

Référentiel hydrogéologique français BDLISA

Délimitation des entités hydrogéologiques de la Guyane

Rapport final
Mise à jour BDLISA V0

BRGM/RP-62239-FR
Juillet 2013



Référentiel hydrogéologique Français BDLISA Guyane

Rapport final
Mise à jour BDLISA V0

BRGM/RP-62239-FR
Juillet 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2009 EAU132

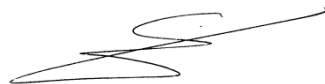
S. Michels-Declercq, M. Parizot,

B. Joseph et de S. Schomburgk

Vérificateur :

Nom : J.J. Seguin

Date :



Approbateur :

Nom :

Date :

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



Mots clés : Référentiel hydrogéologique, BDLISA, BDRHF, Système aquifère, Domaine hydrogéologique, Guyane

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

Michels-Declercq S., Parizot M., Joseph B. et de Schomburgk S. (2013).
Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA Guyane Rapport final, Mise à jour
BDLISA V0. BRGM/RP-62239-FR.

Synthèse

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la construction du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA.

Le travail réalisé en Guyane a permis, après élaboration d'un tableau multi-échelles (aux 3 niveaux de détail du référentiel : national, régional et local) d'identifier et de délimiter :

- **8 unités de niveau local (NV3) dans le domaine sédimentaire et 8 entités de socle,**
- **3 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2) de type sédimentaire et 35 de type socle,**
- **2 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1) distinguant 1 entité sédimentaire et 1 entité de socle du Massif.**

A ces entités, il faut ajouter:

- **2 sur-couches correspondant aux systèmes alluvionnaires.**

Il convient tout de même de préciser que ce travail n'a pu être réalisé qu'à l'échelle du 1/500 000, la carte géologique vectorisée n'existant qu'à cette échelle en Guyane. De même le découpage en bassin versant a pu être réalisé à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) et du réseau hydrographique numérisé d'après la carte IGN à 1/500 000. En effet des outils tels que la banque hydro ou la BD Carthage n'existent pas en Guyane. Enfin, du fait de la très grande superficie de la Guyane (1/6 du territoire métropolitain), de la très faible densité de population et de sa répartition (environ 200 000 habitants répartis sur 10% du territoire) et du faible intérêt porté aux eaux souterraines en tant que ressource pour l'alimentation en eau potable, les données hydrogéologiques quantitatives sont quasi inexistantes (pas de log validé pour la géologie, peu d'ouvrage souterrains de production d'eau, peu d'études hydrogéologiques à grande échelle, etc.)

Avertissement

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

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

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

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

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

Sommaire

1. Introduction	9
2. Présentation du référentiel BDLISA.....	11
2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS	11
2.1.1.Principes de construction	11
2.1.2.Assemblage des entités	11
2.1.3.Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction	11
2.1.4.BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE.....	12
2.2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA.....	12
2.3. LES OBJETS DU RÉFÉRENTIEL	13
2.3.1. Les entités hydrogéologiques.....	13
2.3.2. Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques.....	14
2.3.3. Les "thèmes" des entités hydrogéologiques	14
2.3.4. L'attribut "Nature" des entités hydrogéologiques	15
2.3.5. L'attribut "Type de milieu" des entités hydrogéologiques	17
2.3.6. L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques.....	19
2.3.7. L'attribut "Origine de la construction" des entités hydrogéologiques	19
2.4. LE TABLEAU MULTI-EHELLES	20
2.5. LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS	20
2.5.1.Principes sous-jacents	20
2.5.2. Organisation des entités en 2 ensembles.....	22
2.5.3. Ordre absolu et ordre relatif.....	22
3. Méthodologie de délimitation des entités et assemblage par le modèle de gestion	25
3.1. PRINCIPES DIRECTEURS	25
3.1.1. Homogénéité du découpage	25
3.1.2. Emboîtement des niveaux.....	25
3.2. PRINCIPALES ÉTAPES DE LA DÉLIMITATION.....	26
3.2.1. Identification et cadrage hydrogéologique général	26
3.2.2. De l'analyse des cartes géologiques au tableau multi-échelles	26
3.2.3. Individualisation de l'alluvial	27
3.2.4. Découpage des entités.....	27

3.2.5. Passage au modèle de gestion du référentiel	27
3.2.6. Organigramme	27
4. Mise en œuvre du découpage en Guyane	29
4.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE	29
4.2. MÉTHODOLOGIE DE DÉCOUPAGE ET TABLEAU MULTI-ECHELLES	29
4.2.1. Domaine du socle.....	29
4.2.2. Domaine sédimentaire (902)	32
4.2.3. Tableau multi-échelle	33
4.3. CONSTITUTION DE LA SUR-COUCHE ALLUVIONNAIRE	33
4.3.1. Définition d'une surcouche	33
4.3.2. Surcouche des alluvions.....	34
4.4. CARACTÉRISATION DES ENTITÉS DÉLIMITÉES	34
4.4.1. Niveau NV1	34
4.4.2. Niveau NV2	36
4.4.3. Niveau NV3	37
5. Limites des entités	39
5.1. LIMITES HYDRAULIQUES.....	39
5.2. NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITES	39
6. Outil de construction du référentiel	43
6.1. GÉODATABASE	43
6.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS.....	48
7. Conclusion.....	51
8. Bibliographie	53

Liste des illustrations

Illustration 2 – Types d'entités hydrogéologiques et codification	15
Illustration 3 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques	18
Illustration 4 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires	21

Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités.....	23
Illustration 5 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3.....	25
Illustration 6 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.....	28
Illustration 7 - Schéma conceptuel des aquifères de socle (Wyns, 1999)	30
Illustration 8 – entités de niveau 2 du socle	31
Illustration 9 - zonage de Guyane	35
Illustration 10 : entités NV2 du domaine du socle.....	36
Illustration 11 - Types de limites possibles entre entités.	40
Illustration 12 - Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques.	41
Illustration 13 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.	43
Illustration 14 - Tables non géométriques de la géodatabase.	44
Illustration 15 - Interface utilisateur de la géodatabase.	44
Illustration 16 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.	45
Illustration 17 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).....	46
Illustration 18 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).	46
Illustration 19 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités.....	47
Illustration 20 - Table des limites : natures des contacts entre entités.	47
Illustration 21 - Éditeur de cartes du modèle de construction du référentiel.....	48
Illustration 22 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).....	49
Illustration 23 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite).....	50

Liste des annexes

Annexe 1 : Tableau Multi-Echelles	55
Annexe 2 : Lexique de caractérisation des entités et des limites	58

1. Introduction

Le travail réalisé en Guyane s'inscrit dans le projet national de construction du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA.

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

La construction du référentiel a été planifiée sur 4 ans région par région : elle a débuté en 2006. Une harmonisation, au niveau national, de l'ensemble des découpages régionaux a été conduite en 2010 et 2011. Le travail de type méthodologique (phase 1 de la construction), mené sur la période 2001-2003, a permis :

- de dresser une première liste d'entités hydrogéologiques à intégrer dans le référentiel ; ces entités ont été identifiées sur l'ensemble de la France à deux niveaux de représentation : un niveau national (grandes entités) et un niveau régional, subdivision des entités de niveau national ;
- de réaliser un premier découpage, indicatif, des entités identifiées ;
- de mettre au point une méthodologie de découpage sur la base de 6 tests réalisés sur le territoire de chacune des Agences de l'Eau (Rapport BRGM RP-52261-FR, 2004) ;
- d'élaborer un modèle conceptuel de données pour l'élaboration de la future base de données du Référentiel.

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

Les documents produits à l'issue de cette première phase sont listés en bibliographie (Petit, 2003; Petit 2004, SANDRE 2004).

Caractéristiques du Référentiel BDLISA

BDLISA remédie à certaines insuffisances du référentiel BDRHF-V1, en particulier :

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

Le référentiel tient compte aussi de l'évolution des connaissances géologiques et hydrogéologiques; il bénéficie en particulier des cartes géologiques harmonisées à l'échelle du 1/50 000.

Il est construit à partir d'un découpage du territoire national en entités hydrogéologiques (formations géologiques aquifères ou non) délimitées à 3 niveaux de détail - national (niveau 1), régional (niveau 2) et local (niveau 3) - 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 contiendra les informations permettant de caractériser les entités hydrogéologiques.

Le présent rapport est la mise à jour d'un travail réalisé en 2010 par S. Michels-Declercq et M. Parizot (BRGM/RP-58197-FR) sur l'ensemble de la Guyane. Cette mise à jour permet d'intégrer les entités hydrogéologiques décrites en 2010 à la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères) national. 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.

2. Présentation du référentiel BDLISA

2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS

2.1.1. Principes de construction

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

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

2.1.2. Assemblage des entités

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

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

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

2.1.3. Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction

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

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

- les "**Entités principales**", qui ont fait l'objet d'un traitement topologique garantissant la cohérence de leur assemblage 3D ;
- les "**Entités complémentaires**", regroupant différents types d'entités qui ne permettent pas de respecter l'homogénéité du référentiel ou qui constituent des cas particuliers difficilement intégrables dans le cadre général du référentiel au stade actuel de son avancement (cf. §2.5). Il en est ainsi des systèmes alluvionnaires des 5 bassins du

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

2.1.4. BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE

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

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

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

2.2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA

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

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

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

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

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

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

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

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

- ◆ La gestion du référentiel, à savoir:
 - la vérification de la cohérence topologique de l'assemblage des entités,
 - la mise en évidence et les corrections des anomalies éventuelles de découpage,
 - les mises à jour, est assurée grâce à un ensemble de fonctionnalités développées en liaison avec ArcGis (version 9.2) et constituant le "**Modèle de gestion du Référentiel**".
- ◆ Le découpage des entités est réalisé sur la base des connaissances géologiques et hydrogéologiques actuelles. Des mises à jour (nouvelles entités de niveau 3, modifications des contours) sont donc susceptibles d'être effectuées pour tenir compte de la progression des connaissances.

2.3. LES OBJETS DU RÉFÉRENTIEL

2.3.1. Les entités hydrogéologiques

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

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

Les entités hydrogéologiques peuvent être multi-parties.

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

Codification de l'entité

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

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

Par exemple:

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

Dénomination de l'entité

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

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

Par exemple :

Sables verts de l'Albien du Bassin Parisien.

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

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

Calcaires de Brie du Rupélien,

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

Calcaires d'Etampes du Rupélien.

2.3.2. Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques

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

- le **niveau national (NV1)** fournit une représentation nationale des grands ensembles hydrogéologiques dont il montre la distribution spatiale et l'importance en tant que ressource quantitative. C'est le support d'études d'orientation à l'échelle nationale.

La gamme d'échelle d'utilisation cartographique est comprise entre le 1/500 000 et le 1/1 000 000.

- Le **niveau régional (NV2)** fournit une représentation régionale ou par bassin des entités hydrogéologiques (échelle de visualisation de l'ordre du 1/250 000). Il permet de caractériser les systèmes aquifères au regard de leur importance en tant que ressource régionale, de leur vulnérabilité (à la sécheresse, aux pollutions).
- Le **niveau local (NV3)** correspond à la représentation la plus détaillée du référentiel, à une échelle de l'ordre du 1/50 000. Il identifie l'ensemble des entités connues au sein des deux niveaux précédents. Il constitue le support d'études ponctuelles permettant d'améliorer les connaissances hydrogéologiques (carte piézométrique, carte de vulnérabilité, modélisation,...).

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

2.3.3. Les "thèmes" des entités hydrogéologiques

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

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

- **thème "Volcanisme"** (codé 5) : volcanisme tertiaire et quaternaire ayant conservé une géométrie, une morphologie et/ou une structure volcanique identifiable,

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

2.3.4. L'attribut "Nature" des entités hydrogéologiques

Dans le guide méthodologique de 2003, 7 types d'entités hydrogéologiques sont définis (= "Nature" de l'entité) :

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

Un 8^{ième} 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 1 – 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

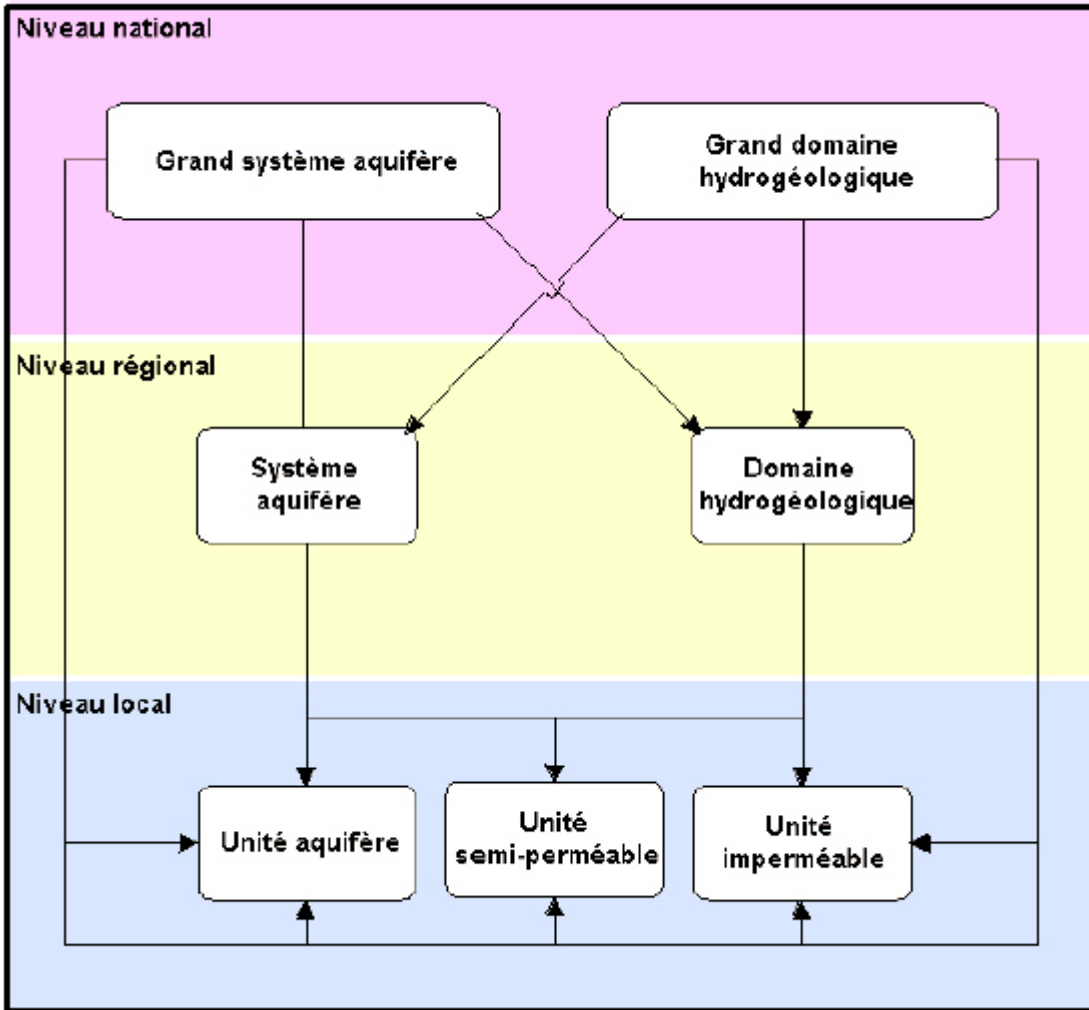


Illustration 2 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques

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

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

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

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

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

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

Remarque

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

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

2.3.6. L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques

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

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

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

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

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

3	Complétude partielle	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.

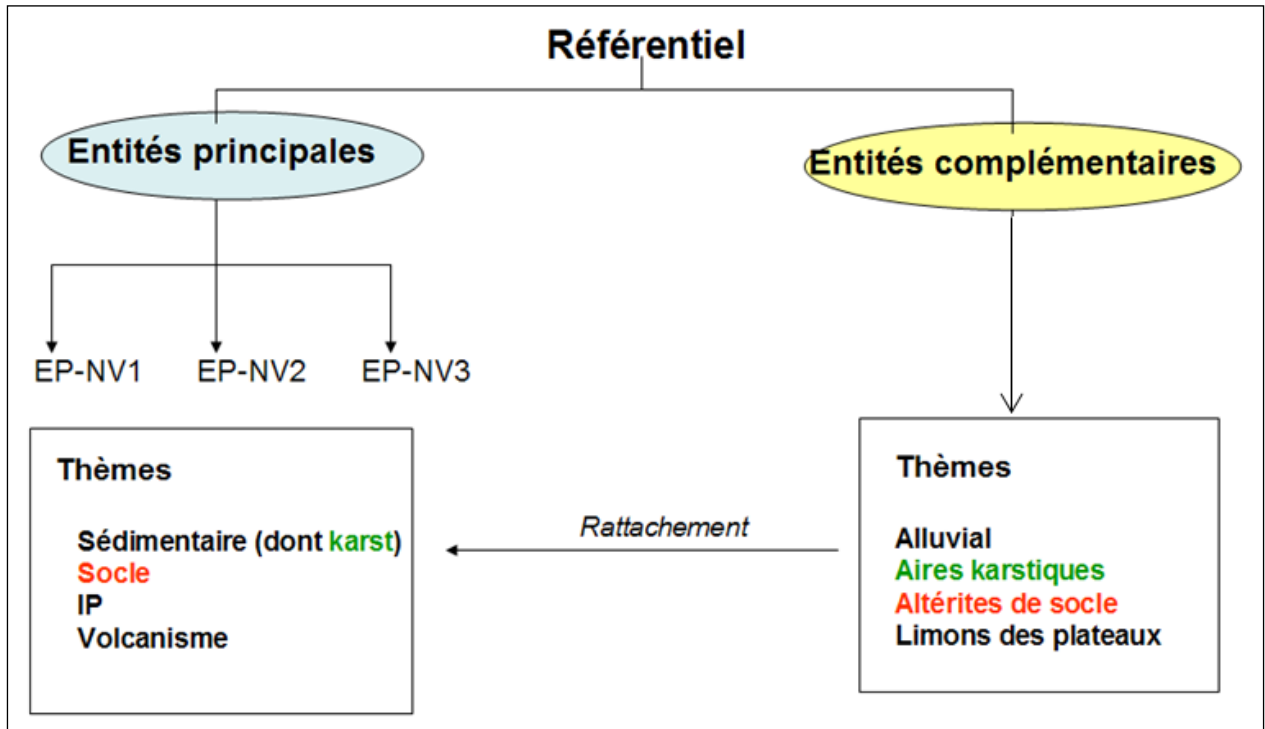


Illustration 3 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires

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

Le modèle de gestion permet de passer d'un ordre dit absolu à un ordre dit relatif (cf. § 2.5.3).

3) Complétude

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

4) Filiation

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

5) Héritage

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

2.5.2. Organisation des entités en 2 ensembles

1) Entités principales

Elles constituent l'essentiel du référentiel. Elles sont :

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

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

2) Entités complémentaires

Elles constituent une « surcouche » du référentiel. Elles regroupent différents types d'entités qui sont telles qu'elles ne permettent pas de respecter l'homogénéité du référentiel ou qui constituent des cas particuliers difficilement intégrables dans le cadre général du référentiel (voir la liste du paragraphe 2.2).

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

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

2.5.3. Ordre absolu et ordre relatif

Dans la phase de construction du référentiel, un numéro d'ordre est affecté à chaque entité délimitée (Illustration 4a). Cet ordre est dit "absolu" (codé par exemple sous la forme 10, 20, 30, 40,...) et peut correspondre à un âge stratigraphique.

La délimitation des entités conduit à une "pile hydro-stratigraphique" d'entités (le tableau multi-échelles) qui sont ordonnées sur la verticale grâce au numéro d'ordre absolu (par exemple 10, 20, 30,Illustration 4a).

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 5), **qui est celui de la représentation des entités dans le SIG** et qui correspond à l'ordre réel de superposition des entités dans une coupe verticale qui pourrait être réalisée dans le référentiel.

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

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

Remarque: dans l'exemple présenté par l'illustration 4, 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.**

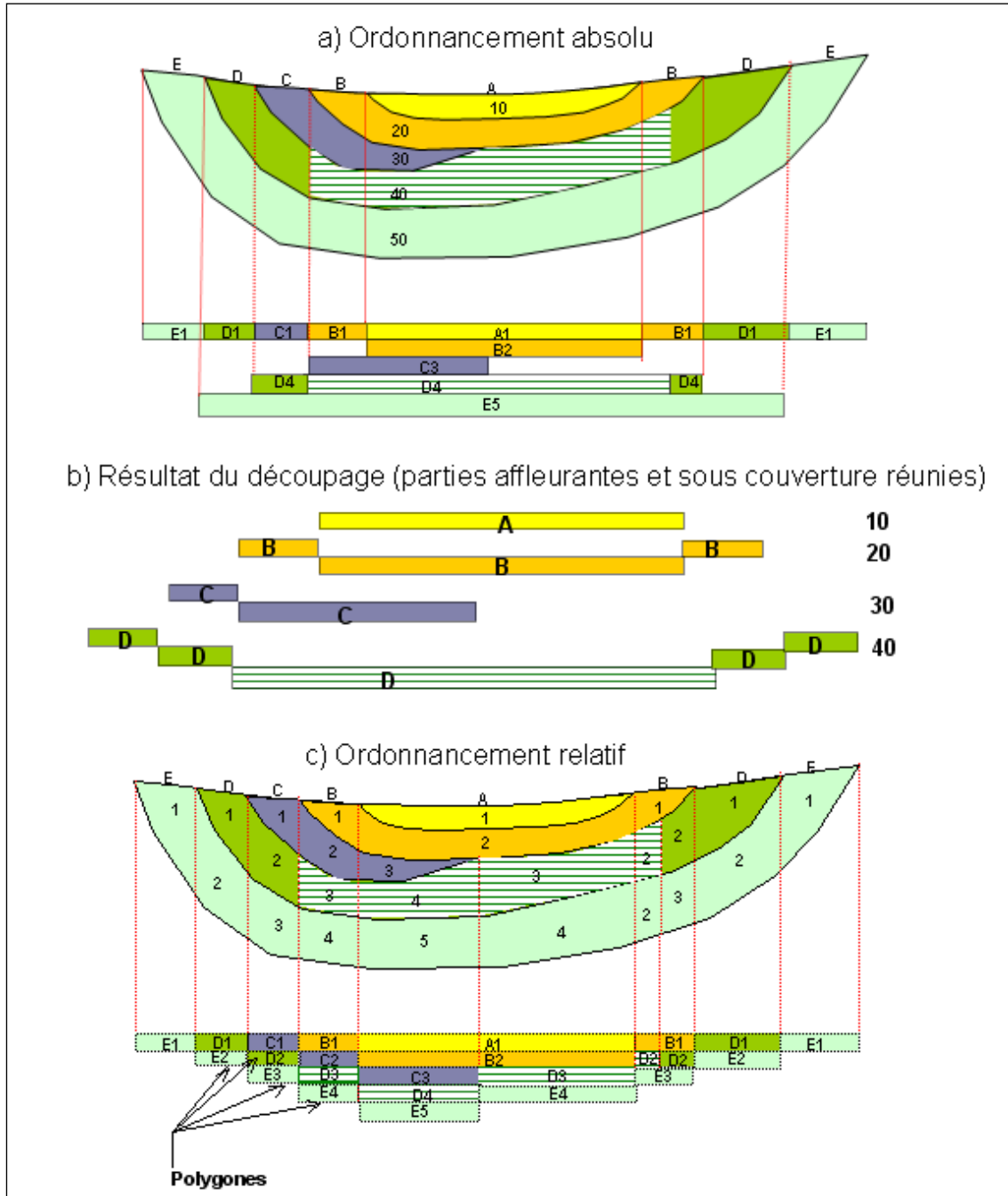


Illustration 4 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entité

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 (). 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).

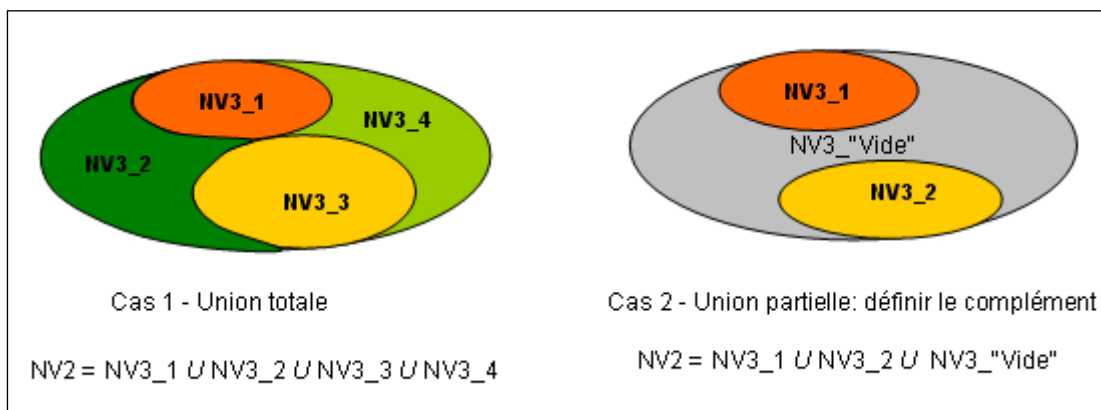


Illustration 5 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3

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**").

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

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

Remarques :

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

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

3.2.4. Découpage des entités

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

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

3.2.5. Passage au modèle de gestion du référentiel

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

3.2.6. Organigramme

La démarche générale de délimitation des entités est résumée par .

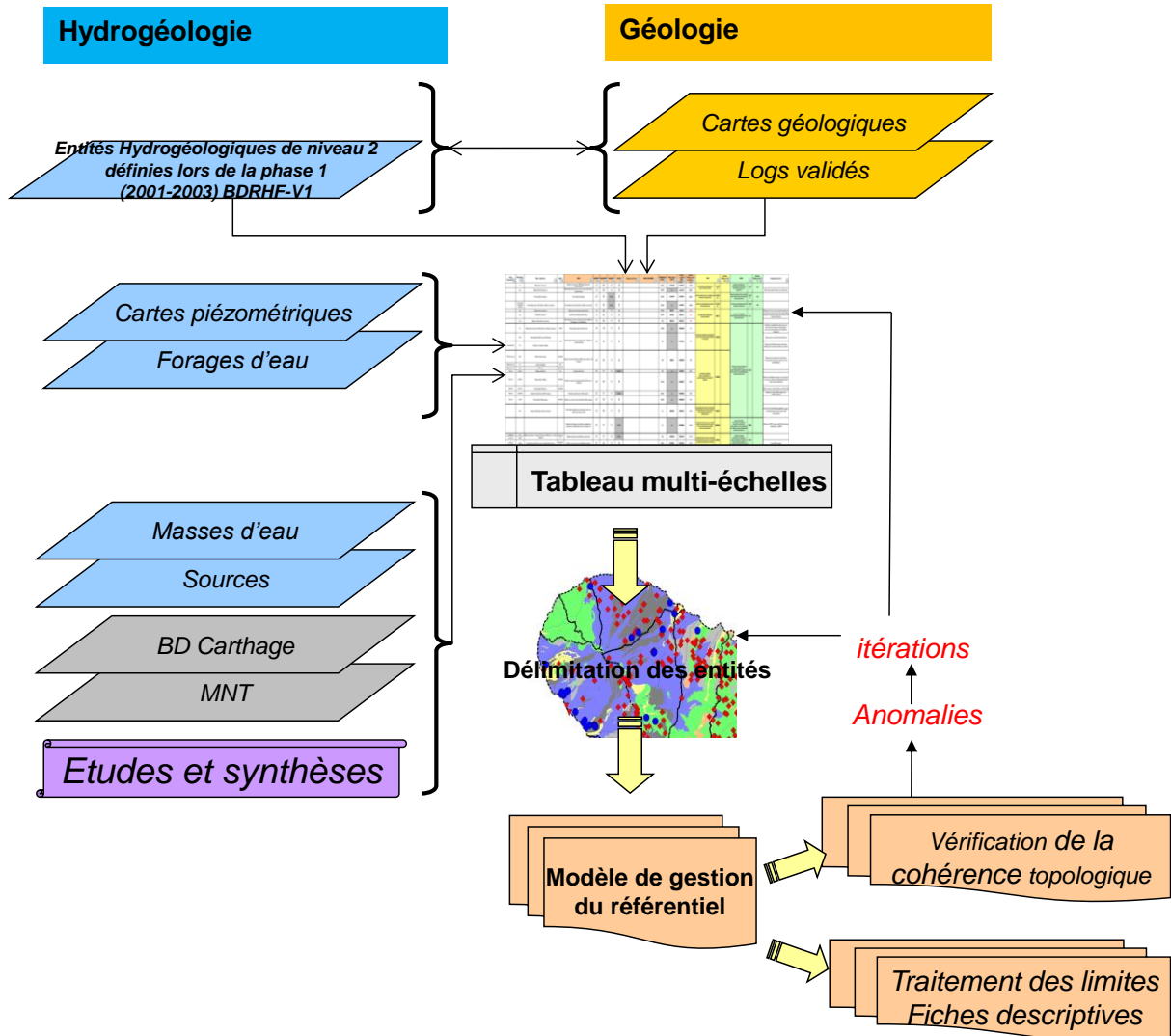


Illustration 6 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.

4. Mise en œuvre du découpage en Guyane

4.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE

Plusieurs sources d'informations ont été utilisées pour la délimitation des entités des formations sédimentaires :

- Carte géologique à 1/500.000 vectorisée (à l'heure actuelle, il n'existe pas de carte géologique au 1/50.000 en Guyane, la seule disponible est la carte au 1/500.000 ainsi que quelques feuilles à 1/100 000 non vectorisées). Cette dernière ne possède pas de notice, seule une légende a été établie.
- Réseau hydrographique digitalisé d'après la carte topographique IGN au 1/500 000
- Le MNT (Modèle Numérique de terrain) de précision 90 m.
- Informations recueillies dans différents rapports d'études, cités en bibliographie,

A ce stade, il convient de noter les points suivants :

- le département n'avait pas fait l'objet d'un découpage en entités hydrogéologiques lors de l'élaboration de la version 1 du référentiel hydrogéologique
- aucun log géologique de la Banque de données du Sous-Sol n'a été validé en Guyane.
- Les autres outils tels la Banque hydro, BD Carthage, etc., ne sont pas disponibles en Guyane. Lors de la rédaction de ce rapport, la BD Carthage est en cours de réalisation.

4.2. MÉTHODOLOGIE DE DÉCOUPAGE ET TABLEAU MULTI-ECHELLES

4.2.1. Domaine du socle

Les formations de socle affleurent sur la quasi-totalité de la Guyane.

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

Le modèle conceptuel d'aquifère en zone de socle retenu actuellement comporte deux horizons distincts (illustration 7) :

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

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

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

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

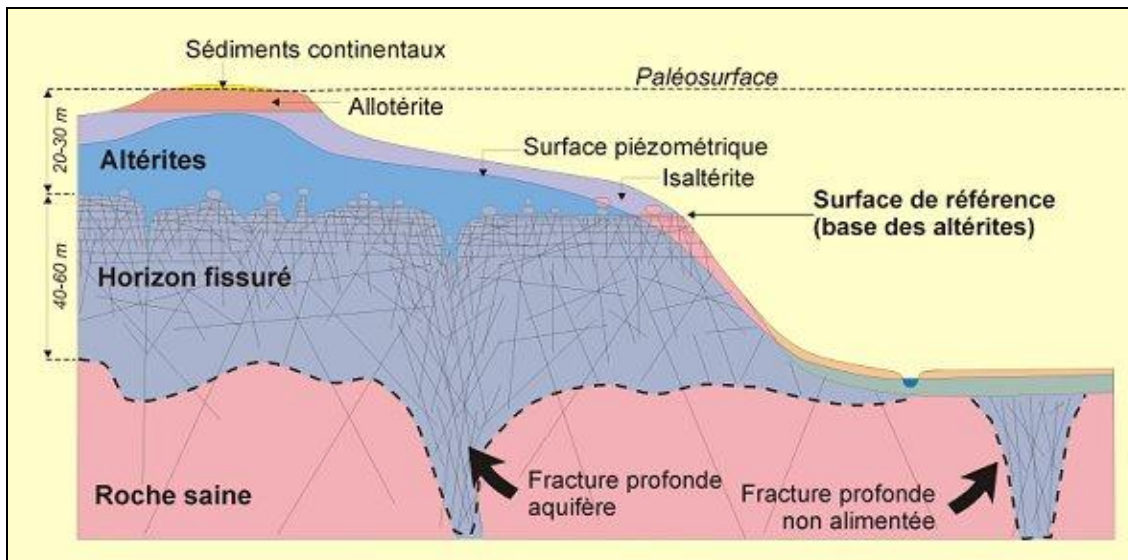


Illustration 7 - Schéma conceptuel des aquifères de socle (Wyns, 1999)

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

Niveau NV1 (901)

Dans sa version actuelle le référentiel (Version 0) BD-LISA en Guyane une entité de de niveau national (NV1) regroupant l'ensemble du socle en Guyane (901)

Niveau NV2

A cette étape du découpage, la méthodologie nationale, préconise un découpage basé sur les connaissances hydrologiques recueillies, en particulier, à partir de la base de données CARTHAGE. A l'heure actuelle, la BD CARTHAGE n'a toujours pas été créée en Guyane. De plus, la Guyane ne compte que 5 stations de jaugeage sur l'ensemble du réseau hydrographique, installées à l'exutoire des 5 plus grands fleuves.

Il apparaît donc impossible de suivre la méthodologie nationale. Par conséquent, il a été choisi de redécouper l'entité de niveau 1 sur des critères morphologiques et en particulier en fonction de la superficie des bassins versant. Etant donné, l'absence d'une base de données validée reprenant le réseau hydrographique en Guyane, ce dernier a été modélisé à partir (i) d'un

réseau digitalisé d'après la carte topographique IGN au 1/500 000 et (ii) d'un modèle numérique de terrain afin d'obtenir un réseau plus dense.

Il a été alors possible, en testant différents découpages, d'obtenir, grâce à un logiciel de SIG, un découpage de NV2 plus ou moins homogène et de créer 35 entités de niveau 2.

Le Niveau 1 du socle a été découpé en 35 entités de NV2 en fonction des bassins versants. Ces entités sont par la suite maintenues inchangées au niveau régional (NV3).

Socle des bassins versants de l'Alitani et du Malani	Socle du bassin versant de la Comté
Socle du bassin versant du Tampok	Socle du bassin versant du Mahury
Socle du bassin versant de l'Inini	Socle des bassins versants des Cascades, la Tonnegrande et le Montsinery
Socle du bassin versant de la Waki	Socle du bassin versant du Sinnamary
Socle du bassin versant de la Camopi	Socle du bassin versant du Kourou
Socle du bassin versant de l'Oyapock de Trois Sauts à Camopi	Socle des bassins versants de Crique Leblond et Koursibo
Socle du bassin versant de la Sikini	Socle du bassin versant de la Mana jusqu'à l'Arouani
Socle du bassin versant de la Noussiri	Socle du bassin versant de la Counamama
Socle du bassin versant de l'Armontabo	Socle du bassin versant de l'Iracoubo
Socle du bassin versant de la Gabaret	Socle du bassin versant de Crique Kokioko
Socle du bassin versant de la Ouanari	Socle du bassin versant de l'Arouani
Socle des bassins versants de l'Approuague et la Sapokaï jusqu'à l'Arataï	Socle du bassin versant de la Portal et la Mana jusqu'à son embouchure
Socle du bassin versant de l'Arataï	Socle du bassin versant de Crique Lézard
Socle du bassin versant de l'Approuague depuis l'Arataï	Socle du bassin versant de l'Abounami
Socle du bassin versant de la Kourouaï	Socle du bassin versant de Crique Béïman
Socle du bassin versant de Kaw	Socle du bassin versant de Crique Sparouine
Socle du bassin versant de Pointe Behague	Socle du bassin versant de le Maroni jusqu'à son embouchure
Socle du bassin versant de l'Orapu	

Illustration 8 – entités de niveau 2 du socle

Niveau 3

Le cahier des charges technique de la BDRHF impose une restitution à l'échelle du 1/50 000. Ainsi qu'il a été dit précédemment, il n'existe en Guyane qu'une carte géologique synthétique et vectorisée couvrant l'ensemble du territoire. L'échelle de cette carte est le 1/500.000. C'est donc sur cette carte, et à cette échelle que s'est fait le découpage NV3.

Le guide méthodologique propose plusieurs critères pour le découpage des entités de niveau 3. Le premier critère est l'épaisseur des altérites et du milieu fracturée.

Du fait de l'âge des formations de socle en Guyane (environ 2 milliard d'années), toute la partie concernée du territoire est recouverte d'altérites sur une plus ou moins grande épaisseur. Ces altérites n'ont à aucun moment été levées sur la carte géologique. De même il n'existe aucun log de forage validé en Guyane. Ces formations ne peuvent donc pas faire l'objet d'un traitement au niveau NV3 bien qu'elles présentent un intérêt hydrogéologique.

Le deuxième critère de la méthodologie est les grandes classes lithologiques à partir de la carte géologique au 1/500 000 pour réaliser le découpage.

La légende détaillée de la carte géologique (la carte géologique de la Guyane ne possède pas de notice) recense environ une trentaine de lithologies différentes (hors formations sédimentaires). Les granites et diorites

- Les gneiss
- Les rhyolithes
- Les grès et quartzites à niveaux conglomératiques
- Les roches volcaniques et volcano-sédimentaires métamorphisées
- Les gabbros
- Les complexes basiques
- Les filons et dykes.

Enfin, le dernier critère proposé par la méthodologie national concerne les débits spécifiques des forages afin de préciser le caractère aquifère ou non des formations, ou rassemblements, lithologiques. Considérant le peu d'ouvrages réalisés dans le socle et leur localisation (littoral et berges du Maroni) il semble impossible d'utiliser ces informations.

Dans la mesure où les entités de Guyane sont difficiles à caractériser pour cause de manque d'information, le Niveau 3 de BD-LISA dans les entités de socle de Guyane reprend les délimitations du Niveau 2.

4.2.2. Domaine sédimentaire (902)

Les formations sédimentaires sont très peu représentées sur le territoire guyanais. Elles sont confinées sur la bande côtière et représentent une bande de 5 à 50 km de largeur pour une épaisseur n'excédant pas 30 m. Ces formations récentes du Quaternaire sont exclusivement constituées d'alternance d'argiles plus ou moins sableuse d'origine marine ou fluviale.

Ces formations ne constituent pas un véritable aquifère d'ampleur régionale mais une succession de nappes aquifères d'extension modérée, structurées selon les alternances verticales et latérales des niveaux perméables et imperméables plurimétriques. Ces structures ont donné naissance à une multitude de réservoirs indépendants ou interconnectés reposant sur le socle cristallin et encore très peu étudiées à l'heure actuelle.

Du fait de cette lacune de connaissance sur le fonctionnement hydrogéologique des formations sédimentaires sur le territoire guyanais la méthodologie proposée pour leur découpage se base sur un critère géographique d'une part, pour les entités de niveau 2 et lithologique d'autre part, pour les entités de niveau 3.

Niveau 1

Le domaine sédimentaire ne présente qu'une seule entité de niveau 1 qui rassemble toutes les formations sédimentaires de la bande côtière de la Guyane telles que définies par la carte géologique à 1/500 000 (Delor et al. 2001).

Niveau 2

Le découpage des entités de niveau 2, fautes de connaissances pertinentes sur ces formations sédimentaires s'est fait sur un critère purement géographique.

On distingue alors 3 entités de niveau 2 dans le domaine sédimentaire :

- Le littoral du Maroni à l'Organabo.
- Le littoral de l'Organabo à Cayenne.
- Le littoral de Cayenne à l'Oyapock.

Niveau 3

Enfin, les entités de niveau 3 du domaine sédimentaire correspondent aux séries sédimentaires principales identifiées par la carte géologique :

- La série de Démérara
- La série de Coswine
- La série des Sables Blancs.

4.2.3. Tableau multi-échelle

Les tableaux, consultables en Annexe 1, intègrent les trois niveaux d'identification (NV1, NV2 et NV3) appliqués en région Guyane.

Au total, dans le domaine de **socle** ont été identifiés:

- **8 unités de niveau local (NV3),**
- **35 systèmes du niveau régional (NV2),**
- **1 domaine du niveau national (NV1).**

Dans le domaine **sédimentaire** ont été identifiés:

- **8 unités de niveau local (NV3),**
- **3 systèmes du niveau régional (NV2),**
- **1 domaine du niveau national (NV1).**

4.3. CONSTITUTION DE LA SUR-COUCHE ALLUVIONNAIRE

4.3.1. Définition d'une surcouche

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

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

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

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

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

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

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

4.3.2. Surcouche des alluvions

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

Les polygones correspondant à ces dépôts ont été extraits de la carte géologique à 1/500 000.

Les formations retenues sont les suivantes :

Les Terrasses du Maroni : cette formation n'est présente qu'à l'aval du fleuve Maroni et est d'extension très limitée. Aucune étude hydrogéologique n'a été entreprise sur cette formation.

Les alluvions fluviales indifférenciées, installés le long du réseau hydrographique guyanais. Elles sont composées de limons et argiles. Leurs ressources en eau sont très faibles. Ces formations ont été cartographiées essentiellement sur les bassins versants du littoral. Du fait de la faible élévation de ces bassins versants, ces « terrasses » sont soumises à l'influence des marées. Elles sont également inondées en saison des pluies pendant laquelle les débits des fleuves augmentent très fortement.

D'une manière générale ces deux formations ne représentent pas une cible pour la recherche d'eau souterraine.

4.4. CARACTÉRISATION DES ENTITÉS DÉLIMITÉES

4.4.1. Niveau NV1

Domaine du socle

Le domaine de Socle de Guyane s'étend à partir des plaines côtières jusqu'à la frontière Brésilienne. L'illustration 9 en présente un zonage en fonction des principaux cours d'eaux.

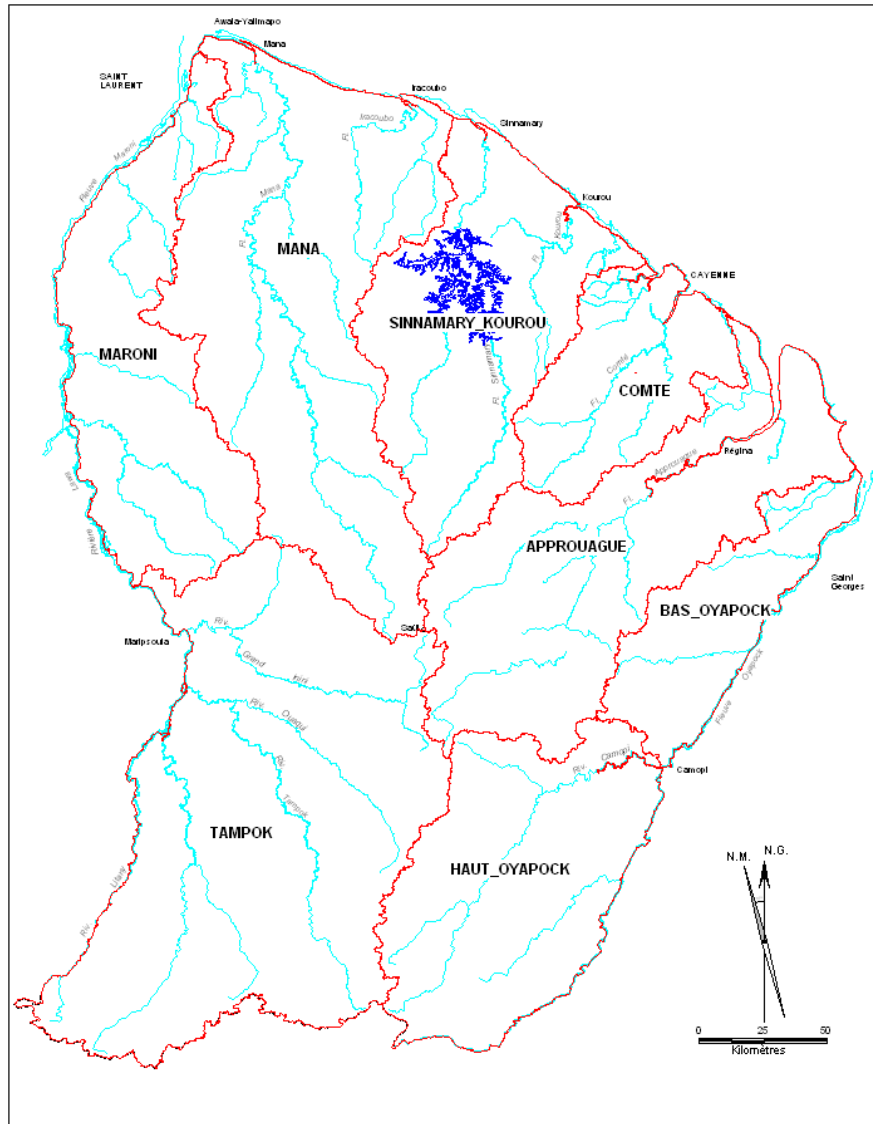


Illustration 9 - zonage de Guyane

Domaine sédimentaire

L'unique entité de niveau national (niveau 1) concernant le domaine sédimentaire regroupe les 3 principales formations sédimentaires que sont la série de Coswine, la série de Démérara et les Sables Blancs.

4.4.2. Niveau NV2

Domaine du socle

L'illustration 10 en présente un zonage des entités de niveau 2

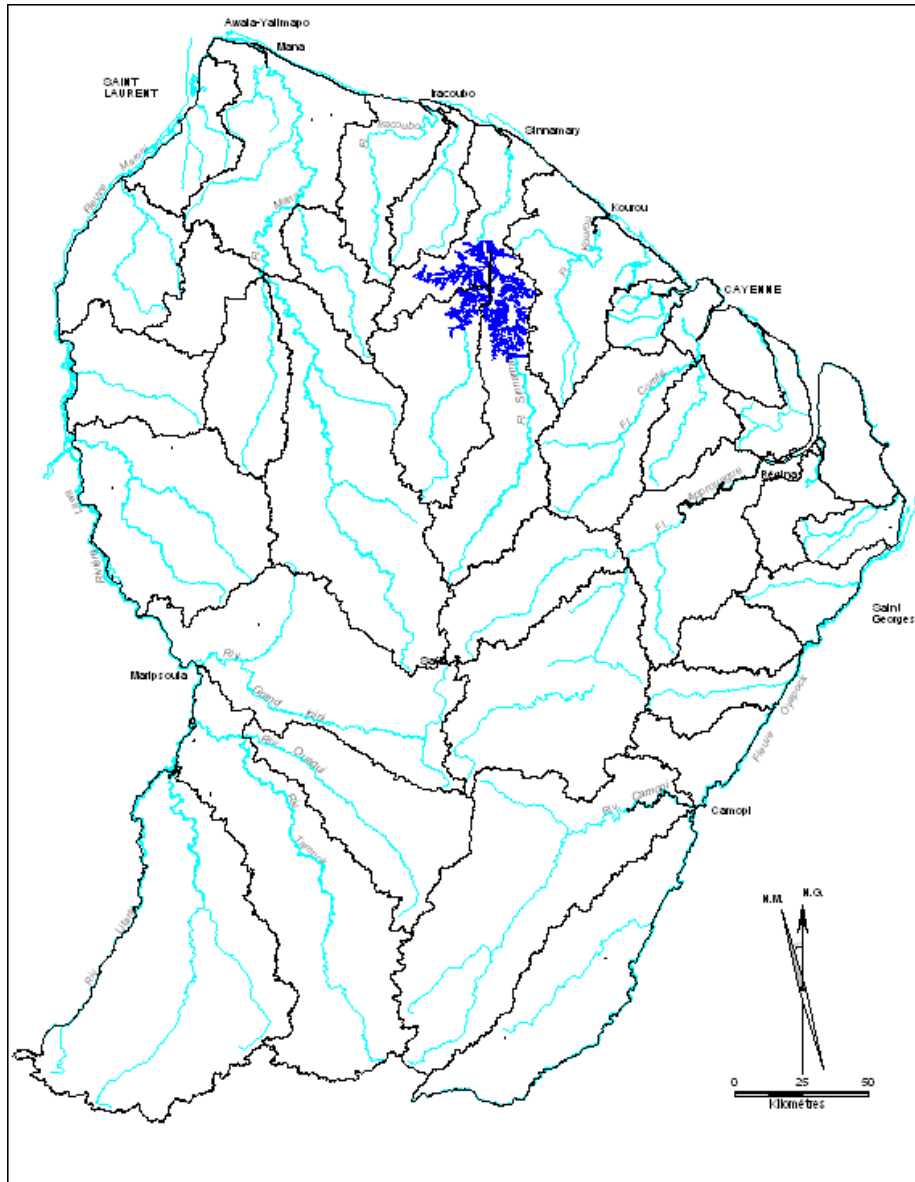


Illustration 10 : entités NV2 du domaine du socle

Domaine sédimentaire

On distingue 3 entités de niveau 2 dans le domaine sédimentaire :

- Le littoral du Maroni à l'Organabo.
- Le littoral de l'Organabo à Cayenne.
- Le littoral de Cayenne à l'Oyapock.

4.4.3. Niveau NV3

Domaine du socle

En domaine de socle le découpage des entités au niveau 3 est identique au niveau 2. Domaine sédimentaire

Les entités de niveau 3 du domaine sédimentaire correspondent aux séries sédimentaires principales identifiées par la carte géologique :

- **La série de Démérara**
- **La série de Coswine**
- **La série des Sables Blancs.**

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 11.

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 12).

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

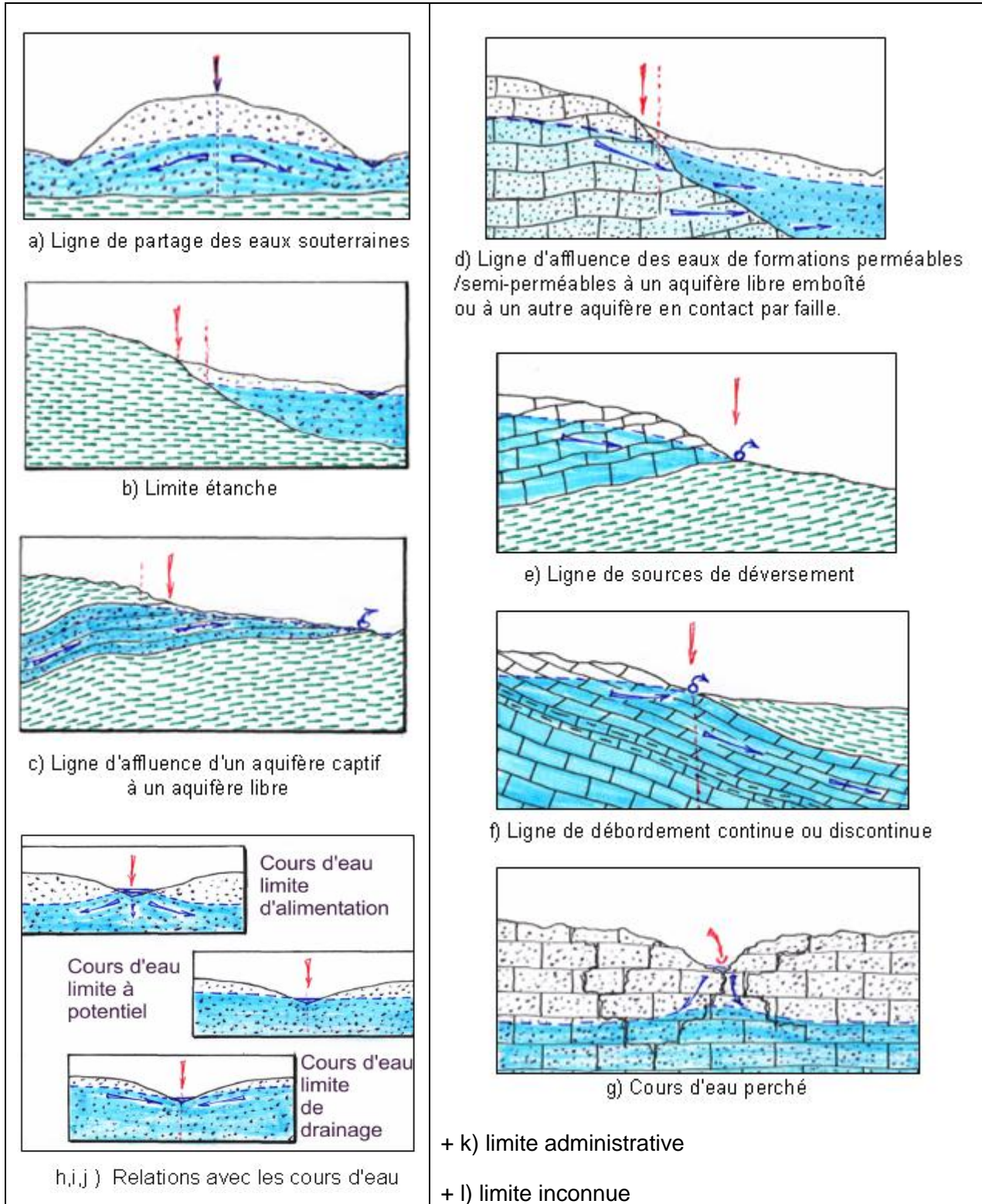


Illustration 11 - Types de limites possibles entre entités.

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 12 - Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques.

6. Outil de construction du référentiel

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

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

6.1. GÉODATABASE

Il s'agit d'une géodatabase ArcGis (version 9.31). Elle contient la table des polygones représentant les « **Entités principales** » et la table des polygones représentant les limites des entités d'ordre 1 (pour les entités NV3 uniquement).

Ces deux tables (**RHF_Polygones_relatifs** et **RHF_Limites**) sont rangées dans un « jeu de classes d'entités » (dans le langage ArcGis) appelé « **GEOMETRIE** » (illustration 13).

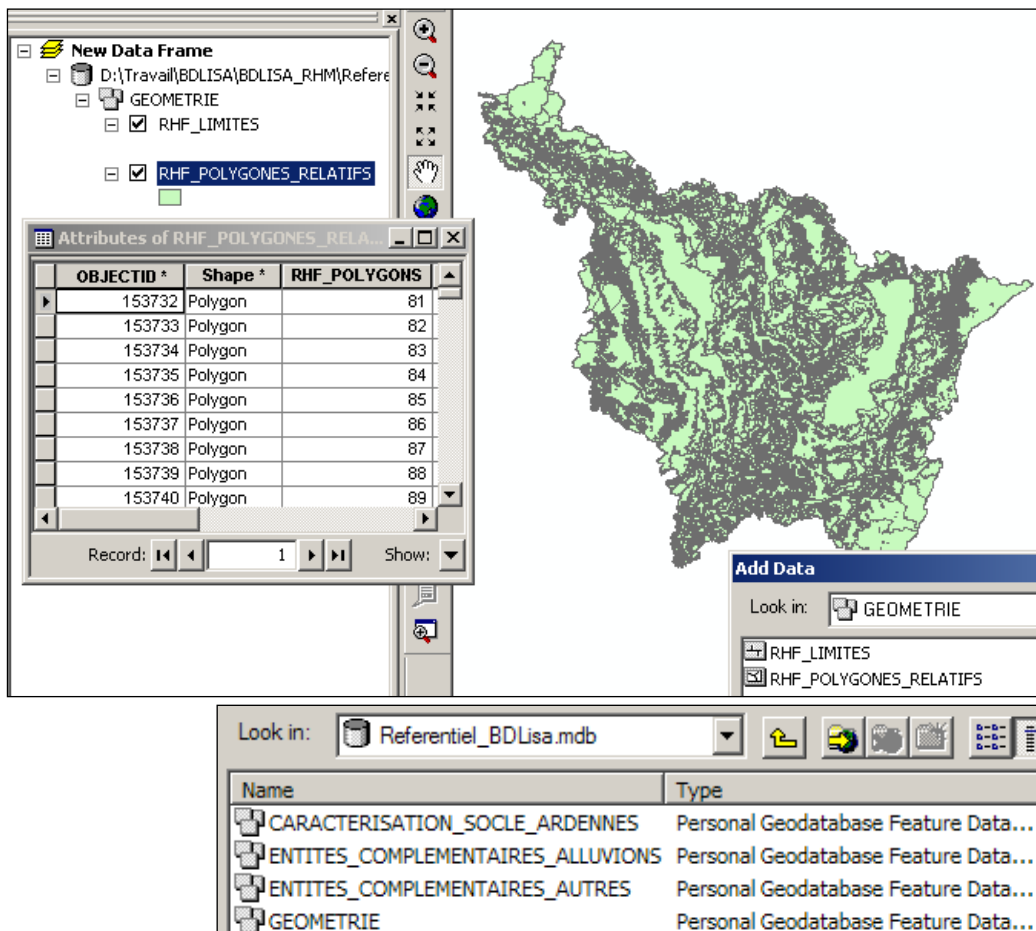


Illustration 13 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.

Outre les « Entités principales », la géodatabase comprend :

- les « **Entités complémentaires** » (partie inférieure de l'illustration 13) 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 14).

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 14 - 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 15).

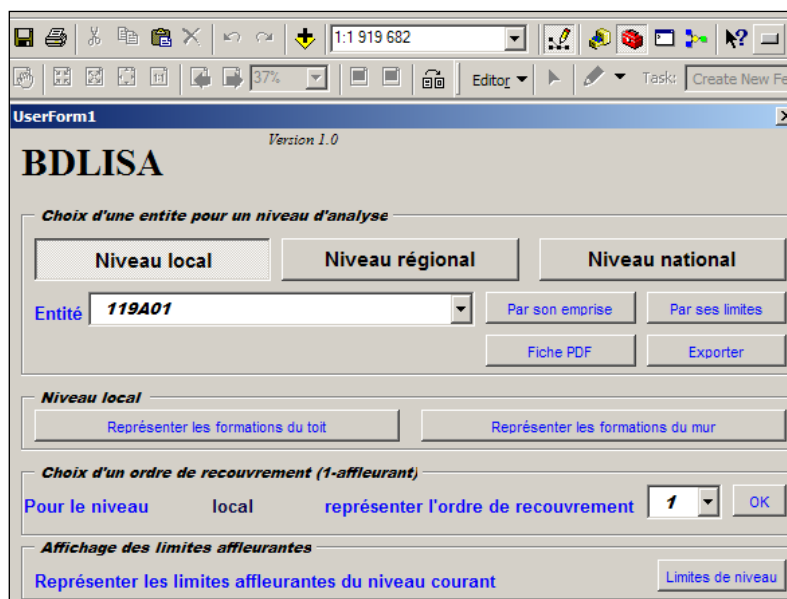


Illustration 15 - Interface utilisateur de la géodatabase.

L'illustration 16 présente un exemple de sélection d'entité effectuée à partir du menu de l'illustration 15 ci-dessus (« Représenter l'entité par son emprise »).

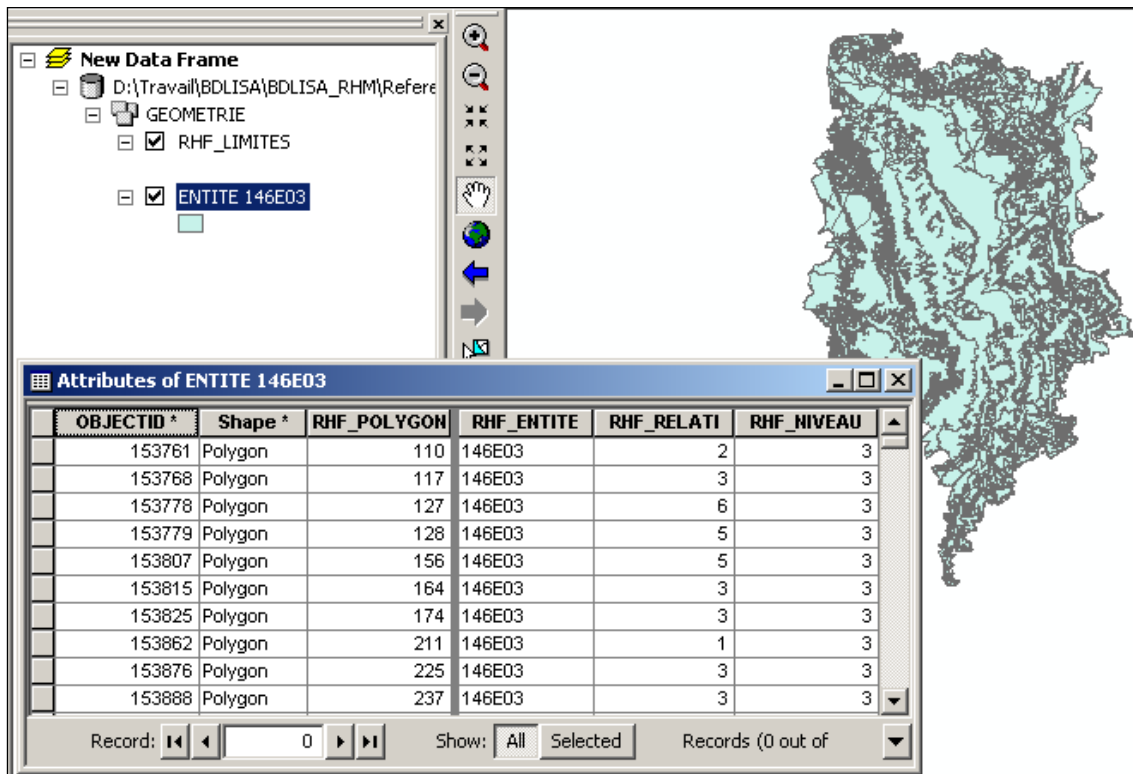
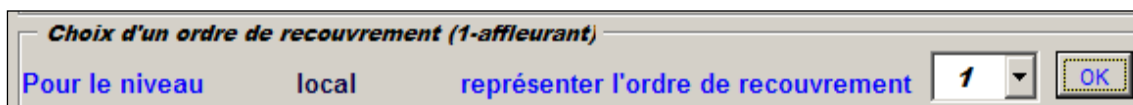


Illustration 16 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.

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 17).

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



L'illustration 18 présente une vue des entités de niveau 3 et d'ordre 1 (une couleur est affectée à chaque entité).

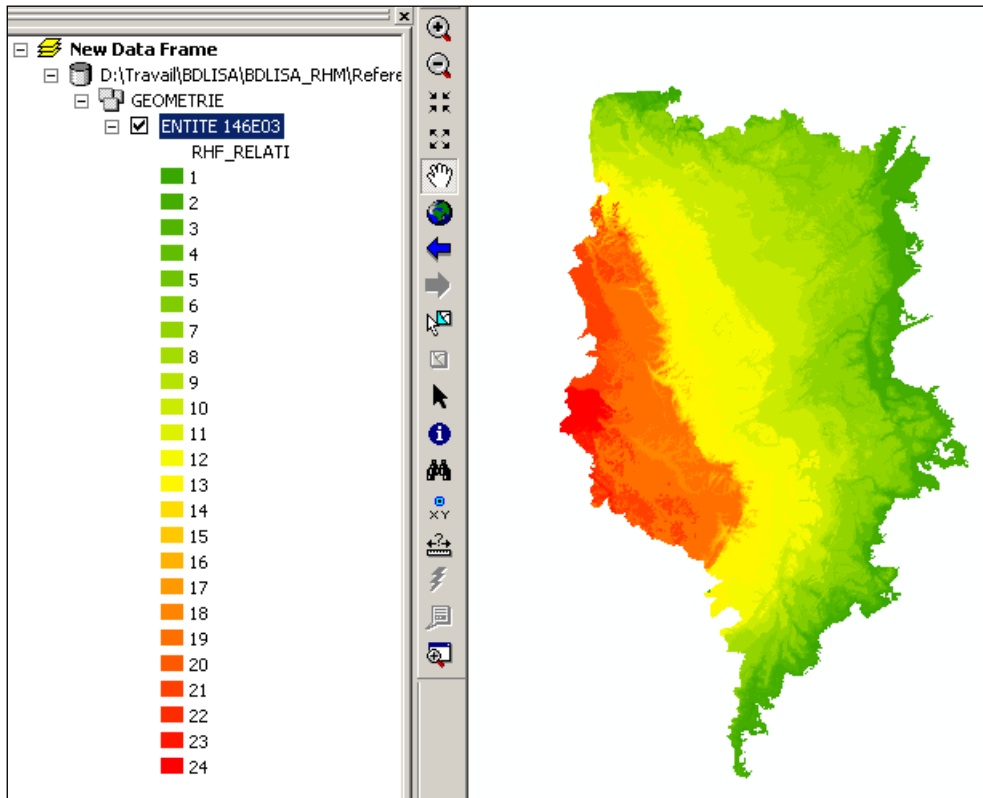


Illustration 17 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).

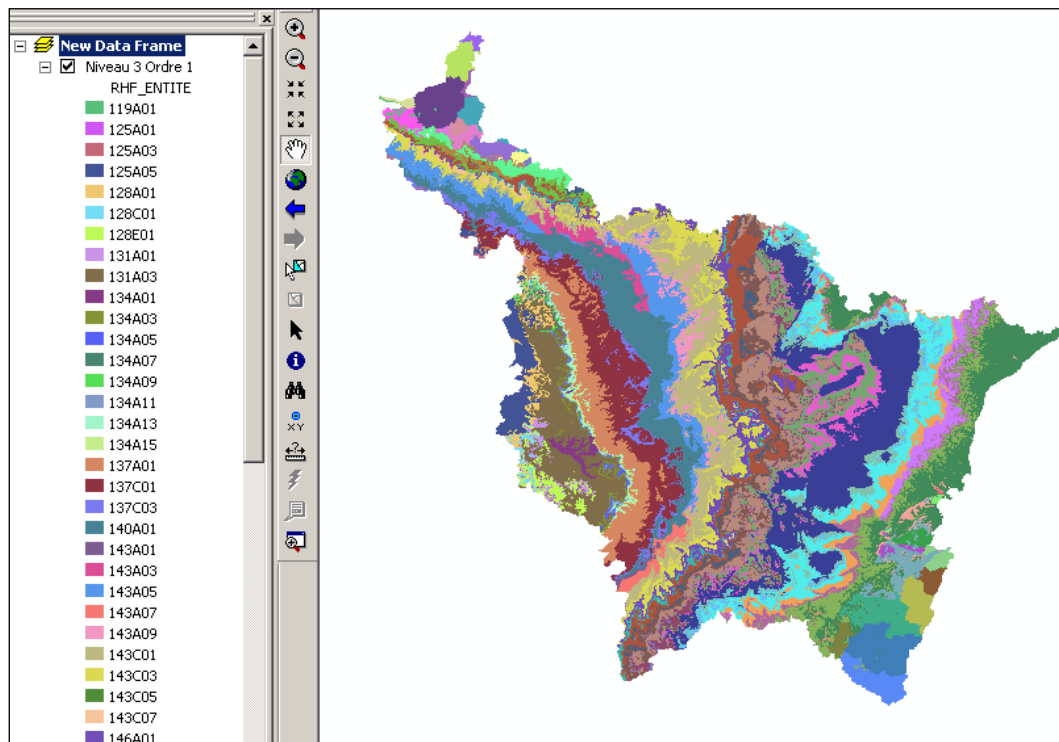


Illustration 18 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).

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 20).

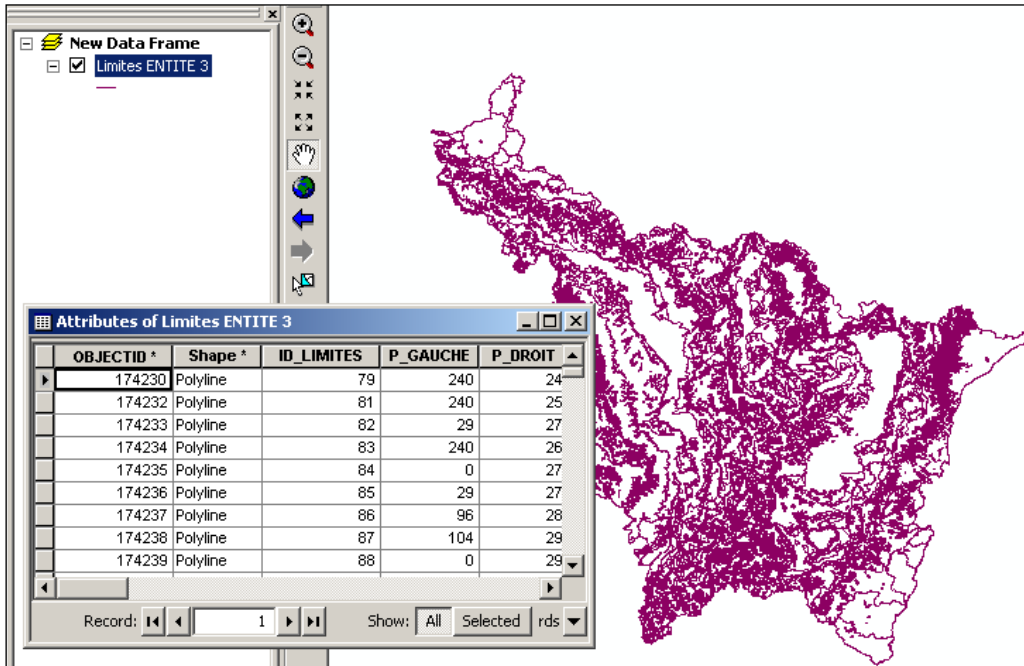


Illustration 19 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités.

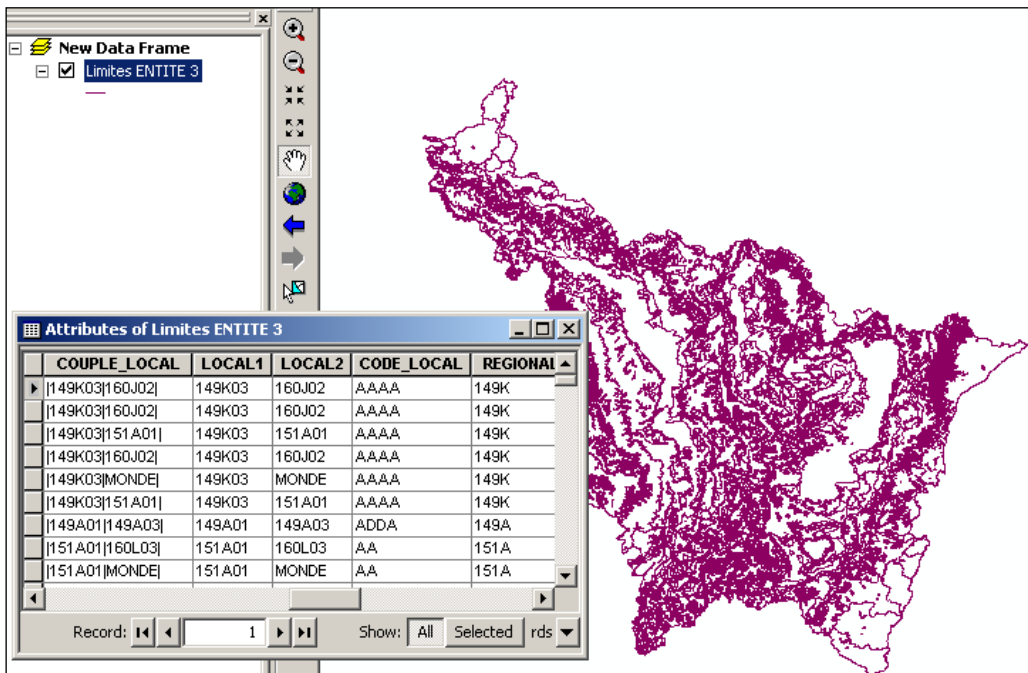


Illustration 20 - Table des limites : natures des contacts entre entités.

6.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS

Le modèle de construction permet d'éditer automatiquement (illustration 21) pour chaque entité une fiche au format pdf permettant d'analyser les « relations » de l'entité avec ses voisines et de vérifier la cohérence de l'assemblage 3D effectué par le modèle de construction.

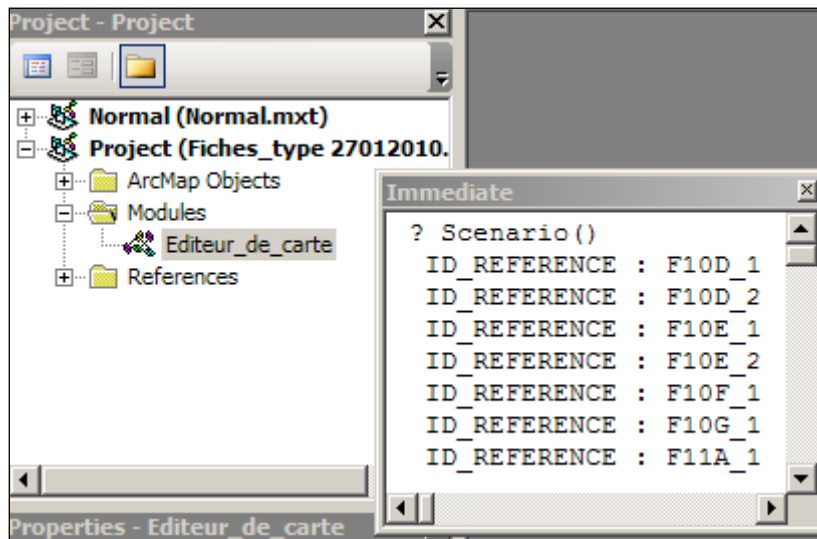


Illustration 21 - Éditeur de cartes du modèle de construction du référentiel.

Une fiche d'analyse est constituée de plusieurs blocs d'informations. Les illustrations 22 et 23 fournissent un exemple pour une entité de niveau 3 (« Calcaires à *Productylioceras*, Marnes à *Zeilleria* et Calcaires ocreux du Lias inférieur », du bassin Rhin-Meuse).

Sur la partie droite de la fiche (illustration 22), 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 23) 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.

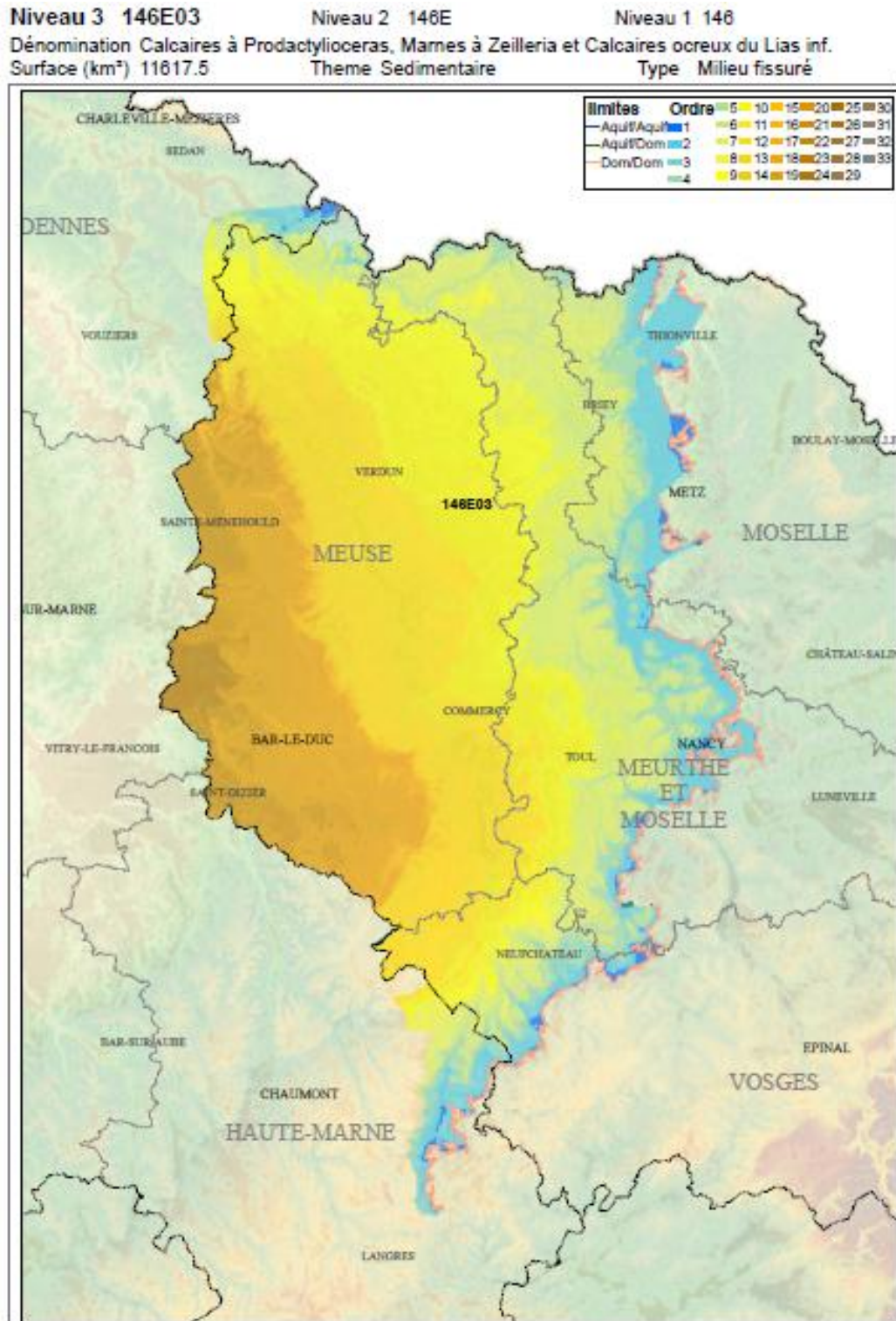


Illustration 22 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).

7. Conclusion

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

- 8 unités de niveau local (NV3) dans le domaine sédimentaire et 8 entités de socle,
- 3 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2) de type sédimentaire et 35 de type socle,
- 2 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1) distinguant 1 entité sédimentaire et 1 entité de socle.

A ces entités, il faut ajouter:

- 2 surcouches correspondant aux systèmes alluvionnaires.

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

8. Bibliographie

Michels-Declerc S., Parizot M. avec la collaboration de Joseph B. et Mardhel V. (2010). Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Année 4. Délimitation des entités hydrogéologiques de la Guyane. BRGM/RP-58197-FR.

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.

Baudouin V., Mouglin B., Rouxel E. (2009) – Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF Version 2. Bassin Loire-Bretagne Année 2. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Pays de Loire. Départements du Maine et Loire et de la Sarthe. Rapport d'étape. BRGM/RP-56954-FR.

Boyé M. (1963) – La géologie des plaines basses entre Organabo et le Maroni. Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France.

Palvadeau E. (1998) – Géodynamique quaternaire de la Guyane française. Thèse de doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale.

Pointet T. (2000) – Les ressources en eaux souterraines de la Guyane. BRGM/RP-50549-FR.

Robelin C. (1997) – Evolution géologique et sédimentologique du littoral guyanais. BRGM R 39883.

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.

Weng P., Aulong S., Dolbeau X., Guillet J., Orru J-F., Saget M. (2006) – Mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. District de la Guyane – Plan détaillé de l'état des lieux. BRGM/RP-54630-FR.

Annexe 1 : Tableau Multi-Echelles

*Annexe 2 : Lexique de caractérisation des entités et
des limites*

. Caractérisation des entités

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

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

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

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

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

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



**Centre scientifique et technique
Service EAU**

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34