central dans le bassin versant de l'Allier de sa source à la rive droite de l'Allier	4	203	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier	2
203AK01	Socle métamorphique et plutonique dans les bassins versants de l'Allier de sa source au Chapeauroux (non inclus) et du Chapeauroux (Allier) (Grandes de la Magneride, Aubrac et Cévaudan)	50000	3	2	6	2	3	203AK	Socle du Massif Central : Grandes de la Magneride, Aubrac et Cévaudan dans le bassin versant de l'Allier de sa source au Chapeauroux (exclus) et dans le bassin versant du Chapeauroux (Allier)	4	203	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive gauche de l'Allier	2
203AM01	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Loire du Lignon (non inclus) au barrage de Grangent	50000	3	2	6	2	3	203AM	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Magnerie au barrage de Grangent	4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier	2
203AM03	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Loire de la Magnerie (non inclus) à la Lousonne (inclus)	50000	3	2	6	2	3	203AM	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Magnerie au barrage de Grangent	4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier	2
203AC01	Socle plutonique dans le bassin versant de la Loire de l'Ax (non inclus) au Rhins (inclus)	50000	3	2	6	2	3	203AC	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Magnerie au barrage de Grangent	4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier	2
203AC03	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Loire du Grand (non inclus) à l'Ax (non inclus)	50000	3	2	6	2	3	203AC	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Magnerie au barrage de Grangent	4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier	2
203AC05	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Loire du barrage de Grangent au grand (inclus)	50000	3	2	6	2	3	203AC	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Magnerie au barrage de Grangent	4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier	2
203AE01	Socle plutonique dans le bassin versant de la Loire de l'Ax (non inclus) au Rhins (inclus)	50000	3	2	6	2	3	203AE	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Magnerie au barrage de Grangent	4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier	2
203AE03	Socle plutonique dans le bassin versant de l'Ax et ses affluents	50000	3	2	6	2	3	203AE	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Magnerie au barrage de Grangent	4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier	2
203AE05	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Loire du grand (non inclus) à l'Ax (non inclus)	50000	3	2	6	2	3	203AE	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Magnerie au barrage de Grangent	4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier	2
203AE07	Socle métamorphique dans le bassin versant de la Loire du barrage de Grangent au Grand (inclus)	50000	3	2	6	2	3	203AE	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de la Magnerie au barrage de Grangent	4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier	2

RHF_ENTITE		RHF_DENOMINATION										RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_ETAT	RHF_NATURE	RHF_MILIEU	RHF_THEME	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION										RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION										RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION										N1_RHF_NATURE
205A001		Socle pliconique dans le bassin versant de la Loire du rhins à l'Allier										50000	3	2	6	2	3	205A6	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire du rhins à l'Allier à l'est des formations sédimentaires de type Limagne du département de la Loire										4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier										2												
205A002		Socle en écoule orphique dans le bassin versant de la Loire de la rive droite (non inclut) à l'Allier (non inclut)										50000	3	2	6	2	3	205A1	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire du rhins à l'Allier à l'est des formations sédimentaires de type Limagne du département de la Loire										4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier										2												
205A003		Socle pliconique dans le bassin versant de la Loire du rhins (non inclut) à la rive droite (non inclut)										50000	3	2	6	2	3	205A1	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire du rhins à l'Allier à l'est des formations sédimentaires de type Limagne du département de la Loire										4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier										2												
205A004		Socle en écoule orphique et pliconique. Formations primaires cristallines de la Loire et des aquifères (grès, grès) dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne										50000	3	2	6	2	3	205A1	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire du rhins à l'Allier à l'est des formations sédimentaires de type Limagne du département de la Loire										4	205	Socle du Massif Central dans le bassin versant de la Loire de sa source à la Vienne (exclus), rive droite de l'Allier										2												
205A005		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										50	3	1	5	1	2	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A006		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										50	3	1	5	1	2	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A007		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										150	3	3	4	1	2	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										4	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A008		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										200	3	1	1	3	2	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										1	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A009		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										20	3	3	4	1	2	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A010		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										48	3	1	5	1	2	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A011		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										50	3	0	0	0	0	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A012		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										50	3	0	0	0	0	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A013		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										50	3	0	0	0	0	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A014		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										50	3	0	0	0	0	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A015		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										50	3	0	0	0	0	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A016		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										50	3	0	0	0	0	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A017		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										50	3	0	0	0	0	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A018		Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										50	3	0	0	0	0	205A5A	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Com" du val de Loire - RD										3	505	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1	1	Formations de la Dombes et du fossé bressan (déformation provisoire)										1
205A019																																																					

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
S15A03	Système é karstique des Hobbies	750	3	2	5	3	2	S15A1	Calcaires jurassiques du Haut-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A00	Complément de l'entité NV2 : Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	750	3	0	0	0	0	S15AM	Calcaires jurassiques du Haut-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A01	Système é karstique du Pont-Martin	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A02	Système é karstique du Pissot	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A03	Système é karstique de Darroz	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A04	Système é karstique de la Trifère	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A05	Système é karstique de Pissot	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A06	Système é karstique de la Burbanche	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A07	Système é karstique de Troivère du Plet	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A08	Système é karstique de Grand	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A09	Système é karstique du Creu de la Roche	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A10	Système é karstique de Sezin	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A11	Système é karstique de Chanton	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A12	Système é karstique de Mondieu	750	3	2	5	3	2	S15AM	Calcaires jurassiques du Bas-Bugey	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Calcaires jurassiques et crétacés sous couverture du Pays de Gex	750	3	1	3	3	2	S15AN	Calcaires jurassiques et crétacés sous couverture du Pays de Gex	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A00	Complément de l'entité NV2 : Calcaires jurassiques et crétacés de la Haute	750	3	0	0	0	0	S15A0	Calcaires jurassiques et crétacés de la Haute	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A00	Chaine et du Pays de Gex	750	3	2	5	3	2	S15A0	Calcaires jurassiques et crétacés de la Haute	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A01	Système é karstique du Creu de l'Evers	750	3	2	5	3	2	S15A0	Calcaires jurassiques et crétacés de la Haute	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A02	Système é karstique de Fontaine de Murs-Seythontaine	750	3	2	5	3	2	S15A0	Calcaires jurassiques et crétacés de la Haute	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A03	Système é karstique d'Allemogne	750	3	2	5	3	2	S15A0	Calcaires jurassiques et crétacés de la Haute	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A04	Système é karstique de Vallondren	750	3	2	5	3	2	S15A0	Calcaires jurassiques et crétacés de la Haute	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A00	Complément de l'entité NV2 : Calcaires jurassiques et crétacés du Haut-Jura	750	3	0	0	0	0	S15A0	Calcaires jurassiques et crétacés du Haut-Jura	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A04	Système é karstique de Source Bleue (01)	750	3	2	5	3	2	S15A0	Calcaires jurassiques et crétacés du Haut-Jura	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A05	Système é karstique d'Avallanches	750	3	2	5	3	2	S15A0	Calcaires jurassiques et crétacés du Haut-Jura	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A06	Système é karstique de Roche Fauconnière	750	3	2	5	3	2	S15A0	Calcaires jurassiques et crétacés du Haut-Jura	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A07	Système é karstique de Coz-Tréhellet	750	3	2	5	3	2	S15A0	Calcaires jurassiques et crétacés du Haut-Jura	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A00	Complément de l'entité NV2 : Calcaires du Jurassique moyen et supérieur du Revermont et de la Petite Montagne	750	3	0	0	0	0	S15AR	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur du Revermont et de la Petite Montagne	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A02	Système é karstique du Schan	750	3	2	5	3	2	S15AR	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur du Revermont et de la Petite Montagne	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A03	Système é karstique du Suran-Nord	750	3	2	5	3	2	S15AR	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur du Revermont et de la Petite Montagne	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A04	Système é karstique de Corvessiat	750	3	2	5	3	2	S15AR	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur du Revermont et de la Petite Montagne	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A05	Système é karstique de Fontaine Noire de Gex (02)	750	3	2	5	3	2	S15AR	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur du Revermont et de la Petite Montagne	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A06	Système é karstique de Hautecourt-Romandière	750	3	2	5	3	2	S15AR	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur du Revermont et de la Petite Montagne	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A07	Système é karstique d'Arnot	750	3	2	5	3	2	S15AR	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur du Revermont et de la Petite Montagne	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A08	Système é karstique du Suran-Sud-Grand-Fort	750	3	2	5	3	2	S15AR	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur du Revermont et de la Petite Montagne	3	S15	Formations secondaires et tertiaires du Jura (dénomination provisoire)	1
S15A00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations glaciaires du pays de Gex	20	3	3	4	1	2	S15A4	Formations glaciaires du pays de Gex	4	S16	Formations de l'Albanais et du Genevois (dénomination provisoire)	1
S15A00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations glaciaires du Sud-Genevois	20	3	3	4	1	2	S15A6	Formations glaciaires du Sud-Genevois	4	S16	Formations de l'Albanais et du Genevois (dénomination provisoire)	1
S15A00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations glaciaires et fluvioglaciales du Bas-Chablais – Pays de Gaviot	30	3	1	4	1	2	S15A0	Formations glaciaires et fluvioglaciales du Bas-Chablais – Pays de Gaviot	4	S16	Formations de l'Albanais et du Genevois (dénomination provisoire)	1
S15A00	Complément de l'entité NV2 : Formations glaciaires et fluvioglaciales du Bas-Chablais – Terrasses de Thonon-les-Bains	30	3	0	0	0	0	S15A0	Formations glaciaires et fluvioglaciales du Bas-Chablais – Terrasses de Thonon-les-Bains	4	S16	Formations de l'Albanais et du Genevois (dénomination provisoire)	1
S15A01	Formations glaciaires et fluvioglaciales du Bas-Chablais – Hautes et basses terrasses de Thonon-les-Bains	30	3	3	5	1	2	S15A0	Formations glaciaires et fluvioglaciales du Bas-Chablais – Terrasses de Thonon-les-Bains	4	S16	Formations de l'Albanais et du Genevois (dénomination provisoire)	1
S15A00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Silions fluvioglaciales de Thonon-les-Bains	50	3	1	5	1	2	S15A0	Silions fluvioglaciales de Thonon-les-Bains	5	S16	Formations de l'Albanais et du Genevois (dénomination provisoire)	1
S15A00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Silions fluvioglaciales du pays de Gex	50	3	3	3	1	2	S15A0	Silions fluvioglaciales du pays de Gex	3	S16	Formations de l'Albanais et du Genevois (dénomination provisoire)	1
S15A00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Silions fluvioglaciales du sud-genevois	50	3	1	3	1	2	S15A0	Silions fluvioglaciales du sud-genevois	3	S16	Formations de l'Albanais et du Genevois (dénomination provisoire)	1
S15A00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Silions fluvioglaciales de l'evian	50	3	1	5	1	2	S15A0	Silions fluvioglaciales de l'evian	5	S16	Formations de l'Albanais et du Genevois (dénomination provisoire)	1

[illegible]

RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_ETAT	RHF_NATURE	RHF_MILIEU	RHF_THEME	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	N1_RHF_NATURE
517AN00	NV3 absent nom de l'entité NV2 : Formations variées tertiaires du domaine Fijssch des Voirons : nappe de charriage du Gurnalge	650	3	3	4	2	2	517AN	Formations variées tertiaires du domaine Fijssch des Voirons : nappe de charriage du Gurnalge	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN00	Complément de l'entité NV2 : Calcaires et marnes secondaires du Massif de Platié	650	3	0	0	0	0	517AN	Calcaires et marnes secondaires du Massif de Platié	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN01	Système karstique de Jean Bernard - Vallon de la Chambre	650	3	2	5	3	2	517AN	Calcaires et marnes secondaires du Massif de Platié	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN03	Système karstique du bassin de Flaine	650	3	2	5	3	2	517AN	Calcaires et marnes secondaires du Massif de Platié	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN05	Système karstique du valon de Gers	650	3	2	5	3	2	517AN	Calcaires et marnes secondaires du Massif de Platié	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN07	Système karstique de la combe des Fogs	650	3	2	5	3	2	517AN	Calcaires et marnes secondaires du Massif de Platié	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN09	Système karstique du valon de Salles	650	3	2	5	3	2	517AN	Calcaires et marnes secondaires du Massif de Platié	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN11	Système karstique des fers de Platié	650	3	2	5	3	2	517AN	Calcaires et marnes secondaires du Massif de Platié	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN00	NV3 absent nom de l'entité NV2 : Formations variées secondaires et tertiaires entre Voirons et Royans	650	3	2	4	1	2	517AN	Formations variées secondaires et tertiaires entre Voirons et Royans	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN00	Complément de l'entité NV2 : Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	700	3	0	0	0	0	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN01	Système karstique de Bonne Allée	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN02	Système karstique du Mont Ouhieran	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN03	Système karstique de la Combe-la-Gorgeat	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN05	Système karstique de Roche Veyrand	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN06	Système karstique du Mont Granier	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN07	Système karstique de l'Azaron	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN08	Système karstique de Sermes	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN09	Système karstique de Noifond	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN10	Système karstique de Châleau	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN11	Système karstique du Mortbu	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN12	Système karstique de Fontaine Froide	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN13	Système karstique du massif du Saulil	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN14	Système karstique de la Grande Sure nord	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN15	Système karstique de Passelle	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN16	Système karstique de Cambise	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN17	Système karstique du Pont Saint-Pierre	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN18	Système karstique de la Maison Forestière	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN19	Système karstique de Combe Chalde	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN20	Système karstique de Scarfraise-Collieret	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN21	Système karstique de la Forêt de Génieu nord	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN22	Système karstique de Chamant Som est	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN23	Système karstique d'Arpaille-Occide	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN24	Système karstique de Chas de Bellefond - Fontaine noire	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN25	Système karstique de la Dent de Croles - Guers Mort	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN26	Système karstique de Grande sure sud	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN27	Système karstique de la Forêt de Génieu sud	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN28	Système karstique de Grande sure Simonien	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN29	Unité karstique du Saint-Eynard	700	3	2	5	3	2	517AK	Calcaires et marnes crétaées de la Chartreuse	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN00	Complément de l'entité NV2 : Grès oligocènes et calcaires liasiques du des Bornes occidentales	700	3	0	0	0	0	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN01	Système karstique de Fingres	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN02	Système karstique de Pont de Pierre	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN03	Système karstique d'Essert	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN04	Système karstique de Deroberts	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN05	Système karstique de Louvrière	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN06	Système karstique de Source Bleue (74)	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN07	Système karstique de Morette	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN08	Système karstique de Carrière	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN09	Système karstique de Burnant	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN10	Système karstique de Dlau	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN11	Système karstique de l'Abdon inférieur	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN12	Système karstique de l'Abdon supérieur	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN13	Système karstique de la Tête à Turpin	700	3	2	5	3	2	517AL	Calcaires et marnes jurassiques et crétaées des Bornes occidentales	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AN00	Complément de l'entité NV2 : Grès oligocènes et calcaires liasiques du synclinal de Thénas	700	3	0	0	0	0	517AM	Grès oligocènes et calcaires liasiques du synclinal de Thénas	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1
517AM01	Calcaires liasiques karstifiés de la montagne de Siliens	700	3	2	5	3	2	517AM	Grès oligocènes et calcaires liasiques du synclinal de Thénas	4	517	Formations nord-préalpines (dénom nation provisoire)	1

Référentiel hydrogéologique français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques du département de la Loire.

[illegible]

RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_ETAT	RHF_NATURE	RHF_MILIEU	RHF_THEME	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	N1_RHF_NATURE
533AC00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Calcaires et marnes du Crétacé supérieur de Saint-Montan à Saint-Juést	650	3	3	4	4	2	533AC	Calcaires et marnes du Crétacé supérieur de Saint-Montan à Saint-Juést	4	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AC00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Calcaires urgoniens de la Montagne de la Serre	700	3	2	3	3	2	533AC	Calcaires urgoniens de la Montagne de la Serre	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AC01	Unité karstique entre Escrinet et la vallée du Rhône	750	3	2	5	3	2	533AC	Calcaires jurassiques de la bordure sous-cénomène	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AC02	Unité karstique Nord Vogüe	750	3	2	5	3	2	533AC	Calcaires jurassiques de la bordure sous-cénomène	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AC03	Unité karstique entre l'Ardeche et la Ligne	750	3	2	5	3	2	533AC	Calcaires jurassiques de la bordure sous-cénomène	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AC05	Unité karstique entre l'Ardeche, la Beaume et la Ligne	750	3	2	5	3	2	533AC	Calcaires jurassiques de la bordure sous-cénomène	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AC06	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	750	3	2	5	3	2	533AC	Calcaires jurassiques de la bordure sous-cénomène	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AC07	Unité karstique sud Chassezac	750	3	2	5	3	2	533AC	Calcaires jurassiques de la bordure sous-cénomène	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AC08	Système karstique cuvette de Saint-André de Cruzières	750	3	2	5	3	2	533AC	Calcaires jurassiques de la bordure sous-cénomène	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AG00	Complément de l'entité NV2 : Calcaires urgoniens en rive gauche de l'Ardeche de Vallon-Pont-d'Arc à Saint-Martin d'Arc	750	3	0	0	0	0	533AG	Calcaires urgoniens en rive gauche de l'Ardeche de Vallon-Pont-d'Arc à Saint-Martin d'Arc	4	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AG01	Unité karstique de Lagr ceble	750	3	2	5	3	2	533AG	Calcaires urgoniens en rive gauche de l'Ardeche de Vallon-Pont-d'Arc à Saint-Martin d'Arc	4	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AG02	Unité karstique du Bois Malbours	750	3	2	5	3	2	533AG	Calcaires urgoniens en rive gauche de l'Ardeche de Vallon-Pont-d'Arc à Saint-Martin d'Arc	4	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AG03	Unité karstique Grotte Leoul - Sources de Tournes	750	3	2	5	3	2	533AG	Calcaires urgoniens en rive gauche de l'Ardeche de Vallon-Pont-d'Arc à Saint-Martin d'Arc	4	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AG04	Unité karstique Saint-Montan - Viviers	750	3	2	5	3	2	533AG	Calcaires urgoniens en rive gauche de l'Ardeche de Vallon-Pont-d'Arc à Saint-Martin d'Arc	4	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AG05	Unités karstiques de Saint-Thomé et Valignières	750	3	2	5	3	2	533AG	Calcaires urgoniens en rive gauche de l'Ardeche de Vallon-Pont-d'Arc à Saint-Martin d'Arc	4	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AH00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Calcaires urgoniens en rive droite de l'Ardeche de Vallon-Pont-d'Arc à Saint-Martin d'Arc	750	3	2	3	3	2	533AH	Calcaires urgoniens en rive droite de l'Ardeche de Vallon-Pont-d'Arc à Saint-Martin d'Arc	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AH00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations variées du Trias supérieur au Jurassique moyen de la bordure sous-cénomène	850	3	1	4	4	2	533AH	Formations variées du Trias supérieur au Jurassique moyen de la bordure sous-cénomène	4	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AH00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Grès du Trias (moyen et inférieur) ardéchois	860	3	3	5	5	2	533AH	Grès du Trias (moyen et inférieur) ardéchois	5	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AP00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Formations du houiller, dolomies et marnes du Trias et du Lias, calcaires du Jurassique et du Crétacé inférieur de la bordure cénomène entre Saint-Ambroix et Alès	5000	3	0				533AP	Formations du houiller, dolomies et marnes du Trias et du Lias, calcaires du Jurassique et du Crétacé inférieur de la bordure cénomène entre Saint-Ambroix et Alès	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AP01	Formations du Houiller de la bordure cénomène entre Saint-Ambroix et Alès	110	3	3	6	4	2	533AP	Formations du houiller, dolomies et marnes du Trias et du Lias, calcaires du Jurassique et du Crétacé inférieur de la bordure cénomène entre Saint-Ambroix et Alès	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AP02	Calcaires et marnes du Lias et du Trias de la bordure cénomène entre Saint-Ambroix et Alès	100	3	3	5	3	4	533AP	Formations du houiller, dolomies et marnes du Trias et du Lias, calcaires du Jurassique et du Crétacé inférieur de la bordure cénomène entre Saint-Ambroix et Alès	3	533	Formations de la bordure sous-cénomène dans le Gard et l'Ardèche (dénomination provisoire)	1
533AQ00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Calcaires urgoniens du bassin hydrogéologique de la Cère	200	3	2	3	3	2	533AQ	Calcaires urgoniens du bassin hydrogéologique de la Cère	3	534	Calcaires urgoniens du Gard et de l'Ardèche et calcaires jurassiques du Cévenne (dénomination provisoire)	1
533AQ00	Complément de l'entité NV2 : Marnes et marno-calcaires crétacés et oligocènes de la bordure des Cévennes et du Bas-Vivara	650	3	0	0	0	0	533AQ	Marnes et marno-calcaires crétacés et oligocènes de la bordure des Cévennes et du Bas-Vivara	4	548	Marnes et marno-calcaires crétacés et oligocènes de la bordure des Cévennes et du Bas-Vivara (dénomination provisoire)	2
533AQ01	Calcaires du Barrême-bédoulien de Méjèsse	650	3	2	5	2	2	533AQ	Marnes et marno-calcaires crétacés et oligocènes de la bordure des Cévennes et du Bas-Vivara	4	548	Marnes et marno-calcaires crétacés et oligocènes de la bordure des Cévennes et du Bas-Vivara (dénomination provisoire)	2
533AQ00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Molasse miocène du Comtat Venaissin	200	3	3	3	1	2	533AQ	Molasse miocène du Comtat Venaissin	3	554	Formations des basses vallées du Rhône et de la Durance (dénomination provisoire)	1
533AQ00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Calcaires et grès du Crétacé supérieur de la vallée du Rhône de Pont-Saint-Espirit à Roussimure	300	3	3	4	2	2	533AQ	Calcaires et grès du Crétacé supérieur de la vallée du Rhône de Pont-Saint-Espirit à Roussimure	4	564	Formations des basses vallées du Rhône et de la Durance (dénomination provisoire)	1
533AQ00	NV3 absent, nom de l'entité NV2 : Massif calcaire du Crétacé supérieur du Devoluy	100	3	2	3	3	2	533AQ	Massif calcaire du Crétacé supérieur du Devoluy	3	565	Formations calcaires jurassiques provençales et sub-alpines, à dominante crétacée de Provence (dénomination provisoire)	1
533AQ01	Unité karstique de la Fontaine de Vauduse	10	3	2	5	3	2	533AQ	Calcaires du Crétacé inférieur des Monts de Vauduse et de la montagne du Luberon	3	565	Formations calcaires jurassiques provençales et sub-alpines, à dominante crétacée de Provence (dénomination provisoire)	1
533AQ02	Ensemble Nord-Ventoux / Montagne de Blaye	10	3	2	5	3	2	533AQ	Calcaires du Crétacé inférieur des Monts de Vauduse et de la montagne du Luberon	3	565	Formations calcaires jurassiques provençales et sub-alpines, à dominante crétacée de Provence (dénomination provisoire)	1

Référentiel hydrogéologique français BDLISA. Bassin Loire-Bretagne. Délimitation des entités hydrogéologiques du département de la Loire.

RHF_ENTITE							RHF_ENTITE						
RHF_DENOMINATION							RHF_DENOMINATION						
RHF_ABSOLU							RHF_ABSOLU						
RHF_NIVEAU							RHF_NIVEAU						
RHF_ETAT							RHF_ETAT						
RHF_NATURE							RHF_NATURE						
RHF_MILIEU							RHF_MILIEU						
RHF_THEME							RHF_THEME						
RHF_ENTITE							RHF_ENTITE						
RHF_DENOMINATION							RHF_DENOMINATION						
RHF_NATURE							RHF_NATURE						
RHF_ENTITE							RHF_ENTITE						
RHF_DENOMINATION							RHF_DENOMINATION						
N1_RHF_NATURE							N1_RHF_NATURE						
577AM0	NV3 absent; nom de l'entité NV2 : Formations marno-calcaires du Jurassique en ocre au Crétacé des bassins versants du Buech et du Jéron	109	3	2	4	1	2	577AA	Formations marno-calcaires du Jurassique en ocre au Crétacé des bassins versants du Buech et du Jéron	4	577	Formations marno-calcaires secondaires de la Moyenne-Durance et du Vardon (dénomination provisoire)	2
583AM01	Formations marno-calcaires liasiques à crétacées du bassin versant du	5000	3	0				583AA	Formations marno-calcaires et grès du secondaire au tertiaire du bassin versant du Var	4	583	Formations marno-calcaires et gréseuses primaires à tertiaires des Alpes-Maritimes et du bassin versant du Var (dénomination provisoire)	2
621AM01	Calcaires jurassiques et triasiques des Monts d'Or	250	3	X	X	X	X	621AX	Calcaires jurassiques et triasiques des Monts d'Or	X	621	Calcaires jurassiques et triasiques des Monts d'Or (dénomination provisoire)	X
643AL00	NV3 absent; nom de l'entité NV2 : Grès, calcaires et marnes du Crétacé moyen et supérieur dans le bassin versant de la basse Ardèche	150	3	3	4	4	2	643AL	Grès, calcaires et marnes du Crétacé moyen et supérieur dans le bassin versant de la basse Ardèche	4	643	Calcaires, grès, marnes du Crétacé et de l'Éocène et calcaires et marnes de l'Oligo-Miocène du Gard (dénomination provisoire)	2
643AN00	NV3 absent; nom de l'entité NV2 : Calcaires et argiles Éocènes et oligocènes du bassin d'Issac	100	3	3	4	4	2	643AN	Calcaires et argiles Éocènes et oligocènes du bassin d'Issac	4	643	Calcaires, grès, marnes du Crétacé et de l'Éocène et calcaires et marnes de l'Oligo-Miocène du Gard (dénomination provisoire)	2
661AM00	Complément de l'entité NV2 : Formations cristallines et métamorphiques (schistes, granites) des Cévennes dans le bassin versant de la Cèze	1000	3	0	0	0	0	661AF	Formations cristallines et métamorphiques (schistes, granites) des Cévennes dans le bassin Rhône-Méditerranée (dénomination provisoire)	4	661	Formations cristallines et métamorphiques du Paléozoïque (granites, schistes, ...) des Cévennes dans le bassin Rhône-Méditerranée (dénomination provisoire)	1
691AM01	Schistes des Cévennes dans le bassin versant de la Cèze	1000	3	2	7	4	3	691AF	Formations cristallines et métamorphiques (schistes, granites) des Cévennes dans le bassin versant de la Cèze	4	691	Formations cristallines et métamorphiques du Paléozoïque (granites, schistes, ...) des Cévennes dans le bassin Rhône-Méditerranée (dénomination provisoire)	1
691AM02	Granites des Cévennes dans le bassin versant de la Cèze	1000	3	2	6	4	3	691AF	Formations cristallines et métamorphiques (schistes, granites) des Cévennes dans le bassin versant de la Cèze	4	691	Formations cristallines et métamorphiques du Paléozoïque (granites, schistes, ...) des Cévennes dans le bassin Rhône-Méditerranée (dénomination provisoire)	1
691AM00	Complément de l'entité NV2 : Formations cristallines et métamorphiques (schistes, granites) des Cévennes dans le bassin versant de l'Ardèche	1000	3	0	0	0	0	691AG	Formations cristallines et métamorphiques (schistes, granites) des Cévennes dans le bassin versant de l'Ardèche	4	691	Formations cristallines et métamorphiques du Paléozoïque (granites, schistes, ...) des Cévennes dans le bassin Rhône-Méditerranée (dénomination provisoire)	1
691AG01	Schistes des Cévennes dans le bassin versant de l'Ardèche	1000	3	2	7	4	3	691AG	Formations cristallines et métamorphiques (schistes, granites) des Cévennes dans le bassin versant de l'Ardèche	4	691	Formations cristallines et métamorphiques du Paléozoïque (granites, schistes, ...) des Cévennes dans le bassin Rhône-Méditerranée (dénomination provisoire)	1
691AG02	Granites des Cévennes dans le bassin versant de l'Ardèche	1000	3	2	6	4	3	691AG	Formations cristallines et métamorphiques (schistes, granites) des Cévennes dans le bassin versant de l'Ardèche	4	691	Formations cristallines et métamorphiques du Paléozoïque (granites, schistes, ...) des Cévennes dans le bassin Rhône-Méditerranée (dénomination provisoire)	1

Annexe 2 :
Lexique de caractérisation des entités

. Caractérisation des entités

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

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

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

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

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

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



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude Guillemin
BP 36009
45060 Orléans cedex 2 - France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service Géologique Régional Auvergne
Campus des Cézeaux
12, avenue des Landais
63170 Aubière - France
Tél. : 04 73 15 23 00